Collection

Documents Systèmes Agraires

N° 6

AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES ET SYSTÈMES DE PRODUCTION

Actes du III[ème] Séminaire
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

TOME I

Département Systèmes Agraires du CIRAD
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Collection Documents Systèmes Agraires

Cette collection a pour but de publier les études et travaux des chercheurs du Département des Systèmes Agraires du CIRAD ainsi que ceux effectués sous leur direction ou en collaboration avec le département.

Ces études et travaux peuvent être :

- *des compte-rendus de travaux de recherche entrepris sur les différents terrains où intervient le DSA,*
- *des documents, rapports de mission, notes de synthèse, faisant le point sur des opérations de recherche sur les systèmes agraires ou de recherche-développement,*
- *des mémoires et travaux de fin d'études apportant une contribution originale à la connaissance des systèmes agraires,*
- *enfin des documents méthodologiques ou bibliographiques*

Tous ces documents sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs.

Cette collection se veut avant tout un instrument de diffusion des travaux de base du DSA.

Elle vient compléter "les Cahiers de la Recherche-Développement", périodique ouvert à tous, en vue de faire connaître les expériences et les méthodes relatives aux recherches sur les systèmes agraires et aux opérations de recherche-développement.

Cette même collection est également complémentaire de la "Gazette des systèmes", bulletin de liaison du DSA, qui fournit des informations sur les activités du Département et diffuse une sélection de textes relatifs à la démarche systémique.

Collection

Documents Systèmes Agraires

N° 6

AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES ET SYSTÈMES DE PRODUCTION

Actes du III^{ème} Séminaire
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

TOME I

Département Systèmes Agraires du CIRAD
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
Avenue du Val de Montferrand - B.P. 5035 — Tél. 67.63.91.70
34032 MONTPELLIER CÉDEX — Télex DSA 490 294 F

SOMMAIRE

TOME I

Avant-propos Ph. JOUVE p. 7

Discours d'ouverture J. LEFORT p. 9

Rapport introductif Professeur G. SAUTTER p. 13

I. Aménagements visant le contrôle de l'eau et la valorisation des eaux de surface - Atelier I

J.L. SABATIER K. ELLSASSER	Synthèse des travaux		p. 27
T. FAHO	Expérience de l'Organisme Régional de Développement (ORD) du Yatenga en matière de lutte contre l'érosion et de gestion des eaux de surface.	Burkina Faso	p. 33
P. DUGUE	Appropriation des techniques de lutte contre l'érosion et le ruissellement par les paysans du Yatenga.	Burkina Faso	p. 41
P. MARTIN	Conditions et premiers résultats de la prise en charge des aménagements de conservation des eaux et du sol au Niger.	Niger	p. 49
E. ROOSE	Problèmes posés par l'aménagement des terroirs en zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale.	Sahel	p. 55
W. VAN CAMPEN D. KEBE	Lutte anti-érosive dans la zone cotonnière au Mali Sud.	Mali	p. 67
Ch. LILIN	Evolution des pratiques de conservation des sols dans les pays en développement.	PVD, Haïti	p. 79
G. VALLEE P. CERQUEIRA et ali	L'irrigation d'appoint à l'aide de barrage compartimenté dans le tropique semi-aride brésilien. Une étude de cas	Brésil	p. 83
D. MARTINELLI G. SERPENTIE	La confrontation paysans-aménageurs au Yatenga. Analyses d'un agronome et d'un ethnologue.		p. 91
J.L. SABATIER	Lutte anti-érosive et développement sur la bordure orientale du plateau central au Rwanda.		p. 115

K. EGGER	L'intensification écologique. Conservation (LAE) et amélioration des sols tropicaux par les systèmes agro-sylvo-pastoraux.		p. 129
J.P. GOUDET	Note sur les actions de recherche en conservation des eaux et du sol menées par le CTFT en zone soudano-sahélienne.	Sahel	p. 137

II. Petite et moyenne hydraulique - Atelier II

J.L. SABATIE	Synthèse des travaux.		p. 143
S. BERTON	Petits ouvrages d'aménagement de bas-fonds en Afrique de l'Ouest : réussir avec quels outils ?	Sahel	p. 151
D. BOUBEE	Les petits périmètres irrigués villageois à l'aval des forages, une contribution à l'amélioration de la gestion des ressources en eau souterraine en zone soudano-sahélienne.	Sénégal	p. 157
P. DUGUE	L'utilisation des ressources en eau à l'échelle d'un village : perspectives de développement de petits périmètres irrigués de saison des pluies et de saison sèche au Yatenga. Contraintes techniques et socio-économiques.	Burkina Faso	p. 167
G. DIEMER	Le génie rural : applicabilité universelle ou ethnoscience ?		p. 175
Y. CLOUET	Intervention des techniques modernes dans l'agriculture traditionnelle : l'exemple du Yémen du Nord.	Yémen	p. 187
A. DE QUEIROZ, A.F. LIMA, LOPEZ	La recherche sur la petite et moyenne hydraulique dans le tropique semi-aride brésilien et sa politique d'expansion.	Brésil	p. 195
X. VERZAT	L'installation de migrants sur un périmètre rizicole : l'exemple de Bagre au Burkina Faso (1980-1981).	Burkina Faso	p. 203
Présentat. G. BARRIER	Synthèse des évaluations rétrospectives de trois projets de périmètres irrigués en zone sahélienne financés avec le concours de la Caisse Centrale.	Burkina Faso/Sénégal	p. 209
A. LE GENTIL	Création de périmètres irrigués en Haïti : rôle du projet et des usagers dans la conception, la réalisation et la gestion des aménagements.	Haïti	p. 223
P. RAHARISON	Expérience malagasy dans le domaine de l'exploitation à petite échelle des ressources hydrauliques.	Madagascar	p. 235
B. BARRY	Situation des aménagements hydro-agricoles des sols salés de Basse-Casamance.	Sénégal	p. 241
F. GADELLE	Aménagement de la plaine de Forgho au Mali.	Mali	p. 253

Cl. MARIUS	La mise en valeur et l'aménagement des sols de mangroves.	Guyane/Indonésie/ Sénégal	p. 265
E. DENIS	La riziculture balante : le cas de la région de Tombali (Guinée Bissau).	Guinée Bissau	p. 275
A. AUBRUN	Les aménagements en Basse-Casamance : exemples dans la vallée de Bignona (Sénégal).	Sénégal	p. 283
J.P. GOUDET J.M. HARMAND	Le projet "Pôles Verts" au Sénégal. Intégration de l'arbre dans les périmètres irrigués de la basse vallée du fleuve Sénégal.	Sénégal	p. 295
	Annexe Atelier II		
Th. RUF	Note sur la gestion de l'eau et son utilisation sur le réseau gravitaire du canal de Manosque.	France	p. 299

TOME II

III. Les grands aménagements hydro-agricoles - Atelier III

J. JAUJAY Ph. JOUVE	Synthèse des travaux		p. 307
J. HASSAINYA	Irrigation et transformation des systèmes de production : cas des grands aménagements hydro-agricoles au Maghreb.	Maghreb	p. 315
O. LAHLOU	Aménagements hydro-agricoles et mise en valeur au Maroc.	Maroc	p. 321
M. DUCROCQ M. ZERHOUNI	Aménagement du périmètre du N'Fis Haouz de Marrakech : un essai d'adaptation d'aménagement aux conditions locales.	Maroc	p. 331
N. BOUDERBALA	Logique foncière de l'Etat et logiques foncières des exploitants au Maroc.	Maroc	p. 343
Ph. JOUVE	Un modèle d'aménagement hydro-agricole à l'épreuve du temps : le cas des grands périmètres irrigués au Maroc.	Maroc	p. 351
Th. RUF	L'histoire de la maîtrise de l'eau en Egypte.	Egypte	p. 361
Th. RUF	La Sakkia égyptienne, interface entre l'aménagement hydro-agricole et les systèmes de production paysans.	Egypte	p. 375
J. PERRIN A. DURAND	Aménagements évolutifs dans la région de Gaya.	Niger	p. 383
G. FRANCOIS	Intensification rizicole, sécurisation foncière et organisation paysanne à l'office du Niger : l'approche du projet Rétail.	Mali	p. 393

R. BERTRAND	Mises en valeur hydro-agricoles dans la moyenne vallée du Niger. Etude - Critiques - Propositions d'amélioration.	Mali	p. 401
F. GADELLE	Les aménagements de submersion contrôlée au Sahel.	Mali	p. 411
J.C. DEVEZE	Le projet maraîcher de Marabadiassa (Côte d'Ivoire) : les limites d'une politique d'aménagement volontariste.	Côte d'Ivoire	p. 421
R. RANDRIANA RISOA J.L. LANDRU	Relations entre systèmes de production et aménagements hydro-agricoles : les grands aménagements hydro-agricoles.	Madagascar Sénégal/Mali/	p. 431
C. ARDITI	Quelques réflexions socio-économiques sur la riziculture irriguée dans le Nord-Cameroun (SEMRY I et SEMRY II).	D-Cameroun	p. 435
M. BOURRAT	Les modèles d'équipement et de développement des aménagements hydro-agricoles et les changements de comportements des agriculteurs.	Madagascar	p. 445
D. RANDRIANAIVO F. RASOLO	Perception et participation paysannes au choix des alternatives techniques de la réhabilitation du périmètre PC 23. Lac Alaotra.	Madagascar	p. 451
Ch. BLANC-PAMARD	Autour du riz : le difficile face à face des paysans et de la SOMALAC dans la cuvette du lac Alaotra (Hautes terres centrales de Madagascar).	Algérie	p. 461
J.J. PERENNES	La crise des modèles de mise en valeur sur les périmètres irrigables en Algérie : rationalité étatique et rationalités paysannes.	Madagascar	p. 481
M. RAUNET	Environnements physiques et aménagements des terroirs rizicoles sur les hautes terres de Madagascar.	Sénégal	p. 489
J.M. HARMAND	Les plantations forestières irriguées dans la vallée du fleuve Sénégal. Expérience de Podor.	Equateur	p. 505
	Annexes Atelier III		
Th. RUF	Note sur la thèse de P.A. MOTHES, 1986. "Pimampiro's canal : adaptation and infrastructure in northern Ecuador".	Equateur	p. 511
H. RIBADENEIRA	L'Etat et l'irrigation en Equateur, histoire, problèmes actuels et exemple du système Laracunga - Salcedo - Ambato.		p. 519

IV. Les aménagements hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal - Atelier IV

S.M. SECK A. LERICOLLAIS	Synthèse des travaux	p. 527

J. BERTHOME	Périmètres irrigués villageois et reproduction sociale dans la moyenne vallée du Sénégal.	Sénégal	p. 537
J. SCHMITZ	Agriculture de décrue, unités territoriales et irrigation dans la vallée du Sénégal.	Sénégal	p. 545
S.M. SECK	La maîtrise de l'eau et la restructuration sociale induite par l'organisation de la production irriguée dans le bassin du Sénégal.	Sénégal	p. 561
Ph. BONNEFOND	L'aménagement de la rive gauche du fleuve Sénégal : aspects macro-économiques.	Sénégal	p. 571
J.Y. JAMIN	La double culture du riz dans la vallée du fleuve Sénégal : mythe ou réalité.	Sénégal	p. 581
J.Y. JAMIN J.F. TOURAND	Evolution de l'agriculture et de l'élevage dans une zone de grands aménagements, le delta du fleuve Sénégal.	Sénégal	p. 595
S.M. SECK	Des grands périmètres aux périmètres intermédiaires : prise en compte des aspects sociaux dans les aménagements hydro-agricoles les cas de Boghe et Ndombo-Thiago dans la vallée du Sénégal.	Sénégal	p. 611

Annexes

Liste des participants p. 623

Liste des organismes p. 631

Avant-propos

Ph. JOUVE

Animateur du comité d'organisation du séminaire

Le sous développement de l'agriculture n'est pas une fatalité. Dans beaucoup de pays où l'autosuffisance alimentaire n'est assurée que de façon partielle ou irrégulière, il existe un potentiel de production qui, s'il était correctement mis en valeur, permettrait à ces pays de subvenir largement à leurs besoins.

Parmi les moyens qui s'offrent à eux pour atteindre un tel objectif, la valorisation des ressources hydrauliques constitue incontestablement une option attrayante.

Il suffit pour s'en convaincre de voir les résultats auxquels sont parvenus les pays qui, par tradition, comme les pays d'extrême-orient ou plus récemment certains pays du Maghreb tel le Maroc, ont entrepris une politique résolue de mise en valeur de leurs ressources hydrauliques.

C'est précisément cet attrait pour une mobilisation plus systématique des eaux de surface et souterraines qui a incité de nombreux pays en voie de développement à s'engager dans la réalisation de vastes et coûteuses opérations d'aménagement hydro-agricole.

Or ces aménagements, comme l'a souligné le Professeur SAUTTER, représentent toujours "une rupture avec l'ordre ancien des choses".

A une exploitation extensive et diversifiée du milieu, ils tentent de substituer une mise en valeur intensive et spécialisée. Et du fait des lourds investissements engagés par les pouvoirs publics pour leur réalisation, ils deviennent le champ d'affrontements de la logique d'Etat et de la rationalité paysanne en ce qui concerne notamment les choix de production.

Aussi n'est-il pas surprenant de constater que nombre de ces projets n'ont pas atteint les objectifs ambitieux qu'ils s'étaient fixés.

C'est en partant de ce constat qu'il est apparu utile d'organiser un vaste débat sur les conditions techniques, économiques et sociales de la mise en valeur des aménagements hydro-agricoles et en particulier d'étudier la cohérence entre ces aménagements et les systèmes de production chargés d'en assurer la valorisation.

C'est à l'initiative de M. TOURTE que ce thème a été retenu pour le 3° séminaire du Département des Systèmes Agraires du CIRAD qui s'est tenu à Montpellier du 16 au 19 décembre 1986.

Ce séminaire s'est organisé autour de trois ateliers consacrés chacun à un type particulier de valorisation agricole des ressources hydrauliques :

- les aménagements des eaux de surface visant une réduction du ruissellement et de l'érosion.
- les aménagements d'hydraulique villageoise.
- les grands périmètres d'aménagements hydro-agricoles.

Chacun de ces ateliers a fait l'objet de nombreuses communications et suscité des débats très intéressants.

Quand on connait les polémiques voire les anathèmes que peuvent susciter les aménagements hydro-agricoles dans les pays en voie de développement, on ne peut que se féliciter que ce séminaire ait permis aux différentes catégories professionnelles intéressées par ces aménagements : responsables de structures de développement, chercheurs, administrateurs, financiers, de confronter directement leurs points de vue et leurs expériences.

Nous formons le vœu que ce dialogue puisse se poursuivre sur le terrain en y associant les principaux intéressés, à savoir les paysans dont dépendent en définitive la réussite ou l'échec des projets hydro-agricoles.

Ce séminaire n'aurait pu avoir lieu sans l'appui financier du CIRAD et la collaboration et la bonne volonté d'un certain nombre de personnes.

Nous voudrions tout d'abord remercier les membres du comité d'organisation : M. BROCHET (CNEARC), M. ELLSASSER (DSA), M. GUENAGA (ENGREF), M. LELANDAIS (GERSAR), M. LERICOLLAIS (ORSTOM), M. SABATIE (IRAT).

Nos remerciements vont aussi aux auteurs des communications qui ont fourni, comme on pourra le juger à la lecture de ces actes, une base de discussion aussi riche que variée.

Au nom du comité d'organisation, nous voudrions dire également notre gratitude aux présidents des ateliers et aux rapporteurs qui ont réussi à faire la synthèse des communications, synthèses qui ont alimenté ensuite la discussion générale qui a clos le séminaire.

Enfin, nous sommes très reconnaissants de l'aide particulièrement efficace qui a été apportée par Mme Chantal Second aussi bien dans la préparation du séminaire que dans l'édition de ces actes.

Discours d'ouverture du séminaire

J. LEFORT

Directeur DSA

Je voudrais tout d'abord vous souhaiter la bienvenue à ce troisième séminaire qu'organise le Département des Systèmes Agraires du CIRAD et remercier M. GIRARD, Directeur du CNEARC qui a bien voulu nous offrir l'hospitalité.

Le thème retenu pour ce troisième séminaire concerne les relations entre aménagements hydro-agricoles et systèmes de production. D'une façon plus générale, ce sur quoi vont porter les communications et les débats ce sont les conditions techniques, économiques et sociales de la mise en valeur des aménagements hydro-agricoles.

A travers ce séminaire, nous souhaitons promouvoir la réflexion la plus large et la plus franche possible, afin de permettre une meilleure valorisation agricole des ressources hydrauliques. Cette réflexion nous paraît d'une importance particulière pour le développement des pays du tiers monde. En effet, une grande partie de ces pays sinon la totalité, se situe dans des régions chaudes où très souvent, l'insuffisance et l'irrégularité des précipitations constituent de lourds handicaps pour le développement de leur agriculture et la satisfaction des besoins alimentaires de leur population. Ainsi, chaque fois que cela est possible, les mobilisations des ressources hydrauliques représentent un moyen privilégié pour améliorer leur production agricole.

Cette mobilisation a d'ailleurs déjà été entreprise depuis fort longtemps et ceci à une vaste échelle puisqu'actuellement, 75 % des 200 millions d'hectares de terres irriguées dans le monde, se trouvent dans les pays en voie de développement et l'on estime que dans ces pays, la production provenant de ces terres irriguées est du même ordre que celle obtenue sur le reste des superficies cultivées. C'est dire l'importance économique de cette agriculture irriguée.

Il faut aussi souligner les grandes possibilités de développement des superficies irriguées. On estime que ces superficies pourraient être facilement doublées et contribuer ainsi de façon très significative à l'autosuffisance alimentaire des pays en voie de développement.

C'est précisément pour tenter de réduire leurs importations de produits alimentaires rendues nécessaires par la rapide croissance de la population urbaine et les changements d'habitudes alimentaires qui l'ont accompagnée,

que beaucoup de ces pays, notamment en Afrique, se sont lancés dans de vastes et ambitieux programmes d'aménagement hydro-agricole.

Cependant, l'existence de potentialités hydro-agricoles importantes et l'urgente nécessité de garantir l'autosuffisance alimentaire ne doivent pas faire oublier que la voie d'intensification que constitue l'agriculture irriguée est souvent très coûteuse (nombre d'aménagements hydro-agricoles en Afrique de l'ouest ont actuellement un prix de revient supérieur à 40 000 F/ha, c'est-à-dire 2 millions de FCFA).

Si l'on en juge par les nombreux échecs enregistrés jusqu'ici, la mise en œuvre et la valorisation des aménagements hydro-agricoles posent de nombreux problèmes. Une partie de ces problèmes nous semble dûe au fait que la conception de ces aménagements privilégie les conditions techniques de la mobilisation et de la valorisation des ressources hydrauliques au détriment des conditions sociales et économiques qui sont tout aussi déterminantes, particulièrement dans le cas où les régions à aménager font déjà l'objet d'une exploitation agricole préexistant aux aménagements.

De la même façon les choix de production et les modalités de mise en valeur sont trop souvent définis sans tenir compte des conditions de fonctionnement des exploitations qui sont censées assurer cette mise en valeur. Les objectifs des exploitants, les contraintes propres à leur système de production, au niveau de la mobilisation des ressources notamment en main d'œuvre, sont trop souvent ignorés.

Il ne faut jamais perdre de vue que les aménagements hydro-agricoles ne sont que des outils, des moyens, au service de la mise en valeur, aussi convient-il d'attacher une plus grande attention aux conditions techniques économiques et sociales de cette mise en valeur.

L'expérience a montré que dans le domaine hydro-agricole, il est facile de faire fausse route. C'est toujours regrettable, mais ce qui le serait encore plus, ce serait de persévérer dans l'erreur. Or, il nous semble que nous sommes arrivés à un moment où, du fait de la crise économique, de l'accentuation de la dépendance alimentaire de nombreux P.V.D. et de leur niveau d'endettement, nous assistons à une remise en cause des modèles et schémas traditionnels d'aménagements hydro-agricoles.

Une preuve, limitée certes, mais que nous pensons cependant significative, de l'intérêt porté à une redéfinition de ces modèles est l'écho de notre séminaire. Plus de 50 communications nous sont parvenues, présentant des expériences et des réflexions en provenance d'une vingtaine de pays.

La plus grande partie concerne l'Afrique, que ce soit l'Afrique du nord, de l'ouest ou Madagascar, ce qui est assez naturel compte tenu de la coopération française dans ces différentes régions. Des communications rendent aussi compte de travaux et d'expériences en Amérique latine. On peut seulement regretter la rareté des communications en provenance d'Extrême-Orient, riche pourtant d'une longue et vaste expérience en matière d'hydraulique agricole.

Nous sommes également heureux de constater la diversité de statut des auteurs de ces différentes communications ainsi que de l'ensemble des participants. On y trouve des responsables d'organismes de développement en charge d'aménagements hydro-agricoles, des représentants de sociétés d'étude, de l'administration et notamment du Ministère de la Coopération, des représentants d'organismes de financement tel que la C.C.C.E. et bien entendu des chercheurs d'institutions françaises et étrangères. Que tous soient ici très sincèrement remerciés d'avoir bien voulu participer à ce séminaire et contribuer aussi à la richesse et la diversité des échanges qu'il ne manquera pas de susciter.

Nous tenons également à souligner que ce séminaire a bénéficié de la coopération active de chercheurs des grandes centrales scientifiques ORSTOM, INRA, CNRS, toutes représentées à Montpellier. C'est pourquoi nous avons proposé au Professeur MALASSIS de le placer sous l'égide d'Agropolis, institution qui a vocation de favoriser les échanges entre institutions de formation et de recherche de la région.

Comme vous avez pu le constater au vu du programme du séminaire, celui-ci est organisé autour de trois thèmes qui correspondent chacun à un type particulier d'aménagement hydro-agricole. Mais rappelons le d'emblée, afin de dissiper tout malentendu, le but du séminaire n'est pas d'analyser les bases techniques de ces différents aménagements, mais les conditions de leur mise en valeur en vue d'assurer une cohérence entre ces conditions et les options techniques retenues pour ces aménagements.

A travers la présentation et la discussion des différentes communications qu'ont suscitées les différents thèmes, je souhaiterais que puissent être apportées un certain nombre de réponses concrêtes et positives aux grandes questions que suscitent la valorisation des aménagements hydro-agricoles. Permettez-moi de vous en poser quelques unes :

- Les nombreux, trop nombreux, échecs techniques et économiques des aménagements hydro-agricoles dans les pays en voie de développement constituent-ils une sorte de fatalité plus ou moins inéluctable, compte tenu des processus actuels de conception et de gestion de ces aménagements ?

Sinon quelles sont les conditions qui permettraient à ces aménagements de contribuer efficacement au développement agricole des pays concernés ?

- Comment mieux tenir compte des leçons du passé qui nous offrent des expériences diverses et variées ?

- Comment dépasser l'approche strictement techniciste qui prévaut souvent dans la conception et la gestion des aménagements au profit d'une approche plus intégrée associant différents points de vue et donc différentes disciplines ?

- Est-il possible de concilier des objectifs d'intérêt national avec ceux des paysans chargés de la mise en valeur des aménagements ?

- Comment assurer effectivement la participation des agriculteurs à l'organisation de la production et à la gestion et la maintenance des aménagements ?

- Quel est le coût, au niveau de l'économie nationale des aménagements, quels en sont les bénéfices ?

Le thème du séminaire suscite certainement bien d'autres interrogations. Mais je suis sûr que ces interrogations ne manqueront pas d'être posées. Je terminerai en formant le vœu que ce séminaire soit l'occasion d'une remise en question en profondeur de nos façons de voir et de faire dans ce domaine si important et si lourd de conséquences pour les P.V.D. que constituent les opérations d'aménagement visant une meilleure valorisation de l'eau.

Cette remise en question nous parait indispensable et il nous a semblé du devoir de la Recherche de la susciter si l'on ne veut pas que ces aménagements soient des causes de destructuration sociale et d'accroissement de la dépendance économique des P.V.D. mais au contraire de véritables outils de développement pour ces pays.

"Libres réflexions sur les aménagements ayant pour objet la maîtrise de l'eau par ou pour les agriculteurs"

G. SAUTTER

Université Paris I

Professeur Emérite

Unité d'enseignement et de recherche en géographie

Le thème proposé aux réflexions du Colloque s'inscrit dans une interrogation plus générale sur les relations entre Espace et Société. Pas l'espace en soi, mais l'espace engagé dans la production agricole. Pas l'espace comme champ ou dimension abstraite, mais l'espace pluriel des singularités géographiques et agraires. Cet espace là, celui du développement en cours ou espéré, prend forme à l'échelle de la petite ou de la grande région. Son individualisation et son devenir engagent, dans chaque cas, le destin d'une population. Ce tout lié, que la mode actuelle des géographes conduirait à appeler "socio-spatial", reçoit l'impact de multiples forces et instances opérantes à des niveaux d'espace bien plus larges. Sont en cause l'Etat et le superétatique des grandes organisations mondiales, le marché et ses régulations, le progrès général et la diffusion des techniques, les idéologies du développement. Entre le haut des échelles et le bas, l'interaction n'est pas symétrique. Du haut vers le bas, les effets, en se localisant, se concentrent, s'articulent et se concrétisent. Dans le sens opposé, les résultats se diluent et se fondent dans la masse. Vis-à-vis de ce double questionnement, sur les relations d'échelle et les implications réciproques du spacial et du social, les aménagements hydro-agricoles ont valeur d'objets quasi-expérimentaux. Tant par leur vertu propre que par leur fonction assignée, il est de la nature des aménagements de territorialiser l'espace : ils font surgir des entités individualisées, délimitées et fonctionnelles. A quoi les opérations de maîtrise hydraulique ajoutent le ciment qui rend techniquement solidaires les sous-éléments inclus dans une même organisation. Cette forte caractérisation, ou cette relative simplification sur le versant spatial de l'analyse, aident au repérage des déterminants sociaux, économiques ou politiques des situations à analyser. Les décalages d'attitudes, les dysfonctionnements, les biais introduits par les différents acteurs et leurs appréciations divergentes se laissent mieux discerner à la lumière d'un ordre technico-spacial clair. Mais la notion d'aménagement, s'il est vrai qu'elle postule une délimitation, reste floue, voire ambigüe quant à son contenu thématique. La typologie des aménagements ne débouche pas davantage sur des distinctions parfaitement tranchées. Essayons donc, pour commencer, de faire le point sur ce que peut désigner l'expression d'"aménagement hydro-agricole".

1. Finalités et modalités du contrôle de l'eau

Le mot "aménagement" oriente l'esprit vers l'ouvrage réalisé et l'espace de sa réalisation. "Contrôle de l'eau" déplace l'attention vers les acteurs - qui opère ? - et vers l'action - pour quel but ? - Autre avantage : la gamme des techniques est plus complètement couverte, y compris des travaux qui ont le sol plus que l'eau, ou plus directement que l'eau pour objet, et qui pour cette raison ne relèvent qu'au second degré ou par un léger déplacement de sens de l'adjectif "hydraulique".

Notons pour commencer que la finalité agricole du contrôle de l'eau en milieu rural n'est pas la seule. Eau domestique, eau comme fluide industriel, eau comme force motrice, eau comme support de loisirs : autant de besoins, autant d'usages et, jusqu'à un certain point, autant de savoirs et de pratiques. Mais derrière ces distinctions évidentes, voici qu'apparait déjà la difficulté de catégoriser le réel. Au moins en ce qui concerne les grands équipements, la plupart sont à des fins multiples. Pour leur consommation d'eau, les villes se retrouvent solidaires des utilisateurs agricoles. A suivre le fil de l'eau, l'aménageur hydraulique se retrouve promoteur touristique : on connait l'histoire en Languedoc. Vers l'amont des opérations techniques, comme vers l'aval des usages, c'est la confusion des genres : des aménagements de pentes contribuent à l'occasion, sur des bassins versants fragiles, à la sécurité des fournitures aux usines et aux citadins. Si donc toutes les catégories de la population, toutes les activités sont parties prenantes aux aménagements hydrauliques, et pas seulement les ruraux et plus restrictivement les exploitants agricoles, symétriquement, la notion d'aménagement rural englobe les formes actives du contrôle de l'eau tout en couvrant un champ beaucoup plus étendu. Au sens le plus large, aménager c'est doter l'espace rural des structures et des équipements - y compris le réseau des villes petites et moyennes - nécessaires, entre autres, au progrès agricole. Plus restrictivement relève de l'aménagement rural tout ce qui est opération sur le contenu matériel de l'espace, sol, végétation, parcellaire ou habitat. A ce niveau, l'idée d'aménagement se concrétise, s'inscrit directement dans le paysage des campagnes. Dans cette hiérarchie d'acceptions emboîtées, de plus en plus proches de la matérialité du cadre de vie et d'exercice de l'agriculture, les aménagements hydrauliques occupent l'étage du bas, celui où viennent se recouper et se confondre la maîtrise de l'eau et celle de l'espace.

Au-delà de ce point de rencontre, les significations divergent à nouveau. En d'autres termes, le contrôle de l'eau se résoud analytiquement en formes multiples. Trois entités se laissent, en gros, dissocier. L'irrigation constitue la plus solide, assortie de caractéristiques et de sujétions relativement constantes, quelle que soit la taille des réseaux, viennent ensuite les travaux de drainage et les aménagements de pente, formant des ensembles souvent moins hiérarchisés, cohérents et généralisés sur un espace donné. Peut-être faut-il y ajouter, comme forme autonome mais passablement hybride, la submersion contrôlée, telle qu'elle se pratique, notamment en divers points de l'ouest-africain. Chacun de ces trois ou quatre grands types se résoud en une variété de modalités et de finalités. L'irrigation, par exemple, procède par gravité ou par pompage. Le drainage sert à détourner le ruissellement et prévenir l'érosion, à évacuer l'eau en excès, à empêcher le sel de s'accumuler dans le profil. Quant à l'aménagement des versants, toutes les transitions existent entre le simple labour en courbes de niveau, ou le maintien de bandes gazonnées entre deux niveaux labourés, et les terrasses assorties de murs appareillés. Inutile de voyager loin pour avoir un aperçu de cette diversité : le Languedoc y suffit. Ce n'est pas un hasard si nos préoccupations quant au contrôle de l'eau par des aménagements agricoles se manifestent ici même, à Montpellier, au cœur d'une vieille civilisation agraire, depuis longtemps et profondément concernée par la maîtrise des conditions hydrauliques. Le système d'irrigation du Bas-Rhône-Languedoc, constitué depuis la guerre, fait écho aux anciens **béals** cévenols, ou aux réseaux déjà complexes mis en place par les propriétaires riverains des petits fleuves qui débouchent en plaine (1). Quant aux **faïsses**, **traversiers**, ou **bancels**, ces formes élaborées d'aménagement des pentes et terrasses demeurent, même abandonnées ou dégradées, une composante capitale du paysage des vallées de l'arrière pays montagneux. Certaines, aujourd'hui, reprennent vie et service. Dans les périmètres d'appellation contrôlée proches du Rhône, la mise en gradins redevient d'actualité, localement, associée à de nouvelles plantations de vigne. Et comment ne pas évoquer, à propos des ouvrages de retenue récemment mis en service sur les hauts-bassins de la Cévenne à des fins de protection de l'aval contre les crues et leurs effets, les **gourgues**, ces anciens bassins collecteurs maçonnés ou garnis de terre battue ? Les contraintes climatiques n'ont pas changé, les réponses techniques restent de même nature, même quand l'échelle n'est plus la même. L'écart est celui qui sépare, quant aux intentions et aux moyens, une société paysanne dont le milieu du siècle a marqué l'agonie, et l'agriculture actuelle intégrée à la société globale.

2. La maîtrise de l'eau par les sociétés paysannes

Ce qui relève à présent en Languedoc des recherches d'archives et de l'archéologie du paysage demeure sou-

(1) Voir, reprise dans sa thèse d'Etat, l'étude par Pierre CARRIERE du Canal de Gignac.

souvent bien vivant, en pleine fonctionnalité, dans la portion du monde dévolue aux recherches du CIRAD.

Au-delà de la connaissance des savoir-faire, de leur diffusion et de leur évolution, le traitement de l'eau par les paysanneries passées ou actuelles offre un certain nombre de traits généraux, de constantes d'organisation dont il importe de faire le relevé. Le premier de ces traits réside dans l'association constante des diverses techniques. Reprenons l'exemple cévenol. Autour du hameau d'une ou quelques fermes, sur sa basse pente ou son replat, trois formes d'aménagements se combinent : des banquettes appareillées ou maçonnées de pierres sèches, à vignes ou fruitiers (celles qui restent exploitées, s'y ajoutait jadis le mûrier) ; des prés ; une chataîgneraie, sur des faïsses plus espacées et plus en pente. Sur les deux premiers éléments, l'hydraulique valorise ou valorisait l'emplacement, mais le mode de distribution de l'eau n'était pas le même : par submersion dans le cas des prés, à la raie pour les cultures intercalaires des traversiers complantés. La mise en faïsses allait obligatoirement de paire avec des ouvrages ou tracés protecteurs pour l'évacuation sans dommage de l'excès d'eau déversée par les fortes pluies. A ce stade, on peut parler de système technique d'aménagement, à la fois au sens abstrait et à celui d'une combinatoire modelée d'une façon chaque fois différente sur des lieux particuliers. Mais cette systémique déborde largement le plan technique : c'est tout le système agricole, à commencer par les options culturales, qui se trouve étroitement imbriqué avec les partis adoptés pour l'aménagement. Selon les cultures visées variait la pente et l'espacement des banquettes, et toute réorientation économique commandait un remaniement de l'espace aménagé, fût-ce simplement au niveau d'un traversier singulier, unité écologique de base (et non pas la parcelle), comme le fait remarquer Ph. Blanchemanche (2). D'autre part, le terroir agricole des communautés cévenoles englobait, mais débordait largement la portion soumise aux aménagements de pente. Friches, landes et forêt paysanne accueillaient les troupeaux, supportaient la culture intermittente des essarts, procuraient des ressources de cueillette et conféraient, en tant que réserve d'espace aménageable, sa marge d'élasticité au système. A son tour, la systémique de l'espace agricole et de son utilisation verse (on ne l'isole qu'analytiquement, c'est-à-dire artificiellement) dans la systémique plus large encore de la société agraire, vue comme un tout. Par exemple, toujours dans le cas des Cévennes de l'ancien temps, la création de nouveaux traversiers, assortie de la plantation d'arbres ou de vignes, avait fini par devenir pour une part l'affaire de véritables spécialistes. Elle donnait lieu à une variété de baux écrits, indication d'une société différenciée et engagée à propos de la terre dans des rapports juridiques complexes.

L'établissement et l'entretien des réseaux d'irrigation étaient l'affaire collective des habitants du hameau bénéficiaire. Au niveau des traversiers mitoyens, les responsabilités et les droits individuels étaient clairement délimités. L'eau était répartie en temps entre les cultivateurs de la communauté de voisinage. En d'autres lieux, on sait que la parenté lignagère ou clanique pouvait, et peut toujours, remplir le même office. Chaque ensemble agraire impliqué dans la gestion de l'eau prêterait à des observations analogues.

Deuxième trait propre aux sociétés paysannes considérées sous l'angle de l'eau : l'impossibilité de dissocier le travail du sol des opérations d'aménagement. La charrue, les outils de travail à bras sont directement impliqués dans le façonnement des pentes, comme dans les détails de l'irrigation et du drainage. Ce sont pour une part les mêmes outils qui servent ou servaient aux labours et à l'aménagement du profil : profil individuel d'un champ, ou profil de tout un versant. Les charrues, de diverses sortes ou diversement employées, quand elles suivent le sens transversal à la pente, peuvent générer rideaux ou planches dénivelées. C'est à l'**angady**, la bêche malgache, qu'ont été taillées en gradins les versants aménagés des hautes terres de Madagascar. Les discussions sur l'origine des rideaux de Picardie ont rendu ces notions familières. On pense moins spontanément aux techniques, non moins intimement liées à la préparation du sol, de mise hors d'eau de la couche cultivée : les champs bombés ou les planches surélevées de l'Europe ancienne, micro-reliefs (mais tout de même parfois de l'ordre du mètre ou davantage) façonnés de toute pièce, à la charrue ou à la bêche, en terrain plat. Les répliques, en milieu tropical, sous forme de billons pouvant être gigantesques, voire de tertres artificiels érigés en plein marécage, sont innombrables. Au Cameroun, sur le plateau Bamiléké, aux versants quadrillés par un bocage géométrique, les haies servent simultanément à deux fins : l'une, qui est d'empêcher le bétail de passer, s'inscrit dans le fonctionnement du système agricole ; l'autre, pour les seules haies perpendiculaires à la pente, consistant à arrêter la terre entraînée par les eaux de ruissellement, transforme durablement le profil (3). C'est à l'agronomie moderne que revient d'avoir séparé les genres : le génie technique d'un côté, les travaux agricoles de l'autre. Cette coupure n'est-elle pas à l'origine de certaines des difficultés et contre-performances dans les opérations de greffe de la modernité sur les paysanneries traditionnelles ? On peut se poser la question.

On touche là, par un biais, au côté prométhéen de l'agriculture moderne, à sa tendance à se représenter la nature (ou la nature des choses) en termes de contraintes (dont il faut s'affranchir), d'obstacles (à renverser), voire

(2) Thèse soutenue en 1986 à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales. A ce texte important, je fais ici largement appel.
(3) Observations de Jean HURAULT

de défis (à relever). Le regard paysan est plus contingent. S'accomoder des inconvénients naturels, ou même en tirer un parti positif sont des attitudes courantes. Derrière le désavantage évident des pentes abruptes, certains cultivateurs tropicaux discernent implicitement l'atout de sols "rajeunis", ou dont la fertilité s'entretient par des circulations obliques. Voir les montagnards du nord Cameroun, ou les paysans malgaches de l'ouest des hautes terres, placés à la limite des vieilles surfaces aux sols totalement lessivés. L'eau qui dévale les versants représente un danger d'érosion, et une panoplie de procédés sont mis en œuvre pour prévenir décapage et ravinement. Mais on sait aussi à l'occasion faire servir la puissance de l'eau à transporter la terre de la partie supérieure des versants vers les basses pentes où on la force à se déposer. C'est ainsi qu'ont été construites, pour une part, les banquettes de Toscane, par nivellement des inégalités naturelles et façonnement d'un profil nouveau. Dans la région des Matmata, les gens du sud tunisien ne procèdent pas autrement le long des oueds, à ceci près qu'ils piègent les transports de crue derrière des barrages en partie appareillés, disposés en travers des talwegs. On retrouve aussi Madagascar, où des techniques d'érosion dirigée, comparables à celles de jadis en Italie centrale, servaient aussi bien à creuser des fossés défensifs qu'à fabriquer des rizières. La pente elle même à l'état cru, réduite à la déclivité, complique certes la tâche, et augmente la fatigue de ceux qui cultivent. Mais elle offre des avantages en contrepartie, que les paysanneries savent ou savaient exploiter : accroissement ou diminution de l'ensoleillement selon les expositions (dans les Cévennes, le chataîgner à l'ouest et au nord, la vigne à l'est et au sud) ; surface développée plus importante qu'en terrain plat, permettant de serrer davantage les arbres sans restreindre leur éclairement.

Il faut souligner aussi l'universalité des aménagements en milieu paysan. Beaucoup n'ont rien de spectaculaire : ils s'individualisent au niveau d'une exploitation, d'une parcelle, d'un bout de terrain. Qu'on pense aux travaux de micro-hydraulique décrits sur les prés fauchés des Vosges, si fragiles qu'il n'est pas question d'y faire entrer les animaux. Mais la discrétion des interventions va de paire avec leur omniprésence, même en plaine ou loin de la Méditerranée. A cheval sur l'est de la France et l'ouest de l'Allemagne, un vaste domaine géographique a été exploré par le géographe Jean Vogt, sous l'angle de l'érosion des sols. Un peu partout, les archives lui ont révélé une vive conscience des risques, aggravés par la pression démographique et les défrichements inconsidérés, et la mise en place d'une multitude de dispositifs protecteurs. Au dessus d'une certaine charge de population, on peut dire qu'il y a, en milieu paysan, des aménagements partout. Les seules lacunes concernent des types d'aménagement particuliers. Encore s'expliquent-elles pour la plupart par les conditions naturelles. Parmi les exceptions figure la rareté des systèmes d'irrigation en Afrique, et leur absence à peu près totale dans l'ouest africain (dans l'état ancien des choses) : il y a là, de toute évidence, un fait de civilisation. De même est-il impossible de décider, en l'état présent des connaissances, quelle part doit être faite, dans l'extension planétaire des principales techniques de contrôle de l'eau, au processus de diffusion et à la réinvention en des lieux multiples. Ce qui est sûr, et d'une grande importance, c'est que, quels que soient les principes techniques et leurs variantes, ils se modulent, au niveau des réalisations effectives, en pratiques d'une infinie variété. Chaque aménagement est un cas, chaque solution est originale par l'ajustement précis qu'elle réalise entre les moyens, les fins et les particularités de la combinaison locale.

Les paysages, de part leur perversité propre qui est de se conférer à eux mêmes l'évidence, inciteraient volontiers à voir dans les aménagements hydrauliques et/ou de pente, surtout quand ils sont spectaculaires, quelque chose d'immémorial. Il n'en est rien. Dans l'Imerina malgache, J.P. Raison a mis en évidence l'illusionnisme des rizières étagées, dont la dominance est historiquement récente : les terrasses sèches procuraient, il n'y a pas si longtemps, l'essentiel des subsistances. De même, en Cévenne, Ph. Blanchemanche, contre l'opinion courante, affirme et prouve le caractère récent des "terrasses". L'essentiel remonte aux XVIIème et XVIIIème siècle (en réservant la possibilité d'aménagements plus tôt dans l'histoire, mais suivis d'abandon). Encore le travail n'aurait-il pas été "démesuré". A raison de 200 à 300 j/ha, il entrait dans les possibilités d'une commune rurale de le mener à bien en l'espace d'un demi siècle. En Italie centrale, l'aménagement systématique des collines n'a guère commencé qu'un siècle plus tôt. Retenons de ceci, à titre d'hypothèse générale, la soudaineté dans l'élaboration de paysages construits à des fins de maîtrise hydraulique. Quelque chose, là, s'apparente à une mutation destinée à remettre en équilibre des systèmes agricoles placés en porte-à-faux par la montée des effectifs à nourrir. Ceci à des époques et en des lieux variés, mais souvent plus près de nous qu'on ne le pense.

Autre trait systématiquement associé aux paysages aménagés sous le rapport de l'eau : ce que j'appellerai, au risque d'un néologisme, leur incomplétude. Quelle qu'en soit la nature, les aménagements ne couvrent jamais la totalité de l'espace de vie d'une communauté, ou d'un ensemble de communautés rurales. A la seule exception, semble-t-il, des plaines rizicoles densément peuplées de l'Asie des moussons. Tout se passe comme si la mutation technique, dans ses rapports aux espaces naturels, touchait à une limite asymptotique. Dieu sait si l'on a parlé des Ifugao de Luçon,, aux Philippines, et de leurs vallées entières de rizières étagées. Ce qu'on oublie, c'est que ces aménagements merveilleusement élaborés cèdent la place, vers le haut des versants, à des cultures sèches bien moins intensives, mais qui n'en jouent pas moins un rôle important sur le plan alimentaire. Le monde tropical

fourmille de cas de ce genre, et les Cévennes en sont un autre. L'explication vient sans peine : plus la proportion de surface aménagée s'accroît, plus il faut s'attaquer à des terrains marginaux. L'éloignement augmente par rapport à l'habitat, les pentes sont plus fortes, les sols moins bons, l'eau pour l'irrigation de plus en plus rare et difficile à capter. L'effort se trouve donc de moins en moins rémunéré. Mais il y a aussi le fait que les aménagements postulent la culture continue ou les plantations, qui éloignent les animaux et appellent une fumure d'origine externe. **Saltus** ou **outfield**, le rôle des portions non aménagées du territoire agricole est précisément d'accueillir les troupeaux et de fournir ce complément. Moins elles tiennent de place, moins on peut se passer de leur contribution. Il n'y a d'issue que dans le progrès agronomique. Mais nous verrons que le problème - celui de la "fermeture" d'un système cohérent par des prélèvements à l'extérieur de son espace de fonctionnement - se retrouve au cœur des opérations modernes de grande hydraulique, à participation paysanne.

A la jonction, précisément, des pratiques paysannes et des apports de la modernité, l'Europe se présente, par rapport au monde en développement, comme un cas particulier. Le cas de figure n'y est pas systématiquement celui d'une confrontation plus ou moins brutale entre deux âges de la technique, ou de l'agronomie en marche avec des sociétés agraires enracinées dans la durée. Au lieu de tenir dans un court laps de temps, les rapports de l'agriculture savante ou de l'ingéniérie avec la culture paysanne se sont étalés sur des siècles. Le bel exemple est celui de la Toscane et de l'Ombrie, dont les aménagements collinaires et leur histoire sont connus en France par les travaux d'E. Sereni et de l'Abbé Desplanques. Sans entrer dans le détail, on relèvera seulement à quel point les formules successivement mises au point par des propriétaires éclairés et des praticiens de talent ont rapidement diffusé en milieu paysan, au point de devenir la norme des paysages successivement élaborés. Dans cet exemple au moins, mais il n'est pas le seul, le décalage est resté modéré, et le hiatus a été comblé à mesure (du moins jusqu'aux effondrements contemporains). Dans les pays en développement, par contre, ce qu'on observe en général, c'est la rupture, la discontinuité, les rapports difficiles et conflictuels entre deux systèmes obéissant à des logiques différentes.

3. La logique propre des aménagements modernes

Sur des points essentiels, cette logique procède d'une forme de pensée et d'une attache au monde qui non seulement rendent les ajustements difficiles avec les systèmes paysans, mais font en outre que ces systèmes eux mêmes deviennent opaques au regard des aménageurs. Il s'agit d'abord et au premier chef d'une logique technicienne, en ce sens qu'elle privilégie le modèle opératoire par rapport aux contingences du lieu et de la situation où on l'insère. Le critère de logique interne, du bon fonctionnement théorique, l'emporte sur l'exigence d'une cohérence avec la matrice naturelle, agraire et sociale qui le reçoit. Le souci, légitime et même indispensable en soi, de fixer et d'accorder entre elles des normes matérielles et chiffrées empêche d'accorder toute l'importance qu'elle mérite à l'extrême diversité du local. Entendre par "local" le fait qu'aucune situation, parmi celles qui justifient l'idée d'un aménagement à créer, n'est en tout point comparable à une autre, même voisine ; mais entendre aussi la variabilité interne à chaque petit ensemble géographique, circonstance qui devrait interdire toute application mécanique et donc uniforme des mêmes normes sur toute l'étendue d'un aménagement. A la limite, la pensée technicienne, au sens où je l'entends ici, s'identifierait au privilège consenti au pareil, activement recherché, sur le différent. La tendance est d'accorder une telle révérence à l'outil et à son perfectionnement que la finalité, c'est-à-dire la réussite économique et humaine d'un aménagement, en vienne à s'estomper. Ou du moins qu'à partir du moment ou tout semble devoir "marcher" au plan de la matérialité des réalisations prévues, confiance soit faite pour le reste aux adaptations spontanées ou aux pressions de la machinerie publique. Entre la logique technicienne, et l'abandon à l'empirisme, la chaise vide est alors celle de la pensée pratique, qui raisonne et prévoit, mais le fait coup par coup et lieu par lieu ; et qui ne se contente pas de projeter un schéma sur l'espace, mais s'efforce aussi de construire la réussite de proche en proche et de bas en haut. Derrière les projets d'aménagement, ce que j'entends par pensée technicienne ne se confond donc pas avec la pensée technique, mais avec la pensée unilatéralement technique (ou très dissymétriquement orientée dans ce sens), et puisant dans les certitudes de cet ordre un excès d'assurance. On en a la caricature dans ces projets, d'irrigation par exemple, dont le dossier technique, destiné à emporter l'adhésion des bailleurs de fonds, est fignolé et fonde les perspectives économiques, alors que les implications agraires ne font l'objet que d'un habillage (le cas inverse est celui du dossier scientifique poussé mais sans influence sur les propositions techniques).

La logique de beaucoup d'aménagements modernes n'est pas seulement technicienne, elle souffre aussi d'un double enfermement. Enfermement d'abord dans un type d'aménagement ou une catégorie d'opérations. On "fait" de l'irrigation, ou de la submersion contrôlée, comme au Niger, au Mali ou au Sénégal, dans le lit majeur d'un fleuve important, ou des banquettes anti-érosives, ou du drainage de marais. Mais les opéraions diversement orientées ont du mal à se rejoindre et s'articuler au bénéfice d'un même espace local ou régional. Quand cela arrive, sources de financement et opérateurs restent distincts. Issus de notre monde de spécialités, les cloisonnements

scientifiques et techniques sont à l'œuvre. Mais l'enfermement s'opère aussi dans les limites spatiales d'un "projet", dans le "ressort" assigné à ceux qui s'en occupent. Cette territorialité de l'action est inévitable, ne fût-ce que pour limiter les conflits d'attribution entre pouvoirs délégués d'en haut. Mais elle procède aussi, semble-t-il, d'une conception du tout ou rien appliquée à l'espace à aménager et à l'aménagement lui même. Un tel cloisonnement a pour inconvénient de couper en deux, sur le mode présence/absence, le devenir d'ensembles géographiques et agraires souvent cohérents, et en tous cas solidaires de part et d'autre de la limite. L'idée de "zone périphérique", par rapport au noyau dur d'un aménagement physique intégré, devrait aider à résoudre ce genre de difficultés. Par rapport aux systèmes hydrauliques "traditionnels", la technicité moderne a fait surgir un cas de figure inédit : celui des grands barrages réservoirs, et des agriculteurs chassés de leurs terres par la montée de la retenue. Des aménagements sont mis en place pour accueillir ces derniers, parfois à grande distance et sous la forme d'autres aménagements hydrauliques. Exemple : les Nubiens soudanais transplantés à partir de 1964 dans le domaine irrigué à partir du barrage de Khasm-el-Girba, sur l'Atbara (4). Mais la formule technique originale n'est pas là. On la trouve sur les rives du lac Volta, au Ghana. Les Autorités y ont déployé une stratégie de mise en exploitation systématique de la zone de marnage : plusieurs milliers de kilomètres linéaires, trois mètres de dénivelé, 80 000 ha. Cette stratégie, lentement mise au point, fait une large place à l'assistance agronomique et aux protocoles fonciers. Mais elle joue aussi sur la mise en place de petits périmètres irrigués par moto-pompage.

La logique "moderne" du contrôle de l'eau comporte encore un aspect dimensionnel. Elle a tendance à voir grand, à préférer les réalisations spectaculaires : vastes réseaux d'irrigation, lutte anti-érosive à l'échelle d'un pays, etc... Les raisons sont multiples. Pêle-mêle, en voici quelques unes : crédibilité attachée auprès des instances nationales ou internationales, aux opérations d'un coût élevé ; croyance à la possibilité de régler d'un seul coup les problèmes sur une vaste étendue ; recherche des économies d'échelle ; entrainement prométhéen de la technique ; volonté plus ou moins consciente de rester maître du jeu, en se plaçant à un niveau hors d'atteinte des contre-pouvoirs issus de la société rurale... Mais les choses ne sont pas simples. Il existe d'amples systèmes traditionnels, il est vrai liés à l'émergence de structures étatiques. On tombe ainsi sur le concept, devenu familier, de sociétés hydrauliques. En dehors même de l'Extrême-Orient, l'aménagement historique des plaines de Tananarive en fournit une bonne illustration. Symétriquement, dès l'époque des pouvoirs coloniaux, l'urgence est apparue de petits ouvrages et de petites réalisations. "Grande politique de petits travaux", travaux "au ras du sol", "petite hydraulique" (à Madagascar), ces formules couvrent des efforts semblables en réponse à une même nécessité : se rapprocher des paysans. L'efficacité croissante des systèmes de tubage et de pompage ne favorise pas seulement, aujourd'hui, l'hydraulique de base. Pour peu que l'eau soit accessible, elle rend la formule directement transférable en milieu paysan, alors que l'hydraulique lourde (y compris les forages profonds) subordonne les exploitants à des régulations qu'ils ne maîtrisent pas. Ne pas oublier non plus, dans des registres voisins, le développement des retenues collinaires (au Burkina, par exemple), ou la transformation des "petits marais" occupant les vallons à fond plat caractéristiques de la morphologie tropicale humide (Côte d'Ivoire, notamment aux environs de Yamoussoukro ; Rwanda). Je laisse de côté, provisoirement, les difficultés inhérentes, même dans le cas d'aménagements modestes, à la place qui est faite aux sociétés paysannes, et à leurs réactions.

Il reste encore un problème : celui de la coexistence, c'est-à-dire de la compétition, au sein d'un même espace régional, de réalisations d'échelle très inégale. La question se pose en fait surtout pour l'irrigation (et la submersion contrôlée). Derrière la discordance d'échelle, c'est en réalité, jusqu'à un certain point, la rivalité du pouvoir d'Etat et de celui des collectivités ou communautés locales qui se dessine. Curieusement, la dualité se reproduit, au niveau des organismes d'intervention : grandes sociétés d'études et de services d'un côté, ONG de l'autre, que leur dimension et leur doctrine rapprochent du milieu paysan. Bien entendu, je schématise là un partage beaucoup plus complexe. Ce qui est certain, c'est que les réalisations hydrauliques importantes ne laissent pas place, dans leur périmètre, à des organisations mineures. Quand ces dernières préexistent, elles sont au mieux incorporées et assujetties à la logique englobante du système dominant. Au Maroc, l'aménagement de la Moyenne Teffraout a récupéré une partie des anciennes seguias, mais en bouleversant le système agraire dont elles étaient solidaires (5). Et l'on peut se demander ce qui va se passer dans la Vallée du Sénégal, où petits et moyens aménagements pour l'irrigation seront d'ici peu confrontés à la logique d'un contrôle global de la crue annuelle du fleuve, dont on ne sait d'ailleurs pas bien encore ce qu'elle sera. Dans les hautes steppes tunisiennes, la région de Sidi-Bou-Zid offre un cas de figure différent : l'irrigation moderne, à partir d'un grand barrage, rencontre encore bien des difficultés (6). Mais l'irrigation par puits s'est développée de façon foudroyante, au niveau familial. N'étant pas techniquement inclus dans le grand aménagement, le petit conserve toutes ses chances.

---

(4) Thèse soutenue en 1985 à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, par Fouad Ahmed GUMA'A(5) Thèse soutenue en 1987 à l'Université de Paris V, par A. HERZENNI.

(6) Voir la thèse d'Etat, sur les hautes steppes tunisiennes, de Habib ATTIA, complétée par des textes plus récents, donnant le suivi sur une dizaine d'années.

Un dernier trait spécifie les aménagements modernes, quelle qu'en soit la nature et l'échelle. Ils sont orientés vers les besoins du marché. C'est l'accroissement programmé des quantités à vendre qui légitime les financements accordés, et permet d'inclure dans les comptes d'exploitation les sommes à rembourser à tous les niveaux. Des nuances sont à introduire, c'est vrai, selon que les cultures de vente sont destinées à l'exportation, au substitut d'importation (périmètres sucriers) ou à ravitailler les citadins. De toute manière, comme dans le cas précédent, les choses ne sont pas simples. Les préoccupations démographiques (nourrir plus de monde, procurer des emplois) sont rarement absentes, quand il s'agit des pays en développement, et jouent parfois un rôle décisif (Madagascar). A la limite, entre le poids des nécessités, et les argumentaires destinés aux bailleurs de fonds, l'ambiguïté n'est pas absente : on fait semblant de croire aux uns, tout en sachant devoir céder aux autres. Réciproquement, dans les économies paysannes déjà fortement monétaraisées, les gens se sont toujours efforcé eux aussi de rentabiliser le travail ou l'argent consacré à leurs aménagements. De là l'importance, sur les terrasses mùéditerranéennes, des plantes et particulièrement des arbres de rapport : vigne, arbres fruitiers, oliviers, mûriers, etc... En Europe, souligne Ph. Blanchemanche, les cultures céréalières, base de l'alimentation, n'ont jamais été "l'unique but" des "travaux de soutènement des terres".

En résumé ou en conclusion, ce n'est pas tant leur échelle en soi, ou leur technicité poussée qui spécifie les aménagements dits modernes, que la représentation mentale dont ils procèdent, vis-à-vis de l'espace et du temps. L'espace diversifié à l'infini des sociétés anciennes se recompose, sous le regard extérieur, en compartiments soumis à un traitement visant à les homogénéiser. La communication, les mouvements, les échanges de proche en proche dans l'horizontalité des relations humaines font place à de nouveaux rapports inscrits dans la verticalité. Les espaces de base se durcissent et se hiérarchisent, ils communiquent de plus en plus par le truchement de lieux et d'instances liés aux petites échelles. Les changements trouvent leur source majeure dans une sorte de pool mondial, non seulement de la connaissance mais encore des voies de son application légitime. Ils sont, de haut en bas, projetés sur l'espace, imposés aux lieux et à leurs occupants. La projection se fait aussi sur le temps à venir, découpé et normé à l'instar de l'espace. Tout cela implique une vision du monde, à laquelle le monde, peu à peu, se conforme. Mais le processus doit composer, chemin faisant, avec l'opacité des choses et le vécu obstiné des sociétés rurales. De la confrontation du modèle et de son champ d'application surgissent une gamme de problèmes. Un peu partout, et dans des termes qui se répètent, se trouvent ainsi mis à l'épreuve, au plan de l'efficacité et du bon fonctionnement, les aménagements visant la maîtrise de l'eau et des ressources hydrauliques.

4. Une collection de problèmes

Les aménagements ayant l'eau et sa maîtrise comme enjeu exposent à des risques et des dysfonctionnements spécifiques. Mais ils subissent aussi les diverses catégories d'inconvénients liés à tout aménagement physique de l'espace rural, assorti d'une redistribution et d'une réaffectation du sol. Le champ, ici, est si vaste qu'il va falloir se contenter d'une analyse succincte, et d'exemples évoqués parfois d'une ou deux phrases. Parmi les cafouillages propres aux aménagements hydro-agricoles figure au premier chef l'échec à contrôler réellement le milieu naturel impliqué dans une opération. Soit les interactions physiques et biologiques n'ont pas été correctement appréciées, soit l'aménagement lui-même se révèle inadapté. Je me souviens, dans des temps anciens, d'avoir survolé les "casiers" de la rive tchadienne du Logone, recouverts d'une bonne épaisseur d'eau, que drains et collecteurs étaient impuissants à évacuer. Autre souvenir, autre casier : un polder proche du Bol, sur la rive du lac Tchad, dont il avait fallu refaire les conduits d'irrigation suspendus, complètement "chahutés" par le jeu des argiles gonflantes en profondeur. Dans le sud-ouest de Madagascar, l'équipement de la Taheza, sous l'égide d'une société d'intervention, la SEDEFITA, durant les années 1960, s'est fait au bénéfice de terres beaucoup trop filtrantes pour se prêter à la double récolte annuelle de riz, but visé par l'opération (7). On n'avait pas non plus apprécié à sa juste valeur l'érosion des grands versants surpâturés de grès tendre par les ruisseaux affluents de la Taheza. Les siphons prévus pour leur franchissement par le canal d'adduction ont été débordés par ces oueds progressivement élargis, et le canal mis à sec (sans parler des rizières mises en service stérilisées par les épandages sableux). Sans doute fait-on mieux aujourd'hui. N'empêche que les aménagements de la périphérie du lac Alaotra, à Madagascar encore, ne donnent pas toujous les satisfactions qu'on en attendait. C'est le cas du PC 23, le périmètre le plus récent et le plus moderne de toute la zone prise en charge par la SOMALAC (8). L'eau est bien distribuée par le réseau, moderne et correctement conçu, mais son niveau dans les irrigateurs ne lui permet pas de se déverser dans les rizières au moment critique de la mise en route de la culture. Du coup, les paysans substituent le semis direct au repiquage, et - plus grave - trafiquent les ouvrages : "vols d'eau" par des barrages sauvages, usage de batardeaux pour réalimenter les irrigateurs à partir des drains, etc... Paysans et techniciens se renvoient la balle, mais tous les torts ne sont pas du même côté.

---

(7) Voir la thése d'Etat de F. le BOURDIEC, "Hommes et paysages du riz à Madagascar".

(8) Communication d'Hervé RAKOTO au Colloque sur les politiques de l'eau en Afrique, publiée en 1985.

Un autre problème propre aux aménagements hydro-agricoles est lié plus spécifiquement aux grandes retenues, quelle qu'en soit du reste la finalité, agricole ou non. C'est celui que soulève le sort des habitants chassés par la montée des eaux. Dans le cas d'éleveurs plus ou moins nomades, l'élasticité spatiale du genre de vie pastoral incite à passer le dommage par profits et pertes. Les agriculteurs, eux, doivent être impérativement recasés. Et, si possible, bénéficier d'un aménagement agricole, lié ou non à l'eau, destiné à les accueillir. Un transfert et une réorganisation agraire ne sont jamais choses faciles. Mais deux circonstances peuvent compliquer encore la situation : une forte densité de population dans l'espace d'accueil, ou son éloignement par rapport à la zone désertée. Le premier cas de figure est réalisé sur les rives orientales du lac de barrage de Kossou, en Côte d'Ivoire (9). La "zone dense" de Béoumi borde immédiatement la retenue, avec des densités qui dépassent 60 habitants au km^2, et des terroirs saturés ou en voie de l'être. C'est là, malgré tout, que l'immense majorité des villageois "sinistrés" ont choisi de venir s'entasser, plutôt que de gagner les zones d'accueil envisagées pour eux en forêt, mais au prix d'une véritable expatriation. Une partie de ces déguerpis ont pu prendre place dans de nombreux villages construits spécialement pour eux, et un plus petit nombre ont reçu des parcelles dans des "blocs" défrichés en zone dense et soumis au normes de la culture "moderne". Les autres n'ont pu être dotés de terres que grâce aux prélèvements consentis, sous couvert de diverses attaches sociologiques, par les villages "accueillants". L'effet a été dans les deux cas d'accroître à la fois la pression démographique et les inégalités de cette pression. Quant à la culture sur les blocs, le moins qu'on puisse dire est qu'elle a connu, en une quinzaine d'années, bien des avatars - abandon, reprise, changement de formule -, sans aboutir à des résultats vraiment démonstratifs, ou définitifs.

L'autre cas de figure est illustré à merveille par l'exemple des Nubiens, chassés de leurs terres riveraines du Nil par la montée des eaux derrière le haut-barrage d'Assouan. Le gouvernement leur avait - dans le cadre politique du Soudan - donné à choisir entre plusieurs aires de recasement possibles. Une préférence nette s'était dégagée pour les zones les plus proches de Khartoum et de ses opportunités économiques. Finalement fut imposé le transfert sur un nouveau périmètre irrigué à partir du barrage de Khasm-el-Girba, sur l'Atbara, à plusieurs centaines de kilomètres de la capitale et à un bon millier des lieux d'origine. A défaut, les gens délogés n'avaient droit qu'à une indemnité pour leurs champs, leurs dattiers et leurs maisons perdus. 32 000 personnes quittèrent ainsi par train Ouadi Halfa en 1984, suivies de contingents moins importants. La préparation minutieuse de cet acheminement n'eut d'égale que l'improvisation qui présida à la mise en travail des nouveaux colons. Rien ne leur était familier, ni la culture du coton, ni celle du sorgho, ni les astreintes de l'irrigation nocturne. Passées les premières années de culture sur sols vierges, les conditions agronomiques se dégradèrent : baisse des rendements, détérioration du réseau d'irrigation, mauvais état d'un parc de machines déjà parcimonieux, reprise des terres par des métayers, etc... Finalement, au milieu des années 1980, sur la recommandation des experts de la Banque Mondiale, une partie de la zone irriguée dû être amputée. Cependant s'organisait, et prenait de plus en plus d'ampleur, un mouvement de retour au vieux pays nubien, où quelques personnes s'étaient accrochées. Les jeunes, issus du périmètre de Khasm-el-Girba, jouent un rôle pionnier dans cette revivification, à l'organisation de laquelle prennent part, aujourd'hui, les autorités. Après une tentative de règlement radical, et vingt années de perdues, c'est une solution in situ, du type lac Volta, qui se met en somme en place.

Dans les deux cas évoqués, l'aménagement, hydraulique ou non, peut être qualifié d'aménagement dérivé par rapport à une opération principale, elle, par définition, hydraulique. Mais la population pose des problèmes tout aussi sérieux dans l'espace directement commandé par une irrigation. Soit qu'il n'y ait personne pour en bénéficier, soit parce qu'il y a déjà du monde. Prenons la première situation type : aménager dans le vide humain. C'est celle qu'on rencontrée, entre les deux guerres, les promoteurs de l'Office du Niger (10). Des villages n'ont pu être mis en place sur les rives des deux canaux du Macina et du Sahel qu'avec une bonne dose d'autorité contraignante appliquée à convaincre les paysans du Yatenga mossi, à des centaines de kilomètres de là, de laisser les recruteurs faire leur bonheur. Beaucoup plus récemment, et à une échelle plus réduite, l'aménagement des vallées des Volta relève de la même problématique du vide et de son comblement. La question en pareil cas est d'arriver à doter les cultivateurs transplantés d'un minimum d'encadrement social. La solution la plus simple consiste à faire en sorte que la vie sociale au lieux d'origine puisse se reproduire sur les lieux d'installation. La récolte : organiser le recrutement ou la sélection de manière à faire se retrouver, munis de leur organisation propre, des hommes habitués à vivre ensemble, issus des mêmes communautés et liés par les mêmes choix. A l'Office du Niger, un effort avait été fait dans ce sens, celui d'une transplantation cohérente, socialement organisée. Cela n'a pas empêché, plus tard, la désertion des périmètres par les colons mossi. Dans l'actuel Burkina, l'A.V.V. semble avoir, au moins au départ, vers la fin des années 1970, opéré le choix inverse : mixer systématiquement origines et positions sociales, en comptant sur la dynamique du vécu commun dans les villages de colonisation pour faire naître les indispensables solidarités. Au Mexique, dans les vastes complexes irrigués de la région de Mante (Tamau-

(9) Voir les nombreux articles, dont certains portent également sur le lac Volta (Ghana), de Véronique LASSAILLY.
(10) Indications tirées, notamment, des travaux de J.Y. MARCHAL et Yveline DIALLO.

lipas), il y a un peu des deux formules : les terres ne sont allouées qu'à des groupes de "solliciteurs" préalablement constitués, et qui souvent réunissent des gens venant des mêmes villages, et en tout cas de la même région des hautes terres ; mais d'autre part, à l'intérieur des néo-communautés "éjidales", les agriculteurs ne reçoivent de crédit qu'à la condition de se constituer en collectifs solidairement responsables. Les affinités, les intérêts partagés opèrent à ce niveau, ou sont censés le faire.

Beaucoup plus délicate encore est la situation inverse, celle où les aménageurs doivent compter avec une population en place, préexistante à l'aménagement, c'est-à-dire en fait composer avec ses habitudes, ses façons de faire, ses intérêts et sa vision des choses. Cette situation est la plus courante. Que faire en pareil cas, pour ne parler que des éléments les plus matériels, et les plus "encombrants" dans la perspective des aménageurs, des villages, des plantations d'arbres, des aménagements hydrauliques issus du temps ? Le dilemne est entre tout, effacer, intégrer totalement et individuellement les cultivateurs dans la logique hydraulique et agronomique nouvelle ("purger" le paysage, en quelque sorte, comme on purge dans certains cas les "droits fonciers") ; ou alors, à l'opposé, essayer d'intégrer ce qui existe dans ce qui se crée. Des difficultés que soulève un pareil choix, et des problèmes qui surgissent quand la solution de la table rase est écartée, l'aménagement hydro-agricole de la "Moyenne-Tessaout", déjà cité, au pied du haut Atlas marocain, offre un superbe exemple, avec juste le recul qu'il faut (l'équipement de la zone irriguée a pris fin en 1978). Il n'est pas question ici d'entrer dans le détail. Pour s'en tenir à la ligne générale, la solution retenue, au terme de long atermoiements et changements de programme, a été celle d'une intégration partielle. L'essentiel des exploitants se retrouve, avec de très petites surfaces, dans des secteurs peu transformés, où les anciennes séguias sont simplement réalimentées par le réseau moderne. L'essentiel des apports d'eau est réservé à des secteurs de "grande hydraulique", totalement réaménagés, bien dotés en moyens de mise en valeur et d'encadrement. Des moyennes et grandes propriétés y avoisinent des terres collectives ou d'Etat loties à la dimension d'exploitations plus modestes mais viables. Ainsi, deux objectifs contradictoires se trouvent-ils remplis : d'un côté, la rentabilisation des investissements consentis par l'Etat sous la forme d'une production marchande et en partie exportable ; de l'autre - l'objectif démographique -, la survie d'une paysannerie dense. Le problème plus technique des plantations a été résolu, lui, là où elles se présentaient en marquetterie dense, par un remembrement et des échanges. Les solutions, nécessairement boiteuses, sur les plans que je viens d'évoquer et sur d'autres, ont été dégagées progressivement, dans le mouvement même de l'aménagement en cours. Ceci relève bien des limites d'une planaification de l'usage et du partage des terres - et de l'eau : elle a beau s'efforcer de tout prévoir d'avance, les exigences contradictoires du souhaitable et du réel ne sont tranchées, et ne peuvent l'être que dans le fil de l'action et des conflits qu'elle fait naître.

Cette question de la compatibilité d'un ordre technique et économique moderne avec un ordre agraire ancien émerge avec une acuité particulière dans le cas des systèmes d'irrigation. L'espace étant physiquement en jeu, et ne tolérant pas sur ce plan d'équivoque, une solution radicale ou un compromis doivent nécessairement intervenir. Mais, dans la mesure où ils impliquent une paysannerie constituée, au sens large du mot, les aménagements de n'importe quelle nature suscitent, de façon souvent moins spectaculaire, les mêmes interrogations et difficultés. Leur réussite achoppe sur la discontinuité au contact de deux systèmes, discontinuité qui n'est pas seulement dans les faits, mais avant tout dans la logique sociale et mentale qui les organise. Modernisée une agriculture paysanne très décalée techniquement et socialement, c'est créer au sens propre une chimère. Cohérente sur le papier, l'organisation qui solidarise les deux ensembles reste traversée d'une césure. Dans le cas des systèmes destinés à assurer la maîtrise de l'eau, c'est la prise en charge, par le partenaire paysan, des ouvrages hydrauliques ou de l'aménagement anti-érosif qui se réalise mal ou pas du tout. La part d'entretien qui incombe aux "bénéficiaires", au niveau des irrigateurs notamment, n'est pas correctement fournie ; faute d'un curage suffisant des fossés d'évacuation de l'eau, les terrasses se dégradent. A la limite, il peut y avoir destruction volontaire. C'est ce qui s'est passé dans un aménagement créé en zone collinaire, en bordure du périmètre irrigué de la Moyenne-Tessaout, au titre de la défense et restauration des sols. Une véritable "campagne de déprédations" s'y est manifestée au début des années 1970. Seuls ont été épargnés les terrains à la vue directe des villages. Derrière ces dégâts, les réactions des éleveurs extensifs de moutons et de chèvres, déjà interdits d'accès sur le périmètre irrigué et qui voient mis en défens leurs terrains de parcours en sec. D'une façon générale, de dégénérescence en réhabilitation, bien des aménagements hydrauliques n'arrivent pas à atteindre leur équilibre fonctionnel.

Tout cela est lié à un autre problème, de rentabilité cette fois. Les investissements sont très lourds, et difficiles à amortir. La tendance est de les calculer au plus juste. Par exemple, dans le cas des périmètres irrigués, en faisant l'impasse sur les frais d'établissement d'un réseau de drainage efficace, jusqu'au moment où la salinisation se manifeste en surface et compromet les rendements. Une façon très courante d'assurer la rentabilité sur le papier consiste à charger les utilisateurs de redevances ou d'une participation en travail. Sur ce plan, il est en fait difficile d'évaluer ce que peut être la juste contribution des attributaires de sol et d'eau. En tout état de cause, l'équilibre financier est mieux garanti avec des agriculteurs bien dotés, et disposant de moyens personnels que sur la base d'u-

ne petite paysannerie d'attributaires. Souvent, les responsables, contraints par la pression démographique, n'ont pas le choix. Ou alors, comme dans le cas de la Moyenne-Tessaout, ils s'en tirent par un compromis : un secteur social, largement autosubsistant, et un secteur d'entreprises agricoles, dégageant d'importants surplus exportables de haute valeur. Au Mexique, il est formellement prévu que les attributions collectives de type ejidal aillent de pair avec des dotations individuelles à de petits propriétaires disposant en fait de surfaces relativement importantes. Au delà de ces aspects particuliers, la philosophie d'ensemble du financement des aménagements hydro-agricoles est celle d'un transfert de responsabilités plus que d'une répartition durable des rôles. La mise de fonds initiale incombe à l'Etat, elle est souvent assurée par l'aide internationale ou prélevée, quand il y a lieu, sur la rente pétrolière. Aux organismes de gestion et, à un niveau inférieur, aux utilisateurs, de faire fonctionner les aménagements, en dégageant des surplus ou, plus couramment, en économisant sur tout. C'est alors que les systèmes se dégradent, que les retenues se comblent ou, comme dans le cas de l'Atbara, sont envahies en surface par les bois flottants ; que même les canaux primaires et secondaires cessent d'être entretenus comme ils le devraient ; et qu'il faut, un jour ou l'autre, tout remettre en état, au prix d'une nouvelle dotation.

L'idée de chimère vaut encore pour un autre aspect de ces réalisations mixtes associant une masse de petits cultivateurs encadrés à des instances techniques et financières procédant d'un englobant lointain. Il s'agit de l'intention qui préside aux attributions de terre et d'eau : donner à tous les mêmes chances sur des lots de taille homogène, théoriquement suffisante pour permettre d'atteindre une modeste aisance. Le mot chimère est à prendre cette fois au sens aussi d'utopie. D'abord parce que sur les terres relativement neuves soumises à aménagement l'hétérogénéité pédologique rend les lots de qualité extrêmement variable. Ensuite pour la raison qu'il y a contradiction à vouloir créer des îlots d'égalité dans des sociétés rurales régies aujourd'hui par la compétition des individus et des groupes ou ensembles sociaux. En clair, deux mécanismes sont à noter, dont l'effet commum est d'induire une concentration de moyens économiques au bénéfice des uns et au détriment des autres. Il y a d'un côté, version du cheval de Troie, les attributaires "illégaux" - fonctionnaires, commerçants, voire militaires, citadins de tout poil - qui s'insinuent, ouvertement ou sous couvert de prête-noms, partout où il y a de la terre à obtenir et des avantages sociaux offerts (équipements scolaires ou sanitaires, aides techniques, prêts avantageux...). Certains aménagements sont envahis par ces faux paysans. L'autre mécanisme met en jeu la réussite inégale des attributaires même légaux. Par exemple, dans les paysannats de l'est du Rwanda, qui incluent une part d'aménagements de pente, le simple exercice, en marge de l'exploitation agricole, d'activités de caractère artisanal ou commercial a suffi à susciter de fortes disparités économiques internes aux périmètres (11). L'étape logique suivante consiste, pour les allocataires, à sortir des aménagements tout en y restant : à en sortir pour exercer à plein temps des activités qui n'ont plus rien d'agricole ; à y rester, en percevant la rente de leur lot, mis en location ou en métayage. C'est ce qui se passe depuis longtemps dans la Gézirah, mais la formule s'est aussi très rapidement mise en place à Khasm-el-Girba, où il existe deux catégories d'agriculteurs sur le domaine irrigué : "ceux qui exploitent leurs terres tout en exerçant une autre activité et ceux qui font exploiter leurs terres par des métayers ou wakil" (ces derniers sont le plus souvent des "westerners", originaires du Kordofan, du Tchad ou de plus à l'ouest). Le regroupement des lots est simultanément en honneur, et certains wakils d'origine nubienne arrivent à en cumuler jusqu'à dix et plus. De grandes exploitations occultes se constituent ainsi. Sous d'autres formes, le même phénomène est observable sur les irrigations du nord-est du Mexique.

Une menace plus générale pèse sur les aménagements, et singulièrement sur les aménagements hydrauliques. C'est la menace démographique. Il y a partout contradiction entre la rigidité spatiale inhérente à tout aménagement, son caractère fini, délimité et quadrillé, et une démographie d'autant plus dynamique que le périmètre remplit bien sa fonction, qui est d'aider les gens à vivre mieux, donc à mourir moins. Le résultat est l'accumulation des générations sur des espaces conçus pour faire vivre un ménage d'exploitant par lot. Au moins dans les régions très peuplées, telles que le Rwanda, les fils mariés, malgré l'interdiction, restent vivre sur la "parcelle" de leur père, à moins qu'ils trouvent à s'insérer dans de nouveaux paysannats, ce qui leur est de plus en plus difficile. Les revenus par unité familiale diminuent d'autant. A la limite, les aménagements cessent de fonctionner comme "détente foncière" au bénéfice de secteurs saturés pour servir désormais d'exutoire à des aménagements antérieurs déjà combles. C'est ce qu'on commence à observer sur les périmètres irrigués de la région de Mante (Tamaulipas, Mexique). Même en l'absence d'une telle conjonction de facteurs, il suffit qu'un périmètre soit économiquement attractif pour aspirer en l'espace d'une génération ou deux, en provenance d'un vaste domaine géographique, plus de monde qu'il ne devrait raisonnablement en contenir. En Afrique, la Gézirah constitue le véritable prototype d'un tel îlot de prospérité dévalué par le trop grand nombre des parties prenantes, et ramené du même coup du statut de région cotonnière privilégiée à celui d'un espace de plus en plus vivrier. Cependant un schéma inverse commence à apparaître ailleurs : celui d'aménagements qui cessent d'être attractifs tout simplement parce que la population qui s'y était fixée subit l'appel d'occasions de gain liées à la ville ou au pétrole. C'est ce

(11) Travaux de Victor SILVESTRE

qui serait en train de se passer dans les campagnes égyptiennes.

En guise de conclusion, voici la dernière et la plus grave des contradictions dans lesquelles sont pris les aménagements visant la maîtrise de l'eau : leur finalité est de faire le bonheur des gens, mais les moyens employés instituent, au lieu d'un véritable milieu de vie, un environnement épouvantablement contraignant, bardé d'obligations, d'interdictions et d'échéances financières hasardeuses. Deux comportements en témoignent. D'abord la tendance très souvent constatée à sortir des périmètres aménagés pour exercer, sur le pourtour ou dans les interstices, des activités de libre initiative. Il y a un peu partout des cultures (ou de l'élevage) "hors-casier", "hors-parcelle" ou "hors-périmètre". C'est pour une part la récupération d'une marge de liberté, pour l'autre part une manière de reconstituer, dans sa complexité multiple, le système d'exploitation accoutumé. Une autre manière d'être à cheval, à la fois en dedans et en dehors, s'exprime, en Afrique noire en tout cas, par des prélèvements sauvages sur les canaux d'amenée de l'eau, ou par l'utilisation agricole de celle qui suinte ou fuit à partir des canaux ou des barrages. L'autre comportement significatif, c'est le renouvellement de la population d'attributaires et plus encore de salariés, à un rythme sans commune mesure avec ce qui se passe in situ en milieu paysan. Il y a là l'indice que les périmètres fonctionnent comme source de revenus ou de promotion sociale, mais que, l'objectif individuel réalisé, on s'en retire (quitte à laisser la place à quelqu'un de la même famille ou du même voisinage) pour gagner ou regagner un milieu plus accueillant. Cette réflexion ne vaut bien sûr, une fois encore, que dans la mesure où la contrainte d'une forte pénurie foncière en milieu "traditionnel" ne triomphe pas de la répulsion à vivre dans les conditions artificielles d'un aménagement moderne. En définitive, c'est le foncier qui constitue la pierre de touche, et l'enjeu. Ce point mériterait de plus amples développements. Mais on peut dire qu'en gros l'idée d'entrer en possession d'une terre, susceptible d'assurer la sécurité d'un exploitant attributaire, est ce qui peut faire basculer ses perspectives, et le fixer pour de bon. A l'opposé, lâcher la terre en transformant un droit à la culture en une propriété vraie, c'est du point de vue de l'aménageur renoncer au plus clair de ses moyens de pression sur les cultivateurs pour les obliger à respecter les normes agronomiques, et à maintenir la "bonne culture". Des deux côtés le risque est gros, car il s'agit de savoir qui, en définitive, sera maître chez lui.

A cet égard, peu d'exemples sont aussi démonstratifs que celui de la plaine de Marovoay, dans la basse vallée de la Betsiboka (nord-ouest de Madagascar), suivi sur plus d'une quinzaine d'années par L. Dubourdieu. A l'indépendance, 14 000 ha de terres irriguées, cultivées en riz de qualité, se répartissent à peu près par moitié entre domaines européens, ou accessoirement indiens, et riziculteurs malgaches (dont beaucoup originaires d'autres régions). Un organisme régional d'intervention, le COMEMA (Comité d'Expansion Economique de Marovoay), de structure originale, est mis en place en 1964. Il reprend le principal domaine européen et le mieux géré, assure l'encadrement des métayers, au nombre de plusieurs milliers, et dispose du monopole de commercialisation du riz. A terme, la finalité, qui est de promotion économique et de développement, passe par un projet de redistribution foncière. Il s'agit de créer une classe de petits propriétaires fonciers. Mais sur cette intention affichée plane dès le départ une ambiguïté : "pour les paysans il s'agit bien de devenir propriétaire sous un régime de droit incontestable. Pour les techniciens, auteurs du projet, il s'agit avant tout de fixer des migrants à leurs terres pour les mettre en mesure d'intensifier leur production". Quant au mécanisme du transfert, le COMECA continue à prélever sur chaque planteur, au titre du métayage, le quart de sa récolte. Une partie le rembourse de ses frais de gestion, le reste est désormais inscrit, au nom du planteur, sur un compte dit d'accession à la propriété. Une dizaine d'années devaient suffire à accumuler le montant nécessaire. Pourtant, "aujourd'hui encore, la question de l'appropriation des terres n'est pas tranchée". Les métayers ne sont plus payés, mais les titres de propriété n'ont pas été redistribués. Entre temps, dans la foulée de la Révolution de 1972, un nouvel organisme d'encadrement paysan, la FIFABE, a remplacé le COMECA. Les conditions techniques se sont considérablement détériorées, les questions de crédit sont devenues envahissantes, la mobilité des riziculteurs et surtout des salariés est repartie sur une grande échelle, les dynamiques sociales propres au milieu paysan ont repris leur cours. Quant à la terre, elle se concentre, de facto, aux mains de ceux qui réussissent à mettre ces dernières au service de leurs stratégies personnelles. Doit-on parler d'échec ? En ce cas, combien d'aménagements ont-ils réussi, au sens d'une finalité qui prend forme dans la durée ? Dans cet exemple comme dans un grand nombre d'autres, la dérive, par rapport à l'intention première, est à coup sûr considérable. Mais il reste, face cachée de l'iceberg, l'inconnue des effets positifs non programmés, de l'argent, des connaissances, de l'expérience, des pratiques relationnelles nouvelles, qui ont été mis en circulation, pour ressurgir peut-être ailleurs ou plus tard dans le champ d'une société globale en transformation. Tout sert, en définitive, mais d'une façon qu'on ne saurait prévoir à l'avance. Cette note optimiste, au terme de l'exposé des difficultés, me servira de mot de la fin.

7

ATELIER I

Aménagements visant le contrôle et la valorisation des eaux de surface

ATELIER I

SYNTHESE DES TRAVAUX

J.L. SABATIER/K. ELLSASSER

IRAT/DSA CIRAD

Les travaux de l'atelier portaient sur les rapports entre aménagements hydrauliques de surface et systèmes de production.

Si un éventail important de types de petits aménagements ont été abordés ainsi que leur insertion dans un milieu paysan, l'essentiel a porté sur la lutte contre l'érosion et/ou la gestion du ruissellement.

Les communications couvraient une gamme large de situations climatiques, agro-écologiques et sociales (BRESIL, MEXIQUE, RWANDA, AFRIQUE DE L'OUEST, etc...).

Il s'en dégage toutefois une problématique générale.

I. PROBLEMATIQUE

L'évolution récente des systèmes agraires notamment dans les zones sèches posent des problèmes aux projets de développement et particulièrement à leur volet : **gestion du ruissellement :**

• la croissance démographique et ses effets induits comme augmentation de la pression sur l'espace, les problèmes fonciers s'y rapportant,

• la décomposition du tissu social

• la simplification des systèmes culturaux,

• la crise généralisée des systèmes d'élevage.

• les migrations temporaires et/ou définitives en vue de la recherche de nouvelles sources monétaires,

• l'occurence de plus en plus rapprochée des périodes de sécheresse avec leurs effets multiples sur les sols, la circulation de l'eau et la végétation.

• la difficulté d'adaptation à ces nouvelles contraintes des sociétés traditionnelles et notamment le réaménagement des systèmes de production en vue de nouveaux aléas.

L'effet conjoint d'un certain nombre de ces phénomènes aboutit à des stratégies paysannes de mise en valeur des zones précaires jusqu'à présent dévolues à la forêt et au pâturage qui en raison de leur fragilité naturelle

exigent une **prise en compte des phénomènes de ruissellement.**

On peut illustrer cette problématique dans le cas des régions soudano-sahéliennes par l'exemple du YATENGA au BURKINA FASO. Cette région a été au cœur des débats de l'atelier, un nombre important de communications s'y rapportant et ayant permis de dégager des thèmes de réflexion.

Le YATENGA est une province soudano-sahélienne du BURKINA FASO que l'on pourrait caractériser rapidement par :

• une population MOSSI de type patrilinéaire où subsistent les vestiges d'une structure "féodale", que la croissance démographique et le système de culture extensif ont contraint à s'étendre sur les systèmes environnants et au delà (Volta Noire et Côte d'Ivoire), en particulier les hommes aux âges actifs.

• un milieu physique qui se dégrade de façon irréversible depuis le début du siècle. Toutes les communications effectuent le constat de cette dégradation sur les sols (érosion et réduction de la fertilité, encroûtements favorisant le ruissellement) sur la végétation naturelle, en voie de disparition, sur les eaux souterraines, mais aussi sur la société (déséquilibre démographique et dépendance économique). Depuis deux décennies, le climat se dégrade lentement. Il pleut sur les années 1981-1985 moins de 400 mm/an, contre 750 mm pendant la période 1940-1960. Ceci accroît la pression humaine sur le milieu d'une part mais aussi exacerbe les processus de dégradation. Dans le YATENGA Central, les stratégies des paysans deviennent des stratégies de survie (passage à l'élevage caprin, disparition de l'élevage bovin pastoral, activités secondaires, émigration temporaire ou définitive, mise en culture extensive des sols marginaux, valorisation des résidus de récolte, mais aussi aménagement fébrile des champs contre le ruissellement, et revalorisation des zones basses). Dans le YATENGA périphérique, le processus est moins avancé et les stratégies extensives perdurent, ainsi que l'élevage pastoral qui bénéficie encore d'un espace relativement ouvert. La situation y est suffisamment dégradée pour qu'il y ait prise de conscience du problème mais pas assez pour observer une réaction significative des paysans sur leur système de production.

En résumé, ce qui caractérise cette situation aujourd'hui est :

• dégradation du milieu naturel

• renforcement des aléas climatiques

La conséquence de ces deux facteurs est que les systèmes de culture traditionnels voient augmenter le risque, il faudrait donc une stratégie de la CES (1) qui dépasse le simple aspect "sol" et qui aide le paysan à mieux valoriser les ressources dont il dispose avec les moyens dont il dispose et notamment l'eau.

Les réponses des paysans à la dégradation ne sont que très rarement des mesures de protection, mais, :

• l'émigration temporaire et définitive

• la mise en culture des bas-fonds

• l'extension des surfaces cultivées et la réduction de la jachère

ce qui amène une augmentation du risque et un nouveau mode de gestion de l'espace.

II. POINTS DE DEPART DE LA REFLEXION

Cette problématique une fois posée à permis à l'atelier d'identifier les points suivants :

1. **Le plus important** : la participation paysanne à la conception et à l'élaboration des projets avec tous les aspects qui sont liés, comme la prise en compte de la différenciation sociale de la société locale qui doit entrainer des réponses différenciées dans les projets **dans l'espace et dans le temps.**

2. En second lieu, il s'est avéré important d'identifier dans chaque situation la ou les techniques non seulement appropriées mais appropriables par les paysans et donc tenant compte de l'ensemble complexe d'éléments

(1) CES : Conservation des eaux et du sol.

écologiques, économiques et sociaux du milieu dans lequel elles remplissent leur fonction. L'analyse critique d'un certain nombre de techniques à ce point de vue a montré leurs limites.

3. Il est clairement apparu à propos du débat sur l'insertion des techniques dans un milieu donné qu'un préalable était l'analyse suffisamment précise des systèmes agraires et qu'elle devrait se faire dans un contexte opérationnel : l'analyse devant aboutir à la prise en compte d'indicateurs pertinents et notamment la définition d'échelles de travail appropriées : parcelle, bassin versant, quartier de village, etc...

4. Il est apparu au travers des communications un retard relatif dans la réflexion sur les systèmes d'élevage et peut-être une gêne à les prendre en compte. En effet toutes les communications s'accordent à penser que le surpâturage ou la divagation des animaux sont des éléments importants des processus de dégradation mais en même temps les troupeaux apparaissent comme élément important des transferts de fertilité.

5. Les éléments immobiles de l'espace (aménagements physiques) et la place de l'arbre dans les agrosystèmes ont pris une place importante dans les débats.

6. Derrière des débats sur la mise en valeur des ressources transparaissent souvent l'urgence des problèmes socio-économiques sous jacents et tout particulièrement ceux se référant à l'appropriation des ressources (accès au foncier et au capital) et ainsi l'acceptation du risque à court terme créé par les aménagements.

7. En dehors de ces grands thèmes, l'atelier a souligné un nombre important de sujets annexes liés à la problématique initiale dont nous ne dresserons pas une liste exhaustive comme l'intensification des systèmes de production, la diffusion de l'innovation et le rôle de l'aménageur.

III. THEMES DEVELOPPES

Nous reprenons ici quelques thèmes abordés par l'atelier :

1. Stratégies paysannes - Stratégie de l'aménageur

Ce thème préoccupe beaucoup l'atelier.

Les premiers aménagements ne se souciaient guère du paysan. Les échecs successifs ont amené à reconsidérer le rôle du paysan : l'aménagement est pour lui, doit être géré par lui. Mais l'objectif principal du paysan, le plus souvent décapitalisé et en situation précaire n'est pas la **défense du sol**, mais la **valorisation de l'eau.**

L'aménagement doit donc répondre à la fois à une logique de DRS (aménageur) et une motivation économique (paysan). Il constitue un véritable projet de développement, s'il améliore :

- la productivité de travail
- la productivité de la terre.

2. Evaluation des techniques

Une évaluation des techniques est nécessaire. Par exemple au YATENGA on est passé des terrasses de diversion ayant un rôle uniquement de défense contre le ruissellement aux micro-barrages perméables visant à la valorisation de l'eau et correspondant à des stratégies paysannes.

L'analyse et la comparaison des techniques n'étaient pas au centre des préoccupations du séminaire. Il apparait cependant que certaines techniques mériteraient une analyse critique sur le plan agronomique (scientifique). Par exemple, la diguette en terre possède des défauts techniques qui la rendent inapplicable en milieu paysan (pas d'impluvium, pourtant nécessaire pour la culture du mil).

D'autres communications ont rapporté les mêmes préoccupations dans des contextes agro-écologiques différents.

3. Adhésion paysanne

L'adhésion et la participation du paysan au projet sont donc nécessaires, mais ses moyens sont faibles : le temps et l'argent qu'il peut investir sont réduits. La planification de la mise en œuvre d'un projet demande donc une compréhension approfondie des systèmes de production et des conditions sociales dans lesquelles il doit s'insérer :

• le projet doit respecter le calendrier des travaux agricoles (un problème tout particulièrement pour les végétaux qui doivent être mis en place en même temps que les cultures),

• il doit hiérarchiser les priorités d'intervention : bas de versant/haut de versant.

Les différences de motivations entre l'aménageur et les paysans sont souvent la cause principale d'échec des projets. L'adhésion formelle des agriculteurs au projet ne suffit pas. Elle peut être motivée par tout autre motif que la CES, par ex. défense du foncier contre des concurrents potentiels, etc...

L'adhésion à un programme d'innovation est souvent ambigüe et révèle plus souvent d'une stratégie sociale que d'une vraie compréhension et d'un soutien du projet.

4. Le débat sur l'échelle d'intervention

D'un côté :

la nécessité d'une approche globale pour obtenir un effet sensible au niveau de la lutte contre le ruissellement et correspondant à une rationalité d'intérêt général

d'un autre côté :

l'échelle du paysan est la parcelle :

• les échelles plus grandes posent souvent le problème foncier

• la parcelle est le niveau auquel le paysan peut prendre en charge un aménagement

• c'est l'échelle à laquelle il a un profit immédiat de l'aménagement par l'augmentation du rendement

• c'est l'échelle qu'il maîtrise avec ses faibles moyens et ses techniques.

L'approche historique de la CES montre un glissement successif de l'approche régionale en passant par le bassin versant jusqu'au niveau d'intervention "parcelle". Aujourd'hui une approche ascendante, qui commence par l'aménagement de la parcelle avec les paysans est à construire.

L'expérience montre que la mobilisation du travail est relativement facile pour des projets individuels, mais difficile pour des projets collectifs (surtout pour l'entretien).

5. Questions et perspectives

Le débat a fait apparaître un certain nombre de lacunes au niveau de la recherche et de l'élaboration des projets :

• le manque de connaissances approfondies des mécanismes et des processus de l'érosion hydrique

• la composante élevage appréhendée uniquement sous son aspect impact sur la fertilité est insuffisant. La non prise en compte de son rôle économique est assez caractéristique et c'est pourtant ce rôle qui fait comprendre sa place dans l'espace et sa transformation.

D'une façon générale, l'espace non cultivé est occulté. On peut se demander si le problème n'est pas lié en partie à la formation strictement agronomique des acteurs mettant en œuvre les projets. L'exemple révélateur souligné dans les débats est la difficulté de reconsidérer la place de l'arbre et de son utilisation comme moyen de

gestion de l'espace. A ce titre, l'agroforesterie a conçu des moyens de réflexion et d'intervention dont la valorisation est tout à fait insuffisante dans nos interventions jusqu'à présent.

Les travaux du Professeur EGGER présent au séminaire ont montré l'exemple du RWANDA et de l'AFRIQUE de l'Ouest, les potentialités inhérentes à cette nouvelle démarche et surtout sa capacité à répondre à des objectifs socio-économiques. On peut se demander si l'approche agronomique pure n'a pas occulté toutes les valorisations existantes du milieu pourtant traditionnellement utilisé (pâturage, cueillette et chasse, assurance de l'approvisionnement en bois).

A ce titre, la démarche agroforestière donne des perspectives d'évolution aux systèmes de production soumis à des aléas multiples. Elle n'est pas strictement écologique, elle prend en compte les aspirations paysannes. Elle valorise les moyens dont disposent les agriculteurs (force de travail, terre, savoir faire traditionnel). Les méthodes de travail de l'agroforesterie s'apparentent à celles de la démarche R.D. et mériteraient une évaluation au niveau de la recherche en France.

CONCLUSIONS

Il serait bien trop long de faire part des nombreux éléments et des débats qui ont été apportés par le séminaire dans son domaine à l'interface entre un système technique, la lutte contre le ruissellement et un milieu à la fois socio-économique et écologique.

L'atelier n'a pas souhaité proposer des recommandations quant aux stratégies des projets de CES, mais a essayé de dégager la philosophie de ce type d'aménagement.

Un aménagement crée un nouveau milieu, il faut qu'on accompagne la mise en place de la production dans ce nouveau milieu.

Il y a donc nécessité d'une étude des risques. On dit toujours que l'aménagement augmente la production, mais il augmente le plus souvent aussi le risque. C'est un phénomène dont on parle rarement et l'aménagement est considéré comme terminé avec sa construction physique pour des paysans en situation précaire, qui prennent à l'année certains types d'aménagements ne correspondant pas à leur sujet de production. Par contre pour des familles en situation plus stable, un aménagement à haut rendement et à haut risque peut être intéressant.

L'aménagement possède un impact sur le système social, foncier, la distribution des bénéfices et des coûts d'entretien. Il faut être conscient qu'un aménagement est un événement important dans la vie d'une communauté. Il est un investissement en travail souvent considérable et exclue d'autres priorités collectives.

Pour résumer : aménagement n'est pas un état mais un procès, dans lequel on injecte de l'information et des capitaux, qui dure une phase suffisamment longue et qui amène à la transformation d'un **milieu** et non pas d'un élément isolé, et qui doit par conséquent être d'emblée conçu en tant que tel.

Ce type de démarche fait appel à un profil de l'aménageur nouveau, les qualités exigées de celui-ci sont :

- savoir lire un terrain

- avoir une bonne analyse écologique

- ne pas croire à la pertinence des mêmes techniques partout mais une bonne maîtrise de toute la gamme des techniques tant physiques que biologiques, est indispensable.

Il doit bien comprendre la répartition des tâches entre l'aménageur et le paysan sans avoir un décalage entre un discours généreux sur la participation paysanne et une vraie connaissance d'un milieu humain économique et social.

Ceci a des conséquences sur les formations de l'organisation de la recherche.

Expérience de l'Organisme Régional de Développement (ORD) Yatenga en matière de lutte contre l'érosion et de gestion des eaux de surface

Th. FAHO

ORD Yatenga

RESUME

Avec le déficit pluviométrique dont souffrent les pays sahéliens depuis 1974, les Organismes et Institutions de Développement n'ont cessé de conjuguer leurs efforts vers la définition de méthodes de lutte anti-érosives plus efficaces et plus intégrées aux systèmes agraires locaux. Tirant leçon de l'échec du GERES (1962/64) dû à une mauvaise approche du milieu rural, les structures nationales (FEER/ORD) appuyées par des ONG (projets agro-forestiers et agro-écologie) ont entrepris depuis 1977 et jusqu'à nos jours la vulgarisation de bandes anti-érosives le long des courbes de niveau au Yatenga.

Deux méthodes de travail totalement différentes sont aujourd'hui jumelées dans le cadre de la confection des réseaux :

- traitement des terroirs villageois collectifs (champs de case) par la méthode FEER/ORD (bourrelets de terre sur une superficie moyenne de 50 ha par village)

- traitement des parcelles individuelles des paysans (champs de brousse) par des méthodes PAF/PAE (cordons de pierres, utilisation de niveaux à eau) sur des superficies moyennes de 1 à 2 ha/an/exploitant. En outre, les parties amont et les exutoires des sites en terres sont protégés par des cordons de pierres.

Ces aménagements, qualifiables d'extensifs, sont appuyés par l'exploitation intensive d'avals de barrages (Thiou, Goinré et Tougou) permettant l'introduction de nouvelles spéculations (riz, maïs de bas-fond, légumes) et l'accélération de l'évolution des groupements villageois vers des coopératives rizicoles ou maraîchères plus viables.

En somme, telles sont les préoccupations actuelles de l'ORD du Yatenga en matière d'aménagements hydro-agricoles, volet qui constitue aujourd'hui le piédestal de tout le système d'exploitation agraire au Yatenga.

INTRODUCTION

La dernière décennie a été marquée dans les pays sahéliens par un déficit pluviométrique chronique les faisant passer des isohyètes 750 à 350 mm (cas typique du Yatenga).

Dans le Yatenga, province de la partie nord du Burkina-Faso, au relief caractérisé par des pentes fréquentes de l'ordre de 2 à 3 % et par une végétation tigrée et disparate, les effets de cette insuffisance d'eau pour les cultures sont conjugués à ceux de l'exiguïté et de la pauvreté des terres cultivables.

La mauvaise répartition des pluies, l'engouffrement des eaux et des limons dans les marigots et bas-fonds sous l'effet du ruissellement viennent en explication à la crise de production qui sévit dans cette partie du Burkina-Faso depuis plus de dix ans.

Les problèmes de l'agriculture dans le nord du Burkina et plus particulièrement au Yatenga se nouent donc autour de deux points essentiels :

• dégradation accélérée des sols sous l'effet de l'érosion en nappe et en griffe, de la monoculture céréalière

• insuffisance et mauvaise utilisation des eaux pluviales pour et par les cultures.

Diagnostiqué depuis les années soixante, des mesures préventives avaient été entamées contre ce mal par le GERES (Groupement Européen d'Etudes et de Restauration des Sols) et le B.D.P.A. (Bureau pour le Développement de la Production Agricole) de 1962 à 1966. Ces tentatives, même si elles avaient des limites techniques, ont servi à la prise de conscience des "Développeurs" sur ce fléau. Aussi, dès les années 1977, à la lumière des résultats du GERES, le FEER (Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural) et certaines ONG, s'appuyant sur l'ORD, tenteront une expérience de lutte contre l'érosion.

Une nouvelle méthode d'approche sur le plan socio-économique (sensibilisation et action participative des paysans) et technique (transfert de technologie avec les paysans) marquera la différence avec le GERES.

La présente communication portera d'abord son développement sur l'intervention du GERES avant d'aborder celles de l'ORD/FEER et des ONG : Projet Agro-Ecologie (PAE) et Projet Agro-Forestier (PAF) qui se poursuivent encore aujourd'hui.

I. L'EXPERIENCE DU GERES AU YATENGA

Une opération test menée par le "Service des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols" de 1957 à 1960 a relevé, selon ladite institution, que ce genre de travail était accepté par les paysans, en concluant que : "cet investissement doit être rentable, si les populations valorisent les aménagements avec un encadrement rapproché".

La demande du Gouvernement Voltaïque d'alors auprès du Fonds Européen pour le Développement fut agréée pour un montant de financement d'un milliard trois cent quarante millions de francs CFA (1 340 000 000). La non disponibilité des cadres nationaux à l'époque a conduit les contractants à la mise en place d'un bureau d'étude (France, Pays-Bas) ; le GERES voyait le jour, en mai 1961.

1. Techniques d'intervention

Du point de vue technique, les méthodes utilisées par le GERES se réfèrent à celles préconisées depuis la dernière guerre mondiale aux conditions du Burkina-Faso en général. Deux grands principes directeurs régiront la méthode d'intervention :

• mise en place de systèmes mécaniques de lutte contre l'érosion à grande échelle : fosses de diversion et d'infiltration totale avec traitement des exutoires ;

• établissement de ceintures biologiques : graminées, arbustes, arbres de reboisement à une échelle plus petite.

a. Fosses de diversion

Larges de 2 m sur 40 à 50 cm, ces fosses ont une pente longitudinale de 2 %. Elles sont remplacées par des fossés de garde dès que les conditions d'aménagement deviennent difficiles (villages, broussailles denses). Ce fossé aux dimensions plus grandes circonscrit le site difficilement aménageable et reçoit toutes les eaux qui en proviennent.

Le rôle d'évacuation des eaux excédentaires que devraient jouer ces fossés a souvent été compromis par la modification du profil des fossés avec la sédimentation qui s'effectue dès la première année de fonctionnement. Il en résulte que la quantité d'eau à évacuer par les exutoires augmente : ainsi, les exutoires naturels sont transformés en véritables chemins d'eau ; de cette façon, on aboutit à créer l'érosion en ravine.

Pour y remédier, le GERES avait prévu le traitement des exutoires en murettes en pierres (de 30 à 120 cm de hauteur) ou en terre (peu résistantes).

b. Les fosses d'infiltration

De même profil que les fosses de diversion, avec une longueur maximale de 50 m, ces fosses ont l'avantage de permettre l'infiltration de l'eau dans la parcelle, l'évacuation de l'eau excédentaire de part et d'autre de la fosse et de moins surcharger les exutoires. Elles sont relayées en cas de grosses pluies par les bassins d'infiltration construits sur les passages préférentiels des eaux (exutoires).

c. Terrasses d'infiltration et de diversion

Ces deux types de terrasses sont respectivement construits sans et avec une pente longitudinale (2 %). Des exutoires sont traités soit en murettes, soit en bassins d'infiltration.

d. Micro-barrages

Au delà de leur rôle de stock d'eau utilisable par les hommes et les animaux, leur rôle anti-érosif était surtout le plus perçu : enrayement de l'érosion en ravine.

Ces quatre types d'aménagements mécaniques, il convient de le dire, ont des effets immédiats, leur efficacité à long terme dépend surtout de l'entretien, étape qui s'est toujours révélée être le point faible de ces types d'aménagement. La ceinture biologique, même si son efficacité semble retro-active, demande plus de soins à l'implantation, mais écarte l'épineux problème d'entretien. Le GERES a aussi mené quelques tentatives dans

ce sens :

• pépinières, reboisement d'arbustes (parkia biglobosa, acacia albida, euphorbes)

• repiquage d'andropogon le long des réseaux en ados des terrasses.

Objectifs :

• brise-vent, barrière à l'érosion éolienne et pluviale

• restauration du sol

• régénérescence des pâturages.

2. Les résultats du GERES

a. Résultats quantitatifs

Deux années de chantiers, de mobilisation d'engins lourds et d'une main d'œuvre importante, spécialisée ou non, ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

• 119 459 ha aménagés en anti-érosifs (fossés et terrasses)

• 11 635 ha aménagés en pierres et diguettes

• 18 000 ha munis de ceintures biologiques (andropogon)

• 190 ha de plantations sur les ados des fossés.

L'immensité des superficies couvertes en rapport au délai de travail laisse refléter que l'investissement financier n'a pas été moindre. Cette performance s'explique-t-elle par la motivation des paysans bénéficiaires des aménagements prenant conscience des problèmes d'érosion, ou était-ce sous l'effet d'autres mobiles ? L'après-projet nous éclairera à ce niveau.

b. Résultats qualitatifs

L'expérience du GERES a certainement permis :

• de poser les bases de réflexion sur le problème de l'érosion

• de tester des méthodes d'intervention dans la lutte anti-érosive ; en faisant ses preuves, la technologie ouvre à la critique et permet les corrections en vue de son amélioration.

• la formation de main d'œuvre spécialisée (topographes), qui continuent en partie aujourd'hui à mettre leur acquis techniques au service du développement du monde rural.

3. Conclusion et leçons du GERES

Les vestiges qui restent sur le terrain aujourd'hui, au moment où ce chef d'œuvre devrait porter ses fruits, est un constat amer. Vingt ans après leur édification, les diguettes et murs ont été détruits par les eaux et les paysans eux-mêmes, les fosses comblées et les exutoires non traités ont été mal protégés, transformés en véritables ravines où s'engouffrent eaux et limons. Aucun entretien n'a été apporté à ces ouvrages faute de responsabilisation et de sensibilisation des paysans bénéficiaires de cette intervention. Cette phase qu'est l'association et la participation consciente des populations aux différentes phases de la préparation et de l'éxécution des projets qui les concernent a été négligée, aussi fut-elle fatale pour la survie des réalisations.

En outre, sur le plan technique, l'insuffisance des aménagements purement mécaniques est démontrée. seules les rangées d'euphrobre et d'andropogons témoignent encore. Si le GERES a échoué, son expérien-ce devrait nous permettre de tirer des leçons pour l'amé-lioration des techniques de luttes anti-érosives pré-conisées.

II. LES TENTATIVES DE L'ORD ET DU FEER

Au moment où le GERES et ses actions tombaient dans l'oubli, la grande sécheresse de 1974 dans les pays sahéliens vient replacer la question de dégradation de l'environnement (édaphon, flore et faune) à l'ordre du jour. A partir de 1977, le FDR se penche particulièrement sur ce problème et décide d'orienter ses activités dans ce domaine. L'ORD du Yatenga est alors retenu, avec quatre autres, pour bénéficier de l'appui du FEER (ex EDR).

Les résultats du GERES seront une base de transformation de la méthode d'approche, tant au niveau technique que socio-écologique.

1. Méthodes d'approche : stratégies d'approche

a. Structures d'appui

L'un des principes directeurs de l'intervention du FEER et de l'ORD est la responsabilisation des paysans autour des travaux d'aménagement. Pour faciliter cette prise de conscience, les structures organisationnelles au niveau villageois que sont les groupements villageois (GV) servent alors de point de mire.

Les GV sont les répondants des organismes de développement au Burkina-Faso. Toutes les activités de développement transitent par leur canal pour être exécutées compte tenu des aspects suivants :

• constitution des GV sur la base des critères de viabilité, de perméabilité, d'efficacité organisationnelle

• base technique acceptable (participation aux formations)

• suivi régulier par l'encadrement ORD

• possibilité de mobilisation rapide des membres du groupement.

De plus, outre les GV, les structures CDR des villages (Comités de Défense de la Révolution) sont associées pour une mobilisation plus large des populations.

Toute activité d'aménagement, quelque soit sa dimension, doit être une émanation des aspirations des populations qui devront prendre part à sa réalisation sans exiger une contre-partie financière ou de quelque nature que ce soit. Il apparaît donc que les principes d'expression des besoins et de participation aux activités par les populations sont des préalables à toute activité d'aménagement depuis 1978.

b. Méthodologie

Le programme d'aménagement de l'ORD du Yatenga est un maillon du vaste programme national élaboré au niveau national (FEER). Les obectifs à atteindre par chaque ORD sont fixés en fonction des moyens logistiques (matériel et personnel) en place, de l'évaluation des activités d'aménagement et des objectifs globaux à atteindre sur le plan national.

Au niveau de l'ORD, le programme nait du recensement des besoins effectué par les agents d'encadrement sur le terrain. Les villages s'étant portés volontaires pour bénéficier des aménagements anti-érosifs sont sillonnés par les équipes de sensibilisation de l'ORD (service AER et vulgarisation).

Les entretiens avec les paysans permettent l'éveil de leur esprit sur les problèmes de dégradation de l'environnement, de connaître leur degré de motivation, leur participation et de décider avec eux de la possibilité réelle d'implanter l'aménagement (problème de main d'œuvre, existence d'autres chantiers de non moindre importance, etc...) tout en précisant les responsabilités des uns et des autres.

Une liste définitive des sites à aménager est dégagée après la phase de sensibilisation. Les équipes topographiques peuvent alors démarrer la série d'implantations et de levés topographiques des différents sites anti-érosifs. A ce niveau, le choix du site à aménager relève de la compétence des villageois. Ils sont censés connaître le terroir villageois avec ses particularités physiques et sociales (parcellaire villageois).

Généralement, l'intervention FEER/ORD porte sur les champs de case (aux alentours des lieux d'habitation) qui sont séculairement exploités sans la moindre jachère. En outre, ces zones correspondent à celles où l'on rencontre le plus d'exploitations regroupées. Le travail de confection des diguettes se faisant de façon collective, il y a donc intérêt à rechercher la couverture de plusieurs exploitations par l'aménagement.

Après avoir doté le groupement du matériel devant servir à confectionner et à entretenir les réseaux (3 pelles, 3 dames, 3 pioches et 1 brouette pour 5 ha), l'organisation du travail est laissée à l'initiative des paysans dès que l'ouverture du sol est faite par les tracteurs (sous-solage + labour le long de la courbe de niveau).

2. Normes techniques et réalisations

a. Nature des bassins traités : toposéquence

Les terrains traités ont des pentes généralement variables : 0,05 à 3 % sur des sols allant des glacis aux limons-sables des dépressions. Jusqu'à nos jours, les aménagements n'ont pas encore couvert d'un seul tenant un bassin versant. Ils sont isolés, répondant aux besoins immédiats des paysans et à leur souci réel de protéger les parcelles d'exploitation.

b. Dimensions

• **Inter-diguettes** : la grandeur des inter-diguettes varie en fonction de la pente et du type d'aménagement. En général, sur les pentes fortes, les diguettes sont distantes de 20 à 30 m. Cet écartement peut atteindre 50 m sur les pentes faibles.

• **Hauteur des diguettes** : elle varie entre 30 et 50 cm selon la nature du sol. Les diguettes de faible hauteur se rencontrent surtout en haut de pente, où les sols sont faibles et plus adaptés aux bandes filtrantes en cailloux.

• **Exutoires** : naturels, rarement traités, 20 à 30 m, début de ravinement (annexes 1 et 2)

c. Principe de fonctionnement

Tout comme cela a été relevé dans les volets du GERES, il s'agit là de terrasses d'infiltration totale. L'eau tombée sur la parcelle devrait être complètement absorbée par le sol au profit des plantes. En cas de grande pluie, l'eau excédentaire devrait être évacuée hors du réseau par les déversoirs ; ceci conduit facilement à la dégradation très rapide des réseaux et à la substitution de l'érosion en nappe par l'érosion en ravine.

Lorsque le dispositif fonctionne correctement, les parties amont sont très humidifiées tandis qu'à l'aval, le dessèchement est rapide. Les parties amont seraient

donc plus appropriées en cultures supportant des hydromorphies temporaires.

d. Mesures d'accompagnement

La disparition précoce des bourrelets de terre élevés par les graders du GERES est bien le témoignage que toute bande anti-érosive mécanique, quelqu'en soient les matériaux de construction, a une efficacité limitée par le temps. D'où la nécessité de susciter la mise en place de dispositifs de fixation à long terme de ces réseaux : ceinture verte constituée d'essences locales (Acacia nilotica, Acacia sénégalensis, Acacia albida, Heptadenia hastata, Cajulus cajan, etc...). En outre, l'aménagement anti-érosif ne peut être rentable si un certain nombre de techniques culturales sont incomprises et non pratiquées par les bénéficiaires de ces parcelles.

Au Yatenga, le travail minimum du sol (labour, scarifiage, zaï, billonnage cloisonné) est un préalable au succès de l'exploitation. L'utilisation de la fumure organique et l'intégration agriculture-élevage nous paraît, tant sur le plan agronomique qu'économique, d'une importance capitale.

Ainsi, les thèmes largement abordés dans nos séances de sensibilisation avant la mise en place des réseaux et pendant la phase d'exploitation se nouent autour de ces trois aspects :

• fixation des réseaux et reboisement/enherbement (annexe 4)

• utilisation prioritaire de la fumure organique

• travail minimum du sol

3. Résultats et perspectives

Neuf campagnes après son lancement, le programme d'aménagement FEER/ORD connaît des acquis sur les plans tant techniques que socio-économiques. Les différentes évaluations ont aussi permis de faire le diagnostic de ses faiblesses.

Résultats quantitatifs

Depuis son lancement, le programme a permis de protéger 13 384 ha sur sites, soit en moyenne 1 487 ha/an.

Tableau d'illustration

Secteurs ORD	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
Ouahigouya	77	123	380	108	30	1 311		
Gourcy	86	136	161	227	35		535	1 087
Thiou	-	159	200	505	804	74		
Koumbry	112	326	358	211	-	443		
Titao	-	58	-	307	859		86	602
Seguenaga	41	185	240	52	-	-	446	
Totaux	316	987	1 339	1 410	1 748	1 828	1 067	1 689

Durant les quatre dernières campagnes, on assiste à une évolution rapide des superficies couvertes. Cependant, il importe de signaler que les nombreux problèmes d'entretien font qu'à nos jours, on estime non fonctionnels 30 à 40 % des sites anti-érosifs (brèches, disparition des réseaux, ravinement et passage des animaux). Ainsi, de plus en plus, la tendance, à notre sens, est de chercher et d'identifier les systèmes autres que les terrasses d'infiltration totale dont l'entretien s'avère être très difficile et d'une efficacité pas toujours évidente, problème d'uniformité dans la diversité de répartition de l'eau au niveau parcellaire (difficulté d'exploiter l'aval des réseaux).

Avec l'appui des ONG travaillant dans ce cadre au Yatenga, Projet Agro-Ecologique et Agro-Forestier (OXFAM), les solutions pourront certainement être corroborées dans un proche avenir.

III. L'INTERVENTION DES ONG

1979 a été l'année de l'apparition d'un certain nombre d'ONG au Yatenga. Ainsi, répondant aux appels lancés en faveur du Tiers-Monde, victime de la sécheresse de 1976, de nombreuses structures étrangères partenaires financiers ont orienté leurs actions en faveur du monde rural. Pour sa part, le Yatenga connaîtra l'installation du Projet Agro-Forestier en 1979, sous financement OXFAM, dans les secteurs de Gourcy et Ouahigouya et du Projet Agro-Ecologique en 1982 avec l'appui de la DED allemande.

1. Philosophie et méthode d'approche

Dans une région où la sévérité du climat limite considérablement les moyens d'action des populations, les projets PAE PAF mettent l'accent sur le travail avec

les moyens de bord des paysans. A l'inverse du FEER/ORD qui utilisent des moyens plus ou moins coûteux (équipe topo, tracteurs, matériel de terrassement), ces projets, notamment le projet allemand, mettent l'accent sur l'animation et la formation.

En effet, les tentatives du Projet Agro-Forestier et les travaux de son premier responsable au Yatenga, Monsieur Peter WRIGHT, ont permis de mettre au point un appareil simple de détermination des courbes de niveau : le niveau à eau. L'apprentissage de la manipulation de cet appareil par les paysans est très rapide. Une séance de formation de 2 à 3 jours pour 30 paysans par séance permet ce transfert de technologie. D'un coût moyen de 2 000 à 3 000 francs CFA, l'appareil topographique a donc aussi été retenu par le PAE ainsi que les bandes en cailloux le long des diguettes comme dispositif anti-érosif.

La formation intéresse les villages, qui en font la demande par le biais de l'encadreur ORD. A l'issue de la formation, le projet dote d'un niveau chaque village formé. La formation se déroule généralement sur les parcelles collectives. "L'appareil-instrument" est ensuite prêté à tous les paysans pouvant le manipuler, pour le traitement des parcelles individuelles.

2. Données techniques

• **Superficies** : la mise en place des micro-barrages en cordons pierreux nécessite un volume de travail assez important, notamment en ce qui concerne le transport des moellons. Ce transport, parfois sur plusieurs kilomètres (2 à 3), est le plus souvent fait sur la tête ou sur des bicyclettes, la charette, moyen adéquat, étant rare. L'expérience a montré que le transfert de pierres en un voyage sur la tête de 200 personnes permet de construire une diguette de 8 m seulement. Le rythme de travail est donc très lent. Une famille moyenne de huit actifs peut, en général, aménager 1,5 ha par an, si le travail est régulier sur la parcelle. Ainsi, l'exploitation moyenne étant de 4 à 5 ha, on estime qu'au bout de 4 à 5 ans, le paysan qui aménage progressivement pourra voir toutes ses parcelles traitées.

• **Normes** : les bandes en cailloux, du point de vue technique de mise en place, obéissent pratiquement aux mêmes règles que les réseaux en terre. Les distances entre les diguettes dépendent de la pente et varient entre 20 et 50 m. Cependant, ces types de réseaux sont très fréquents sur des pentes fortes. De fait, les écartements sont le plus souvent de l'ordre de 30 m.

A l'inverse des diguettes en terre, il n'existe pas d'exutoires naturels dans la mesure où l'objectif n'est pas l'arrêt de l'eau de ruissellement, mais plutôt la diminution de la vitesse de ruissellement de façon à minimiser l'érosion.

Les passages préférentiels de l'eau reçoivent généralement un traitement spécial basé sur le principe des déversoirs latéraux ou centraux. Les digues filtrantes à ce niveau sont édifiées avec de gros moellons renforcés à l'aval pour les prémunir des effets du tourbillonnement de l'eau. Dans certains cas, l'installation de répartiteurs, micro-barrages filtrants intercalaires de 20 à 30 m de long, permet de résoudre le problème de ravinement sur les passages d'eau. Les bandes pierreuses, dont la longueur varie selon les dimensions du champ, possèdent des systèmes d'ailes aux extrémités dont le rôle est de permettre la récupération des eaux amont et d'éviter la destruction des diguettes au niveau des extrémités.

De plus en plus, le renforcement de ces réseaux par une couverture végétale est recommandé. Chacun desdits projets a un volet reboisement dont l'objectif premier est la fixation des réseaux et la régénération du sol.

3. Résultats et perspectives

L'action des ONG, notamment le PAE et le PAF, est difficilement quantifiable. Il faut surtout relever que leur initiative (participation) a permis un bond qualitatif très important dans les domaines des petits aménagements dans le cadre de la DRS.

Si le Yatenga est aujourd'hui un des ORD du Burkina-Faso, dont les tentatives en matière de lutte contre l'érosion font tache d'huile au niveau des autres régions du pays, c'est bien grâce à l'action de formation continue et de recyclage menée par ces projets.

D'un village à l'autre, il n'est plus surprenant de voir, ça et là, serpenter des cordons de cailloux, preuves de l'acceptation de la méthode par les paysans.

Les résultats quantitatifs, bien que très satisfaisants, ne sont pas un reflet de la perfection du système ou de la méthode. Formation des paysans, sensibilisation, installation des micro-barrages filtrants, tels sont les volets essentiels autour desquels périclitent les activités de ces institutions.

L'objectif poursuivi à travers tous ces efforts est l'augmentation des rendements et de la production agricole. Cet objectif ne peut être atteint si un certain nombre de conditions ne sont pas remplies, entre autres :

• l'équipement des paysans en matériel agricole efficace

• l'application des techniques culturales appropriées (travail du sol, matériel végétal adapté)

• bonne organisation et structuration des communautés villageoises

Quelques résultats

	PAE		PAF	
	Nbre de paysans formés	Superficies traitées	Nbre de paysans formés	Superficies traitées
1979	-	-	-	micro
1980	-	-	-	parcelles
1981	-	-	-	essais
1982	43	20	75	62
1983	93	97	220	150
1984	306	210	184	327
1985	1 200	650	476	768
1986	1 915	1 322	683	1 100
Total	3 557	2 299	1 638	2 407

• coordination des activités avec celles des autres projets de développement

Les deux premiers points nous semblent fondamentaux pour une réelle rentabilisation des aménagements. L'utilisation d'un matériel aratoire précaire ne permet pas l'application des thèmes techniques recommandés. Il est donc impératif que tous ces aspects soient pris en compte dans l'élaboration des projets. Qui connaît le système du Crédit Agricole tel qu'il est aujourd'hui pratiqué peut comprendre les altermoiements du paysan de la zone sahélienne à s'équiper.

Quant à la coordination des programmes, l'intégration du programme du PAE à l'ORD et le jumelage des activités d'aménagement ORD/PAF depuis bientôt deux ans permettent aux intervenants une certaine complémentarité aussi bien sur le plan technique que matériel.

La nouvelle orientation des aménagements FEER/ORD épousera les techniques de travail du PAF/PAE, tout en permettant d'apporter aux paysans les moyens exigibles par ces travaux, la situation matérielle des exploitants est telle qu'avec les moyens dont ils disposent, leur efficacité est beaucoup amoindrie. Les ONG, notamment le PAE, devraient d'ailleurs à ce niveau reéxaminer leur philosophie d'intervention, afin de l'adapter au mieux aux conditions réelles des paysans.

Du point de vue stratégie d'intervention, l'approche faite par le PAF/OXFAM et l'ORD/FEER s'est révélée fort intéressante :

• dans le cadre de la formation, le projet s'appuie sur le personnel de l'ORD (bureau aménagement) dont le personnel est plus étoffé et qui assure aussi le suivi et la mise en exploitation par le biais des agents d'encadrement ORD

• la tentative de protection des bandes en terre par celles en pierres placées en amont sur 4 ou 5 rangées s'est avérée intéressante. La vitesse des eaux en provenance de l'impluvium est brisée, au niveau des diguettes filtrantes, ce qui permet de diminuer les risques de brêches dans les bandes en terre et le ravinement au niveau des exutoires.

CONCLUSION GENERALE

Malgré la multiplication des formes de lutte contre la "lèpre érosive", seconde au banc des accusés après le déficit pluviométrique dans le perpétuel procès de la baisse de la production agricole dans les pays sahéliens, de nombreuses lacunes aussi bien techniques que socio-économiques restent à combler.

L'approche sociale a peut-être connu une évolution positive avec la sensibilisation et l'animation qui ont permis l'éveil de la conscience paysanne face aux problèmes d'érosion au Yatenga.

Du point de vue technique, une voie d'efficacité reste à déterminer : quel système utiliser pour être pratique et efficace ? Voici le nœud du problème, vers lequel convergent toutes les réflexions en matière de stratégie de lutte contre l'érosion au Burkina-Faso.

L'inadaptation des fosses et des terrasses de diversion et d'infiltration introduites par le GERES et reprises par le FEER/ORD (terrasses uniquement), les actions disparates parfois concluantes des ONG (bandes filtrantes) ont conduit à la mise en place d'une Commission Technique au niveau national, dirigée par le FEER, intégrant les secteurs ministériels intéressés (Agriculture, Eau, Elevage, Environnement, Tourisme). La mission de cette Commission est de se pencher sur la définition de nouvelles stratégies de lutte en fonction des expériences vécues dans chaque zone agro-climatique du Burkina-Faso.

D'emblée, la priorité semble être accordée aux aménagements basés sur les micro-barrages filtrants, avec l'implacable nécessité d'assurer la pérennité de ces ouvrages par l'association d'un dispositif biologique : essences arbustives restauratrices du sol (acacia), de graminées ou de légumineuses vivaces.

Cette alternative ouvre sur l'épineux problème de pâture du bétail. La divagation des animaux en saison sèche a toujours compromis toute plantation d'essences appètées, dans les pays sahéliens. Nous pensons qu'à ce niveau il n'est pas impossible de trouver une porte de sortie dans la mesure où la mise en œuvre de la réforme agraire au Burkina-Faso prévoit des zones de pâturage distinctes des zones de cultures.

En outre, l'esprit visera désormais la concentration maximum des zones aménagées :

• traitement de bassins versants entiers en associant les volets reboisement, traitement de ravines, retenues d'eau et cultures maraîchères, cultures fourragères et embouche ovine, etc... ?

• traitement de terroirs villageois entiers

Le double avantage qu'offrira cette stratégie se résume en termes de complémentarité pour les intervenants et d'efficacité pour les ouvrages.

Les différents projets de développement devront dorénavant se concentrer dans l'élaboration des programmes et la définition des zones d'intervention. La complémentarité pourra alors être vécue au niveau technique (combinaison des méthodes) et matériel (utilisation du matériel quelque soit son origine sur tel ou tel chantier, même si les sources de financement sont différentes au niveau villageois).

Quant à l'efficacité des aménagés, on n'en doute plus, elle est fonction des dispositifs globaux réalisés sur une toposéquence. Ainsi, le traitement à l'échelle du bassin versant est le mieux indiqué pour rentabiliser à long terme et de façon remarquable les investissements occasionnés par la mise en place des réseaux anti-érosifs.

Pour l'heure, au Burkina-Faso, le dilemne qui s'impose aux développeurs est la définition d'une ou de méthodes de lutte anti-érosive efficace et rentable, tenant compte des multiples expériences déjà vécues, notamment au Yatenga.

Cette question ne peut être résolue en l'absence de la Recherche. La mission de la Commission nationale de Réflexion sur ces méthodes est d'une part d'exploiter de concert avec les chercheurs les résultats des Instituts de Recherche tels INERA/CIRAD, l'ICRISAT, l'ORSTOM, portant sur ces volets, et, d'autre part, d'orienter la recherche en fonction des besoins des agriculteurs dont ils ont la charge d'encadrement.

Le travail de diagnostic mené par M. Patrick DUGUE au Yatenga répond exactement à ce souci. Sa contribution a déjà été fort appréciable dans l'amélioration du matériel végétal de base (essais et introduction réussie de variétés de sorgho à cycle court et à hauts rendements) des paysans du Yatenga. Les travaux sur les méthodes de lutte anti-érosive à Sabouna, Ziga et Boukéré serviront aussi de levier dans la définition de la nouvelle stratégie. Nous lui souhaitons courage et persévérance dans cette voie.

Nous espérons et souhaitons que cette communication permette d'élucider certaines questions relatives aux problèmes de gestion des eaux de surface dans les pays sahéliens. Elle pourra éventuellement susciter des discussions ou échanges d'idées qui pourrons nous orienter dans la définition de nouvelles stratégies en matière d'aménagements au Burkina-Faso et plus particulièrement dans la zone Nord, dont le Yatenga.

BIBLIOGRAPHIE

EKKEHARD Dudeck. Fiche d'information sur le projet Agro-Ecologie (ORD du Yatenga/Sahel)

FAHO Théophile. 1985,1986. Rapports d'activités : Campagnes d'Aménagement 84/85, 85/86.

KABORE T. Michel. Août 1982. Séminaire sur la Conservation des Eaux et Sols. ORD Yatenga.

OUEDRAOGO P. Mathieu. 1984/85. Rapport d'activités du Projet Agro-Forestier 1984 et 1985.

Appropriation des techniques de lutte contre l'érosion et le ruissellement par les paysans du Yatenga

P. DUGUE

DSA/CIRAD

RESUME

Depuis plus de 20 ans, les techniciens du développement ont entrepris différents programmes de lutte contre l'érosion dans la Province du Yatenga. Du fait des dernières années de sécheresse (1972-74 et 1982-85), les techniques employées ont évolué. Les producteurs, considérés comme des spectateurs au début des années soixante, sont actuellement les véritables acteurs de ces programmes de restauration des sols. Ils ont adopté et mis au point eux-mêmes un certain nombre de techniques qui répondent à leurs objectifs : garder un maximum d'eau sur les parcelles cultivées, augmenter leur surface cultivable en régénérant des sols dégradés. Dans ce programme, l'intervention du développement reste modeste et favorise, pour le moment, un type d'aménagement anti-érosif (diguettes de diversion) qui ne fait pas toujours l'unanimité parmi les producteurs. Le travail des ONG a permis de diversifier les techniques et de mieux prendre en compte les contraintes des paysans. Mais toutes ces interventions s'adressent soit à la parcelle du paysan, soit à un petit ensemble de parcelles cultivées. Quelques projets sont actuellement envisagés en vue d'aménager l'ensemble des terroirs d'un village. Il s'agit d'un vaste programme qui dépasse largement les aspects techniques de la D.R.S. et met en jeu tous les problèmes fonciers d'une communauté villageoise. Mais cette nouvelle voie d'intervention est la seule qui permette d'envisager une gestion rationnelle des eaux de surface, des nappes phréatiques et des autres ressources naturelles.

INTRODUCTION

Les importants phénomènes d'érosion remontent à plusieurs dizaines d'années dans la Province du Yatenga. Localisés dans un premier temps aux zones à fortes pentes (collines et piémonts), le ruissellement et l'érosion touchent actuellement presque tous les types de paysages. Seules les zones à sol très sableux et à pente faible (<1%) sont peu touchées par ce phénomène. Leurs premiers programmes de Défense et Restauration des Sols (DRS) débutèrent avec le GERES (1961-1963) puis le Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural (1975) et différentes ONG (1979).

En 1986, le programme de DRS constitue la principale intervention des organismes de développement de la Province. Les aspects techniques et socio-économiques (place du paysan) de ces programmes entrepris depuis plus de 20 ans ont largement été discutés par différents auteurs (MARCHAL 1983, SAMRETH 1984, WRIGH 1985 et FAHO 1986). Nous nous attacherons à comprendre comment les paysans du Yatenga ont adopté les techniques qui leur avaient été proposées et quel a été leur propre apport à cette réflexion. Si des résultats encourageants sont actuellement visibles dans le paysage, les recherches en matières de DRS, tant à l'échelle de la parcelle que du terroir, sont à poursuivre.

I. LA CIRCULATION DES EAUX DE PLUIE : ATOUTS ET CONTRAINTES POUR LA PRODUCTION AGRICOLE

1. Les aléas climatiques

On assite parallèlement à une dégradation du milieu naturel (sol, végétation) et à un renforcement des aléas climatiques (pluviosité, érosion éolienne). La Province du Yatenga a subi deux phases importantes de sécheresse : 1970-1973 et 1982-1985 (fig.1). Ces phénomènes, connus des anciens dans le passé (1920 et 1940), n'avaient jamais atteint cette ampleur et cette durée. Si l'on pouvait estimer à 650 mm une pluviométrie annuelle acceptable pour la région il y a 20 ans, aujour-

d'hui les paysans estiment satisfaisante une pluviométrie de 500 mm (si elle est bien répartie). En 1984 et 1985, la variabilité de la pluviométrie à l'échelle de la Province a été très importante. La zone septentrionale a enregistré des pluviométries inférieures à 300 mm en 1985 et, en 1984, plus de la moitié de la Province a connu un cumul inférieur à 350 mm.

Ces conditions nous rapprochent des milieux sahéliens semi-arides bien que, du point de vue économique, la majeure partie du Yatenga à forte densité de population (Mossi, Kurumba) se situe en zone à productions végétales dominantes;

Fig. 1 - Variations pluviométriques 1960-1986 Ouahigouya

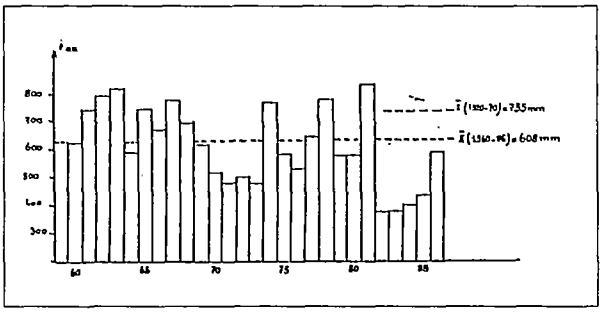
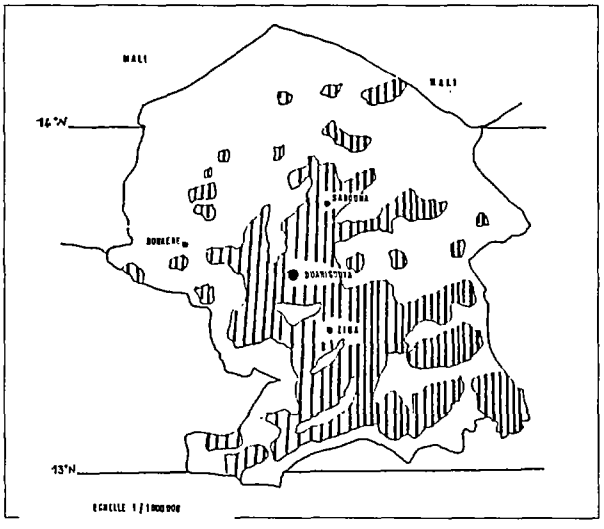


Fig. 2 - Carte de situation des 3 villages d'étude au Yatenga et densité de population



d.> 50 habitants/km^2

2. Des systèmes de cultures peu adaptés aux conditions de sécheresse

Si l'on exclut les systèmes de culture peuls à base de mil sur sol dunaire (zone périphérique Nord), les systèmes de culture traditionnels reposent sur l'exploitation de parcelles situées le long de la toposéquence avec un quasi abandon de la jachère. On a pu assister à un glissement de la localisation des champs vers le bas de la toposéquence : abandon des terrains gravillonnaires de haut de pente et extension des surfaces en bas-fonds. Du fait des fortes densités de population (70 hab/km2) dans le centre du Yatenga, 25 hab/km2 à la périphérie), les exploitations agricoles ont dû conserver une grande partie de leurs terrains en zone de glacis. Certaines, pour des raisons historiques, n'ont actuellement pas accès aux zones de bas de pente. Et le développement des cultures en bas-fonds reste soumis à des aléas : en année sèche, bonne production de sorgho, mais risque d'échaudage pour le riz, en année humide, engorgement et enherbement sont si intenses que les récoltes sont souvent compromises.

On a pu assister à une baisse importante du revenu et de la production agricole : autosuffisance alimentaire couverte à 40% en 1984 et à 70% en 1985, recul des techniques d'intensification agricole (travail du sol, fertilisation). Face à cela, la mobilité importante des Mossis a permis à une province comme le Yatenga (environ 550 000 habitants) de ne pas connaître de situation alimentaire catastrophique.

3. Une dégradation du milieu naturel

La diminution de la pluviométrie entraîne une baisse de la production végétale (culture, pâturage, arbre et arbuste). Le prélèvement par la population et les troupeaux est resté à peu près le même durant cette période. A partir de fin 1984, la charge animale a diminué et, du fait de départs en migration, certaines parcelles cultivées sont revenues en jachère.

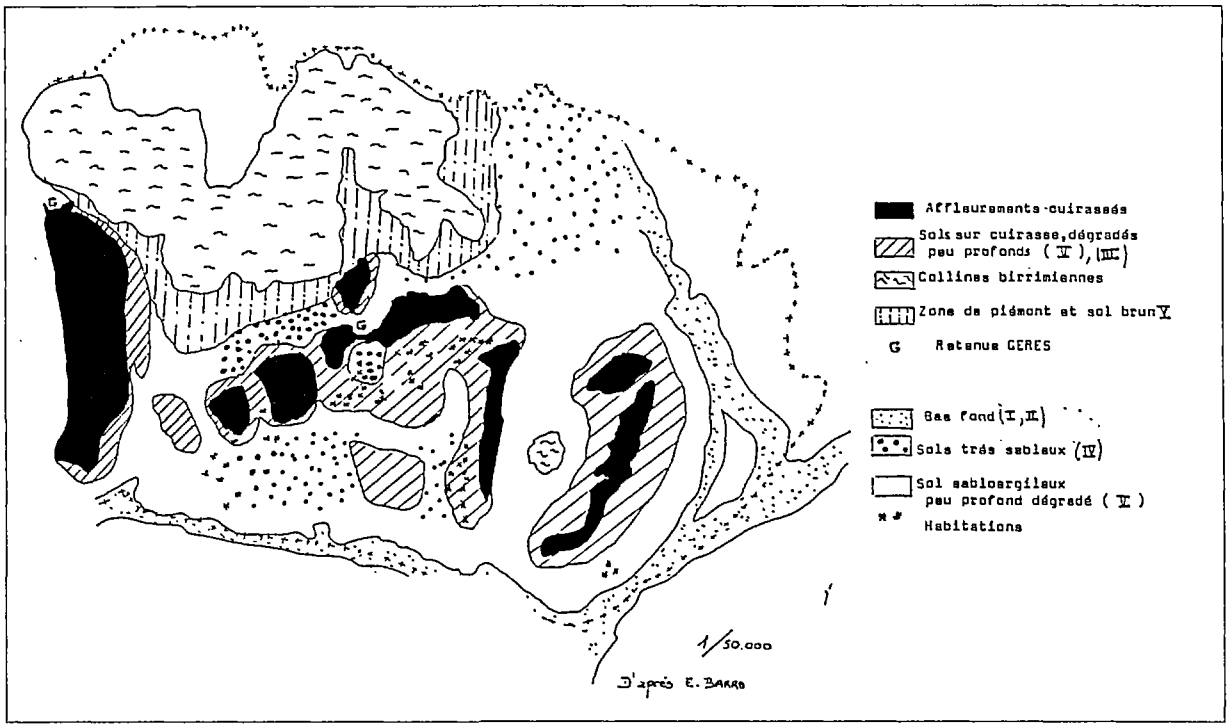
Mais ces phénomènes régulateurs restent modestes et la bonne pluviométrie de 1986 va certainement entraîner une augmentation du cheptel. L'équilibre entre prélèvements et ressources naturelles reste fragile. Les phénomènes de dégradation les plus frappants sont la diminution de la strate arborée (sauf en bas-fond) et surtout l'apparition de plaques de sol nues et stériles (lithosol gravillonnaire et sol colmaté). Ce dernier phénomène appelé "zipellé" en Mooré accentue le ruissellement. Le décapage du premier horizon de sol et le colmatage de surface empêchent toute infiltration dans les horizons sous-jacents (parfois profonds). Des cultures y sont impossibles et même les espèces naturelles herbacées les plus rustiques ne s'y développent plus (Loudetia togoensis, Schoenfeldia gracilis).

4. La circulation des eaux de pluie : ruissellement en nappe et en ravine.

La dégradation des sols et du couvert végétal accélère les phénomènes de ruissellement. Les études ménées par le Programme de Recherche-Développement du Yatenga se situent dans trois villages (fig2) où ces phénomènes se présentent de façons différentes :

• **A Sabouna**, le ruissellement en nappe se concentre rapidement dans des ravines qui, après rupture de pente,

Fig. 3 - Types de sol et besoins en aménagement à Sabouna



s'élargissent vers des bas-fonds (fig 3). D'où l'importance du ravinement dans ce village.

• **A Ziga**, le ravinement est exceptionnel. Le ruissellement en nappe très important du fait de la dégradation des terrains sablo-argileux se concentre vers les cuvettes, créant ainsi de minis bas-fonds. La longueur de la toposéquence est assez faible, du fait d'un modelé en bassins concentriques.

• **A Boukéré**, zone à faible densité de population, les phénomènes de dégradation s'observent surtout autour des habitations. Les eaux de ruissellement convergent vers des talwegs cultivés et très boisés et, ensuite, au bas-fond. Ce bas-fond (rivière endoréique) est alimenté par un bassin versant de plusieurs centaines de km2. Les inondations y sont assez fréquentes. Elles peuvent être très bénéfiques en année sèche (1984) ou catastrophiques car de durée trop importante (1986).

Les problèmes de gestion des eaux de pluie se posent donc en termes différents selon les terroirs. Ceci explique les différences de comportement entre les paysans de différents villages.

5. Les techniques de DRS

Actuellement, pour lutter contre le ruissellement en nappe, deux principales techniques sont utilisées :

• **la diguette en terre** compactée tracée par une sous-soleuse et montée par les paysans (systèmes en diversion du FEER/ORD) sur des sites de 20 à 200 ha;

• **le cordon de pierre isohypse** tracé avec un niveau à eau et construit par les paysans (système filtrant) sur leurs parcelles individuelles.

Durant la dernière saison sèche, 1689 ha ont été traités en diguette en terre et plus de 2000 ha en cordon pierreux.

Cette dernière technique a été retenue par l'opération test de renforcement de la vulgarisation qui a touché plus de 350 villages (au minimum un champ collectif d'un hectare aménagé par village) et près de 2000 producteurs.

Le traitement des ravines est plus délicat et demande des moyens. Soit il est laissé à l'initiative des paysans (murettes de pierres, branchage au fond de la ravine), soit il fait l'objet de micro-réalisation en gabions. Ce volet de la DRS reste très insuffisant au regard de la perte en terre et en eau qu'occasionne le ravinement.

II. TECHNIQUE DE LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT : REACTIONS PAYSANNES

1. Les propositions faites aux producteurs dans les trois villages étudiés

L'intervention en matière de DRS dans ces villages s'est limitée, en 1984 et en 1985, à la vulgarisation de la technique du cordon de pierres isohypse, aux traitements de petites ravines et à des tests de régénération de sol. En 1986 ont débuté des opérations de plus grande envergure à l'échelle de bassins versants. Durant la

saison sèche, des enquêteurs, natifs des villages formés et rétribués pour le tracé avec le niveau à eau, se tiennent à la disposition des paysans pour leur apporter un appui technique. Les paysans (hommes et femmes) se portent volontaires et débutent les travaux vers le mois de février (transport de pierres, construction du cordon).

L'aide en matériel est restée pour le moment symbolique (quelques pioches, barres à mine et brouettes par village). Aucune aide alimentaire n'a été octroyée. Les paysans des groupements étaient par ailleurs déjà bien équipés en petit matériel par l'ORD dans le cadre du programme FEER. Mais les moyens de transports, comme les charettes, font dans la plupart des cas cruellement défaut.

Tableau I : Aménagements de DRS réalisés en 1984/85 et 1985/86

	Ziga		Sabouna Kerga		Boukere	
	84/85	85/86	84/85	85/86	84/85	85/86
Nombre total d'exploitations agricoles	250		195		60	
Opérations du programme de R/D cordon de pierre						
Nombre de paysans	26	23	18	24	7	30**
Superficie aménagée* (estimation)	20,8	18	8,6	22	8,5	28
Superficie moyenne par paysan*	0,8	0,8	0,5	0,9	1,2	0,9
Maxi	2	2	1,5	1,5	2	3
Mini	0,25	0,4	0,3	0,3	0,5	0,25
Aménagement collect. FEER/ORD*	-	-	-	60	-	-
Opération test de vulgarisation ORD (collectif + individuel 1986)	-	3	-	5	-	1
Total aménagé	20,8	21	8,6	87 (60 + 27)	8,5	29

* ha ** dont 3 femmes

Les paysans de Ziga, qui connaissaient des techniques depuis 1981, sont moins mobilisés actuellement (pluviométrie satisfaisante en 1985) et seulement 10% des exploitations ont fait appel aux enquêteurs. A Sabouna, la surface aménagée est passée de 8,6 ha à 22 ha en 1985/86 et ce village a aménagé un périmètre de FEER/ORD de 60 ha la même année. La surface traitée par exploitation est aussi en progression (de 0,5 ha à 0,9 ha). Mais c'est à Boukéré, petit village de 600 habitants, que l'impact de cette technique est le plus remarquable. 50% des exploitants ont traité en cordon de pierres au moins une parcelle en saison sèche 1985/86. C'est aussi le seul village où les femmes ont aménagé leurs parcelles individuelles. A Boukéré, le cordon de pierres isohypse était inconnu avant 1984, un site d'une trentaine d'hectares traité en diguette en terre avait vu le jour en 1978. Six ans après, il ne reste pra-

Premières conclusions

• La technique du cordon de pierre se prête très bien aux parcelles de petite et moyenne taille dans les zones où le ruissellement est uniquement en nappe.

• Si le terrain est trop sableux et le ruissellement important, l'atterrissement est si important que les pierres sont enterrées dès la première année.

• L'isolement des parcelles par rapport aux autres (comme c'est le cas à Boukéré) est un atout. Les espaces de végétation naturelle intercalaires limitent la force du ruissellement ; alors que dans les deux autres villages, l'espace est "ouvert" et l'approche "bassin-versant" y est nécessaire.

• Les paysans volontaires se mobilisent facilement sur

l'amélioration de leurs propres parcelles au détriment des actions collectives (traitement des exutoires par exemple).

• La technique du tracé avec le niveau à eau est le plus souvent délaissée par les paysans au profit d'un tracé au jugé, d'où la présence d'enquêteurs spécialisés ; là se pose le problème de la reproductibilité de cette technique.

• Les trois facteurs limitants de l'aménagement de parcelles sont le transport des pierres, le problème des zones sans pierres (technique de terre compactée à mettre au point) et surtout le peu d'intérêt que portent les paysans à la végétalisation de ces obstacles physiques (E. ROOSE - 1986).

Malgré tout, la diffusion de cette technique est chose acquise au Yatenga, grâce aux efforts des développeurs. Il en est pour preuve le nombre de parcelles traitées que l'on peut voir au bord des routes en saison sèche, en parcourant la Province (surtout la zone centrale).

2. Les besoins en DRS des exploitations agricoles : Etude des 4 cas à Sabouna

La technique du cordon de pierres semble bien admise par les paysans. Quel est son impact sur les systèmes de culture ? Pour établir un constat précis, nous avons retenu le cas de quatre exploitations agricoles, toutes situées sur le territoire de Sabouna.

Deux de ces exploitations pratiquent la culture attelée, aucune ne possède de charette pour le transport des pierres qui s'effectue soit avec des brouettes (EA n°1, n°2, n° 4) appartenant aux groupements, soit avec des vélos (EA n° 2), soit avec des paniers. Les parcelles de l'exploitant n° 3 sont toutes éloignées du gisement de pierre et il n'a pu lever que quelques diguettes en terre avec sa charrue.

1. Des situations de terrains différentes

Ces quatres exploitations ont des parcellaires forts différentes : aucune parcelle en bas-fond pour l'EA n° 1 mais plus du tiers pour les exploitations n° 3 et n° 4. Le reste du parcellaire situé sur les glacis peut être plus ou moins sujet au ruissellement. Ainsi, les terrains dits très sableux (IV) sont considérés comme peu touchés par l'érosion et ne sont pas comptabilisés comme ayant besoin d'être aménagés en priorité. Par contre, sont regroupés dans la catégorie (V) tous les sols dégradés, à faible réserve utile en année sèche : les sols sablo-argileux destructurés, les sols décapés ("zippellé")... Les sols de catégorie (V) ainsi que les terrains gravillonnaires (III) sont à aménager prioritairement.

Exploitations agricoles:
1 Abdoulaye — 2 Ousman
3 Mahama — 4 Salif

Catégorie de terrain :
I : Bas-fond inondable — II : Bord bas-fond
III : Gravillonnaire — IV : Tès sableux
V : Sablo-argileux dégradé et sol piémont

Tableau II : Parcellaires, type de terrain et besoin d'aménagement (1985)

	ha cultivé	ha/ actif	Type de terrain en %					ha à aménager et (%) du total
			I	II	III	IV	V	
1	6	1,2	-	-	10%	16%	74%	5 (84%)
2	6	1,2	8%	17%	-	-	75%	4,5 (75%)
3	6,25	0,8	36%	-	-	30%	34%	2,1 (34%)
4	3,3	0,65	38%	21%	4%	-	37%	1,35 (41%)

Pour différentes raisons (historiques, sociologiques), les exploitations n'ont pas les mêmes besoins de lutte contre l'érosion.

L'exploitation n° 3 se sent peu concernée par les techniques d'aménagement ; grande parcelle de bas-fonds, grande parcelle sur sable profond, il ne reste qu'une parcelle déjà dégradée mais sur laquelle le paysan n'a pratiquement rien fait, seulement quelques levées de terre qui disparaissent en cours de saison des pluies. L'exploitant n° 4 se trouve dans une situation analogue mais a déjà construit des cordons de pierres isohypses dans les parcelles sensibles à l'érosion. Sa motivation se justifie par le fait qu'il craint les excès d'humidité en bas-fond qui compromettraient ses récoltes. Ce même paysan a repris en 1986 une zone très dégradée en haut de pente avec cette même technique. Dans ce cas, le souci d'extensification et de répartition des risques (dans l'espace et selon le type de terrain) est très développé.

Le cas des deux autres exploitations est très classique -

la majorité des parcellaires se situe en zone à risque et la technique du cordon pierreux est perçue par ces deux paysans comme un préalable au semis - à moyen terme, l'objectif de ces paysans est d'aménager toutes les parcelles à fort ruissellement ainsi que de traiter les ravines.

2. Les réalisations entreprises

La technique la plus couramment utilisée est celle du cordon pierreux. Les réalisations du FEER ont à peu près disparu et il est difficile de retrouver la trace des diguettes. Les paysans n'apprécient guère ce type d'ouvrage qui s'érode facilement, se casse souvent et, parfois, cela provoque des zones sans pierre : l'exploitant n° 3, qui se trouve dans ce cas, a monté, avec sa charrue après une pluie ou à la pioche en saison sèche, des diguettes en terre. Sans entretien, et surtout sans fixation de la diguette par un végétal, cette opération a échoué dans presque tous les cas.

Le niveau de réalisation varie selon les exploitations. Deux paysans ont couvert les 3/4 de leur parcellaire en culture. Ce résultat encourageant doit être modulé par le fait qu'après construction, ces cordons pierreux sont très rarement entretenus. Les brèches ne sont pas réparées en saison sèche, les apports supplémentaires de pierres ne sont pas effectués lorsque le niveau d'atterrissement le demande. La technique du cordon pierreux est vue comme une technique de réhabilitation d'une parcelle dégradée. Les paysans sont généralement très motivés pour le traitement des ravines lorsqu'elles ne sont pas trop importantes et qu'elles traversent leur parcelle.

Tableau III : Etat d'avancement des travaux d'aménagement mars 86

	ha cultivé	Réserve foncière utilisable ou prête ha	ha à aménager (1)	Aménagements réalisés en ha					reste à faire	ravine à traiter
				DTR	FEER	PCN	TCN	total ha et % (1)		
1	6	2	5	1,4	(0,9) *	2,3	-	3,7 (74%)	1,3	oui, en cours
2	6	2,5	4,5	-	-	1,6	-	1,6 (35%)	2,9	oui, en cours
3	6,25	0	2,1	-	-	0,2	0,8	1 (47%)	1,1	non
4	3,3	3***	1,35	-	(0,8) **	1,21	-	1,21 (89%)	0,14	oui, en cours

DTR : cordon traditionnel en pierres
FEER : diguette en terre compactée (opération ORD/FEER)
PCN : Cordon de pierres en courbe de niveau
TNC : Diguette en terre en courbe de niveau

* Les diguettes compactées levées en 78 ont totalement disparu
** Les deux systèmes se chevauchent sur 0,8 ha

Les pratiques traditionnelles de traitement de ravines sont insuffisantes et l'objectif du paysan de boucher l'exutoire pour récupérer toute l'eau est souvent illusoire.

En appui à ces producteurs, nous avons développé expérimentalement un type de barrage filtrant en calloux et grillage (fig 4-A). Cette solution économise des pierres (donc du travail), stabilise le profil de la ravine et revient moins cher qu'un gabionnage, celui-ci devant être réservé aux grosses ravines.

tal aux aménagements physiques sont actuellement vains. Pourtant, les résultats de recherche permettent de faire des propositions dans ce domaine : semis de graminées pérennes (Andropogon, Conchrus), d'euphorbiacées, d'arbustes ou d'arbres. Après discussion, la plantation d'arbres utiles (karité, néré, acacia) semble être la solution la plus appréciée par les producteurs, mais la plus difficile à entreprendre du point de vue technique : la complantation d'arbres de grande taille (de 20 à 40 arbres/ha) ne peut de toute manière avoir l'effet de haie anti-érosive recherché.

Il apparaît clairement que les travaux de lutte contre le

ruissellement et l'érosion mené par ces paysans reflètent des objectifs à court terme (régénération de sol, amélioration foncière, augmentation de la surface cultivée) mais non de véritables entreprises d'aménagement à long terme. Cette constatation est à replacer dans le contexte socio-économique du pays Mossi du Yatenga. Les systèmes de production y sont ouverts vers d'autres horizons : Côte d'Ivoire, Sud-Ouest du Burkina (Bendit, 1982). L'exploitant n° 1, âgé de 65 ans, qui avait entrepris un travail d'aménagement considérable sans gros moyens depuis 5 ans, a préféré en 1986, cultiver dans la région Ouest du Burkina, délaissant ainsi ses champs du Yatenga. on peut imaginer la même situation avec les exploitants n° 2 et n° 3. Paradoxalement, l'exploitant n° 4, le plus âgé, est le plus disponible pour ces travaux et le plus conscient de l'intérêt du reboisement.

Néanmoins, ces quatre exemples montrent qu'il est possible de développer des techniques de DRS à la portée du paysan. Mais il faut se soucier maintenant de la large diffusion de ces techniques et de l'appui que le développement doit apporter (formation, moyens de transport, matériel). Les besoins d'aménagement de parcelles sont estimés à 200 000 ha pour le Yatenga (Billaz, 1979).

3. Appréciations et propositions venant des paysans : quelques perspectives pour la recherche

Outre le souci d'accroître leurs surfaces cultivables, les paysans ont, à travers la lutte contre le ruissellement et l'érosion, l'objectif de garder le maximum d'eau sur la parcelle. L'amélioration du profil cultural par le travail du sol n'est pas une priorité pour le paysan, car pour lui cette technique culturale est plutôt une pratique de sarclage. C'est donc en ralentissant le ruissellement que le paysan compte augmenter le stock d'eau sur sa parcelle.

1. L'évolution des pratiques paysannes de DRS

Les producteurs du Yatenga sont passés, en une trentaine d'années, de techniques traditionnelles (alignement de pierres, haies d'andropogon)... à des techniques d'aménagement global de la parcelle plus efficaces (cordons isohypses). Actuellement, les paysans recherchent de plus en plus à valoriser les eaux de ruissellement par des processus simples mais caractéristiques de climats semi-arides. Il n'est pas rare de rencontrer en bordure de parcelle, des diguettes en terre permettant de dévier l'eau de ruissellement vers les champs cultivés. D'autre part, on est frappé de voir dans le haut de la toposéquence des parcelles aménagées sur des sols squelettiques mais situées dans des débuts d'exutoires. On retrouve bien ici le souci de valoriser les terrains là où l'eau se concentre, augmentant ainsi, après aménagement, les chances d'une culture en année sèche.

Ces nouvelles stratégies vis-à-vis du ruissellement sont surtout perceptibles dans les terroirs fortement saturés et dégradés (quartier de Kerga à Sabouna) où l'aménagement de parcelles va de pair avec l'augmentation ou le maintien des surfaces cultivées.

2. Perspectives pour la recherche

Les observations faites sur les parcelles des producteurs ainsi que leurs suggestions nous ont permis de définir quelques problématiques de recherches (1985-86) : le captage et la gestion des eaux de ruissellement, la mise au point d'une technique de lutte contre le ruissellement dans les zones sans pierres, la fixation des aménagements physiques par des végétaux et les techniques de régénération des sols.

La gestion des eaux de ruissellement

Les zones très fortement dégradées de haut de pente, où le ruissellement dépasse 80% représentent d'assez grandes surfaces au Yatenga. L'idée ici est de valoriser les eaux venant d'impluvium de plusieurs hectares en les concentrant vers des parcelles cultivées de surface moindre situées en aval. Le captage des eaux se fait par de grosses digues en terre de 60 cm de hauteur situées dans la pente (fig. 4b)

Les premiers résultats montrent que les risques d'érosion peuvent être importants si l'aménagement en aval est insuffisant, mais que cette concentration d'eau entraîne la concentration des éléments fins emportés, au niveau du premier cordon de pierres. Ceci permet déjà au bout d'un an d'augmentation de la surface de la parcelle aménagée en remontant vers l'amont. Cette technique, peu valorisée en année humide, implique le "gel" de l'espace en amont où le ruissellement doit être maximum. Sur le même thème, des essais de déviation ont été entrepris sur le plateau de Mossi (programme allemand - CILLS).

L'amélioration des diguettes en terre compactée

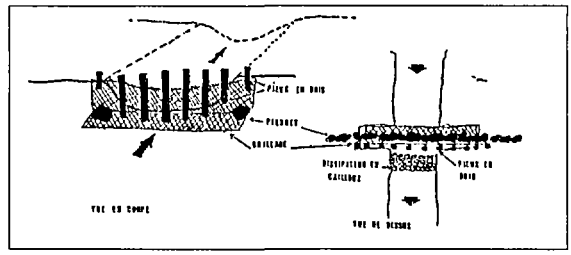
Sur propositions des paysans de Ziga, ce thème a fait l'objet d'expérimentation en 1986. Les risques de formation de brèches dans un système de diguettes en terre sont importants et favorisent ensuite l'érosion en ravine. Pour éviter cela, un système filtrant a été expérimenté (fig. 4.C). Les diguettes isohypses sont entrecoupées de filtres constitués d'une fascine en paille de céréale maintenue par des piquets. Cette fascine peut être remplacée après la première saison des pluies par une haie d'andropogon gayanus qui fera ensuite office d'obstacle filtrant.

En matière de lutte contre l'érosion, les problèmes posés aux techniciens restent nombreux. L'expérience accumulée depuis 20 ans montre que les propositions

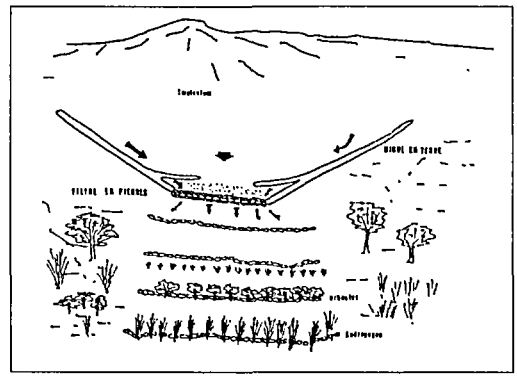
Fig. 4 - Expérimentation en DRS

a. traitement des petites ravines
b. concentration des eaux de ruissellement
c. amélioration des diguettes en terre compactées

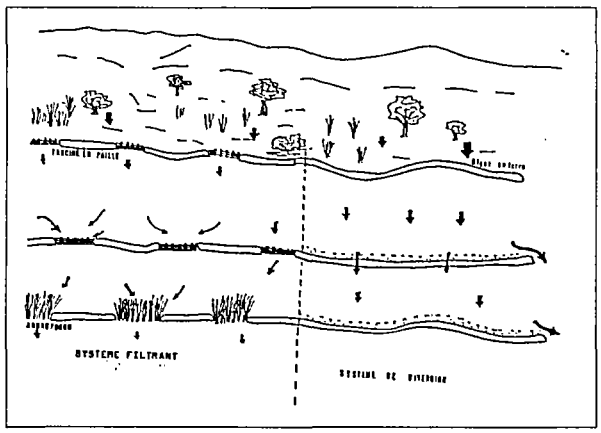
a.



b.



c.



techniques faites aux paysans doivent répondre à leurs objectifs et prendre en compte leurs suggestions.

III. CONCLUSION : DE L'AMENAGEMENT INDIVIDUEL A L'AMENAGEMENT COLLECTIF

Les opérations de DRS au Yatenga ont débuté par un vaste programme d'aménagement global 120 000 hectares (GERES). Au fil des années, la lutte contre le ruissellement et l'érosion est devenue le souci premier du producteur du Yatenga : améliorer ses parcelles, garder le maximum d'eau. Les efforts du développement ont permis de diffuser très largement les techniques de diguettes en courbres de niveau. Les expériences d'aménagement collectif ont eu, dans la plupart des cas, moins de succès que les opérations visant la parcelle du paysan. Pourtant, il est reconnu par tous que l'efficacité maximum des techniques de DRS est atteinte lorsque celles-ci concernent une grande partie du paysage : segment de bassin versant ou bassin versant dans sa totalité.

L'analyse de l'adoption des techniques de DRS au niveau de quelques villages montre qu'elle a été peut-être plus importante (par le nombre de personnes touchées) que l'adoption des techniques proposées antérieurement par le développement (culture attelée, fertilisation). Peu d'obstacles limitent actuellement l'extension de cette diffusion.

Tout d'abord par la formation, la sensibilisation des paysans. Premièrement, la proportion des eaux de ruissellement gérée par un système d'aménagement des parcelles cultivées restera faible car les phénomènes érosifs tendent à se concentrer dans les ravines ou dans les zones incultes. L'objectif des producteurs de garder un maximum d'eau doit rejoindre celui d'aménager l'ensemble du paysage. Deuxièmement, il faut tendre à revaloriser les espaces non cultivés, actuellement fortement dégradés. La mobilisation des paysans concerne uniquement les champs , mais ils sont consommateurs et demandeurs d'espaces à cultiver. Si la mobilisation collective n'a pas pu se faire (sans incitation au développement) sur les segments de paysage cultivés (sans doute à cause d'une appropriation très poussée du foncier dans cette région), peut-être est-elle envisageable sur les zones à vocation sylvo-pastorale ? La recherche du bois et du pâturage deviendra à moyen terme aussi problématique que celle de l'eau en saison sèche. Une sensibilisation bien abordée en vue de produire du fourrage pour l'élevage pourrait permettre de mobiliser collectivement les populations. De toutes les façons, ces ressources (ou nouvelles ressources) seront gérés collectivement à l'échelle des terroirs villageois. Outre les obstacles sociologiques à la diffusion de ces propositions, le référenciel technique pour l'amélioration de la gestion des espaces non cultivés est encore très incomplet.

Ce n'est pas seulement un travail d'amélioration de la gestion, de l'espace qu'il faut envisager pour le Yatenga (comme on pourrait le concevoir pour le Sud du Burkina), mais des interventions de régénération et d'amélioration de l'espace agraire. Ceci n'est envisageable si, au préalable, le problème de la maîtrise des eaux de ruissellement n'est pas résolu au niveau des bassins versants.

Conditions et premiers résultats de la prise en charge des aménagements de conservation des eaux et du sol au Niger

P. MARTIN

CIEPAC

RESUME

L'engagement des populations dans une stratégie de conservation des eaux et du sol commande la réussite et la pérennité des actions entreprises. Le succès de cette stratégie est conditionné par :

- la formation et l'organisation des populations dans le cadre d'une approche multisectorielle de planification à la base et d'aménagement du terroir ;

- la liberté des choix techniques et des calendriers d'exécution laissée aux exploitants en fonction de leurs possibilités et de leurs besoins ;

- la satisfaction rapidement accessible des besoins fondamentaux vivriers et monétaires ;

- au delà de ce revenu minimum, la nécessité de disposer d'un surplus disponible pour l'investissement ;

- la prise en charge par les populations du suivi-évaluation et de la maintenance sous le double aspect de l'entretien des ouvrages de protection ou de contrôle de l'eau, et de mise en culture des champs individuels selon les techniques appropriées.

La communication portera sur l'analyse des actions suivies ou évaluées par le CIEPAC au Niger et selon les critères définis ci-dessus.

Introduction

Les progrès spectaculaires de l'érosion hydrique et éolienne en pays sahéliens depuis une quarantaine d'années ont amené une prise de conscience des dangers de ce phénomène, qui s'accélère de plus en plus, par les gouvernants et les aides extérieures.

Depuis 1960, en s'inspirant des modèles américains et maghrébins, divers programmes ont été lancés et ont fait dans l'ensemble la preuve de leur capacité technique à contrôler les érosions. Mais deux points faibles sont apparus :

- l'insuffisance et souvent l'absence d'effet d'entrainement pour inciter les paysans à pratiquer sur leurs terres les méthodes testées.

- et plus grave encore, l'insuffisance de mise en valeur et d'entretien par les exploitants, entrainant une efficacité réduite des aménagements et leur faible durée de vie.

La prise en charge par les exploitants de ces terres protégées, le plus souvent déjà cultivées semblait lors de l'établissement des projets aller de soi et ne présenter aucune difficulté, d'autant plus que les travaux n'entrainaient aucune modification du statut foncier.

Les évaluations faites au bout de quelques années ont cependant révélé de graves lacunes dans la préparation de la plupart des projets : manque d'information et de participation des villageois concernés, insuffisances quantitative et qualitative de l'encadrement, surtout qu'aucune formation n'avait été donnée aux paysans, au moins à l'origine.

Les programmes ultérieurs ont tenu compte avec plus ou moins de succès de ces premières observations ; l'analyse des difficultés a montré que dans la plupart des cas, les conditions d'une véritable participation, basées sur une motivation précise, n'étaient pas remplies.

Nous proposons de passer rapidement en revue les principaux projets exécutés au Burkina Faso et au Niger, pour comparer les objectifs, les conditions de participation et d'organisation du village, les résultats obtenus.

I. Au Niger,

la région de l'Ader Doutchi Maggia (Département de Tahoua) s'était révélée particulièrement touchée par l'érosion, en raison d'un relief de plateau coupé de vallées aux flancs abrupts, d'un déboisement accéléré et d'une densité rurale très forte, parfois supérieure, dans les vallées, à 100 hab/km^2. Dans de nombreux sites, les paysans tentaient de lutter contre l'érosion par des alignements de pierres.

Le schéma d'aménagement régional (SMUH 1964-5) proposait des aménagements anti-érosifs sur 40 000 ha de terres cultivables, en excluant les zones de plateaux et les bassins versants de la partie nord, avec une pluviométrie de 300-400 mm/an, pour éviter de diminuer le ruissellement et de nuire ainsi au remplissage des barrages de retenue prévus (Ibohamane notamment).

1. Vallée de la Maggia 1965-1972

L'expérience du GERES au Burkina Faso, et l'implantation dans la vallée de la Maggia du Service National de l'animation au développement firent choisir dès le début de l'opération une large collaboration avec les populations. Une première phase d'information, avec l'utilisation de maquettes et réalisation de fossés-ados et petits barrages (stages de Kama-Kamo, Tama et Sambo Illyassou - 1965-6) fut suivie d'une réunion des représentants des villages pour déterminer les priorités guidant le choix des terres à aménager (réunion de Tama, novembre 1967). Ces priorités concernaient :

- petit bassin versant

- terres déjà cultivées et de bonne qualité

- demande et engagement formels du village pour fournir la main d'œuvre nécessaire au moment prévu.

Le Génie Rural (Sogheta) était chargé d'assurer l'assistance technique, en particulier le choix définitif des sites et le piquetage des courbes de niveau, la population se chargeant d'effectuer les travaux en investissement humain. Les terres aménagées restaient à la disposition des exploitants traditionnels.

Le premier chantier ouvert à Kore-Saïda en 1965-66 fut un échec : les villageois étaient partis en exode au Nigeria - considéré comme la seule ressource monétaire permettant le paiement de l'impôt. Trois ha seulement furent réalisés en investissement humain, le reste - 37 ha - exécuté au grader.

Les conventions de village :

La nécessité d'une ressource monétaire conduisit, après négociations avec les villageois, à l'adoption d'une **compensation pécuniaire** calculée de façon à donner au travailleur un montant sensiblement égal à celui que lui aurait rapporté son travail en exode. Pour éviter de créer un système d'ouvriers salariés, et donner à la rémunération la forme d'une prime d'aménagement, les montants calculés à partir du nombre de mètres linéaires exécutés et reçus comme conformes par le Génie Rural étaient remis à un "Comité villageois d'aménagement" choisi par les villageois et qui assurait la constitution et l'encadrement des équipes, la distribution de l'argent et, s'il l'avait voulu l'emploi pour des dépenses d'intérêt public d'une partie de cette somme.

En même temps, les essais menés à Kaouara et Allokoto fixaient les choix techniques sur le fossé ados-aval, avec revêtement de pierres sur le parement aval pour éviter les érosions ; seules les terres en forte pente et caillouteuses étaient traitées en murets. La correction des torrents (Kori) n'était envisagée que pour des cas particuliers, avec des ouvrages classiques de chutes sur le lit mineur.

Système technique et conventions de village permirent la réalisation, de 1967 à 1972 de 2 200 ha d'aménagements intéressant 12 villages. Son abandon à partir de 1972 est dû aux motifs suivants :

- motivation insuffisante de la population, plus attirée par la prime (portée de 25 à 30 FCFA le mètre linéaire) que par l'exploitation des terres - abandon de 40 % des superficies traitées.

- absence d'entretien, de réparation des brêches dans les ados ,

- dégradations dues aux érosions régressives à partir des Koris non traités,

- et surtout, résultats très médiocres de la campagne de 1971-72 sur les terres aménagées (coton = 0, sorgho et mil de 300 à 400 kg/ha, soit un supplément de moins de 50 kg/ha par rapport aux terres non aménagées).

Sans approfondir l'analyse, et sans tenir compte en particulier de la pluviométrie, la comparaison des résultats espérés (1 000 à 1 200 kg/ha) avec les résultats effectifs firent abandonner toute l'opération, sans chercher à l'améliorer ni à préciser les raisons d'une certaine désaffection des paysans pour les terres aménagées.

Les évaluations les plus récentes (1984 et 1985) montrent que la moitié des aménagements est cultivée chaque année, et bénéficie d'un entretien suffisant et de réparations sommaires ; les parties non cultivées - souvent les zones amont - servent de pâturage. Les multiples Kori, non traités, sont à l'origine de puissantes griffes d'érosion ; les barrages édifiés en quelques points ont tous été, soit emportés soit contournés et n'ont pas été réparés.

2. Badeguicheri 1972-1984

On aurait pensé que l'opération de Badeguicheri lancée en 1973 dans le cadre d'un vaste projet de développement intégré de cette vallée aurait tiré les leçons des difficultés rencontrées dans la maggia. Il n'en a rien été et Badeguicheri marque même un recul par rapport aux essais de participation de la Maggia. Les villages ont été informés et 40 ha ont été traités en dix ans par des équipes salariées. Aucune évolution dans les techniques appliquées, aucune correction des Koris. La protection des terres de culture a été assurée plus ou moins efficacement par des murets sur le haut des pentes, incultivables, et par endroit, par un fossé de garde avec diversion sur les exutoires naturels - ce qui a augmenté leur puissance érosive.

Les terres ont été laissées aux villageois, sans formation, sans organisation spécifique, sans petit matériel, et l'ensemble du réseau est très déterioré.

3. Stages villageois d'entretien et réparation

A la demande de l'Union Nigérienne de Crédit et de Coopération, plusieurs stages de formation à l'entretien des aménagements ont été organisés par le CIEPAC à l'intention des villageois et de l'encadrement (Allokoto dans la Maggia 1979, 80 et 82 - Roukouzoum dans la vallée de Badeguicheri en 1981 et 82). Les exploitants ont été formés à l'utilisation des tuyaux niveau d'eau, des triangles à clinomètre et à la fabrication de petits ouvrages anti-érosifs et de blocage des rigoles (chutes en fer à cheval en pierres sèches). A Roukouzoum, plusieurs Kori qui causaient de gros dégâts aux champs voisins ont été aménagés par des chutes en gabions : les villageois ont été rémunérés dans la mesure où ils avaient remis en état les fossés-ados et bloqué les débuts de rigoles dans leurs champs (3 jours payés et 3 en investissement humain par semaine).

L'arrêt de l'opération de productivité de Badeguicheri, en 1984, a entraîné l'arrêt des aménagements anti-érosifs dans la vallée.

4. Le projet Keita,

qui a débuté en 1984 a recherché la participation active des exploitants, tout en utilisant de gros moyens mécaniques, en particulier pour le transport des pierres. Le système fossés-ados revêtu à l'aval a été systématisé, mais s'accompagne d'une correction de certains Koris, de reboisement amont en cuvettes, et d'un encadrement et d'appuis pour la mise en culture des terres aménagées, pour la plupart abandonnées depuis la sécheresse.

Deux aspects particuliers à signaler :

a. une redistribution des terres par le Comité Villageois de Développement sous la surveillance du sous-préfet, en fonction du travail accompli par la famille, de sa composition, de son exploitation : c'est le seul cas où la CES s'accompagne d'intervention dans le domaine foncier ;

b. les travaux d'extraction des pierres, de construction des ados, leur revêtement sont effectués par des équipes féminines : devant la menace d'abandon des villages de la région de Wadey par le projet en raison de l'absence de main d'œuvre, les hommes étant partis en exode, les femmes se sont engagées à exécuter les tâches prévues à leur place, attirées (semble-t-il) plus par la distribution de vivres PAM que par d'éventuels profits agricoles : cependant, au vu des résultats de 1985-86 - plus d'1 t/ha de sorgho - la situation risque d'évoluer favorablement - mais il est trop tôt pour savoir si l'entretien sera bien assuré : les dégâts causés au dernier hivernage ont été réparés par le Projet, et non par les usagers.

Sur le **plateau de Laba**, le projet KEITA conduit une opération de récupération des glacis avec fossés-ados revêtus en utilisant sur chaque banquette les 2/3 amont de la surface comme impluvium, le 1/3 aval étant cultivé, le trop-plein éventuel d'eau étant évacué par des passages réservés. Cette technique, qui se rapproche d'un système traditionnel est intéressante, mais sa perfection coûte cher : environ 200 000 F l'hectare.

On peut encore citer quelques réalisations de CES sur des surfaces limitées : opérations de productivité de Tahoua (aménagement de la petite vallée de Keyda à Kalfou avec correction du kori), opération Banque Mondiale du haut bassin de Tama (qui n'intéresse pas les villageois ; ils avaient demandé un barrage pour reconstituer les épandages de crues - et les ouvrages de correction du kori - pourtant traités à partir de l'amont ont presque tous été tournés).

L'énumération de ces aménagements au Niger laisse une impression d'échecs successifs, et d'une certaine indifférence des cultivateurs devant cette situation. Et pourtant, les aménagements traditionnels de Gandari (les lignes de pierre traditionnelles) se sont multipliés ces dernières années, avec des améliorations techniques : les lignes d'épierrage sont souvent de niveau, leur construction est plus soignée, le gabarit plus grand et capable de résister à des averses plus fortes.

Mais à la différence du Burkina Faso, cette CES villageoise n'a pas reçu d'appui suivi en formation et en réalisations de la part d'ONG capables de perfectionner les technologies traditionnelles, d'apprécier les besoins et les désirs de la population, d'intégrer dans la vie socio-économique du village une opération de conservation de l'eau et de protection des terres en corrigeant au vu des résultats les techniques employées et leurs modalités d'application.

II. La prise en charge des aménagements par les utilisateurs

La séparation entre les techniques traditionnelles, mal connues et jugées insuffisantes, au regard de l'érosion, et les grands aménagements appuyés par des financements extérieurs n'est donc pas restée étanche et on a constaté des effets induits ; au Niger, dans la région de l'Ader Doutchi, les lignes de pierres ont été mieux construites, sont souvent plus hautes (2 rangées de pierres au lieu d'une) et respectent mieux les lignes de niveau ; au Burkina, le respect de la ligne de niveau est généralisé, grâce à l'emploi du tuyau d'eau ou du niveau de maçon et, dans les régions dépourvues de pierres, on trouve même de petits aménagements avec fossés-ados de moindres dimensions, mais plus rapprochés les uns des autres.

La prise en compte des techniques traditionnelles dans les grands aménagements - en particulier au Burkina - est récente et résulte de deux approches successives :

- la recherche des motifs entrainant les difficultés d'entretien et de mise en valeur

- la recherche des motivations prioritaires des exploitants.

1. Motifs avancés pour les difficultés d'entretien des grands aménagements :

- le gabarit trop important des ouvrages, fossés-ados ou murets, avec de trop grandes distances horizontales entre deux lignes (difficultés pour le sens du billonnage).

- médiocre valeur agricole des parties amont, nécessaires pour la protection du périmètre, mais demandant un gros travail de préparation du sol (d'où la pratique du sous-solage mécanique au cours des dernières années).

- superficies trop vastes dépassant les possibilités de travail et d'entretien du village (Sambo Tinga dans la Maggia 360 ha) et à plus forte raison des exploitants "propriétaires" lorsqu'il n'y a pas eu de réajustements fonciers par les autorités traditionnelles,

- implantation des périmètres sans tenir compte des passages de personnes et surtout des troupeaux,

- absence de correction des torrents (Niger) ou de traitement des exutoires (Burkina) entrainant des reprises d'érosion avec griffes d'érosion régressive dans les champs,

- disproportion entre le travail demandé dès la première année (mise en valeur et entretien) et le profit supplémentaire retiré, d'autant plus faible qu'une grande partie des aménagements a été faite pendant un cycle d'années sèches.

Ces différents motifs ont certainement joué un rôle, variable selon les lieux et les années. Mais les tentatives faites pour pallier ces difficultés n'ont eu que peu de succès et n'ont pas entrainé d'améliorations suffisantes dans la maintenance des surfaces traitées : à l'évidence, le fond du problème relevait d'une question de motivation, qui fut étudiée en particulier au cours des stages villageois portant à la fois sur les techniques et sur des analyses de situation par enquête-participation, au Burkina et au Niger, et par l'évaluation des résultats obtenus par les ONG au Yatenga et à Kaya.

2. Recherche sur les conditions de prise en charge : séminaire inter-Etats

Cette recherche fit l'objet de deux séminaires inter-Etat tenus à :

- Ouahigouya - Août 1982 (Burkina Faso, Niger) organisé par le CIEPAC et IPD/AOS

- Niamey - Mars 1984 (Niger, Burkina Faso, Sénégal) organisé par le CIEPAC et ENDA

a. Ouahigouya

Au niveau des motivations, il résultait des enquêtes et de la pratique des ONG actifs dans le domaine de la CES (Projet Agro-forestier, Oxfam, Projet DRS, Caritas) que les techniques imposées par les grandes opérations **ne correspondaient pas aux besoins prioritaires des exploitants** : ceux-ci demandaient l'amélioration de l'approvisionnement en eau, en particulier pendant ces années de sécheresse, par le stockage sur place de l'eau de pluie, son infiltration, si possible la récupération des eaux amont, donc un système freinant l'eau, acceptant les écoulements en nappe provenant de l'amont, pentes et glacis - alors que le système fossés-ados est imperméable, ne concerne que la pluie tombée sur la parcelle et vise surtout à bloquer l'érosion : avec une pluviométrie de 300 ou 350 mm, les rendements en sorgho et même en mil sont forcément médiocres.

En fait, le sigle CES amalgame deux objectifs : la conservation de l'eau, la lutte contre le ruissellement (ce

que recherchent les paysans en priorité) et la conservation du sol, lutte contre l'érosion (ce que cherchent en priorité les aménagements de bassins versants). Si les techniques de lutte sont les mêmes dans leurs principes, les applications différent en fonction des priorités : on a même pu dire (Baker au Kenya) que "la terre avait été protégée contre les gens".

Ces priorités différentes peuvent être atténuées lorsque la pluviométrie est suffisante, d'autant plus que les paysans sont aussi très conscients des dangers de l'érosion... mais leur survie est liée à la récolte de l'année en cours, au court terme et non à un avenir plus ou moins lointain. On s'explique mieux les réticences des exploitants devant les aménagements : l'erreur a été de confier aux paysans la maintenance d'un périmètre **allant contre leur intérêt immédiat** et n'intégrant pas leur système de culture adaptée à la sécheresse, qui a fait ses preuves en leur permettant de survivre - plus ou moins facilement - depuis des dizaines de siècles.

Sur le plan technique, les résultats obtenus par les ONG, les travaux de l'IPD/AOS à Sabouna, le stage préparatoire du CIEPAC à Somiaga montrèrent la validité des techniques traditionnelles améliorées par l'utilisation d'un niveau de maçon, ou d'un tuyau-niveau d'eau pour tracer des courbes strictement de niveau. Les mesures de rendements, malheureusement peu nombreuses montraient des résultats supérieurs de 20 à 140 % aux témoins non aménagés et variant pour le sorgho de 370 à 1 280 kg/ha, moyenne générale 729 kg/ha. Ces chiffres sont comparables à ceux obtenus en Chine (District de Chang-Wu) avec un accroissement des récoltes céréalières de 30 % (Mazingira - Oct. 85 biblio n° 5).

Les temps de travaux varient de 12 à 60 hommes/jour à l'hectare pour les diguettes en cailloux, de 10 à 37 hommes/jour/ha pour la confection de micro-bassins ou croissants de lune en terre (cf. C. Reij Biblio n° 7).

b. Niamey

Ce séminaire, décidé à la fin de celui d'Ouahigouya avait pour but de comparer les différents systèmes traditionnels et leurs résultats, pour une approche **économique** de l'aménagement au niveau de l'exploitant, d'étudier la complémentarité entre grands aménagements anti-érosifs et aménagements individuels ou villageois, enfin de rechercher comment réhabiliter certains périmètres des programmes précédents en associant la correction des koris et la remise en état des champs cultivés.

Sur le premier point, le séminaire a pleinement confirmé les chiffres réunis à Ouhigouya, mais a également révélé la difficulté d'obtenir des chiffres complets sur plusieurs années. Des études précises sur les ruissellements des terres aménagées, les suppléments de rendement sont nécessaires (elles viennent d'être entreprises par l'ORSTOM) ; la complémentarité - ou mieux le relai par de grands aménagements - devra par la force des choses être envisagé dans le cadre d'une planification régionale ; enfin la réhabilitation des anciens aménagements, en particulier au Niger doit faire intervenir à la fois la puissance publique pour la correction des cours d'eau, et les exploitants pour la remise en état de leurs champs, des petits ouvrages, en particulier le blocage des rigoles et les réparations aux fossés-ados et aux murets.

Conclusions

Au terme de ces études et de ces réflexions, le succès d'opérations de CES prises en charge par la population paraît reposer sur un certain nombre de conditions, mal connues et pourtant mal respectées lors des grands programmes des 25 dernières années. L'aménagement doit :

1. Correspondre à un besoin prioritaire bien défini et reconnu comme tel - dans le cas du Sahel, augmenter l'approvisionnement en eau des plantes.

2. Sataisfaire au meilleur compte et à court terme les besoins vivriers et monétaires ; la CES ne peut pas faire l'objet d'une opération sectorielle, mais doit tenir compte des autres potentialités - notamment des cultures maraîchères de saison sèche : elle doit être un élément d'une planification à la base et de l'aménagement du terroir ; les paysans sont très sensibles à la dégradation de leur environnement, accéléré ces dernières années et sont presque partout prêts à lutter pour l'arrêter.

3. Marcher au rythme des exploitants en laissant la plus grande liberté possible de choix des techniques et de calendrier ; il ne faut pas oublier que la plupart d'entre eux ne disposent d'aucune réserve, et que la sécurité les oblige à minimiser les risques, ce qui nuit à toute innovation, et incite à porter le maximum d'effort sur le secteur traditionnel : la CES exige du temps, en particulier pour l'entretien, au moment où le paysan est le plus sollicité par les sarclages.

4. Cette agriculture de survie explique l'impossibilité d'aménagement des Koris en investissement humain lorsqu'il est en concurrence avec une tâche rémunérée ; le système des Conventions de village et de la compensation pécuniaire au Niger avait l'avantage de maintenir les hommes au village et de permettre les travaux - avec le risque, difficile à mesurer - de voir dans l'opération un profit monétaire immédiat et assuré, entrainant l'absence de motivation pour exécuter par la suite un entretien "gratuit".

5. Cette même difficulté se retrouve dans la "réhabilitation" des anciens périmètres. Le système testé à Roukouzoum (Badeguicheri) jumelant travail gratuit

sur les champs et travail rémunéré pour la correction des torrents a bien fonctionné, mais l'attrait de l'argent n'a-t-il pas été le moteur de l'opération ? Certains champs n'ont pas été cultivés, et les barrages édifiés n'ont pas été entretenus au cours de l'hivernage suivant, et certains ont été contournés...

6. Une véritable prise en charge ne pourra s'effectuer que lorsque les exploitants auront vu, et mesuré, le supplément de récolte donné sur les terres aménagées, cultivées avec autant de soin, sinon plus que le reste de l'exploitation. C'est déjà le cas sur certains terroirs du Yatenga, où la pression démographique est forte : on peut espérer que de tels exemples se répandront et seront suivis par tous.

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

A. Généralités, bibliogr.

1. BICHET (E) et MARTIN (P) - Collecte, stockage, utilisation des eaux pluviales dans les pays du Sahel : bibliographie sélective et analytique Paris IRFED - 99 p.
Mise à jour chapitre CES - CIEPAC Séminaire de Niamey 1984

2. CIEH:MARTIN (P) : CES : Livret pratique d'entretien et de réalisation de petits ouvrages, Ouagadougou 1980, 25 p.

3. CEFIGRE/MARTIN (P) - Cours international sur l'évaluation, l'aménagement et la gestion des ressources en eau : Conservation des Eaux et du Sol, Sophia Antipolis - Avril 1985, 20 p.

4. ENDA - Initiatives paysannes au Sahel - Environnement africain, Série Etudes et Recherches n° 97/98 - Nov-Déc 1985 Dakar - 130 p.

5. MAZINGIRA - Vol 8 n° 5 Sept-Oct 1985 : La Chine recueille les fruits de sa campagne en faveur des sols (p. 3).

B. Burkina Faso

6. DABIRE (B) LIDON (P) Etude sur le ruissellement et l'érosion à Sabouna, 1980. Evaluation des techniques de lutte, Ouagadougou IPS/AUS, 166 p.

7. REIJ (C) L'évolution de la lutte anti-érosive en Haute Volta depuis l'indépendance vers une plus grande participation de la population - Amsterdam 1983 - Université Libre, 84 p.

8. OXFAM:WRIGHT (P) La gestion des eaux de ruissellement - Projet Agro-forestier Ouahigouya 1984

C. Niger

9. Rép. Niger, Service de l'Animation Tahoua : Rapport des opérations de CES Tahoua 1967-68, 56 p. + annexes.

10. Rép. Niger, MARTIN (P) Evaluation des opérations d'appui aux collectivités villageoises - Niamey CGD 1971, 12 p.

11. FUNEL (JM) Développement régional de l'Ader Doutchi. Résultats de la campagne agricole de 1971 sur le périmètre de CES - Tahoua, 54 p.

12. MARTIN (P) Amélioration des disponibilités en eau en milieu rural nigérien in Environnement Africain n° 14-15, 1980 p. 617-633.

13. OUATTARA (M) Bilan des études et recherches en CES au Niger - Institut du Sahel, Bamako 1984, 31 p.

14. FAO Centre d'investissement - Niger : Projet de Développement Rural à Illela et Kouni - Rome 1985.

Problèmes posés par l'aménagement des terroirs en zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale

E. ROOSE

ORSTOM

RESUME

Depuis les années 1950, on a constaté une dégradation des paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale. La cause principale se trouve dans la croissance démographique qui entraîne d'une part l'extension des surfaces cultivées, la disparition des jachères, la surcharge en bétail et l'épuisement des sols, et, d'autre part, l'émigration saisonnière ou de longue durée : on n'a pas trouvé, jusqu'ici, de système de production intensif stable.

Or, l'état de crise généralisé entraîne une restriction de la capacité des pays accueillant traditionnellement les émigrants. Les conditions politiques sont mûres pour une promotion régionale du développement rural par ses propres forces. Par ailleurs, il est clair que l'intensification de la production en zone semi-aride passe obligatoirement par la maîtrise de l'eau, non seulement sur les zones irrigables (peu étendues) mais aussi sur les versants où se développent les cultures pluviales (surfaces dix fois supérieures) d'où s'échappe une masse considérable d'eaux de ruissellement (KR 20 à 40 % des pluies), de terre et d'éléments fertilisants érodés.

Face à cet énorme problème, on a voulu mobiliser de gros moyens mécaniques et appliquer telles quelles des méthodes anti-érosives importées des pays développés. Devant l'échec de telles entreprises (ex. GERES), on a cherché à intéresser les populations sans changer de technique. Bien que des progrès sensibles aient été réalisés, on n'a pas atteint en dix ans un impact suffisant sur l'étendue du problème. Plus grave, les aménagements ne sont pas entretenus, la méthode contestée et sa diffusion est nulle. Seule la prise en charge par les paysans eux-mêmes peut résoudre assez vite ces problèmes de dégradation des terroirs. L'Etat pourrait intervenir pour organiser la formation des cadres et favoriser une politique des prix (des produits agricoles, des intrants).

Actuellement, grâce à diverses ONG, différentes méthodes traditionnelles de conservation de l'eau sont remises à l'honneur et améliorées qui permettent une maîtrise des eaux pluviales aux champs (rain farming) ou même la récupération des eaux ruissellant d'amont (run off farming) pour abreuver le bétail et fournir une irrigation d'appoint aux cultures de soudure. Mais cette approche individuelle à l'échelle de la parcelle n'est qu'une première étape. Pour être pleinement efficace, l'aménagement doit s'inscrire dans un cadre plus vaste (bassin versant) et s'appuyer sur le développement intégré des cultures, des arbres et de l'élevage.

INTRODUCTION

Depuis les années 1950, et plus spécialement depuis la longue période sèche, on constate une évolution profonde des paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale : dégradation de la végétation (disparition d'arbres et même de graminées pérennes), dénudation, encroûtement puis décapage des sols, augmentation du ruissellement, ravinement des versants, changement du régime d'écoulement des rivières, baisse du niveau des nappes et finalement aridification du microclimat régional (MULLARD et GROENE, 1961 ; MARCHAL, 1979 ; ROOSE, 1985). Les causes principales sont les pressions démographiques (trop forte charge en hommes et en gros bétail pour une potentialité de production très variable) et socio-économique (extension des surfaces défrichées, dessouchées et labourées mécaniquement en vue de cultures industrielles ou vivrières, sur pâturage, feux de brousse, etc...). La sécheresse plus longue que d'habitude n'a fait qu'accélérer le déséquilibre entre la biomasse produite et les besoins de consommation (PEYRE de FABREGUE, 1985).

Face à cette dégradation des terres, une méthode anti-érosive classique a été largement préconisée, celle des terrasses de diversion des eaux de ruissellement vers les exutoires aménagés (BENNET, 1939 ; FAO, 1967 ; HUDSON, 1973 ; CTFT, 1980). Devant les échecs plus ou moins caractérisés de cette approche en milieu paysan ouest-africain, une analyse des principes de base, des résultats de mesure et des observations de terrain pourrait débloquer le problème. Une autre approche peut être suggérée qui s'appuie sur la pratique traditionnelle des microbarrages perméables (ligne de paille ou de pierres, bandes enherbées, haies vives, rideaux d'arbres, etc...), la fertilisation organique localisée, la plantation d'arbres et l'amélioration des réserves hydriques (ROOSE, 1985).

Mais les problèmes de conservation de l'eau et des sols ne sont pas **seulement** dans le choix de méthodes efficaces, judicieusement adaptées au milieu physique (agressivité du climat, fragilité des sols, topographie) et au milieu économique (moyens financiers, main d'œuvre disponible, rentabilité des aménagements) ; ils sont profondément humains, enracinés dans les habitudes ancestrales (ex. travail intense du sol chez les Senoufos, travail très superficiel chez les Mossi), liés aux relations entre agriculteurs sédentaires, éleveurs semi-nomades et à la proximité de la ville (commercialisation des produits et en particulier du bois).

L'objectif de cette note est d'attirer l'attention des chercheurs et des développeurs sur la nécessité absolue de s'appuyer sur l'intérêt immédiat du paysan individuel pour des techniques d'aménagement qui exigent de sa part un gros investissement en travail. Techniques simples dont il doit être entièrement maître ; techniques souples qu'il peut étendre à son rythme, mais techniques efficaces qui augmentent immédiatement le rendement de sa terre et sa sécurité pour l'avenir.

Si l'on est aujourd'hui amené à passer par l'échelle des champs individuels pour résoudre les problèmes posés par le ruissellement à l'échelle du paysage, c'est essentiellement pour sensibiliser le paysan. Il faut cependant restituer ce problème dans un cadre plus global, celui du développement harmonieux des productions animales, industrielles, vivrières et forestières.

I. LE MILIEU SOUDANO-SAHELIEN EST FRAGAILE

Les **précipitations** annuelles décroissent de 1000 à 400 mm vers le Nord mais elles ont diminué de 250 mm en moyenne ces dix dernières années. Les pluies tombent en 4 à 6 mois avec des intensités très élevées (55 à 80 mm/h pendant 30 minutes) en comparaison avec la faible capacité d'infiltration des sols. Les averses journalières atteignent 60 à 75 mm tous les ans et 150 mm tous les 50 ans (BRUNET - MORET, 1963). L'indice d'érosivité des pluies "RUSA" diminue de 500 à 200 à mesure qu'on se rapproche du Sahel (ROOSE, 1977-80).

Les paysages les plus fréquents sur granite et sur grès (voir fig. 1) sont formés d'un plateau cuirassé plus ou moins vaste, d'un court éboulis de blocs, d'un long glacis gravillonnaire recouvert d'un voile sablo-limoneux de plus en plus épais, d'un bourrelet de berge et du lit mineur souvent encaissé. La majorité des pentes sont faibles (0 à 3 %) mais très longues.

Les sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés et hydromorphes en profondeur et les sols bruns plus ou moins hydromorphes ou vertiques de bas de pente sont pauvres chimiquement (carences N-P... parfois K, pH 6 à 4) et de structure instable (peu de matière organique, beaucoup de limons et sables fins). Dès qu'ils sont dénudés, il se forme en surface une croûte (de battance ou de sédimentation) très peu perméable (moins de 10 mm/h). Après quelques années de cultures (coton, arachide, niébé, ou divers haricots alternant avec sorgho, maïs, mil, fonio) avec labour et deux sarclo-buttages par an exécutés avec la traction bovine, il se forme vers 12-15 cm une semelle de labour impénétrable aux racines (compacité, pH, carence ou toxicité ?). Les jachères sont en voie de disparition, trop courtes et trop surpâturées pour être efficaces et régénérer la fertilité des sols.

Les cultures laissent très peu de résidus : les tiges de cotonnier sont brûlées, les fanes d'arachide et autres légumineuses sont utilisées comme fourrage, les feuilles de céréales sont broutées sur place et les tiges restantes utilisées pour quelques travaux artisanaux.

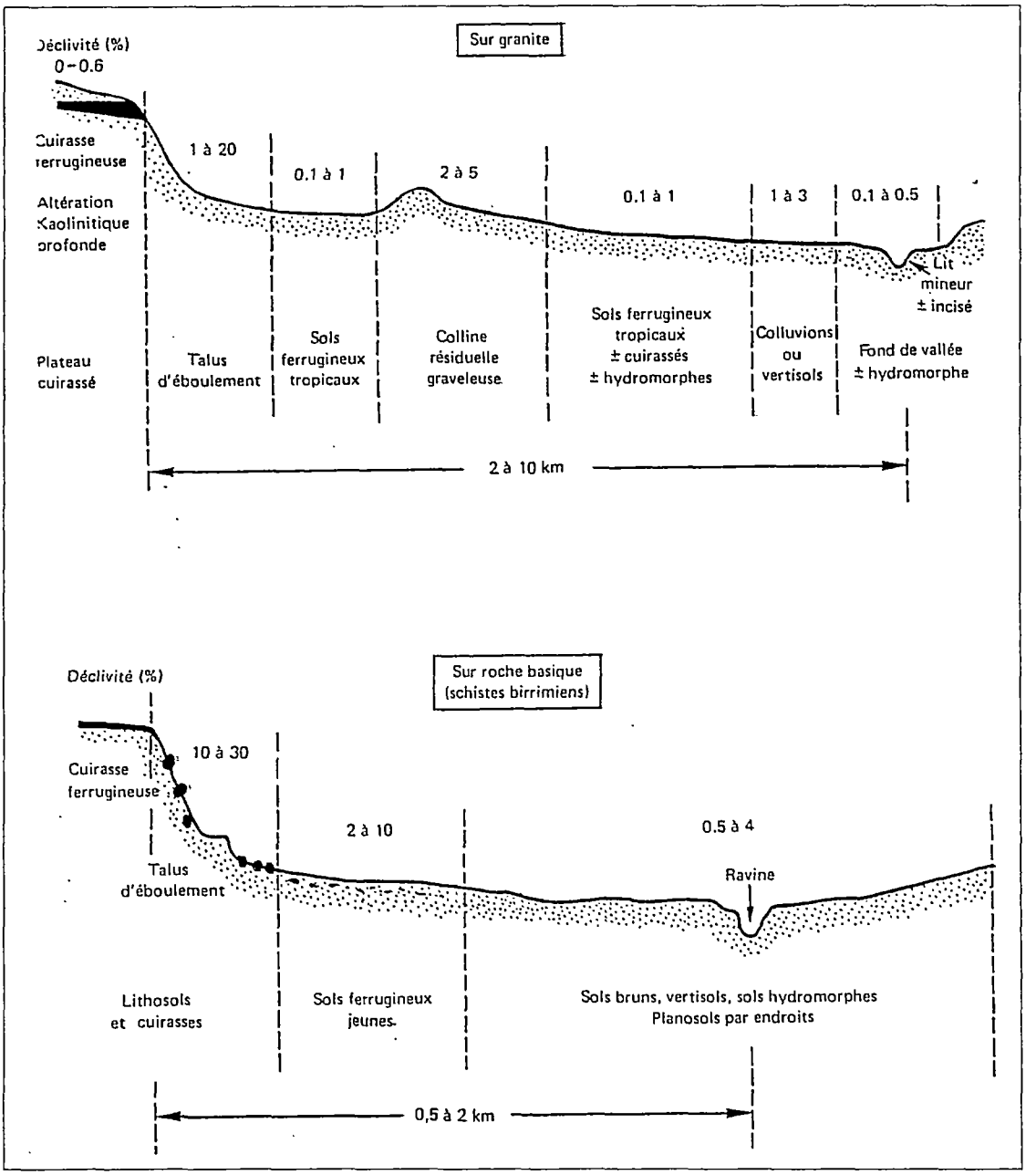
La végétation, une savane arborée assez dense à l'origine, a été terriblement dégradée ces dernières années du fait de l'extension des cultures, du ruissellement et de la baisse de niveau des nappes, des énormes besoins en bois de feu et de surpâturage. Les troupeaux se sont beaucoup développés durant les années humides dans tout le Sahel ; aussi durant la période sèche, la biomasse produite en diminution, n'arrive plus à nourrir à la fois les troupeaux du village et les troupeaux transhumant du Sahel vers des zones plus humides (BALLAM, VAN CAMPEN, 1985).

Les mesures en parcelles d'érosion (100 à 5000 m^2) (ROOSE, ARRIVETS, POULAIN, 1979 ; ROOSE et PIOT, 1984 ; LIDON et al., 1982 ; PIOT et MILLOGO, 1980) sur quatre stations situées à moins de 100 km de Ouagadougou ont montré :

- un très fort ruissellement sur les versants, intolérable dans ces régions où les cultures manquent cruellement d'eau pour terminer leur cycle.

Ruissellement annuel de :
40 % sur sol nu

Figure 1 - Toposéquences fréquentes en zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale



20 à 30 % sur cultures sarclées ; sorgho, mil, coton
0,2-2-20 % sur vieilles jachères protégées, feu précoce, feu tardif

Ruissellement de 60 à 70 % lors des fortes averses sur sol peu couvert (savanes dégradées, mil sorgho, sol nu).

- des pertes en terre relativement modérées (0,1 à 20 t/ha/an), vu la faible inclinaison des pentes (0,5 à 2 %) mais érosion extrêmement sélective vis-à-vis des colloïdes (matières organiques, argile + limon) et des nutriments. Sous cultures relativement intensives (labour + deux buttages + engrais), les pertes en terre (2 à 14 t/ha/an) ont tout de même dépassé largement la limite admissible pour des sols qui se reconstituent lentement (Tolérance = 1 à 2 t/ha/an).

Ces résultats ont été confirmés à l'aide des simulateurs de pluie qui ont montré en outre, que plus les sols sont instables, plus ils sont érodibles, plus l'effet bénéfique du travail du sol sur l'infiltration est limité dans le temps (40 à 160 premiers mm de pluie) (ROOSE, 1977 ; COLLINET VALENTIN, 1979).

II. LES PROBLEMES DE DEGRADATION DU MILIEU RURAL

Suite à l'évolution des besoins en terre, en bois et en fourrage, nous examinerons ici les conséquences sur l'ensemble du terroir.

1. Extension des cultures ou intensification ?

Face aux risques climatiques et à la pression démographique, la stratégie villageoise s'est orientée vers différentes issues complémentaires :

1. L'émigration temporaire (en saison sèche) ou de longue durée vers des régions à plus haut potentiel de rentabilité du travail. Il s'en suit un affaiblissement des forces vives des terroirs d'émigration, contrainte dont il faut tenir compte dans le choix de la méthode d'aménagement. C'est une des raisons de la faible extension de certaines méthodes (ex. construction de diguettes et entretien des fossés de diversion).

2. L'extension des surfaces cultivées grâce à la culture attelée ; dispersion dans l'espace (vers des sols de plus en plus pauvres) et dans le temps des cultures (plantations précoces, normales et tardives de diverses variétés), quitte à maîtriser assez mal les adventices. Il s'en suit un défrichement et un dessouchage (indispensable pour la mécanisation) de terres de plus en plus fragiles donnant des rendements faibles mais réguliers. A la longue les terres épuisées sont trop dégradées pour que la régénération naturelle puisse être efficace : l'horizon humifère sableux étant décapé, les sols sont encroûtés, compactés et sujets à un tel ruissellement que les graines sont balayées et que les buissons survivants dépérissent par manque de pénétration des pluies dans le profil. D'où une extension régulière des zones dénudées : par exemple les Zipélé du Yatenga.

3. La mise en culture des bas-fonds qui étaient traditionnellement voués au pâturage en saison sèche : au lieu d'un fourrage vert de bonne qualité, ces zones n'offrent plus que les pailles sèches des céréales. D'où des tensions avec les éleveurs, un surpâturage des zones hautes de parcours et une érosion linéaire des terres humides souvent fragiles (MIETTON, 1980-86). De plus, en zone sahélienne, ces champs de bas-fonds doivent être protégés contre le bétail errant (barrière d'épineux) ce qui entraîne une dégradation des épineux (ex. Mare d'Oursi, CLAUDE, GROUZIS, comm. orale 1986 ; CHEVALLIER, CLAUDE et al., 1985).

4. L'intensification de l'exploitation des champs cultivés : il ne s'agit pas, généralement, de produire le plus possible en augmentant les intrants, mais de réduire les temps morts (diminution et souvent suppression du temps de jachère), de diversifier la production (rotation continue entre céréales et cultures de rente) et d'exploiter le maximum de produits commercialisables (résidus de culture comme fourrage, pailles et bois combustible, pailles pour l'artisanat, cendres pour le savon, etc...).

a) Le travail du sol, indispensable sur les terres compactes et peu perméables, augmente l'infiltration pendant un temps limité (couvrant 40 à 160 mm de pluie, selon la stabilité structurale de l'horizon travaillé). Par contre, l'énergie dépensée diminue la cohésion du matériau et sa résistance à l'érosion. De plus, ce travail du sol induit une différenciation hydraulique entre une couche travaillée homogénéisée et grossièrement poreuse à l'origine et les horizons plus profonds (souvent plus argileux) du sol dont les voies principales de circulation des eaux (macropores et fissures) sont écrasées par la pression des engins (semelle de labour) et colmatés (apport de limons par les eaux d'infiltration au fond de l'horizon labouré). Les cultures dont les racines sont cantonnées dans la couche travaillée souffrent d'un pédoclimat plus sec que les arbustes de la brousse qui plongent leurs racines dans les horizons plus profonds.

Le bilan n'est positif que si le sol est suffisamment stable (associer l'enfouissement de matières organiques avec le travail du sol) et capable de stocker l'eau (sur sols gravillonnaires les réserves hydriques sont trop limitées) ; il faut aussi que le couvert végétal soit assez dynamique pour coloniser rapidement la macroporosité créée artificiellement et pour couvrir la surface du sol avant la formation d'une croûte de battance peu perméable.

b) L'usage des engrais chimiques est délicat (besoin variable d'un champ à l'autre, d'une culture à l'autre, risque d'envahissement par les adventices, risque d'acidification du sol) et coûteux (valorisation des ressources locales) ; il n'est valorisé que si l'alimentation hydrique et la maîtrise des adventices sont assurées. La fumure organique appelle une maîtrise du ruissellement et de l'érosion qui entraînent des pertes sélectives d'eau, de nutriments et de colloïdes organiques et minéraux. Très généralement la fumure (organique et minérale) n'est utilisée que parcimonieusement sur la culture de rente et elle ne compense pas les pertes par érosion, par drainage ni par l'exportation (surtout si on exporte les résidus de culture : ROOSE, 1980).

Il s'en suit que l'intensification de l'exploitation aboutit souvent à moyen terme à la dégradation chimique (appauvrissement et acidification) et physique (tassement, instabilité, encroûtement) des terres. Lorsque les rendements ne justifient plus le travail du sol, ces terres sont abandonnées à l'érosion et au ruissellement qui décape l'horizon humifère et dénude un horizon compact, encroûté, complètement fermé (et mort). A cause du manque d'eau et de la divagation du bétail, même les souches finissent par crever. L'intensification et l'extension des cultures aux terres fragiles aboutissent donc au même résultat : l'extension des zones dénudées, désertifiées.

2. Les arbres et les besoins énergétiques

Tant qu'ils sont sur pied, les arbres de la brousse n'ont

pas de valeur marchande et n'appartiennent à personne : tout le monde peut donc les exploiter. Ce n'est qu'à l'état de fagots qu'ils appartiennent à quelqu'un. A court terme, le cultivateur a donc intérêt à couper le bois (concurrent pour les cultures) et à exploiter son énergie (fagots) ou ses cendres (engrais) : il conçoit mal qu'il faille en replanter pour protéger l'environnement.

Par ailleurs, c'est le Service des Forêts situé en ville, qui attribue le droit de coupe, moyennant de faibles redevances. Sur les terres qu'il loue à la communauté villageoise, le paysan n'a donc pas la certitude de jouir du fruit de sa plantation : il risque même de se voir reprocher une tentative d'appropriation des terres communautaires s'il investit dans l'aménagement et les plantations arborées. D'où un intérêt mitigé pour les plantations forestières à but écologique et le mauvais entretien des bois villageois ; par contre, on observe la réussite des plantations dans les jardins privés.

La demande en bois de chauffage et de service (1 m^3/ha/an) augmente aussi vite que la population (double tous les 20 à 40 ans) alors que la production naturelle de bois de ces zones sèches est faible (0,1 à 0,5 m^3/ha/an). La crise du bois de feu, source énergétique du pauvre, est déjà évidente autour des villes (il absorbe 30 % du revenu moyen à Ouagadougou) ; la corvée bois exige de plus en plus de temps dans les villages (REIJ, 1983 ; GORSE, 1985).

Dans cette zone soudano-sahélienne, les plantations industrielles ne sont pas rentables et les petits bois villageois ne sont pas entretenus car la propriété des produits n'est pas précisée (REIJ, 1983). Par ailleurs, les arbres ont besoin de sols profonds pour produire en quantité : il y a donc concurrence avec les cultures. Or, pour lutter contre l'érosion éolienne, pour produire bois, feuilles, fruits, fourrages, pour remonter les éléments nutritifs et les concentrer dans l'horizon superficiel du sol et y entretenir un certain taux de matières organiques, il est indispensable de conserver un minimum de recouvrement arboré (20 %). Une solution consiste à associer aux cultures des haies vives des lignes d'arbres rustiques à vocations diverses, à faible densité, et de les élever (taille des branches et des racines). Il s'agit non pas d'une perte de terre cultivable, mais d'une diversification de la production, améliorant la stabilité de l'environnement. La difficulté de la généralisation de cette solution provient de la divagation des animaux (grillage = 500 000 FCFA l'hectare, et la coupe des épineux entraîne une nouvelle dégradation) et des problèmes de propriété communautaire des terres et des arbres.

3. Divagation des animaux

Traditionnellement en saison humide, les troupeaux du village sont gardés par un berger hors des zones cultivées. Mais dès que les récoltes sont terminées, les troupeaux peuvent paître les résidus de culture et divaguent en fait sur tout le terroir (contrats de pâturage contre la fumure des parcs de nuit). D'où l'impossibilité de régénérer certaines espèces arborées : les peuplements existants vieillissent mais ne se renouvellent pas.

Depuis l'extension des cultures aux terres marginales et aux bas-fonds, le fourrage disponible est nettement insuffisant en saison sèche pour maintenir les troupeaux du village et les transhumants. Il en résulte une dégradation progressive des aires de parcours (diminution d'espèces arbustives ou herbacées pérennes) et une grande difficulté de régénération des espèces arborées (broutage des semis et jeunes sujets). Parallèlement à la dégradation du couvert végétal, on observe un dessèchement du microclimat et une augmentation des risques d'érosion par le vent et par l'eau.

L'association plus ou moins intime de l'élevage et de l'agriculture peut également avoir des conséquences favorables ou non sur la dégradation des sols. QUILFEN et MILLEVILLE (1983) ont commenté le rôle du bétail ramassant sur les parcours les matières végétales et concentrant les facteurs de fertilité sur des zones choisies (contrats de fumure). Par contre, le piétinement et l'exportation des litières naturelles et des résidus de culture ont un impact certain sur l'activité de la microflore et de la mésofaune du sol entraînant la dégradation des propriétés physiques de la surface des sols (encroûtement, tassement et réduction de l'infiltrabilité).

Traditionnellement, le troupeau a un rôle de Caisse d'Epargne. Dès qu'il se dégage un excédent monétaire, après satisfaction des besoins immédiats de la famille, le reliquat sert à augmenter le nombre de bêtes pour faire face aux aléas climatiques (pluies irrégulières) ou sociologiques (fêtes, mariages, funérailles, etc...). D'où une multiplication remarquable du bétail pendant les décades humides précédant la sécheresse actuelle.

Il en résulte aujourd'hui une nette détérioration de l'infiltrabilité des zones pâturées, l'organisation de passages d'eau de ruissellement provenant des hauteurs (généralement rocheuses ou cuirassées), le développement d'une érosion en nappe ravinante traversant les zones cultivées (glacis limoneux-sableux) en provoquant de nombreux désordres : décapage ou appauvrissement des horizons humifères, transport sélectif des éléments fertilisants (matières organiques, fumier, nutriments minéraux) déterrement des jeunes plants, destruction des billons, coupure des blocs de culture mécanisée, dépôts de sables stériles colluvionnant en bas de pente, coupure du réseau routier, rupture des ponts et barrages, érosion linéaire des lits de rivières, abaissement des nappes, etc...

4. Conséquences

C'est à l'ensemble "cultures extensives, surpâturage et défrichements abusifs" qu'il faut attribuer la dégradation des paysages : c'est donc tout le système de production qu'il faut corriger pour réduire le ruissellement et l'érosion (considérés comme un signal de mauvais fonctionnement) et pas seulement quelques structures anti-érosives (DRS) plaquées sur un mode de gestion en pleine révolution.

Les villageois (souvent cultivateurs et éleveurs en même temps) sont conscients de la dégradation du milieu (faune, flore, sol, climat) et d'un assèchement du régime hydrique des sols et des rivières, mais ils en attribuent généralement la cause à la détérioration des pluies durant les vingt dernières années.

Ils sont intéressés par la suppression du ruissellement provenant des collines, par la conservation de la fertilité des terres cultivées et par la récupération des terres dégradées là où le besoin en terre se fait sentir (ex. réalisations OXFAM au Yatenga).

Ils n'ont **pas tous compris** que **leurs champs** sont également l'objet d'une dégradation par l'énergie de la pluie, du ruissellement et du travail du sol, que cette dégradation est étroitement dépendante de leur mode de gestion (bilan des nutriments, gestion des matières organiques, travail du sol) et qu'enfin ils ont la possibilité de freiner sinon de renverser ce courant d'évolution défavorable.

En zone soudanienne, généralement assez humide (P>800 mm) les cultivateurs demandent de détourner les eaux ruissellantes des collines (fossés et diguettes de protection) et d'évacuer les excédants d'eau temporaires de leurs parcelles vers des exutoires (ex. diguettes de diversion implantées par la DRSPR chez les Senoufos autour de Sikasso : HALLAM, VAN CAMPEN, 1985). Il est difficile de faire porter l'effort sur une amélioration de l'infiltration au champ car les paysans craignent l'engorgement temporaire du sol.

En zone soudano-sahélienne plus sèche se rapprochant de la limite de possibilité de cultures (P 400 mm), tout apport d'eau accroît la production. Les paysans s'efforcent de retenir toute l'eau de pluie tombant sur leur parcelle (rain farming) en augmentant la rugosité de la surface du sol. Exemple : le billonnage cloisonné appliqué par le P.A.E. de Ouahigouya. Ils sont souvent tentés de capter toutes les eaux de ruissellement (run off farming), ainsi que leur charge solide (matières organiques flottantes, agrégats, sables) pour reconstituer l'horizon sableux humifère perméable (milieu très favorable au développement de la microflore et de la mésofaune) quitte à étaler le ruissellement sur les champs et à le laisser couvrir successivement chaque parcelle du glacis (ex. restauration des Zipelés du Yatenga : WRIGHT, 1985 ; CHLEQ et DUPRIEZ, 1986).

III. LES SOLUTIONS PROPOSEES

Nous suivrons l'évolution historique des approches de la conservation de l'eau et des sols au Burkina qui embrasse des échelles spatiales et sociales de plus en plus étroites allant de l'aménagement global et autoritaire des bassins versants à l'aménagement volontaire des parcelles individuelles.

1. Aménagement à l'échelle du bassin versant

Il s'agit de répartir à différents niveaux d'une unité hydrographique naturelle (impluvium et canal d'évacuation) des aménagements adéquats pour ralentir le ruissellement, nourrir la nappe phréatique, diminuer les débits de pointe, régulariser les débits de rivières et éviter les transports solides.

Généralement le Maître d'Oeuvre dispose de la maîtrise du foncier, de moyens techniques et mécaniques importants pour arriver rapidement à ses fins ; il poursuit des objectifs dont les bénéficiaires sont souvent situés à l'aval (stabilisation des rivières, protection des barrages, ponts et réseau routier, alimentation en eau et électricité de communautés urbaines, etc...).

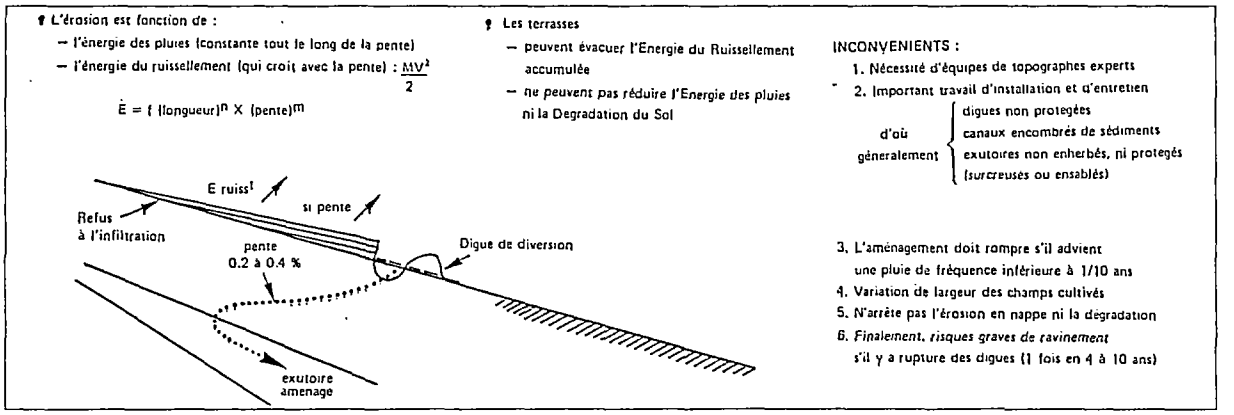
Cette approche peut se justifier sur le plan technique, mais ne tient pas assez compte des gestionnaires, ni des modes traditionnels d'organisation du paysage.

L'aménagement du GERES (1963-65) dans le Yatenga représente l'exemple classique d'un aménagement rapide (120 000 ha en trois saisons sèches) s'appuyant sur des investissements lourds (1 milliard de FCFA), des puissantes machines et des techniciens spécialisés étrangers au pays. La diversité des méthodes utilisées (routage des terres hautes 35 000 km de fossés d'absorption ou de diversion, micro-barrages en demi-lune et 24 barrages collinaires) et la rapidité de l'exécution du projet sont intéressants sur le plan technique, mais le projet s'est soldé par un échec par manque de prise en compte des réalités humaines : étrangers à la conception et à la réalisation de l'aménagement, les bénéficiaires l'ont rejeté ou ignoré (affaires des blancs qui n'ont qu'à l'entretenir). Les causes du rejet sont multiples et ont été analysées en détail par MARCHAL (1979-83) mais l'usage de gros moyens a probablement découragé les paysans de s'attaquer à de si graves problèmes avec les modestes moyens traditionnels.

2. Aménagement d'une portion de versant par un groupement villageois

En 1972, le Fond de Développement Régional (FDR) a relancé la lutte anti-érosive en s'appuyant sur la de-

Figure 2 - Méthodes des fossés/terrasses de diversion



mande de groupements villageois chargés de réaliser et d'entretenir des diguettes de diversion (hauteur 50 cm, distance 50 à 100 m) sur des groupes de parcelles occupant une portion de versant. Le petit matériel et un appui technique (équipe de topographes et tracteur soussoleur a été fourni pour réaliser l'implantation de diguettes). En neuf ans, le FDR a aménagé 9000 ha : le rythme s'est accru de 450 ha en 1974 à 3800 ha en 1980 ; parallèlement les coûts se sont abaissés de 161 000 FCFA à 39 800 FCFA/ha. Cette réalisation importante semble cependant insuffisante en face de l'immensité du problème : moins de 1 % de la surface cultivée a été traitée chaque année ! De plus, l'entretien des aménagements est tout à fait insuffisant et les dispositifs sont souvent détruits : pas de fossé de garde en amont, erreurs des topographes, hauteur et compactage trop faible des diguettes, pluies et ruissellements exceptionnels entre les diguettes trop écartées, etc... L'efficacité de la méthode des diguettes de diversion est remise en cause par les paysans (perte de surface cultivable : 10 à 15 %, l'eau engorge une bande de terre en amont des diguettes, perte d'eau de ruissellement en aval) et par les chercheurs (les diguettes n'empêchent pas la dégradation des terres, les fossés se comblent forcément suite à la rupture de pente entre champs et diguettes, donc nécessité de couvrir les diguettes, de curer les fossés chaque année et de réparer les brèches lors des averses exceptionnelles : difficulté de protéger les exutoires, etc...) (ROOSE, 1985).

Si l'entretien des dispositifs ne se fait pas, c'est que les groupements villageois rassemblent autour des riches propriétaires des paysans pauvres attirés par l'aide alimentaire en saison sèche. Mais ceux-ci ne peuvent pas assurer l'entretien de ces aménagements en saison des pluies où tout le monde travaille sur son propre champ, d'autant plus qu'ils n'ont aucune chance de voir se faire sur leurs pauvres terres ces aménagements collectifs réservés en priorité aux meilleures terres, attribuées aux plus riches.

"Le point faible de cette approche du FDR est la dépendance des villageois vis-à-vis de l'équipe des topographes de l'ORD (Office Régional de Développement). Tant que les villageois ne maîtriseront pas entièrement les méthodes anti-érosives, les paysans ne pourront continuer la lutte chez eux, à leur propre rythme" (REIJ, 1983).

3. Aménagements à l'échelle des parcelles individuelles

Traditionnellement, chaque unité de production possède une série de parcelles dispersées, sur le terrain tout au long de la toposéquence (collines caillouteuses, glacis limoneux, bas-fonds plus ou moins hydromorphes, à distance variable du village). Selon les circonstances, il existe toute une gamme de méthodes conservatrices connues par les anciens et remises en valeur par les O.N.G.

1. Murets de pierres formant des terrasses progressives sur les collines

Cette construction en pierres sèches exige un gros travail de choix et de transport des pierres, de construction et d'entretien qui ne se justifie qu'en cas de forte pression démographique, religieuse ou politique ; pour compenser un manque de terres on accumule sur de faibles surfaces des éléments fertilisants permettant des productions valorisantes. Exemple les cultures d'oignons des Dogons au Mali, les Kapsikis au Cameroun, les Kabrés au Togo.

Une variante beaucoup moins coûteuse consiste à épierrer les champs et à aligner les tas en des cordons isohypses (des clapiers) d'autant plus rapprochés que la pente est forte.

2. Les diguettes en terre armées de pierres

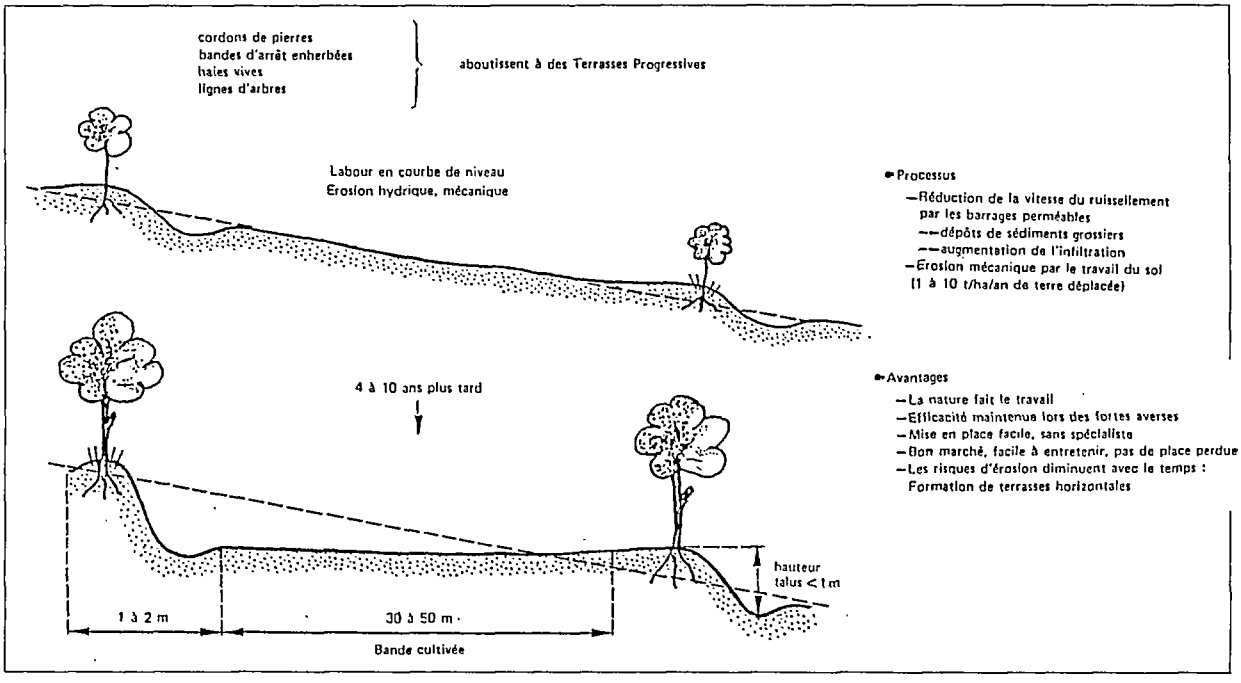
Il s'agit d'une digue de terre encadrée de deux rangées de

grosses pierres et surmontée d'une crête perméable formée d'une rangée de pierres moyennes. La base permet de stocker le ruissellement et les sédiments sur une dizaine de centimètres, tandis que la crête et le deuxième rang de pierres permet l'évacuation sans dégâts des eaux excédentaires lors des fortes averses (perte d'énergie par frottement sur les pierres).

Cet aménagement plus élémentaire effectué à proximité des zones de rupture des cuirasses sur sols superficiels permet d'épaissir l'horizon humifère, d'absorber les pluies agricoles moyennes (jusqu'à 30 mm) et d'améliorer le stockage de la réserve d'eau utile de 10 à 20 mm (soit 3 à 5 jours d'ETR) ce qui améliore nettement la production de biomasse. Ces diguettes armées de pierres peuvent être alignées plus ou moins parallèlement aux principales courbes de niveau ; elles isolent des bandes cultivées de largeur constante (15 à 30 m) bien adaptées à la mécanisation.

3. Les cordons de pierres (1 seul rang), de paille, d'écorces, de branches, les haies vives et les bandes enherbées agissent comme un peigne. En ralentissant les eaux de ruissellement, ces microbarrages perméables provoquent la sédimentation des agrégats, des sables, des matières organiques et des graines, milieu perméable et biologiquement très actif. Les graines piégées développent rapidement un tapis brosse végétal qui accélère le développement d'une terrasse perméable et peu pentue (ROOSE, BERTRAND, 1971 ; ROOSE, 1986). Selon la disponibilité des matériaux (pierres, paille ou végétaux vivants), cette méthode peut être utilisée sur l'ensemble des glacis cultivés (pente faible) ; elle ne nécessite pas le respect strict de la microtopographie (comme les fossés et les diguettes de diversion), car elles dispersent l'énergie des ruissellements par frottement sur les microbarrages peu élevés (h = 10 à 20 cm) mais nombreux (tous les 10 à 20 mètres) et par étalement sur toute la surface du champ (au lieu de concentrer le ruissellement dans des exutoires où se développe le ravinement).

Figure 3 - Méthode des microbarrages perméables



Cependant les structures en pierres (paille ou bois) sont temporaires : tôt ou tard les animaux et l'érosion les dégradent. Il faut donc prévoir leur soutien par des structures vivantes telles que les haies vives et lignes d'arbres (tous les 25 à 50 mètres).

Les Mossi connaissent une application de cette méthode : la restauration des pierres dégradées (ZIPELE) par l'implantation de cordons de pierres en nid d'abeille isolant de petites parcelles ouvertes vers l'amont. En deux ans on reconstruit un horizon humifère, perméable et biologiquement actif grâce à l'apport conjugué des eaux de ruissellement, de leur charge solide, de matières organiques (poudrette et litières) et d'un travail convenable du sol ; des productions remarquables ont été atteintes rapidement (8 à 12 quintaux de sorgho) (WRIGHT, 1985).

4. Techniques d'aménagement de la surface du sol pour piéger les eaux

Entre les structures anti-érosives (diguettes ou cordons de pierres) il existe toute une gamme de techniques de piégeage des eaux en augmentant la rugosité de la surface du sol ou en la paillant.

Le labour suivi d'un billonnage cloisonné permet de stocker 20 à 50 mm à chaque averse ; cette capacité de

stockage diminue lorsque la pente augmente et à mesure que les diguettes se dégradent. Les Mossis pratiquent une méthode inverse (ZAI) : ils creusent une cuvette de 20 à 80 cm de diamètre et y déposent une poignée de matières organiques. Aux premières pluies les termites (Trinervitermes) viennent s'y nourrir et laissent des galeries de 5 mm de diamètre, stables (cylindriques et tapissées de leurs excréments) qui favorisent l'infiltration des eaux de ruissellement en profondeur, hors de portée de l'évaporation rapide. Aux pluies suivantes, les racines des jeunes semis y trouveront des voies de pénétration faciles vers les réserves hydriques profondes, en attendant que la saison des pluies s'installe.

Le même principe (délimitation d'un impluvium et stockage localisé dans une cuvette) est appliqué pour des plantations d'arbres, les cuvettes en quinconce étant délimitées par des diguettes en croissant de lune ouvertes vers l'amont.

Le paillage avec toutes sortes de pailles et de branchages (surtout des légumineuses) est également utilisé pour "fumer" une terre épuisée et pour améliorer l'infiltration grâce au travail de perforation des croûtes par les termites. Le paillage a un rôle anti-érosif évident grâce à l'absorption simultanée de l'énergie des gouttes de pluie et celle du ruissellement.

Malheureusement les résidus organiques ne sont guère abondants en fin de saison sèche en zone soudano-sahélienne car le bétail manque de fourrage. Les zones paillées sont donc très limitées.

5. Les mares ou citernes de surface

Il s'agit de capter le ruissellement sur un impluvium dénudé (versant d'une colline de 1 à 5 ha) pour alimenter le bétail et pour apporter un appoint d'irrigation sur une surface limitée (1/4 à 1/6 de l'impluvium) mais cultivée intensivement (en particulier cultures de soudure ou de rente). Une digue en croissant (h = 1 ; base = 2 m ; diamètre 50 à 100 mètres) est construite en tête de ravineau avec la terre extraite d'une mare qu'on creuse au centre de l'aire de stockage (à 150 cm de la digue). Un tuyau au ras du sol traverse la digue et amène l'eau en aval à un réseau de rigoles d'irrigation ; une chambre à air en caoutchouc permet de distribuer l'eau selon les besoins des plantes quelques jours après les pluies. Pour éviter la destruction de ces petits barrages, il faut que la digue dépasse de 30 cm la hauteur du haut des ailes et que celles-ci soient renforcées de gros blocs de latérite (déversoirs latéraux stabilisés).

Ces aménagements sont très prisés car ils améliorent la sécurité de la production et peuvent être construits et agrandis en saison sèche par une petite équipe ne disposant que d'une brouette, de pelles et de pioches. La difficulté consiste à bien apprécier le ruissellement sur l'impluvium, à protéger les exutoires latéraux, à tasser la digue et à la protéger contre la pluie et le bétail (épineux).

4. Aménagements communautaires des bas-fonds

1. Microbarrages filtrants en tête de vallée

Il s'agit de digues basses (h = 1-2 mètres) avec déversoirs centraux en gabions capables d'intercepter les eaux de ruissellement en tête de bas-fond (puis progressivement vers l'aval) pour ralentir les eaux de surface, nourrir la nappe, irriguer quelques ares de rizières et quelques jardins de contre saison et transformer progressivement le marigot raviné en une série de terrasses irriguées, enrichies en limons et nutriments arrachés aux versants (comme les JESSOURS du sud tunisien).

Le coût, le dimensionnement (fonction du ruissellement escompté) et la réalisation de ces petits barrages communautaires sont déjà des obstacles plus difficiles à surmonter. Ils posent des problèmes fonciers délicats puisqu'on va noyer des terres en amont de la digue et fournir de l'eau en aval (surélévation de la nappe ou irrigation par siphonnage) ; il sera difficile de redistribuer équitablement l'eau et les terres qui vont en profiter. Enfin il faut prévoir un accès au point d'eau pour le bétail en évitant qu'il puisse détruire l'aménagement ou le détourner de son objectif prioritaire qui est de conserver l'eau et la fertilité des sols d'un terroir.

5. Barrages collinaires

Il s'agit encore de conserver les eaux de surface dans les zones collinaires par une digue de terre, mais une digue beaucoup plus importante (h = 6 à 10 mètres) protégée par un exutoire bétonné avec un objectif d'irrigation de quelques hectares et l'alimentation hydrique diversifiée du bétail. Tous les problèmes posés pour les micro-barrages filtrants sont ici bien plus délicats et exigent pour leur solution la coopération de techniciens compétents.

IV. CONCLUSION

Pendant longtemps, le développement rural s'est fait par juxtaposition de projets sectoriels. On a aujourd'hui conscience des déséquilibres socio-économiques créés par ces dynamiques à vitesses variables qui ont leurs conséquences sur l'environnement. L'exploitation extensive du milieu au profit des notables (meilleures terres), des commerçants (meilleurs profits) ou des plus adroits (ressources extérieures) a abouti en quelques décennies à des défrichements inconsidérés, au développement des troupeaux incompatibles avec les disponibilités fourragères en saison sèche et à la dégradation du couvert végétal, des terres et des réserves hydriques.

Devant l'importance des déséquilibres clairement mis en évidence par la succession d'années à pluviosité déficitaire, on a mieux pris conscience des interrelations entre tous les éléments d'une communauté végétale, animale et humaine vivant sur un terroir à développer.

L'approche du système sous l'angle de la gestion conservatoire de l'eau et des sols (G.C.E.S.) est particulièrement intéressante, car d'emblée elle mène à l'analyse globale de tout un système de production à une échelle naturelle, le bassin versant, couvrant tout ou partie d'un terroir. Elle vise le développement rationnel des arbres, de l'élevage et des cultures en fonction des potentialités du milieu physique et biologique (notion de vocation des terres en fonction des contraintes). Cette approche, tombée aux mains de spécialistes et d'ingénieurs qui ont développé leurs techniques en oubliant l'homme, a donné naissance à une caricature : la D.R.S., défense et restauration des sols. Défense aux agriculteurs et éleveurs (les vilains défricheurs de forêts) de pénétrer sur une aire dégradée, surface sortie du domaine de la production et confiée à l'Administration Forestière pour restaurer la fertilité des sols à l'aide d'une longue jachère forestière. A la limite, si la pression démographique est incontournable, on impose à l'exploitant des structures qui devraient théoriquement réduire l'énergie du ruissellement (banquettes, terrasses, etc...) sans pour autant régler le problème de la dégradation de la fertilité des sols, et sans égard aux pertes de rentabilité des terres ainsi traitées (accès et mécanisation difficiles, perte de surface de 10 à 20 %, etc...).

Pratiquement tous les aménagements DRS imposés de l'extérieur ont échoué : destruction par les bénéficiaires eux-mêmes ou par le ruissellement, manque d'entretien ou même inadaptation au milieu physique. On en est aujourd'hui revenu aux méthodes traditionnelles qui, si elles font appel à un travail collectif temporaire, sont décidées et appliquées par des individus sur les terres qu'ils exploitent, aux rythmes qui leurs sont propres, avec des moyens extrêmement réduits et dont ils restent les maîtres. Les techniques ont été redécouvertes et semblent acceptables dans le milieu traditionnel : reste à étudier de près leur fonctionnement pour améliorer leur efficacité, à favoriser leur extension (y compris chez les experts internationaux) et leur diversification en fonction des conditions physiques et humaines.

Cette approche d'aménagement des parcelles individuelles semble actuellement **un préalable pour sensibiliser**, mobiliser et former les exploitants aux problèmes posés par la dégradation des sols et par les équilibres naturels à respecter (notion de système de production équilibré, à la recherche d'une productivité optimale à long terme). Cependant il faudra bien un jour reprendre le problème à l'échelle collective du bassin versant, du village et de la région, et repenser l'aménagement du paysage en associant les productions animales, forestières et vivrières sur les terres de parcours (haut de pente), les glacis cultivés et les bas-fonds.

En attendant, il faut surmonter les principales difficultés :

- résoudre le problème foncier (chacun doit pouvoir jouir du fruit de son travail, sinon il n'y a pas d'auto-investissement possible) ;

- sélectionner des techniques simples, peu coûteuses et efficaces que chaque paysan peut mettre à profit sur ses terres ;

- sélectionner une gamme de techniques adaptées à différentes conditions du milieu physique et humain ;

- comparer le coût et l'efficacité de ces méthodes en milieu paysan ;

- développer des stratégies de diffusion des connaissances en milieu rural.

BIBLIOGRAPHIE

BENNET H.H., 1939 - "Elements of soil conservation", éd. New-York, Mac Graw-Hill.

BERTRAND A., 1985 - Les nouvelles politiques de foresterie en milieu rural au Sahel. Rev. Bois et Forêts Trop., 207, 23-39.

BRUNET-MORET Y., 1963 - Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique occidentale. Rép. Haute Volta. ORSTOM, Paris-CIEH, 23 p.

CHEVALIER P., CLAUDE J., POUYAUD B., BERNARD A., 1985 - Pluies et crues au Sahel. Hydrologie de la Mare d'OURSI. Burkina Faso 1976-81. ORSTOM, Paris, Trav. et Doc. n° 190, 251 p.

CHLEQ J.L., DUPRIEZ H., 1986 - Métiers de l'eau du Sahel. Ed. Terres et Vie, Nivelles, 126 p.

COLLINET J. et VALENTIN C., 1979 - Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Cah. ORSTOM Pédol., 17,4 : 283-328.

C.T.F.T., 1980 - Conservation des sols au sud du Sahara, 2° éd. Minist. Coop. - CTFT, Paris. Collec. Techniques rurales en Afrique. 296 p.

FAO, 1967 - La défense des terres cultivées contre l'érosion hydraulique. Rome, FAO, 202 p.

GORSE J., 1985 - La désertification dans les zones sahéliennes et soudaniennes de l'Afrique de l'Ouest. Comm. Col. Gembloux (Belgique), 60 p. multig.

HALLAM G., VAN CAMPEN W., 1985 - Reacting to farmers complaints of soil erosion on intensive farms in southern Mali. Comm. Col. ISCO, Maracay (Vénézuela), 13 p. multig.

HUDSON N.W., 1973 - Soil conservation. B.T. Batsford limited. London, 320 p.

LIDON B., MORANT P., SEDAGO M., SOLA G., 1982 - Etude du ruissellement à la parcelle et de ses conséquences sur le bilan hydrique des cultures pluviales en sol peu profond. IRAT/CIEH, Ouaga. 43 p. + ann.

MARCHAL J.Y., 1979 - L'espace des techniciens et celui des paysans. Histoire d'un périmètre anti-érosif en Haute Volta. in "Maîtrise de l'espace agraire et dév. en Af. Trop.", CNRST-ORSTOM, Mém. ORSTOM n° 89 : 245 : 252.

MARCHAL J.Y., 1983 - Yatenga, Nord Haute Volta. Trav. et Doc. ORSTOM Paris n° 167, 872 p. + ann.

MIETTON M., 1980 - Recherches géomorphologiques au sud de la Haute Volta. Thèse 3° cycle Univ. Grenoble, UER Géographie, 265 p. + ann.

MIETTON M., 1986 - L'érosion des sols de bas-fonds au Burkina Faso. Comm. Symp. Int. INQUA "Changements globaux en Afrique durant le Quaternaire" Dakar, avril 1986.

MULARD M., GROENE D., 1961 - Les méthodes de lutte contre l'érosion du sol en Haute Volta. Bois et Forêts des Tropiques, 79 : 7-16.

PEYRE DE FABREGUE B., 1985 - Conséquences de la sécheresse dans le domaine pastoral de la République du Niger. Comm. Col. Gembloux 7 p. multig.

PIOT J., MILLOGO E., 1980 - Rapport de synthèse de six années d'étude du ruissellement et de l'érosion à Linoghin (Haute Volta). CFTF/H.V. Ouaga. 47 p. multig.

QUILFEN J.P., MILLEVILLE P., 1983 - Résidus de culture et fumure animale : un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute Volta. Agron. Trop., 38, 3.

REIJ C., 1983 - L'évolution de la lutte anti-érosive en Haute Volta depuis l'indépendance vers une plus grande participation de la population. Inst. for Environmental Studies Free Univ. Amsterdam. 84 p. multig.

ROOSE E.J., BERTRAND R., 1971 - Contribution à l'étude de la méthode des bandes d'arrêt pour lutter contre l'érosion hydrique en Af. de l'ouest. Agron. Trop. 26, 11, pp. 1270-1283.

ROOSE E.J., ARRIVETS J. et POULAIN J.F., 1974 - Etude du ruissellement, du drainage et de l'érosion sur deux sols ferrugineux de la région centre Haute Volta. Rapport ORSTOM Abidjan-IRAT/H.V., 83 p. multig. fig. tab. 29 réf.

ROOSE E.J., 1977 - Erosion et ruissellement en Afrique de l'ouest. Trav. Doc. ORSTOM Paris, n° 78, 109 p.

ROOSE E.J., 1980 - Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. ORSTOM Paris, sér. Trav. et Doc. n° 130. Thèse doct. es Sciences, Univ. Orléans, 587 p.

ROOSE E.J., PIOT J., 1984 - Runoff, erosion and soil fertility restoration on the Mossi Plateau (Central Upper Volta). Proc. Harare Sumposium, IASH n° 144 : 485-498.

ROOSE E.J., 1985 - Rapport de mission auprès de la DRSPR dans la région Sud Mali (3-17 déc. 1984) Min. Agric. Mali, DRSPR/IRRT, 42 p. multig.

ROOSE E.J., 1985 - Dégradation des terres et développement en Afrique de l'ouest. Comm. Col. Gembloux. ORSTOM Montpellier, 30 p. multig.

ROOSE E.J., 1986 - Terrasses de diversion ou microbarrages perméables ? Cah. ORSTOM, sér. Pédol. ; 22, 2 : sous-presse.

WRIGHT P., 1985 - La gestion des eaux de ruissellement, OXFAM, Ouaga., 38 p.

Lutte anti-érosive dans la zone cotonnière au Mali-Sud

W. VAN CAMPEN, D. KEBE

IER/DRSPR

RESUME

La présente communication passe en revue les problèmes posés par la dégradation des sols quant à leur exploitation par les agriculteurs.

Son objet est, en outre, la recherche des voies et moyens permettant de maintenir et d'améliorer le système de production dans une zone où les terres sont soumises à une forte pression démographique avec :

- *un taux de défriche très élevé (7 % par an)*
- *une durée de jachère très limitée*
- *une érosion hydrique qui transporte toutes les couches fines mais aussi les fertilisants, ce qui se traduit par une chute des rendements*
- *un système de rotation coton/céréales ne permettant pas de maintenir un équilibre au niveau des éléments majeurs (N.P.K.) par la seule fertilisation minérale*
- *un croît annuel du troupeau relativement élevé (5 %) provoquant dans des zones un sur-pâturage, ce qui met à nu un élevage de prestige mal exploité, mal intégré à l'agriculture*
- *une mise en valeur des terres dites incultes par les petites exploitations démunies, ne bénéficiant pas de crédit adapté.*

Tous ces facteurs ainsi énumérés engendrent une dégradation de l'éco-système se traduisant à long terme par une accentuation des phénomènes d'érosion.

C'est ainsi que la Division de recherches sur les systèmes de production rurale (DRSPR) a entrepris depuis 1980 une série de mesures en collaboration étroite avec les exploitants et l'organisme de développement (CMDT) en vue de la préservation du patrimoine foncier.

L'accent a été mis, entre autres, sur la conservation et la valorisation des ressources locales (recyclage des résidus de récolte, meilleure exploitation de l'élevage, conservation des eaux de pluie par une réduction de l'érosion hydrique, etc...).

Après la période de test au niveau exploitation et de prévulgarisation au niveau terroir, la CMDT (organisme de développement) en rapport avec la DRSPR a démarré un projet de lutte anti-érosive pour une meilleure exploitation des acquis de la recherche. Ce projet travaille en fonction des différentes unités de paysage selon leur fonction principale (pâturage, agriculture, protection).

Les interventions sont jusqu'ici orientées vers un contrôle et une réduction du ruissellement pour une restauration de la fertilité du sol.

Dans le but de faciliter la diffusion des messages, la participation paysanne a été et reste une condition indispensable à toutes les phases de l'intervention tout en tenant compte de leur priorité et une utilisation des techniques adaptées. Cela permet autant que possible la valorisation des structures d'organisations villageoises.

La mise en valeur des bas-fonds (très peu utilisés à cause des grandes crues) n'est envisageable qu'après une maîtrise du ruissellement sur le reste du bassin versant. Cet aspect sera prochainement pris en compte.

1. INTRODUCTION

Depuis une trentaine d'années, l'agriculture dans la zone cotonnière au Mali s'est transformée très vite et d'une manière générale. Ce changement a pu se faire grâce à l'introduction simultanée de nouveaux paquets techniques sur la culture intensive de coton et la culture attelée bovine.

Cette situation s'est traduite d'une part, par une augmentation des superficies (la culture attelée concerne 60 % des exploitations), d'autre part, par une augmentation du cheptel due, non seulement à l'achat des animaux de trait, mais aussi et surtout à l'épargne réalisé suite à la commercialisation du coton.

Ces deux facteurs, renforcés par une croissance rapide de la population (2,5 % par an), ont très vite contribué à des surcharges du terroir pouvant aboutir à sa dégradation totale, si des mesures appropriées ne sont pas prises.

C'est dans cette optique que le Volet Fonsébougou de la DRSPR (Division de Recherches sur les Systèmes de Production Rurale) s'est fixé comme priorité la mise au point de méthodes permettant de mieux conserver le patrimoine foncier dans la zone.

Pour ce faire, la DRSPR s'est intéressée essentiellement à deux aspects :

- des mesures dans les domaines agronomique et zootechnique ;

- des mesures dans le domaine de l'aménagement antiérosif.

Ces deux aspects ont été abordés dans le cadre d'une approche systémique dans le milieu réel de production, avec l'appui, d'une part, des autres membres de l'équipe pluridisciplinaire, et d'autre part, des chercheurs relevant de la recherche thématique, notamment des agropédologues et des agrostologues.

Les recherches sur la dégradation de l'écosystème en milieu paysan et les expérimentations en vraie grandeur se sont déroulées, pour la plupart, en deux terroirs villageois :

- Fonsébougou (45 km Nord-Ouest de Sikasso) avec une pluviométrie de 1 000 à 1 200 mm ;

- Kaniko (15 km Est de Koutiala) avec une pluviométrie de 700 à 1 000 mm.

Plusieurs thèmes ainsi mis au point par la recherche sont actuellement en application par l'organisme de développement de la zone, la CMDT (Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles).

Vu la gravité des problèmes de l'érosion du sol dans la zone cotonnière et suite à la demande paysanne pour y remédier, et en se basant sur les expériences de la DRSPR, la CMDT a démarré le projet "Lutte anti-érosive dans la zone Mali-Sud" en mai 1986. L'objectif essentiel de ce projet est d'encourager et d'appuyer des communautés villageoises à entreprendre des travaux d'aménagements anti-érosifs et d'appliquer des techniques agricoles plus appropriées.

En même temps, la DRSPR poursuit ses efforts de mise au point des techniques et des approches qui pourront être vulgarisées à plus grande échelle par la CMDT.

Dans ce document, nous présentons : l'environnement physique et humain de la zone Mali-Sud, un diagnostic des contraintes des systèmes de production agricole et la démarche suivie par la recherche. Ensuite, nous donnons les principaux résultats obtenus dans les domaines de l'agronomie, la zootechnie et l'aménagement anti-érosif.

2. ZONE MALI-SUD : ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET HUMAIN

1. L'environnement physique

La zone de l'opération CMDT Mali-Sud est située dans le Sud-Est du Mali (voir figure 1).

Le paysage à faible relief, résultant des processus de dégradation des grès (Sikasso - Koutiala) ou du socle continental granitique (Bougouni) est caractérisé par des lambeaux de plateaux cuirassés, qui occupent 50 à 65 % de la superficie.

Les toposéquences géomorphologiques typiques comprennent : un plateau extensif de cuirasse altérée terminée par de gros rochers, un escarpement, une pente colluviale, un glacis en dégradation, un bourrelet de berge légèrement surélevé et un lit de marigot (figure 2).

La pluviométrie annuelle de la région, de climat sou-

Figure 1 - Carte du Mali

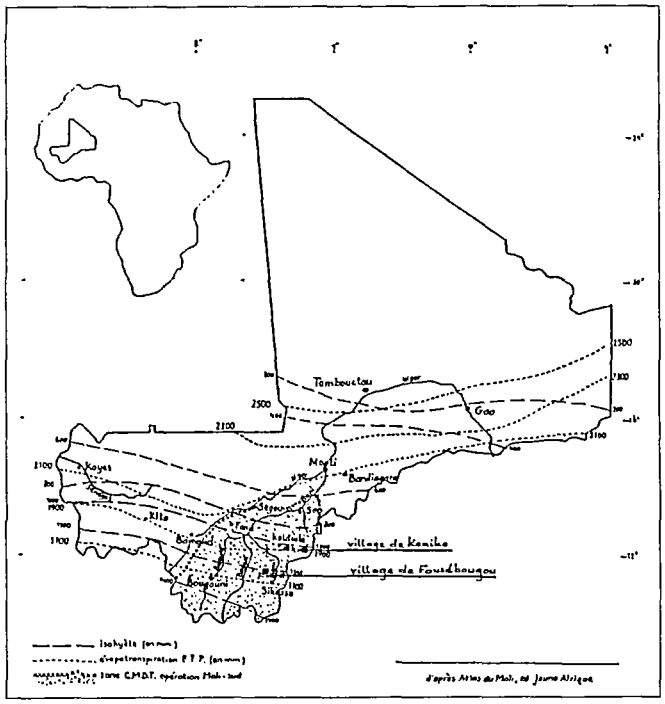
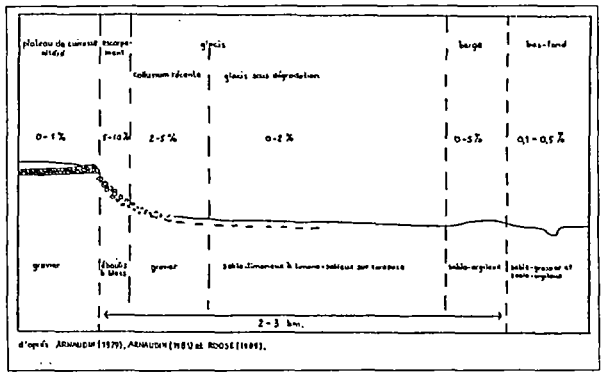


Figure 2 - Paysage



dano-guinéen, varie entre 700 mm près de San et 1 300 mm près de Sikasso (VIRMANI et al., 1980). Mais depuis 1972, la région a été touchée par une série d'années de sécheresse, et pendant cette période la pluviométrie annuelle se situe autour de 500 mm à San et de 1 000 mm à Sikasso. Les pluies tombent pendant une période de 5 à 6 mois.

L'évapotranspiration potentielle annuelle dépasse largement la pluviométrie (1 700 mm à Sikasso, 2 000 mm à San, TRAORE et al., 1980).

La végétation naturelle est une savane arborée sur les plateaux et les glacis, une végétation herbeuse dans les bas-fonds périodiquement inondés. Dans la partie sud on trouve les galeries forestières le long des marigots.

2. L'environnement humain

Dans la zone de 96 000 km^2 habite une population d'à peu près 2,2 millions d'habitants. Cette population est en majorité d'ethnie Bambara, Minianka et Sénoufo.

La population rurale est concentrée dans les villages au nombre d'environ 3 500 auxquels appartiennent de nombreux hameaux de culture qui se transforment de plus en plus en résidences permanentes.

Les villages sont organisés en plusieurs associations, par exemple celles des jeunes (par classe d'âge, par quartier) et des femmes.

Un développement extrêmement important dans la zone est la création des associations villageoises (AV) qui réunissent toutes les exploitations agricoles d'un village. Les AV sont organisées autour de la production et de la commercialisation du coton et des céréales, et deviennent de plus en plus des organismes de développement intégré du village. Actuellement, on compte 853 AV dans la zone Mali-Sud.

Les 100 000 exploitations agricoles ou unités de production ont une taille qui varie de la grande famille composée (30 à 60 "bouches à nourrir" dans une seule exploitation jusqu'à la petite exploitation des familles nucléaires, qui sont souvent le résultat d'éclatement.

3. L'AGRICULTURE ET L'ELEVAGE

Dans la zone Mali-Sud, on rencontre un système agro-pastoral à dominante agricole. Dans la zone plus humide, la sédentaraisation du troupeau est à peu près totale alors que dans les régions les plus sèches, les animaux peuvent être envoyés en transhumance par souci de protection des récoltes et pour une meilleure utilisation de l'espace rural (TRAORE et al., 1980).

La production agricole est caractérisée par une culture itinérante de défriche-brûlis en transition vers une agriculture sédentarisée avec une rotation biennale ou triennale de coton - céréales (sorgho et petit mil) sur des sols peu fertiles.

Le diagnostic de la situation agricole dans la zone d'intervention de la DRSPR peut être résumé en trois points (KLEENE &VIERSTRA, 1985) :

1. Un relatif retard du développement de l'élevage par

rapport à celui de l'agriculture. Ce retard de l'élevage crée un important déséquilibre du système de production, aussi bien au niveau des exploitations, qu'au niveau des terroirs.

2. La prépondérance d'un système de culture basé sur la rotation coton - céréales en l'absence de toute culture légumineuse, de quelque importance, l'insuffisance de fumure organique et l'application de l'engrais (organique et minéral) sur la seule sole cotonnière, mène à la dégradation des sols.

Ce phénomène est encore renforcé par le défrichement rapide de la réserve forestière des surfaces incultivables et la mise en valeur des terres entièrement défrichées et essouchées, où l'on pratique une culture attelée extensive. La pression démographique des hommes et du cheptel est devenue telle que la restitution de la fertilité du sol ne se fait plus ; ce qui est en contradiction flagrante avec les systèmes de culture actuellement pratiqués. Ce déséquilibre écologique s'accélère d'année en année.

3. Un paysannat de plus en plus différencié par l'adoption, à des degrés très différents, des nouvelles techniques et de possibilités d'accès de plus en plus inégales aux facteurs de production.

Par contre, des thèmes techniques non différenciés, sont vulgarisés uniformément à tous les paysans et n'atteignent, par conséquence, qu'une partie des paysans. Ainsi, les exploitations non équipées et une grande partie des exploitations se situant autour de la moyenne, sont laissées pour compte.

Ce phénomène est encore accentué par l'instabilité de "l'exploitation agricole", pour ainsi dire, l'influence, notamment des processus d'éclatement des familles. Cela se traduit par des problèmes d'organisation et de gestion de ces exploitations pour lesquelles il faut adapter les méthodes de vulgarisation et de crédit.

Les trois points sus-mentionnés caractérisent, d'une manière générale, la situation de toute la zone. Il n'en demeure pas moins qu'il y a des différences liées aux caractéristiques spécifiques de chaque zone. Il faut noter également que d'importants efforts, pour améliorer cette situation, sont entrepris par la CMDT et la DRSPR.

Malgré certaines différences en relief, sol, végétation naturelle et système de production agricole, les facteurs les plus déterminants, concernant la dégradation écologique sont la pluviométrie et la charge du terroir.

Pour donner quelques exemples :

- A Fonsébougou (1 000 - 2 000 mm) 40 % des terres cultivables sont mis en culture ; il existe peu de jachères de courte durée. Le terroir villageois de 6 000 hectares, dont 65 % inculte, doit nourrir 1 000 habitants et 1 500 UBT (pour la zone, on doit compter 3 ha/UBT).

- A Kaniko (700 - 1 000 mm) 80 % des terres cultivables sont mis en culture et les jachères, même de courte durée, sont devenues rares. Le terroir villageois de 3 000 hectares, dont 50 % inculte, doit nourrir 1 000 habitants et 1 500 UBT (pour la zone, on doit compter 5 - 7 ha/UBT). En plus, Kaniko se trouve sous l'influence de la ville de Koutiala en ce qui concerne la coupe de bois.

On observe par conséquent une dégradation de l'écosystème plus aigüe et plus visible à Kaniko : la végétation arborée est plus rabougrie avec prédominance des épineux, les herbacées pérennes ont cédé la place à des annuelles (TRAORE et COULIBALY, 1986), les traces de l'érosion sont omniprésentes.

La DRSPR s'est fixée comme tâche de trouver des réponses aux contraintes identifiées, dans le but de mieux équilibrer le développement de l'agriculture et de l'élevage en tenant compte des limitations écologiques.

4. ACTIONS DE RECHERCHE AGRONOMIQUE ET DE PREVULGARISATION

1. Introduction

A partir d'un diagnostic des contraintes, la DRSPR entreprend des actions de recherche agronomique et de prévulgaraisation (dans une trentaine de villages) dans les domaines suivants :

- l'intégration de l'agriculture et de l'élevage :

. la production de fourrage ;
. le conditionnement et le dressage des animaux de trait ;
. les techniques culturales mécanisées (culture attelée) ;
. la protection sanitaire de bœufs de labour et de troupeau ;
. la production de fumure organique dans des étables et des parcs de nuit améliorés, avec apport de litière ;
. les pâturages (en coopération avec le Centre de Recherches Zootechniques).

- le maintien de la fertilité du sol :

. l'introduction de légumineuses dans la rotation ;
. le compostage des sous-produits de récolte (tiges de céréales) ;
. l'optimisation des doses de fumure organique et minérale ;
. la jachère améliorée.

- la différenciation des messages de vulgarisation pour un monde rural déjà assez stratifié.

Dans le cadre du présent document, nous ne pouvons pas traiter en détail tous ces thèmes de recherche, ni leur démarche, ni leurs résultats. Ici, nous nous limiterons aux aspects les plus importants ayant une influence directe ou indirecte sur l'érodibilité et la couverture du sol, et ainsi sur l'érosion. Dans un programme de lutte anti-érosive, on doit obligatoirement inclure des mesures agronomiques pour mieux rentabiliser les investissements et en assurer l'efficacité.

2. Approche du milieu

La méthode d'approche diffère selon qu'on soit dans un village de recherche (comme Fonsébougou) ou dans un village de prévulgarisation (comme Kaniko).

A Fonsébougou, les thèmes de recherche sont menés en collaboration avec des exploitations choisies au préalable (étude de cas) et au niveau desquelles les thèmes varient d'un simple test à des essais avec répétition. Ces expérimentations sont très souvent menées en collaboration avec la recherche thématique et les contraintes rencontrées lors de l'exécution de ces expérimentations permettent de mieux apprécier certaines des difficultés liées à l'introduction des thèmes. Elles permettent aux paysans d'être associés à la conception et à l'exécution des thèmes de recherche les intéressant directement. C'est à dire que dans ce cas, l'intervention de la recherche se fait au niveau exploitation et l'effet "tache d'huile" peut s'avérer lent. Toutefois, il est à noter que le nombre d'études de cas varie d'une année à l'autre en fonction des différents thèmes de recherche retenus.

Quant à Kaniko (l'un des villages de prévulgarisation), la démarche est toute autre : ici nous collaborons aussi bien avec la CMDT, qu'avec les paysans organisés en AV. En effet, dans cette zone, les jeunes agriculteurs ont reçu une formation fonctionnelle en langue Bambara, leur permettant de prendre en charge la gestion de leur propre exploitation.

Une "équipe technique" de l'AV est chargée, au niveau du village, du suivi des thèmes de recherche et de vulgarisation, rendant la diffusion plus large. Les thèmes sont discutés avec la CMDT et les paysans, et la restitution des résultats se fait en fin de campagne.

3. Les recherches en cours et quelques résultats obtenus

1. Production et utilisation de la fumure organique

Elle vise surtout le maintient et l'amélioration de la fertilité des sols, une amélioration de la structure et une meilleure infiltration des eaux de pluie.

La principale source de fumure organique était jusqu'ici la poudrette de parc, c'est pourquoi l'accent a été mis sur l'augmentation de la qualité de ce fumier par l'apport de litière 'essentiellement constituée de tiges de céréales et autres résidus de récolte). Cela se traduit par l'abandon par les paysans du système de brûlis des résidus de récolte sous une forme plus ou moins disponible pour les plantes.

Une enquête menée en 1985, et reprise en 1986, révèle que la production de fumier est d'environ 600 kg/tête de bovin/an.

Il reste donc beaucoup à faire dans ce domaine. La plupart des paysans ne disposent pas d'un troupeau permettant l'utilisation de la totalité des tiges dans les parcs. C'est pour cette raison qu'un programme de recherche sur le compostage des résidus de récolte est en cours.

2. La production de fourrage

Le thème "production de fourrage" est passé depuis plus de deux ans en vulgarisation par la CMDT.

Pour le moment, ce thème a son importance dans le cadre du conditionnement des animaux de trait (mettre les bœufs de labour en bonne condition avant le début de l'hivernage) ; mais dans le futur, la production de fourrage devrait être augmentée pour pouvoir donner une alimentation complémentaire à l'ensemble du cheptel.

La production est dominée par le niébé, soit en culture pure ou en association avec les céréales. Cette culture progresse rapidement : pour l'ensemble de la région CMDT de Sikasso, on note 2 045 ha en 1985/86, contre 1 115 ha en 1984/85 ; soit une progression de 84 % (CMDT, 1986).

Cette augmentation se justifie par le programme de conditionnement des animaux de trait de la CMDT. A partir de 1984/85, un module de formation sur le conditionnement de bœufs de labour à été mis au point par la DRSPR et la CMDT (dans lequel on préconise une superficie de 0,25 ha de niébé fourrager par paire de bœufs). Ce document a été traduit en Bambara en vue d'une meilleure exploitation par les paysans alphabétisés.

3. L'introduction des légumineuses dans la rotation et la jachère améliorée

La rotation coton - céréales épuise le sol, l'application de l'engrais et surtout de l'urée est coûteuse. C'est pourquoi, la DRSPR fait des recherches sur les possibilités d'introduction de légumineuses dans la rotation, pour arriver à une rotation coton - céréale - légumineuse. Les espèces annuelles telles que le niébé et l'arachide sont en début d'introduction, soit en culture pure (arachide, niébé) ou en association (niébé).

En dehors de ces espèces annuelles, des recherches sont en cours sur la possibilité d'utilisation d'une légumi-

neuse pérenne (**Stylosanthès hamata**) en fin de rotation, ou sur des terres qui doivent être mises en jachère. L'amélioration de la jachère par le **Stylosanthès hamata**, semé en association avec le **Bracharia ruziziensis** donne une meilleure couverture du sol et par conséquent, une meilleure protection contre l'érosion. Il est clair que l'introduction de légumineuses et de jachères améliorées sont très liées avec l'augmentation de la production fourragère.

4. L'optimalisation de la fertilisation

La vulgarisation conseille aux paysans d'appliquer la fumure organique à la dose de 10 à 15 tonnes par hectare. Le nombre et la taille de troupeau (des simples bœufs de labour à plus de 100 têtes par exploitation) sont tels qu'on ne doit pas s'attendre à une production pouvant couvrir les besoins dans la plupart des cas (voir 4.3.1).

Des recherches sont en cours pour connaître la réponse à une dose moyenne de 5 tonnes de fumier (avec litière) apportée en plus de la dose vulgarisée d'engrais minéral sur cotonnier en tête de rotation, y inclus les arrières effets sur céréales.

5 Les techniques culturales

Les techniques culturales sont essentiellement basées sur l'utilisation de la culture attelée. Le système traditionnel de culture sur buttes est abandonné dans 80 % des cas et il est remplacé par le labour et le semis en lignes, à la main ou au semoir.

La traction animale reste néanmoins sous-exploitée. Son emploi se limite souvent aux travaux de labour, de buttage et, dans une moindre mesure, de sarclobinage.

Les grosses pluies d'avril-mai ne servent qu'à accentuer le phénomène de dégradation, car trouvant le sol nu et encroûté. Comme les lignes de semis ne suivent pas exactement les courbes de niveau, les eaux ruissellent rapidement vers les exutoires, surtout après le buttage.

C'est ainsi qu'un certain nombre de techniques, connues ailleurs, mais non pratiquées dans la zone, sont en train d'être introduites en milieu paysan. Il s'agit notamment :

- du grattage en sec ou en semi-humide (simple ou croisé) pour briser les croûtes et permettre une meilleure infiltration des premières pluies ;

- l'orientation du labour et des lignes de semis dans le sens perpendiculaire à la pente générale ;

- le cloisonnement des billons au moment du buttage pour emmagasiner l'eau à l'intérieur des champs, diminuer le ruissellement dans les sillons et réduire le phénomène de litage.

6. Introduction d'un thème "intensification"

A titre d'illustration, nous avons présenté au tableau 1 les résultats de production obtenus par des paysans, qui avaient mis en place des parcelles de démonstration du thème "intensification".

Il s'agit de trois parcelles unitaires de 0,5 ha, piquetées, sans laisser des allées, dans des champs des paysans participants, où les techniques suivantes sont appliquées :

a. "témoin", c'est à dire les techniques habituellement appliquées par le paysan comme dans le reste de son champ (sans fumier ; labour après la première grosse pluie).

b. grattage croisé (aux pics fouilleurs) en sec ou en semi humide avant labour.

c. idem, avec en plus l'application d'une dose de 10 tonnes/hectare de fumier.

Les paysans sont choisis sur la base du volontariat parmi ceux qui disposent de quantités suffisantes de fumier. Les résultats du tableau 1 concernent l'effet de première et de deuxième année (effet résiduel sur différentes cultures) chez 4 autres paysans.

Dans ce dernier cas, les deux "traitements" b et c n'avaient pas été séparés. Il semble que l'effet travail du sol soit plus marqué que l'effet fumure ; mais ce genre de résultats doit être interprété avec prudence et on de-vra attendre d'autres séries avant de les confirmer. L'ap-port de fumure complémentaire (par le fumier) devra, à notre avis, accompagner l'introduction du travail de sol plus intensif, pour éviter un épuisement accéléré de la fertilité du sol.

Or, ce genre de dispositifs non statistiques se prêtent bien à la démonstration, et les résultats positifs obtenus jusqu'ici nous encouragent à poursuivre l'introduction de ce thème d'intensification.

4. Discussion

La recherche de solutions aux contraintes identifiées aboutit toujours à l'émergence de nouvelles contraintes. Par exemple :

1. La production de fumier est limitée par :

. la taille réduite des troupeaux, voire leur absence ;
. la divagation des animaux en saison sèche, bien qu'atténuée par l'action de conditionnement des animaux de trait.

Tableau 1 - Parcelles d'intensification : Grattage croisé (avant labour) x sans et avec fumure organique (10 t/ha) sur cotonnier (parcelles 0,5 ha)

Campagne 1985/86 (rendements kg/ha)						
Exploitations Nombre	Technique habituelle témoin (a)	Grattage croisé (b)	Grattage croisé x F.O. 10 t/ha (c)	Effet grattage croisé (b) - (a)	Effet grattage x. F.O. (c) - (a)	Différence des 2 traitements (c) - (b)
7						
Moyenne	1 196	1 721	1 891	+ 525	+ 695	+ 160
C.V.	11 %	13 %	12 %			
Test student				t_c = 3,76	t_c = 4,05	t_c = 5,38
Seuil				0,05	0,05	0,05
$t_c > t_a$				significatif	significatif	significatif

Campagne 1984/85 : rendements (kg/ha)					Campagne 1985/86 : arrière effet (kg/ha)			
Expl. Nbre 4	Culture	Technique habituelle (a)	Grattage c. x F.O. (c)	Effet (c) - (a)	Culture	ex-parcelle (a)	ex-parcelle (c)	Effet (c) - (a)
1	Coton	1 530	2 200	+ 670	Arachide	750	950	+ 200
2	"	2 000	2 370	+ 370	Maïs	1 980	2 630	+ 650
3	"	1 935	2 060	+ 125	Maïs	2 450	2 800	+ 350
4	"	1 630	2 300	+ 670	Sorgho	865	1 200	+ 335
Moyenne		1 773	2 232	+ 459				

Source DRSPR 1986

Cependant, il n'est pas souhaitable d'augmenter encore la charge du cheptel, à cause de l'insuffisance du potentiel fourrager des terroirs villageois.

La production de compost est un bon complément, mais la question de l'optimalisation de la répartition de la superficie des cultures (coton, céréales, fourrage, etc...) et des effectifs du cheptel, mérite une attention particulière. La DRSPR en a conscience ; mais travaille, pour le moment, sur la mise au point des techniques de production de fourrage, de fumier et de compost.

2. On ne peut pas introduire une culture fourragère sans s'assurer de la production des semences (ce problème est en voie d'être résolu).

3. Le transport de résidus de récolte peut être gêné par le travail supplémentaire nécessaire.

4. Le défenseur de "mulching" peut considérer le double transport de la paille et du fumier comme une perte de temps. Mais dans la zone l'insuffisance de décomposition des tiges laissées sur place gêne les travaux mécanisés en début de saison, et sans travail du sol, on maîtrise mal les mauvaises herbes.

5. L'AMENAGEMENT ANTI-EROSIF

1. Introduction

On peut résumer les causes de l'érosion du sol dans la zone par les observations suivantes (BA et al., 1985) :

- pluies de haute intensité ;
- bassins versants à longues, faibles pentes ;
- sols fragiles à faible taux de matière organique ;
- surpâturage ;
- surexploitation du bois ;
- défrichement rapide ;
- rotation de cultures inappropriées ;
- faible taux de recyclage des résidus de récolte ;
- jachères peu productives ;
- techniques culturales inappropriées ;
- vents violents pendant la longue saison sèche.

Tous ces facteurs, ensemble, contribuent à la formation, lors des pluies, de grands courants d'eau et la formation des rigoles à travers les champs cultivés, d'importants dépôts de sable grossier, ainsi que des pertes considérables en particules fines du sol.

La plupart de ces causes demandent, bien sûr, des améliorations des pratiques agricoles, comme déjà discutées, mais également la réalisation d'aménagements anti-érosifs pour diminuer la force de ruissellement et du

vent. Sans ces aménagements, les mesures dans le domaine agronomique risquent de perdre leur efficacité. En se basant sur les observations faites par nous-mêmes et les plaintes exprimées par les paysans, la DRSPR s'est occupée d'abord de l'érosion hydrique, l'érosion éolienne n'ayant été traitée que d'une façon indirecte.

Face aux doléances des paysans du village de Fonsébougou, la DRSPR a fait une première expérience en matière de lutte anti-érosive dans ce village. Un système d'aménagement tout à fait classique, comme appliqué aussi par le F.D.R. (1) au Burkina Faso, avec des diguettes de protection, des diguettes de diversion tous les 50 à 60 m et des exutoires enherbés a été proposé aux 4 exploitations agricoles cultivant 62 ha dans un bassin versant de 500 ha, dont ± 150 ha cultivables.

Les paysans ont réalisé ce système tout en utilisant leurs propres moyens, après un piquetage effectué par une équipe topographique. L'expérience obtenue par ce premier aménagement s'est avérée très utile : son évaluation a guidé et influencé l'évolution de nos idées.

Pour la lutte anti-érosive au Mali-Sud, la DRSPR cherche :

- des mesures anti-érosives qui sont efficaces et appropriées, c'est à dire qui sont acceptables pour le paysan, qui répondent à ses besoins et qui sont faciles à comprendre et à exécuter par lui ;

- une méthode d'approche des villages et des paysans, afin d'arriver à une introduction relativement rapide.

Etant donnée la dégradation de plus en plus rapide de l'écosystème, on doit souvent choisir pour un compromis entre l'efficacité et la facilité d'introduction. L'acceptabilité, la facilité du piquetage, l'exécution des travaux, leur simplicité (aux yeux des paysans et des agents d'encadrement), sont des critères déterminants pour faire un choix définitif des mesures à proposer.

2. Le choix des mesures anti-érosives

L'évolution du système de diversion introduit à Fonsébougou a démontré que (DRSPR, 1985 ; Van Campen et Hallam, 1985) :

- les paysans ont constaté une diminution considérable des dégâts directement causés par l'eau de ruissellement ;

- les paysans considèrent la diguette de protection comme le plus important élément du dispositif ;

- les paysans désapprouvent l'irrégularité des limites des parcelles causée par l'implantation des diguettes sinueuses à l'intérieur des champs (problèmes pour les travaux mécanisés et les mesures de superficie, donc le calcul des besoins en intrants) ;

- parfois, des pluies importantes occasionnent des brèches dans les diguettes. Ces diguettes s'affaiblissent à cause du manque de compactage lors de leur confection, du manque d'entretien, et des difficultés pour y établir une couverture végétale.

Ces observations et remarques ont mis en cause l'opportunité des diguettes de diversion à l'intérieur des champs, bien qu'elles donnent une certaine satisfaction.

On peut encore ajouter un autre point : à Fonsébougou, le système de diversion était introduit dans les champs de 4 exploitations assez grandes. Chaque système de diguettes et d'exutoires se situe à l'intérieur des limites d'une seule exploitation, c'est à dire, parfois un exutoire est situé sur la limite de deux exploitations, mais jamais une diguette ne traverse cette limite. Donc jamais une diguette ne dirige l'eau des champs d'une exploitation vers le voisin.

Aussi, le découpage des champs en parcelles irrégulières ne donne jamais lieu à des parcelles pratiquement perdues, parce que ces "restes" peuvent être ajoutés à la parcelle voisine cultivée par le même paysan.

Il est peu probable que l'on puisse introduire un tel système dans une situation où le régime foncier et l'appartenance des terres ont une configuration plus complexe (comme à Kaniko), sans avoir recours au remembrement. Or, le remembrement est une action extrêmement délicate, qui demande beaucoup de temps et d'efforts.

Les inconvénients des diguettes (cassures, rigoles, entretien) ont conduit à l'abandon du concept "diguette" (structure imperméable) au profit du concept "tampon" (structure perméable), tandis que les inconvénients des ados qui suivent la courbe de niveau à l'intérieur des champs à dénivelé fixe (irrégularité des parcelles) ont conduit à l'abandon du concept "courbe de niveau" au profit du concept "limite de parcelle" (sur les pentes cultivées, donc 0 - 2 %).

Néanmoins, pour le moment, les diguettes de protection (50 cm de hauteur) sont maintenues, bien qu'elles posent le problème de la transformation des exutoires naturels en rigoles, et qu'elles demandent un aménagement de ces exutoires. La raison de ce maintien est que la diguette de protection répond directement au souci majeur des paysans : les rigoles formées par les "eaux qui viennent des collines".

(1) F.D.R. : Fonds de Développement Rural.

Pour empêcher et mieux contrôler l'écoulement de l'eau dans les exutoires, une série de "tampons" perméables (murettes de 30 cm de hauteur ; arbustes) établis suivant les courbes de niveau en amont de la diguette de protection, est proposée.

En aval des diguettes de protection, on arrive à un cloisonnement du paysage (bocage) par l'établissement des haies vives dans les zones déjà en culture.

Tableau 2 - Schéma des interventions anti-érosives dans les différentes unités de paysage

Unité de paysage	Plateau de cuirasse altéré	Escarpement	Glacis		Bourrelet de berge	Bas-fond
			Colluvion récente	Glacis sous dégradation		
Pente	0 - 1 %	5 - 10 %	2 - 5 %	0 - 2 %	0 - 5 %	0,1 - 0,5 %
Sol	Gravier	Eboulis à blocs	Gravier	Sableux limoneux sur carapace	Sablo-argileux	Sable grossier et sablo-argileux
Fonction principale	Protection pâturage production de bois	Protection	Protection	Production agricole et production de bois	Protection	Production agricole
Produits	Pâturage bois	(bois)	(bois)	Coton, céréales, fourrage, fruits	(bois)	riz, légumes fruits pâturage
Aménagement	Régulation pâturage et coupe de bois, reboisement	Protection	Protection, reboisement, diguettes de protection, bandes d'arrêt	exutoires aménagés, haies vives sur les limites des parcelles, introduction des techniques conservatrices, réintroduction des arbres dans les champs	Reboisement protection	Création des retenues d'eau et mise en valeur des eaux retenues

Les défrichements qu'on ne peut pas arrêter seront désormais à faire selon un système mieux contrôlé (1).

Les mesures décrites jusqu'ici concernent directement les champs cultivés ou leur voisinage direct, en amont surtout. Elles doivent être complétées par :

- l'application des mesures agronomiques déjà discutées dans le chapitre précédent ;

- l'arrêt du surpâturage des plateaux et des autres zones en friche, en jachère ou incultes ;

- l'arrêt de la surexploitation du bois.

Ces deux derniers points nécessiteront des recherches probablement difficiles et laborieuses, qui pourraient aboutir à des règlementations concernant le contrôle du pâturage et de la coupe du bois. De telles recherches vi-

sent plus loin que la "simple" production de fourrage et le "simple" reboisement. Nous avons commencé à les faire, mais nous sommes encore loin des résultats. Or il n'est pas nécessaire d'attendre ces résultats pour commencer les travaux d'aménagement anti-érosif.

Ces aménagements figurent parmi les premières activités à entreprendre dans le cadre d'un "plan d'aménagement de terroir" dont la réalisation complète est prévue à moyen ou à long terme. De tels plans ont pour objectif de respecter et de renforcer les fonctions des différentes unités de paysage et de mieux valoriser les interventions entre ces différentes unités (voir tabaleau 2).

(1) Les paysans sont d'autant plus intéressés par la plantation de haies vives sur les limites de leurs champs, parce que, par ces démarcations, ils arrivent à mieux faire valoir leurs droits d'appartenance, souvent mis en cause dans ce terroir fortement occupé.

3. La réalisation du "plan d'aménagement"

1. L'ordre de l'exécution des travaux dans un sous-terroir

A notre avis, le choix des mesures à entreprendre et le planning de leur réalisation ne doivent pas avoir pour but de donner une solution "immédiate" à tous les problèmes. Ils doivent plutôt permettre de résoudre ces problèmes progressivement au cours des années, tout en tenant compte des observations et des expériences des paysans. Cette flexibilité ne doit pas empêcher de suivre un planning de travaux bien élaboré (voir figure 3).

Fig. 3 - Schéma d'introduction des mesures anti-érosives dans un sous-terroir

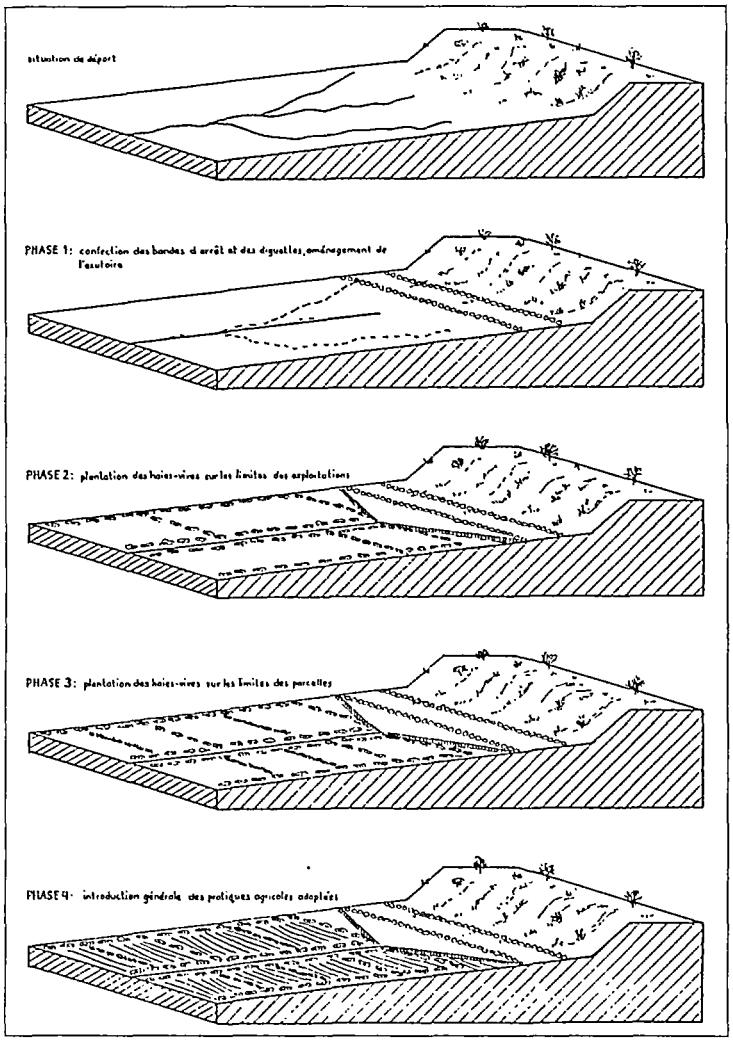
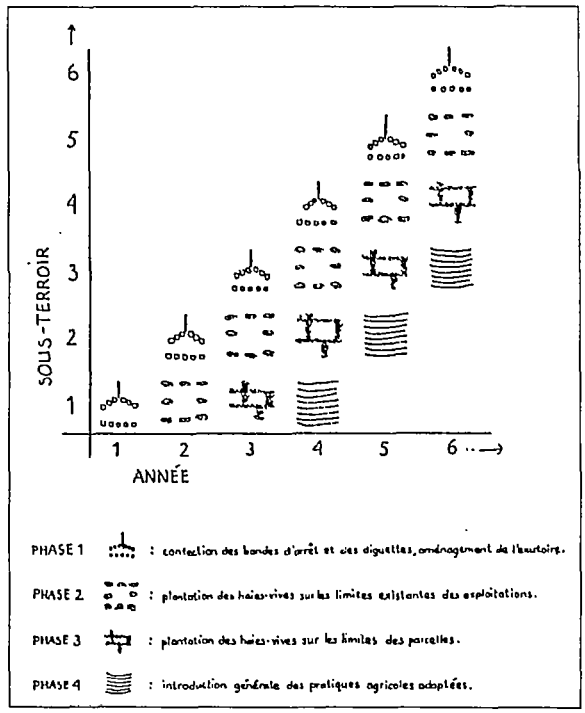


Fig. 4 - L'ordre dans l'exécution des travaux anti-érosifs au niveau village



Des mesures bien choisies et réalisées dans un ordre logique permettent aux paysans de mieux se rendre compte des avantages et inconvénients (1).

2. L'organisation des travaux au niveau village

Vu l'importance du problème d'érosion et la quantité importante de travail nécessaire à la réalisation des différentes mesures anti-érosives, l'engagement de la population de tout le village est indispensable.

Cependant, cette même intensité de travail fait qu'on ne peut jamais s'attaquer à l'ensemble du problème au niveau de tout le terroir villageois. Un échelonnement des activités est donc nécessaire.

Dans ce cadre, une solution pratique peut être trouvée par la division du terroir villageois en plusieurs sous-terroirs, et l'application successive des mesures dans ces différents sous-terroirs. A la figure 4, nous avons

(1) Par exemple, les paysans se plaignent généralement des eaux de ruissellement qui viennent des collines. Après l'implantation d'une diguette de protection, les paysans remarqueront qu'il y a toujours un écoulement d'eau dans leurs champs. Ainsi, il apparaîtra clairement que la cause de ces ruissellements n'est pas seulement due aux eaux venat de la colline, mais aussi à celles provenant des champs.

présenté le plan de travail à suivre.

Pendant la première année, on fait les travaux de la phase 1 dans le sous-terroir 1. Pendant la deuxième année, on y continue les travaux de la phase 2, le tout selon le schéma d'introduction des mesures (voir figure 3) tandis qu'on démarre les activités de la phase 2 dans le sous-terroir 2, etc...

Seulement, après l'implantation des mesures anti-érosives sur l'ensemble du terroir d'un bassin versant, on peut commencer avec l'aménagement des bas-fonds et des lits de marigots par la construction de retenues d'eau. Si on inverse cet ordre, on risque un ensablement total de ces retenues d'eau.

3. Extension au niveau d'une zone de développement

La force de travail qui peut être organisée par un village est limitée. L'appui que peut donner un projet de lutte anti-érosive ou un service de vulgarisation devra pouvoir s'étendre à toute une zone. Pour maximaliser le nombre des réalisations par an, on devra donc mobiliser le maximum de villages que l'on pourra assister efficacement.

La principale contrainte se trouve pour le moment au niveau de l'organisation de l'organisme de développement. Beaucoup de villages et de villageois sont prêts à démarrer et attendent l'appui de la CMDT. C'est pourquoi, une tâche extrêmement importante pour le "Projet lutte anti-érosive dans la zone Mali-Sud" de la CMDT, sera de se consacrer, tout d'abord à la formation du personnel d'encadrement CMDT.

4. Discussion

Les expériences obtenues par la DRSPR, en matière de lutte anti-érosive en zone Mali-Sud, sont encore de date récente. Beaucoup de travail reste à faire, et certains résultats nécessitent d'être confirmés dans d'autres terroirs villageois.

Par exemple, la possibilité d'abandonner le concept "courbe de niveau" à l'intérieur des champs, permettant une introduction plus rapide et plus efficace, devra être vérifiée dans des zones à plus forte pente et à plus forte pluviosité.

Egalement, il sera nécessaire de mieux exprimer des mesures à prendre à l'intérieur des parcellaires : bandes d'arrêt enherbées, plantation d'arbres, agro-foresterie.

Or, le fait que toutes les réponses ne sont pas encore connues, ne devra pas empêcher la réalisation des plans d'aménagement. Cela s'applique également aux problèmes liés à l'organisation.

Dans ce cadre, on peut se féliciter de l'ouverture d'esprit d'un organisme comme la CMDT, qui a bien voulu s'engager dans la lutte anti-érosive dès à présent.

BIBLIOGRAPHIE

Arnaudin, J.P., 1979 : Les terroirs de Fonsébougou. Occupation du sol Géomorphologie, IGN Paris.

Arnaudin, J.P., 1981 : Les unités de paysage de Sibirifina (Région de Sikasso, République du Mali), IGN Paris.

Bâ, L. ; W. Van Campen ; G. Hallam et G. Vierstra, 1985 : La lutte anti-érosive et la conservation des sols ; activités de la DRSPR dans la zone de Fonsébougou et de la ZAER de Kaniko, DRSPR, Sikasso.

Campen, W. Van, et G. Hallam, 1985 : Réactions aux plaintes des paysans concernant l'érosion du sol dans les zones d'activités agricoles intensives au Mali-Sud : des réponses fixes aux propositions flexibles, DRSPR, Sikasso, (document exposé à la IVème Conférence Internationale de la Conservation du Sol, Maracay, Vénézuela, du 3 au 9 novembre 1985).

CMDT, 1986 : Bilan de vulgarisation campagne 1985/86, CMDT Sikasso.

DRSPR, 1985 : Enquête sur le programme de lutte contre l'érosion. Quelques conclusions et recommandations, DRSPR Sikasso

DRSPR, 1986 : Rapport campagne 1985/86, Volet Fonsébougou, Commission Technique sur les Systèmes de Production Rurale, document n° 2, DRSPR Bamako.

Kleene, P. ; Vierstra, G.A., 1985 : Contribution de la Recherche-Développement au développement agricole. Le cas de la zone Mali-Sud, DRSPR Sikasso.

Roose, E., 1985 : Rapport de Mission auprès de la DRSPR dans la région Sud Mali, 3-15 décembre 1984, DRSPR Sikasso.

TRAORE, M., 1980 : Atlas du Mali, éd. "Jeune Afrique", Paris.

TRAORE, M., et COULIBALY, L., 1986 : Etude agrostologique du terroir de Kaniko. Mission CRZ auprès de la DRSPR, 22-29/7/1986, CRZ, Bamako.

Virmani, S.M., S.J. Reddy and M.N.S. Boose, 1980 : A handbook on the rainfall climatology of West Africa. Data for selected locations. Information bulletin Nr. &. ICRISAT Patancheru.

Evolution des pratiques de conservation des sols dans les pays en développement

Ch. LILIN

Ministère de l'Environnement

RESUME

Depuis une quinzaine d'années, le consensus en matière de conception des projets de conservation des sols dans les pays en développement qui caractérisait les années ayant suivi la deuxième guerre mondiale a été rompu. Partant d'analyses critiques de réalisations antérieures, de nouvelles approches ont été définies. Elles ont pour caractéristique commune de prendre du recul par rapport à la logique d'équipement du territoire de pratique antérieure qui constitue un héritage de la Restauration des Terrains en Montagne du XIXème siècle.

Nous nous proposons de décrire cette évolution et de la situer dans son contexte historique. Sans mécannaître le rôle qu'ont pu jouer les prises de position idéologiques dans la rupture du consensus et l'élaboration de contre-propositions, il nous semble qu'une telle relativisation peut maintenant nous aider à dépasser les polémiques et ainsi faciliter une diffusion large des principaux éléments de ces nouvelles approches.

Nous cherchons ensuite à conforter l'évolution en cours en explorant ses conséquences en matière de formation des aménageurs. Dans la logique de l'équipement du territoire, les références utilisées pour élaborer un aménagement proviennent surtout de la littérature technique internationale. Le changement d'orientation conduit à un besoin de connaissances sur le local, qu'il s'agisse du contexte social, des systèmes de production ou du milieu écologique. A partir du cas de Haïti, nous examinerons les caractéristiques des matériels pédagogiques souhaitables et les modalités de leur production.

Introduction

La visite de projets de conservation des sols et de reboisement en Haïti permet de constater une certaine diversité. Cette diversité est très forte au niveau des démarches, c'est à dire de la façon de poser le problème de la conservation des sols et de chercher à le résoudre. Elle est forte au niveau de la conception du rôle de l'aménageur et de la perception du paysan haïtien. Enfin, une certaine diversité existe également en ce qui concerne les techniques mises en œuvre par l'aménageur ou proposées aux paysans.

Ces divers éléments des pratiques de conservation des sols (démarche, conception de son rôle, perception du paysan et techniques) ne varient pas de façon indépendante les uns par rapport aux autres. Je propose de les analyser en utilisant une approche comparable à celle pouvant être mise en œuvre pour analyser les pratiques paysannales. En effet, en Haïti, la plupart des projets de conservation des sols ne sont pas très efficaces par rapport aux objectifs affichés. D'une façon assez générale, les aménagements réalisés ne sont pas entretenus par les paysans et il n'y a pas de diffusion spontanée à partir des projets dits "pilotes". Ce constat est relativement banal et, malheureusement, concerne également bien d'autres projets de développement agricole réalisés dans les normes. Il est l'un des éléments justifiant les recherches sur les systèmes de production, en particulier celles réalisées à Madian Salagnac avec le concours de la coopération française. Une majorité de projets de conservation des sols met en place divers aménagements de l'espace (canaux de contour, banquettes, terrasses, plantations,...) sans partir d'une analyse des systèmes de production concernés et cette méconnaissance joue certes un rôle dans la faiblesse du taux de réussite.

Malheureusement, il s'avère que la production et la diffusion des connaissances relatives aux systèmes de

production n'a qu'un impact limité sur les pratiques de conservation des sols des aménageurs. Une meilleure compréhension de ces dernières me semble une condition nécessaire pour permettre au chercheur de mieux participer à leur évolution.

Je propose d'analayser les principales caractéristiques de la pratique de conservation des sols actuellement la plus répandue en Haïti et que, pour simplifier, j'appellerai pratique dominante : démarche mise en œuvre par l'aménageur, conception de son rôle, perception du paysan et techniques de conservation des sols.

Pour chacun de ces éléments, j'esquisserai les changements qui, dans le contexte haïtien, me paraissent souhaitables dans la perspective de la recherche d'une meilleure efficacité des projets, en dégageant le rôle que les chercheurs travaillant sur les systèmes de production pourraient jouer pour favoriser ces changements.

1. Description de la pratique dominante de conservation des sols

1. La démarche de l'aménageur

Dans la pratique "dominante", l'aménageur constitue le problème de l'érosion des sols en un problème d'équipement du territoire. Pour maîtriser l'érosion, il convient selon lui d'équiper l'espace avec des réseaux (canaux de contour, terrasses, etc...) ou avec des boisements. Ces équipements sont définis à partir des caractéristiques écologiques du milieu : pente, sol ou substrat plus ou moins érodible, précipitations plus ou moins agressives, ravines et torrents à divers niveaux de torrentalité. Dans cette démarche, l'aménageur privilégie la cohérence physique des processus qu'il traite, il raisonne à l'échelle de bassins versants. La complexité des déterminants sociaux de l'érosion n'est pas analysée ; dans cette approche naturaliste, l'aménageur ne parle pas de "production sociale" de l'érosion, même s'il reconnait que le paysan est un "facteur" de l'érosion. L'expression "aménagement des bassins versants" traduit bien cette vision du problème de l'érosion.

Cette démarche naturaliste est aussi une démarche d'ingénieur au sens ancien de ce mot : l'ingénieur était d'abord celui qui, en France, était chargé de construire les fortifications pour le roi, puis fut responsable de la mise en place d'équipements structurants de l'espace (routes, chemins de fer, canaux...) pour le compte du pouvoir central. Du fait d'une formation qui privilégie la maîtrise de la matière inerte (importance des disciplines telles que l'hydraulique, la thermo-dynamique, le génie-civil, etc...), l'ingénieur est surtout familiarisé avec la logique mécaniste de l'enchainement des causes et des effets. Il est à l'aise lorsqu'il s'agit de raisonner sur un processus se prêtant à une modélisation quantifiée, par exemple afin de dimensionner un canal de contour en fonction d'une intensité pluviométrique, d'un coefficient de ruissellement, d'un écartement entre canaux, etc... Mais il est peu préparé pour intervenir au niveau de dynamiques sociales, car alors son "outillage conceptuel" ne permet pas une bonne compréhension d'une réalité qui se prête mal à la modélisation et dans laquelle les relations de causalité sont différentes.

2. La conception du rôle d'aménageur

L'intérêt général joue un rôle important dans la conception que l'ingénieur a de son rôle. Il permet de disqualifier les résistances des populations locales à son projet : celles-ci ne peuvent exprimer qu'un point de vue particulier.

La pratique dominante de conservation des sols s'inspire de pratiques telles que la construction d'ouvrages d'art (ponts, routes, etc...) pour définir le rôle de l'aménageur. Ainsi, la phase de conception de l'ouvrage est nettement distincte de la phase de réalisation et de celle de l'entretien. Sa compétence technique doit permettre à l'aménageur de concevoir un projet précis et détaillé. La réalisation des travaux peut ensuite être confiée à des ingénieurs d'exécution, l'ingénieur de conception n'intervenant à ce stade que si des difficultés imprévues apparaissent. Enfin, l'entretien des ouvrages est à la charge des paysans. Les responsabilités sont définies et réparties avec précision, il n'y a place ni pour l'improvisation, ni pour le bricolage.

3. La perception des paysans

Que ce soit au niveau de la formation de l'aménageur ou de l'élaboration des projets, le rôle des sciences sociales est en général subalterne. De ce fait, même après des années de "terrain", la principale caractéristique de la perception des paysans par l'aménageur reste bien souvent la pauvreté de sa connaissance de celui-ci.

Pour l'expert occidental, les problèmes de langue et le travail dans l'urgence rendent les contacts directs et prolongés avec les paysans haïtiens peu probables.

Chez les agronomes haïtiens, si le problème de langue disparait, l'importance du fossé culturel qui les sépare du monde rural conduit souvent à des visions aussi stéréotypées que celles rencontrées chez les experts.

Cette méconnaissance initiale favorise une interprétation de l'échec d'un projet de conservation des sols à partir de schémas explicatifs simplistes.

Ainsi, dans un premier cas, l'échec est imputé au paysan parce que celui-ci **ne veut pas** adopter de nouvelles pratiques, il est ignorant, ne comprend pas où se situe son intérêt, raisonne à court terme et de façon égoïste, reste empêtré dans des traditions dépassées, etc... Cette psychologisation de l'échec accompagne

souvent les visions progressistes qui opposent fortement tradition et modernité.

Dans le deuxième cas, l'accent est mis sur le fait que le paysan **ne peut pas** adopter de nouvelles pratiques, en particulier à cause de l'insécurité foncière. Cette victimisation du paysan accompagne souvent une dénonciation politisée des exploiteurs et des profiteurs.

4. Les techniques de conservation des sols

La pratique dominante de conservation des sols est caractérisée par la priorité donnée à certaines techniques.

Les aménagements physiques de l'espace sont privilégiés, sous forme de canaux, de terrasses, etc... Le projet prévoit la construction des ouvrages en une fois et exclut les techniques progressives mettant à profit la croissance des végétaux et l'érosion pour construire l'aménagement (seuils à base de matériel végétal vivant, terrasses progressives). Les aménagements sont raisonnés à l'échelle du bassin versant, ce qui conduit à un traitement homogène sur de grandes surfaces.

L'aménagement étant destiné à réduire l'érosion, les secteurs les plus érodés sont traités en priorité.

II. Eléments pour une évolution des pratiques de conservation des sols

Les chercheurs et aménageurs qui ont mis au point de nouvelles approches en matière de développement rural comme la Recherche-Développement écrivent beaucoup et, au moins pour la démarche générale, la conception du rôle de l'aménageur et la perception des paysans qui sont préconisées, je renvois vers divers documents.

Je me propose ici de dégager quelques pistes en vue d'une participation plus efficace des chercheurs à l'évolution des pratiques.

1. Recherches sur les systèmes de pratiques

La méconnaissance des systèmes de pratiques des projets de conservation des sols rencontrée chez la majorité des chercheurs s'explique en partie par la rareté des travaux scientifiques analysant ces pratiques de façon historique et détaillée et par la faible diffusion des travaux existants. Même si l'action à mener dans ce domaine dépasse largement le cadre de Haïti, elle me semble prioritaire. Elle aide les aménageurs directement concernés par l'analyse à objectiver et à relativiser leur propre pratique, ce qui facilite une évolution ultérieure. Il est important de remplacer les dénonciations de telle ou telle pratique par une analyse plus détaillée et plus neutre de ses caractéristiques, de sa rationalité, de son histoire, et enfin, de sa plus ou moins bonne adaptation à un objectif et à un contexte donnés.

Mais l'analyse de la perception du paysan par l'aménageur permetb également au chercheur de mieux définir le type de connaissances sur le milieu rural qu'il convient de mettre en priorité à la disposition de l'aménageur, si l'on veut que celui-ci renonce à certaines visions simplistes du paysan haïtien et puisse adopter d'autres démarches.

2. Connaissances du milieu agricole et stéréotypes

Nous avons vu que la méconnaissance du paysan haïtien favorise la formation de stéréotypes lorsqu'il s'agit d'interpréter l'échec d'un projet. Ces stéréotypes, dans lesquels le paysan est considéré soit comme un arriéré, soit comme une victime, ont en commun d'interdire de considérer le paysan comme un acteur responsable et ayant un degré de liberté suffisant pour participer à une action de développement. Ils s'opposent au remplacement de la logique de l'équipement du territoire par celle du développement agricole dans laquelle le paysan devient en quelque sorte co-producteur de l'aménagement.

La recherche sur les systèmes de production ira d'autant mieux à l'encontre de ces visions schématiques et biaisées du paysan haïtien qu'elle pourra :

- produire des connaissances portant sur la diversité et la complexité du monde paysan à partir d'exemples choisis dans plusieurs régions du pays ;

- formuler ces connaissances de telle façon qu'elles puissent facilement être lues par les aménageurs, sans oublier que ceux-ci n'ont que rarement une formation sérieuse en sciences humaines et qu'ils travaillent souvent dans l'urgence ;

- susciter des débats avec les aménageurs, de façon à mieux finaliser les connaissances qui leur sont destinées ainsi que leur formulation.

Il sera particulièrement important de faire ressortir la nature et les modalités d'expression des **motivations économiques** chez le paysan haïtien, puisque c'est sur de telles motivations qu'il convient de s'appuyer dans les projets de développement. En Haïti, les préoccupations concernant l'amélioration de la productivité du travail ou de la terre semblent très répandues, même si les résultats effectivement observés sont souvent médiocres. Les analyses régionales des systèmes de production devront donc aussi identifier les principaux freins que rencontre cette volonté d'intensification : problèmes de ressources, de gestion des risques, d'absence de références techniques et de matériels adaptés, de commercialisation, etc...

En Haïti, des préoccupations concernant le long terme existent chez le paysan, en particulier sous la forme de l'importance accordée à la sépulture, du désir de léguer à ses enfants des terres en quantité suffisante. Ces faits

culturels méritent d'être plus analysés et mieux connus, car les projets de conservation des sols et de boisement peuvent s'appuyer sur eux.

Dans le domaine du foncier, il est également urgent de disposer de quelques analyses détaillées des situations rencontrées en diverses régions.

Les certitudes concernant une insécurité foncière généralisée reposent souvent sur quelques faits réellement observés ou rapportés, mais non sur des analyses. Des travaux de recherche comme ceux de l'anthropologue G. MURRAY aussi bien que l'existence de marchés actifs pour le foncier permettent de douter du caractère général de cette insécurité et rendent prudent par rapport à l'emploi d'expressions comme le "blocage foncier".

La priorité donnée à la connaissance de certains aspects du milieu rural (motivations économiques, aspects culturels, problèmes fonciers) ne signifie nullement que la connaissance des autres aspects des systèmes de production ne présente pas d'intérêt pour l'aménageur chargé d'un projet de conservation des sols. Il s'agit simplement des connaissances qui, dans le contexte actuel, semblent plus aptes à faire évoluer la situation et à amener les aménageurs à adopter d'autres démarches pour les projets. Une fois ce changement effectué, ils seront conduits à manifester leur intérêt pour d'autres connaissances sur les systèmes de production. Le remplacement de stéréotypes par une connaissance plus fine de la complexité du milieu rural haïtien est une étape nécessaire pour que la "demande" par rapport à d'autres informations puisse se développer.

3. Le travail sur les techniques

Le débat sur les techniques de conservation des sols est limité en Haïti : les chercheurs travaillant sur les systèmes de production et les aménageurs qui participent à l'approche dominante n'ont que rarement l'occasion de discuter ensemble. Ce débat est d'autant plus difficile que, suivant que l'on se situe dans une logique d'équipement du territoire avec une seule finalité (le contrôle de l'érosion) ou dans celle du développement agricole, les critères d'évaluation ne sont pas les mêmes. Or, il semble bien qu'actuellement la rareté des références technico-économiques concernant des aménagements de conservation des sols à la fois du point de vue de l'amélioration de la productivité et de la réduction de l'érosion constitue un facteur limitant important à la diffusion de nouvelles pratiques. A partir de l'expérience acquise dans d'autres pays et d'observations réalisées sur le terrain en Haïti, il est possible de définir les grands principes de traitements plus adaptés pour les parcelles érodées ou pour les ravaines (en particulier les techniques progressives utilisant le matériel végétal pour créer des haies sur les versants ou des seuils dans les ravines). Il serait urgent de tester ces aménagements dans divers contextes haïtiens et de préparer des références permettant de mieux définir la technique à utiliser et le matériel végétal à employer suivant les milieux naturels et les systèmes de production concernés.

BIBLIOGRAPHIE

GRET Cellule Agriculture, 1985. Revitalisation des paysanneries du tiers monde et alternations technologiques, 25 p.

QUERRIEN (A.), 1979, Ecoles et Corps. Le cas des ponts et chaussées ; 1747-1848 - Les annales de la recherche urbaine 5, 1979, 23 p.

LILIN (Ch.), 1986, Conservation des sols et aménagement des bassins versants en Haïti - Rapport F.A.O. 57 p.

LILIN (Ch.) en collaboration avec l'équipe INRA de Rungis 1986, Histoire de la restauration des terrains en montagne au XIXème siècle - Cah. ORSTOM - 6 p. (à paraître).

MURRAY (G.F.), 1978, Land tenure, land insecurity and planned agricultural development among haitian peasants - Rapport pour l'U.S.A.I.D. - 53 p.

MURRAY (G.F.), 1979, Terraces, trees and the haitian peasant, an assessment of 25 years of erosion control in rural Haiti - Rapport pour l'U.S.A.I.D. - 242 p.

SMUCKER (G.R.), 1981, Trees and charcoal in haitian peasant economy - Rapport pour l'U.S.A.I.D. - 81 p.

L'irrigation d'appoint à l'aide d'un barrage compartimenté dans le tropique semi-aride brésilien Une étude de cas

G. VALLEE, P. CERQUEIRA, A. DE S. SILVA, L.H. LOPEZ

DSA/CIRAD - EMBRAPA/CPATSTA

RESUME

Sur les 1 646 650 km^2 que couvre le Nordeste brésilien, environ 90 % sont situés dans des zones arides et semi-arides. On comprend aisément que les problèmes d'eau soient vitaux pour les petits producteurs. L'EMBRAPA/CPATSA a développé plusieurs technologies permettant une meilleure utilisation des ressources en eau, comme le "barrage compartimenté". Cet aménagement a été étudié sur l'exploitation de Taboleiro. Les données recueillies depuis trois ans ont montré que les parcelles avec irrigation d'appoint, qui ne représentent que 10 % de la superficie cultivée, assurent la moitié de la production totale de haricots (soit 80 % de la consommation familiale) et 40 % de la production de maïs (150 % de la consommation familiale). Néanmoins, le taux de rentabilité économique de l'investissement barrage est faible. La recherche doit faire des propositions associant cultures vivrières et cultures de rente pour accroître ce taux de rentabilité.

I. Introduction

Le Nordeste brésilien couvre 1 646 650 km^2, soit la totalité de 9 états (Maranhão, Piaui, Ceará, Rio Grande de Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia) plus la partie septentrionale de l'état de Mínas Gerais. Cela entraine comme conséquence une grande variété de situations agroécologiques auxquelles correspondent diverses conditions socio-économiques des populations rurales. Quatre grandes zones ont été identifiées (Reddy 1983) :

Tableau 1 - Zones climatiques du Nordeste

Zone	Km^2	% de la superficie
humide	11 527	0,7
sub-humide	164 665	10,0
semi-aride	1 234 988	75,0
aride 235	470	14,3

Le tableau 1 montre que 89,3 % de la superficie totale du Nordeste est occupée par les zones arides et semi-arides. Si en ce qui concerne la température, la région Nordeste révèle une certaine homogénéité spatiale (moyenne annuelle 24 à 26° C) avec peu de variation saisonnière, il n'en est pas de même pour le régime hydrique. La pluviométrie totale diminue de la côte vers l'intérieur, en raison de l'orientation des systèmes de perturbations atmosphériques dont l'action diminue vers l'intérieur du "Sertão". L'ouest de la zone, la plus pluvieuse, est appelée "Mata" et les moyennes y sont supérieures à 1 250 mm, atteignant 2 000 mm dans le Nordeste du Maranháo. En contrepartie, dans l'intérieur que l'on appelle "Sertão", rares sont les localités où l'on enregistre plus de 1 000 mm. Sur près de 50 % de cette région, la pluviométrie moyenne est inférieure à 750 mm, et des niveaux inférieurs à 500 mm sont observés dans certaines régions du Sertão des états du Paraíba, du Pernambouc (lieu de l'étude) et de Bahia. Mais quelque soit le volume de l'eau reçue pendant l'année, sa répartition saisonnière est typiquement tropicale avec une saison des pluies et une autre très sèche. Le mécanisme atmosphérique des régions tropicales est caractérisé par son irrégularité. Les écarts sont encore plus élevés dans les régions de climat semi-aride (Yeark Book of Agriculture 1941) et les inconvénients du régime saisonnier avec des déficits de pluie prolongés sont encore aggravés par l'extrême irrégularité observée. Aucune autre région du Brésil n'est touchée par des écarts aussi significatifs que ceux qui affectent la ré-

gion Nordeste, et les plus grands écarts correspondent aux zones où la hauteur de pluie annuelle est la plus faible. Cette zone est appelée "polygone de la sécheresse" : s'il existe, des années avec des pluies double de la "normale" (si cela peut avoir un sens ici !), les années où les pluies manquent ("mauvais hiver") sont beaucoup plus nombreuses, durant lesquelles la période sèche peut être beaucoup plus longue que la moyenne, avec la possibilité que les rares pluies de cette époque n'aient pas lieu.

La population résidente dans le Nordeste était en 1980 de 35 970 286 hab (deuxième parmi les grandes régions brésiliennes). Mais la région perd de l'importance du point de vue démographique, sa participation dans la population nationale a diminué de 46,7 % en 1872 à 29,2 % en 1980. Dans la distribution ville-campagne, le fait significatif est l'évasion rurale progressive et la forte augmentation des villes : la participation de la population urbaine par rapport à la population régionale totale a augmenté de 26,3 % en 1940 à 50,4 % en 1980. Durant cette période la population urbaine a été multipliée par 5, alors que la population rurale n'a augmenté que d'une fois et demi. Même sans la confirmation des données de 1985, non publiées, on peut affirmer que cette tendance a augmenté les dernières années à cause des années de sécheresse qui atteignirent le Nordeste. Ainsi la situation d'équilibre de 1980 (17,3 M hab. en zone rurale et 17,6 en zone urbaine) est rompue et l'évasion rurale s'accélère, ce qui n'est pas sans poser des problèmes pour l'agriculture.

Dans le Nordeste les problèmes agraires surpassent les autres, les causes profondes en étant directement liées à une forte concentration foncière ; selon les données de l'Institut Brésilien de Géographie et Statistique (IBGE 1980), dans cette région se concentre le plus grand nombre de propriétés rurales du pays, 47 % du total, mais près de 94 % des propriétés ont une superficie inférieure à 100 ha (tableau 1) et les 6 % restants occupent 72 % de la superficie totale.

Tableau 2 - Nombre et superficie des exploitations agricoles du Nordeste (MINTER/SUDENE 1984)

Groupe de superficie (ha)	Nombre de propriétés	%	Superficie des propriétés (ha)	%
Moins de 5 ha	1 366 184	15,75	2 474 359	2,76
de 5 ha à - de 10 ha	291 968	11,91	2 013 603	2,25
de 10 ha à - de 20 ha	243 718	9,94	3 312 690	3,70
de 20 ha à - de 50 ha	263 603	10,76	8 120 830	9,07
de 50 ha à - de 100 ha	129 723	5,29	8 847 285	9,88
de 100 ha à - de 500 ha	124 924	5,10	24 991 972	27, 91
de 500 ha à - de 1000 ha	15 696	0,64	10 542 557	11, 77
plus de 1000 sans avoir déclaration	4 585	0,19		
Total	2 450 700	100	89 553 504	100

Mais les propriétés d'une superficie inférieure à 100 ha sont responsables pour plus des 23 % de la production des aliments de la région (riz 76,3 %, haricot et manioc 94,4 %, maïs 85,3 %) et de la moitié des cultures agro-industrielles (coton herbacé 61,7 %, coton pérenne 59,9 %). En réalité, les grandes propriétés sont consacrées à l'élevage extensif.

Si on additionne les problèmes de la sécheresse à celui des petites propriétés on a le cadre du conflit du Nordeste dans lequel les petits propriétaires, totalement décapitalisés n'ont pas les conditions de vaincre les problèmes liés aux années de sécheresse et vont ainsi, après avoir vendu leurs terres à un prix très bas, émigrer vers les périphéries des grandes villes à la recherche d'un travail moins risqué.

Si, dans le passé, la croissance du sud du Brésil a permis une forte absorption de la main d'œuvre du Nordeste, cela n'est plus la cas actuellement et le gouvernement essaie de maintenir les petits agriculteurs dans leurs propriétés par l'interemédiaire de plusieurs programmes d'assistance. Cependant la nécessité de proposer des alternatives techniques permettant une meilleure utilisation des ressources pluviométriques et hydriques du Nordeste fut une des raisons de la création du Centre de Recherches Agronomiques du Tropique Semi-Aride (CPATSA) de l'Entreprise Brésilienne de Recherche Agronomique (EMBRAPA). Ce travail concerne une technologie testée dans le Nordeste par le CPATSA qui consiste à créer une retenue d'eau pour permettre d'irriguer en cas de sécheresse un champ situé en aval de cette retenue.

II. Matériel et méthodes

Pour résoudre les problèmes dûs aux sécheresses, le CPATSA développe un grand nombre d'études sur

l'utilisation du sol et de l'eau pour l'agriculture pluviale avec les objectifs suivants :

- satisfaire les besoins en eau des personnes et des animaux

- satisfaire la production agricole en vue d'assurer l'autosuffisance alimentaire de la famille

- développer des cultures et des techniques permettant en plus de l'autosuffisance alimentaire, une commercialisation des produits permettant d'améliorer le capital des exploitations et de financer les investissements.

Le CPATSA a déjà obtenu des résultats significatifs et propose plusieurs technologies permettant d'utiliser les pluies de manière plus efficace. Deux d'entre elles sont déjà diffusées dans le Nordeste.

1. Les citernes rurales

Cette technologie, utilisée depuis plusieurs siècles dans de nombreux pays, a été peu diffusée en milieu rural, principalement dans le Nordeste semi-aride. Le CPATSA a développé plusieurs types de citernes utilisant le toit de la maison comme aire de captation, qui peut être augmentée, si elle n'est pas suffisante, par une aire de captation spécifique, à côté ou devant la citerne. Le volume de la citerne est calculé pour chaque propriété en fonction des besoins des personnes vivant sur la propriété.

2. Le barrage pour l'irrigation d'appoint

L'utilisation de l'eau de ruissellement dans l'agriculture est aussi une technique utilisée il y a plusieurs siècles (Stern 1980). Les travaux réalisés au CPATSA (Silva et Porto 1982) ont démontré que le système d'utilisation de l'eau de pluie de ruissellement pour les besoins des cultures, communément appelé "barrage pour l'utilisation de l'irrigation d'appoint" peut donner de bons résultats, s'il existe un rapport adéquat entre l'aire de captation et l'aire de culture qui doit être irriguée.

1. Caractéristiques

Selon Silva et Porto (1984), un barrage pour l'utilisation de l'irrigation de sauvetage est constitué de trois éléments de base :

- aire de captation : aire destinée à capter l'eau de pluie ruisselant sur le sol, avec une déclivité variable et limitée par une digue de terre fonctionnant comme diviseur et récupérateur d'eau. L'aire doit être en moyenne d'environ 3 ha.

- réservoir ou barrage : c'est l'aire où l'eau captée en Ac est stockée. La capacité moyenne est de 3 à 5 000 m^3 et pour diminuer les pertes par évaporation, le barrage est divisé en deux parties par une digue (barrage compartimenté).

- aire de culture : aire en aval du barrage réservée aux cultures alimentaires pour assurer l'auto-consommation familiale, une superficie de 1,5 à 2 ha est nécessaire : celle-ci est plantée en billons réalisés en courbes de niveau permettant l'irrigation par gravité.

2. Dimensions du système

Pour calculer les dimensions du système, les chercheurs du CPATSA utilisent la formule :

Ac = Vb/CxP dans laquelle :

Ac = aire de captation
Vb = volume brut d'eau à stocker (m^3) tenant compte des pertes totales (évaporation et infiltration)
C = coefficient de ruissellement superficiel de l'aire de captation (plusieurs coefficients ont été calculés pour les conditions du Nordeste).
P = Précipitation moyenne annuelle de la région (m) à 50 % de probabilité.
Pour les régions de Petrolina et d'Ouricuri (lieu de l'étude) avec des précipitations moyennes de 400 à 500 mm, pour calculer les dimensions du système on a retenu trois données importantes :

1. Un supplément de 100 mm/ha d'eau à disposition du producteur est suffisant pour corriger les effets des époques de sécheresse prolongées durant la saison des pluies.

2. Une superficie de 1,5 à 2 ha est suffisante pour assurer l'alimentation de base de la famille et peut produire en année normale un excédent pour la commercialisation ce qui couvre les coûts financiers du système.

3. Les pertes totales par infiltration et évaporation du barrage correspondent à 50 % du volume utile à utiliser.

3. Introduction au niveau de l'exploitation

Le CPATSA conduit un programme de recherches en systèmes de production dans la région d'Ouricuri - Pe. Le diagnostic agro-socio-économique réalisé par le programme national de recherches "Evaluation des Ressources Naturelles et Socio-économiques du Semi-Aride (PNP-027)" a abouti au choix de plusieurs exploitations où ont été réalisés des plans de développement (Lopes, Vallée 1985) adaptés aux situations particulières des catégories de producteurs. Ainsi en 1983 ont été élaborés des projets d'intervention technique pour 5 propriétés agricoles de cette région en vue de prouver la validité en milieu réel des technologies élaborées par le CPATSA et étudier leur viabilité sociale et économique, pour recueillir les informations nécessaires à

une plus grande diffusion des techniques (acceptés par les producteurs) au niveau de la vulgarisation rurale. Ce document se réfère seulement au cas de la propriété "Taboleiro", propriété de Monsieur José Alves de CARVALHO.

1. Description de la propriété

- Superficie totale : 135 ha

- Superficie cultivée : 15,4 ha

- Disponibilité en eau : avant l'intervention de la recherche la propriété disposait de :
. un petit barrage, 483 m^3
. un grand barrage, type lac collinaire, de 9 583 m^3 mais réservé à la consommation humaine et animale, sans possibilité d'irrigation par gravité.

- Disponibilité en matériels avant l'intervention :
. une jeune paire de bœufs
. une charrue réversible
. une charrette traditionnelle en bois.

- Main d'œuvre :

La famille du producteur comprend douze personnes, mais participent aux travaux agricoles seulement, le chef d'exploitation, deux fils adultes et deux filles de plus de quinze ans. Quatre enfants de moins de quinze ans vont à l'école et participent à certains travaux des champs (semis, cueillette) et une fille adulte exerce la profession d'instituteur à Ouricuri-Pe. L'épouse du producteur et une fille se consacrent exclusivement aux travaux domestiques.

- Système de production de l'exploitation :

Le système de production est basé sur l'association de l'agriculture et de l'élevage. Le système de culture est réalisé généralement avec des cultures associées (haricot (1) x maïs (2), haricot x ricin (3), coton (4) x haricot x maïs, haricot x sorgho (5), palme (6) x coton pérenne (4)) sans utilisation d'engrais ni de fertilisation organique, en laissant les champs en jachère (20 ha en 1983) quand la production commence à baisser. L'élevage est de forme extensive. Il n'y a pas de pâturages cultivés, les animaux sont mélangés (bovins 28, caprins 23, ovins 18), et sont nourris à partir des restes de culture et de pâturage dans la caating (végétation arbustive naturelle).

En général les animaux perdent beaucoup de poids durant la saison sèche et la production de viande est faible. Cependant l'élevage revêt pour le producteur une grande importance en termes d'épargne, ce qui lui permet de surmonter les années difficiles pour les cultures.

2. Plan d'intervention technique

Ce producteur a participé dès 1982 aux premiers tests réalisés en milieu rural par le CPATSA (Vallée 1986) et a été choisi pour l'introduction des nouvelles technologies que l'on désirait tester, parce qu'il représentait la strate moyenne de rente dans l'échantillon des agriculteurs étudiés, mais avec de réelles possibilités de développement.

En 1983, après discussions avec le producteur, celui-ci accepta l'implantation d'un barrage pour l'irrigation d'appoint dans sa propriété. Ce barrage et le champ cultivé ont les caractéristiques suivantes :

. aire de captation : 2 019 ha
. aire du barrage : 0,30 ha
. aire des drains : 0,034 ha
. système de plantation : dans la zone de culture, on a réalisé une préparation du sol selon le dispositif ICRISAT en planches et billons tracés en courbes de niveau, avec une déclivité de 0,4 %. Une fertilisation organique (5t/ha) a été appliquée en 1983 ainsi qu'une fertilisation phosphatée en complément en 1983 et 1985.

- Cultures :

Le champ avec irrigation d'appoint doit, au moins pour le cycle de culture de la saison des pluies, être réservé aux cultures alimentaires. Dans ce cas il fut planté chaque année en haricot et maïs réalisés en cultures associées. Dans le cas où il reste de l'eau après la culture de la saison des pluies, un deuxième cycle de culture en irrigation totale est implanté sur une superficie calculée en fonction de l'eau restant disponible dans le barrage.

- Coût du barrage :

Pour la construction du barrage, 128 heures de tracteur "Bulldozer" furent nécessaires, soit un coût de 1 950 950 cruzeiros (CrS) en novembre 1983.

III. Résultats

Après trois années de suivi agronomique de la totalité de l'exploitation, on peut évaluer l'impact du barrage, tant sur le plan économique que social. Les tableaux 2 à 10 présentent les résultats en termes d'investissement, coûts, production et taux interne de rentabilité. Ce dernier facteur étant l'index retenu au CPATSA pour l'évaluation économique des projets (Doraswamy

(1) Vigna unguiculata L. Walp
(2) Zea mays L.
(3) Ricinnus comunis
(4) Gossypium hirsutum Var. Maria Galante
(5) Sorghum bicolor Moench
(6) Opuntia ficus indica

1985). Du fait de la grande inflation régnant à cette époque, tous les prix ont été calculés en O.T.N. (Obligations du Trésor National = 106,4 cruzeiros), et en cruzados (nouvelle monnaie brésilienne depuis mars 1986).

Pour obtenir les valeurs en francs français, il suffit de diviser les valeurs en cruzados(Cz$) par 2 (1 FF = 1,9959 Cz$).

1. Tableau 3 - Investissement initial

Type d'investissement	Valeur mars 1986	
	Cz$	OTN
A. Investissement de l'aire du barrage		
1. Terre (4,23 ha)	2086,51	19,61
2. Construction du barrage	32085,98	301,56
3. Clôtures	2389,74	22,46
Total 1+2+3	36562,23	343,63
B. Investissement proportionnel à la surface cultivée		
4. Polyculteur 1500 + équipements	2956,86	27,79
5. Paire de bœufs	1354,47	12,73
6. Outils et silos	674,57	6,34
Total 4+5+6	4985,90	46,86
Total général	41548,13	390,49

2. Tableau 4 - Coûts annuels

Années	1983/84		1984/85		1985/86	
Coûts	Cz$	OTN	Cz$	OTN	Cz$	OTN
Semences	771,40	7,25	118,10	1,11	516,04	4,85
Fertilisants	608,61	5,72	298,98	2,81	75,20	0,71
Prod. phytosanitaires	376,66	3,45	36,18	0,34	16,47	0,15
Main d'œuvre temporaire	327,71	3,08	542,64	5,10	486,00	4,57
Main d'œuvre familiale	4801,83	45,13	3514,76	29,65	4968,00	46,69
Labour	750,00	7,05	600,00	5,64	-	-
Dépréciation du polyculteur outils, clôtures	709,69	6,67	212,80	2,00	74,49	0,70
Coûts totaux	8345,90	78,44	4963,56	46,65	6136,20	57,67

On peut remarquer que sur les coûts totaux des trois années, le coût estimé de la main d'œuvre familiale représente 66% du coût total.

En ce qui concerne le nombre de jours de travail, on obtient :

3. Tableau 5 - Jours de travail

	Jours de travail			Jours par ha
Année	Famille	Temporaires	Total	
1983/84	176	12	188	72
1984/85	122	21	143	49
1985/86	184	18	202	78

4. Tableau 6 - Superficie plantée, cultures, production, rendements et valeur de la production

	Superficie (ha)			83/84				84/85				85/86			
Cultures	83/84	84/85	85/86	Produc. (kg)	RDT (kg/ha)	Valeur Cz$	OTN	Produc. (kg)	RDT (kg/ha)	Valeur Cz$	OTN	Produc. (kg)	RDT (kg/ha)	Valeur Cz$	OTN
Haricot vigna	1,76	1,76	1,76	1144	650	3911,26	36,76	360	205	751,18	7,06	660	375	4686	44,04
Maïs				1137	646	1514,07	14,23	1880	1059	2108,85	19,82	300	170	480	4,51
Haricot vigna	0,37			223	603	762,89	7,17								
Haraicot phasaleus	0,38	1,76	0,82	63	166	309,63	2,91	480	410	2389,75	22,46	50	61	435	4,09
Pastèque	0,10			50	500	39,37	0,37								
Total	2,61	2,93	2,58			6537,22	61,44			5249,78	49,34			5602	52,64

5. Tableau 7 - Relation production du champ avec irrigation d'appoint par rapport au total des cultures de la propriété et par rapport à la consommation familiale totale.

Cultures	Production totale			% représenté par champ avec irrigation			Consommation familiale			% de la consommation obtenu sur le champ avec irrigation		
	83/84	84/85	85/86	83/84	84/85	85/86	83/84	84/85	85/86	83/84	84/85	85/86
Haricot (vigna et phaseolus)	2406	1760	1740	59	48	41	1313	1585	768	109	53	92
Maïs	2651	5150	560	43	37	54	245	1340	620	464	140	48
Pastèque (pièces)	50	0	0	100	0	0	50	-	-	100	-	-
Coton	1035	479	936	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorgho	2294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ricin	-	540	373	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riz	-	-	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6. Tableau 8 - Relation production du champ avec irrigation d'appoint par rapport à la valeur totale des productions agricoles de la propriété

Valeur totale des productions agricoles de la propriété			Valeur des productions agricoles du champ irrigué et %					
83/84	84/85	85/86	83/84		84/85		85/86	
Valeur Cz$	Valeur Cz$	Valeur Cz$	Valeur Cz$	%	Valeur Cz$	%	Valeur Cz$	%
20035,14	12787,16	20515,50	6537,22	33	5249,78	41	5601,00	27

7. Revenu net et taux interne de rentabilité

Tableau 9 - Revenu net

	1983/84 Valeur		1984/85 Valeur		1985/86 Valeur	
	CzS	OTN	CzS	OTN	CzS	OTN
1. Recettes	6537,22	61,44	5249,78	49,34	5601,00	52,64
2. Coûts	8345,90	78,44	4963,56	46,65	6136,20	57,67
3.Revenu net (net income) (1-2)	-1808,68	-17,00	286,22	2,69	-535,20	-5,03
4. Revenu net + main d'œuvre familiale	2993,15	28,15	3440,98	32,34	10569,00	99,33
5. Revenu net + main d'œuvre familiale + dépréciation	3702,84	34,80	3653,88	34,34	10643,49	100,03

2. Taux interne de rentabilité

1. Tableau 10 - Valeur résiduelle

	Valeur	
	CzS	OTN
Investissement initial	41548,13	390,49
Dépréciation pour 3 ans	996,97	9,37
Valeur résiduelle	40551,16	381,12

2. Taux interne de rentabilité

Le taux interne de rentabilité (T.I.R.) est négatif si on inclus dans les coûts la main d'œuvre familiale. Il est de 6,2 % si la main d'œuvre familiale est décomptée et de 6,9 % si on décompte également la dépréciation annuelle de l'investissement.

IV - Discussions

1. Importance du champ avec irrigation d'appoint

Le tableau 7 montre que le "champ du barrage" représente un fort pourcentage de la production : en moyenne sur trois ans, 50 % de la production de haricot et 40 % de celle du maïs.

Par rapport à la consommation familiale de haricot et maïs qui représente les aliments de base de la famille, cela donne en moyenne, respectivement, 81 % et 150 % pour le haricot et le maïs consommés.

On peut affirmer que le barrage et l'irrigation d'appoint permettent réeellement d'assurer l'alimentation de base de la famille, et remplissent totalement la fonction sociale qui a été un des objectifs fixé à cette technologie.

En termes de valeur de la production, la production obtenue représente plus de 36 % de la valeur totale sur 3 ans, alors que la surface cultivée est seulement de 10 % de la surface cultivée.

2. Revenu net et taux interne de rentabilité

Le revenu net a été négatif en 1983/84 et 1985/86 et bas en 1984/85, parce que la main d'œuvre familiale a été calculée comme coût. En réalité le producteur ne reçoit un "salaire" qu'après la vente des produits et dans ce cas on peut estimer la valorisation de la journée de travail du producteur à 17,00 Cz$, 28,20 CzS et 57,44 CzS respectivement 83/84, 84/85 et 85/86. Le revenu du producteur s'améliore donc et atteint deux fois le salaire minimum journalier en 1985/86.

Les taux internes de rentabilité sont bas et comme ils sont en dessous de 10-12 % on peut donc dire que l'investissement est peu lucratif mais acceptable pour la culture du haricot et du maïs. Cependant il est possible que d'autres cultures utilisant l'irrigation d'appoint puissent améliorer les résultats économiques de cette activité. Dans une situation aussi critique, il est clair que les améliorations seront progressives, mais on doit tenter d'expliquer la baisse des rendements qui pourrait devenir préoccupante si elle n'est pas le seul fait du climat.

Conclusions

Après trois années d'utilisation en milieu réel de la technologie d'irrigation d'appoint, on peut conclure que sa viabilité technique et sociale dans l'expérience décrite est indiscutable. Toutefois les prix toujours bas des produits alimentaires de base au niveau du producteur ne permettent pas une rentabilité significative. Si le gouvernement donne la priorité à l'aspect social pour maintenir "l'agriculteur au champ", la technologie de l'irrigation d'appoint est certainement une alternative dont la viabilité actuelle dépend de subventions. Ceci, sans aucun doute, serait une alternative plus significative que de lutter contre les sécheresses avec les ressources à fonds perdus attribués au "front d'urgence" (seulement en 1983, le gouvernement brésilien a dépensé environ 1 milliard de dollars U.S. pour les fronts d'urgence dans le Nordeste).

Par ailleurs, les résultats obtenus suggèrent la nécessité pour la recherche thématique de prêter attention à la définition de systèmes de culture comprenant une association de cultures de meilleure rentabilité avec les cultures alimentaires. Ceci peut-être, demandera un plus grand volume de stockage d'eau, ce qui permettrait de cultiver des légumes comme composante de l'association ; en plus des études économiques il serait également nécessaire d'étudier les relations entre les composantes de rente et de subsistance. Ceci serait sans doute une solution à moyen terme.

BIBLIOGRAPHIE

Brasil, Sudene : Aspectos gerais da agropecuária do Nordeste. Recife, Pe, 1984, 460 p. (Projeto Nordeste 3).

Doraswamy, G., Porto, E.R. & Cerqueira P.R.S. : Avaliacão econômica de tecnologias em sistemas integrados de producão de pequenas propriedades agricolas : um estudo de caso. Petrolina, Pe, EMBRAPA CPATSA, 1985, 88 p. (EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 41).

Fundação IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Sinopse preliminar do censo agropecuário. Brasil. Rio de Janeiro, 1982. 42 p. (Fundação IBGE - IX Recenseamento Geral do Brasil 1980, V2, tl, n° 1).

Fundação IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Atlas nacional do Brasil : Região Nordeste. Rio de Janeiro, 1985.

Lopes, L.H. de O. & Vallée, G.J.A. Plano de intervenção técnica em propriedades agricolas - Ouricuri - Pe - Petrolina, Pe, EMBRAPA-CPATSA, 1985, 51 P; il.

Reddy, S.J. Climatic classification : the semi-arid tropic and its environment a review. Pesp. agropec. bras., Brasilia, 18 (8) : 823-47, ago. 1983.

Silva, A. de S. & Porto. E.R. : Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do trópico semiárido do Brasil, tecnologias de baixo custo. Petrolina, Pe, EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128 p. il. (EMBRAPA-CPATSA - Documentos, 14).

Stern, P.H. Small scale irrigation ; a manual of low-coast water technology. London, Intermediate Technology Publications, 1979, 152 p. il.

Thornthwaite, C.W. Climate and man, New York, Year Book of Agriculture, 1941, 1248 p. il.

Vallée, G.J.A., Miranda E.E. de & Doraswamy, G. : Testes agronomicos no meio real : um elemento de diagnostico para a pesquisa e & extensão rural. Petrolina, Pe, EMBRAPA-CPATSA, 1986 - 58 p. (EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 42).

La confrontation paysans-aménageurs au Yatenga Analyses d'un agronome et d'un ethnologue

B. MARTINELLI, G. SERPANTIE

ORSTOM OUAGADOUGOU

RESUME

A partir de l'analyse de la participation paysanne et des résultats obtenus par différents projets d'aménagement des ressources en eau au Yatenga (province soudano-sahélienne du Burkina Faso), depuis l'échelle régionale jusqu'à celle de l'unité de production, nous essayons de comprendre les raisons de certains échecs. Nous observons, par une approche du système de production, comment les choix techniques réalisés le plus souvent par les techniciens du développement sont étrangers ou en contradiction avec les stratégies de production réelles auxquelles ces aménagements devraient venir en aide.

Une approche ethnologique montre de quelle façon l'interprétation faite par les participants sur le sens de ces réalisations peut rester très éloignée du discours technique de leurs promoteurs ce qui peut largement compromettre l'appropriation et la valorisation normale de ces réalisations.

En première partie, l'agronome montre que l'origine principale des inadéquations se trouve dans l'absence de référence aux stratégies de production et d'une recherche d'accompagnement sur les effets des aménagements en conditions réelles, en particulier lors d'évolution climatique.

Sinon, en l'absence de données expérimentales fiables sur les coûts, les avantages et les implications de ces aménagements sur la conduite des systèmes de production (incluant les facteurs aléatoires), le discours technique des maîtres d'œuvre ne trouve de logique qu'au travers d'a priori parfois liés à un désir d'action. Pourtant ces informations objectives pourraient facilement être obtenues par les promoteurs eux-mêmes. Dans le même temps, les choix techniques qui sont de plus en plus justifiés par la réponse supposée aux "besoins" d'un groupe des participants paysans ne prend que rarement en compte son organisation (liens de solidarité réels, rapports entre quartiers, structure foncière, transmission des informations, diversité de stratégies individuelle, psychologie collective ...). Les besoins exprimés, eux, sont parfois mal interprétés. Les échecs se traduisent généralement par la non-valorisation ou l'absence d'entretien conduisant à la perte de l'aménagement. Une approche ethnologique du problème est alors indispensable si l'on veut comprendre les raisons sociales d'un défaut d'appropriation. Cette réflexion fait l'objet de la seconde partie.

Mais l'espoir reste permis : bien réfléchis et accompagnés des mesures adéquates, ces ouvrages destinés à durer peuvent être des lieux d'action privilégiée pour une animation rurale orientée vers l'intensification non appauvrissante de l'exploitation des ressources rares et la protection d'un environnement que les pratiques actuelles condamnent à terme.

L'ANALYSE D'UN ETHNOLOGUE

Bruno Martinelli

Présentation du Projet d'aménagement du bas-fond de Gurga-Tilli (A) par Georges Serpantie

Une approche ethnologique a été appliquée à l'étude d'un cas d'aménagement de bas-fond dans le village de Bidi (Yatenga, province soudano-sahélienne du Burkina Faso). Une rapide description du village et de son milieu permettra de situer les origines du projet.

Le village de Bidi (3 500 habitants) est bâti le long d'un bas-fond dont la nappe phréatique satisfaisait amplement il y a quelques années les besoins en eau en saison sèche ; depuis une décennie, plusieurs quartiers de Bidi rencontrent de graves problèmes d'eau dès le milieu de la saison sèche, suite à l'épuisement de cette réserve, ce qui est à relier au déficit pluviométrique qui persiste depuis 20 ans dans la région, ainsi qu'à une consommation d'eau accrue (jardins irrigués, vergers, animaux, ...). Une partie excentrée du village (quartiers de Gurga, Tilli, Torobe : 750 habitants) est particulièrement concernée par cet épuisement : aux problèmes habituels que pose l'absence d'eau pour usage domestique (les puits intarissables où l'on s'approvisionne à partir de mars jusqu'en juillet étant situés à 3 km) s'ajoute l'impossibilité de pratiquer en bonnes conditions certaines activités agraires nécessitant de grandes quantités d'eau accessibles à faible coût, pendant la saison sèche : jardins maraîchers et pépinières, abreuvement du bétail de trait, d'embouche et pastoral, fabrication du banco, arrosage du compost, ...

Le territoire de Bidi, anciennement habité par les Dogons est, depuis la fin du siècle dernier, occupé par une collectivité composée de plusieurs ethnies, castes et classes sociales. On retrouve ces divisions dans les regroupements d'habitants : au fur et à mesure des installations, les nouveaux arrivants se dirigeaient vers le groupe le plus proche de leur condition présente à Bidi. Ainsi se sont créés les quartiers ou **saka**, niveau intermédiaire de cohésion entre l'unité familiale et le village.

Deux quartiers Mossi exploitent la partie de bas-fond la plus concernée par la pénurie d'eau : Gurga (ensemble des concessions agglomérées 1 à 3) et Tilli (4 à 6). Le premier a été fondé au début de ce siècle par un groupe d'agriculteurs et de forgerons installés auparavant quelques kilomètres plus au sud dans la brousse de Zissa. Kolgue-koom, (en moré : rapprochons nous de l'eau) l'ancien nom de ce quartier est significatif des raisons de cette migration.

Le quartier Tilli est moins ancien (environ 60 ans) et il a été fondé par une famille de forgerons originaires du Yatenga central (village de Luguri) partie à la recherche de terres cultivables.

183 personnes de deux quartiers se sont regroupées pour créer un groupement patronné par l'ONG "6S". Leur dossier de création s'appuie en grande partie sur un aménagement hydraulique collectif.

Depuis 1984, une équipe de recherche ORSTOM travaille dans la région pour comprendre comment fonctionnent et évoluent la société et l'espace agraire de Bidi dans leur environnement. D'autre part, l'ORD du Yatenga, le Programme d'hydraulique villageoise FED/HER, certaines ONG, (six S, Projet Agro-écologie, Programme forestier, Projet "Petits Ruminants et Aviculture"), interviennent à Bidi dans le cadre de leurs programmes de formation, de vulgarisation et d'organisation. Un important programme de construction d'infrastructures villageoises est en cours, dans le cadre du PPD.

Le groupement des paysans des quartiers de Gurga et Tilli, dès sa création, à demandé à ces différents organismes leur aide technique pour donner une solution à cette pénurie. L'équipe de l'ORSTOM et les animateurs ORD et "Six S", compte tenu de l'intérêt qu'ils portent au problème de la maîtrise de l'eau, se sont proposés pour participer au projet sur les plans technique et organisationnel. L'AFVP et le CATHWEL se sont offerts en appui.

A. LE PROJET D'AMENAGEMENT DU BAS-FOND DE GURGA-TILLI

I. Origine du Projet

Compte tenu des besoins villageois perçus et des incertitudes techniques, les animateurs proposent la réalisation d'un aménagement en plusieurs temps. L'objectif étant de recharger en eau la nappe phréatique, mais aussi d'entreprendre une action de Recherche-Développement sur le problème de la valorisation des eaux de ruissellement, jusqu'ici peu maîtrisé dans les bas-fonds.

La notion d'aménagement évolutif, exploitée dans ce projet, permettra d'étaler le travail exigé et de réagir à temps aux effets non prévus de l'aménagement. Elle pourrait permettre, dans cette situation, un autofinancement des phases ultérieures.

Phase 1 : Le projet de micro-barrage est maintenu. En phase 1 (1986), on aménage l'amont de la retenue

par une digue semi filtrante de faible coût permettant :

- de vérifier les motivations de la population ;

- d'entraîner la population à la fabrication de gabions, aux chantiers de terrassement, de transport de pierres, etc ...

- de protéger la future retenue de l'envasement par sédimentation des crues grâce au filtre de la digue filtrante ;

- de créer en amont de la digue filtrante une rizière d'hivernage sous maîtrise de l'eau incomplète qui pourrait dans d'autres conditions dégager les fonds permettant à la population d'autofinancer en partie l'aménagement et de mieux se responsabiliser pour l'entretien des digues ;

- de sensibiliser la population à l'intérêt de ces digues filtrantes pour accroître la valorisation des ressources du bas-fond.

Phase 2 : Construction du micro-barrage. La technique choisie est du type "digue déversante", (1987-88) réalisée en gabions de cuirasse et terre argileuse, la faible profondeur de l'eau pourra permettre une production agricole aquatique, type riz flottant. Un batardeau permettra de régler le niveau de l'eau pendant la phase de croissance. L'effet supposé d'une telle retenue sur la recharge de nappe reste très aléatoire, selon les spécialistes.

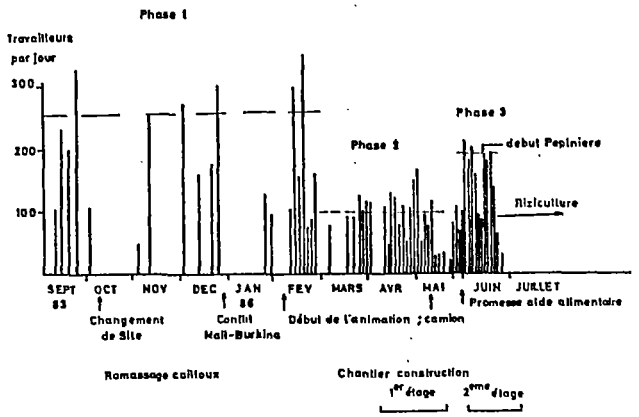


Fig. I - Participation villageoise à la construction d'une digue semi-filtrante (1986)

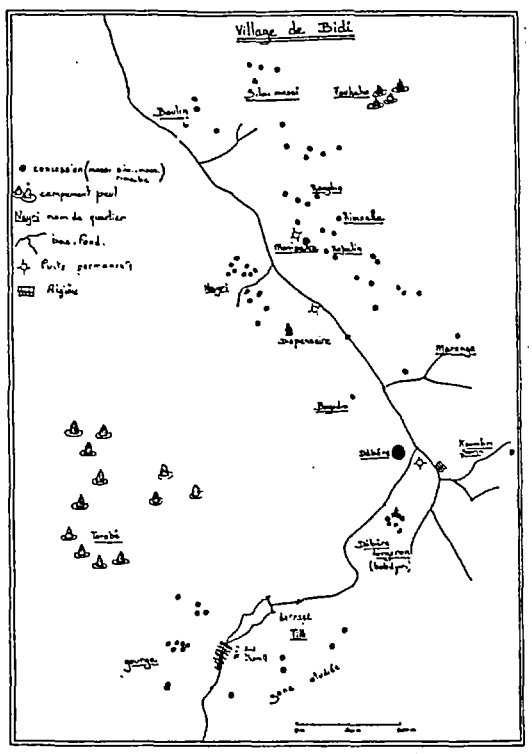
II. Compte rendu de la phase I

En phase I du projet d'aménagement du bas-fond, une première digue a été montée en 1986 par les paysans de Gurga, avec l'aide de "6S" et de l'ORSTOM (animation, étude, formation, organisation) et le soutien financier de l'AFVP (fourniture de gabions) et de l'ORSTOM (transport de matériaux). Elle a permis la mise en place en 1986 d'une rizière expérimentale de 50 ares, particulièrement prometteuse. De nombreuses parcelles ont eu une production encourageante (3 tonnes à l'hectare). La population de Gurga est actuellement fortement demandeuse de la poursuite du programme et d'autres quartiers semblent intéressés. Si l'on exclut le coût théorique du travail réalisé, on peut faire un premier bilan monétaire.

Coût de la première digue :
- gabions 80 x 6 000 = 480 000 FCFA
- outils (barres à mine, pics, pinces, pelles) 50 000 F
- transport de cailloux 1 000 t x km = 100 000 F
- frais de formation des chefs de chantier = 20 000 F
total = 650 000 FCFA

Le potentiel de production de la rizière est de 100 000 F/an. L'aménagement doit durer au minimum 10 ans. En 1986, le produit brut réel n'a été que de 50 000 F (phase d'apprentissage technique). La rizière a produit 800 kg de paddy.

Le CATHWEL a distribué 2 t de vivres aux travailleurs de Gurga comme aide à un investissement humain. Cette aide est indispensable pour un travail de saison sèche.



Le graphique 1 présente la participation de la population à la phase I du projet. Chaque journée de chantier est représentée par un trait vertical dont la taille correspond au nombre de travailleurs dénombrés sur le Cahier de suivis de chantier.

Nous observons :

- la faible fréquence de chantiers de ramassage de cailloux en début de saison sèche 1985, mais le fort taux de participation (200 à 300 travailleurs par jour). Deux perturbations ont été provoquées par un changement de site (octobre 85) et le conflit Mali-Burkina.

- la fréquence s'accélère en février 1985 avec le début de l'animation "6S", ainsi qu'avec le rapprochement de l'échéance (saison des pluies). Le taux de participation diminue de moitié (100 travailleurs par jour) pendant cette période, pour faire face au travail quotidien demandé par les corvées d'eau et la préparation des champs. L'intervention d'un camion, puis la promesse d'aide alimentaire (CATHWEL) relance la participation (200 travailleurs par jour). L'ouvrage est achevé lorsque les semis de sorgho commencent (20 juin).

L'organisation de la rizière et sa pépinière est effectuée rapidement du 10 au 30 juin. La zone dont le milieu est modifié par l'aménagement semi-filtrant est labourée par l'ORSTOM puis parcellisée (parcelles de 2 ares).

Le groupement villageois et le Comité de Défense de la Révolution du quartier attribuent les 25 parcelles ainsi créées à 12 paysans choisis parmi 20 volontaires.

Une animation agricole orientée sur le test de différentes alternatives techniques commence avec la mise en place d'une pépinière regroupant des variétés de cycle différent. Cette pépinière peut permettre soit d'effectuer une comparaison semis direct-repiquage dans les zones les plus boueuses de la rizière (en fait, seules 4 parcelles sont ainsi repiquées sans qu'il soit possible d'effectuer la comparaison avec un semis), soit de démontrer un rôle d'assurance de la pépinière en cas d'échec du semis après inondation (ce que l'on a simulé en attendant le mois de juillet pour repiquer).

Pour que le test de comportement variétal soit possible, et que son suivi ne pose pas trop de problèmes, une même dose de fertilisation est imposée à toutes les parcelles. Chaque paysan reçoit deux variétés, l'une plutôt adaptée à des risques d'excès d'eau (zones basses), l'autre plutôt adaptée à des risques de sécheresse (zones hautes). Les paysans ne sont donc pas en mesure de réellement comparer les alternatives, si ce n'est par rapport à leurs voisins.

Malgré la compatibilité apparente de cette riziculture avec le calendrier agricole, on observe une tendance à retarder les travaux d'entretien de la rizière, ce qui oblige l'animateur à intensifier sa présence.

Sur le plan agronomique, la diversité des résultats (1 à 30 qx/ha) s'explique par :

1. des choix variétaux erronés, ayant pu entrainer l'abandon de la culture après observation de la mauvaise levée ;

2. une faiblesse de l'enracinement dûe à l'absence de drainage (le drain n'a pu être réalisé en 1986) ;

3. la variété des taux d'entretien visant à désherber, briser la croûte de sédimentation et refermer les fentes de retrait).

Pour plus de précisions, on pourra consulter les avant-projets d'aménagement du bas-fond de Bidi 1985 et 1986 (ORSTOM, "SIX S", AFVP, ORD).

B. L'APPROCHE ETHNOLOGIQUE DES RESULTATS DE PARTICIPATION A L'AMENAGEMENT ET A LA RIZIERE

L'une des contributions de l'ethnologie à une action d'aménagement hydro-agricole est d'établir un état des faits aussi proche que possible de la perception que les usagers ont de l'entreprise. En dépit des déclarations d'intention, l'analyse des opinions est rarement faite de manière systématique et considérée comme un facteur déterminant dans la stratégie de développement. La participation d'un groupe d'agriculteurs à un projet est conditionnée par son adhésion à des valeurs imposées, proposées, suggérées, mais aussi élaborées par les intéressés en cours d'expérience. Rien n'est plus variable, complexe et ambigu que l'adhésion, lorsqu'elle est attendue d'un programme d'innovation technique. La technique est comme la religion, elle ne se commande pas, elle se persuade. Depuis Pascal, on sait qu'on peut convaincre autrui par nos propres raisons, mais qu'on ne le persuade pas par les siennes. L'exemplarité démonstrative ne suffit pas, le savoir-faire ne peut être transféré sous forme d'information, il est construit par une activité cognitive qui préserve une cohérence interne dans la gestion des perceptions et des représentations (adaptation à l'environnement, normes et valeurs sociales, organisation domestique, tactique économique,...). En toute conscience, ou sans le savoir, les techniciens mettent en œuvre des stratégies de persuasion qui impliquent le recours à des auxiliaires (agents, animateurs, ...) ou à des intermédiaires (notables, responsables, ...) pour faire accepter leur projet et en assurer le succès. L'orientation stratégique conduit à utiliser le système de pouvoir et les rapports sociaux existants. Dans ce contexte, l'attente à l'égard de l'ethnologie est souvent explicite.Telle n'est pas l'option qui a été prise dans le cadre de l'aménagement hydraulique et rizicole de Bidi-Gurga. Consécutivement aux décisions

techniques et à une première phase d'exécution du programme, l'intervention de l'ethnologie vise plusieurs objectifs :

1. appréhender et étudier dans **les discours** le **réseau de significations** et les interprétations qui médiatisent les rapports individuels et groupaux au projet ;

2. identifier **les répercussions induites** par le projet au niveau des **perceptions, représentations** et **images** qui déterminent la structuration discursive de la pratique agricole innovante ;

3. répondre à des questions qui conditionnent **l'exécution du programme** et **la rectification des objectifs**, en particulier au niveau des **variations techniques, des points critiques** et stratégiques, des **options** possibles ;

4. comprendre les **modes d'appréciation sociale et cognitive** des événements, des comportements et des informations générés par la sollicitation extérieure (assimilation ou accomodation) ;

5. analayser **les stratégies sociales** occasionnées par le projet (réseaux lignagers, tactiques de mobilité sociale, rapports générationnels, etc...) à travers les discordances de **motivations** et les **tensions** latentes ou exprimées.

L'apport d'un travail ethnologique à long terme est de restituer la perception des usagers et son système de référence partant du principe que l'on distingue toujours mal les effets médiats et immédiats d'une action ("ce qui se passe ?") et que ce qu'un groupe donne alors à voir de lui-même est le produit de stratégies et de compromis. Un suivi étant mis en place, la pratique d'entretiens individuels et collectifs structurés (à phases directives et non directives), destinés à un traitement textuel intégral, permet de saisir la production discursive de manière détaillée dans les champs de représentations et la terminologie qu'elle met en œuvre.

Sollicité, chaque individu produit des discours, construit une théorie ou une notion de la situation liée à la pratique agricole à partir des indices et des repères qui lui sont propres. Le travail cognitif manifesté par les différents individus révèle des variantes d'opinion par rapport à un code commun et stable admis par le groupe. Concordances et discordances d'opinion, de jugements et d'expressions dans un même champ de représentations sociales et technologiques permettent d'identifier des focalisations communes sur la situation innovative. C'est par le constat de ces focalisations qu'une dimension critique positive peut être apportée à un projet de développement en participation paysanne, car on ne peut prétendre à un tel objectif sans prendre en compte le travail d'assimilation et d'accomodation d'une part, de sélection, simplification et remodelage d'autre part, effectués par les intéressés pour domestiquer la situation nouvelle et ses différents constituants. Le discours technicien, lorsqu'il prétend endosser les problèmes d'agriculteurs démunis et qu'il est associé au pouvoir d'agir, comporte le danger de se croire pertinent par rapport à lui-même, et d'être impertinent par rapport à ceux dont il croit parler.

Pour que la rétroaction soit profitable aux techniciens comme aux agriculteurs, il faut confronter les motivations aux objectifs, les discours techniques, les perceptions des choix et des contraintes, les appréciations de la démarche qui a été adoptée.

Dans le cas considéré de valorisation d'un bas-fond en culture de subsistance (le riz), nous ne retiendrons que les éléments de constat qui paraissent généralisables. La présentation linéaire de ces focalisations ne dit pas faire oublier qu'il s'agit d'un ensemble articulé de représentations pour réaliser une cohérence du discours et des pratiques.

I. Conditions sociales du programme technique

1. L'aide extérieure attendue (plutôt que demandée) est une aide personnalisée, pensée ici par référence explicite à l'image familière du clientèlisme politique. L'homme providentiel cumule pouvoir, autorité, compétence et influence ; dès lors qu'il apparait en mesure de concrétiser son offre de service, s'élabore une image charismatique ambigüe et précaire. Cette attitude collective se traduit par une inhibition des opinions, donc à se situer sur un plan critique (pour ne pas perdre le bénéfice de l'aide) ce qui est préjudiciable à la réalisation du projet. Mais la pression du groupe est très forte dans ce sens. Il y a donc lieu d'étudier la signification de la situation d'assistance pour le groupe bénéficiaire et pour son environnement en terme de modèle culturel, de référence aux comportements institués et codifiés, et de stratégie.

2. La réalisation d'un projet s'inscrit dans un champ complexe de motivations sociales, il les active jusqu'à générer des conflits de motivations. On ne peut simplifier le problème en terme de besoin, car il est rare que le besoin suffise à catalyser les motivations, même dans le cas présent, lorsque la pression des besoins est réelle. Les motivations sont conditionnées par des rapports sociaux et par des représentations dont la logique conditionne la participation. Dans le cas de Bidi-Gurga, l'écart de motivation entre un barrage pour l'eau et une digue filtrante pour la riziculture a pour conséquence que la compatibilité des deux objectifs n'est pas clairement perçue. Les phénomènes de frustration et de tension affective générés par cette situation exemplaire surdéterminent la division du groupe et entrent en jeu dans l'évaluation des stratégies familiales et

individuelles

3. Diverses stratégies de contrôle de la situation innovative sont mises en œuvre par les agriculteurs qui participent au projet de mise en valeur du bas-fond. Dans le cas du riz, il importe de considérer sa place dans le système alimentaire, produit onéreux dont l'acquisition est à la charge de l'ainé dans chaque segment de lignage, c'est un élément somptuaire de l'alimentation réservé à la visite d'étrangers et à certaines fêtes ou cérémonies. Son contrôle exclusif s'explique donc par les valeurs sociales associées à son usage. Participer au travail dans la rizière implique unanimement le contrôle de l'entreprise par exclusion des cadets (même s'ils sont convoqués comme force de travail pour des tâches subalternes) et par exclusion des femmes. L'exclusion des femmes donne lieu à des stéréotypes et des productions de discours sur l'attribution sexuelle des activités techniques. La masculinisation de l'activité, de même que l'exclusion des cadets (réels et classificatoires) révèlent que l'enjeu de ce qui est perçu comme une spécialisation est un renforcement ou un changement de statut. La possession du savoir technique est indissociable du savoir/pouvoir social. L'acquisition de connaissances techniques donne, à celui qui se trouve en position d'en bénéficier, une autorité sur le profane, d'autant plus que d'elle dépend la satisfaction de besoins ou d'obligations. On verra plus loin que ce savoir nouvellement acquis et capitalisé accentue le pouvoir de décision et d'intervention sur la force de travail des exclus ; très minoritaires sont ceux qui perçoivent leur nouveau statut comme celui d'initiateurs des autres membres du groupe. Dans le cas qui fait l'objet de la recherche, il ne semble pas que l'accaparement de l'innovation soit une stratégie de cadets ou de fils exclus du patrimoine pour s'autonomiser et compenser leur état, ainsi qu'on l'a observé par ailleurs au Yatenga. Moins qu'une configuration sociale particulière, ce sont l'objet et les moyens de l'innovation qui sont à considérer dans de tels cas de stratégie de contrôle.

4. Une analyse des comportements d'adhésion est indispensable pour comprendre le sens des formes de la participation paysanne. Autant la distanciation critique est l'objet d'inhibitions, autant l'adhésion comporte des aspects d'exhibition, parfois à l'excès. Sachant que c'est un effet recherché et que les acteurs du développement s'en contentent souvent dans le court terme de leur intervention, les agriculteurs en usent de multiples manières, variables selon les circonstances et le contexte.

L'adhésion totale est un risque trop grand, elle est donc l'expression même de la stratégie, au sens du calcul et de la manipulation des interactions sociales déclenchées par l'action de développement. Il en est de même de la non adhésion à ses différents degrés, de la résistance déclarée au scepticisme avoué (très minoritaires dans le cas considéré). L'adhésion focalise trop la perception des agriculteurs pour qu'on la néglige comme un épiphénomène, elle traduit des déplacements d'identité à trois niveaux :

a. dans la pratique agricole ;
b. dans la situation d'assistance ;
c. dans les interactions sociales dont l'aménagement est l'enjeu.

5. Le caractère pérenne de l'aménagement de bas-fond pose un problème d'appropriation foncière et d'usage du sol. Si la question est négligée dans les objectifs programmés, elle ne l'est pas par les agriculteurs concernés. Le jeu du dit et du non dit atteint ici un sommet selon que certains se sentent maîtres du jeu, qu'ils se cantonnent dans l'expectative, ou qu'extérieurs au réseau coercitif de la parenté, ils essaient d'avoir, de manière durable, accès au bas-fond. Le maître d'œuvre européen est "hors système" en apparence, dans le temps de son intervention, il est "celui qui commande la terre". Les propriétaires ne se disent pas dépossédés puisqu'ils détiennent directement 2/5ème de la rizière et que leur terrain est désormais revalorisé par la digue. Les agriculteurs "qui ne pouvaient pas approcher du bas-fond" (sic) sans leur autorisation y exercent actuellement une sorte de droit d'usage. Sans aller dans les détails d'une situation qui fait l'objet d'une étude, un aménagement pérenne qui modifie le parcellaire doit inscrire une option foncière au rang de ses objectifs prioritaires pour la cohérence du projet.

II. Perception du processus technique

L'orientation ethno-technologique de la recherche associée au programme agronomique a conduit à volontairement diriger la production discursive des agriculteurs vers les aspects techniques, tout en essayant de laisser les idées se focaliser d'elles-mêmes. Tout ethnologue connait les limites des données obtenues en situation provoquée, la plus grande prudence d'interprétation serait nécessaire si l'on s'en tenait là. En outre, le savoir-faire ne peut être totalement codifié pour être transformé en information dans un discours. Le savoir technique peut, dans bien des cas, se passer de vocabulaire, il ne se rend explicite que dans des circonstances socialement déterminées, exceptionnelles et dans ces cas de manière partielle. La situation artificielle de confrontation technique engendrée par l'aménagement de Bidi-Gurga est de cet ordre.

1. Le rapport à une technique de production nouvelle ou différente de celle jusque là pratiquée suscite des stéréotypes comportementaux dont le champ de référence est constitué par l'histoire des interventions de développement dans cette région. A cette phase d'exécution du programme hydro-agricole, les agriculteurs se situent presque tous en position de consentement à la non-maîtrise des opérations. L'effet d'inhibition déjà constaté se retrouve ici dans l'exécution des consignes techniques. Cette situation serait admise pour la durée

de l'intervention directe. A nouveau l'attitude commune prend des sens différents selon les acteurs et leurs stratégies personnelles. Indépendamment des facteurs déjà évoqués quant à une certaine réserve attentiste, il est clair que le schéma mental de l'apprentissage est spontanément représenté comme l'imitation et la répétition d'un modèle.

2. Corrolaire de l'observation précédente, le discours technique fait régulièrement référence à la situation scolaire et au rapport maître-élève. Dans les cas extrêmes, l'adhésion à l'élément technique du projet se double d'un dénigrement de l'efficacité traditionnelle. La prégnance du modèle pédagogique n'a rien d'étonnant dans la mesure où seule l'école donne l'exemple d'apprentissages formels. Le recours à ce stéréotype est aussi une défense, voire un piège, produisant à l'entretien des effets de réponse "correcte" ou "conforme" à des questions techniques perçues comme inductrices. Dans un autre registre, le stéréotype médical est aussi présent, de manière plus discrète, mais peut-être plus subtile, dans les expressions utilisées pour rendre compte de l'action bienfaitrice.

3. L'identification de choix techniques en termes d'alternatives perçues par les agriculteurs ne peut aller très loin, au stade actuel. Bien qu'il y ait confrontation de variétés de riz, de la technique du repiquage et de celle du semis, certains agriculteurs disposant de parcelles inégalement mises en boue, la situation n'est pas perçue comme porteuse de choix, et, moins encore, comme un système opératoire à options. Ceci appelle plusieurs réflexions. Le choix se situe généralement en amont de la chaine opératoire pour rendre la technique adéquate au motif de production, c'est alors une option d'économie. En cours de chaine opératoire, les situations optatives sont rares et ce que l'on prend pour des choix sont en général des procédures de rétroaction pour intervenir sur des incidents, des erreurs ou des aléas. Il s'agit alors de mettre en place une chaine de remplacement. Le repiquage a été utilisé ainsi par quelques agriculteurs pour remplacer des "manquants" dans des parcelles semées en profitant d'une pluviométrie favorable.

Dans le cas considéré, la situation de choix reste "théorique" car, pour les agriculteurs, elle revient à "savoir ce qu'ont fait les autres", ce qui pose d'autres problèmes. En fait, chacun a "fait son choix" (dans le cas ou il a essayé plusieurs variétés) et éliminé la situation optative initiale qui était une situation de méconnaissance. La convergence presque unanime pour le choix d'une variété et d'une méthode de culture révèle qu'un travail d'évaluation technologique a été effectué par les agriculteurs en dépit de leur difficulté à l'exprimer et à l'expliquer. La méconnaissance des variétés cultivées par les autres agriculteurs (sauf constats superficiels) traduit l'absence d'une perspective d'observation, à fortiori d'expérimentation. Il apparaît que l'observation comme "regard jeté" sur la terre et sur le travail d'autrui est un comportement socialement désapprouvé. Le regard est chargé d'intention, son usage exige maintes précautions dont il faut tenir compte dans un projet comparatiste. Chacun prétend connaître la variété qu'il a semé, s'en contenter, d'autant qu'elle lui a été donnée par le maître d'œuvre, et devoir l'utiliser comme semence l'année prochaine. L'optique d'essai adoptée à ce stade n'est pas perçue comme telle. La résorption des choix et de toute situation alternative traduit la volonté paysanne de maîtriser une logique technique par l'accomodation des éléments innovants dans le savoir-faire dont ils sont dépositaires.

4. Plus significatif est le travail de variation analogique effectué par l'ensemble des agriculteurs pour accomoder puis assimiler les éléments innovants. Les discours techniques témoignent d'un travail analysable en terme de variation par rapport aux savoirs et acquis antérieurs, dont le processus de base est une combinaison d'éléments pris dans des configurations techniques connues. Le sort fait à l'innovation en dépend. L'assimilation de l'innovation aboutit ainsi à sa banalisation, voire sa négation comme telle. L'analyse la plus nuancée doit ainsi être faite des jugements positifs ou négatifs portés par les acteurs sur les changements intervenus dans leurs méthodes de culture. Seule l'étude directe des séquences techniques permet de définir et situer les véritables innovations. L'innovation ne peut être "communiquée" ; elle procède d'actes individuels d'investigation et de combinaison mentale. Mais cela ne suffit pas. Ce qui la concrétise est son mode d'intégration dans le capital technique du groupe, elle est alors transférable. Elle peut être niée dans son caractère même d'innovation. Ceci devrait être précisé pour signaler la complexité du problème ; dans le cas de la rizière de Gurga, le processus innovatif n'est pas suffisamment cristallisé pour qu'on en maîtrise la configuration, en particulier dans le rapport entre options techniques et points critiques de la chaine opératoire (semis, mises en eau, sarclages, etc...).

5. Dans ses phases non directives, le discours technique s'est focalisé sur la maîtrise cognitive du processus biologique comme facteur conditionnant globalement le rapport au riz et à sa culture. Tout se passe comme si l'agriculteur ne devenait maître du processus qu'au moment où le germe sort de terre. A la différence du mil ou du riz-sorgho (**mwi-kieda**), anciennement cultivé dans la région, il ne dispose pas d'une connaissance de la plante dans son intériorité (litt. son vide intérieur, son trou, **viúgo**), ni des moyens d'y pénétrer. Ce vide inexploré inscrit dans l'aléatoire l'acte générateur de semer. L'apprentissage de la culture du riz, disent les agriculteurs, n'est pas seulement celui de recettes techniques, il faut surmonter la défiance qu'inspire toute variété étrangère et savoir si la terre du bas-fond l'accepte (**n'sake**). L'assimilation implique donc une période propédeutique qui peut être longue, au

cours de laquelle s'effectue un indispensable travail de domestication.

6. Les informations techniques diffusées volontairement ou incidemment par l'encadrement donnent lieu à une utilisation polémique dans le cadre des stratégies évoquées précédemment. Une étude particulière de l'utilisation et de la réutilisation des informations orales est à entreprendre pour déterminer les modes d'appropriation de la connaissance technique formelle et sa circulation. Mais une catégorie particulière d'informations (ou de pseudo-informations) attire l'attention. Il s'agit d'informations sur les objectifs et les étapes ultérieures du projet, issues de sources non contrôlées, elles entrent en jeu comme "arguments" ou comme "instruments" dans les stratégies qui conditionnent la participation paysanne. La spéculation sur les objectifs techniques interfère ainsi avec les conduites d'adhésion et le travail critique sur la technologie, de sorte qu'il est impossible d'interpréter et d'évaluer l'art technique indépendemment de son ancrage dans un jeu d'interactions sociales.

Etude réliminaire : barrage filtrant 1986 :
Phase I

Localisation géographique

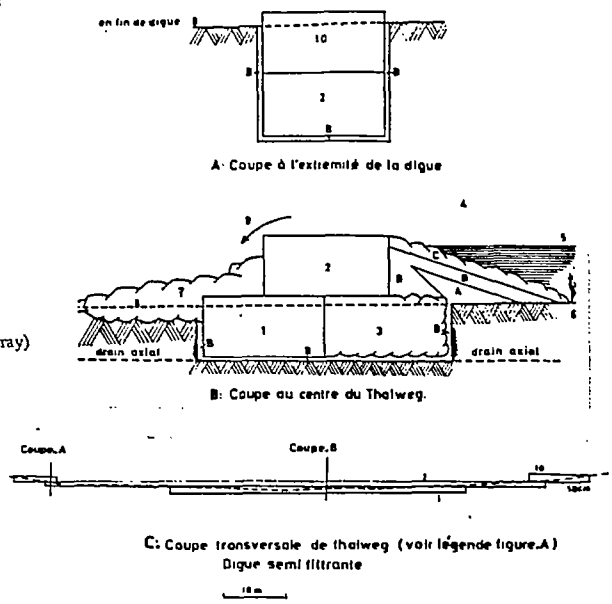
Latitude 13° 52' 47"
Longitude 2° 30'
environ 35 km au nord de Ouahigouya
rivière Aoto, superficie du bassin 50 km^2
- Projet de barrage filtrant situé au niveau du village de Gourga

Caractéristiques du bassin versant

- relief modéré, faibles ondulations
classe R3 (Rodier-Auvray)
- sols peu perméables classe P2 (Rodier-Auivray)
- coefficient de ruissellement d'une crue de fréquence décennale KR=30 à 45 %
- superficie 50 km^2

Caractéristiques du site

- pente bas-fond 2 pour mille
- cote maximale du plan d'eau 70 cm
- cote du fond du lit de la rivière 0,00 mètre
largeur du lit à la cote 70 cm : 100 mètres



1 Gabion inférieur (50 cm x 1 m x 2 m)
2 Gabion supérieur (50 cm x 1 m x 2 m)
3 Fondation amont : blocs de cuirasse
4 Filtre amont :
A terre argileuse
B Gravillon
C Perré
5 Plan d'eau temporaire
6 Culture de riz
7 Perré aval
8 Niveau du sol
9 Déversement
10 Gabions du bajoyer

Figure II - Coupe d'une digue semi-filtrante Bidi 1986-87 (ORSTOM- SIX S - AFVP)

L'ANALYSE D'UN AGRONOME

Georges Serpantie

Le Yatenga est une province soudano-sahélienne du Burkina Faso que l'on pourrait caractériser rapidement par :

- une population MOSSI de type patrilinéaire où subsistent les vestiges d'une structure "féodale", que la croissance démographique et le système de culture extensif ont contraint à s'étendre sur les espaces environnants et au delà (Volta Noire et Côte d'Ivoire), en particulier les hommes aux âges actifs. (figure 1).

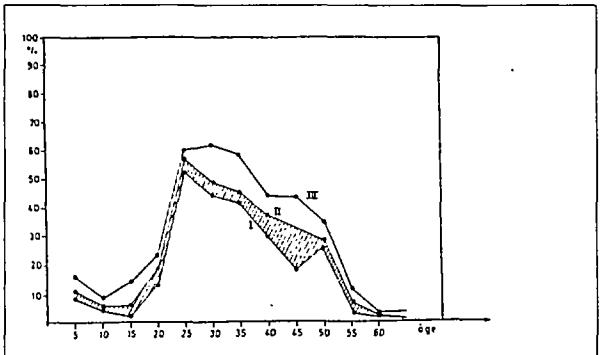


FIGURE 1 : Population masculine non présente OUDI - DECEMBRE 1985

(Pourcentages cumulés, par tranche d'âge, par rapport à la population totale recensée de la tranche).

Courbe I : Emigrés

Courbe II : Migrants à l'intérieur du Burkina Faso (hypothèse)

Courbe III : Résidents absents.

- un milieu physique qui se dégrade de façon irréversible depuis le début du siècle. MARCHAL (1981) effectue le constat de cette dégradation sur les sols (érosion et réduction de la fertilité, encroûtements favorisant le ruissellement) sur la végétation naturelle, en voie de disparition, sur les eaux souterraines, mais aussi sur la société (déséquilibre démographique et dépendance économique). Depuis 1968, le climat se dégrade lentement ; il pleut sur la pentade 1981-1985 moins de 400 mm/an, contre 750 mm pendant la période 1940-1960 (cf. figure 2). Ceci accroît la pression humaine sur le milieu d'une part mais aussi exacerbe les processus de dégradation. Dans le Yatenga central, proche de la ville de Ouahigouya, les stratégies des paysans deviennent des stratégies de survie (passage à l'élevage caprin, disparition de l'élevage bovin pastoral, activités secondaires (orpaillage), émigration temporaire ou définitive, mise en culture extensive de sols marginaux, valorisation des résidus de récolte, mais aussi aménagement fébrile des champs contre le ruissellement, et revalorisation des zones basses). Dans le Yatenga périphérique, où l'ORSTOM mène un programme interdisciplinaire d'étude d'une petite région centrée sur le village de Bidi, le processus est moins avancé et les stratégies extensives perdurent, ainsi que l'élevage pastoral qui bénéficie encore d'un espace relativement ouvert. La situation y est suffisamment dégradée pour qu'il y ait prise de conscience du problème mais pas assez pour observer une réaction significative des paysans sur leur système de production.

Le constat que nous faisons a pourtant été maintes fois réalisé auparavant, depuis TAUXIER (1917) administrateur colonial qui semblait déjà conscient de la dégradation des ressources du Yatenga.

Si les paysans réagissaient localement par des pratiques anti-érosives de petite envergure (cordons pierreux en travers des passages d'eau sur les champs les mieux fumés, obstacles divers (en bois, fascines, lignes de graminées pérennes en bas de pente)), ou par des pratiques culturales visant une meilleure infiltration des eaux (sarclage de buttes en quinconce), les pouvoirs publics ont montré une volonté de prise en main de l'aménagement du paysage dès 1950, dans le but d'arrêter le processus, à partir de recettes expérimentées en Afrique du nord.

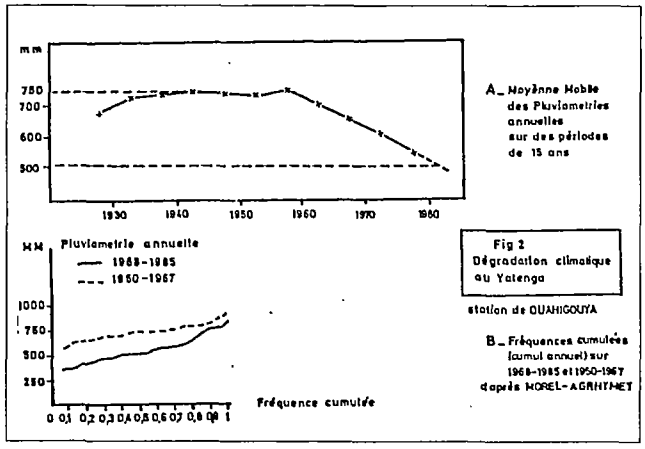


Fig 2
Dégradation climatique au Yatenga
station de OUAHIGOUYA

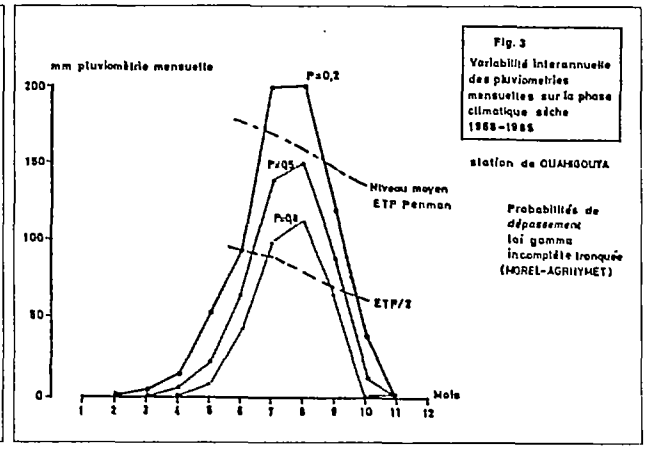


Fig. 3
Variabilité interannuelle des pluviométries mensuelles sur la phase climatique sèche 1968-1985
station de OUAHIGOUYA
Probabilités de dépassement loi gamma incomplète tronquée (MOREL-AGRHYMET)

I. LA POPULATION PAYSANNE VUE COMME UNE CONTRAINTE PAR LES AMENAGEURS : L'EPOQUE DE LA DRS

Au Yatenga, commençant par de petits barrages en terre, des radiers et des ponts en ciment, l'administration coloniale fait forer des puits puis tente en 1956 les premiers essais d'aménagements anti-érosifs (1956, secteur de SISAMBA). Il faut attendre 1961 pour qu'à travers une Société d'Intervention, le GERES, soit décidé un projet de grande envergure, couvrant le Yatenga central. Il s'agit, en substitution ou complément aux pratiques paysannes de lutte contre l'érosion, d'effectuer un "aménagement rationnel de l'espace". Cette opération, menée tambour battant de 1962 à 1965, a été particulièrement étudiée par MARCHAL (1979 et 1981). En schématisant, le paysage était vu par les promoteurs du projet comme un cadre physique à améliorer, dont le contenu social était occulté. Il était d'abord formé d'un haut de pente, sans valeur agricole, générateur d'un ruissellement érosif : une mise en défens et des fossés de diversion continus successifs devaient conduire ces eaux sur des exutoires, protégés de l'érosion par des murets en pierres sèches. Les bas de pente cultivés ainsi protégés, étaient équipés de fossés d'infiltration isohypses, placés en quinconce, de 50 m de long, pour permettre une meilleure valorisation agricole du ruissellement. Des retenues collinaires complétaient le dispositif. L'étendue des travaux (120 000 ha) impliquait la mécanisation lourde (salariés pour le traitement des exutoires et les travaux de topographie). L'hectare aménagé revenait à 10 000 F* environ et demandait 7 journées de travail d'entretien par an avec une charrue et un attelage.

Bien que l'on ait ignoré la durée de vie des aménagements de haut de pente, situés sur les parcours pastoraux très dégradés à l'époque, il n'y a pas eu de projet de reboisement massif pour accompagner et valoriser ces zones, théoriquement mises en défens. En fait, on observe maintenant que la végétation a pu reprendre d'elle-même, dans les sites favorables offerts par les fossés. L'ensemble de ces travaux a par contre accru la puissance de ruissellement sur les exutoires, détruit les rares aménagements effectués, et d'autres rigoles sont apparues au gré des ruptures des ados.

Sur les bas de pente cultuvés, MARCHAL montre comment la société paysanne non consultée s'est sentie agressée par l'opération : il a fallu attendre deux ans après le début du passage des engins dans les champs pour qu'intervienne une phase d'explication des motifs de l'intervention, dans le but de rechercher une adhésion tardive, la participation des paysans à l'entretien du réseau anti-érosif et le respect des règles de fonctionnement (végétalisation des ados et fossés, réparation des ruptures, détournement des sentiers, mise en défens des zones de diversion, recharge annuelle des ados). Après avoir subi cette intervention, la population a ignoré le nouveau paysage, conservé ses sentiers et ses stratégies, poursuivant la mise en culture des sols marginaux sur les hauts de pente, cultivant les ados, laissant s'effacer un tracé qui se surimposait au tracé social du parcellaire.

Laissé à l'abandon, le réseau de fossés s'est dégradé, le ruissellement s'amplifiant en s'organisant à travers les brêches, favorisant le ravinement dans les parties basses des champs, souvent les plus fertiles.

Ainsi, une fois le réseau d'infiltration des champs arasé, on constate une diminution globale des ressources en sol (ravinement accentué) et en eaux (transformation du ruissellement en nappe jouant comme irrigation complémentaire pendant les petites pluies en ruissellement organisé dans les exutoires). Le système de culture est appauvri. Le système d'élevage a-t-il lui, bénéficié de l'opération ? Il faudrait évaluer l'effet du réseau de diversion sur la reconstitution du bush et d'un potentiel fourrager.

Ce projet est définitivement abandonné en 1966, après que son échec ait été reconnu par ses promoteurs.

II. LES PAYSANS VUS COMME UN ATOUT : L'EPOQUE DE LA PARTICIPATION PAYSANNE

Il faut attendre 1976 pour que la DRS redevienne le projet prioritaire à l'ORD du Yatenga, sous financement FDR. Les leçons du GERES ayant été tirées, c'est à présent aux Groupements Villageois* suscités par les ORD que l'on demande de choisir les zones à aménager en DRS et à reboiser.

Le dispositif adopté est un réseau de diguettes en terre isohypses généralement appliqué sur les terrains cultivés en mil de façon permanente, en bas de pente, qui bénéficient souvent d'une fumure organique (champs dits de "concession" et de "village"). Le travail se fait par blocs de 25 ha, intercallés d'exutoires. La technique prévoit, après matérialisation des courbes de niveau par une équipe de topographes ORD, le passage d'un tracteur avec charrue à disque, en saison sèche, pour ameublir le sol le long de la courbe. Les membres du Groupement à l'aide d'outils fournis par le FEER, montent et dament un bourrelet de terre continu pourvu d'un fossé d'amont dit d'infiltration. Ce bourrelet ne s'arrête qu'aux principaux exutoires naturels, entrainant la diguette sur de longues distances (parfois 200 m). Un fossé de diversion évacue l'eau en excès. Le coût global n'excède pas 50 000 FCFA.

* Francs CFA

*Le Groupement Villageois est "l'unité de développement communautaire réfléchissant sur ses besoins et cherchant à les résoudre globalement". C'est la structure de base sur laquelle s'appuie l'ORD pour ses projets. Il est loin de représenter la diversité des opinions villageoises.

Vu du projet, un certain nombre de satisfecit est obtenu. Sur le Burkina, plus de 10 000 ha font l'objet de demandes d'aménagements, qui émanent théoriquement des Groupements Villageois. Durant l'année 1985, 9 000 ha ont été aménagés. Les paysans participent avec courage à la construction, particulièrement pénible en saison sèche et chaude.

Ces résultats, qui pourraient être des signes d'une reconnaissance paysanne de l'utilité de l'aménagement pour leur système de production peuvent être tout aussi bien les bilans d'un bon fonctionnement des équipes de vulgarisateurs et topographes de l'ORD, aptes à faire passer leur produit à de nouveaux clients. Ceux-ci en redemandent-ils une fois servis ?

La suite est plus intéressante, car encore une fois on déplore l'absence d'entretien (recharge périodique et réparation) et le manque de respect envers les consignes d'accompagnement (l'enherbement des diguettes en particulier, la modification des sentiers, la consolidation par des arbustes non appétés). Nous constatons qu'aucune évaluation n'est réalisée sur le devenir des aménagements anciens, dont seul subsiste souvent le souvenir du passage du tracteur et des topographes. Ceci n'empêche pas les services de publier chaque année le cumul des surfaces traitées depuis 1977, alors que "l'aménagement" n'a souvent qu'une durée de vie faible.

Les raisons de ce nouvel échec sont à nouveau abondamment commentées : déresponsabilisation due aux aides alimentaires anarchiques, entend-on, mauvaise représentation du village par le Groupement qui est l'émanation de l'encadrement et où l'on ne compte que des nantis, lit-on dans MARCHAL (1981), découragement des villageois devant l'existence d'autres projets parallèles rémunérant les participants ou fournissant des vivres "sur contrat" (CARITAS, etc...). MIETTON (1981) le premier fait intervenir le système de production puisqu'il estime que la lassitude des villageois à confectionner des diguettes trouve son origine dans la faiblesse de la main d'œuvre présente en saison sèche, du fait de l'émigration temporaire, face à l'immensité du travail : l'hectare à aménager demande le déplacement et le damage de 100 m^3 de terre.

En fait toutes ces raisons pourraient s'appliquer à une désaffection des demandes, alors qu'on observe l'inverse ! Par contre rien n'est proposé pour expliquer l'absence d'entretien et d'intérêt pour la poursuite locale de l'aménagement.

De nos enquêtes auprès des chefs d'unités de production, dans la région de Bidi, lacée sur une problématique de Dynamique du système agro-pastoral, ou de réunions publiques organisées au niveau du quartier, il ressort des constantes :

- la participation à l'aménagement lui-même n'a jamais fait défaut, la population restée au quartier étant suffisante, même s'il s'agit d'actifs féminins et d'enfants : celles-ci sont mêmes reconnues par les hommes comme étant plus efficaces qu'eux pour ce genre de travaux...

- l'aide alimentaire fait à l'évidence fonction de stimulant pour un grand nombre de familles peu motivées mais sans réserves.

- par contre, c'est l'aménagement lui-même qui pose problème par la suite, dans la mesure où la fonction recherchée, à savoir bloquer complètement le ruissellement, générateur d'érosion, va à l'encontre de la nécessité de conserver un ruissellement sur les champs de mil. Pour les paysans, le mil ne peut plus se contenter de l'eau infiltrée pendant les pluies. Une irrigation complémentaire est nécessaire : elle est créée par les ruissellements développés sur les impluvium encroûtés, pendant les pluies moyennes.

Nos observations concordent avec ce discours : tous les champs disposent d'un impluvium, et souvent des aménagements en épi canalisent ces eaux en direction des champs (diguettes et terre ou en pierre).

- Un effet "impluvium" s'observe sur un essai en "conditions paysannes" réalisé à Bidi (voir figure 7). A proximité de la bordure amont du champ, on enregistre en 1985 et 1986 des rendements en MS accrus de 10 à 40 % par rapport à une situation éloignée de l'impluvium. Les rendements en grain sont eux identiques en 1985 (échaudage généralisé) mais accrus en 1986 de 68 %. Les différences sont significatives au seuil 0,975 (test T) pour la MS et 0,9 pour le grain. Dans cet essai, la surface de l'impluvium accroît de moitié seulement celle du champ étudié.

- Un effet dépressif de la diguette sur l'aval a été maintes fois constaté à Bidi et ses environs en 1984 et 1985, lorsque l'aménagement était encore en bon état. L'éloignement à la diguette amont apparaît progressivement bénéfique. Est-ce-que l'amont de la diguette, favorisé, compense ce déficit ? C'est possible mais de toutes façons l'eau d'impluvium est bloquée puis dirigée vers les exutoires. D'autre part on ne connait pas d'essais de ces aménagements en culture du mil, qui se soient penchés sur le fonctionnement de la culture à l'échelle du champ.

- Les paysans rompent d'eux-mêmes les diguettes afin que s'écoule en aval l'eau en excès stagnant en amont : ils ont le sentiment d'un gaspillage.

- Les années très sèches (type 1984) les paysans reconnaissent que l'aménagement leur a permis de récolter quelques épis le long des bourrelets. C'est sur cet effet exceptionnel de sécurité que jouent certaines ONG (PAE 86) pour justifier ces aménagements imper-

méables. Mais doit-on raisonner un aménagement agricole sur une pluviométrie centennale ? Les systèmes de production du Yatenga ont prévu des garanties sous bien d'autres formes, moins coûteuses (bas-fonds en sorgho ou en mil, famille émigrée dans des espaces favorables (Volta Noire, Côte d'Ivoire), petit élevage et, plus récemment, banques de céréales villageoises).

On peut légitimement s'étonner de l'absence de raisonnement scientifique sur le fonctionnement agronomique d'espaces aménagés, qui auraient dû présider ou tout au moins accompagner ces projets d'envergure.

Pour nous, ces aménagements "imperméables", s'ils sont bien réalisés et bien entretenus réduisent en fait l'efficacité des pluies à l'échelle du champ.

- Les pluies moyennes ruissellent facilement sur les impluviums amont des champs (coefficient de ruissellement CR de plus de 80 %).

Ce ruissellement est capté par les champs dont le CR est très faible (un champ fraichement sarclé en buttes a un CR de quelques % pour une pluie de 30 mm). Ce ruissellement tient lieu d'irrigation complémentaire. Il est supprimé par un aménagement de diversion ou de blocage ainsi que l'érosion faible, qu'il entrainait.

- Les grosses pluies provoquent un ruissellement en nappe important au niveau des parties lisses du champ (plaques de ruissellement ou "zipele", zones encroûtées non encore sarclées, vieux sarclages...) qui était absorbé en partie au niveau des parties du champ à CR faible (sarclages récents à buttes en quinconce qui accroissent le chemin du ruissellement). Ce ruissellement est maintenant bloqué au niveau de la diguette suivante, créant localement une stagnation qui peut être défavorable au mil les années pluvieuses ; mais souvent, des circulations d'eau latérales, à la faveur d'une légère pente, aboutissent à concentrer l'eau aux points bas. S'il y a déversement, on assiste à des ruptures en cascades et à la création d'une rigole permanente qui peut, sur certains sols, provoquer une érosion en ravine.

L'effet de la diguette est alors d'organiser le ruissellement et le processus érosif de nappe "insidieux" décrit par les théoriciens de l'érosion devient un processus spectaculaire, en ravines.

La réduction de l'efficacité des pluies moyennes est particulièrement défavorable pendant la phase sèche que nous traversons depuis 1968, ce que soulignent d'ailleurs les paysans (cf. figure 1). Il reste probable que sous des pluviométries plus importantes, l'absence de ruissellement en nappe ne soit pas une condition défavorable et qu'un tel aménagement bien entretenu soit réellement anti-érosif.

Des enquêtes d'évaluation ont été menées par le FEER et l'ICRISAT (MATLON 1985, FEER 1986).

La première a consisté à évaluer les résultats économiques de 90 familles ayant bénéficié d'aménagements par rapport à 90 autres familles prises dans les mêmes villages. Sans que l'on sache par quel moyen on a échappé aux biais inhérents à un tel échantillonnage (les bénéficiaires de l'aménagement sont-ils représentatifs ?), les résultats sont livrés (FEER 1986).

Sur deux ans (1982 et 1983), les familles disposant de champs aménagés (60 % de la surface cultivée) apparaissent un peu plus nombreuses que les autres (15,4 résidents contre 12,2), mais les surfaces cultivées par actif sont les mêmes (0,73 ha). Une très faible différence apparait sur la productivité de l'actif : 192 kg de céréales dans le cas aménagé contre 170, mais rien n'est donné sur la précision statistique du résultat. Ces valeurs correspondent à 90 kg/résident contre 81 kg. Lorsqu'on sait qu'un résident devrait consommer 220 kg de cérales par an, la recherche d'une signification du résultat n'a pas beaucoup de sens. Un autre résultat fourni porte sur l'effet de l'aménagement sur l'achat d'intrants, et le choix des cultures. L'enquête montre que rien ne change : les diguettes n'ont donc pas l'effet d'entrainement innovatif qu'on leur prête parfois. Par contre les champs pourraient, sans que ce soit spécifié dans l'étude, bénéficier de fumier et de travaux plus soignés (les diguettes permettent au fumier de rester sur place).

La seconde porte sur les différences de rendement entrainées par l'existence de l'aménagement. Il s'agit de comparer trois stations de récolte à l'intérieur d'un espace aménagé et trois en dehors. Sans que les auteurs insistent assez sur le manque de rigueur de la méthode (enquête menée par les encadreurs promoteurs de ces aménagements, de différents organismes de développement concurrents, on est loin de la technique "en double aveugle", forte hétérogénéité des champs paysans, à fortiori aménagés, influence probable de l'aménagement sur l'intensité de la gestion si le paysan cherche à le valoriser), les résultats fournis sont décevants : sur 14 sites évalués en 1985 au Yatenga et sur Kaya, 3 seulement présentent un accroissement de production significatif. Quant aux aménagements des organisations "concurrentes" (ADRK, PAE, PPIK, PAF), les sites choisis présentent **tous** une différence fondamentale de gestion entre la zone aménagée et non aménagée.

Plus que les résultats sur la production, inutilisables, cette information montre l'intérêt développé par les paysans pour ce type de technique puisqu'ils cherchent à le valoriser en intensifiant leur travail (fumure et labour). C'est aussi ce que nous avons pu constater à Bidi, dans le cadre d'un aménagement de type filtrant de 10 ha réalisé en 1985 avec notre aide.

Si cette hypothèse d'inadéquation de l'aménagement de

type perméable au système de culture du mil au Yatenga, dans les conditions de sécheresse actuelle est admise, il n'y a pas lieu de s'étonner de l'abandon de l'aménagement par son propre constructeur, après observation de ses effets. Favoriser les brêches et laisser la diguette s'aplanir jusqu'à ce qu'elle joue un simple rôle de frein au ruissellement devient une action "d'amélioration foncière". On peut déplorer que cette période d'observation n'ait pas suscité chez les paysans d'autres idées : transformer la diguette en cloisonnant son fossé amont, en ménageant des espaces filtrants, placés en quinconce à l'échelle du champ, afin de créer un aménagement semi-filtrant (BEDU et DUGUE 1986), profiter de la faible durée de vie de la diguette pour commencer à implanter un système perméable (petite bande herbeuse, arbustes, graminées pérenes, cordons pierreux, fascines, andains de débris...) sans se fatiguer à la remonter chaque année.

Le sociologue nous apprendra peut-être si, dans les relations ambigües que tisse le paysan avec son terroir et le monde des techniciens, on peut reconnaître les causes de sa timidité. Pour nous, c'est aussi une affaire calendrier agricole : si l'on peut y trouver quelques jours favorables à la plantation de haies vives avant le 31 juillet, ceux-ci seront toujours volés, dans la logique des paysans, à la mise en place ou à l'entretien d'une culture vivrière : quand les semis seront "finis" et que l'herbe n'a pas encore assez poussé pour justifier les sarclages, on resème, on s'occupe du riz de bas-fond ou on cherche un champ pour accroître sa sole d'arachide. Mais la plupart du temps, on est déjà en retard pour le sarclage du sorgho de bas-fond, vite envahi par les herbes et déjà en train de jaunir, alors qu'il est la vraie sécurité.

Aussi pensons-nous qu'au lieu de poursuivre des incantations sur la fameuse "bande herbeuse", sensée répondre aux besoins de l'élevage (rien ne produit plus de biomasse à l'ha qu'une bonne culture de mil, plus d'azote que le haricot ou l'arachide) et à lutter contre l'érosion, il vaut mieux chercher à fixer la courbe de niveau avec quelque chose de réellement durable : la pierre - l'herbe viendra toute seule envahir le cordon pierreux - la daba de sarclage craignant le choc restera à distance des cailloux, en dessus comme en dessous. Si, un jour, le temps ne manque plus, on plantera quelque chose d'utile (de l'Andropogon, un Acacia, du Jatropha, la plante miracle du projet allemand pour le Sahel) qui ne concurrence pas trop le mil. En attendant, l'action FEER en zone soudano-sahélienne peut être facilement réorientée. Nous lui soumettons les propositions suivantes, pour la zone soudano-sahélienne : conserver son budget, ses topographes, ses tracteurs. Acheter des remorques, des barres à mine et quelques masses, réduire ses ambitions (l'hectare reviendra peut-être plus cher car les carrières sont parfois loin, bien que l'érosion ait fait affleurer la cuirasse en maints en-droits). Equiper les charettes des paysans de pneus pleins contre les crevaisons incessantes dûes aux épines. Permettre aux travailleurs de se nourrir convenablement sans puiser dans leurs stocks d'hivernage, sans lesquels ils ne pourront pas cultiver, ainsi que les ânes (nécessité d'une alimentation complémentaire de travail). Si les pierres sont vraiment loin, faire de l'aménagement semi-filtrant (diguettes + fascines) mais cloisonné, cela nous semble impératif. Aménager pour chaque bloc de 100 ha un champ de démonstration de 1/4 ha; avec témoin, cloisonné par un bourrelet dans le sens de la pente, qui servira à l'encadreur pour son animation et une meilleure recherche d'accompagnement.

Les hauts de pente sont en général plus près des cailloux : profitons-en pour y commencer les aménagements, comme le veut la théorie, si les sols sont suffisamment épais (voir plus loin). Retrouver les conditions d'un vrai dialogue équilibré avec les paysans, ce dernier point nous semblant parfois oublié.

En conclusion, l'action FEER au Yatenga apparaît comme l'inverse du projet GERES : l'accent a été mis sur des facteurs importants : participation paysanne à la réalisation, choix de l'échelle du quartier ; mais, alors que techniquement le projet GERES était bon s'il avait eu totale adhésion paysanne, le FEER qui en avait pourtant les moyens, a méprisé une étude technique sérieuse, au détriment des intérêts réels du système de production, ce qui conduit au même désintérêt et au même échec. Dans les deux cas, les paysans sont sacrifiés à l'autel de la lutte contre l'érosion : il n'y a pas d'approbation possible de l'aménagement, pas de développement.

III. LES ALTERNATIVES : LA MAITRISE D'OUVRAGES AUX PAYSANS

Comme Marchal en 1981, on ne peut que constater que la désertification avance et que les projets passent ... Pourtant, depuis 1981, plusieurs projets d'ONG (OXFAM, ADRK) décident de revenir aux sources : puisque les paysans du Yatenga connaissent des techniques "anti-érosives", autant favoriser leur mise en œuvre par une nouvelle sensibilisation, une organisation de chantiers et un soutien matériel permettant d'accroître le travail investi en saison sèche. L'utilisation de matériels de topographie adaptés (niveau à eau) le prêt de céréales, de charettes à âne devront permettre l'aménagement des champs menacés par l'érosion à partir de petits barrages filtrants, où "diguettes perméables" : cordons pierreux, andains de résidus de défriche, ... consolidés généralement par une bande non cultivée couverte d'herbe en saison humide.

Le niveau à eau, instrument simple qui permet de tracer la courbe de niveau intrigue les paysans mais son usage finit par passer et certains en font leur métier, ce qui nous semble particulièrement prometteur.

Dans les thalwegs des collines de Rissiam, l'AFVP se lance dans l'aide à l'édification de digues filtrantes pour accroître l'étendue des terroirs saturés et dégradés par des terrasses, qui portent rapidement les plus belles cultures de sorgho. A Bidi, une digue semi-filtrante permet une riziculture de bas-fond à la mesure des besoins du quartier. Des microbarrages et des citernes (Bulli) sont édifiés ailleurs pour résoudre les problèmes d'eau, répondre à des "besoins", mieux valoriser les ressources de bas-fond. Dans les situations periurbaines, de gros barrages pour l'irrigation classique et la recharge des nappes permettent la riziculture et le maraîchage à des doubles actifs citadins disposant de suffisamment de trésorerie pour gagner en productivité et d'un gros marché pour vendre (THIOU, OUAHIGOUYA).

La plupart de ces alternatives sont séduisantes dans la mesure où elles peuvent se réaliser à petite échelle, avec des matériaux locaux, une participation paysanne quasi totale, et que la maîtrise de l'ouvrage peut, enfin, leur revenir.

Pourtant, le risque est plus grand de retomber dans l'erreur et nous passeront en revue ces écueils.

1. Les travaux d'aménagement requièrent des temps de travaux énormes. Au niveau d'un quartier, un seul chantier est souvent possible, alors que sont en concurrence d'autres chantiers (l'école, le dispensaire, la maternité, des citernes, etc...) mais aussi les actrivités normales de saison sèche (commerce, construction, transports d'eau, artisanat, activités sociales, préparation des champs, transports du fumier, soins au bétail, maraîchage). La notion de priorité prend alors toute son importance, mais varie suivant les points de vue.

Pour les agronomes, il semble à présent admis que la priorité de l'action au Yatenga dans les zones pénéplanisées passe par l'aménagement des pentes exposées à l'érosion (anti-érosifs, traitement de ravines, plantations d'arbres,...). La valorisation des thalwegs devrait être considérée comme non prioritaire, sauf si des phénomènes d'érosion s'y déroulent (cas des "kossogo", thalweg à pente forte, dont l'aménagement en terrasses peut permettre l'installation d'une agriculture intensifiée), et sauf si elle permettait d'atteindre les besoins domestiques en eau, ce qui est rarement le cas au Yatenga pour de petits ouvrages (un programme de forage est plus sûr).

Par contre, dans les collines birrimiennes où le ruissellement s'organise vite et entraine une grande quantité de matériaux, on peut commencer par l'aval pour édifier des terrasses qui vont récupérer des dépôts tout en adoucissant les pentes (méthode des digues filtrantes AFVP). En remontant de proche en proche, on stabilise un versant (ROOSE 81 p. 447).

L'écoute des besoins des paysans, aussi louable qu'elle puisse être peut entrainer des interprétations erronées, surtout lorsque le désir d'action est fort. Le rôle d'un animateur peut aussi être de montrer à une population obnubilée par un problème et manipulée par les médias que l'urgence se situe ailleurs. De même, les matériaux ne sont pas inépuisables et souvent, on doit chercher les blocs de cuirasse de plus en plus loin : inutile de les gaspiller à construire un munument dans un bas-fond si rien n'est encore fait dans les champs.

2. Un intérêt de ces aménagements en cordons pierreux réside dans leur liberté puisqu'on peut aménager de fortes pentes (> 2%), sur sol sableux, qu'il était exclu de traiter par des méthodes classiques. Les champs de brousse sont alors ouverts à l'intensification, ce qui ne résoudra pas l'escalade des pentes et le grignotage des parcours, accélérant les problèmes de l'élevage pastoral, pourtant utile au système de production (SERPANTIE et al 185).

3. Ces mêmes aménagements autorisent théoriquement des chantiers individuels, mais cela gène la planification réfléchie d'un aménagement, sur une toposéquence ou une facette de paysage. A l'instar de MARCHAL (1981) nous pensons que le cadre le mieux adapté à la microplanification est le quartier (saka) : c'est au niveau de son groupe social que l'on trouve solidarité, sens du bien collectif, et où les stratégies de production individuelles trouvent le maximum de convergences. Son quartier de culture est aussi l'unité territoriale qui semble la plus apte à la maîtrise d'un aménagement. Parfois l'échelle du village/terroir devra être prise en compte de préférence (barrages importants).

4. Alors que les femmes sont, avec leurs enfants, les principales participantes aux aménagements, leur rôle est bien souvent amoindri par les bénéficiaires. Pourtant, les champs individuels féminins (beolse) sont bien présents sur ces quartiers. Leur présence aux principales négociations devrait être requise.

5. Un aménagement transforme l'espace, les atouts et les contraintes, les risques qui lui sont liés et les redistribue socialement. A partir de ce postulat, nous proposons une suite logique de phases pour améliorer l'efficacité de l'animation, et, par suite, de l'aménagement. Maîtres d'ouvrage (les bénéficiaires) et maîtres d'œuvre 'l'animation) doivent s'associer dans les discussions relevant du technique comme du social, indissociables car la responsabilité des uns et des autres est engagée (figure 4).

Alors que toutes les phases sont esentielles pour l'avenir de l'aménagement, reconnaissons que bien souvent, seules les phases 1, 3 et 4, côté technique sont assurées par l'encadrement, bien trop pressé. Seule compte alors pour l'aménageur la réalisation, l'existence physique de l'aménagement (phase 5), côté technique. L'objectif du développement, aider la société à se trans-

former, elle et son milieu, est tout autre.

6. La vocation de l'aménagement est de durer : l'aménagement a valeur d'engagement technique et social. Il est difficile, voire néfaste de détruire pour reconstruire. Il faut donc, si l'incertitude plane, que l'on prévoie dès la phase d'étude, des voies nouvelles, des possibilités d'évolution, de feed-back.

En exemple, parlons d'une polémique qui a lieu actuellement au Yatenga. Elle se résume à une question : si l'on prévoit sur un quartier de culture en cours d'aménagement par des cordons pierreux un passage à la culture attelée (labour et sarclages) afin de se servir de l'aménagement comme tremplin pour d'autres thèmes, doit-on conseiller aux participants de lisser les courbes de niveau (obtenues avec un pas topographique court), afin de réduire la gêne créée pour l'attelage par un tracé trop sinueux et économiser les transports de pierres ?

Sur des aménagements réalisés en grandeur réelle, (Bidi 1985), on constate pendant les pluies d'importants phénomènes de circulation d'eau le long des cordons : les courants se rassemblent sur un point bas, sapent le cordon et le détruisent, créant une rigole particulièrement érosive, gaspillant l'eau qui devait être convenablement répartie sur l'aval. L'effet "aménagement" est alors faible ou même négatif (érosion).

L'utilisation de pas topographiques trop longs (cas des diguettes FEER) ou de procédés de lissage ne peuvent qu'accentuer ce phénomène néfaste, de toute façon inéluctable. Nous proposons des mesures d'accompagnement simples à mettre en œuvre :

a. cloisonner l'amont de tout cordon ou diguette pour empêcher ces circulations d'eau latérales (cloisons en terre ou en pierre, tous les 10 ou 20 m, de 1 à 2 m de long, placées en quinconce par rapport à celles de l'amont).

b. placer aux endroits où l'eau risque de se rassembler (anciens passages d'eau), un filtre de gravier sous le cordon pour éviter l'érosion par renard et faire un perré aval.

Figure 4 - La chronologie de l'aménagement hydro-agricole

	La technique	Le social et l'économique
	Définition d'une problématique	
1.	**Analyse du milieu** physique, social, économique Fonctionnement à différentes échelles Etat des équipements existants et valorisation. Analyse des objectifs, contraintes Atouts	**Perception du milieu physique** Structure ethnique et sociale (pouvoirs, etc...) vécu social **Analyse** des besoins et des motivations de la population et prise en compte des objectifs du développement.
2.	***Etude technique*** Propositions d'alternatives techniques Information à partir des fonctions connues de l'aménagement, son mode de construction, etc...	**Concertation** sur les coûts et les incidences sociales (parcellaire, nuisances, bénéfices), la compatibilité avec les modes de représentation sociale de la technologie.
3.	**Choix des alternatives techniques** et planification. Choix d'une échelle de travail.	**Contractualisation** entre les travailleurs, les bénéficiaires, les intérêts extérieurs (partage social du travail, du foncier, des bénéfices, des nuisances, des coûts récurrents ou fixes.
4.	**Construction**	participation réformes sociales, s'il y a lieu (remembrements, compensations, indemnisations, collectivisation, ...)
5.	Aménagement fini - (photo !)	Nouveau paysage, nouvelle donne.
6.	**Apprentissage** : observation des effets de l'aménagement, analyse des résultats, prise de conscience de nouveaux atouts, nouvelles contraintes, nouveaux potentiels, nouveaux risques	Apprentissage social de l'aménagement et du nouveau paysage. Phase "d'appropriation"

7.	Modifications de l'aménagement et des pratiques agricoles pour mieux valoriser l'aménagement. Entretien	Aménagement des pratiques sociales. Perception des bénéfices. Paiement des coûts récurrents. Réserves d'amortissement.
8.	Vieillissement de l'ouvrage. Réadaptation, accompagnement. Réhabilitation, reproduction.	Poursuite autonome de l'aménagement

c. éviter de sarcler les passages d'eau, de toute façon improductifs, et en règle générale l'aval du cordon sur 50 cm. Ne pas sarcler l'amont équivaudrait à gaspiller le bénéfice de la diguette.

Notre expérience montre que ces améliorations devraient être discutées avant la réalisation définitive, même si les participants veulent attendre une saison pour constater leur intérêt.

Le passage à la culture attelée doit aussi être discuté **avant**, car il est loin d'être sûr que l'aménagement ôte tout le risque érosif du labour. Ceux-ci devront être réalisés en planches séparées par les passages d'eau les plus importants, qui permettront les demi-tours des attelages de sarclage si le semis est en ligne.

Nous avons observé à Bidi des innovations suscitées par le nouveau potentiel créé par l'aménagement : l'épandage de fumier sur les champs de brousse aménagés, alors qu'ils sont habituellement non fumés par exemple. Pourtant, dans la plupart des cas, les paysans restaient passifs devant un aspect défavorable dont les inconvénients sautaient aux yeux (cas des petits lacs se formant par endroit, des cassures naturelles et érosions, défauts de tracé). Est-ce la nature "sacrée" de l'aménagement, conseillé par l'extérieur trop brutalement, qui entraine ce blocage, ou bien est-ce que la société s'oppose à son appropriation immédiate par ses membres, menacée dans son existence par cette nouvelle grille posée sur le paysage et l'inconnu qu'elle réserve ?

Nous laisserons aux sociologues le soin de répondre à cette question, qui conditionne la fonction de développement de ces aménagements.

7. Un argument crée un nouveau milieu, dont les paysans devront apprendre à évaluer les caractéristiques, le comportement, les risques et le potentiel qui lui sont associés : il offre de nouveaux atouts mais aussi de nouvelles contraintes.

La première réaction des gens de Bidi devant les aménagements réalisés avec nous est l'assimilation à un milieu déjà connu : les cordons pierreux créent un "bas-fond" (baogo), la digue semi-filtrante une mare temporaire (balo).

En fait ces références sont illusoires car les nouveaux milieux créés n'ont jamais ces propriétés. Elles peuvent même faire obstacle. Il serait dangereux de cultiver du sorgho de bas-fond sur un haut de pente sableux, même si le régime hydrique est amélioré par l'aménagement, car la capacité du sol en eau est trop faible pour permettre au sorgho de survivre aux périodes sans pluie. Nous verrons plus loin comment l'aménagement peut accroître les risques sur les cultures du mil.

Ceci nous amène à présent à confronter l'aménagement avec les options annuelles du système de production, que sont les stratégies de production.

8. La vocation officielle de ces aménagements est, généralement, de "sécuriser" la production de mil tout en ménageant les ressources en sol et en eaux ("lutte contre l'érosion"). Ces objectifs se rapportent donc bien à des éléments réels des stratégies paysannes qui recherchent au Yatenga une sécurité interannuelle aussi bien que la reproduction des ressources.

Comme il était illusoire de prétendre vérifier sur des cas réels, par simple enquête, si ces buts étaient atteints au niveau des aménagements suscités à Bidi par le FDR puis par nous, nous avons choisi la méthodologie suivante :

accompagner un aménagement anti-érosif installé sur un quartier de culture de brousse par un suivi des familles concernées, un suivi agronomique des champs, et la réalisation d'une expérimentation inscrite dans cet aménagement (mêmes conditions) où devaient être mis en évidence les effets de l'aménagement sur le haut de la toposéquence cultivée sous différents modes de gestion et séquences pluviométriques.

Les résultats font l'objet du chapitre suivant.

IV. EXPERIMENTATION BIDI-SAMNI-WEOGO

1. Objectifs

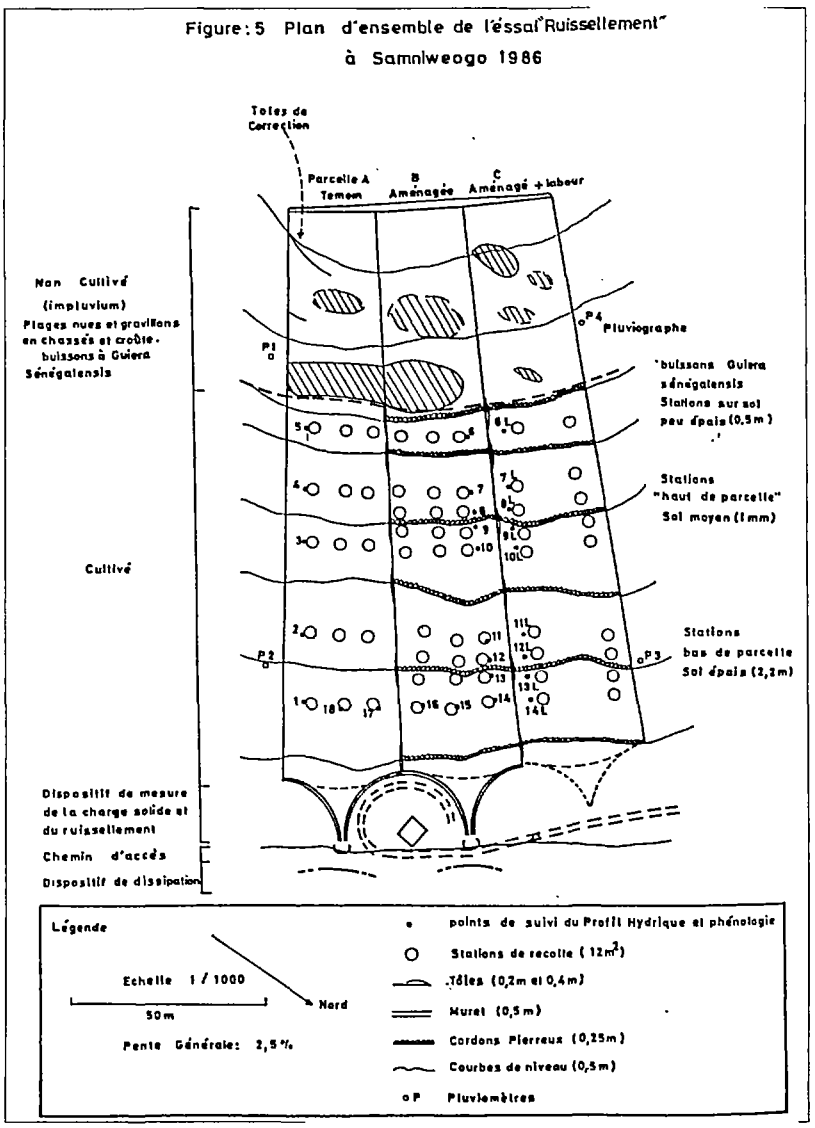
Modéliser le devenir de l'eau de pluie et le fonctionnement d'un peuplement de mil cultivé en gestion de type paysanne sur un terrain en bordure d'impluvium. Evaluer l'effet d'un aménagement isohypse en cordons pierreux cloisonnés tous les 25 m, et d'une combinaison labour-aménagement.

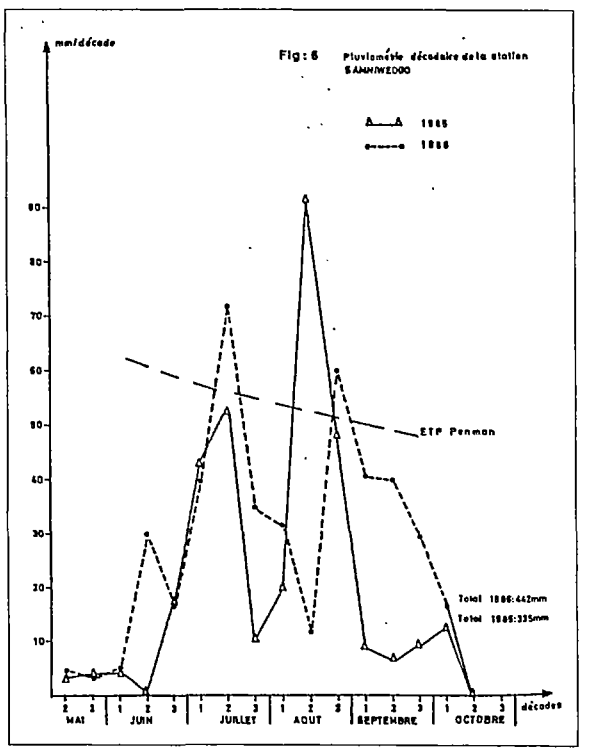
2. *Echelle de travail* : le "champ" longueur de pente de 150 m.

3. *Matériel et méthode*

Cette expérimentation débutée en 1985, poursuivie en 1986, compare plusieurs parcelles identiques en tous points (géométrie, milieu, histoire culturale, topographie), et isolées du ruissellement extérieur par un entourage de tôles. Elles font 150 m de long et 25 m de large et sont orientées dans le sens de la plus grande pente (2,5 %) (figure 5).

Figure : 5 Plan d'ensemble de l'essai "Ruissellement" à Samniweogo 1986





- le tiers supérieur des parcelles n'est pas et n'a jamais été cultivé (sol de faible épaisseur). Il s'agit d'un bush très dégradé jouant le rôle de l'impluvium que l'on observe partout en amont d'un champ paysan.

- le tiers médian : il est cultivé en mil sur le modèle de la gestion paysanne des champs de brousse (semis direct en poquet, premier sarclage tardif accompagné d'un démariage et d'une fertilisation faible (40 kg/ha de 15-20-15), deuxième sarclage quand nécessaire, semences de Bidi). Son sol est moyennement épais (sol ferrugineux sableux à sable argileux de 50 à 150 cm d'épaisseur (SERPANTIE, VALENTIN 1985). L'eau du sol et la croissance et le développement du mil sont suivis sur des stations d'observation répétées de façon à représenter de façon égale le "terrain aménagé", longitudinalement comme latéralement (cf. figure). A la récolte, on mesure les composantes du rendement sur des stations de 12 m^2 (répétées de 4 à 12 fois suivant l'hétérogénéité apparente du peuplement). La jachère a été reprise sur ce champ en 1984.

Ce "haut de parcelle" est directement concerné par l'impluvium.

- le tiers inférieur constitue le "bas de parcelle". Son sol est très épais (2 m). Il est moins concerné par l'impluvium. Il est cultivé et suivi de façon identique, il a la même histoire culturale.

Les parcelles sont complétées en aval par un dispositif de mesure des débits de ruissellement et de charge soli-

de sortants, constitué d'un "entonnoir" bétonné suivi d'un canal de jaugeage et d'une fosse à sédimentation. Des limnigraphes et des séances de jaugeage et de prélèvements permettent au programme d'hydrologie associé au notre de mesurer le ruissellement et l'érosion pendant les pluies, recueillies sur des pluviomètres et un pluviographe.

Le ruissellement sur l'impluvium est estimé à partir de microparcelles de 2 m^2 aménagées pour mesurer le ruissellement. Le dépouillement des données hydrologiques et la modélisation sont en cours.

- En 1985, on compare deux parcelles :
1. Gestion paysanne : témoin
2. Gestion paysanne + aménagement en cordons pierreux isohypses (blocs de cuirasse alignés, 25 cm large).

Le dénivellé intercalaire est de 50 cm, ce qui fait environ 20 m entre chaque cordon. Il y a 6 cordons sur la parcelle cultivée.

Cette campagne a souffert d'une pluviométrie médiocre (335 mm) (figure 6) et de pluies très mal réparties ; la période de fructification fait l'objet d'un déficit hydrique important. Les rendements sont très faibles (1,4 qx/ha).

- En 1986, on compte trois parcelles :
1. Gestion paysanne témoin
2. Gestion paysanne + aménagement
3. Gestion paysanne + aménagement + labour

Le labour est fait quand l'humidité du sol le permet avec une charrue bovine attelée, dans le sens des cordons.

Le semis a été retardé par les attaques de sautériaux (7 juillet 1986 au lieu du 1er juillet 1985), mais la campagne a été mieux arrosée (450 mm) en particulier le mois de septembre qui a fourni les conditions d'une bonne fructification. Globalement, la saison reste déficitaire. Des attaques généralisées de borers ont contrarié le remplissage des épis (taux d'épis inutiles de 50 % en 1986 contre 30 % en 1985) mais les rendements sont corrects.

4. Résultats (cf. figure 7)

1. Effet aménagement - En 1985 et 1986, la **quantité de matière sèche produite/m^2** sur la parcelle aménagée est systématiquement supérieure à celle du témoin, en haut ou en bas de parcelle. **L'accroissement par rapport** au témoin est du même ordre en 85 comme en 86, toujours plus fort en bas de parcelle : + 35 % contre + 13 % en haut, ceci étant à relier à l'effet d'impluvium qui favorise fortement ce haut de parcelle.

		1985			1986				
		Témoin	Δ	Parcelle aménagée (micro-barrages filtrants isohypses)	Témoin	Δ	Parcelle aménagée Témoin du labour	Δ	Parcelle aménagée + labour
Haut de parcelle	G	17,4	(-60%)+	7,5	29,5	(+60%)+	46,9	(+115%)++++	99,6
	MS	142	(+14%)	161	280	(+12,5%)(+)	315	(+56%)++++	493
Effet "impluvium" Δ haut-bas	G	(+6%)		(-140%)+	(+68%)(+)		(+42%)(+)		(+56%)+++
	MS	(+44%)++		(+18%)	(+35%)++		(+12%)		(+14%)
Bas de parcelle	G	16,3	(+12%)	18,1	17,5	(+87%)++++	32,9	(+94%)++++	63,8
	MS	98	(+39%)+	137	208	(+35%)++++	282	(+53%)++++	432

Un test T est réalisé pour mesurer les différences de moyennes - Degré de signification :

(+) : 0,9
+ : 0,95
++ : 0,975
+++ : 0,99
++++ : 0,995 et plus

Figure 7 - Résultats de l'expérimentation ruissellement - Samniweogo (1985-1986)

G : Rendement de grain sec (g/m^2) - MS : Rendement de matière sèche (g/m^2)

Le labour ajoute en 1986 55 % en haut, comme en bas.

- Pour le rendement en grain sec, on doit opposer les deux années :

- en 1985, on observe une forte baisse (60 %) du rendement en grain de haut de pente par rapport au témoin ; et un faible accroissement en bas de pente (+ 12 %).

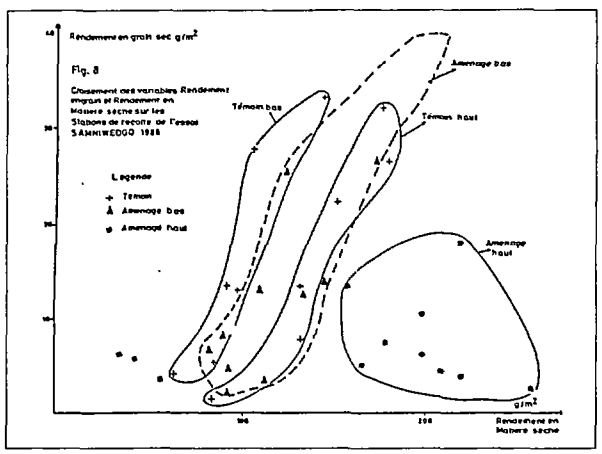
- en 1986, l'accroissement dû à l'aménagement est très important (60 à 87 %). Le labour double le rendement.

La plupart de ces différences sont hautement significatives (figure 7). WRIGHT (1984) corrobore ces résultats par des enquêtes sur aménagements paysans.

2. **Effet impluvium** - Le haut de parcelle présente un accroissement de 12 à 44 % de MS par rapport au bas ; en grain, l'augmentation va de 42 à 68 % suivant la parcelle en 1986.

Nous interprétons cette différence comme la manifestation d'un effet "impluvium" en année hydriquement déficitaire. Pourtant en 1985 cet effet est nul dans le témoin et même négatif (-140 % !) dans la parcelle aménagée.

L'interprétation est simple si l'on consulte un graphique croissant pour chaque station, rendement en MS et en grain sec (figure 8).



La sécheresse de septembre a entrainé un échaudage brutal du mil sur les stations qui avaient le plus profité au départ de l'effet aménagement et impluvium, et atteint de fortes biomasses (200 gMS/m^2) et densités. Ces peuplements, très exigeants par rapport aux peuplements médiocres des situations du bas et du témoin ont asséché rapidement le profil hydrique et se sont trouvés incapables de satisfaire la demande créée par la fructification. Par contre un effet limité par la "capacité du sol" qui aurait pu intervenir si celle-ci avait été remplie n'a pas fonctionné, l'eau utile n'ayant jamais franchi en 1985 la profondeur de 70 cm : la capacité en eau n'a donc pas été limitante.

L'observation des teneurs en eau du sol en août et septembre apporte sa contribution ; le 20/08, la parcelle témoin a une réserve utile de 40 mm. Dans la parcelle aménagée, on trouve 57 mm en haut de parcelle et 46 mm en bas de parcelle. Les différences obtenues sur des moyennes sont significatives (seuil 0,9 test T). Par la suite, les différences s'aplanissent au fur et à mesure de la consommation rapide du profil : 25 mm partout au 10/09, 5 mm au 14/09. Ces valeurs ont pu aider de faibles peuplements à fructifier, non les peuplements obtenus en haut de parcelle aménagée, qui ont été brutalement échaudés.

5. Limites de l'expérience et conclusion

Cette expérience doit être bien sûr replacée dans son contexte de programme : il s'agit d'offrir un appui à un programme global d'étude du système agropastoral d'où :

1. impossibilité budgétaire de tester le site une première année, ce qui aurait été préférable en théorie.

2. impossibilité de faire des répétitions de cet essai : nous le compensons par des contrôles abondants et un suivi étroit.

3. un effet d'accumulation (effet précédent différent sur une parcelle aménagée par rapport au témoin) peut se produire. On ne pourra pas l'isoler.

4. Le choix du site ne vise pas une quelconque représentativité régionale puisque le but est de comprendre ce qui se passe sur un cas d'espèce. La pente 2,5 % est en particulier atypique dans la région (en général 1 à 1,5 %). Sur de faibles pentes, nous pensons que les effets de ces aménagements sur l'infiltration n'en seront que plus spectaculaires, surtout si la distance entre cordons est faible.

Ces réserves faites, nous tirerons les conclusions suivantes :

1. Si on accumule dans les zones marginales (sols à faible capacité, sableux et peu profond) des conditions favorables de croissance procurées par des techniques améliorantes (aménagement filtrant cloisonné sous impluvium, labour, fumure), on accroît considérablement le potentiel de rendement : en 1986, année médiocre, on a multiplié le rendement par 6 en cumulant simplement cordons pierreux et cloisonnés, labour et proximité de l'impluvium, sur des sols considérés comme très pauvres chimiquement. Par contre si la fin de cycle est peu arrosée, on risque d'annuler le rendement en grain. Ce risque n'existerait pas pour une plante fonctionnant en "accumulation" (plantes fourragères par exemple). Sur la période 1968-1985, on observe

une année sur trois une pluviométrie de septembre fortement déficitaire (inférieure à ETP/2). Si cette pluviométrie est constituée de pluies moyennes, l'effet aménagement + impluvium peut compenser le déficit. S'il s'agit d'une ou deux fortes pluies, comme cela est fréquent, le risque subsiste. On pourra parler d'un **accroissement du risque interannuel, mais aussi d'une sécurisation à l'échelle de 5 ans.** La gestion paysanne extensive classique (ni labour, ni fertilisation, ni aménagement) réduit ce risque annuel à son minimum. La modélisation du bilan hydrique et du fonctionnement du peuplement de mil permettra d'obtenir une meilleure connaissance du phénomène et d'évaluer l'espérance d'accroissement du potentiel ou des risques par des simulations. A ce propos, la collaboration avec l'hydrologie est de première importance.

2. Nous ne fournissons pas de données sur l'érosion car nous n'en disposons pas encore : nous observons simplement après la première campagne une accumulation de matériaux à 20 cm en amont des cordons pierreux de 1 cm, et une ablation en aval de la même valeur. Pendant les pluies, on observe fréquemment des micro-ravines se développer à l'aval des interstices entre les pierres, par lesquelles l'eau qui s'accumule en amont se vidange avec vitesse : cette organisation d'un écoulement de nappe en filets d'eau à la faveur du "peigne" formé par les cordons pierreux est-elle dangereuse ? Dans la théorie oui (ROOSE 1981), mais ces filets d'eau se répandent rapidement dans le chaos des buttes de sarclages, qui les redistribuent pour former un écoulement anastomosé.

L'effet d'écrêtage de la crue par l'aménagement doit permettre en corrolaire des sédimentations des paticules arrachées. La présence des cloisons empêche par contre l'accumulation exagérée d'eau à la faveur de circulations latérales qui aboutirait à créer des rigoles. C'est ce qu'on a pu constater dans l'aménagement en grandeur réelle où la taille de l'impluvium qui a déjà créé son réseau de ruissellement d'une part et l'absence de cloisonnement d'autre part créent des circulations latérales et des accumulations d'eau importantes qui favorisent des ruptures et rigoles : en plus des érosions locales plus fortes, il faut considérer le gaspillage de l'eau de ruissellement mal redistribuée à l'aval du cordon : l'aménagement n'est plus filtrant, dans ces conditions.

La solution est d'aménager l'amont du champ en dispositifs répartiteurs fusibles lorsque les rigoles sont petites, sinon les conserver comme exutoires. En outre, cloisonner l'amont des cordons pour qu'ils restent "filtrants".

Les bons résultats observés en 1986 sur notre expérimentation ne peuvent se répéter à plus grande échelle que dans ces conditions seulement.

V. AMENAGEMENTS FILTRANTS ET STRATEGIES DE PRODUCTION

Malgré la diversité des exploitations agricoles, on observe à Bidi de nombreuses convergences entre les stratégies paysannes individuelles au sein de chaque quartier (saka) : ceux-ci sont des communautés soit de lignage, soit d'origine ethnique (cas des Silmimossi) soit d'origine géographique, soit de caste (cas des forgerons) : cette convergence d'objectifs et de pratiques n'est donc pas fortuite.

Nous présentons ici deux types de quartiers qui nous semblent caractéristiques :

1. Mounisaka est un quartier Mossi dont les fondateurs sont arrivés assez tard à Bidi. Il bénéficie d'un terroir de quartier propre mais qui ne suffit pas à satisfaire les besoins en terre importants des familles : les chefs sont souvent des commerçants (bœufs, cola, céréales) et ont fréquemment des intérêts en Côte d'Ivoire, ce qui les aide à s'équiper (charrues) et à se fournir en intrants (engrais, aliments d'embouche).

Leur stratégie à Bidi est de cultiver la plus grande surface possible pour maintenir leurs stocks de mil à un niveau élevé (1,5 ha/actif). Loin de pratiquer partout l'extensif, ils misent aussi sur les zones les plus prometteuses en intensifiant localement (engrais, sarclages précoces en buttes, labour tous les deux ans, transport de fumier). En outre ils bénéficient de prêts de terre mal contractualisés basés semble-t-il sur des échanges de vivres pendant les disettes. Ils ont réalisé en 1985, avec l'aide de l'ORSTOM et de l'ORD l'aménagement d'un terroir de brousse que plusieurs familles du quartier cultivent. Cette réalisation en cordons pierreux (10 ha) rentre bien dans leur stratégie globale, malgré le travail énorme demandé :

- assurer la mainmise sur un foncier dont ils ne sont pas théoriquement propriétaires.

- permettre alors un maintien de la ressource en sol et un accroissement du potentiel de production malgré la sécheresse.

Les effets de cet aménagement seront bien ceux escomptés :

1. Les paysans deviennent dépositaires presque définitifs et peuvent raisonner des jachères - alors que le système de prêt précédent exigeait l'exploitation du champ la plus longue possible, le champ restant vacant pouvant être récupéré par le propriétaire et prêté à un autre.

2. En 1985, la réalisation a été possible malgré la famine grâce à des stocks de mil importants et la relative rareté des départs en migration (par rapport aux autres quartiers). La petite aide alimentaire reçue a stimulé

l'entraide d'autres quartiers.

3. Pour les paysans de ce quartier, le simple effet de l'aménagement sur la croissance du mil (donc son potentiel), qu'ils avaient observé sur l'aménagement de démonstration réalisé en 1984 par l'ORSTOM, était séduisant. En outre, les besoins en résidus de récolte pour leur embouche ovine, parfois lucrative, peuvent être atteints de cette manière. La sécurité principale étant assurée par les stocks de mil, le risque d'échaudage que connaissent les paysans n'est pas pris en compte.

Pour nous, cet aménagement s'il est bien géré aurait d'autres avantages :

- accroissement de la biomasse de restitution, pâturée par les bovins et utilisée par la mésofaune du sol.

- possibilité de passer à un travail du sol de saison sèche (scarifiage profond) dont l'intérêt est de permettre des semis très précoces et en ligne, ce qui amoindrirait les risques en fin de cycle et permet le sarclobuttage attelé et cloisonné. Cependant les levées précoces sont plus risquées sur le plan des ravageurs.

- possibilité de pratiquer les labours en restant prudent (sols très sableux et faible stabilité structurale).

L'aménagement et le système de production de ce quartier sont donc compatibles mais un accompagnement de l'animation reste nécessaire (information sur les conditions du travail attelé et formation à la protection, l'entretien et le cloisonage de l'aménagement).

2. Un exemple contrasté est offert par le quartier "Bulin", qui a emprunté des terres sur le même site. C'est un quartier Mossi en "nébuleuse" où les concessions ne sont pas groupées comme dans le quartier Mounisaka : les stratégies ressemblent à des stratégies de survie, beaucoup plus individuelles (la destination des migrations par exemple n'est pas, comme à Mounisaka, homogène). Les gens de ce quartier se sont beaucoup moins intéressés aux démonstrations de cordons pierreux isohypses auxquelles nous avons procédé en 1984. Ici, la segmentation familiale en exploitations agricoles autonomes se fait tôt, alors qu'à Mounisaka les familles nombreuses existent. Cette tendance au "ménage" entraine la difficulté de s'équiper en traction attelée, de cultiver de grandes superficies (moins d'un ha par actif), d'investir dans les intrants. Les dernières années de sécheresse ont anéanti les stocks de mil.

La stratégie qui en découle est une stratégie de limitation des risques par :

- le sorgho de sécurité en bas-fond

- mil remplaçant le sorgho sur les sols argileux de cuvette

- abandon de l'élevage bovin au profit de l'élevage caprin

- abandon de l'engrais et fumure organique "à la demande" (facteurs de risques).

On doit se demander si, pour ce quartier, un aménagement en cordons pierreux sur sols à faible capacité en eau n'est pas aussi un facteur de risque, dans la période actuelle. Bien que sensibilisés au problème de l'érosion, les paysans semblent avoir estimé qu'ils n'avaient pas les moyens (en vivres et en main d'œuvre de saison sèche), pour effectuer avec nous ces travaux. Pour nous, cet aménagement est en outre incompatible avec leurs stratégies de production.

Si l'on estime que des travaux anti-érosifs sont souhaitables "en soi", il faut donc que la solidarité collective joue sur tous les plans :

- aide alimentaire et entraide pour la réalisation de l'aménagement.

- risques d'échaudage couverts par une "assurance" auprès de la communauté globale (du village à la na-tion) qui prendra ainsi part à l'action paysanne sur la conservation du patrimoine.

Si la pluie revient, la pente sera ainsi plus facile à remonter pour celui dont le champ est aménagé.

De la même façon, un aménagement de bas-fond (style digue filtrante rizicole, barrage rizicole) détourne la fonction de sécurité du bas-fond, dont le sorgho est indispensable. S'il y a sécheresse, la production du riz sera faible alors que le sorgho aurait fourni une récolte convenable. Là encore, le choix du quartier n'est pas neutre vis à vis de l'intérêt de l'aménagement pour le système de production.

VI. CONCLUSION

A l'échelle du quartier, favorables aux nouvelles conceptions de l'aménagement anti-érosif, on doit aussi se questionner sur la compatibilité des stratégies de production et de la technique d'aménagement si on vise non seulement la participation et l'adhésion, mais surtout l'appropriation.

Nous n'aurons pas débattu ici du coût de l'aménagement (animation, aide matérielle, aide alimentaire). Pour nous seul importe de prendre en compte les priorités et le coût pris en charge par les intéressés, qui rentre dans la logique de production, à la différence des autres coûts. Le plus important n'est-il pas que les raisons du paysan et de l'aménageur convergent ?

En fait, en l'absence de données expérimentales fiables

sur les coûts, les avantages et les implications de ces aménagements sur la conduite des systèmes de production (incluant les facteurs aléatoires), le discours technique des maîtres d'œuvre ne trouve de logique qu'au travers d'a priori parfois liés à un désir d'action. Pourtant ces informations objectives pourraient facilement être obtenues par les promoteurs eux-mêmes. Dans le même temps, les choix techniques qui sont de plus en plus justifiés par la réponse supposée aux "besoins" d'un groupe de participants paysans ne prend que rarement en compte son organisation (liens de solidarité réels, rapports entre quartiers, structure foncière, transmission des informations, diversité de stratégies individuelles, psychologie collective, ...). Les besoins exprimés eux sont parfois mal interprétés. Les échecs se traduisent généralement par la non-valorisation ou l'absence d'entretien conduisant à la perte de l'aménagement. Une approche ethnologique du problème est alors indispensable si l'on veut comprendre les raisons sociales d'un défaut d'appropriation. Cette réflexion fait l'objet de la première partie.

Mais l'espoir reste permis : bien réfléchis et accompagnés des mesures adéquates, ces ouvrages destinés à durer peuvent être des lieux d'action privilégiée pour une animation rurale orientée vers l'intensification non appauvrissante de l'exploitation des ressources rares et la protection d'un environnement que les pratiques actuelles condamnent à terme.

Signification des sigles utilisés

1. "O.N.G." (Organisations non gouvernementales)

- A.D.R.K. : Association de Développement de la Région de Kaya

- CARITAS : Organisme de financement et de développement Suisse

- P.A.E. : Projet Agro Ecologie Allemand

- P.A.F. : Projet agroforestier mené par l'OXFAM

- P.P.I.K. : Plan de Parrainage International de la Région de Kaya

2. Organisations gouvernementales

- F.D.R. : Fonds de Développement Rural devenu F.E.E.R.

- F.E.E.R. : Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural.

- G.E.R.E.S. : Groupement Européen de Restauration des Eaux et des Sol

- ORSTOM : Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

- ORD : Organisme Régional de Développement

3. Autres

- DRS : Défense et Restauration des Sols

BIBLIOGRAPHIE

BEDU (L), 1986 - Contribution à la mise en valeur des sols du Yatenga - Aspects techniques - Projets d'aménagements - Rapport de stage ESAT, 87 p. + annexes.

CHLEQ (J.L.) et DUPRIEZ (H), 1984 - Eau et terres en fuite. Métiers de l'eau au Sahel. Ed. l'Harmattan Paris, 125 p.

DUGUE (P), 1985 - Parrort de synthèse 1984 du Programme de Recherche Développement au Yatenga - IBRAZ - OUAGADOUGOU, 0 p.

FEER, 1986 - Evaluation des programmes de lutte contre l'érosion - multigr. 75 p.

HAUREZ (MJ), 1965 - Périmètres de restauration des sols de Ouahigouya - Rapport général - SCET-COOP, Paris, vol. 1, 120 p. multigr.

MATLON (P), 1985 - Annual report of ICRISAT/BURKINA, economic program, 1985, ICRISAT, Ouagadougou, 127 p.

MARCHAL (JY), 1979 - "L'espace des techniciens et celui des paysans. Histoire d'un périmètre anti-érosif en Haute-Volta". Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique Tropicale - CNRST-ORSTOM - Mémoire ORSTOM n° 89, pp. 245-252.

MARCHAL (JY), 1983 - Yatenga : la dynamique d'un espace rural soudano-sahélien. Coll. travaux et documents ORSTOM. Paris 873 p.

MERSADIER (G), 1986 - Rapport intermédiaire.

MERSADIER (Y), 1986 - Compte rendu de mission au Burkina Faso. Décembre 1985 - Février 1986 8 p. + annexes.

MIETTON (M), 1981 - "Lutte anti-érosive et participation paysanne en Haute-Volta" Géo-Eco-Tropicale - Vol. 5 fasc. 1. Chambéry, pp. 57-72.

PAE, 1986 - Le Projet Agroécologie - Philosophie et principes d'intervention après 4 ans d'expériences - ORD du Yatenga - Ouahigouya - 65 p.

PA. CILSS, 1986 - Projet allemand pour le Sahel CILSS. Résultats de la campagne 84-85 - Lutte contre la désertification, 115 p. muligr.

ROOSE (E), 1984 - Causes et facteurs de l'érosion hydrique sous climat tropical - Conséquences sur les méthodes anti-érosives - Mach Agr. Trop. 87 : 4-18.

ROOSE (E), 1981 - Dynamique actuelle de sols ferralli-

tiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Coll. Travaux et Documents ORSTOM n° 130-567 p.

ROOSE (E), 1985 - Terrasses de diversion ou micro-barrages perméables ? Analyse de leur efficacité en milieu paysan ouest-africain pour la conservation de l'eau et du sol en zone soudano-sahélienne. IV conf. ISCO 3-9 Nov. MARACAY. 11 p.

SERPANTIE (G), MERSADIER (G), TEZENAS DU MONTCEL (L), 1986 - La dynamique des rapports agriculture élevage en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso ; diminution des ressources, organisation collective et stratégies de paysans - éleveurs du Nord Yatenga. in Cahiers de la Recherche-Développement n° 9.

SERPANTIE (G), VALENTIN (C), 1985 - Dynamique du milieu physique de la zone agropastorale de Bidi - Yatenga, Burkina Faso ORSTOM, Ouagadougou, 12 p. multigr.

TAUXIER (L), 1917 - Le noir du Yatenga, Larose Paris, 661 p., appendices.

WRIGHT (P), 1985 - La conservation des eaux et des sols par les paysans. PAF, Ouahigouya, 12 p.

Lutte anti-érosive et développement sur la bordure orientale du Plateau Central au Rwanda

J.L. SABATIER

CIRAD/IRAT/DEVE

RESUME

Après deux années d'intervention dans le centre Rwanda (bordure orientale du Plateau Central), nous avons éprouvé le besoin de tirer les enseignements des évolutions et pratiques en matière de lutte anti-érosive.

Nous essayons de montrer l'insuffisance de méthodes strictement techniques (fossés, modèles de culture) et leur inapplicabilité dans le développement en raison des évolutions récentes que rencontrant les systèmes agraires : croissance démographique, pression foncière, insertion en économie de marché, etc...

INTRODUCTION

L'érosion est un phénomène qualifié d'important au Rwanda. Sa manifestation dans l'espace est complexe et pas toujours évidente. Elle n'a pour le moins jamais été mesurée.

Elle a des origines physiques diverses (géomorphologie notamment). Nous les développerons dans le chapitre I. De par la densité démographique du Rwanda, on peut bien entendu penser que l'homme n'est pas étranger à la situation.

Depuis 30 ans, la lutte anti-érosive a été prise en compte dans le pays. L'Etat actuel et ses prédécesseurs ont développé un système qui s'est heurté à l'indifférence paysanne et il est nécessaire de s'interroger sur la signification de cette attitude ?

Après avoir présenté la situation physique et économique générale de la région : "Bordure orientale du Plateau Central", nous analyserons les systèmes de production notamment sous l'angle de leur dynamique foncière et verrons comment l'évolution des pratiques anti-érosives peut s'insérer dans le système agraire (chap. III et IV).

I. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

1. Le relief

Le Plateau Central au Rwanda couvre la moitié du pays. A partir de l'ancienne surface du socle, les rivières ont dégagé une multitude de collines allongées aux versants convexes souvent raides (pente > 30 %), aux sommets plus ou moins arrondis. Entre les collines, les vallées sont remplies d'un épai remblai colluvio-alluvial leur donnant un fond **plat** et **marécageux** voire tourbeux (marais à papyrus).

Ce paysage vaut au Rwanda l'appellation de "Pays au mille collines". Cette unité topographique comprise entre 2000 et 1500 m se prolonge : à l'est de l'Ankanyaru à une altitude moins élevée, 1000 à 1500 m, continuant la "Bordure orientale" proprement dite (de Kigali à Kibungo) (cf. carte et coupe, fig. 1 et 2).

Au nord (région du lac Muhazi et de Byumba), l'existence de vieux plis donne au relief l'aspect caractéristique de relief appalachien ; crêtes longues et étroites, rivières parallèles, trouées transversales.

Au sud (région du lac Mugesera), les sommets des collines forment de véritables plateaux.

Figure 1

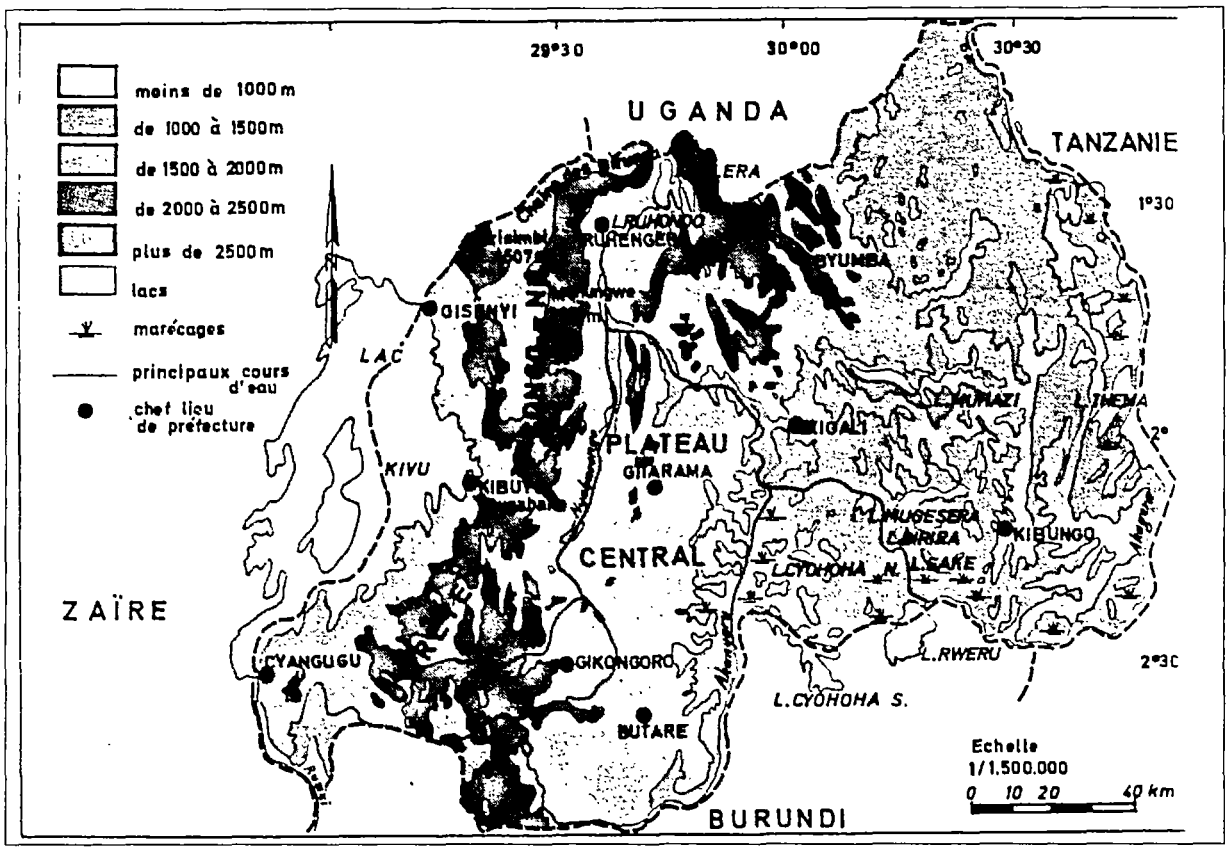
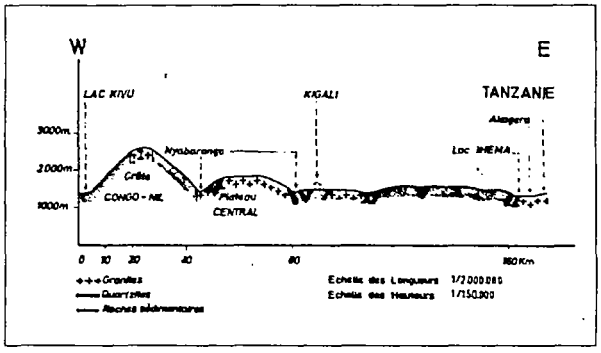


Figure 2



2. Géologie et géomorphologie

Le socle précambrien métamorphisé (granites, quartzites) a subi des cassures. Il s'en est dégagé des champs de failles préparant le modelé actuel des collines. Elles sont aujourd'hui recouvertes d'un épais manteau d'altération (argiles ferrallitiques rougeâtres).

Le couvert végétal forestier abondant du tertiaire excluant le ruissellement permettait le maintien des versants convexes. Les phases plus sèches du quaternaire ont modifié la végétation.

La période actuelle plus humide a entraîné la réorganisation du système des pentes par érosion, glissement des versants et évolution vers une forme concave. En effet, du fait du ruissellement plus actif, les rivières, plus importantes, agrandissent leur lit mineur par divagation rapide des méandres. Les collines bordières sont sapées à la base, ce qui avive l'érosion des versants (Ref. 1).

3. Climat

La zone appartient au climat tropical humide à trois mois de saison sèche (AW, S3 de Köppen-1936).

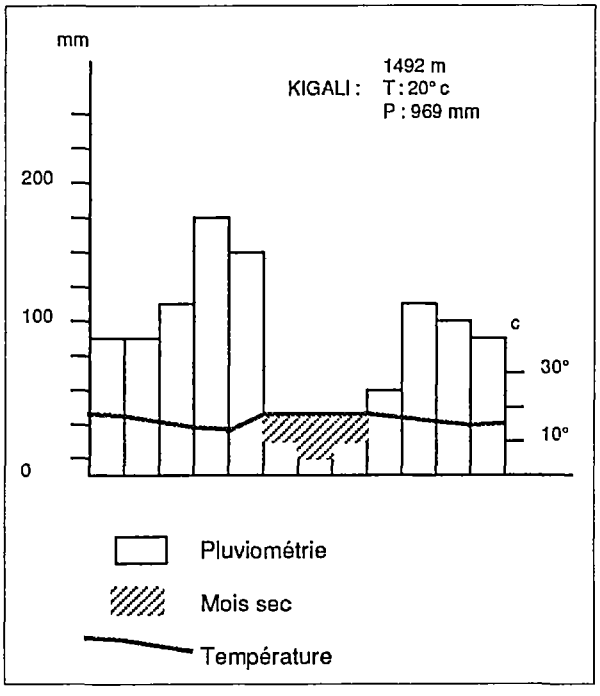
La température annuelle moyenne est de 20° C. Les températures matinales sont fraiches (10-15° C) sans être froides. La température varie peu dans l'année (24-26° C).

La variation thermique étant faible, c'est la pluie qui définit le climat (Ref. 2).

La région est bien arrosée (1100 mm à Gitarama, 1200 à Byumba). La bordure orientale l'est plus faiblement (Kigali Kanombé Aéroport 1492 m - 969 mm) (cf. fig. 3).

Sols très acides : pH < 5 et saturation en bases < 10% dans A1
Rhynchelytrum roseum

Figure 3 - Diagramme ombrothermique



Spermacoce pusilla

L'exubérance du Tagetes (composée propagée par des akènes) est caractéristique sur toutes les stations et a des conséquences sur l'économie de l'eau et du sol.

En altitude, au delà de 2000 m, le paysage prend un aspect sylvo-pastoral où dominent la lande à Eragrosts, les petits boisements privés et les rares forêts domaniales ou communales (Eucalyptus saligna, Callitus robusta, Cupressus tusitanica).

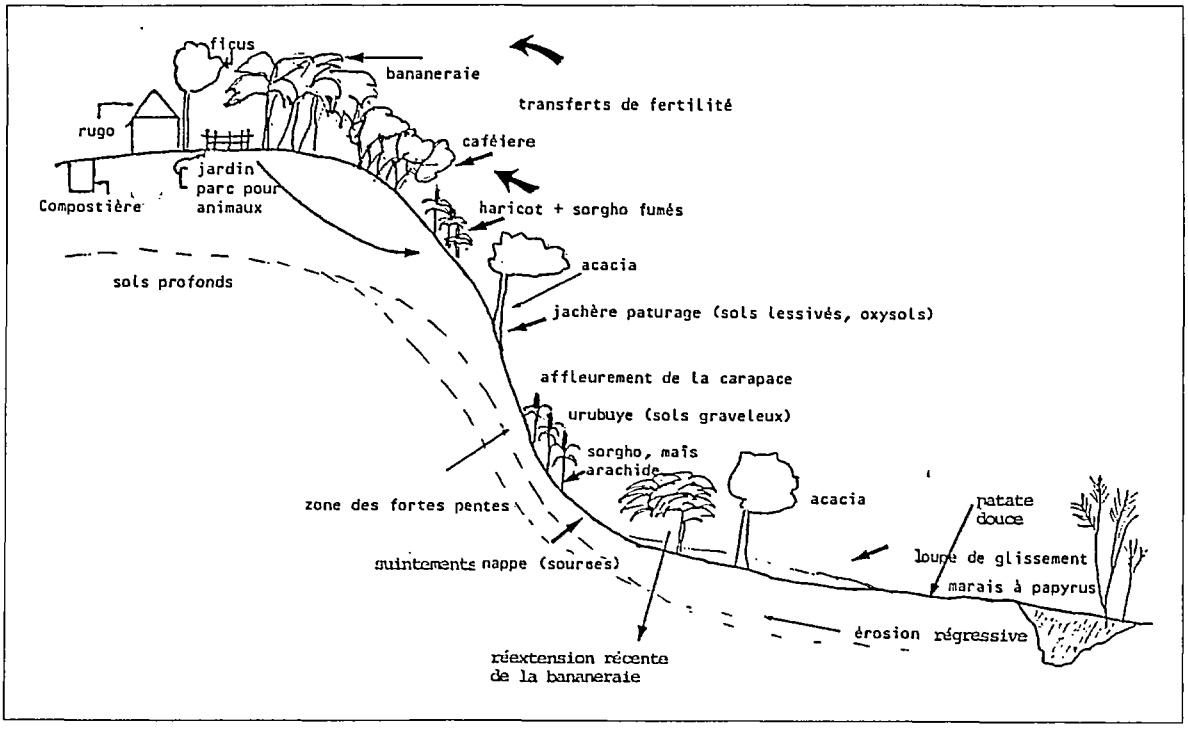
Sols

Les sols appartiennent à l'ordre des Kaolisols (INEAC). Ce sont des sols ferrallitiques typiques à fort taux d'argile parfois supérieur à 50 %. Ils sont fertiles quand les horizons humifères sont conservés. Toutefois le plus souvent, ces sols se caractérisent en surface par la maigreur de la couche humifère et surtout par l'existence à plus ou moins grande profondeur d'une couche dure résultant de l'accumulation et de la cimentation des oxydes de fer et d'alumine. Cette couche prend parfois l'aspect d'une cuirasse gravillonaire réduisant la réserve utile des sols. Ils sont fortement carencés en P, souvent acides (pH eau : 4,5 à 6). Les C/N sont élevés (14 à 18) esprimant la carence fréquente en azote. Les légumineuses telles que le haricot n'y nodulent pas sans que l'on sache très bien si cela est du à l'espèce ou au sol. (carence en Molybdène liée à la forte acidité ?). Ils ont des potentialités chimiques (en dehors du P) normales à médiocres.

Delepierre (5) a attribué aux sols de la région une fertilité bonne à moyenne et une sensibilité à l'érosion faible à moyenne. Il considère que les pentes cultivées des collines n'excèdent pas 40 %.

L'occupation des sols est très caractéristique (voir fig. 4) (ref. 6).

Figure 4 - Schéma d'une toposéquence classique



II. LE PAYSAGE FONCIER, ECONOMIQUE ET POLITIQUE DE LA BORDURE ORIENTALE, REGION DE PEUPLEMENT RECENT.

1. Rappels historiques

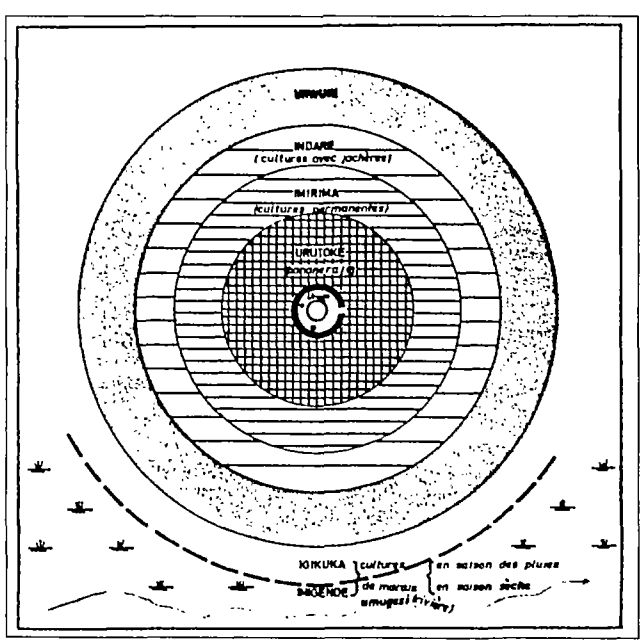
1. Origine du peuplement

Sur le plan historique, la "saga" du Rwanda se rattache au Plateau Central qui fut conquis par les "Mwami" au XVème siècle (*). Les régions à l'est de Kigali étaient par contre sous la dépendance d'autres dynasties tutsi : terres de pâturage aux troupeaux décimés fréquemment par la peste bovine ou la théliériose : elles ont connu une occupation agricole, sensu stricto, récente **inférieure à** 100 ans, voire vingt ou trente.

La bordure orientale est aujourd'hui composée de populations migrantes issues du Buberuka et du Mulera (région de Ruhengéri naguère surpeuplée).

Le système agraire du Plateau Central hérité du régime féodal s'est imposé également sur la bordure orientale. Il marque d'une emprise forte le paysage. Le Rwanda constitue ici plus que partout ailleurs une campagne sans village (habitat dispersé, cellules familiales jointives mais autonomes (voir fig. 5) : "rugos").

Figure 5 - Schéma d'une exploitation rwandaise : le rugo (extrait de géographie du Rwanda - voir référence biblio)



L'ancienne structure féodale peu encleinte aux organisations communautaires locales et "**l'intérêt agraire**" ont favorisé une gestion de l'espace particulière, défrichements erratiques, cultures intensives, clôtures de protection contre les troupeaux. Seuls ont été soustraits de l'appropriation privée : bas-fonds, pâturages et/ou forêts à usage communal ou domanial.

(*) Mwami : dynastie de roi tutsi (cf. Justin Kalibwami - Le Rwanda face à son avenir p. 5-30).

2. Anciens régimes fonciers et migrations

Sur le berceau des ancêtres (Ref. 7) "Ingobyi y'igisekuru", les cultivateurs tutsi exerçaient un droit de propriété foncière, **l'ubukonde**. L'ubukonde est inaliénable à l'extérieur du clan mais à l'intérieur les transmissions de terres peuvent se faire par succession, testament ou donation. Nombre de clans issus de migrations tardives ne possédaient pas de droit foncier et devaient pour cultiver devenir les tenanciers des maîtres du sol, (les tutsi depuis le XVIIIème grâce au système de l'ibikongi destiné à la constitution du domaine pastoral). La révolution a détruit l'ancien régime et n'a toujours pas défini de nouvelles règles d'héritage foncier. Un chef d'exploitation est toujours dans l'impossibilité de mettre en vente son rugo ancestral. Il existe un marché informel de la terre et les parcelles proches de la ville notamment trouvent acquéreur à des prix exhorbitants (100 à 150 000 FRW/ha).

2. Situation alimentaire et force de travail

L'exploitation dispose d'environ 400 jours de travail/année et met en culture sur 2 saisons 2 ha environ, 85 % des paysans ont moins de 250 jours de travail disponible/ha cultivé. La contrainte travail est forte et se manifeste particulièrement au niveau des sarclages et labours.

La situation alimentaire des familles est acceptable à l'exception des familles **de jeunes agriculteurs** ou de **veuves** (disponible haricot février à juillet : 98 kg par personne) mais l'alimentation est peu diversifiée (haricot + sorgho essentiellement, patate douce ou banane en période de soudure).

3. Le dynamisme de la région est réel

Il est lié à **l'économie de la banane à bière (qui est la principale source de revenus monétaires)** stimulée certes par la proximité de Kigali.

L'importance de la bananeraie augmente d'ouest en est au fur et à mesure que la pluviométrie diminue (50 % de la surface des exploitations à Kigali, 50 à 60 à Kibungo).

Le café, développé sous l'impulsion de l'Etat a faiblement pénétré l'économie traditionnelle **structurée** et **forte**. Les surfaces sont faibles (200 à 300 pieds par famille), les rendements bas (5 à 600 kg/ha). Celui-ci ne représente que 8 à 12 % du revenu global des ménages estimé en moyenne à 190 000 FRW (enquête Kigali est 83) et une part non moins faible (20 à 40

%) des revenus monétaires estimés à environ 60 000 FRW.

Le dynamisme se fait sentir notamment dans la rénovation de l'habitat.

2. Les apports des paysans et de l'Etat (*)

Si les corvées liées au buhake (travail forcé) ont disparu depuis vingt-cinq ans, les institutions politiques issues de la révolution se sont attachées à encadrer très fortement la paysannerie rwandaise :

- comités d'animation, encadreurs agricoles (1 pour 100 paysans), responsables politiques, responsables territoriaux aux pouvoirs étendus.

L'idéologie de l'Etat s'incarne d'ailleurs dans l'instrument de contrôle qu'est le système national de vulgarisation.

Né du constat de l'insuffisance des rendements vivriers et des superficies agricoles qui s'amenuisent, il stigmatise les facteurs responsables de la situation :

- cultures associées ;

- dégradation des sols ;

- jachère insuffisante ;

- lutte anti-érosive abandonnée depuis la décolonisation;

- part trop grande consacrée aux bananiers qui couvrent 20 à 30 % de la surface laissant la portion congrue aux cultures d'exportation telles que le café ;

- l'absence de formation et de motivation des hommes, et des cadres agricoles aux objectifs nationaux.

Il entend changer cet état de fait :

- par la promotion de techniques de culture moderne : semis en ligne, diffusion des semences sélectionnées, lutte phytosanitaire, compostage, étable fumière, cultures fourragères ;

- par la mobilisation du travail communautaire (UMUGANDA) pour le reboisement et la lutte anti-érosive dont il fixe les objectifs de réalisation annuels (environ 1/3 de secteur de commune soit 300 km de fosses isohypses) ;

- la formation des cadres au sein des projets de développement ;

- l'organisation annuelle du concours agricole récompensant les agriculteurs les plus méritants.

Il s'appuie dans ses recommandations techniques sur les résultats antérieurs de l'ISAR (Institut de Recherches Agronomiques du Rwanda) que nous expliciterons au paragraphe concernant la lutte anti-érosive.

Il entend répondre aux objectifs politiques et économiques du Parti (MRND) d'indépendance nationale et d'autosuffisance alimentaire. Le système donne au paysage de la vulgarisation un relief assez particulier.

III. ANALYSE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

1. Données générales

Les résultats de l'enquête effectuée à l'est de Kigali (*) sur 3 communes auprès de 90 exploitants sont présentés en annexe (**). Nous rappelons dans le tableau 1 intitulé synthèse du diagnostic des systèmes de production les principales contraintes. Nous donnons également les résultats économiques d'une exploitation moyenne de la zone au tableau 2.

2. Analyse des stratégies paysannes

Un essai de caractérisation de la dynamique des systèmes de production a été effectué grâce à une typologie par la méthode de l'analyse factorielle des correspondances sur tableau de BURT (8). Celle-ci a permis de mettre en évidence trois groupes d'acteurs économiques hiérarchisés suivant l'âge et/ou la date d'installation dans la région (voir tableau 4 - typologie et résultats AFC - annexes (**)).

Nous ne reviendrons pas sur l'histoire foncière et les migrations successives.

Nous émettons les hypothèses suivantes :

La recherche de la sécurité foncière est l'élément prédominant du système, et elle s'exerce aujourd'hui principalement par le "négoce" de la terre à l'intérieur et à l'extérieur du clan.

Chez les acteurs productifs AG2, elle est recherchée par le biais de l'obtention de revenus monétaires **soit par la banane à bière si la surface d'un seul tenant est assez grande, soit par la vente de vivriers.** La sécurité alimentaire de ces acteurs dépend des cultures de substitutions telles que la patate effectuées sur **terres louées** dont les rendements sont relativement aléatoires. L'argent est un élément clef de leur stratégie.

(*) Le dépouillement et la typologie ont été réalisés avec la collaboration d'A. Leplaideur économiste IRAT et . Arnaud staticien IRAT.

(**) Les annexes non éditées dans les actes sont disponibles à la documentation DSA

Tableau 4 - Typologie exploitations Kigali est

ACTEURS	GROUPES DE VARIABLES (1) (1) voir annexes 4 et 5		SIGNIFICATION DES GROUPES	IDENTIFICATION DES STRATEGIES POSSIBLES
Vieux AG3	Milieu écologique Statut foncier Force de travail et moy. de production Syst. de cult. Résultats	PO3, PO4, PE1, LE2 DI1, IV1, SU1 WD3, NI1, AC3, PT3 BO3, OC3, OC2, BL1 BL2, CH2, FO2 DC1, BB3, BB4, FE2 AS2, JC1, JA1, FU2 AM2, VM3, DH3	- sur les meilleurs sols à faible pente - en faire valoir direct - les premières instal. sur de pet. surf. peu morcelées - pratiquent un système intensif, propor. bananeraie importante - ont du café - securité alimentaire bonne - troupeau important - pratiquent la conserv.des sols et la fumure organique - Possèdent 1 petit boisement. Faib. intégration au marché.	"Banana, coffee - milk farm" - securité alimentaire et monétaire liée à la vente de situations et recherchées par la bananeraie - système intensif grâce au disponi en travail/surface - stratégie de prestige et pouvoir social : animaux, maison, bois . - redistribution du foncier
Adultes AG2	Milieu écologique Statut foncier Force de travail et moyen de prod. Syst. de cult. Résultats	indifférent DI2, IV2, SU4, SU3 WD1, AC1, AC2, PT2 BO2, BO1, JA2, JC2 CH3 DC2, BB1, BB2, AS1 JA2, JC2, FU1 AM3, VM4, DH2	Grandes surfaces 2 sous groupes : SU3, SU4, EL1 installés dans les vallées mais aussi SU3, BL3 - faible disponible en travail.Pra. tiquent 1 système semi-extensif - proposition de terres louées imp. où domine la patate douce et le manioc - faible proportion de bananeraie - très intégrés au marché, situation alimentaire moyenne	Deux sous groupes : 1. Possèdent soit 1 terre d'1 seul tenant (paysannat, basse vallée) recherchent la meilleure valorisa. du travail (système traditionnel extensif : banane, sorgho,haricot) 2. Possèdent des terres morcelées (—faible proport. bananeraie) et louent des champs —— recherche d'une sécurité foncière et de revenus
Jeunes AG1	Milieu écologique Statut foncier Force de travail et moy. de produ. Systèmes de cult. Résultats	PO1, PE2, PE3, LE1 DI3, IV1, IV2, SU2 WD2, WD1, AC1, NI2 PT1, BO1, OC1, BL2, BL3, FO1, TB3 FE1, SO3, JA1 AM1, VM1, DH1	Sur sols caillouteux en pente à très en pente - parcelles loin du rugo - surface moyenne - insuffisance en travail - forte propor. banane.et sorgho - situation alimentaire difficile - pas d'animaux - intégration au marché nulle - pas de café	Insécurité alimentaire et foncière. Pourront intégrer AG2 1 ou 2 selon les redistributions faites à l'intérieur du clan et/ou de la famille restreinte.

Tableau 1 - Synthèse du diagnostic des systèmes de production

Description des systèmes	Problèmes et contraintes	
	Problèmes des unités domestiques	Contraintes de la production
Climat : humide à sub-humide **Sols :** Sols ferrallitiques argileux **Systèmes de production :** Polyculture-élevage sur très faibles surfaces **Cultures :** Haricot, banane, sorgho, manioc, patate **Elevage :** Bovin, ovin, caprin, porcs **Economie :** Economie de subsistance et/ou intégration légère au marché **Population :** 220 hab/km^2 **Taux de croissance :** 3,6 %	**1.Problèmes dans l'obtention de produits de subsistance :** **Nourriture :** disettes apériodiques, alimentation peu diversifiée, production de lait insuffisante dûe à la baisse d'alimentation des animaux pendant la saison sèche. **Bois :** insuffisance des matériaux de construction pour hangars, étables, maisons, grave pénurie de bois de chauffage. **2. Revenus :** **Faiblesse des revenus monétaires** **3. Conservation des sols :** baisse de la fertilité érosion liée au ruissellement dégradation des pâturages disparition de la jachère	**Système de culture :** problèmes phytosanitaires (patate douce) goulots d'étranglement aux labours et aux sarclages (voir calend. tab.3) absence de restitution organique en dehors de la bananeraie pâturages trop petits **Facteurs de production :** faible capital faible travail disponible accès au foncier suivant l'âge.

Tableau 2 - Valorisation économique de la journée de travail

Production brute	RDT/ha moyen	Surface	Production	Valeur en FRW 100 kg bananes = 15 l bière	Valorisat. journée travail
Banane à bière	24 t/ha	39	9 360 kg	70 200	1 898
Haricot	800 kg	1,10	880	52 800	266
Sorgho	1 270 kg	36	457	45 700	914
Patate douce colline	5 t	3	150	1 500	128
Patate douce marais	12 t	3	360	3 600	720
Manioc	11 t	2	220	1 100	220
Tabac	800 kg	1	8	560	112
Arachide + maïs	320 kg	2	7	140	70
Café	600 kg	10	60	15 000	535
				190 600	Moy. 556 FRW
100 F Rwandais = 7 FF Eq. SMIG Kigali : 350 FRW					

Tableau 3 - Calendrier et temps de travaux

CULTURES	S en Ares	Total tps/cul	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Bananeraie (1)	39	37	3 entret.	12 labour & trouai. récol.	3	3	3	3	1			3	3	3
						entretiens et récoltes						entretiens et		récol.
Haricot s/ banan. 1er.saison sorgho (asa)	9	15		2 semis	2 désher. butta.	2 sarcl.	1	2 sarclages	6 récol.					
Maïs + haricot 1er sais. + sorgho	26	50	7 labour profond	14 semis	4 rebutt.	2	3 désherbage		7	13 vanna.				
									récol. + transp. battage					
Sorgho	36	50	10 grat. ou labour	7 sarcl.	3	3 sarclage		6 sarcl.	7 récol.	14 transp. vannage, Batta.				
Patate douce (Colline)	3	3,5	1 billon. & impl.	0,5 sarcla.			1	1						
							récoltes							
Café	8	28	3,5	3,5		3,5	5	7	2				3,5	
			entretien			entret. +	récolt.	transp. Dépulp.	Paillage				entret.	
Manioc	2	3	1 impl. lab. + pré. bout.	0,5 butta.		0,5 sarcl.					0,5 sarcl.			0,5 récol.
Tabac	1	5		1 Entre.		2 récolt. conditi.						1	1	
												plantation	entret.	
Arachide	2	2	0,5 récolt. battage									0,5 labour semis	0,5 bina.	0,5 bina.
Haricot 2è saison	75	144	38	13							60	12	14	7
			récolt.	transp. vanna. Battag.							lab. semis	butt.	sarcl.	récolt.
Patate douce (marais)	3	5					2 billon. plant.	0,5 sarcla	0,5 sarclag.				1	1
													récolte	
TOTAL Cult.année	204 ARES	342,5	64	53,5	12	16	15	19,5	23,5	27	60,5	16,5	23	12

(1) renouvellement 1/10 surface tous les ans.

Les acteurs AG3 (vieux) ont atteint eux le seuil de sécurité alimentaire et monétaire. Ils cherchent à accroître leur prestige social. Ils ont un rôle important dans la redistribution des terres.

Les jeunes (AG1) sont peu intégrés au marché. Leur stratégie est fortement dépendante de leurs aînés.

3. Conséquences

La prise en compte de ces problèmatiques est nécessaire pour toute amélioration de la gestion de l'espace (lutte anti-érosive) et tentative d'intensification des systèmes de production.

On peut élaborer plusieurs stratégies :

- la stratégie "optimiste", revient à considérer qu'après saturation foncière, les mécanismes d'intensification pourront jouer à plein et pour pratiquer la lutte anti-érosive (elle se réalise difficilement dans les secteurs les plus denses des terres de lave, Ginesiy, Ruhengeri)

- la stratégie "pessimiste" selon laquelle il faut intervenir avant et moraliser quelque peu le débat foncier par la mise en place de mécanismes juridiques protégeant l'acquéreur de foncier - mais aussi - limitant les acquisitions.

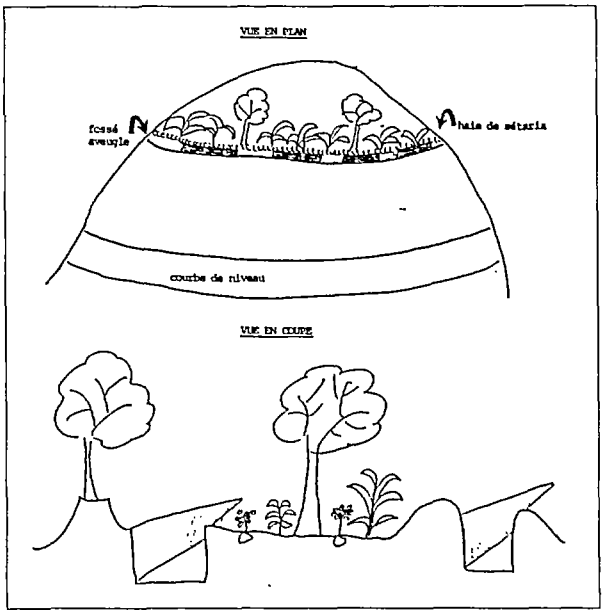
IV. LE SYSTEME DE LUTTE ANTI-EROSIVE AU RWANDA

1. Introduction des fossés au Rwanda

Le système des fossés fut introduit par l'administration coloniale belge dans les années 40.

Il consiste en des rigoles creusées suivant les courbes de niveau destinées à **limiter le ruissellement** des eaux pluviales et à provoquer son infiltration dans le sol (fig. 6).

Figure 6



Ces fossés sont dits "aveugles" (ou discontinus). Ils sont en principe inadaptés aux sols très lourds sur pentes (très nombreux au Rwanda) puisqu'ils favorisent les glissements de terrain (phénomène de solifluxion).

Ils peuvent être pratiqués sur pente moyenne (inférieure à 25-30 %) s'ils sont doublés de lignes d'herbes fixatrices (Pennidetum purpureum, Vetiver, Tripsacum laxum, Setaria splendida), celles-ci s'opposant au glissement.

L'écartement entre fossés tient compte des vitesses limites non érosives à ne pas dépasser (formules issues des écoulements dans les canaux, et/ou empiriques - TONDEUR INEAC - ISAR - tableau 4).

Tableau 4

Degrés de la pente (%)	Classe de la pente	Equidistances entre courbes de niveau (m)
2	pente quasi nulle	50
5	pente faible	30
10	pente modérée	25
15	"	20
20	pente assez forte	15
25	pente forte	14
30	"	13
35	pente très forte	13
40 à 100	pente prohibitive	12,5 à 5

L'exécution des travaux d'aménagement des terrains suit les étapes ci-après :

1. Détermination et piquetage des courbes de niveau par tous systèmes appropriés (planches à pente, clisimètres, niveaux).

2. Creusement de fossés de 0,40 de largeur, 0,50 de profondeur et 4 m de longueur.
Deux rigoles successives sont interrompues par une petite bande de terre non creusée de 0,50 m (fig. 6).

3. La plantation de haies fixatrices sur la partie supérieure du fossé.

4. Le travail nécessaire à l'établissement du réseau est d'environ 162 jours de travail par hectare (varie suivant la pente de 80 à 320 jours de travail). La lutte anti-érosive s'accompagnait d'actions de reboisement.

5. Il repose sur le travail forcé.

2. Evolutions récentes

1. Organisation du travail

Compte tenu de l'absence d'intérêt des paysans à pratiquer la lutte anti-érosive le gouvernement décide de faire réaliser les réseaux sous l'égide des travaux communautaires à un rythme soutenu.

De fait, l'objectif annuel de 300 km représente une mobilisation formidable. Il est susceptible de régler les problèmes en 20 à 30 ans. Reste à motiver les populations. Les autorités effectuent un travail de propagande remarquable : spectre de la famine de 1943, désertification, indépendance nationale. Que signifie-t-il ? Cet objectif représente environ 67 500 journées de travail, c'est à dire la mobilisation hebdomadaire de 1350 personnes soit les forces actives mâles de tout un secteur de commune. Il revient à spolier les paysans de **100 journées de travail par rugo** pendant 3 à 5 ans pour terminer ledit secteur, ce qui correspond à un impôt foncier déguisé (≈ 300 000 FRW).

En réalité les paysans sont déjà fort sollicités par l'Umuganda : voirie, entretien routier, entretien des espaces collectifs ; aussi les journées manquent et/ou le travail est négligé (fossés mal calibrés).

L'encadrement agricole n'est pas préparé à la surveillance de chantiers aussi importants.

Il se pratique toutefois dans la bonne humeur et la bière de banane coule à flot.

Si le rythme d'avancement des fossés est impressionnant, les plantations de boutures ne suivent pas, non par manque de matériel végétal, mais en raison de la concurrence avec le travail agricole. La période de plantation idéale coïncide en effet avec la préparation des terres pour les labours de septembre (voir systèmes de cultures chap. III).

Sans haies vives, le réseau est rapidement dégradé. Deux années suffisent à anéantir l'effort entrepris.

2. Les dérapages inévitables

En l'absence de stratégie claire du développement et/ou d'alternative proposée par la recherche, les autorités politiques communales reprennent à leur compte le thème de la lutte anti-érosive et imposent l'extension de la méthode de lutte à l'ensemble de l'espace y compris **l'espace pastoral** à forte pente. Ils pensent ainsi préserver l'espace des installations anarchiques **futures.**

Le réseau est alors vite ruiné sous l'effet de la divagation des animaux et en raison de l'absence d'appropriation individuelle.

3. La nouvelle problématique de l'ISAR : "les fermettes"

L'ISAR, conscient de l'aspect peu attrayant et des limites de la lutte mécanique, soucieux d'intégrer les problèmes du développement, étudie des systèmes de production capables à la fois d'associer lutte anti-érosive et augmentation de la productivité des terres notamment par la gestion de la fertilité (restitution organique par l'association agriculture-élevage).

Il ne renonce pas au système des fossés et le considère comme un élément fondamental du nouveau système (constitution de terrasses progressives et réduction de la pente.

Il propose un modèle de fermette applicable sur tout le Plateau Central comprenant 1,5 ha de culture dont :

- 700 m environ de haies anti-érosives (Setaria)

- 10 ares de café intensif

- 35 ares de cultures fourragères destinées à l'alimentation d'un bovin en stabulation permanente pouvant produire 20 fois son poids en fumier (6 à 10 t de fumier par an)

- la paille de sorgho sert au paillage de la caféière.

Ce modèle suppose la régression de la bananeraie de 30 à 15 ares environ et impose une baisse de revenu qu'elle prétend compenser par l'apport en numéraire que permet le bovin (lait, viandes). Il revient à amputer la surface vivrière de 40 ares environ et nécessite le doublement des rendements actuels.

L'ISAR estime possible ce passage en 3 à 4 ans en milieu paysan notamment si sont mises en place les structures d'encadrement et de crédit (citerne à eau, étable, acquisition du bétail éventuelle, soins vétérinaires, semences sélectionnées, multiplication de matériel végétal) et que le paysan renonce aux pratiques traditionnelles (association, type de semis).

La démarche est fondée mais mésestime le supplément de travail engendré (≈ 11 j/an) :

- entretien du réseau anti-érosif

- établissement et entretien de la parcelle de culture fourragère

- compostage et épandage manuel du fumier

- approvisionnement en eau de l'animal

- nourriture, traite et soin à la vache (protection contre les tiques)

- augmentation récurrente des sarclages

Elle ne valorise pas davantage le travail que le système traditionnel (tableau 5).

Tableau 5 - Valorisation économique de la journée de travail dans le système ISAR

Production	Surface	RDT/ha	Production	Valeur en F
Banane	15 ares	24 t	3 600	27 000
Haricot	70	1 600	1 120	67 200
Café	10	1 200	120	30 000
Sorgho	31	2 100	651	65 100
Manioc	12	18 t	360	1 800
Patate douce	3	25 t	750	7 500
Cult. fourrag.	35	15 tms	-	-
Lait			500	50 000
		Total		248 600

Si l'on tient compte du remboursement de l'emprunt (étable fumière + citerne : 36 000 FRW remboursables en 4 ans, et des frais vétérinaires (2 500), le revenu a progressé très légèrement :

50 000 + 30 000 - 11 500 = 68 500 FRW au lieu de 60 000

La rémunération du travail ne s'est pas améliorée (556 en traditionnel, 546 dans le système ISAR). Le système augmente toutefois de plus de 50 % la production alimentaire disponible.

En conséquence, la démarche n'a reçu qu'un accueil discret en milieu paysan.

3. Diagnostic et propositions

1. Les recherches en matière d'érosion

Il apparaît que la recherche n'a pas fait d'efforts pour mettre en œuvre une méthodologie claire pour l'étude de l'érosion tant à l'échelle de la parcelle que des bassins versants : même une approche aussi contestable que l'approche (*) développée par Wishmeier n'a pas été développée.

Un calcul sommaire fait sur une année moyenne n'ayant qu'un intérêt pédagogique montre que le **facteur R (érosivité des pluies)** se situe sur le Plateau Central autour de 300 à 350 .

Avec un facteur K (érodibilité du sol) pris à 0,021 (Roose - sols ferrallitiques), un facteur de culture évalué à 0,185 (sorgho (10 %), jachère nue (10 %), haricot (50 %), banane (30 %)), une pratique de culture traditionnelle, une perte en terre inférieure à 12 t, on obtient des longueurs de pente admissibles (tab. 6).

2. Le problème du ruissellement

La gestion du ruissellement peut faire l'objet **d'aménagements plus réduits en coûts et en volume.** Elle relève davantage des techniques de l'assainissement que de la lutte anti-érosive.

Le principe de tout aménagement doit être guidé par la nécessité d'évacuer les eaux en excès de manière lente et progressive sans le forcer à s'infiltrer.

Un réseau de drainage peut remplir cette fonction. Il reçoit les eaux excédentaires à évacuer (les débits de pointe des crues de ruissellement : 40 à 50 l/s/km^2) et les achemine vers des exutoires naturels aménagés ou non (torrent, forêt, marais).

Le réseau primaire :

- les collecteurs de drainage (5 km aux 100 ha), les chemins d'exploitation, l'aménagement des exutoires, les petits ouvrages de correction torrentielle seraient pris en charge par l'Etat qui les ferait exécuter sous forme

(*) La méthode Wishmeier tend à privilégier l'érosion liée à l'énergie cinétique des pluies, ce qui est vrai à forte intensité (1000 fois supérieur à celle du ruissellement). A faible intensité et pour des pentes élevées, l'érosion est davantage liée au volume total ruisselé (Th. J.R. VIANI (n° 641) Université de Lau-

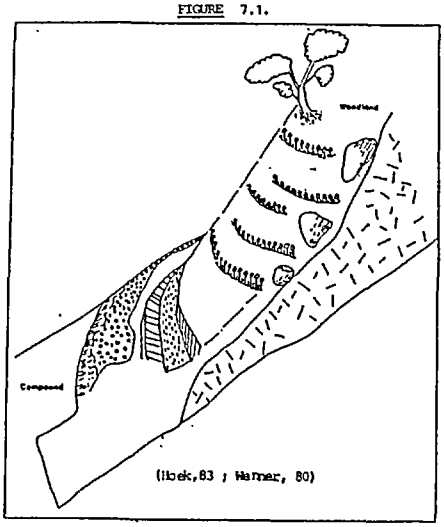
Tableau 6

Pente	Long. de pente admissible	Perte en terre	Long. de pente pratiquée
2	300	1,13	50
5	200	4,24	30
10	80	6,50	25
15	50	9,05	20
20	30	11,31	15
25	15	11,59	14
30	20 + bande d'ar. (5 m) (a)	8,47	13
35	"	10,43	13
40 à 50	10 + bande ar.	13,04	12,5 à 5

(a) correspond à une pratique traditionnelle à ce niveau de pente. Elles semblent indiquer que le réseau actuel est trop dense. De façon plus générale, chercheurs et aménageurs ne se sont pas préoccupés de l'impact des aménagements réalisés et de leur optimisation technico-économique.

de **travail rémunéré** (coût global estimé à 30 000 FRW/ha). Ce système fut initié par HOEK et Wenner (1983) au Kénya (cf. figures 7.1 et 7.2).

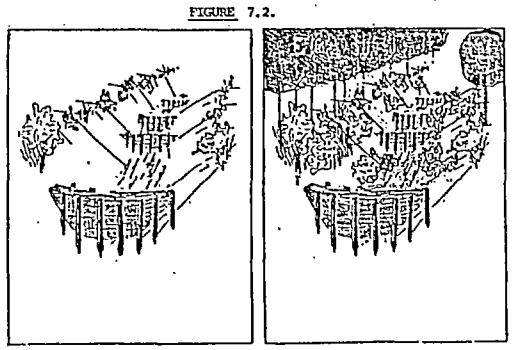
FIGURE 7.1.



(Hoek,83 ; Hamer, 80)

Système de drainage sur pente.

FIGURE 7.2.



(Hoek, 83) - Dispositifs progressifs de correction torrentielle

- les ressources ne peuvent-elles provenir d'un impôt foncier modique pluriannuel et de ressources propres de l'Etat, (l'enregistrement des terres et la création d'un cadastre nécessaires à l'opération sont en cours de création) ?

- l'umuganda prend en charge l'entretien des fossés.

- les paysans pratiquent la lutte anti-érosive sur leurs champs, **individuellement** et essentiellement par des **méthodes biologiques.**

3. Le problème du maintien de la fertilité chez le paysan

Les itinéraires techniques investis par l'ISAR ne sont pas dénués d'intérêt. Nous les avons repris en tenant compte davantage des **possibilités réduites en travail des paysans et nous avons recherché les solutions permettant une rémunération rapide du travail investi.**

Nous avons simulé en fermette des réponses aux interrogations nées de l'enquête. Trois axes de travail paraissent particulièrement intéressants : l'intégration de l'arbre (fruitiers, arbres fourragers, arbres producteurs de paillis, etc...), les cultures fourragères dérobées et/ou associées au système de culture dans l'alimentation animale et la fertilisation.

Une expérimentation en fermette de 1,5 ha a montré :

1. que les besoins en fumier dans une perspective de doublement des rendements sont supérieurs à 6 t.

2. que la pratique des composts en tas (matière verte : feuilles de bananier (1/4) + matière sèche : commelina + titonia (1/2) + fumier (1/8) + pulpe café (1/8) sem-

ble intéressante mais nécessite un investissement travail important (5 jours/tonne produite). De plus les effets sur le rendement ne sont pas immédiats (pas d'effet sensible d'une dose de 10 t/ha sur le rendement d'une campagne de haricot). Elle permet pourtant d'étendre un produit léger et maniable à la daba.

3. que la culture fourragère associée : pois cajan, semé dans du sorgho lors du 1er sarclage, a un effet important sur la maîtrise de l'enherbement par le Tagetes minuta. Le cajan utilise l'excédent d'eau du sorgho. Il permet de semer le sorgho à une densité plus élevée en minimisant la contrainte travail (proportionnelle à la densité). Elle assure un fourrage d'appoint apte à diminuer la part attribuée à une culture fourragère classique (itinéraire ISAR).

4. que la plantation de 60 arbres sur la fermette permettait de produire 3 à 5 stères de bois représentant plus de 50 % de la consommation en bois de la famille et rendait possible des transferts directs de fertilité vers les parcelles de culture.

5. que la reconversion des haies de clôture d'euphorbiacées en plantes productrices de fourrage et/ou **paillage** (Totonia, leucena, calliandra) assurait l'essentiel des besoins en paillage de la caféière et permettait de réserver la paille de sorgho à des usages plus nobles (alimentation animale pendant la saison sèche : paille additionnée d'urée).

6. que l'animal pouvant assurer un rôle important dans la redistribution des transferts de fertilité champ-bananeraie, en vivant des sous-produits de la bananeraie (feuilles, stipes, drèches, etc...).

7. que l'intégration de l'arbre à la densité définie en 4 ne provoquait aucune gêne dans le système de culture et permettait l'obtention de revenus complémentaires non négligeables.

8. la fermette est un raccourci qui ne permet pas de stimuler le problème foncier des paysans.

9. notre démarche, dans le cadre institutionnel fixé (projet de développement), revenait à proposer le **modèle de fermette** du tableau 7 dont nous sommes conscients des limites, en raison de la dynamique actuelle des systèmes de production sur le bordure orientale du Plateau Central et le blocage à l'horizon 20 ans du problème foncier, si ne sont pas prises de mesures nationales (code foncier : échanges amiables, ventes de terres, etc...).

Tableau 7 - Rémunération du travail

Production	Rdt/ha	Surf. ares	Produc.	Valeur
Banane à bière	24 t	39	9 360	70 200
Haricot	1000 kg	90	900	54 000
Sorgho + cajou	1270 kg	36	457	45 700
Patate douce colline	12 t	3	360	3 600
Patate douce marais	12 t	3	360	3 600
Manioc	11 t	2	220	1 100
Tabac	800 kg	1	8	560
Arachide + maïs	320	2	7	140
Café	600	10	60	15 000
Cult. fourragère	15 tms			
Lait			500 l	50 000
Vergés (15 arb.)			450 kg	22 500
Haies d'ananas			100 kg	12 000
Vente de poteaux			1	1 500
				279 000

Journées de travail : 409,5 Rémunération de la journée de travail : 684 F

CONCLUSIONS

L'évolution des pratiques de lutte anti-érosive au Rwanda est le reflet d'une prise de conscience progressive de la difficulté qu'il y avait à séparer problématique technique et problèmes de développement. Pourtant les artisans de ces pratiques ont rarement remis en question la cohérence du contenu technique qu'ils prétendaient faire adopter en milieu paysan.

En effet, si le modèle "fermettes" introduit par l'ISAR a permis une prise en compte de problèmes importants

(fertilité, croissance de la production alimentaire brute), il a omis des éléments essentiels du système de décision des paysans et n'a pas répondu à leur attente.

Nous avons repris cette démarche, en essayant d'intégrer d'autres problématiques sociales : rémunération, temps de travail, revenu, besoins en bois. Nous avons butté sur un problème foncier épineux auquel nous n'avons pu formuler que des réponses fragmentaires dont le réalisme est à démontrer (réforme foncière ?) et n'ayant pour l'instant aucun contenu opérationnel.

Sur le fond, nous sommes persuadés que la lutte antiérosive doit être allégée et à dominante biologique. Les stratégies de vulgarisation à mener ne sont pas évidentes.

Les justifications techniques de cette approche sont :

- son coût moins important

- la satisfaction de besoins essentiels tels que le bois

- l'augmentation sensible des revenus

- la faible augmentation du temsp de travail.

Pourtant, proposer ce type de modèle comme une alternative de vulgarisation "nouvelle fermette" à laquelle les paysans doivent s'adapter ne semble pas réaliste. Les résultats techniques doivent servir de base à une expérimentation dialoguée avec les producteurs.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Géographie Agraire du Rwanda ; Chap. III - Le refiel p. 17-22. Editions rwandaises Kigali.

(2) " " " " " " ; Chap. IV - Le climat p. 23-32.

(3) L'intensité des pluies au Rwanda. Synthèse climatologique. *Météorologie Nationale. Ministère des Transports du Rwanda* (1918).

(4) RWANGANO Félicien - Jean-Luc SABATIER (1983) - Université Nationale du Rwanda "Etude phytosociologique des jachères du projet Kigali est".

(5) DELEPIERRE - Potentialités agroécologiques des régions naturelles du Rwanda et érosion. Communication au cours d'économie rurale 2ème année - Université Nationale du Rwanda. Faculté d'Agronomie Butare (1981).

(6) Hugues DUPRIEZ - Paysans d'Afrique Noire (1980) - Terres et vies p. 109.

(7) Géographie Agraire du Rwanda - Systèmes fonciers p. 75-76.

(8) BENZECRI - Analyse fact. correspondance Dunod - para 0.4.4. - 0.5.5. - 7.1.2. - 7.2.3.

(9) Recommandations - Premier séminaire sur la lutte anti-érosive - Minagri - Université Nationale du Rwanda Butare (1981).

L'intensification écologique
Conservation (LAE) et amélioration des sols tropicaux par les systèmes agro-sylvo-pastoraux

K. EGGER

Université de Heidelberg
Institut de Botanique

L'approche agro-sylvo-pastorale est en train de gagner du terrain dans le développement rural et elle est devenue presque un paradigme pour les stratégies écologiques. Avant de présenter les détails méthodologiques réalisés dans différents projets en Afrique, il semble donc souhaitable de commencer par quelques réflexions théoriques.

L'aide internationale au développement et ses stratégies sont souvent fortement critiquées et on observe un large consensus : les résultats des efforts de développement ne sont pas satisfaisants. Vu les budgets des projets, les réalisations apparaissent limitées, relativement chères et exerçant sur l'environnement et sur les systèmes sociaux une influence négative.

Pour rendre plus efficace le travail des projets de développement, il faudrait donc identifier les raisons de l'échec au moins partiel des actions en cours. Trois orientations bouleversent actuellement les conceptions antérieures :

- une nouvelle relation recherche-développement se crée pour assurer un meilleur transfert des résultats acquis par la recherche vers le développement et des questions que se pose le développement vers la recherche.

- de nouvelles tendances méthodologiques dans la planification et l'évaluation des projets augmentent la rationalité, la cohérence et la transparence des actions. Le processus de développement est appréhendé comme un système dynamique et complexe.

- de nouvelles conceptions surgissent, au lieu d'une évaluation des projets, qui suit exclusivement des critères technologiques et économiques, on se réfère à de nouvelles valeurs dans le domaine social et écologique.

Les nouvelles orientations se manifestent clairement dans l'évolution des théories de développement ; rappelons que la conception encore très simpliste du "transfert des technologies", de la modernisation, dont la révolution verte représente l'aspect agricole, fut transformée en "développement rural intégré", dans lequel le système social et l'approche systémique jouent un rôle dominant.

Finalement la théorie de l'écodéveloppement dépasse encore ce stade en élargissant la conception du développement par la prise en compte de l'environnement, l'intégration des aspects concernant le fonctionnement des écosystèmes et la valorisation prudente des ressources naturelles.

De nouvelles conceptions signifient également redéfinir, regrouper le système d'objectifs et retrouver une cohérence entre ces objectifs économiques, sociaux, écologiques, partiellement contradictoires. L'orientation actuelle du développement agricole du tiers monde tend à :

- minimiser les risques au lieu de maximaliser les rendements ;

- accroître la subsistance familiale et l'autosuffisance nationale et réduire les importations ;

- utiliser et valoriser les ressources propres à la place des intrants chers ;

et concernant l'écologie :

- assurer le fonctionnement des agro-écosystèmes : les effets mutuels de l'eau, du sol, de l'air, du climat, des éléments nutritifs pour la satisfaction des besoins physiques, du bien être ;

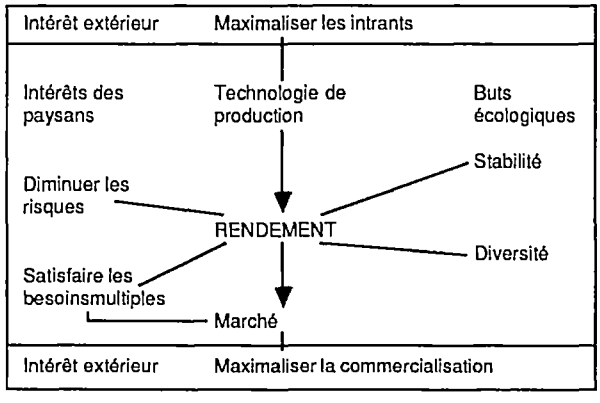
- assurer l'existence des biotopes multiples et variés ;

- conserver une large diversité biologique et génétique ;

- conserver, développer, régénérer des paysages harmonieux et équilibrés.

Le fondement des objectifs écologiques peut être résumé dans deux mots : **diversité et stabilité.** Les objectifs économiques des paysans sont semblables. Ce sont les intérêts extérieurs qui faussent cette harmonie (voir diagramme 1).

Diagramme 1 - Objectifs



Comment réaliser les objectifs écologiques ? Ce sont l'approche systémique et la méthode de visualisation d'une manière simplifiée, les interdépendances des différents facteurs en jeu, qui nous permettent de généraliser la multitude de situations écologiques locales et leur dynamique actuelle.

On peut constater que les changements écologiques proviennent, quelque soit la raison, toujours d'une exploitation trop intensive du terrain arable, ce qui entraîne une dégradation de la fertilité du sol et de la végétation, en particulier de la strate arborée. Savanisation, même désertification et diminution de la diversité biologique en sont les conséquences. Cela est vrai en particulier en l'absence de mesures protectrices efficaces.

Diagramme 2 - Ecologie

La validité très générale de ce schéma nous permet de dire : que si l'intensification s'impose obligatoirement à cause de l'évolution démographique et de la diversification des besoins de base (éducation, formation, infrastructure, habitation, santé,...), elle implique un changement profond des méthodes de production, non seulement sous l'angle de l'augmentation des rendements par superficie, mais également de la conservation du sol et de la diversité biologique.

Il est intéressant de regarder aussi d'une manière très générale, l'évolution des systèmes de production sous l'impératif d'intensification. L'intensification peut se réaliser avec ou sans mesures conservatrices, les conséquences écologiques seront alors fonction des choix effectués.

Un autre aspect très important est l'influence extérieure, surtout sous forme de la "modernisation" par transfert des technologies face aux conceptions autochtones.

Ces deux dimensions sont indépendantes : il y a sagesse et stupidité dans l'autochtonie et dans la modernisation. L'ensemble de ces possibilités est illustré par le schéma 3.

Diagramme 3 - Intensification écologique

Ce schéma indique que les bonnes solutions autochtones et modernes ne sont pas nécessairement contradictoires et ne s'excluent pas les unes des autres. Il est même fortement suggéré de rechercher leur synthèse, ou en d'autres termes, de revaloriser les connaissances traditionnelles dans le développement moderne.

Autre observation : la plupart des systèmes autochtones écologiquement stabilisés et intensifiés sont en fait des systèmes agroforestiers ou agro-sylvo-pastoraux. Des réalisations extrêmement sophistiquées et admirables existent dans toutes les régions tropicales. Pour ne citer que quelques exemples d'Afrique : Wachagga, Wakara, Pare, Meru, Kikuyu, Bamiléké, ...

Comment concilier objectifs écologiques et intensification ?

- Par une meilleure utilisation de la recherche de base dans les actions de développement par l'approche recherche-développement, mais avec les critères de l'écodéveloppement. Cela permet en même temps une meilleure intégration des aspects sociaux et de l'idéal de technologies appropriées.

- Par une méthodologie plus claire et logique de la planification des projets, qui garantit une meilleure relation entre problèmes, objectifs et opérations.

- Par une valorisation des expériences autochtones, ce qui favorise immédiatement les systèmes agro-sylvo-pastoraux, sans empêcher leur restructuration.

Les réalisations qui suivent ces règles pourraient être qualifiées d'"intensification agro-sylvo-pastorale écologique".

Diagramme 2

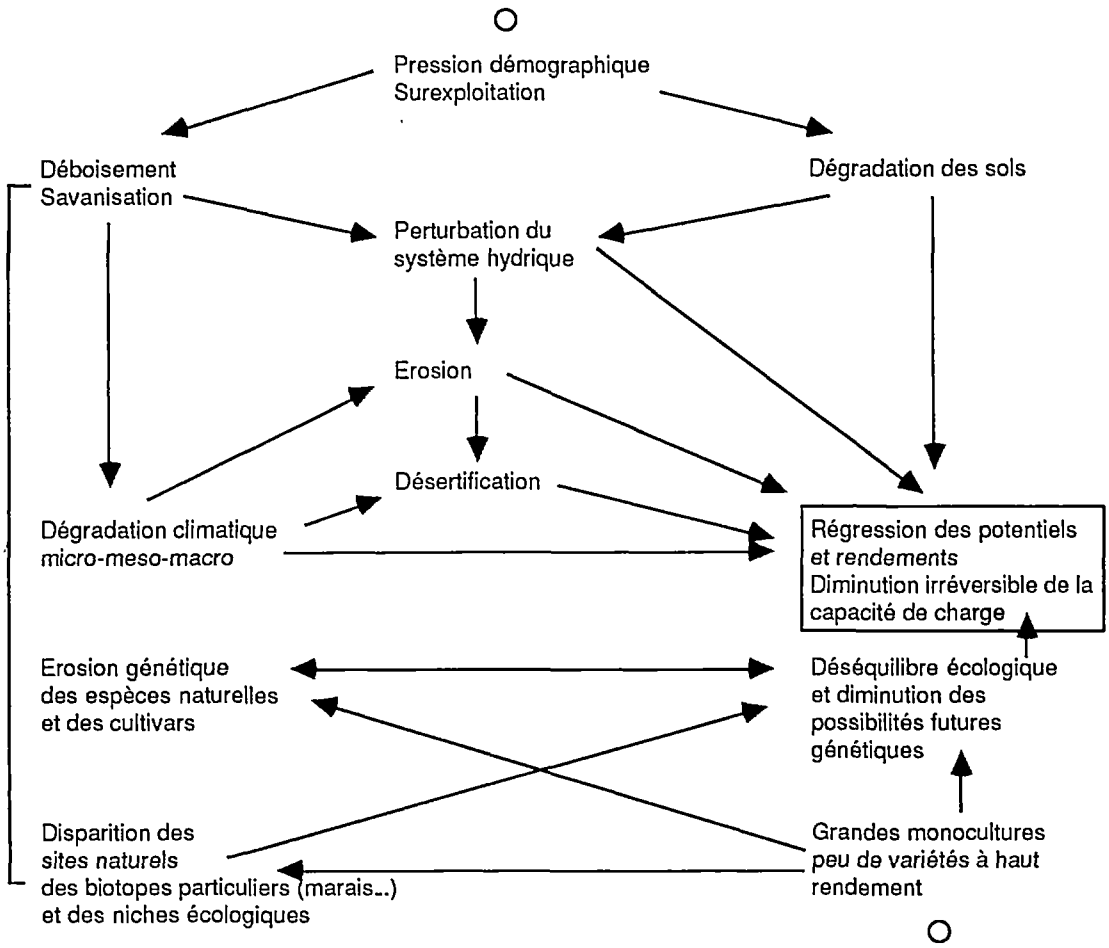
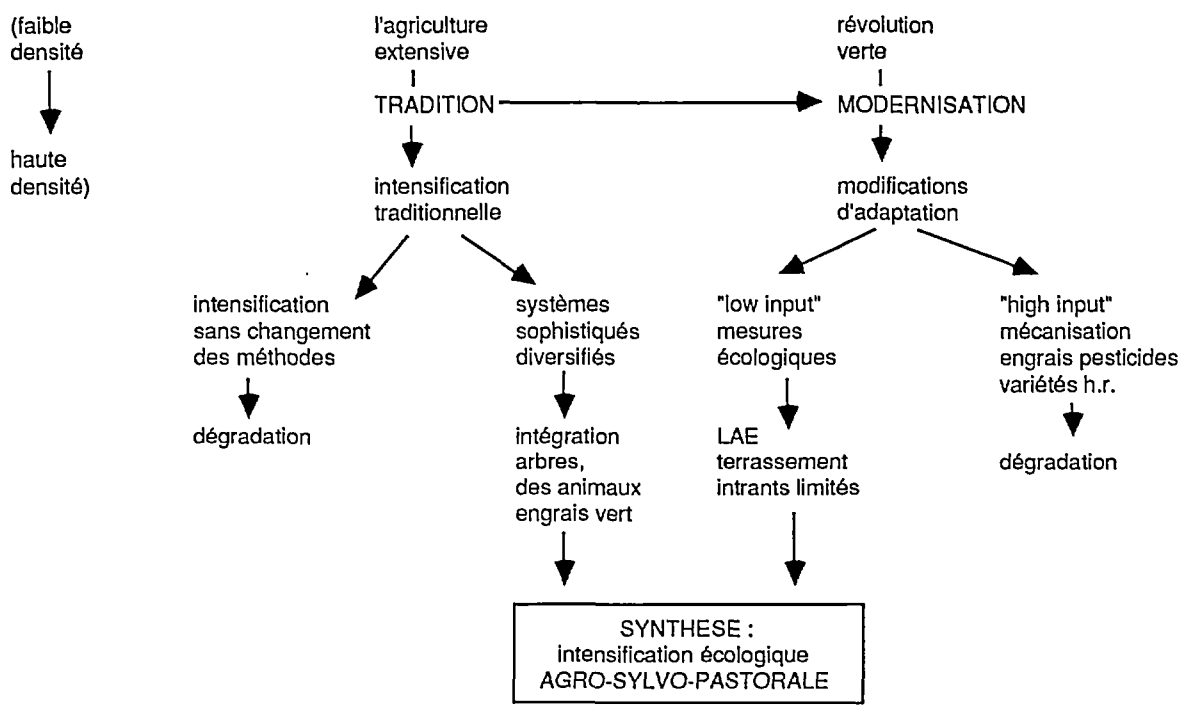


Diagramme 3



Réalisations

L'exemple du Rwanda illustre cette approche d'intensification écologique. Le projet agro-pastoral (PAP) de Nyabisindu (CTA) a donné l'occasion de travailler dans le sens d'une recherche-développement pour élaborer un ensemble de méthodes de production suivant les objectifs indiqués.

Les éléments clefs

Après une période d'orientation et d'accumulation de méthodes utiles il a fallu les réduire et les standardiser pour en faciliter la vulgarisation. On a retenu six éléments clefs, qui en vérité sont plutôt des thèmes (voir les fiches techniques pour plus de détails). L'ordre, le nombre et aussi le groupement des sous-thèmes peut varier légèrement, suivant les conditions locales et les différents projets.

1. L'intégration de l'arbre (agroforesterie)

C'est l'élément le plus efficace en ce qui concerne le changement visible de la physionomie des parcelles. Les courbes de niveau sont déjà largement acceptées et suivant un programme gouvernemental, la place rationnelle pour l'arbre est en haut du talus fixé par la haie vive. Ici, l'arbre peut renforcer le talus et accélérer la formation d'une terrasse.

Le choix des espèces suit toute une gamme de critères, dont l'essentiel est celui de la tolérance des cultures de bas de pente. Les espèces retenues actuellement sont :

Grevillea robusta, Albizzia versicolor, Albizzia spec., Croton macrostachyus, Acrocarpus Fraxinifolius, Cassia spectabilis, Cedrela odorata, Casnarina equisetifolia, Milletia dura, Maesopsis eminii, et d'autres.

Ce qui n'est pas accepté, ce sont les eucalyptus, les cyprès et les pins.

Contre l'intégration de l'arbre, on évoque généralement des problèmes tels que :

La concurrence en lumière ; celle-ci peut être évitée par une densité optimale de 200-400 arbres par ha, mais de différent âge ; par l'élagage régulier, qui produit entre 1 et 3 m^3 de bois. La densité recommandée n'a aucune influence sur le rendement des cultures malgré la production d'environ 10 m^3 par an de bois de valeur et de chauffage.

D'autres signalent la concurrence en eau, en éléments nutritifs, en occupation du terrain. En ce qui concerne ces problèmes, nous avons pu observer que :

- l'augmentation de la transpiration est plus ou moins équilibrée par la diminution de l'évapotranspiration au niveau du sol ;

- le feuillage tombant augmente la fertilité du sol ;

- la coupe régulière des racines latérales, qui a lieu automatiquement au cours du labour, force l'arbre de s'enraciner profondément. On peut ensuite cultiver jusqu'au tronc.

2. Fossé perdu fixé par haie vive en courbe de niveau

C'est un programme gouvernemental largement réalisé dont nous pouvons donc profiter. On recommande les changements suivants :

- remplacer deux tiers des graminées (Trypsacum laxum, Setaria Pennisetum) par des arbustes (Leucaena, Calliandra, Callothyrsus, Cajanus Cajan)

- planter dans les fossés des légumineuses. Leur biomasse peut être utilisée comme paillage ou compost.

La haie vive d'arbustes fixe très bien le talus de façon que la formation des terrasses peut avancer automatiquement sans aucun programme spécifique de terrassement. L'effet anti-érosif est très fort à condition que les fossés soient bien soignés. En plus la haie vive est la meilleure source de fourrage et de paillage, elle est fertilisée par le dépôt du matériel fin apporté par le ruissellement.

3. L'intégration de l'élevage

C'est aussi un programme gouvernemental déjà vulgarisé depuis quinze ans, connu au Rwanda aussi sous le nom "association de l'agriculture et de l'élevage". Il y avait une condition préliminaire particulière pour que cette association puisse s'effectuer. Par le passé, une minorité d'éleveurs avait le pouvoir politique, et les agriculteurs (90 %) étaient des vassaux au statut de serfs opprimés. A la faveur d'une révolution, la situation s'est renversée, et actuellement le leitmotiv de la politique officielle est celui de l'égalité des ethnies. Dès lors, les éleveurs sont dans l'obligation de faire l'agriculture et les paysans ont acquis le droit d'être propriétaires de bétail.

L'association de l'agriculture et de l'élevage est basée sur la stabulation et la production du fourrage. Notre recommandation est d'adopter la technique de l'étable litière, qui a donné les meilleurs résultats. Le fumier est stocké en condition d'anaérobie, ce qui garantit la fixation complète de l'ammoniac, et est enlevé trois fois par an seulement. Nous avons eu l'occasion d'étudier ce système chez les Kikuyu au Kénia.

4. Engrais vert et fumure organique

Pour satisfaire les besoins de régénération de la matière

organique dans les conditions tropicales, il semble nécessaire d'assurer un apport supplémentaire de biomasse en dehors des résidus de récolte. Auparavant, ce supplément était ramassé en dehors du terrain cultivé (surtout dans les marais). C'était la jachère pâturée pendant plusieurs années qui remplissait la fonction de régénération de la fertilité.

L'occupation presque totale des surfaces labourables a exigé un changement des méthodes régénératrices. L'idée était, comme partout, de remplacer la matière organique par les engrais minéraux. Mais il est bien connu, et en particulier au Rwanda, qu'une telle pratique entraîne un cercle vicieux, économique et écologique : la condition fondamentale pour un bon fonctionnement des engrais est la présence d'humus (avec sa capacité de retenir les ions). Mais les engrais minéraux accélèrent la dégradation de l'humus, et de ce fait, leur efficacité est réduite.

Quelle est alors la relation optimale entre fumure organique et engrais minéral ? Actuellement, le prix des engrais favorise de plus en plus les régimes organiques.

Sous l'impératif d'intensification, il faut donc trouver une réponse à la question : comment remplacer la jachère de longue durée et la cueillette de biomasse par des méthodes de production de biomasse plus efficaces ? La recherche à Nyabisindu a démontré que la solution consiste en la production d'engrais vert au cours d'une jachère arbustive cultivée pendant une année et enfouis après. La biomasse produite peut facilement dépasser l'optimum ; pour éviter des effets négatifs de masses organiques mal décomposées, il faut, en cas de jachères bien réussies, enlever une partie du matériel et l'utiliser pour paillage, compostage, fourrage (le cajan, par ex.), litière.

De bons résultats ont été obtenus avec un mélange de Teprosia vogelii, Cajanus cajan et une Crotalaria spec. trouvé au Cameroun, semé à grande densité (une plante chaque dix centimètres). Sur les terrains très dégradés, où même ces arbustes ne se développent plus, un système plus sophistiqué peut entraîner la régénération. On fait des trous à une distance de 50 sur 50 centimètres, puis on apporte environ 200 grammes de compost enrichi, d'un peu d'engrais, on remplit les trous avec la terre sur place et on sème les graines des arbustes cités, qui vont pousser vigoureusement. On peut ensuite ajouter, aussi avec du compost, l'haricot dolique. Le rendement de celui-ci et du cajan peut encourager la décision de garder ce type de jachère un peu plus longtemps (1,5 - 2 ans).

5. L'association de cultures

Cette recommandation, le retour à l'association des cultures, a initialement été fortement repoussé par les autorités rwandaises. Un changement d'opinion n'a eu lieu qu'après l'obtention des résultats d'un programme de recherche multilocal avec le système ternaire patate douce - sorgho - soja, qui donnait 45 % de rendement supplémentaire, comparé à celui réalisé en monoculture. Aujourd'hui l'association des cultures est généralement acceptée.

Il faut ajouter en même temps à l'aspect de l'association celui des méthodes culturales protectrices, la culture en ligne de courbe de niveau, les billons dans le même sens, de bonnes rotations, incluant surtout la jachère améliorée arbustive.

6. Les intrants et d'autres moyens modernes

Il faut, c'est notre philosophie, éviter les extrêmes et ne pas exclure par principe les intrants de l'extérieur. Une fois que les éléments 1-5 sont bien introduits, un peu d'engrais, soit NPK, soit CaCo3, soit phosphate naturel, soit dolomite peut augmenter la fertilité et éviter l'apparition des facteurs minimum limitants. En plus : une certaine augmentation et diversification des outils mécaniques semble aussi très prometteur pour mieux valoriser la main d'œuvre disponible. Le relief et la densité de l'occupation du terrain excluent la mécanisation par tracteur et machine de grande faille.

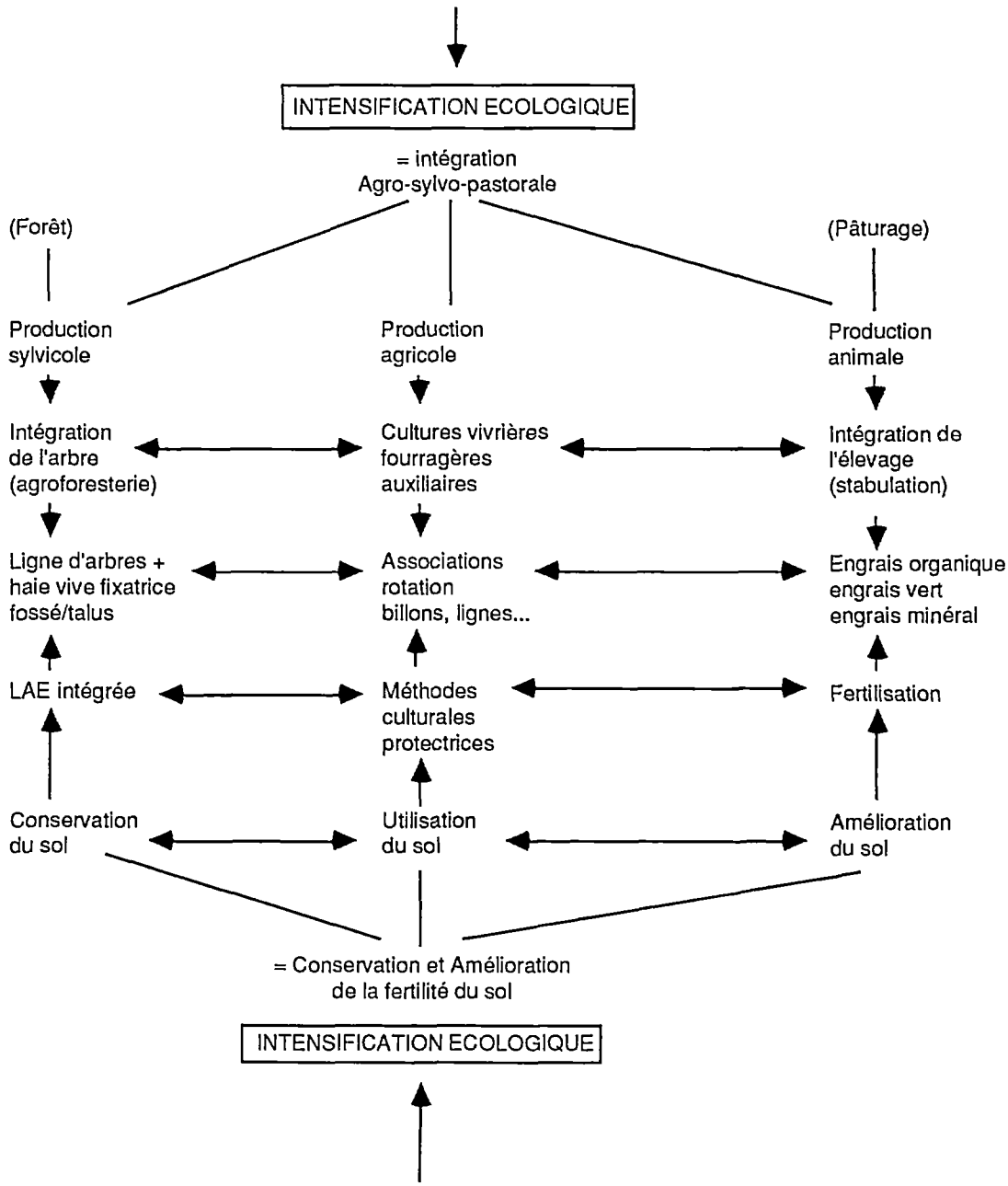
L'écoferme idéale

Les six éléments décrits ci-dessus exigent surtout des innovations, même si ce sont des revalorisations de traditions oubliées ou trouvées dans les régions voisines. Il se trouve d'ailleurs que pour le paysan ce n'est pas seulement la vulgarisation des innovations qui l'intéresse ; il souhaite discuter toutes sortes de problèmes, même des questions concernant des éléments non touchés par l'intention de la transformation envisagée. C'est pourquoi le vulgarisateur doit avoir une idée de l'ensemble de l'exploitation comme unité cohérente, où les éléments forment un organisme systémique, quel que soit leur origine. Notre diagramme 4 donne une impression de l'écoferme agro-sylvo-pastorale idéale du Rwanda, plus précisément de la région du plateau central. Aux six éléments clefs s'ajoutent la bananeraie, un boisement, la caféière, le jardin potager, une petite zone de pâturage sur terrain inculte, la haie de bordure en cas d'une exploitation arrondie.

L'intensification écologique - un résumé théorique

Un dernier schéma sera ajouté pour indiquer encore un autre aspect de l'intensification écologique : l'approche double : d'un côté il y a le complexe conservation-utilisation-amélioration du sol avec toutes les mesures favorables au maintien de la fertilité en condition de culture permanente ; de l'autre côté il y a superposition des trois types de production : l'agriculture, l'élevage et la foresterie, sur la même parcelle, ce qui augmente considérablement l'intensité d'exploitation sans que le

Diagramme 4

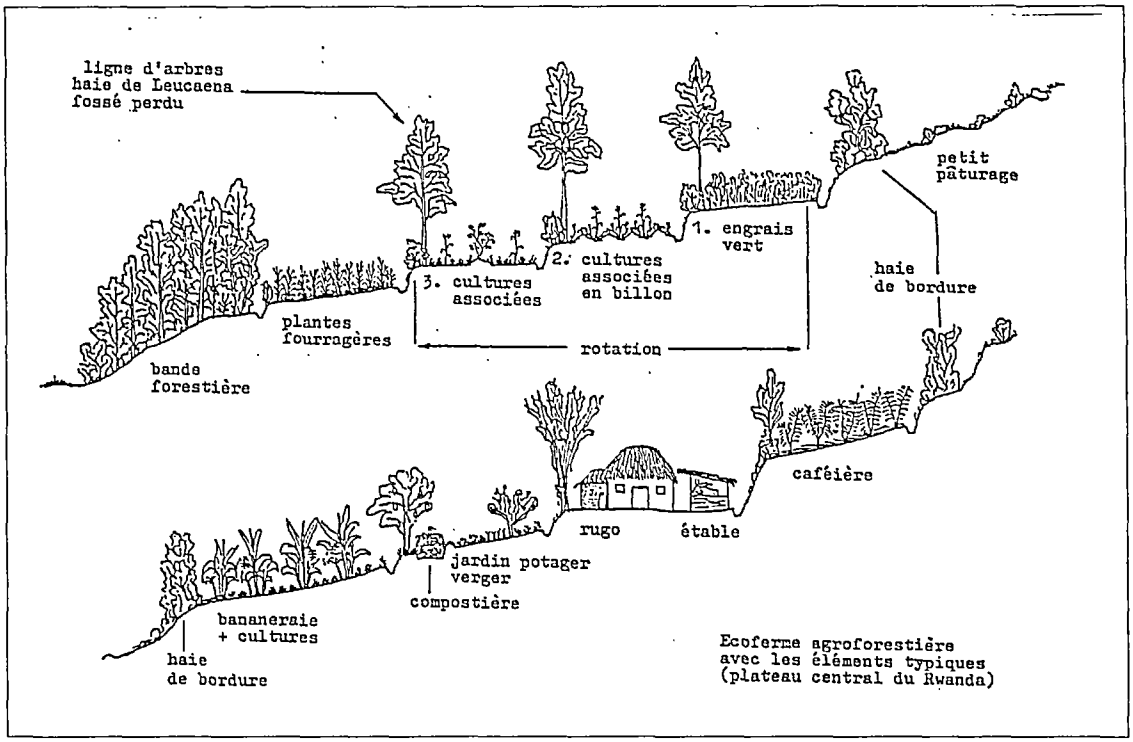


système perde sa stabilité, et en même temps cette combinaison renforce la diversité, voilà la réalisation des deux buts principaux de l'écologie.

Le schéma montre en haut et en bas les trois buts, ils suivent les stratégies, et au milieu indique les différents types de réalisation.

Il y a d'autres projets de la Coopération Technique Allemande (CTA) que l'on pourrait citer - DRDR Sokodé/Togo, Carder Atlantique/Bénin, programme du Sahel, Ouagadougou, SECAP Lushoto - qui sont en train de réaliser, chacun d'une manière particulière, suivant les conditions locales, l'idée d'une approche écologique. Au Rwanda il y a même deux activités, supportées par Baden-Württemberg et Rhénanie-Palatinat, qui contribuent à l'intégration de cette approche dans la recherche et l'enseignement de l'Université Nationale du Rwanda. L'activité de l'ICRAF à Nairobi est en train de propager l'idée que l'agroforesterie d'une manière pragmatique. C'est la théorie de l'écodéveloppement qui donne une base logique et compréhensive à de tels projets pour en encourager l'évolution conceptionnelle. L'instrument de la recherche-développement est indispensable pour une synthèse fructueuse des deux.

Diagramme 5


ligne d'arbres
haie de Leucaena
fossé perdu
petit
pâturage
1. engrais
vert
2. cultures
associées
en billon
3. cultures
associées
haie
de bordure
plantes
fourragères
rotation
bande
forestière
caféière
rugo
étable
jardin potager
verger
compostière
bananeraie
+ cultures
haie
de bordure
Ecoferme agroforestière
avec les éléments typiques
(plateau central du Rwanda)

Note sur les actions de recherche en conservation des eaux et du sol menées par le C.T.F.T. en zone soudano-sahélienne

J.P. GOUDET

C.T.F.T.

Généralités

Dans le domaine de la conservation des eaux et du sol les recherches du CTFT ont porté principalement sur 3 secteurs géographiques distincts :

- en Afrique au Sud du Sahara, la zone soudano-sahélienne et sahélienne (Niger, Burkina),

- Madagascar,

- la Nouvelle Calédonie.

Plus récemment, de nouvelles études ont débuté en Guyane et au Burundi.

Un document publié en février 1984 fait le bilan de l'ensemble des actions menées par le CTFT en ce domaine.

Dans le cadre de l'Atelier "Aménagement visant le contrôle et la valorisation des eaux de surface", l'accent étant mis sur les problèmes posés par la prise en charge de la réalisation et de la gestion de ces aménagements par les agriculteurs, nous traiterons des actions menées en zone soudano-sahélienne, essentiellement au Burkina et au Niger.

Rappel des actions de recherche menées de 1964 à 1980

Ces actions ont eu pour objet :

- la définition des risques d'érosion pour différents types de sols et de milieu (parcelles de Wischmeier),

- l'étude des pratiques culturales sur l'économie de l'eau et les pertes en sol,

- l'étude de dispositifs anti-érosifs simples.

Les parcelles expérimentales, réparties au Burkina et au Niger ont permis d'obtenir de nombreux renseignements sur la susceptibilité à l'érosion des différents sols et sur l'influence des pratiques culturales traditionnelles ainsi que sur les aménagements anti-érosifs à préconiser.

- Recherches en parcelles élémentaires de mesure du ruissellement et de l'érosion

Les recherches sur des parcelles élémentaires de petites tailles (50 à 500 m^2) n'ont pas été développées au Burkina et au Niger, car elles posent des problèmes pour l'extrapolation des résultats. Elles sont peu adaptées à l'étude des dispositifs anti-érosifs. On s'est orienté vers les parcelles de la dimension du champ du paysan.

- Recherches en grandes parcelles

Elles ont concerné les stations suivantes :

Au Niger :

. station d'Allokoto, dans la vallée de la Maggia
. station de Tara, dans le département de Dosso.

Au Burkina :

. station de Gampela (plateau Mossi)
. station de Bané (plateau Mossi)
. station de Linoghin (40 km à l'Est de Ouagadougou)
. station de Oursi (région de l'Oudalan).

Ces essais ont permis de tester l'influence sur l'érosion d'aménagements anti-érosifs, associés ou non à des pratiques culturales. On y a ajouté le plus souvent une parcelle "Wischmeier" pour l'étude du facteur de suscep-

tibilité des sols à l'érosion. Cette dernière étude, complétée par un travail continu d'enregistrements pluviographiques, a permis de définir pour le Burkina des indices d'érosion pluviale (1972).

- Recherches en bassins versants

On peut y rattacher les études menées :

. à Kaoura (vallée de la Maggia) au Niger : on y a étudié le ruissellement sur un périmètre de 80 ha avec aménagements de bourrelets isohypses associés à des techniques de travail du sol et différentes rotations culturales.

. en forêt classée de l'Aviation près de Niamey au Niger, pour donner après plusieurs années d'observation des données précises d'érosion à l'échelle d'un bassin versant.

On trouvera dans le document de synthèse publié en 1984 et déjà cité les principaux résultats obtenus sur chacune de ces stations.

Très schématiquement, on peut rappeler quelques données les plus extrapolables dans de nombreuses situations de milieu pour le Burkina :

. En de nombreuses régions, importance de l'érosion en nappe même sur sols à faible pente, avec fort coefficient de ruissellement (20 à 40 % sous cultures traditionnelles).

. Importance des méthodes biologiques et culturales pour réduire les risques érosifs, y compris l'association de l'arbre dans les systèmes culturaux.

. Complémentairement :

- nécessité d'utiliser les méthodes mécaniques de lutte contre l'érosion (cordons de pierre isohypses, lignes de végétation, bourrelets, etc...)

- nécessité d'utiliser des méthodes simples, facilement applicables par le paysan sans intervention importante extérieure.

- importance de l'adaptation de la méthode mécanique utilisée à la connaissance du milieu : système à absorption totale, diversion, systèmes filtrants, etc...

(Rôles des recherches d'accompagnement dans les opérations de développement).

Application des données dans les opérations de développement au Burkina

D'abord, il faut rappeler la sensibilisation de certaines populations qui utilisaient des techniques simples pour s'opposer au ruissellement : cordons de pierres, lignes d'andropogénées, etc...

Opérations de développement au Burkina (historique)

Parmi les grands projets de développement liés à la lutte contre l'érosion, on doit d'abord évoquer les opérations menées au Yatenga au Burkina de 1956 à 1965, et en particulier le projet GERES dans la zone de Oualigouya qui a concerné l'aménagement de 200 000 ha de 1960 à 1965 : 120 000 ha traités en fossés d'absorption ou de diversion, 650 ha traités en correction de ravines, barrages collinaires, etc... avec utilisation de moyens mécaniques puissants. Ce projet a été un échec pour n'avoir voulu traiter que partiellement l'espace physique "*On a traité des sols et non des espaces cultivés et utilisés par les sociétés rurales*" (S.Y. Marchal, 1978), en négligeant les aspects socio-économiques. Alors que sur le plan des techniques anti-érosives, les actions réalisées étaient bien étudiées et même en fin d'opération appuyées par des recherches d'accompagnement destinées à définir un programme de développement global. Mais ce projet coûteux n'était basé sur aucune structure d'encadrement et de vulgarisation des thèmes associés aux travaux réalisés.

Les ORD (Organismes Régionaux de Développement) ne seront créés qu'en 1966, soit un an après la fin des travaux, donc trop tard pour reprendre en charge le réseau anti-érosif qui dès 1967 ne sera plus entretenu.

Comme nous l'avons vu précédemment, la recherche concernant la conservation des eaux et du sol s'est développée au Burkina à partir des années 1965.

Au niveau du développement, à partir des années 1970 dans l'ORD du centre (bien plus pluvieux que celui de Ouahigouya) des champs de paysans volontaires ont été aménagés par eux-mêmes en bourrelets isohypses. L'aide apportée était dans la matérialisation des bourrelets fort délicate sur les faibles pentes.

Les déficits pluviométriques ont alors assuré le succès de ces dispositifs qui ont diminué le ruissellement et ont conservé pour les cultures le peu d'eau disponible.

Vers les années 71-73, la Banque Mondiale s'est intéressée aux résultats obtenus et a permis au Fonds de Développement Rural un premier programme de lutte contre l'érosion sur les ORD du plateau Mossi.

Ces programmes de développement se sont poursuivis à grande échelle au Burkina et d'autres participants au Symposium sont plus compétents pour décrire ces réalisations en cours.

Il en est de même pour les opérations de conservation des eaux et du sol réalisées au Niger dans le département de Tahoua depuis les années 1970 et en particu-

lier dans la vallée de Badaguichiri. Malheureusement, depuis plus de dix ans, il n'y a plus dans le cadre du Département des Recherches Forestières de l'INRAN au Niger de programmes concernant la conservation des eaux et du sol.

Nous conclurons cette note brève en insistant sur deux points :

- l'importance des recherches d'accompagnement à mener parallèlement aux opérations de développement comportant un volet conservation des eaux et du sol.

- la nécessité d'aborder les problèmes de lutte contre l'érosion dans le cadre d'un aménagement global, multisectoriel dans des unités géographiques et humaines contrôlables et maîtrisables, avec une approche donnant la priorité à la communauté paysanne et pastorale et avec un objectif d'aménagement de la totalité des unités de base choisies. Ce type d'approche, que nous réalisons actuellement dans le cadre d'un projet forestier au Niger, doit permettre d'éviter les inconvénients reconnus dans des projets de conservation des eaux et du sol trop sectoriels.

ATELIER II

Petite et moyenne hydraulique

ATELIER II

SYNTHESE DES TRAVAUX

J. L. SABATIE

Ministère de la coopération

L'atelier N° 2 a traité de la petite et moyenne hydraulique dans le cadre du séminaire sur "les aménagements hydro-agricoles et les systèmes de production". Les deux termes de la thématique de ces journées :

aménagements hydro-agricoles d'une part et **systèmes de production** d'autre part, serviront de grille de lecture des communications présentées.

Quatorze d'entre elles ont pu être exposées au cours de la seule journée de travail programmée, ce qui a laissé bien peu de temps pour les dicussions. Il s'agit donc d'avantage de rendre l'esprit et le contenu des communications que ceux des débats. En **liminaire** on peut cependant restituer, de quelques touches, l'ambiance de l'ensemble de l'atelier.

Dès la première intervention **se sont opposées deux présentations manichéennes des petits et moyens aménagements.**

- D'un côté le **"traditionnel"**, le **"rustique"**, le **"savoir paysan"**, qui donne une image de stabilité, qui traverse les époques car satisfaisant à une logique propre.

- De l'autre l'intervention extérieure, **"moderne"**, destabilisatrice, mal adaptée, mal acceptée et mal assimilée par les agriculteurs et qui ne produit donc pas les résultats escomptés.

Très rapidement le groupe a su dépasser ce clivage simpliste tout en gardant présent à l'esprit qu'en traitant des aménagements hydro-agricoles on ne pouvait s'arrêter aux seules techniques et qu'il fallait prendre en compte d'autres moyens d'analyses : agronomiques, sociologiques, économiques, juridiques, environnementaux. L'exposé introductif du prof. SAUTTER invitait à cette démarche.

La contribution particulière de M. DIEMER qui propose de considérer "le génie rural comme une ethnoscience" apportait une note originale, en s'interrogeant sur le contenu culturel des diverses techniques d'aménagements, chacune reflètant un certain type d'organisation sociale, sans parler du développement des forces productives. Les exemples pris chez les Taita au Kenya, chez les Toucouleurs au Sénégal et en plusieurs sites de la planète pour les interventions à base de techniques modernes, illustrent bien le propos.

Cette remarque induit une réflexion sur la nature des communications présentées.

A l'exception de deux d'entre elles (G. BARRIER et S. BERTON) qui proposent une analyse de divers projets pour déboucher selon le mode synthétique sur des recommandations, toutes les autres sont des études de cas. Le lecteur dont la curiosité a été éveillé par M. DIEMER peut alors s'interroger sur l'identité du rédacteur de la communication, sur "le lieu social" d'où il parle, sur la fonction sociale qu'il remplit (chercheur, développeur, représentant des pouvoirs publics, bailleurs de fonds, agent d'une entreprise privée...). Ainsi s'explique en partie la chaleur et l'animation des débats déjà signalées, car le message délivré n'est pas neutre même s'il adopte la forme d'une présentation technicienne ou scientifique ; il convient de saisir la logique propre à l'intervenant et la comparer à celle des divers acteurs du "cas" ou "projet" analysé. Cette prise en considération de différentes logiques restera en filigranne de l'ensemble de ce compte-rendu.

Une dernière observation achèvera de rendrre le climat de cet Atelier.

Les contributions ne situent que très rarement le projet dans un cadre spatial et économique plus large alors que sur ce dernier point le débat a été riche et animé. Comme nous le verrons plus avant ceci reflète une conception tautologique du **"projet"**, conçu pour lui-même et devenant autosuffisant. Ainsi on s'interroge rarement sur l'origine de l'eau (en dehors du cas des forages), sur l'existence et les pratiques d'usagers éventuels en amont et en aval ; a contrario, (F. RUF) illustre cette préoccupation d'un exemple pris en Equateur.

A partir de ces notes d'ambiance des débats, il est possible de présenter les communications en tentant de répondre à cinq questions qui seront autant de chapitres :

- qui a décidé de la création de l'aménagement hydroagricole ?

- quels sont ou ont été les objectifs de ces décideurs ?

- quelles sont les caractéristiques de conception et de gestion de l'aménagement et quelles en sont les fonctions ?

- quels types de systèmes de production trouve-t-on sur ces aménagements ?

- quelles recommandations tirer des évaluations et de l'atelier ?

QUI A DECIDE DE LA CREATION DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE ETUDIE ?

Il convient d'évacuer d'emblée la conception manichéenne et moralisatrice déjà signalée et se garder de toute application mécanique de cette vision réductrice sur la grille de classification des communications présentées. Les cas exposés peuvent correspondre à trois situations :

1 - l'aménagement a été réalisé à l'initiative propre de la communauté concernée : Yemen du Nord (Y. Clouet), riziculture de mangrove Casamance et Guinée-Bissao (A. Aubrun, B. Barry, E. Denis, Cl. Marius), Madagascar (partie de l'exposé de M. Raharison), les bas-fonds (S. Berton).

2 - l'aménagement a été proposé et réalisé pour tout ou partie par l'Etat ou un agent extérieur à la communauté : Bagré (Verzat), Labre (A. Le Gentil), Casamance (A. Aubrun, B. Barry), Forgho (F. Gadelle, G. Barrier), Nordeste du Brésil (A. De Queiroz), Madagascar (P. Raharison), Guyane, Surinam, Guyana (Cl. Marius), Petits Périmètres Irrigués Villageois, (Le Goupil), Yatenga (P. Dugué)

3 - l'aménagement a été demandé à l'Etat par une communauté : Nordeste Brésilien (A. De Queiroz), PPIVF-Sénégal (D. Boubée), extension Forgho (F. Gadelle). Ceci se produit surtout après connaissance de projets pilotes.

Après avoir identifié les décideurs voyons maintenant...

QUELS ONT ETE LES OBJECTIFS DE CES DECIDEURS ?

De la connaissance des objectifs fixés par les décideurs aux aménagements qu'ils ont créés, nous pourrons déduire les critères d'évaluation qu'il convient de leur appliquer et savoir si "le projet" est bien cohérent.

La classification proposée reprend celle qui vient d'être retenue pour identifier les décideurs.

Les aménagements réalisés à l'initiative de la communauté concernée s'inscrivent dans le cadre d'une agrriculture de subsistance où l'irrigation est perçue comme une pratique antialéatoire visant à assurer les récoltes menacées. L'agriculture irriguée est associée à l'agriculture pluviale et à d'autres activités (élevage, pêche, artisanat, forêt, commerce) au sein d'une communauté et souvent dans la même exploitation ou "unité de production". L'utilisation de l'eau à des fins non agricoles est fréquente et prise en considération lors de la création de l'aménagement (domestique, pêche, élevage, reboisement, artisanat).

Tout en restant dans cette logique de subsistance, l'aménagement peut avoir pour objectif secondaire l'augmentation de revenus par la mise en oeuvre de nouvelles spéculations telles que le maraîchage. Parfois il s'agit de rentabiliser un investissement coûteux à vocation sociale (eau à usage domestique) en adaptant une ressource rare (l'eau) aux disponibilités en facteurs de production (terre, travail essentiellement).

Les aménagements proposés par un agent extérieur à la communauté concernée affichent selon les communications entendues, les objectifs suivants :

augmenter la production agricole pour satisfaire la demande nationale, surtout urbaine et faire face à la pression démographique d'où la nécessité d'obtenir deux récoltes par an là ou n'en obtenait qu'une.

lutter contre la sécheresse ou la famine, reste à découvrir le contenu implicite de cet énoncé. Peut être faut-il y voir une pratique exorciste ? Je laisse donc le soin à ceux qui le présentent d'en expliquer le contenu.

freiner l'exode rural en fixant la population. D'aucuns pensent au contraire que les bons agriculteurs dynamiques sont déjà partis et qu'ils ne sert à rien de donner l'eau aux "incapables" restés sur place.

projet pilote avant la réalisation d'un grand barrage souvent à usage non agricole même si l'eau qui fait tourner les turbines hydroélectriques sert ensuite à l'irrigation. Le petit aménagement préliminaire sert à tester le comportement des agriculteurs.

politique : "un barrage ça se voit" d'où la nécessité de réalisations marquantes dans des zones politiquement sensibles afin de réduire des tensions sociales existantes ou latentes.

"un aménagement ça s'évalue". Ce serait plutôt la position prêtée aux bailleurs de fonds car il est facile de contrôler un tel investissement et d'en réaliser l'évaluation financière et économique.

En conclusion il faut se demander s'il existe une synthèse possible de ces deux grandes catégories d'objectifs afin d'en déduire éventuellement des recommandations.

CARACTERISTIQUES DE LA CONCEPTION, DE LA GESTION ET DES FONCTIONS DE L'AMENAGEMENT

Les aménagements réalisés à l'initiative de la communauté concernée sont, le plus souvent, le résultat d'une décision collective. Leur réalisation s'établit sur la base d'une participation intense et égalitaire ; de même pour l'entretien des aménagements (puis, forages, ouvrages, canaux) qui paraît satisfaisant et d'un coût réduit. L'organisation des usagers selon un système choisi par la communauté (traditionnel, coopératif ou associatif exogène) assure l'efficacité dans la gestion d'une ressource limitée : l'eau.

Le plus souvent les droits sur l'utilisation de l'eau (tours d'eau) sont dissociés des droits sur le foncier (titres de propriété et modes de faire-valoir) et l'eau semble prendre le pas sur la terre certainement parce qu'il s'agit de la ressource la plus rare. Ainsi après plusieurs années de fonctionnement on note davantage de transferts de droit d'irrigation que d'achat-ventes de parcelles de terrain. De plus le tour d'eau représente un pouvoir et un bien aliénable avant d'être un facteur de production capable de satisfaire les besoins des cultures.

L'organisation de la communauté et la gestion du projet se font autour de l'eau et c'est à ce niveau que peuvent apparaître les conflits. Le système est **ouvert** et par la même susceptible de s'adapter à des changements de son environnement.

Les aménagements proposés par un agent extérieur à la communauté se caractérisent par le terme

de "projet". On a d'un côté le "projet" et en face les usagers. Ceux-ci peuvent occuper déjà le site ou être amenés de plus ou moins loin, il s'agira alors de colons (Bagre). Le "projet" c'est à la fois ce qui se voit (l'aménagement) et aussi la structure administrative (bureaucratie), la ferme pilote ou semencière, la société de service (tracteurs, outils aratoires), le crédit, le service d'approvisionnement et de commercialisation. Tout ceci forme le projet bien individualisé face aux usagers potentiels qui achèteront ou non l'eau.

On peut trouver une situation semblable dans le premier cas si un groupe s'approprie la majorité des droits d'eau et place ainsi les autres membres de la communauté en position de simples usagers devant acheter leur tour d'eau. La décision du choix du site des aménagements est prise à l'extérieur de la communauté des usagers sans connaître les attentes et sans expérience du milieu. Parfois elle change sans consultation des usagers potentiels (Casamance) prouvant ainsi qu'il existe des alternatives non proposées aux "bénéficiaires". La réalisation des aménagements nécessite des moyens techniques importants, coûteux, parfois sophistiqués et la participation des futurs usagers aux travaux est rarement demandée car elle n'a pas place dans le dispositif confié à une entreprise spécialisée obéissant à sa propre logique technique et économique.

Ces décisions d'interventions sur le milieu naturel prises sans concertation avec les habitants du lieu ont parfois des effets catastrophiques et irréversibles. Tel est le cas de la mangrove en Casamance où des centaines d'hectares sont perdues pour l'agriculture à cause d'une acidification des sols entraînée par les aménagements "extérieurs" alors que, les jouxtant, on trouve des rizières "traditionnelles" en pleine production. Dans une même région (le Nordeste du Brésil) les décisions d'aménagements sont prises au coup par coup dans la capitale, sans qu'il soit possible, sur une période longue, de trouver la logique qui expliquerait leur enchaînement et succession.

La rentabilité du projet est uniquement calculée en termes financiers et économiques sans prise en compte des effets seconds, bénéfiques le plus souvent, car l'objectif du projet est d'augmenter la production agricole et les revenus des usagers.

Ce qui caractérise le **projet** c'est le **système fermé** car le projet est tautologique dans sa conception et son fonctionnement. Il se suffit à lui-même. Il s'avère donc difficilement reproductible car peu adaptable. En fait les fonctions attribuées au "projet" dépassent la simple fourniture d'eau car la rentabilité de l'investissement dépend aussi des autres facteurs de la production agricole et de la commercialisation des récoltes. Le projet est conduit à assurer l'approvisionnement, le crédit, la commercialisation.

LES SYSTEMES DE PRODUCTION :

La notion de "système ouvert" vient de servir à caractériser les **aménagements créés à l'initiative d'une communauté.** Ceci se retrouve quand on étudie les systèmes de production mis en oeuvre par les utilisateurs de ces infrastructures. En effet, l'agriculturre irriguée est dans ce cas associée à l'agriculture pluviale ainsi qu'à d'autres activités économiques (élevage, pêche, forêt, artisanat...). Certains revenus extérieurs à l'unité de production ("exploitation agricole") servent même à faire face aux coûts de fonctionnement du système d'irrigation (fuel, pièces détachées...).

Ce système de production étudié à l'échelle d'une unité de production ou d'une unité de consommation (ménage) se caractérise par les pratiques antialéatoires, l'irrigation apportant une marge de sécurité supérieure grâce à la diversification des sources de revenu et de production d'aliments.

De tels systèmes peuvent rester stables durant de très larges périodes tant que n'apparaissent pas de modifications dans l'envirronnement économique et social ; le marché foncier ne s'activant qu'en fonction de nouvelles distributions des droits d'eau.

Quand le milieu économique et social subit un changement profond affectant sa structure même et portant sur les disponibilités en force de travail ou en terre (Yemen du Nord, Ballantes, Madagascar) le système de production même très ancien s'adapte d'autant mieux en fonction des nouvelles disponibilités en moyens de production qu'il n'est pas uniquement dépendant de l'agriculture irriguée. Dans de telles circonstances on apprécie l'aspect artificiel de projets construits entièrement et uniquement sur l'irrigation.

On ne peut cependant évacuer la question sur la productivité de tels aménagements et des systèmes de production qui les intègrent. Est-il possible de produire plus ? Existe-t-il en utilisant les mêmes quantités de facteurs de production d'autres systèmes plus productifs ?

Ces interrogations nous conduisent tout de go à la prise en considération des systèmes de production mis en oeuvre sur les **projets proposés par un agent extérieur à la communauté.**

Leur caractéristique déjà signalée est **celle de système fermé.** La monoculture de riz irrigué à deux récoltes par an semble la plus répandue et les aménagements ont été calibrés en fonction des besoins en eau de cette culture. On recherche bien dans ce cas le système le plus productif mais, ce faisant, le degré de dépendance du projet par rapport à l'amont et à l'aval est accru.

Cette dépendance est tout d'abord technique et technologique : conception et réalisation des aménagements, approvionnement en intrants, en carburant, en pièces détachées.

Elle est aussi économique car la logique du projet veut qu'il existe un marché où réaliser la valeur de la production afin de faire face aux coûts de fonctionnement et d'entretien. Le projet s'intègre donc nécessairement à une économie plus large qui déterminera prix et marchés avec ou sans une politique agricole explicite.

Ce système de production de monoculture irrigée ne laisse pas de champ pour d'autres activités économiques car les unités de productions sont calculées pour utiliser toute la terre et toute la main d'oeuvre disponibles.Il ne reste donc pas d'opportunités pour une adaptation du système et une péréquation entre différentes sources de revenus. L'initiative laissée aux agriculteurs est elle-même fortement limitée, le projet dictant l'ensemble des normes techniques à exécuter.

L'étude de divers cas relevant de l'une ou de l'autre catégorie de cette classification sommaire prouve qu'il existe tout de même **une dynamique des systèmes de production.** Comme nous venons de le voir les systèmes "traditionnels" perdurent tant que ne surgit pas une crise dans la disponibilité des facteurs de production.Les agents économiques qui traverseront la crise seront ceux qui auront adopté des technologies traduisant les nouveaux rapports entre facteurs de production tout en restant fidèles à leur logique d'économie de subsistance et à des pratiques antialéatoires.

Les **"projets"** semblent connaître une évolution sacrifiant aussi à cette logique antialéatoire. Conçus pour une économie de marché et devant répondre à tous les besoins de leurs utilisateurs, ces projets sont souvent repris par leurs "bénéficiaires" dans un ensemble plus vaste où d'autres activités économiques dont l'agriculture pluviale, ont aussi leur place (Bagré, Forgho). Deux logiques s'affrontent et seule la récupération, l'appropriation des aménagements par leurs usagers peut assurer leur entretien et leur survie. Les systèmes de production qu'il est alors donné d'étudier traduisent le rapport de force entre logiques économiques différentes, la plus grande stabilité apparaissant quand décideurs et utilisateurs sont confondus.

A l'autre extrême un secteur "moderne" peut exister si le marché remplit bien ses fonctions en amont et en aval de l'exploitation agricole, les rapports entre décideurs et utilisateurs traduisant alors une division sociale du travail admise de tous.

RECOMMANDATIONS :

L'étude des 18 communications et plus particulièrement des évaluations de G.Barrier et G.Berton permet de tirer les recommandations suivantes faites aux décideurs en sus des considérations techniques généralement bien maîtrisées (hydrogéologie, environnement, génie rural...) :

identifier les différents partenaires, leurs logiques économiques, leur organisation sociale,

étudier avec les bénéficiaires toutes les alternatives techniques,

obtenir la participation des futurs usagers à la réalisation et à la gestion des aménagements,

rechercher l'autonomie des groupements d'usagers,

s'assurer de l'existence de marchés sûrs pour les productions et de la régularité de l'approvisionnement en intrants et pièces détachées,

vérifier que les divers revenus des usagers leur permettent de **faire face aux coûts de**

fonctionnement et d'entretien,

dissocier le foncier des droits à l'utilisation de l'eau et confier aux groupements d'usagers l'étude et la solution de ces questions.

Tout en recherchant des méthodes et des techniques d'aménagements permettant des gains de temps, les participants ont insisté sur la nécessité de la prise en considération des logiques paysannes et des particularités locales.

Des demandes s'ajoutent aux conseils aux décideurs. Elles portent sur :

- des méthodes pour le diagnostic des situations (analyse de milieu) et l'étude d'alternatiques techniques,

- des méthodes pour le suivi et l'évaluation des projets.

CONCLUSIONS :

Au terme de ce compte-rendu l'envie est de conclure sur une typologie fonctionnelle des aménagements. Quoi de plus logique dans la mesure où les aménagements sont des créations artificielles nées de la volonté de décideurs ? Leur évaluation pourrait se limiter à l'étude de leur rationnalité puisqu'ils mobilisent des ressources rares (eau, capital, travail) avec une finalité sociale.

De la sorte il est possible de distinguer :

Les petits aménagements dont le premier objectif n'est pas d'abord la production agricole. Il peut s'agir d'ouvrages prétextes à des distributions d'aliments selon le principe "food for work" ou "mangé sinistré", ou de symboles visuels et durables de l'intérêt du décideur (Etat, Capitale, Bienfaiteur) pour une région ou une population donnée. Leur entretien n'est pas indispensable dans la logique du décideur et leur durée de vie éphèmère...

La deuxième catégorie : aménagements dont le **premier objectif est la production agricole**, nous intéresse davantage. Mais, s'agissant d'évaluation économique, financière, sociale, doit-on étudier l'aménagement seul ou l'ensemble des unités de production (exploitations) qui utilisent pour tout ou partie l'aménagement ? Les travaux de l'atelier invitent à prendre en considération le système à une autre échelle en mesurant alors l'effet de l'utilisation de l'eau dans ses inter-relations avec les autres moyens et facteurs de production. Ainsi à Bagré ou Forgho quand le projet apporte l'eau aux agriculteurs ceux-ci veulent davantage de terre pour cultiver en pluvial.

Et l'on retrouve **les deux logiques : antialéatoire-subsistance et surplus-accumulation,** toutes deux tendues vers et par l'impérieuse nécessité de la production.

La finalité exprimée par "assurer la survie et la reproduction d'une communauté" suppose que le système de production permette de dégager les revenus indispensables au fonctionnement et à l'entretien de l'aménagement. Dans le cas contraire le prix de la sécurité ou de l'antialéatoire devra être payé par un agent extérieur à la communauté en prenant la forme d'un transfert social.

Les petits aménagements conçus pour dégager un surplus après satisfaction des besoins de leurs usagers n'atteindront leur objectif que s'il existe un marché fiable sur une période assez longue. D'où la nécessité de politiques agricoles garantissant les prix et l'achat des récoltes. Si ces conditions ne sont pas satisfaites la situation se dégradant, les agriculteurs passeront à une logique de subsistance.

Que l'on parle d'une classification entre aménagements traditionnels et projets modernes ou que l'on adopte la dichotomie économie de subsistance-économie de marché, le bon fonctionnement et l'entretien de l'aménagement dépendra avant tout de son appropriation par les agents économiques qui l'utilisent. Ceux-ci combinent l'eau à d'autres intrants et facteurs de production selon un logique qu'il convient de comprendre.

Ces agents peuvent être des **producteurs** se comportant en chefs d'exploitation intéressés par l'accumulation ou, à l'opposé, de simples **consommateurs** cherchant seulement à couvrir des besoins essentiels. La logique de **l'utilisateur** doit être prise en compte par le **décideur - créateur** de l'aménagement

qui aurait tendance à ne voir de son projet que les limites du périmètre irrigué. Reste à savoir qui est le véritable **décideur** celui qui combine les facteurs de production (agriculteur usager de l'eau) ou celui qui impose le projet parce qu'il détient la technique d'aménagement ou le pouvoir.

Un exemple exceptionnel car historique vient de nous être donné en HAITI. Après la chute du régime et la disparition des forces de l'ordre (macoutes) certains aménagements ont été pillés, saccagés détruits, d'autres sauvegardés par leur usagers. Dans les deux cas il s'agit de projets financés et pensés par l'aide étrangère et le Ministère de l'Agriculture. Dans les deux cas il s'agit de paysans. La différence tient uniquement au degré d'appropriation et de gestion par les paysans des projets concernés : ils ont sauvegardé ce qui ne leur était plus étranger et détruit ce qui représentait un pouvoir honni.

La conclusion générale de cet atelier N° 2 pourrait tenir dans quelques recommandations :

- se donner les moyens et le temps de comprendre le milieu naturel, économique et social par la recherche,

- écrire et diffuser les expériences accumulées en la matière,

- former les intervenants à la prise en compte de l'aménagement dans tout son environnement.

Petits ouvrages d'aménagement de bas-fonds en Afrique de l'Ouest
Réussir avec quels outils ?

S. BERTON

GRET Cellule agriculture

RESUME

La mise en valeur des bas-fonds est une dynamique interne aux sociétés rurales de l'Ouest sahélo-soudanienne.

Depuis les années 1968-1970, les techniciens responsables de la mise en œuvre de petits projets d'aménagement (des ONG, des structures locales de développement) sont sollicités par les villageois soucieux de mieux maîtriser leur environnement afin de sécuriser la production agricole et d'accroître les disponibilités en eau.

Dans un premier temps, leur réponse fut immédiate sans toujours mesurer l'opportunité de leurs actions, l'impact du projet sur les systèmes ruraux (système agraire, système de production) et les conséquences sur l'éco-système environnant.

De nombreux échecs sont inévitablement venus ternir l'image du petit projet d'hydraulique villageoise de surface "adapté à la société rurale concernée"...

Dans un deuxième temps, alertés par ces échecs, les techniciens ont pris du recul par rapport à leurs actions et ont analysé la situation :

Rien ne peut justifier de négliger les études techniques, agronomiques et socio-économiques préalables... Pas même l'impératif pour le projet d'être à la portée des villageois, bien au contraire puisqu'il est nécessaire qu'ils soient associés à la démarche dans son ensemble.

Dès lors, des outils d'étude et d'analyse adaptés aux principales caractéristiques des petits projets ainsi qu'aux compétences des différents secteurs doivent être proposés. Dépasser le simple constat c'est passer aux actes face à la demande des populations rurales toujours présente. Alors, de quels outils dispose-t-on ?

- identifier les objectifs des sociétés rurales et de chaque groupe d'acteurs

- mettre en œuvre une démarche opérationnelle de conception des aménagements qui respecte l'identité des bénéficiaires et assure leur participation

- cerner les implications agro-socio-économiques sous-tendues par les aménagements

Quoi de plus évident ? Encore faut-il en avoir les moyens...

Depuis ces deux dernières décennies, les sociétés paysannes africaines de la zone sahélo-soudanienne doivent faire face à de nouvelles contraintes.

- Progressivement la pression démographique augmente et induit une intensification des systèmes de production qui modifie profondément les systèmes agraires.

- Brutalement, vers les années 1968-1970, la notion de

sécheresse prend toute son importance avec l'apparition de cycles marqués par un déficit hydrique tel que le paysan raisonne de plus en plus en terme de sécurité à la production.

- Peu à peu le monde rural entre dans une économie de marché où la vente de surplus ne suffit pas mais dans laquelle produire pour vendre est nécessaire.

La combinaison de ces trois facteurs sert alors de catalyseur à de nouvelles stratégies paysannes de mise en culture des terres de bas-fonds.

Dans les régions du Nord, le bas-fond traditionnellement réservé au parcours et à l'abreuvement du bétail et à quelques cultures de céréales de sécurité (sorgho, maïs,...) devient un des lieux privilégiés de l'agriculture.

Dans les régions plus au Sud, les bas-fonds, où l'hydromorphie des sols permettait une riziculture productive, s'assèchent et surtout ne fonctionnent plus, tant au niveau aérien que souterrain, qu'avec une extrême irrégularité vis-à-vis de l'eau.

De cette évolution nait une dynamique de mise en valeur génératrice de profondes modifications des systèmes ruraux. Celles-ci souvent mal maîtrisées sont à l'origine de nombreux problèmes agro-écologiques et socio-économiques.

Depuis l'adaptation des techniques culturales jusqu'aux aménagements "lourds" (barrages de stockage et périmètres irrigués) tous les cas de figure se rencontrent concernant la mise en valeur des bas-fonds.

Nous aborderons ici le sujet des petits ouvrages de maîtrise et de stockage des crues qui en Afrique de l'Ouest sont très répandus.

Nous nous tournerons du côté des ONG et des structures régionales de développement qui mettent en œuvre ces petits ouvrages et qui s'adressent à des sociétés rurales restreintes : groupes de villages, de quartiers ou de producteurs.

A la suite d'une étude menée au Sénégal, au Mali, au Burkina Faso et au Nord-Togo sur le thème "Conception et réalisation de petits ouvrages de stockage et de maîtrise des crues dans les bas-fonds", un panorama des interventions nous est donné.

Les actions réussies, les échecs, doivent nous permettre de tirer les enseignements nécessaires pour une meilleure efficacité à venir des opérations.

Constat de 15 années d'activités "petits aménagements" : historique et évolution

Dès le début des années 1970, les techniciens opérateurs des petits projets d'aménagement en hydraulique rurale ont été fortement sollicités par des villageois soucieux de mieux maîtriser les facteurs eau et sol dans leur environnement.

Accompagnant une dynamique préexistante, ils ont mis en œuvre des programmes de plus en plus nombreux qui ont permis la mise au point de techniques fiables :

- petits barrages en terre, en gabions, en béton cyclopéen ou pierres maçonnées,

- micro-barrages déversants,

- digues filtrantes,

- etc...

Cependant, poussés par le souci de la lutte à tout prix contre la sécheresse, appuyés par les politiques et les bailleurs de fonds, ils n'ont pas toujours su, dans l'urgence, prendre le temps de la réflexion. C'est ainsi que sont nés les ouvrages éléments du paysage... sans plus..., vision sécurisante de la retenue d'eau, thésaurisation plus que capital de production.

- Sécurisant pour le bailleur de fonds qui peut juger de la transformation des sommes consenties...

- Sécurisant pour le politique qui à court terme stabilise les populations rurales.

- Sécurisant pour l'opérateur qui a devant lui une expression matérielle de son travail.

- Enfin sécurisant pour le paysan qui peut toucher cette eau qu'il attend 6 ou 8 mois de l'année.

C'est ainsi qu'au Burkina Faso par exemple, le potentiel de production permis par les petits barrages n'est exploité qu'en infime partie.

Il ne faut cependant pas généraliser trop rapidement ce jugement et penser que cette situation se perpétuera au fil des temps. l'aménagement est une innovation que les villageois sont prêts à s'approprier à condition qu'elle soit :

- conforme à leurs objectifs et à leur stratégie pour les satisfaire,

- adaptée au milieu du double point de vue agro-écologique et socio-économique,

- élaborée avec la participation des acteurs concernés.

Dans un premier temps, les techniciens n'ont pas toujours été en mesure d'évaluer l'opportunité de leurs actions, leur impact sur les systèmes ruraux et leurs conséquences sur l'écosystème environnant.

Dans un deuxième temps et c'est la tendance actuelle, alertés par les échecs, ils ont pris un certain recul et analysé la situation.

La synthèse des observations réalisées en Afrique de l'Ouest au cours de la saison des pluies 1986 illustre bien cette réalité (voir tableau récapitulatif).

OBSERVATIONS REALISEES EN AFRIQUE DE L'OUEST
AU COURS DE LA SAISON DES PLUIES 1986

(Tableau récapitulatif)

Type d'aménagement	Nombre de bas-fonds visités	Vocation		Diagnostic - Etude milieu			Etude mise en valeur			Etude technique - ouvrages		
		Agricole	Pastorale	Fait	Succinct	Non fait	Fait	Succinct	Non fait	Fait	Succinct	Non fait
Retenues d'eau exploitation aval	22	11	22	-	6	16	-	2	20	6	9	7
Retenues d'eau exploitation aval	11	11	11	-	7	4	-	8	3	4	4	3
Mares artificielles	2	-	2	-	-	2	-	-	2	-	2	-
Micro-barrages déversants	8	8	-	-	4	4	-	5	3	4	1	3
Digues filtrantes	6	6	-	1	1	4	-	2	4	2	4	-
TOTAL	49	-	-	1	18	30	0	17	32	16	20	13

a) Les études-diagnostic

Une majorité d'opérations a été conlue sans diagnostic préalable (30 sur 49). Dans la plupart de ces cas, l'opérateur juge que sa connaissance du milieu suffit à la conception de l'aménagement.

C'est le cas particulièrement pour les retenues d'eau destinées à l'abreuvement des troupeaux et à quelques cultures traditionnelles de bordure de cuvette (riz pluvial, cultures de décrue).

L'expérience montre alors que ces ouvrages sont toujours sous exploités. Les volumes d'eau stockés sont démesurés par rapport aux besoins.

Dès que l'ouvrage doit répondre à une exploitation agricole plus complexe (riziculture à l'amont par submersion semi-contrôlée, périmètres irrigués...), les opérateurs semblent ressentir le besoin de mieux cerner le cadre de leurs actions.

Dans le premier cas, l'ouvrage même surdimensionné ou sous exploité, répond à la demande des villageois. Créer un nouveau point d'eau n'est pas une véritable innovation.

Dans le second cas, l'aménagement est une innovation qui sera réellement appropriée par les bénéficiaires si elle est véritablement adaptée dans son contexte particulier.

Cependant, souvent, le diagnostic est succint. Il se résume à une étude sommaire. Celle-ci est fortement liée à la construction proprement dite des ouvrages :

- disponibilité en main d'œuvre
- motivation des bénéficiaires
- compétences techniques des acteurs
- capacité à s'organiser pour le travail

b) Les études de mise en valeur

Leur qualité est étroitement liée à celle du diagnostic.

Leur mise en œuvre suit les mêmes règles et l'on peut

Sur 18 projets représentant 49 opérations d'aménagement de bas-fonds, l'enquête a porté sur la présence :

- d'études-diagnostic : liées à l'analyse de l'environnement socio-économique et agro-écologique,

- d'études sur la mise en valeur : liées à la valorisation optimale de l'aménagement dans son contexte technique, agronomique et socio-économique,

- d'études techniques : liées à la construction, au dimensionnement et à la pérennité des ouvrages.

montrer une forte corrélation entre ces deux variables :

- 15 des 18 opérations présentant un diagnostic font aussi l'objet d'une étude mise en valeur.

Ces études se limitent elles aussi aux seuls thèmes techniques...

- technique d'aménagement
- superficies cultivées
- disponibilité en eau
- techniques culturales

... sans intégrer réellement les thèmes socio-économiques...

- organisation foncière
- débouchés des produits
- organisation des producteurs
- gestion

... et les thèmes agro-écologiques

- impact sur les systèmes de production
- impact sur le milieu naturel
- etc...

Apparaissent alors de nombreuses difficultés :

- litiges fonciers provoquant de profonds conflits - tel ce projet au Burkina Faso qui n'a trouvé une solution qu'après des règlements de compte meurtriers -,

- problèmes de commercialisation des produits - principalement des productions maraîchères sujettes à un engorgement des marchés très rapide -,

- difficultés de gestion - en terme d'eau, de terres, de travail -,

- incompatibilité avec les systèmes de production.

Ainsi, lorsque ces difficultés provoquent un déséquilibre trop important des systèmes ruraux, l'abandon pur et simple de l'aménagement sert de point final.

c) Les études techniques

Ce sont celles qui sont le mieux conduites (36 opérations en ont réalisé).

De leur qualité dépend la tenue des ouvrages et les techniciens y sont donc plus largement sensibilisés.

Cependant choisir une technique appropriée aux objectifs, aux conditions d'environnement, dépend de la présence du diagnostic et des études de mise en valeur.

Ceci explique en partie pourquoi le Yatenga Burkinabé jusque récemment s'est doté d'une multitude de petits barrages. Dans bien des cas, forages, mares artificielles ou digues filtrantes auraient été des solutions mieux adaptées.

L'aménagement se trouve trop souvent isolé de son contexte amont-aval :

- à qui s'adresse-t-il ?
- dans quelles conditions est-il viable ?
- répond-il aux objectifs des bénéficiaires ?
- la valeur des investissements (financier, de travail) est-elle en rapport avec les avantages ?

Ces questions et bien d'autres doivent trouver leurs réponses avant que la décision d'entreprendre ait lieu.

Le cheminement inverse entraîne une mauvaise exploitation des ouvrages. Ce n'est pas le monde rural qui doit s'adapter à l'aménagement... bien au contraire !

Il faut alors soulever deux aspects importants pour l'avenir :

- les contraintes spécifiques des petits projets,
- le manque d'outils adaptés à une démarche opérationnelle de conception, de réalisation et d'évaluation des actions.

Les contraintes spécifiques des petits projets

Trois grands types de contraintes sont spécifiques des petits projets :

- compétences limitées
- financements restreints
- délais de réalisation réduits

Ils apparaissent et interfèrent continuellement au cours de la vie d'une opération d'aménagement.

Dans ce contexte, la priorité est donnée à l'exécution proprement dite des ouvrages. Les étapes de la conception (choix technique en fonction des conditions réelles d'environnement socio-économique et agro-écologique) ainsi que l'évaluation sont généralement abordés de manière très superficielle.

Du point de vue des compétences, il est évident que le technicien-opérateur ne peut être polyvalent.

Responsable des aménagements, il ne peut être brillant sociologue, agronome et économiste à la fois.

Alors quelles alternatives lui reste-t-il ?

- se former sur le terrain au risque d'erreurs fatales pour le développement ?

- faire appel à des compétences extérieures qui sont parfois peu disponibles et souvent onéreuses ?

- utiliser des outils adaptés à son niveau de compétences qui sont rares et pas toujours accessibles ?

A propos de la contrainte de temps, même si la hâte ne peut qu'être néfaste au bon déroulement des opérations, l'impératif de rapidité reste présent.

Un délai de quelques mois pour conduire les études préalables aux opérations est assez courant.

Pour éviter le risque de plaquer sur des situations très diverses des schémas préétablis promis à l'échec, peut-on proposer l'utilisation des méthodes d'étude et d'analyse légères, rapides et performantes ?

Au sujet du financement, le problème se pose de façon très simple.

Qui voudra financer un projet pour lequel les charges d'étude-diagnostic représentent une part importante du budget ?

Ces charges ne remettent-elles pas en cause le caractère reproductible des projets, notamment leur prise en charge par les structures nationales ?

Certes, l'élaboration d'outils adaptés à des compétences limitées, à des impératifs de rapidité et qui n'utilisent que peu de moyens financiers n'est pas aisée et risque d'induire d'énormes incertitudes dans le diagnostic. Mais n'est-ce pas là la réalité du terrain ?

Les avantages des petites opérations sont alors à exploiter pleinement : leur souplesse et leur adaptabilité qui permettent des réorientations si nécessaire après évaluation.

Quelle démarche opérationnelle pour la conception, la réalisation et la valorisation de l'aménagement ?

Pour faire du projet un réel élément constructif et des différents groupes d'acteurs, de vrais partenaires, il convient de satisfaire les exigences suivantes : (1)

- identifier clairement les acteurs (villageois, notables, techniciens, politiques, etc...),

- comprendre les dynamiques sociales et économiques impliquant les groupes concernés,

- identifier les besoins et les objectifs de chacun d'eux et les respecter,

- associer les bénéficiaires tant à la réalisation qu'à la conception et l'évaluation de l'action,

- mettre en œuvre une technologie appropriée au milieu mais aussi à ses propres compétences techniques et à celles des autres partenaires,

- exiger la viabilité tant économique que sociale de l'aménagement,

- promouvoir des projets reproductibles sans intervention extérieure "lourde".

De plus, garder une vision d'ensemble de la démarche est nécessaire et donne la cohérence de l'action (cf schéma théorique d'intervention).

En quoi l'outil est-il garant d'une action efficace ?

D'après l'inventaire des différents outils relatifs à la démarche exposée précédemment et suite à une enquête de terrain auprès des ONG et structures de développement, il ressort que :

- soit ils n'existent pas sous forme opérationnelle,

- soit certains opérateurs ne jugent pas nécessaire de les utiliser.

Dans les deux premiers cas, l'élaboration des pièces manquantes ou leur réelle diffusion apportera une solution. Dans le dernier cas l'accent sera mis sur la formation et l'information des techniciens.

Or, qu'une seule étape de la démarche soit absente et d'énormes problèmes surgissent.

A propos des petits barrages et aménagements de bas-fonds, le phénomène de l'échec est facile à observer puisque des indicateurs visibles sur le terrain existent :

- la tenue des ouvrages
- le niveau de mise en valeur
- l'entretien des aménagements

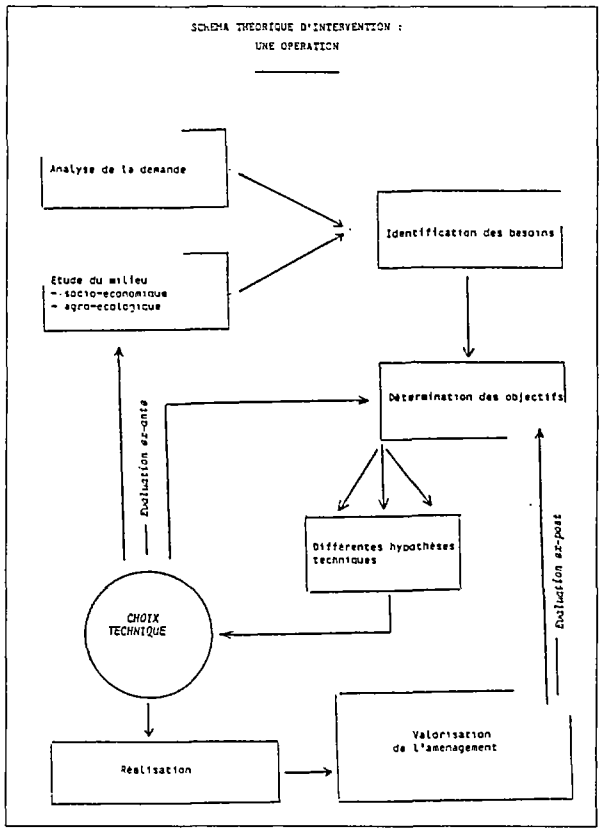
Pour conclure

Il semble que de plus en plus les techniciens responsables des petits aménagements se posent des questions face à de telles insuffisances qui peuvent remettre en cause leurs interventions.

En même temps, ils rejettent les méthodes de diagnostic que leur propose la recherche, les considérant comme inadaptées et inappropriées à leur niveau.

Dans ces conditions, est-il possible de sortir de cette contradiction ?

(1) D'après une évaluation de petits projes financés par la CEE déc. 85 - DE CROMBRUGGHE, HOWES, NIEUWKERK



Les réponses à leurs questions passent par la capitalisation des expériences de terrain, l'appui des secteurs de recherche-développement et l'amélioration de la diffusion de l'information.

Aussi, au regard des contraintes propres aux petits projets, de quels outils dispose-t-on pour :

- identifier les objectifs des sociétés rurales et de chaque groupe d'acteurs ?

- mettre en œuvre une démarche opérationnelle de conception-réalisation-mise en valer qui respecte l'identité des bénéficiaires et assure leur participation ?

- cerner les implications agro-écologiques et socio-économiques sous tendues pour les aménagements ?

Les méthodes d'enquêtes actuellement proposées peuvent être plus opérationnelles à condition d'être mieux adaptées aux contraintes des petits projets.

En définir les termes de manière simple (avec le minimum de paramètres) est indispensable.

Elles permettront aux opérateurs de ne pas faire fausse route en favorisant une réflexion en deux temps :

- une compréhension des systèmes ruraux au niveau micro-régional par leurs grandes caractéristiques,

- une perception de l'espace bas-fonds de manière plus fine permettant de l'analyser en fonction de l'aménagement à venir dans le contexte du monde rural environnant.

Parallèlement, la mise au point de méthodes d'évaluation simples et adaptées autorisera le suivi de l'évolution des projets et des réorientations éventuelles.

La promotion et la vulgarisation de programmes d'animation doit aussi permettre d'associer les bénéficiaires à l'élaboration de l'action. Le regard du groupe concerné sur son avenir est indispensable et il devra être maître d'ouvrage si le projet est maître d'œuvre.

Enfin, l'accès des techniciens à l'information et à la formation doit être favorisé et des passages privilégiés entre le monde de la recherche et celui du développement aménagés.

Les petits périmètres irrigués villageois à l'aval des forages *, une contribution à l'amélioration de la gestion des ressources en eau souterraine en zone soudano-sahélienne

D. BOUBEE

GERSAR

RESUME

Une première opération-test conduite au Sénégal sur un échantillon de douze villages équipés d'un forage d'hydraulique villageoise démontre l'intérêt technique et économique d'une utilisation, marginale, des équipements existants pour promouvoir des actions de petite hydraulique agricole.

Une grande partie du territoire national sénégalais se trouve à l'écart des axes principaux de communication et d'échanges, d'une part, et très éloignée des fleuves, d'autre part. Elle vit dans une situation très précaire en zone soudano-sahélienne soumise aux aléas climatiques et, pour cette dernière décennie, à la sécheresse persistante bien connue. Pourtant, une ressource en eau souterraine existe dont les capacités, pas du tout négligeables, sont très généralement sous-utilisées. De nombreux forages ont été réalisés - plus de 600 à l'heure actuelle. Ceux qui sont équipés l'ont été pour satisfaire les besoins prioritaires de la consommation de la population et du bétail. Une utilisation plus rationnelle permet de créer sur ces points d'eau de petits périmètres irrigués villageois. Ils apportent à la fois des revenus monétaires nouveaux et une contribution significative à la soudure alimentaire de la population. Ils apportent aussi une réponse modeste mais sensible à la lutte contre la désertification.

Le modèle ainsi testé est susceptible d'être reproduit en grand nombre, dans la limite des disponibilités des ressources en eau, non seulement au Sénégal, mais aussi dans l'ensemble des régions du Sahel qui disposent d'aquifères en bassin sédimentaire. Moyennant quelques ajustements techniques, ce modèle d'aménagement peut même être étendu aux zones de socle offrant des débits unitaires plus faibles (1 à 5 m^3/h), mais non négligeables.

1. Le constat de la situation actuelle : un milieu en survie

Les pays de la zone soudano-sahélienne sont soumis, et particulièrement au cours de la dernière décennie, aux aléas climatiques et éprouvent de ce fait les plus grandes difficultés à assurer leur autosubsistance. Les populations rurales confrontées à un milieu de plus en plus hostile délaissent les campagnes pour migrer, de façon au moins saisonnière, et venir ainsi grossir les effectifs des populations urbaines non productives.

Il existe cependant dans ces mêmes campagnes un potentiel de ressources insuffisamment exploitées en hommes, en sols fertiles et en eau.

Dans le seul Sénégal, plus de 600 forages créés pour approvisionner en eau les villageois et leurs troupeaux ne sont que très partiellement utilisés : près de la moitié d'entre eux sont équipés de systèmes d'exhaure de l'eau, mais ne sont exploités que durant quelques heures dans la journée.

Dans le même temps, les villageois ne sont plus en mesure d'assurer l'autosubsistance d'effectifs en progression démographique naturelle constante : la soudure alimentaire n'est pas garantie au cours de l'hivernage alors que cette période correspond à la pointe des efforts demandés aux paysans.

* P.P.I.V.F.

2. Genèse du projet "P.P.I.V.F."

Après avoir été à l'origine de ce constat, l'administration sénégalaise a suscité l'intérêt de bailleurs de fonds internationaux pour l'aider à finaliser les actions de développement envisageables et à construire un mode d'aménagement techniquement et économiquement viable pour pouvoir être reproduit en un grand nombre d'exemplaires en zone sahélienne.

Les résultats d'une mission d'expertise (1) ont confirmé dès le début de l'année 1982 que des perspectives raisonnables de valorisation des ressources en eau pouvaient se concrétiser par l'étude et la mise en œuvre d'un Projet original. Au vu des résultats positifs de l'étude de faisabilité entreprise par le GERSAR en 1983, l'Administration Sénégalaise (Ministère de l'Hydraulique/Direction des Aménagements et Infrastructures Hydroagricoles), la Commission des Communautés Européennes a mobilisé en 1984 des crédits spéciaux dans le cadre de sa politique "lutte contre la faim dans le monde". La D.A.I.H. chargée de la Direction de ce Projet a défini un programme de réalisation concret permettant de tester en vraie grandeur les conditions institutionnelles, techniques, sociales et économiques de mise en œuvre du Projet "P.P.I.V.F.".

Une douzaine de ces "Petits Périmètres Irrigués Villageois à l'aval de Forages (existants)" ont pu être mis en place dans le cadre du financement disponible (environ 170 millions de F. CFA).

3. Organisation et gestion du projet

Toutes les parties intéressées par la mise en œuvre de ce projet, simple dans sa conception mais délicat dans son application par le fait même de son caractère expérimental, se sont entendues pour mettre en place un système de contrôle et de gestion souple et évolutif autorisant tout ajustement souhaitable.

En liaison avec un Comité de Coordination Interministériel, le Directeur de Projet (Ministre de l'Hydraulique) délègue ses pouvoirs à un Chef de Projet, fonctionnaire de son Ministère, qui assume cette tâche en sus de ses activités normales. Aucune structure particulière ne s'est ainsi révélée nécessaire : toutes les décisions concernant la première opération-test ont été prises au sein d'une "Cellule de Gestion" rassemblant les trois représentants de la D.A.I.H., de la délégation de la C.E.E. et du GERSAR, "Ensemblier" directement responsable de la réalisation et du suivi de ce premier projet.

4. Les études préalables ont défini le contour du projet expérimental après prise en compte des diverses situations locales

Le choix des douze villages intégrés dans l'opération-test s'est fait sur la base d'enquêtes de motivations villageoises effectuées auprès de l'ensemble des villages qui pouvaient être retenus pour la première année : un tri préalable avait permis de délimiter deux régions naturelles de caractéristiques suffisamment distinctes pour être représentatives des diverses conditions rencontrées au sein du pays et en zone sahélienne.

La principale région retenue se situe bien à l'intérieur du Pays dans le "Ferlo", à l'écart des principaux courants d'échanges commerciaux, et loin des centres de décision ; ce secteur est représentatif du domaine "sylvo-pastoral" propre à de nombreux pays de la bande Soudano-sahélienne. L'aquifère exploitable dans cette zone est constitué par la nappe du Maestrichtien, faiblement réalimenté par deux affleurements latéraux mais de forte puissance et très étendue ; cette nappe est accessible grâce à des forages de 150 m de profondeur en moyenne mais un certain artésianisme permet d'obtenir un niveau statique entre 10 et 70 m sous le niveau du terrain naturel suivant la situation géographique du site. Des débits caractéristiques de quelques dizaines de $m^3/h/m$ y sont courants (10 à 30, voire 50). Dans la zone retenue pour le projet, l'eau est de bonne qualité (moins de 1 g/l de résidu sec) et ne présente pas, ici, de signe de dégradation depuis 30 ans.

L'autre secteur constitue un témoin dans la zone moins défavorisée et à vocation agricole dans le Bassin Arachidier. La ressource en eau provient de nappes plus superficielles des Calcaires du tertiaire normalement réalimentées par déversement depuis les nappes phréatiques : les débits caractéristiques obtenus sont importants (100 à 200 m^3/h par mètre de rabattement) et l'eau est de très bonne qualité : l'intense niveau d'exploitation actuel de cette nappe interdit toutefois une trop forte sollicitation de cette ressource pour des besoins non prioritaires.

Sur la base d'un inventaire général (B.R..M. 1981) une quarantaine de villages ont fait l'objet d'un classement en fonction de divers critères : motivations des populations, facilité de mise en œuvre des équipements, intérêt particulier dans le cadre d'une opération expérimentale et démonstrative, importance et qualité de la ressource en eau mobilisable... Le financement disponible a conditionné le nombre et le choix définitif des villages bénéficiaires de l'opération-test.

Pendant la durée d'instruction administrative du contrat régissant cette opération, les douze villages retenus ont bénéficié de campagnes d'information et de sensibilisation : en accord avec les autorités administratives et sous le contrôle direct des élus politiques locaux, les villageois ont constitué le groupement de producteurs, libéré les parcelles les plus adéquates, défini leurs besoins en intrants de première campagne en fonction des spéculations agricoles qu'ils avaient eux-mêmes

(1) Confiée au GERSAR sur financement du F.A.C.

retenues. Ils ont également mis en place, au moins au plan des principes, leur contribution au projet (cotisation, travaux collectifs, responsabilités au sein du groupement, relations avec le Comité de Gestion du forage préexistant...).

5. La situation d'origine constatée dans les villages conditionne les options techniques et le niveau d'investissement nécessaire à la mise en oeuvre du projet sur chaque site

Afin de limiter l'importance des équipements d'infrastructure et d'augmenter ainsi le nombre de villages-test, l'Administration a retenu de n'implanter la première opération pilote qu'à l'aval de forages préalablement munis de dispositifs d'exhaure. Ceux-ci peuvent être de nature et de performances très variables : éoliennes débitant environ 1 m^3/h pendant quelques heures, pompes à balancier rustiques mais limitées en débit (de 5 à 8 m^3/h), et toute la gamme des moyens de pompage mécanisés offrant des possiblités d'utilisation continue de débits importants (plusieurs dizaines de m^3/h)... dans la mesure où les approvisionnements en carburant sont assurés. Malgré cette diversité, le volume d'eau disponible quotidiennement sur les forages de l'opération-test sont relativement constants et de l'ordre de 50 à 100 m^3.

Il est ici intéressant de préciser les modes de gestion en vigueur sur les forages exploités, en milieu rural, au Sénégal et de présenter les Comités de gestion évoqués plus haut. Depuis 1981, ces Comités se sont mis en place progressivement sur chaque forage (équipé) et ont pour vocation d'assurer la liaison entre les villageois et les organismes extérieurs concernés, d'une part, et d'autre part, de "policer" les divers usages de l'eau considérée comme un bien collectif : il a notamment pour tâches de définir les heures de pompage, de faire appel à cotisations pour assurer les diverses dépenses de fonctionnement courantes et, en particulier l'achat de carburant, de mettre en place une "politique" tarifaire propre au village. Il rassemble normalement un représentant du Préfet, le président élu de la Communauté rurale, le chef du village, les représentants des différents groupes d'usagers, et un représentant du Ministère de l'Hydraulique auquel incombe la responsabilité de la maintenance des équipements.

Cette responsabilité qui était antérieurement dévolue à une société d'économie mixte (SO.M.H.) a été confiée depuis 1983 à une nouvelle Direction du Ministère (Direction de l'Exploitation et de la Maintenance). Cette Direction assume normalement la formation et la rémunération d'un "foragiste" détaché sur chacun des forages supervisés (plus de 200). Ce personnel est capable d'assurer la mise en service des installations de surface et de leur entretien courant ; il peut également diagnostiquer les pannes les plus graves et accélérer ainsi le processus de réparation quand il convient de faire appel aux moyens d'intervention des unités régionales de la D.E.M. : nous avons pu constater que l'efficacité de cette structure qui allait en s'améliorant entre 1981 et 1984 se dégradait à nouveau en raison d'une certaine insuffisance de moyens : les réparations qui n'exigent pas la remontée de la pompe sont le plus souvent réalisées dans les 48 heures, mais les quelques rares incidents qui interviennent sur les pompes posent encore problème.

L'opération-test a le plus souvent bénéficié de l'option préalable de restriction d'implantation aux seuls forages équipés : les compléments d'infrastructures se sont ainsi limités à la réalisation des quelques équipements d'hydraulique villageoise manquants ou défectueux (indispensable réservoir de sécurité et de régulation au sol, bornes-fontaines, abreuvoirs). Le Projet agricole strictement dit se limite, en principe, au raccordement sur ces infrastructures indispensables de canalisations d'adduction d'eau à la parcelle choisie pour les cultures irriguées. Celles-ci sont elles-mêmes équipées de divers systèmes de distribution de l'eau en particulier en fonction de la charge statique disponible en tête de réseau.

6. L'organisation du projet - Les objectifs initiaux n'ont été que partiellement suivis par les producteurs responsabilisés

Les producteurs isolés à l'intérieur du pays ont tous choisi de pratiquer un modèle de culture copié sur les périmètres maraîchers des "Niayes" de la zone du Cap Vert. Ce choix effectué parmi plusieurs alternatives , n'a pas été encouragé par la Direction du Projet en raison des hauts risques qu'il présente, mais est compréhensible. Il apparaît aux paysans comme moyen d'obtenir un revenu monétaire important à l'issue de plusieurs hivernages catastrophiques, insuffisants pour assurer la seule autosubsistance.

Le premier objectif imparti à ce projet était de contribuer à l'autosubsistance des populations rurales actuellement en situation de survie. Le projet avait donc prévu l'introduction de cultures très diversifiées dans l'assolement : cultures maraîchères capables de rentabiliser les coûts de campagne, mais aussi et surtout des cultures vivrières traditionnelles bien connues des producteurs. Des actions de reboisement (arbres fruitiers, brise-vents, pépinières) et de sécurisation de la production semencière ont également été préconisées.

Le choix des villageois a cependant été respecté pour les laisser "responsables" au sens propre du terme. Contrairement aux affirmations recueillies lors des enquêtes participatives préalables au lancement de la campagne, ces paysans n'avaient aucune pratique de la culture irriguée et du maraîchage seulement aperçu aux alentours des grandes villes.

Le suivi technique dont l'importance avait été pressentie s'est de fait révélé fondamental. Cette assistance mise en place 3 mois avant les premiers semis s'effectue à plusieurs niveaux d'intervention.

La responsabilité d'ensemble en est revenue à un ingénieur agronome pour assurer la "permanence" de la Direction du Projet sur le terrain de 6 mois, au cours de la première campagne de contre saison sèche, 3 mois enfin au cours de cette campagne. Il a été secondé par les fonctionnaires en charge, dans chaque arrondissement, de l'assistance technique des agriculteurs et éleveurs. Ces encadreurs constituent les Centres d'Expansion Rurale (C.E.R.) qui relèvent du Secrétariat d'Etat à la Décentralisation (Ministère de l'Intérieur). Localement, des fonctionnaires du Ministère du Développement Rural (M.D.R.) ont apporté leur contribution au suivi du Projet : agents départementaux de l'Agriculture ou des Sociétés de développement rural implantées dans ces deux régions: Société de Développement Agricole (SODEVA) et Société de Développement en zone sylvo-pastorale (SODESP).

Les participations de l'Institut Sénégalais de Recherche Agronomique (ISRA) et de l'Institut de Technologie Alimentaire (I.T.A.) ont été recherchées, non seulement pour la construction des données de base (choix variétaux, systèmes d'irrigation), mais aussi pour contribuer au suivi technique du Projet. Toutefois, ces compétences n'ont pu être effectivement mobilisées par la Direction du Projet en dehors d'un efficace volet "formation" entrepris auprès des encadreurs et surtout des paysans (CDH/ISRA).

Aux difficultés naturelles normalement escomptables pour ce type d'entreprise s'est ajouté le handicap d'un retard important de la première campagne pour des raisons purement administratives : les cultures sont ainsi arrivées en phase de production en pleine chaleur vers les mois de juin et juillet, ce qui n'a pas placé l'opétation-test dans la meilleure situation de référence, mais a permis de juger de la possibilité d'avoir tout de même des résultats intéressants même en période défavorable.

7. La récapitulation des dépenses engagées au cours de l'ensemble de l'opération-test financée par la Commission des Communautés Européennes témoigne d'une certaine dénaturation du projet : les ajustements nécéssaires apparaissent à l'évidence.

La charge globale de campagne (≈ 8 MF CFA) directement liée à la réalisation du présent projet correspond à une charge moyenne de 372 000 F CFA/ha et par campagne dont 83 % sont représentés par l'amortissement d'investissements physiques et 17 % par le report des travaux d'ingéniérie et de formation préalables au développement de ce projet. Il est important également de préciser que l'assistance technique indispensable pèse beaucoup moins lors de la mise en œuvre d'une tranche opérationnelle significative.

Le premier investissement directement à charge du projet représente une dépense élevée (5 420 000 F CFA/ha), mais essentiellement due à l'importante assistance technique nécessaire au lancement de ce projet inédit. Les investissements en infrastructures villageoises et pastorales, non directement liés à la réalisation du projet agricole, mais préalable indispensable, normalement financé par les crédits d'équipement nationaux, ont représenté les 2/3 des dépenses d'infrastructure. Toutefois, ce montant amortissable sur une période de 40 ans ne représenterait qu'une charge par hectare et par campagne de 35 320 F CFA en moyenne, soit moins de 10 % de la charge entière calculée ci-dessus, dans l'hypothèse où cette charge devrait être supportée par les producteurs.

La plus grosse partie des charges de campagne (en fait gratuite pour les bénéficiaires de la première année de test) correspond aux intrants consommables : semences, engrais, produits phyto-sanitaires, pour 112 000 F CFA/ha, et carburant pour 100 300 F CFA/ha. Une attention particulière devra être apportée à cette occasion à une analyse approfondie du poste de dépense "carburant". Le Projet a en effet le plus souvent supporté des consommations de carburant liées aux seuls besoins prioritaires : les consommations enregistrées sur les différents sites ne s'expliquent pas seulement par les différentes conditions de pompage.

Par ailleurs, il conviendra d'affiner les éléments nécessaires à la Direction du Projet pour instaurer une politique de tarification de l'eau. Les hauteurs de refoulement (y compris surélévation éventuelle dans un château d'eau) varient autour d'une moyenne de 40 m. On comprendra aisément la nécessité vitale de gérer au mieux ce poste. De plus, ces villages isolés ne peuvent espérer bénéficier un jour du raccordement au réseau électrique national, synonyme d'une diminution de moitié du coût unitaire de l'énergie.

Il existe, pour diverses raisons, une mauvaise utilisation des ressources en eau : forages sous exploités (pompe à balancier ou éolienne sur un forage de 10 ou 13 " capable de délivrer 100 ou 200 m^3/h...) ou dans de mauvaises plages de rendement des équipements. Ce dommage n'est pas trop grave en soi quand l'équipement en question permet de sortir d'une situation "tout ou rien" en assurant la survie des populations locales, mais est incompatible avec une utilisation de type économique des points d'eau.

8. Les résultats obtenus ont confirmé la difficulté de mise en œuvre d'un tel projet. Mais les rendements des cultures réussies ont cependant atteint des valeurs dépassant toute espérance et laissent bien augurer de l'avenir de l'entreprise

Le présent rapport a été élaboré à l'issue d'une mission d'expertise conduite par les membres du Groupement courant avril 1986. Il se propose de présenter une évaluation technique et économique d'une opération-test portant sur une utilisation marginale, aux fins d'irrigation de petits périmètres villageois, des installations d'exhaure de l'eau mises en place sur des forages existants et dévolues à la satisfaction des besoins prioritaires humains et pastoraux.

Ce projet initié fin 1984 a permis le déroulement de trois campagnes de production sur tout ou partie des 12 villages-témoins sélectionnés en milieu soudano-sahélien (150 à 450 mm de pluies), bénéficiaires d'équipements complémentaires et d'un suivi technique.

Les 2 premières campagnes (1 contre-saison, 1 d'hivernage) avaient pour objectif de contrôler la faisabilité technique d'insertion d'un tel projet dans un milieu naturellement hostile, où l'autosubsistance des populations constitue le grave problème que tout un chacun connaît depuis plus de 10 ans. Devant les premiers résultats encourageants, une nouvelle campagne de contre-saison au début de la période de récolte lors de la mission avait bénéficié d'un nouveau soutien technique extérieur : cette campagne a marqué le début de la prise en charge, au moins partielle, des coûts de production par les bénéficiaires du projet.

Nous avons volontairement opté dans l'élaboration de ce rapport pour une vision très rigoriste, voire pessimiste des résultats enregistrés par le Projet. Par ailleurs, nous lui avons conféré le caractère d'un bilan à un instant déterminé de la montée en régime de croisière, plus que d'une réelle évaluation économique d'un projet ayant atteint son régime de croisière.

Il convient, en premier lieu, de signaler que cette opération-test qui a permis l'équipement d'une vingtaine d'hectares irrigués, pour un montant total de 170 MF CFA environ, a été artificiellement et nécessairement alourdie, des dépenses liées à la mise à niveau des installations d'hydraulique rurale (1/3 des dépenses) normalement préexistantes dans la philosophie de ce projet et du coût de l'assistance technique induite par la conception et le lancement de ce programme original (un autre tiers des dépenses), sur un nombre de sites de faible étendue et encore trop dispersés.

Il est toutefois possible d'en dégager un certain nombre d'enseignements fondamentaux :

- les paysans font montre d'une réelle capacité d'adaptation à des techniques nouvelles pour eux (conduite des irrigations, cultures maraîchères, ...) ainsi qu'à l'accomplissement de toutes les opérations d'approvisionnement en intrants et de commercialisation des productions.

- si les résultats moyens enregistrés au cours des 2 premières campagnes sont encore restés modestes (rendements moyens de 13 T par hectare et par campagne, pour les cultures qui occupent la majeure partie de la sole et qui offrent les plus gros rendements : tomate - oignon - choux), quelques rendements inespérés (60 voire 80 T, soit le double des rendements objectifs) témoignent du gros potentiel de production mobilisable en milieu sahélo-soudanien.

- les pourcentages d'autoconsommation, de produits légumiers essentiellement, demeurent faibles (< 10 %). Les excédents importants trouvent sans problème un débouché sur le marché local et participent donc à l'amélioration de la ration alimentaire des populations sahéliennes, en substitution aux approvisionnements depuis la côte.

- l'utilisation d'une ressource "permanente" sur les forages autorise des calendriers culturaux décalés par rapport aux centres de cultures plus traditionnels et permet l'approvisionnement des marchés en période de soudure alimentaire, à une époque où les prix de vente sont élevés et valorisent pleinement les productions irriguées.

- il apparaît à l'évidence que la poursuite dans le temps de ce type d'action de développemnt privilégiera les productions de cultures facilement stockables ou transformables (pommes de terre, tubercules, ...) permettant d'assurer les meilleurs revenus.

- seuls 33 à 40 % des surfaces équipées ont été réellement mises en culture au cours des premières campagnes, en dépit d'une surface moyenne par attributaire réduite (environ 100 m^2), ce qui témoigne de l'inexpérience des producteurs à assurer les périodes de pointe des travaux, notamment lors des repiquages.

- des cas de retour au pays des travailleurs émigrés ont été notés.

En ce qui concerne **l'organisation du projet,** il nous est apparu que le maximum d'initiatives des groupements de producteurs était à encourager.

- l'expérience a montré que les meilleurs résultats étaient obtenus dans les villages où régnait, avant l'implantation du Projet, la meilleure harmonie entre les habitants appartenant à des ethnies ou familles différentes, notamment en ce qui concerne la gestion du forage : le Projet doit conserver et encourager la

maîtrise directe par les villageois de la conduite des actions de développement qu'il permet. Cela est vrai dès les phases de sensibilisation préalable à l'implantation du projet pour laisser les villageois maîtres de la localisation, de la forme du périmètre, des modes d'exploitation et d'irrigation, puis de commercialisation, ... dans les limites des contraintes techniques du site.

- des actions de formation complémentaires des agriculteurs (profitables également aux cultures pluviales) ont été très bien suivies et bénéficiaires au projet.

- les interventions des personnels locaux d'encadrement sur le terrain sont trop souvent décevantes alors qu'elles seraient la condition indispensable à un bon suivi technique et économique, en relais des agents nationaux ou expatriés, en charge de la Direction du Projet.

- un plus grand intéressement doit être obtenu, compte tenu des expériences acquises, de la part de services nationaux qui rassemblent des compétences trop souvent sous employées faute de moyens logistiques.

Outre l'amélioration de la connaissance du régime de réalimentation des nappes, le principal sujet de préoccupation qui nous semble persister et conditionner un large développement de ce type d'exploitation des ressources en eau souterraine, est celui de la nature des équipements préexistants sur le site du forage.

Il est primordial que ce Projet soit à la fois une conséquence et le moteur d'une meilleure organisation d'un service de maintenance des équipements hydrauliques parfaitement formé et outillé pour garantir la continuité de la distribution de l'eau.

Les résultats économiques escomptables, compte tenu des observations réalisées sont prometteurs :

- sur la base d'une espérance - probablement sous-estimée - d'un rendement moyen de 20 T par hectare, toutes cultures confondues, en contre-saison et de 12 T en hivernage, les produits bruts correspondants devraient s'élever, dès la première campagne et une fois déduite l'autoconsommation, à 1 500 000 F CFA par hectare et par cycle, ce qui permettrait de dégager une marge de 1 100 000 F CFA par hectare et par cycle une fois remboursées toutes les charges directes de culture, y compris le coût de l'eau d'irrigation,

- les produits monétaires escomptables après obtention du régime de croisière sont de l'ordre de 3 à 4 millions de F CFA par hectare et par cycle dans l'hypothèse d'une spécialisation partielle dans des cultures comme l'oignon ou la pomme de terre, en contre-saison, et surtout des légumes africains en période de soudure,

- sans atteindre une telle spécialisation, les produits bruts dégagés, qui seront au minimum de 3 MF CFA par hectare et par an (et pour 2 cycles) permettront :

. la couverture de charges directes et proportionnelles de campagne estimées à 1 MF CFA en culture intensive,

. le remboursement de charges fixes d'amortissement de premier investissement et de constitution d'un fonds de renouvellement des équipements (500 000 à 1 MF CFA/ha/an suivant les hypothèses),

. la libération d'une marge nette de rémunération du travail des producteurs de 1 à 1,5 MF CFA par hectare et par an (pour 2 cycles). En cas de culture continue (2,5 à 3 campagnes par an), ces résultats seront améliorés de façon très significative.

- la rémunération de la journée de travail devient, en deux campagnes, très motivante pour les cultures de contre-saison exigeantes en main d'œuvre : 2 000 à 3 000 F CFA pour les 500 journées environ de travail par hectare ainsi créées dans une zone en pénurie d'emplois rémunérateurs (le niveau d'un salaire minimum pour un emploi aléatoire d'ouvrier spécialisé à Dakar est de 1 000 F CFA/j),

- toutefois, cet emploi est, pour l'instant, émietté entre un trop grand nombre d'attributaires (30 à 120/ha), ce qui conduit à une redistribution monétaire, en sus de l'autoconsommation, souvent trop faible pour assurer un revenu permanent suffisamment motivant,

- les villageois vont probablement s'orienter, comme cela a déjà été constaté sur 2 des périmètres, vers une exploitation individualisée sur de plus vastes surfaces : cette tendance correspondra à la création d'un secteur irrigué au sein des exploitations agricoles existantes, dont la partie irriguée, suffisamment significative (800 à 1 000 m^2 par exploitant), sera intégrée dans le système traditionnel de cultures pluviales (en moyenne 8 000 m^2 par actif),

- des effets induits non négligeables sont également à attendre dans la conduite des cultures pluviales (amélioration de technicité, introduction de la culture attelée, sécurisation de la récolte sur une partie des parcelles semées à proximité du forage et pouvant bénéficier d'une irrigation de complément en cas d'insuffisance de précipitations, développement d'arbres fruitiers et fourragers, garantie de production des semences ...),

- des actions fondamentales de prise en charge de leur propre développement par les villageois sont à encourager, notamment en matière de boisements villageois (production de pépinières sous irrigation) et d'amélioration de l'élevage, que ce soit de petits

animaux en hors-sol, ou des troupeaux de case, par l'utilisation de sous-produits des cultures. L'évaluation des avantages économiques retirés de la production de bois de chauffe ou de fourrage aérien, en plus du rôle de stabilisation des sols joué par les arbres, bien que difficile à chiffrer rigoureusement, devrait cependant intervenir dans l'estimation du taux de rentabilité interne du projet, de même que les valeurs ajoutées apportées par les différentes formes d'élevage villageois sécurisées par le programme, notamment en milieu pastoral.

9. L'impact escomptable de ce modèle de développement est énorme au plan local : le maintien d'une activité rémunératrice est capable de fixer les jeunes ruraux et de les faire participer à la garantie de l'autosubsistance des populations du Sahel - elle participe concrètement à la lutte contre la désertification

Les avantages induits du projet sont maintenant évidents à l'échelle des premiers village bénéficiaires :

- emploi, motivation et fixation d'une partie de la population (emplois directs et indirects),

- approvisionnement des marchés locaux, amélioration de la ration alimentaire des villageois,

- contribution à l'amélioration des pratiques de culture, de récolte , de stockage et de transformation des produits agricoles,

- incitation des villageois à mieux s'organiser pour prendre en charge leur survie d'abord, leur développement ensuite, par encouragement aux initiatives de développement locales (pépinières et boisements villageois, production de semences de cultures d'hivernage, effets induits de l'amélioration des pratiques culturales, introduction de la culture attelée, élevage d'embouche, élevage hors-sol, ...),

Sous réserve de la vérification des capacités de réalimentation ou des tolérances de prélèvement sur les différents aquifères sollicités, le Projet prévoit en moyenne l'équipement de 2 ha de culture intensive sous irrigation totale (en contre-saison) à l'aval des forages productifs non saturés par la couverture des besoins prioritaires, dans l'ensemble de la zone sahélienne du Sénégal.

Divers programmes d'hydraulique villageoise concourrent chaque année à la réalisation de plusieurs dizaines de nouveaux forages. Si une prudence certaine est à observer dans l'exploitation de la ressource constituée par des nappes aquifères encore insuffisamment connues, il est cependant raisonnable d'escompter la mise en culture intensive de 1 000 à 1 500 hectares en contre-saison et de sécuriser les productions céréalières d'hivernage sur une surface de près de 5 000 hectares.

Cette activité est susceptible de fournir un emploi rémunéré direct à plus de 50 000 paysans habituellement désœuvrés hors hivernage, sans compter les emplois induits dans les secteurs secondaires et tertiaires dans des régions actuellement démunies en services.

Les hypothèses réalistes de rendement, confortées par cette première campagne, permettent d'escompter la production d'environ 20 à 30 000 tonnes de légumes frais (ou transformés), ce qui représente environ la moitié du tonnage actuel des importations du pays. Ce résultat reste toutefois très en deçà des objectifs de production nationale de ce secteur (400 000 T/a).

Si les objectifs de ce projet sont globalement marginaux en regard des besoins en approvisionnement du pays (environ 10 %), ils revêtent une importance fondamentale dans l'aménagement du territoire.

Il semble, au vu des remarques effectuées au cours de cette opération-test, que contrairement à ce que l'on pouvait penser à priori, ce type de projet soit susceptible de s'intégrer ainsi bien dans un milieu sylvo-pastoral que dans les régions d'agriculture traditionnelle. La part prépondérante prise progressivement par les femmes dans la conduite des cultures irriguées, en relais des hommes, pasteurs souvent nomades, autorise le maintien d'un habitat dispersé dans les vastes étendues qui offrent un capital fourrager fantastique. La densification des points d'eau, l'instauration d'une tarification cohérente, iront de paire avec une optimisation de la taille et de la gestion des troupeaux, en complément et non en concurrence, avec un développement des productions céréalières et légumières.

Enfin, ces petits périmètres irrigués, à taille humaine, directement gérés par les villageois doivent constituer, non pas une alternative aux programmes fondamentaux d'amélioration des cultures pluviales là où elles sont possibles, ou encore aux grands projets d'aménagement des vallées des grands fleuves, mais l'une des actions entreprises par les Etats pour prendre en main leur propre développement.

Diverses options restent ouvertes et sont du ressort du pouvoir décisionnel des Administrations, notamment en ce qui concerne la définition d'une politique tarifère et de gestion de l'eau ainsi que les objectifs et les moyens alloués aux services en charge de la maintenance des équipements hydrauliques et du suivi des productions agricoles. La mise en place d'un volet "recherche développement" en milieu paysannal sahélien s'impose également pour permettre l'établissement de normes agro-économiques actuellement inexistantes notamment en ce qui concerne l'économie de l'eau d'irrigation.

Cette première expérience sénégalaise montre bien que l'harmonisation des politiques d'aménagement de ces petits périmètres villageois doit être progressivement recherchée et mûrie au fur et à mesure de l'observation des résultats. Cette démarche concerne bien sûr tous les partenaires de ce projet, responsables nationaux et aide extérieure, dont la convergence de l'action pour bâtir de manière réaliste un modèle souple, conditionne la possibilité de le reproduire sur l'ensemble de la zone Sahélienne Sud-Saharienne.

10. Ouverture au développement rural intégré en milieu sahélien

L'observation "microscopique" des 12 petits périmètres irrigués témoins de l'opération-test ne doit pas masquer les effets macroscopiques d'un tel modèle de développement. Si ce projet ne présente en lui-même guère d'originalité, au plan technique, il apparaît à l'évidence que ces quelques minuscules taches vertes dispersées dans l'immensité du Ferlo ne constituent pas un but suffisant en soi.

Nous rappellerons certes qu'il contribuent à l'amélioration des rations alimentaires des populations avoisinantes, et peuvent garantir partiellement la production de cultures vivrières d'hivernage, mais nous leur confèrerons avec assurance un rôle moteur dans les processus de revitalisation du milieu sahélien, revitalisation dont les produits sont encore difficilement chiffrables.

Là où durant les derniers hivernages catastrophiques, l'équipement d'un point d'eau se traduisait paradoxalement par l'aggravation du sort des populations locales par surcharge des infrastructures et pâturages, une meilleure gestion de la ressource doit renverser ce processus : il nous semble en effet que cet aspect de gestion concertée des ressources est un facteur nouveau dans une région où les populations sont, de façon ancestrale, habituées à prélever leurs besoins sur les ressources naturelles, notamment par la voie du nomadisme. L'accroissement démographique, l'augmentation de la pression foncière, le tarissement des aqui-fères de surface lié à la sécheresse, se traduisent par une surexploitation - localisée - des pâturages et des forêts.

L'évolution des mentalités des populations du Sahel prenant conscience de la nécessité de gérer la principale ressource - l'eau - doit faciliter l'introduction de la gestion simultanée de l'environnement de chaque point d'eau. L'affectation quotidienne de la quasi totalité du débit disponible et la mise en place d'une politique tarifère (nationale ou à l'échelle de chaque "groupement de forage") contribueront à la régularisation des flux migratoires de gros troupeaux, trop souvent synonymes de dévastation.

Par là même seront sauvegardées les productions fourragères qui existent au Sahel en dépit des trop faibles précipitations, qu'il s'agisse des pâturages ou des sous produits de la forêt clairsemée.

La dissémination des villages bénéficiaires d'un tel projet doit également se traduire par un rééquilibrage de la densité démographique. Un grand nombre de villages de moyenne importance (quelques centaines d'habitants) est plus apte à préserver une exploitation rationnelle de l'environnement (terres, arbres, eau) que de trop peu nombreux centres de regroupement de population.

Cette approche "passive" doit en outre être complètée par une démarche volontariste de maîtrise du terroir par les populations :

- amélioration des cultures pluviales (techniques culturales, production de semences, conservation et stockage, ...),

- augmentation de la valeur énergétique du capital fourrager par l'intégration agriculture-élevage si souvent prônée, mais qui trouve là un terrain de choix,

- développement des échanges et régulation progressive dans l'équipement en infrastructures et en services des zones rurales grâce à la mise sur le marché de marchandises, à la création de flux monétaires, à l'amélioration des conditions de vie et de solvabilité des villageois, ...,

- enfin et peut-être surtout, possibilité de contribuer efficacement au vaste mouvement national de prise en compte de la politique de reboisement.

Durant la dernière décennie, la grave surexploitation des forêts a eu pour effet heureux de sensibiliser, non seulement les techniciens et autorités administratives des Etats du Sahel, mais aussi, et cela est sans doute encore plus important, des populations rurales : sur le modèle des quelques projets de reboisement disséminés sur l'ensemble du pays, des villageois tentent spontanément de se livrer à la création de pépinières et boisements villageois. Ces initiatives sont malheureusement trop souvent vouées à l'échec faute de technicité et de permanence de la ressource en eau.

Les P.P.I.V.F. sont LE moyen d'assurer la production, directement par les futurs bénéficiaires, de plants en pépinières. Chaque année, une petite sole peut être consacrée à la levée de plants en poquets, sous irrigation. Plusieurs techniques sont concevables en fonction des plantes introduites dans l'exploitation forestière et de leur résistance à la sécheresse.

Mais, ce qui nous apparaît maintenant fondamental est que la réussite d'un programme national de reboisement passe par la sécurisation de l'approvision-

nement en eau des pépinières et la maîtrise du projet par des populations encouragées à prendre leur sort en main.

L'ensemble des produits directs ou indirects du P.P.I.V.F. - produits vivriers, maraîchage, semence, élevage, forêt - doit ainsi concourir à sa rentabilisation économique et sociale.

L'utilisation des ressources en eau à l'échelle d'un village : perspectives de développement de petits périmètres irrigués de saison des pluies et de saison sèche au Yatenga. Contraintes techniques et socio-économiques

P. DUGUE

*DSA/CIRAD**

RESUME

Les quatre dernières années de sécheresse (1982/1985) ont remis en cause l'intensification des systèmes de culture pluviale au Yatenga. Des précipitations annuelles de l'ordre de 300 mm ne permettent pas d'assurer une production céréalière en dehors des zones de bas-fond où l'eau de ruissellement s'accumule. A partir de ce constat, nous avons envisagé de développer dans un village deux systèmes culturaux irrigués : un système de saison sèche de cultures maraîchères à partir des ressources en eau existantes (système déjà bien vulgarisé au Yatenga) et un système d'irrigation de complément en saison des pluies à partir de micro-retenues alimentées par les eaux de ruissellement. Cette expérience, encore très partielle, s'attache à développer ces systèmes dans une perspective de diffusion vers n'importe quel village de la Province, et non pas à favoriser uniquement quelques sites reconnus pour leur potentiel en eau d'irrigation (grands périmètres de Ouahigouya par exemple). Mais les contraintes techniques et socio-économiques sont importantes. Quels moyens mobiliser pour mettre en valeur les eaux des nappes (forages à grande profondeur...) ? Qui doit profiter de ces petits aménagements ? Les collectivités ou des paysans individuels ? Que représenterait, du point de vue économique et vivrier, le développement de ces systèmes de culture irriguée ?

I - INTRODUCTION

Les paysans du Yatenga (Nord Ouest du Burkina Faso) ont connu ces quinze dernières années plusieurs périodes de sécheresse qui ont réduit considérablement la production agricole et entraîné une importante dégradation du milieu naturel.

Les efforts menés par la recherche agronomique et les organismes de développement n'ont pas abouti à augmenter de façon significative les rendements des cultures vivrières. Ceux-ci sont étroitement corrélés à la quantité et à la répartition des pluies durant la saison de culture. Les modèles classiques d'intensification (fertilisation, culture attelée, variétés améliorées) n'ont pas permis de sécuriser la production agricole face aux aléas climatiques. Mais les efforts entrepris en matière de conservation des eaux et du sol (lutte contre le ruissellement en nappe) portent actuellement leurs fruits.

Outre les problèmes d'auto-suffisance alimentaire, l'agriculture ne peut actuellement pas apporter les ressources monétaires nécessaires à son expansion. Même en année humide, l'importance des productions commercialisables (arachide, niébé, céréales) est très limitée et ne complémente que faiblement les ressources monétaires liées à l'élevage (petits ruminants).

De ce constat, il apparaît que l'intensification à partir des petits périmètres irrigués de saison des pluies et de contre-saison est une voie à explorer.

* DSA/CIRAD BP 596 OUAGADOUGOU - BURKINA FASO
Programme de Recherche sur les Systèmes de Production - INERA

Figure 1 - Carte de situation du Yatenga au Burkina Faso

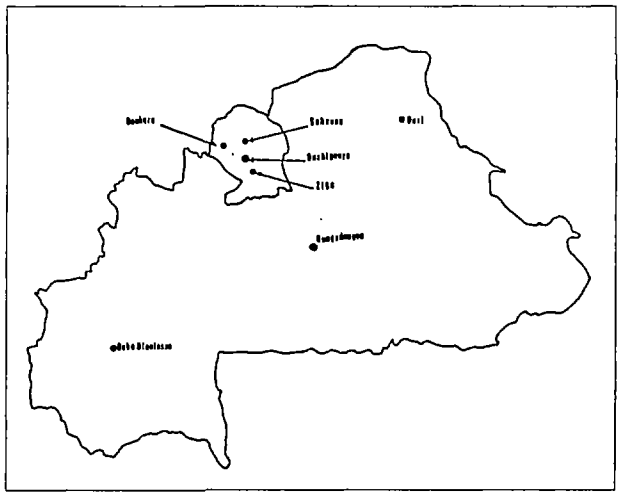


Figure 2 - Variations pluviométriques de 1920 à 1986 à OUAHIGOUYA

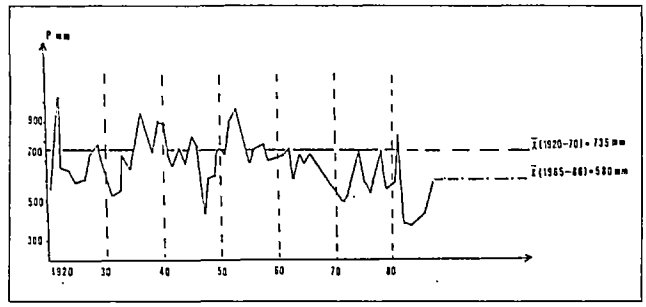
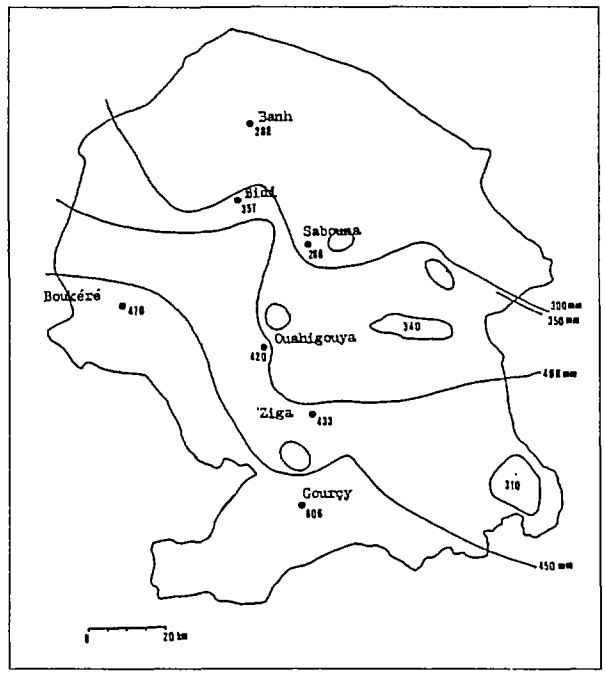


Figure 3 - Carte des isohyètes. Province du Yatenga 1983



II - LES SYSTEMES DE CULTURE EN CONDITION DE SECHERESSE

Quelles voies pour l'intensification de l'agriculture au Yatenga ?

1. Les conditions de milieu et les difficultés d'intensification

Ces expériences sur la petite irrigation, encore très modestes, s'intègrent dans un programme de Recherche Développement qui concerne la Province du Yatenga (FIG. 1). Les objectifs de ce programme visent à définir des techniques permettant d'augmenter la production agricole en valorisant au mieux les ressources existantes (eau, terre, travail, capacité d'investissement).

La pluviosité des 15 dernières années

- La moyenne pluviométrique annuelle est passée de 735 mm pour la période 1920-1970 à 580 mm pour la période 1965-1986 (poste météo de Ouahigouya - fig. 2). Cette dernière période a connu 11 années en dessous de 450 mm. La période la plus critique a été 1982-1985, durant laquelle certains villages de la province ont reçu des pluviométries annuelles inférieures à 350 mm (Sabouna 1985 : 286 mm, Ziga 1984 : 350 mm). Même pour une année comme 1985, jugée acceptable par les services de développement, on constate qu'il subsiste des zones de sécheresse essentiellement situées dans le nord du Yatenga (fig. 3). Ce phénomène de poche de sécheresse est moins accentué en 1986 (la meilleure année depuis 1981) du fait d'une forte pluviométrie en août, mais on a enregistré une mauvaise répartition spaciale des pluies au cours du mois de juillet : Sabouna 188 mm, Ziga 61 mm.

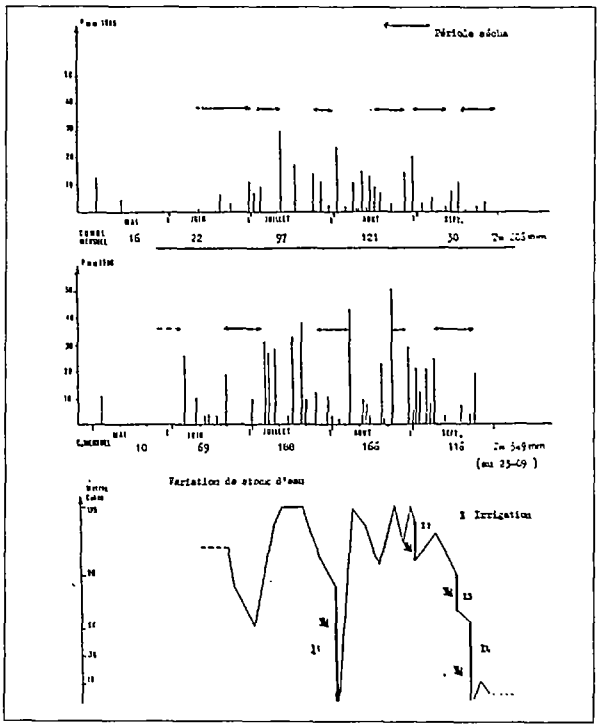
A l'échelle de la Province, le risque que certaines zones (surtout le nord) connaissent des accidents climatiques est quasi-permanent. Il en est de même pour la répartition durant la saison agricole à l'échelle d'un village. Il est exceptionnel, même avec une pluviométrie totale de 500 mm, de ne pas connaître durant le cycle végétatif des périodes de stress hydrique et même de bonnes techniques de travail du sol ne permettent pas toujours de tamponner les aléas (fig. 4). Ceux-ci sont exacerbés par une dégradation des sols (destructuration, colmatage de surface) qui accroît le ruissellement et dirige les eaux de pluies vers les bas-fonds.

Les répercussions sur les systèmes de production

- Globalement, les rendements des cultures (mil, sorgho, arachide) sont corrélés au total pluviométrique annuel et à sa répartition décadaire (ALBERGEL et al. 1984). Ceci est à moduler du fait de l'existence de bas-fonds dans la plupart des villages qui connaissent de bonnes productions en année sèche (1984) et craignent les excès de pluies en juillet et en août (1985-1986).

On a pu assister, après quatre années de sécheresse, à une baisse importante des revenus agricoles et à un recul des premiers acquis du développement (culture attelée, fertilisation minérale, etc...).

Figure 4 - Répartition journalière de la pluviométrie à Sabouna en 1983 et 1985 et variation du stock d'eau de la micro-retenue expérimentale en 1986



Cette situation économique a été modulée par les ressources dûes aux migrations, aux ventes d'animaux et, tout récemment, au développement de l'orpaillage (1986).

Les propositions techniques d'intensification

- La densité de population au Yatenga (25 à 70 habitants/km2)oblige le développement agricole à proposer des solutions d'intensification des systèmes de culture.

De la mise au point d'un référentiel technique adapté, il ressort plusieurs propositions vulgarisables : variétés à cycles précoces, techniques de DRS, fertilisations adaptées aux types de sols, culture attelée légère. Toutefois, ces propositions rencontrent des difficultés d'application dans la zone nord en années sèches. L'intensification des bas-fonds, du fait de leur régime hydrique instable, pose des problèmes encore non résolus. Tout ceci nous a amenés à envisager l'irrigation comme une solution potentielle pour l'intensification de l'agriculture au Yatenga.

2. Les ressources en eau à l'échelle villageoise

L'eau des nappes phréatiques représente la majeure partie de l'eau disponible en toute saison. A cela, il faut ajouter les mares temporaires (juin-octobre), les boulis (retenue traditionnelle) et les retenues ou barrages. Ces derniers sont de deux types : les retenues de moyenne capacité (type GERES ou barrage en gabions) et les ouvrages de grande capacité (Ouahigouya, Goinré). La répartition spatiale de ces ressources est variable (BURGEAP, 1975). Bon nombre de villages (près de 50 % selon les estimations) rencontrent en saison sèche des problèmes d'alimentation en eau. On assite actuellement à une forte mobilisation des villageois autour du thème de l'eau. Parallèlement aux opérations de développement en hydraulique, les paysans n'hésitent pas à creuser eux-mêmes des boulis, essentiellement pour abreuver les troupeaux en fin de saison des pluies.

Les cultures irriguées

- Si l'on exclut les quelques grands périmètres (Goinré, Tougou, Thiou), la culture irriguée est synonyme de maraîchage de contre-saison. Ces dernières années, on a pu observer de rares tentatives d'irrigation de complément de saison des pluies par des paysans. Ceci se limite le plus souvent à quelques dizaines de pieds d'aubergines "Kumba" (Solanum aethiopicum) arrosés à la callebasse à partir de mares temporaires. Ces expériences sont très révélatrices des conditions climatiques actuelles de la production agricole.

Cette communication est essentiellement centrée sur l'irrigation de complément de saison des pluies. Les quelques expériences menées sur le maraîchage de contre saison à Sabouna et Boukéré (1984, 1985) font ressortir les limites de ce système de culture :

- les ressources en eau sont souvent limitantes en fin de cycle de cultures (mars)

- l'objectif principal des maraîchers est la vente de leurs produits, d'où des problèmes de commercialisation : une réflexion doit être menée sur le rôle du maraîchage dans l'objectif d'auto-suffisance alimentaire.

S'il est important de continuer les actions dans ce domaine, celles-ci ne pourront pas être généralisées, à court terme, à tous les villages du Yatenga.

III - QUELQUES EXPERIENCES D'IRRIGATION DE COMPLEMENT ENTREPRISES AU YATENGA : Résultats et contraintes techniques

1. Les objectifs visés

Ces expériences ont débuté en 1985 et ont été étendues

en 1986 en collaboration avec le CIEH (Centre Interafricain d'Etudes Hydrauliques). Après 1984, année catastrophique pour toute la Province, il apparaissait important de valoriser les eaux stockées en saison des pluies par une irrigation de complément. Ceci n'exclut pas la valorisation des eaux de ruissellement par augmentation de la réserve utile des sols cultivés (DUGUE, 1986). Ce travail est mené dans le cadre de l'amélioration des capacités de production des systèmes agraires villageois et n'a pas uniquement pour objectif de valoriser les quelques retenues déjà existantes. Est-il possible de proposer un modèle vulgarisable à l'échelle du Yatenga (600 villages) à un coût acceptable pour le développement et facilement maîtrisable par les producteurs ? Notre réflexion sera centrée sur le territoire du Sabouna. D'autre part, l'objectif technique est d'apporter une irrigation de complément (150 à 50 mm/cycle) en saison des pluies sur des cultures vivrières (sorgho, maïs, gombo, kumba...) facilement commercialisables.

2. Les résultats d'exploitation de différents modèles de retenues et micro-retenues

2. 1 Les sites à valoriser à Sabouna en saison des pluies (fig. 5)

Nous avons exclu ici les nappes phréatiques (puits, forages) car le temps de pompage manuel serait trop important à une époque où les travaux de semis monopolisent le temps disponible.

Figure 5 - Les différents périmètres d'irrigation contre-aléatoire testés à Sabouna

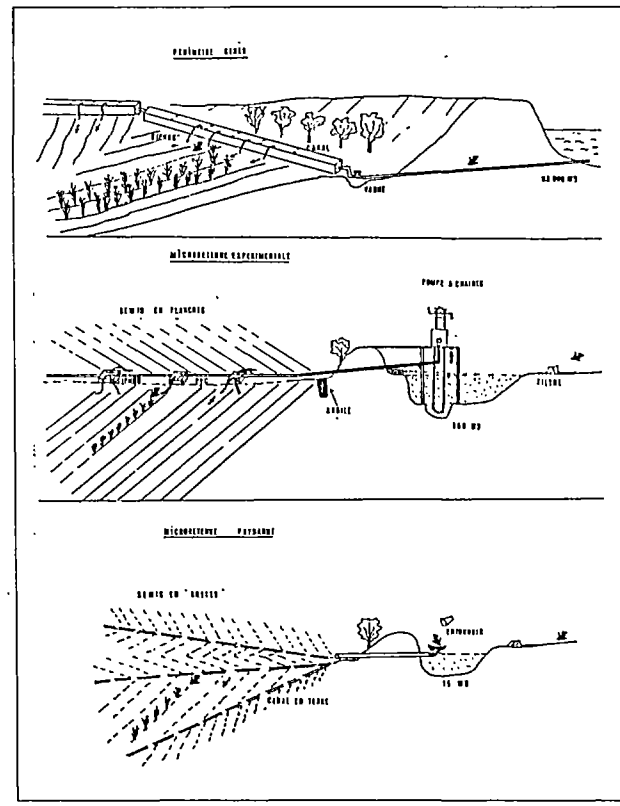


Tableau 1 - Les différents sites à valoriser à Sabouna

	Situation topographique	Capacité et période de stockage	Type d'exhaure	Utilisation traditionnelle
Retenue GERES	entre deux cuirasses zones d'écoulement important	15 000 à 25 000 m^3 juin-févr. ou avril selon l'année	tuyau d'amenée sous la digue (GERES (1962/63)	- abreuvement des troupeaux - irrigation par submersion en aval
Boulis	zone de fort ruissellement (bas de cuirasse ou talweg)	2 500 à 3 000 m^3 juin, décembre	manuel ou tuyau PVC* ou siphon	- abreuvement des troupeaux - usages domestiques
Micro-retenue (individuelle)	zone de ruisellement en brousse	100 à 10 m^3 fin juin, fin sept.	manuel	- abreuvement

* installé par le programme R/D

Les paysans de Sabouna sont sensibles au stockage de l'eau de ruissellement, d'où leur motivation à creuser des boulis. La valorisation de l'eau par l'irrigation n'était quasiment pas pratiquée avant 1985, si l'on exclut le maraîchage (1,5 ha environ en saison sèche 1985/86).

2. 2 Les sites de capacité moyenne

La retenue GERES possède un tuyau d'amenée de l'eau mais celui-ci débouche au point bas de l'aval (fig. 5). Pour irriguer, il a fallu construire deux canaux (brique en terre + ciment) qui sont alimentés lorsque le

niveau de l'eau dans la retenue est au dessus du niveau des canaux (fin juin). L'eau des canaux est directement siphonnée vers les lignes de culture. Ces petits travaux d'aménagement, d'un coût d'environ 75 000 francs CFA (1 500 FF) ont permis au paysan propriétaire du champ d'irriguer en 1986 2 500 m2 de maïs, gombo et Kumba. Le piment et le tabac sont repiqués en culture relais du maïs en août et récoltés d'octobre à décembre. La capacité de la retenue permet d'irriguer jusqu'en décembre sans qu'il y ait de conflit avec les autres villageois.

Les rendements obtenus en 1985 (pluviométrie 286 mm) en poids d'épis commercialisables varient entre 5900 kg/ha et 6500 kg/ha selon la variété, ceci avec une densité d'épis à la récolte faible de 5/m2 (en poids sec de grains, ces rendements sont estimés à 2 500/3 500 kg/ha). Du fait du manque d'eau en décembre 1985, les cultures maraîchères (novembre - mars) sur ce périmètre ont occupé une faible surface (300 m2). Le travail mené à partir de cette retenue reste insuffisant en regard de la quantité d'eau stockée. Un projet d'extension du périmètre est envisagé pour 1987 avec la participation de groupements de paysans (2 500 m2 supplémentaires). Cette retenue construite pour la collectivité est actuellement valorisée par un seul paysan, propriétaire traditionnel du foncier en aval de la retenue. Le problème de gestion collective de cette retenue reste posé.

Les boulis.

Deux boulis ont été creusés par les villageois en 1984/85 et 1985/86. L'objectif premier est d'avoir, non loin du village, de l'eau pour l'abreuvement des troupeaux, la fabrication des briques et les usages domestiques. De ce fait, les sites ne sont pas sélectionnés pour leur potentialité en terrain irrigable. Ces travaux ont été menés sans appui du développement. Sous la digue de l'un des boulis, il a été installé un tuyau PVC permettant l'irrigation par gravité en aval à partir de canaux en terre (BARLET, 1985). La parcelle de maïs a été cultivée collectivement et, comme la majorité des parcelles de groupement, a été négligée au semis et au sarclage (malgré les possibilités offertes par l'irrigation d'appoint). La parcelle a souffert d'engorgement et d'érosion en raison du mauvais emplacement du déversoir du bouli. Faute d'entretien, la situation s'est dégradée en 1986.

Les rendements en maïs obtenus en 1985 sont de l'ordre de 4 800kg/ha d'épis commercialisables (2 000 kg/ha équivalent grain). Après la récolte du maïs, il n'a pas été possible de faire une culture dérobée car ce site n'est pas protégé de la divagation des animaux. Le coût d'installation de ce site est pratiquement nul, le creusement a demandé environ 1 000 journées de travail/homme. Les problèmes techniques rencontrés seraient résolubles si les producteurs se mobilisaient. Exploité par un groupement d'une vingtaine de paysans, ce périmètre les interesse en fait peu (gain individuel trop faible ?)et ils préfèrent se concentrer sur leurs propres parcelles.

L'intérêt de ces sites

La construction de ce type de retenue n'est envisageable qu'à partir de la mobilisation d'un grand nombre de villageois (un quartier de 900 habitants pour l'exemple précédent) ou si l'on peut financer le travail d'engin de terrassement.

Ces deux conditions limitent le nombre de ces retenues à quelques unités par village. Comme l'ont précisé les paysans de Sabouna, les possibilités d'irriguer profitent à quelques individus ou groupements. L'organisation collective du travail et la mobilisation des ressources monétaires qui en découlent restent encore peu efficaces au Yatenga. L'existence de champs collectifs dépend le plus souvent d'incitationss des organismes de développement. Pourtant, ces petites parcelles d'irrigation de complément (de l'ordre de 0,5 ha par retenue) pourraient offrir aux collectivités les moyens financiers qui leur manquent (financement des écoles, pharmacie villageoise, etc...).

3. LES MICRO-RETENUES

Les difficultés précédentes nous ont poussés à concevoir un modèle de micro-retenues maîtrisable par une famille ou un petit groupe de familles. Un site expérimental a été aménagé en avril 1986 et, parallèlement, deux paysans ont creusé une micro-retenue pour leurs propres besoins.

Les résultats du site expérimental :

La saison des pluies a été dans l'ensemble satisfaisante et n'a pas permis de valoriser au mieux ces dispositifs. Le semis du sorgho (1 700 m2 sur les 2 000 m2 irrigués) s'est effectué le 7 juillet. Cette date, optimale pour une variété précoce comme l'IRAT 204 (90 jours) ne permet pas d'envisager une culture relais après sorgho (récolte vers le 10 octobre). Un semis précoce de maïs au 20 juin (récolte vers le 25 août) aurait permis cette alternative plus productive et favorisant l'irrigation de septembre (niébé dérobé pour le fourrage, éventuellement le grain). Après semis, il y a eu trois périodes de sécheresse (fig. 4) :

- 2° décade de juillet p = 34 mm	irrigation le 31-7	40 mm
- fin août 6jours sans pluie	irrigation le 31-8	11 mm
- 2° décade de septembre p = 10 mm	irrigation le 15-9	11mm
	irrigation le 19-9	27 mm
	total	92 mm

Après le 24 septembre (pluie de 18 mm), le sorgho étant au stade pâteux, l'irrigation n'a plus d'intérêt, seules les parcelles de piment et gombo pourront encore être arrosées. L'irrigation du 31 août n'était pas néces-

Tableau 2 - Caractéristiques des micro-retenues

	Situation topographique	Capacité et période de stockage	Type d'exhaure et coût *	Utilisation de l'eau
Site expérimental	limite entre zone indurée et zone cultivable	100 m^3 juin fin sept.	pompe à chaîne ou motopompe + PVC et siphon (gravité) 200 000 FCFA	- essai irrigation de complément - sorgho - maïs, gombos - pois d'angole total : 2 000 m^2
Micro-retenue du paysan	digue en terre sur une petite ravine	15 m^3 fin juin fin sept.	manuel PVC + entonnoir + + canaux en terre 15 000 FCFA	- maïs - pois d'angole total : 500 m2 (théoriques)

* n'est pas compris le coût du travail manuel de terrassement (100 jours/homme dans le 1er cas)

saire, mais par sécurité, une dose de 11 mm a été apportée alors que la retenue était pleine (130 m3). Sur l'essai sorgho, il a donc été apporté une dose totale de 92 mm, répartie en quatre fois. Ces données sont des estimations, car à cette époque, nous ne possédions pas de compteur à eau. Les doses d'irrigation sont calculées arbitrairement après une période de 5 ou 6 jours sans précipitations.

A la récolte, les rendements obtenus en sorgho sur le traitement irrigué-labouré était de 21 qx/ha, sur le traitement irrigué non-labouré de 13 qx/ha et sur le traitement non irrigué-non labouré de 12 qx/ha. Le gain dû à l'irrigation de complèment est de 6 qx/ha (+ 40 %) si l'on travaille le sol et seulement de 1 qx/ha pour un semis direct sans travail du sol. Ces écarts sont relativement faibles. Ils s'expliquent dans le premier cas parce que le terrain de cette expérimentation provient d'une parcelle cultivée en mil de façon continue depuis plus de 30 ans. Les conditions de fertilité du sol ont dû être le facteur limitant malgré un apport d'engrais (37-23-14 unités/ha). Vu le potentiel de la variété de sorgho IRAT 204, un rendement probable de 30 qx/ha pourrait être obtenu avec l'irrigation de complément.

Ces hypothèses devront être vérifiés par la suite (analyses de sol, bilans hydriques et reconduction de l'essai en 1987). Les premières conclusions peuvent néanmoins être tirées :

- Le ruissellement sur les surfaces dégradées suffit largement à fournir l'eau d'irrigation pour 2 000 m2, en saison des pluies (20 mm = 40 m3)

- l'irrigation de complément optimise les rendements, mais elle est un peu valorisée en année pluviométrique satisfaisante, sauf si elle permet une culture dérobée (dans ce modèle, la micro-retenue est vide au 15 octobre)

- de ce fait, l'investissement doit être peu prohibitif et facilement rentabilisé par des cultures de vente arrivant sur le marché avant les productions en pluvial strict (maïs, sorgho)

- si l'on considère que cet investissement sera remboursé par un paysan, il faut que celui-ci maîtrise totalement ce système de culture de conception nouvelle pour lui : doses d'irrigation, périodicité, fertilisation adéquate surtout sur maïs. Ces travaux ne doivent pas trop concurrencer les travaux habituels sur les autres parcelles.

Deux problèmes techniques n'ont pas encore été résolus : l'étanchéïté de la retenue et l'exhaure. Une tranchée d'argile compacté devra être placée en aval. De par les pertes par infiltration lorsque l'eau se situe presque au niveau du sol, il est impossible d'irriguer par infiltration.

L'exhaure de l'eau se fait par pompage manuel et le débit de la pompe à chaîne testée est trop faible si l'on veut irriguer tout le périmètre en une seule journée (débit de l'ordre de 4 à 5 m3/h). Un matériel plus efficient est à rechercher dans la même gamme de prix (80 à 100 000 F CFA).

La micro-retenue du paysan :

l'objectif de ce travail mené par un paysan est différent du précédent. Celui-ci a, en première année, creusé une micro-retenue de faible capacité en stabilisant une ravine (fig5). Ce travail lui a demandé 25 jours de travail/homme. L'irrigation se fait par deux tubes PVC placés sous la digue et équipés de gros entonnoirs (*diam* 40 cm). Le maïs a été semé "en arête de poisson" de part et d'autre des canaux creusés à même le sol. L'exhaure de l'eau se fait par deux hommes équipés de seaux, qui puisent dans la micro-retenue. En aval, un troisième homme dirige l'eau vers les raies

d'irrigation. Pour de petites surfaces de 500 m2, ce système paraît satisfaisant, rapide et d'un coût très modique.

La technique d'irrigation à la raie par gravité est inconnue des paysans et a été mal maîtrisée : planage insuffisant, attente d'un stress hydrique important avant d'irriguer, mauvaise maîtrise de la culture du maïs. Cette culture, habituellement réservée aux parcelles de case fertilisées depuis des dizaines d'années, demande des doses de matière organique importantes (un apport de 5t/ha/an est insuffisant). Ces conditions ne sont pas celles rencontrées en aval des micro-retenues. Ces petits périmètres d'intensification doivent être particulièrement bien aménagés avant d'y développer des cultures : planage, clôture, brise-vent. Il est à noter que le paysan a profité des bonnes conditions (eau et sol) pour planter quelques arbres autour de la micro-retenue.

De par la faible surface concernée par l'irrigation, on peut assimiler ce type de périmètre à un jardin de case traditionnel. Le producteur sécurisant ainsi quelques cultures de soudure, l'impact économique reste faible à cette échelle (10 à 15 000 F CFA de produits commercialisés). Cette micro-retenue pourra être agrandie au cours de la prochaine saison sèche et le système d'irrigation amélioré si le paysan souhaite continuer l'expérience. D'autres expériences de ce type sont menées à Boukéré et Ziga, où un paysan est équipé d'une pompe manuelle à piston.

IV - LA PETITE IRRIGATION COMME SOLUTION D'AVENIR ?

Impact de ces techniques sur les systèmes de production agricole.

1. A L'ECHELLE D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE

Ces expériences sont encore trop partielles pour pouvoir apporter des conclusions économiques fiables. Trois scénarios sont envisageables : la valorisation collective d'une retenue de moyenne capacité, la valorisation d'un périmètre individuel de 2 000 m2 et le jardin de case amélioré. Pour une exploitation agricole moyenne (5 actifs, 10 résidents), la deuxième hypothèse, si techniquement bien conduite, paraît pouvoir apporter une certaine sécurité économique.

Tableau 3 - Impact économique d'une micro-retenue

Type d'exploitation et parcellaire	Rendements moyens à 350 mm	Production vivrière pluviale	Production vivrière irriguée 2 000 m^2 maïs, sorgho
Exploitants ayant des parcelles en bas-fond		1 700 kg	400 kg
- bas-fond 1 ha	800 kg/ha		
- glacis dégradé 1 ha	200 kg/ha	340/actif ---------->	420 kg/actif
- sol sableux 2 ha	250 kg/ha	170/résid. ---------->	210 kg/résid.
Exploitation sans parcelle de bas-fond		1 225 kg	400 kg
- glacis 1,5 ha	200 kg/ha	245/actif ---------->	325 kg/actif
- sol sableux 2,5 ha	350 kg/ha	122/résid. ---------->	162 kg/résid.

A partir d'une hypothèse de rendement de 2t/ha en culture irriguée de complément (sorgho ou maïs), le gain vivrier par résident est de 40 kg/an, soit 70 jours de consommation. L'importance relative de ce gain est plus grande pour une exploitation sans parcelle de bas-fond en année sèche (+ 33 % contre + 23 % pour l'exploitation avec 1 ha de bas-fond). Ceci n'est pas négligeable, mais peut être obtenu avec de bonnes techniques culturales en pluvial strict, sauf en année très sèche (< 350 mm), où la quantité totale de pluie est insuffisante dans ce cas.

Du point de vue économique, le gain céréalier dû à l'irrigation de complément est de 300 kg pour 2 000 m2 de périmètre (avec pour hypothèse 350 kg/ha en pluvial strict en année sèche et 2 t/ha avec irrigation de complément). Soit un gain monétaire de 23 100 fr (70 fr/kg de céréale). Le prix de revient de l'installation est estimé à 200 000 fr. Si le paysan a la charge totale de cet investissement, il lui faudra, pour le rembourser, près de 10 ans. Cette première hypothèse axée sur le vivrier apparaît économiquement peu intéressante, sauf si l'investissement était subventionné.

La deuxième hypothèse est de développer des cultures de vente facilement commercialisables. Ceci nécessite un semis précoce de ces cultures afin de pouvoir écouler ces produits à des prix rémunérateurs avant les productions pluviales. Le revenu brut serait d'environ 150 000 F CFA/an et le revenu net de 94 000, soit l'équivalent de 1 350kg de céréales (au prix de marché de 70 F/kg). Le matériel serait vendu avec un crédit sur 4

ans. Ce revenu ne tient pas compte d'une éventuelle culture dérobée après maïs. Cette deuxième solution semble plus intéressante du point de vue économique, mais demande une bonne maîtrise technique (irrigation plus fréquente que pour la culture de sorgho de la première hypothèse). Ces premiers chiffres demandent à être confirmés. L'apparition de matériaux nouveaux sur le marché (tuyau souple en polyéthylène par exemple), d'un coût modique, permettra de maintenir le coût d'investissement à un bas niveau.

Exploitation de 5 actifs et 10 résidents

Cultures de vente	Gain monétaire
Maïs 1 500 m2 Gombo, piment Kumba 500 m2	Prix de vente 150 000 F CFA
Investissement 200 000/4 ans Engrais 6 000 F	Prix de revient 56 000 F CFA/an Revenu 94 000 F CFA
(équivalent = 1 350 kg céréales)	

Concurrence entre système de culture pluviale et système irrigué

Les expériences menées en 1986 montrent que les paysans repoussent l'irrigation au dernier moment et, de ce fait , valorisent très mal l'eau stockée. En juillet et en août, la concurrence avec les travaux de sarclage sera toujours très forte, sauf pour les exploitations agricoles ayant accédé au sarclage mécanique. Les modèles présentés ci-dessus sont intéressants s'ils s'accompagnent d'une forte intensification des cultures irriguées, afin de valoriser le temps de travail passé sur le périmètre (évalué à 6 jours x 5 actifs pour l'irrigation pour un cycle de culture).

Si les résultats expérimentaux se confirment, l'introduction de systèmes de culture irriguée de saison des pluies doit se faire avec beaucoup de précautions. Les systèmes de culture actuellement pratiqués reposent en partie sur une stratégie d'extensification (augmentation des surfaces dans les zones où c'est encore possible).

2. Impact au niveau de la gestion et du développement des systèmes agraires villageois

L'hypothèse de sécuriser la production agricole au Yatenga à partir de l'irrigation contre-aléatoire n'a d'intérêt que si on peut étendre cette technique à un grand nombre de producteurs ou de groupements de paysans. A l'échelle du territoire d'un village, les sites pour développer ces micro-retenues sont nombreux. Du fait de l'importance du ruissellement et des surfaces des impluviums, la multiplication de ces micro-retenues ne devrait pas avoir d'effet significatif sur la circulation générale des eaux de pluie vers les bas-fonds.

Mais ne faut-il pas mieux développer des actions de gestion de l'espace (DRS, reboisement, régénération de pâturages) permettant de mieux valoriser les eaux de pluies que d'intensifier de petites surfaces irrigables ? Les ressources du développement sont limitées et le choix (ou la combinaison) entre les deux systèmes reste posé.

L'abandon des actions de gestion globale de l'espace (qui sont actuellement à leur tout début) ne peut être envisagé si l'on veut maintenir le potentiel productif de ces systèmes agraires.

L'expérimentation de micro-retenues ne doit pas occulter le problème de valorisation des sites de grande capacité (plusieurs milliers de m^3) existants dans certains villages ou en projet. Bien que construits pour des objectifs non agricoles (abreuvement des troupeaux, recharge des nappes) des actions d'aménagement de petits périmètres (1 à 5 ha) sont le plus souvent envisageables, lorsque les conditions de sol le permettent.

CONCLUSION

Ces premières expériences d'irrigation de complément en milieu paysan demandent à être approfondies, autant du point de vue technique que socio-économique (rentabilité, problème foncier, adoption et maîtrise par les paysans). La possibilité d'intensifier les systèmes de culture à partir de l'irrigation contre-aléatoire semble une voie d'avenir dans les zones semi-arides à forte densité de population. Mais la réduction du problème de l'intensification de l'agriculture aux possibilités d'irrigation serait une erreur. A l'heure actuelle, on connait très mal les réactions du paysannat face à ce type d'aménagement, les premières observations que l'on a pu faire confirment le choix de stratégies d'intensification des systèmes de culture. Du fait de la stabilisation des densités de population (migration importante depuis 10 ans), la recherche d'une meilleure valorisation des ressources existantes et surtout l'amélioration du milieu naturel par régénération des sols et des pâturages sont aussi des voies d'avenir pour les systèmes agraires du Yatenga.

BIBLIOGRAPHIE

BARLET F, 1985 La gestion de l'eau au niveau de la parcelle : aménagements et petite irrigation dans un village du Nord Yatenga. Mémoire CNEARC-ENITA. 182 p.

CIEH, IRAT. 1984 Valorisation des ressources pluviométriques. Série Agroclimatologie CIEH. 146 p.

LEGOUPIL JC. 1984 Irrigation et systèmes de culture irriguées. Bilan et perspective de la recherche. Colloque "Résistance à la sécheresse en milieu Intertropical" CIRAD/ISRA DAKAR 24-27 septembre 1984

THIOMBIANO M. 1985 Etude des dispositifs anti-érosifs et des techniques d'économie de l'eau au Yatenga (Ziga). Mémoire ISP.IDR. OUAGADOUGOU

Le génie rural : Applicabilité universelle ou éthnoscience ?

G. DIEMER

Université Agricole de Lieden

RESUME

Ingénieurs et planificateurs admettent le manque de réussite des aménagements hydro-agricoles en Afrique au sud du Sahara. Ils conviennent que les solutions ne sont pas à chercher dans des affinements de la technique. On peut soupçonner que le manque de réussite a pour cause, entre autres, le contenu social de cette technique. Ce contenu peut être verbalisé par le biais d'une comparaison avec des périmètres endogènes ou semi-endogènes à viabilité évidente. L'article a pour objet de réaliser une telle comparaison entre les "Taita", au Kenya, les "Halpulaar", au Sénégal et les ingénieurs formés à l'européenne.

INTRODUCTION

An irrigation scheme can only function if its design and construction are in harmony with the physical characteristics of the location : its drainage, topography, soil conditions, rainfall, and so on. That harmony, however, is not enough to guarantee the success of its use as an irrigation scheme. This is obvious from the many recent disappointing experiences with irrigation development in Sub-Saharan Africa. To be used successfully, a scheme needs to be in harmony with the farming system of its users and with the social context from which these users derive their goals. The blame for the recent disappointments in the irrigation schemes that were constructed under the flag of development cooperation in Sub-Saharan Africa can certainly be placed on the lack of harmony between the schemes and this "social topography".

Neither African, nor European, nor North American engineers or governments seem to possess a conceptual framework that enables them to achieve this harmony. The conceptual framework that is needed can only come into being if irrigation engineers and social scientists work together. In this, the first task confronting a social scientist is to make it clear to irrigation engineers that although the engineering profession is based on a knowledge of universal physical processes, it does not necessarily lead to universal results, because engineers have a socially limited point of view of the way an irrigation scheme can be used. When putting their knowledge of those physical processes into practice, they apply standards and values dedicated to the realization of their socially-limited viewpoint. Their ideas only rarely correspond with those of an African farmer about the way he or she will make use of his irrigable field. The origin of both viewpoints lies in the social contexts within which engineers and African rural populations live.

The social limitations of every technology is a social-theoretical certainty which, in abstracto, can also be endorsed by irrigation engineers. Only very few anthropologists or irrigation engineers, however, have ever asked themselves what, in concreto, are the elements that make up the social limitations of current western irrigation technology. In this article, an attempt will be made to trace a number of social dimensions in West European and North American irrigation technology which could form an obstacle to irrigation development in Sub-Saharan Africa. This will be done by comparing western irrigation technology will the indigenous irrigation schemes of the Taita in Kenya, and with the semi-ingenous schemes of the Halpulaar

along the Senegal River - in view of the place that irrigated cropping occupies in the farming systems of the users, and in relation to the norms applied in the organization of management.

1st EXPOSITION : THE TAITA

Fleuret (1975) has described the characteristics of the irrigated agriculture of the Taita. Allthe citations in this article have been taken litterally from Fleuret's text.

The Taita live in Taita-Taveta District, Coast Province, Kenya - in the hills named after them - that rise to a maximum elevation of about 2 200 meters.

He describes a scheme

... located along the upper reaches of the Mwatate river at a spot where the stream lies in a steeply banked and steeply inclined gorge ; in the space of about 2.5 kilometers 16 furrows lead off along the contours of the adjacent slopes. The furrows are of variable length, some several kilometers long, with further short branches. Intakes are constructed in the tail-waters of small pools and built of sticks, rocks, and earth. The canals are one or two feet broad, and about one foot deep. Outlets are formed above one's fields by digging away a portion of the channel bank on the downslope side and placing a rock in the canal to divert the flow of water. The smallest fields require just one outlet ; the largest six or seven or more.

About the water distribution, Fleuret has this to say :

Access to water from the main canal and major branches is regulated by means of a 12-hour rotation. The rotation begins with the fields nearest the intake, since the canal is put into operation there first, works toward the extremes of the system, and starts over again near the intake. Each field is watered in turn for 12 hours (midday to midnight, or midnight to midday). In the upper reaches of the canal, where the flow is strong, fields are irrigated two at a time, but this is not possible lower down. The larger the field, the more water the owner may use ; since the 12-hour rotation may not change, additionnal water is obtained by opening supplemental outlets. ... When water is scarce, the fields of those at the ends of the system are irrigated inadequately, if at all. ... It is the responsability of the field's owner to open and close his outlets in timely fashion.

About the choice of crops, Fleuret says the following :

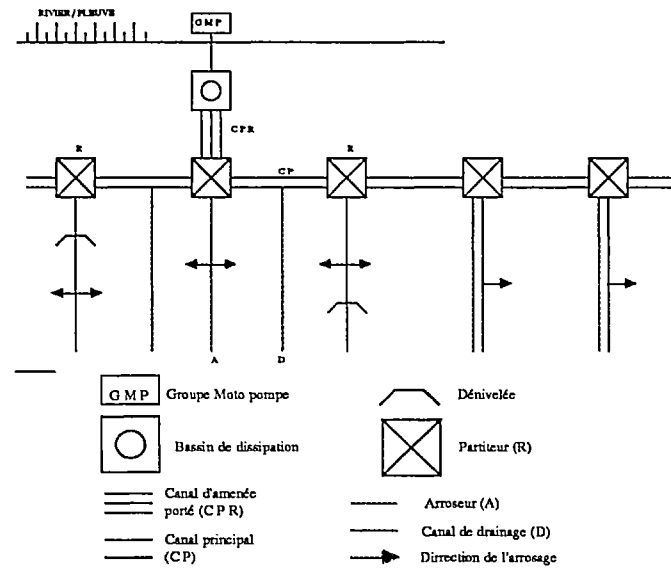
... nearly all those holding irrigated fields grow the staple crops of maize and beans. Some seek a second maize crop in the short rains, while most plant just beans or sweet potatoes. Averyt wide variety of other crops may also be grown by particular individuals, including bananas, sugar cane, and the other supplementary foods ... (but in) the higher reaches of the stream ... many of the irrigated fields are given over entirely to (commercial) vegetable production.

2nd EXPOSITION : THE HALPULAAR

From 1980 to 1985, I myself, with the sociologist E. van der Laan, conducted a study of the social dimensions of the irrigated agriculture of the Halpulaar (=Toucouleur), who live on the left bank of the middle reaches of the Senegal River. In addition, since 1983, I have been involved with the studies conducted by the West African Rice Development Association and the Department of Civil Engineering and Irrigation of the Dutch University of Agriculture into the management of irrigation water along the Senegal River. The information and opinions that follow stem from both of these exercises.

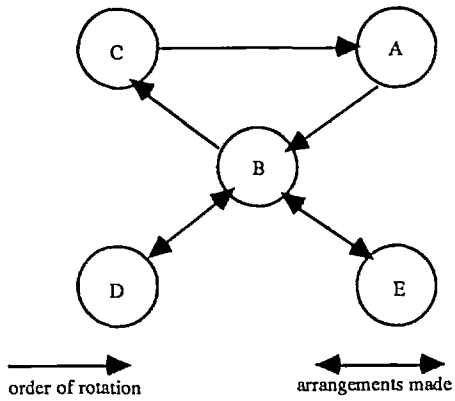
Figure 1 shows the layout of a Halpulaar irrigation scheme. The schemes are located on the bank of the river or the bank of a "marigot" (meander), and cover between 10 and 25 hectares. A pump installation, floating in the river, supplies the irrigation water.

Figure 1 : Prototype of the Halpulaar irrigation scheme



Decisions about water distribution are primarily the concern of those farmers who are about to have their irrigation turn. They decide the pumping hours, either by arranging with the pump attendant when to start pumping, or by arriving at the scheme earlier or later so that the pump attendant starts pumping earlier or later. Among themselves, they arrange any deviations from the normal sequence of irrigation turns, including whether or not to accede to requests from others for an extra turn in between times. The rotation is thus decided by a small, constantly-changing group of farmers. This interaction is expressed schematically in Figure 2.

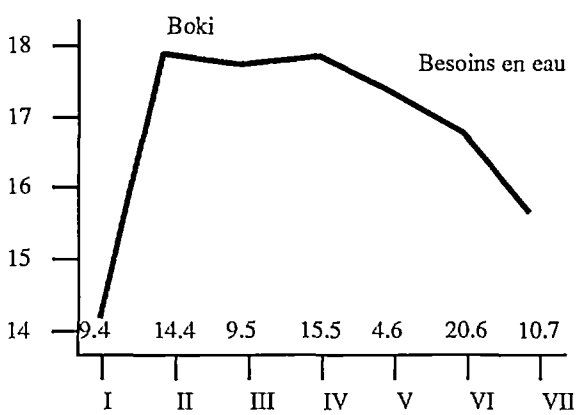
Figure 2 : Dynamics of the Halpulaar rotation

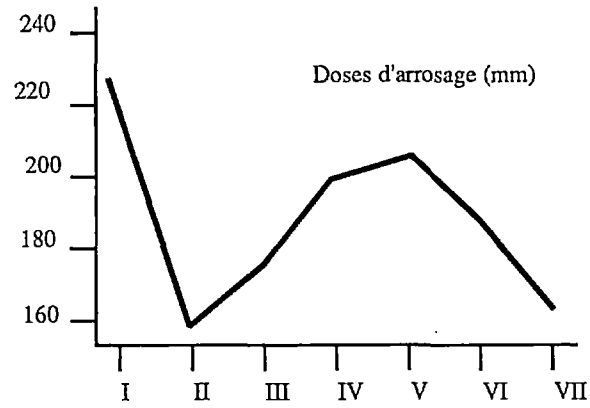


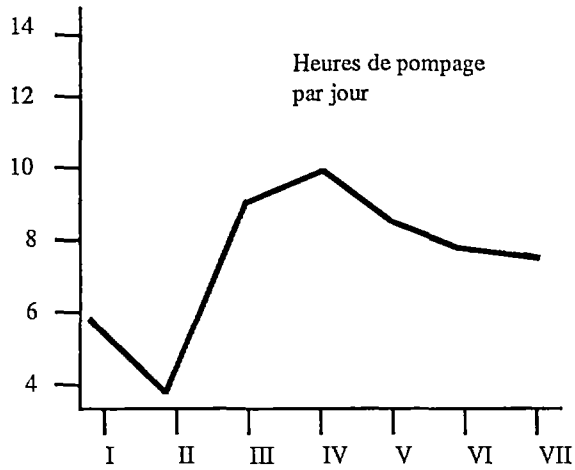
A = farmer who just finished the i rrigation
B = farmer who is about to irrigat e his plot
C = farmer who is irrigating
D = farmer who has a very dry plot in relation to his neighbours
E = pump operator

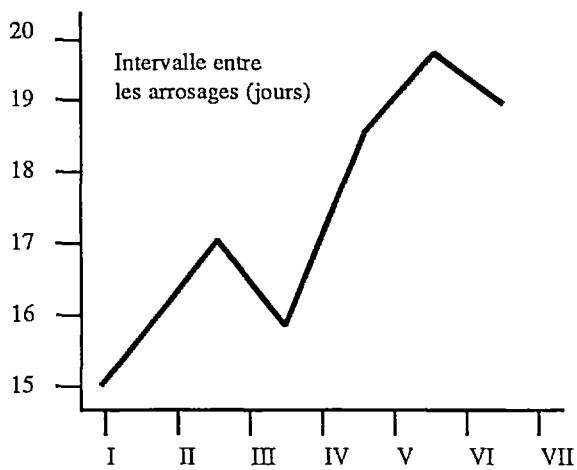
Those farmers who are currently irrigating also exert a strong influence on the rotation scheme, either by the quantity of water they apply to their fields, or the duration of their turn. This is a kind of automatic process, however, because, normally speaking, farmers apply as much water to their fields as the crop and the bunds allow. The varying needs for water during the growing season is reflected in a field that is dry or not dry at the moment it is about to be irrigated. The farmers react to the situation by starting to irrigate earlier or later in the morning, by applying more water or less water to the field, or by not pumping for a few days. The discharge can also be changed. Meijers and Mollinga, working for the ADRAO research project, established that, in the schemes they investigated, the actual capacity of the canals, in contrast to the design capacity, was less than eighty litres per second, equalling the actual discharge. As a result of these day-to-day decisions throughout the growing season, it is possible to vary not only the number of pumping hours and the quantity of water applied to a field, but also the irrigation interval (Figure 3).

Figure 3 : Factors influencing the irrigation interval in the Boki Scheme









Halpulaar living in the northern province of Podor, which has an average annual rainfall of less than 300 millimeters, cultivated rice in the rainy season of 1982, and rice again if they cultivated at hall in the dry season. The Halpulaar living in the southern province of Matam, with an annual average rainfall of 400 to 600 millimeters, grow rice in the rainy season, but maize in the dry season. In recent years, the farmers in many of the schemes in Podor have been following the example of their fellow-farmers in Matam. In 1986, I even saw a scheme in Podor sown with millet.

Since 1980? the Halpulaar in both zones have been constructing more and more schemes of about one hectare each for the cultivation of vegetables : carrots, onions, cabbages, and beans.

3rd EXPOSITION : IRRIGATION ENGINEERING

Irrigation schemes designed by graduates from West European or North American Universities are almost always located in deltas or at the bottom of valleys, rarely on moutain sides. The schemes usually cover one continuous area of several hundreds, if not thousands, of hectares, and only at their outer fringes is any other form of agriculture or primary production permitted. The canals are classified as belonging to the primary, secondary, or tertiary system, the tertiary canals also being known as field channels. The structures in the canals are there to measure the discharge and to distribute it in quantitative terms.

The choice of crop is decided prior to the design of the scheme and prior to setting the criteria for water distribution. In most cases, the scheme is designed for the cultivation of one single crop, which is usually sugar cane, rice or cotton. Detailed calculations of the water needs of the crop - calculations made on the basis of soil strcture, rainfall distribution, evaporation in the various seasons, and so on - form the basis of a design in which the engineer strives, on the one hand, to minimize earth-moving by the siting and dimensioning of his canals, and on the other hand, to arrive at organizational schemas for land preparation and water distribution which he considers can be handled by the irrigation personnel and the farmers.

The basis of the water distribution is formed by the law of marginal returns for the application of water to the plant. In most cases, the designers work this out in a water supply that rotates, at the level of the secondary and tertiary systems. Operating the structures in the canals is the responsability of the employees of the irrigation bureaucracy, while the person (or persons) cultivating the field has to see that his inlet is opened and closed at a previously arranged, precise moment in time.

The context of the Taita's irrigated agriculture

In writing about the context of the Taita's irrigated agriculture, Fleuret reports the following :

The Taita recognize three broad agro-ecological zones : the high, cool wet areas above 1 700 meters, the intermediate warmer and drier zone at elevations between 100 and 1 700 meters, and the semi-arid plains. Households attempt to maintain farm plots in all three zones to satisfy their cultivation, herding, residential, and foraging needs, and to manage the risk of seasonal crop failure due to poor growing conditions in any one zone. Where irrigation is practised (on intermediate slopes adjacent to streams), irrigated plots are added (my underlining G. D.) to this diversification strategy.

The social organization responsible for operating the irrigation scheme is the same as that which is responsible for utilizing the rain-fed fields and the livestock. According to Fleuret,

... the most important social unit is the "kichuku kibaha", or great lineage, a patrilineage of indefinite depth with no explicite rule of exogamy. Membership in the great lineage governs traditional rights in land and livestock ; each such unit has a recognized territory within which members may reside, cultivate, and graze their animals. This territory encompasses much ecological diversity, ranging if possible from the cold, wet highlands to the dry, hot plains, so that members may have an extensive range of production options available to them. Smaller patrilineages are important situationally, being defined as required by reference to an optical ancestor, for example "weni Semakulo", that is, "the people of (named ancestor)". The kichuku kitini, or small lineage (of four generations'depth), is the smallest such unit, but the largest within which there is "... strongly enjoined mutual aid as well as accurate genealogical knowledge" (Harris 1978 : 18). The small lineage is almost entirely exogamous, the larger groups not necessarily so.

Relations among Taita are also influenced by relative age and generational differences. Much deference and respect is accorded those who stand to one as grandfathers, fathers, father's brothers, and elder brothers ; persons in these positions may be expected to assist one in acquiring land and becoming married. Somewhat similar sentiments are found in relations among women.

Two or more great lineages jointly occupy an area called the "izanga", a locality, district, or neighbourhood.

For most men, access to land is regulated very largely by membership within the neighbourhood, great lineage, and small lineage. Wealthy men may also purchase land. Each independent householder strives to maintain plots of as many different types of land as are available within the territory of his neighbourhood. Whether this is done well or poorly depends partly on the range of one's agnatic relationships, partly on one's success in invoking these relationships, and partly on access to income from employment or commerce that may be used to acquire land somewhat independently of such relationships.

Men provide their wife or wives with plots, which

will go to the women's sons either when they marry or later, upon the death of the father. Brothers will sometimes give sisters the use of some of their land so that "they will not go hungry", particulary when the woman is an unmarried head of household or her spouse is from outside the neighbourhood, but it is understood that such plots remain under the ultimate control of the brothers and not of their sisters, their sisters' sons, or their sisters' husbands. Similarly, fathers-in-law may provide to their daughters' husbands land to farm, but this does not confer more than temporary rights of use. Thus disposition of land is always done by senior men in conjunction with important agnates. Women, by contrast, have rights to use land, derived largely through marriage. Women's interests in land use of course influence decisions made by male kin on the disposition and asquisition of land, but the decisions remain with the male agnates.

Although buying and selling of land is rather infrequent, except among the wealthier households, this does not imply that land allocation is inflexible ; numerous loans are made among agnatic and affinal kin on, a more or less continual basis to respond to variations in need brought on by changes in the size and structure of households. Young men with growing families and expanding needs must seek to increase the size and range of their holdings ; older men release plots as their needs decline, thereby building political networks.

Fleuret describes the social structure along one irrigation canal :

The first six fields watered by the canal belong to representatives of two linked patrilineages whose residence in the area predates that of those further down the canal. The current chairman of the canal committee, not coincidentally, is a member of one of these original lineages. The canal continued no further than this until about 35 years ago, when a major expansion of the system was begun to accommodate a growing local population.

The first step in the expansion was a continuation of the canal along the existing contour to accommodate an additional five fields ; the work was done and the fields were then cultivated by three men sharing a common mother and father (that is, full brothers), together with two others who stood to the first three as agnatic cousins. Collectively, these men may be called "weni Mwangecho", and are related affinally to the lineages cultivating the original small set of irrigated fields. Since the time of construction, the fields of Mwangecho extension have been subdivided to meet the needs of the elder sons of these men. In two cases this has necessitated branch furrows to bring water to lower plots while bypassing the higher ones. All the heads of households along this reach of the canal thus constitute a single agnatic lineage of (now) three generations depth.

Two other extensions of the canal have been undertaken. One was done to accommodate continued expansion of needs among the "weni Mwangecho", adding four more fields at the end of the Mwangecho extension. The men cultivating these fields are also brothers, and jointly stand as half-brothers to the three men who were chiefly responsible for the first extension. The location of their canal, at the end of the first Mwangecho extension, was determined by this relationship. This is because, although they share a common father, the first set of brothers are children of the senior wife, while the second set of brothers are children of a junior wife.

The Taita use their irrigation system primarily as a safety valve :

In this area, the irrigation canals are used primarily to extend the growing seasons. The long rains, beggining sometimes in March, should continue through June and July. Often, however, the rain comes late or ends early, meaning that rain-fed crops will suffer a foreshortened growing season and correspondingly reduced yields. To avoid this, farmers bebin irrigating in July, continuing into August if necessary to ensure completed plant growth and a full harvest. Much the same pattern is adhered to during the short rains (October-December) ; irrigation takes place during January and February if the short rains have been deficient. In years when the rains are exceptionally good, no one concerns himself with the bothersome business of irrigation. The decision to irrigate is not made lightly, since it entails a good deal of community effort to clear and reconstruct the canal. Ordinarily, people will let their standing crops go for a while without water, just in case the rains return and obviate the need for irrigation, but before too long soil moisture will have dwindled to the vanishing point, water stress will be threatening yields, and it becomes necessary to irrigate or risk losing the crops entirely.

Outside the growing season, too, the Taita put their canal systems to good use. Some of them extend a canal or field channel through to their own house, so that the women and girls do not have to walk to a spring or a well to fetch drinking water or to wash clothes. Owners of animals use the channels to water their stock, and sometimes, at special places, they pierce the diskes to create extra pasture for their stock. Further, the Taita use the canals to convey the water they need when building a house.

The context of the Halpulaar's irrigated agriculture

The valley of the Senegal is a flood plain which the

Halpulaar use for agriculture, fishing, and livestock-keeping. The population is divided into various groups, including castelike groupings. The members of one "caste" live primarily from agriculture, those of a second primarily from fishing, and those of a third primarily from livestock. These "castes" live in their own villages, or in their own quarter of larger villages. They utilize the flood plain within what is known as the "l e y d i" structure : over a cross section of the plain, certain lineages of farmers, fishermen, and livestock owners have rights of ownership to land or rights to its use. After the sorghum harvest, in February/March, the livestock owners move into the plain with their herds from the surrounding savanna. They move out of the plain again when the rains come, while the fishermen, as the flood waters begin to flow, catch the fish that have been multiplying in the inundated clay basins. Afterwards, for the rest of the year, they catch the fish in the river and its tributaries. In addition, livestock owners and fishermen cultivate sorghum on the flood basins and millet on the rain-fed fields, while farmers also own livestock.

At the fringes of the flood plain, and on the higher parts within it, farmers, fishermen, and livestock owners cultivate rain-fed millet. For almost all households, however, the main sources of cash income lie outside the valley : in Dakar, the peanut basin, and especially in France, the Ivory Coast, and Gabon. The men return from Dakar and the peanut basin after some months, but if they have moved to one of those other countries, they often stay there for many years, sending part of the money they earn there back to their wife or wives or to their parents.

The Halpulaar organize the management of their irrigation scheme on the basis of characteristics of institutions within their village society. In this society, the halpulaar recognize the institution of "j o m w u r o", or village chief, who is a member of the leading lineage, but chosen from among other candidates belonging to that lineage by members of other prominent lineages. They also recognize age-groups in which young people learn to make decisions collectively and to give leadership to their peers or to accept such leadership. They also create and run savings banks for instance for the construction of a mosque or the purchase of a boat. These institutions provide the foundation for the management structure that the Halpulaar have developed for their irrigation schemes. The user-groups invariably elect a "president" from one of the village's leading lineages, and can depose him for any misconduct. This president embodies the authority of the users as a corporate group, and the users must observe his rules or risk immediate penalties - a formula that they have largely internalized in their youth. The user group also recognizes a treasurer who, usually accompanied by a cashier or the president, collects the contributions for the purchase of diesel oil or to pay for repairs. Unlike the Taita, the Halpulaar do not manage their system within a kinship structure.

Each scheme is composed of fields of equal size,in the sense that, in one system, all fields cover about 20 are, and in another, 40 are. These fields are equally divided among categoriesof the free-born, descendants of slaves, and the non-agricultural artisans that one finds within the "castes" of the villages. Every head of a household can become a member of a group that intends to construct an irrigation scheme. When the scheme is ready for use, the members draw lots for the fields. In this way, members of the lineage of the village chief may draw poorer fields than a household descended from slaves. Women, too, can obtain a field. The women in the grain-growing schemes are usually widows, but in the vegetable-growing schemes, one also finds married women with their own fields. The women take no part in the management of the system, but provide a large part of the labour required for the cultivation of their household's field. The field remains the property of the head of the household. He can lend his field to another household, although this does not happen often. When it does, it is usually in the dry season and in exchange for part of the harvest.

The prototype for the small irrigation schemes emanated mainly from experiments conducted by Mauretanian villages, after engineers had failed to establish rice cultivation in the clay basins on the principle of flood control. Other villages became interested, and this interest spread rapidly, especially when, year after year, rainfall was inadequate for millet and sorghum cropping. Villages sent delegations to their politicians in the capital, with requests that the government help them to construct irrigation schemes, that is to say, that the government provide them with a pump installation and a design for the canal system. In 1974, in compliance with these requests, the Senegalese Government arranged for an FAO team to be sent to Matam and a team from France's development aid to Podor. Both these teams, with great inputs of physical effort on the part of the local populations, constructed numerous systems intended for rice. For the Halpulaar in that period, irrigation was inextricably bound up with rice. These bonds, however, have gradually loosened because, as we have seen, the Halpulaar have been laying out vegetable-growing systems since 1980, and now also grow irrigated maize, and here and there even millet. Their upstream neighbours, the Soninkee, had preceded them - growing sorghum under supplementary irrigation in a great many schemes. (Rainfall in this area is 600-800 mm). Much of the maize is fed to the livestock because it is harvested when natural vegetation has withered. The rice straw and rice chaff, too, are now being used for fodder, whereas in 1982 it lay unused in the villages or was thrown onto the fire. Immediately after the spread of the small schemes, however, the farmers had allowed

their stock to graze on the stubble left after the harvest, similarly to the way the sorghum fields are used.

In the irrigated agriculture of the Halpulaar households, the activities of earning money and producing food are closely linked. More than 60 % (n = 52) of the users of three irrigation systems said they had paid their contribution towards the fuel costs for the pump with money that a migrant had sent or brought back with him. (Migration is practically the only source of cash income for the inhabitants of the valley, Minvielle 1979). One can therefore conclude that whereas it is true that the remaining 40 % of the users earned their contribution in the valley - from the sale of a goat, for instance, or charcoal, or textiles, or by providing services or labour - the money to pay for such things came from migration. The users also cover part the depreciation of the pump installation with money from migrants.

The context of irrigation engineering

Irrigation engineering is one of the sciences that are part of industrial society. The irrigation engineer sees irrigated agriculture as a physical process for which a system has to be designed in such a way that the monetary value of its investments in earth-moving, pumping stations, or dams stands in a favourable ratio to the monetary value of the (extra) production. Within irrigation engineering, there is a precise concept - though one rarely or never expressed - of the social relationships within which the conceptualized irrigated production is supposed to take place. These relationships correspond closely to the social relationships within which industrial production takes place in the western world. The engineer, along with the irrigation planner, assumes, for instance, that the people involved in the scheme provide their labour only. No more, but no less either, with the result that the "tenants" or "colons" to whom the irrigable fields are entrusted sometimes even find in their contrasts a clause forbidding them to indulge in any other form of economic activity. This is even more obvious on commercial plantations for cotton or sugar cane, where one can only speak of employees, whose position corresponds totally with that of the labour force in other processing industries.

The product must be sold on the market. In the engineer's view, irrigation is marketing : the investments have to be recovered. Scheme and market are closely intertwined : just as in a factory, where it is not easy to switch from the manufacture of one product to another, so too in irrigation, where it is not easy to make an irrigation system suitable for rice if it has been designed for sugar cane. Production is the focal point of the whole and it should be organized within a clear hierarchical context. In this post-colonial period, however an irrigation engineer is more and more often called upon to design systems for smallholders. Therefore new institutions have to be created to enable these small farmers to become effective workers within this hierarchical context. Just as a factory worker cannot own his machine, nor can a farmer own his field. It is not for nothing that in irrigations systems, the reports speak of "tenants" or "colons". And there is rarely a mention of any explicit right of inheritance. Just as in the 19th century, when factory workers, born elsewhere, came to live in new communities in small workers' dwellings - usually the property of the factory-owner - so, too, do workers who have come from other parts of the country, live on large irrigation projects, physically or otherwise forced to settle on land that usually remains the property of the project. Just as a factory is equipped for the mass production of one single product - making the manufacture of another product difficult - so, too, is the irrigation project unsuited to any other kind of use. And just as the investments in a factory have to be recovered by sales on the market, so, too, must the investments made in an irrigation system.

A discussion of the differences and similarities

Table 1 summarizes some of the differences and similarities between the irrigation technology of the Taita, the Halpulaar, and the irrigation engineer. Before we embark on a discussion of these differences and similarities and their significance for our insight into the social limitations of western technology and, with that, our insight into their significance for the development of irrigated agriculture in Sub-Saharan Africa, we should first make two remarks.

The first concerns the way we use the term "ethnoscience". As it is currently used in cultural anthropology, it refers to the criteria by which, for example, farmers classify land, healers classify illnesses, hunters game and vegetation, livestock-owners animals, and so on. For us, "irrigation ethno-science" refers to the way in which those involved in irrigated agriculture construct, change, and use their schemes from the point of view of what western sociology calls the users' farming systems and their social contexts, or to put it more precisely : how they construct, change, and use their schemes on the basis of interactions between changes in their farming systems and social contexts. Hence, an ethno-science of irrigated agriculture is not static ; it is subject to change ; it is dynamic.

Table 1 : Similarities and differences between three irrigation technologies as ethno-sciences

Dimension	Taita	Halpulaar	Irrigation engineer
Irrigated production as part of the income-earning and food-producing activities of the users	Yes	Yes	No
Management of the scheme is possible with the help of users' institutions	Yes	Yes	No
Water distribution based on the theorema of marginal returns	No	No	Yes
Land is owned by the users	Yes	Yes	No
Scheme suitable for more than one crop	Yes	Yes	No
Financing based on recovery of investments in layout	No	No	Yes
Housing of users in own houses on own land	Yes	Yes	Not often
One large continuous area	No	No	Yes
Production intented for sale on the market and for users' own consumption	Yes	Yes	Sometimes
Non-agricultural use of the scheme	Yes	No	No
Users are immigrants	No	No	Usually
Designers and users belong to the same society	Yes	Yes	No
Fields in the scheme all the same size	No	Yes	Yes
Irrigation during the entire vegetative cycle	No	Yes	Yes
Location	Mountain sides	River banks	Plains

This brings us to our second remark, which is that the views presented in Table 1 and in the text preceding it are only true for a moment, or for a period, in the history of the Taita, Halpulaar, and the irrigation engineering profession. Since the moment, say in 1970, when donor organizations and some socially-aware engineers realized that the irrigation schemes that engineers had constructed for small-holders in the post-colonial period had sadly disappointed the investors, financially and economically, and had brought many households severe financial and social problems, irrigation engineers gradually began to form the currently-prevaling opinion that the farmers should participate in the management of the schemes and that this management should not be a matter solely for the irrigation technologist or the scheme director. The 1970's also marked the birth of the North American irrigation sociology. This came into being as a result of orders from donor organizations (Rockefeller Foundation, Ford Foundation, USAID, World Bank) which, in collaboration with irrigation engineers, defined the problem of the development of irrigated agriculture as an organizational exercise, a management problem.

The focal point of this approach was to find new organizational contexts that would make for more flexible, or at least less ineffective, relationships between the farmer and the irrigation technologist. And in Wageningen, the curriculum has already been changed so that students of irrigation technology are now instructed to design irrigation schemes whose labour film fits in with the other economic activities of the members of the household. So, the "ethno-science" of the western irrigation engineer is changing, even though the changes (for the time being ?) remain within the framework of the industrial concept of irrigated agriculture.

If we accept Coward's definition of irrigation as the application of water to a crop in quantities decided by man, at times decided by man, we see that the application of water to a crop is a process that takes place differently within different social contexts. Where all the fields in a scheme belong to one owner, there is no more rational starting point for the allocation of irrigation water than that of the marginal return of the irrigation application. Where all the fields belong to as many different owners, this criterion is impossible to apply because there is no society on earth that will distribute a scarce commodity - and a vital one at that - on the basis of maximum distribution among all parties involved. Instead, the commodity will be distributed on the basis of power relationships. Whether or not these have crystallized into rights.

The industrial concept of irrigated production clashes here with the most elementary insights of the social sciences. Seen in this light, we cannot exclude that at the tertiary level of irrigation schemes, the fields of which have been divided among small-holders, two distribution principles are, in fact, in force : on the on hand, the principle of the marginal return as engineers have calculated it for that scheme, and on the other hand, the recognition by the users of each other's rights to irrigation water.

In such a situation, a researcher is hardly likely to speak of "seemingly effortlessly management", as Fleuret does in describing the Taita, and as we might also describe the Halpulaar's organization of management. For oth these groups, there groups, there is no question of a tight hierarchical organization, but rather of a flat horizontal structure with, as primus inter pa-

res for the Halpulaar, the president of the group, and for the Taita, the heads of lineages. These structures work entirely on the basis of kinship, for the Taita, and on the basis of internalized control mechanisms for the Halpulaar. The rules that govern water distribution are clear and are easy to observe. The layout is of the schemes is simple and they are devoid of any structures designed to measure the discharge. The result is : for the Halpulaar, a very regular irrigation interval.

Africans, in general, use their irrigable fields far less intensively than western "experts" had expected. At the most, only half of the Halpulaar who could cultivate their fields in the dry season - considering the water level in the river - do so. Fishermen may decide to spend the dry season in the Gambia or the Casamance, fishing for lobsters and prawns. Farmers may decide to go to the peanut basin and earn money there, selling textiles after the peanut harvest. Others may decide that the needs for the household are adequately covered for the time being, possibly in the light of remittances from migrant men. Others again, in view of the sorghum harvest they are expecting, may consider that they have enough food until the next harvest, and decide not to cultivate any rice which, in comparison with millet and sorghum, demands so much labour that the Halpulaar say, in this year of 1986, that they almost kill themselves growing rice. In semi-arid areas, too - or perhaps precisely there - irrigation engineers have to view the irrigable fields within the pattern of the income-earning and food-producing activities of the users, activities which themselves are usually narrrowly bound up with the rainfall.

The industrial concept of irrigated production makes it practically impossible to design irrigation schemes in which the users van choose their crops as a basis for - for them - highly erelevant criteria such as the ratio in their households of producers to consumers, the ratio of male to female workers, the possibility of growing certain crops on rain-fed fields, their skills, whether they can put certain resources to good use in the scheme (animal traction, manure), the need for cash income versus the need for certain kinds of food, and so on. The Taita and the Halpulaar, like their neighbours the Soninkee, regard the irrigation scheme as a public utility, which, depending on their physical and socio-economic circumstances, they wil use in a certain way, but in a way that cannot be definitely arranged beforehand. Essential, for them, is that water can be led to their crops. Whether they will make use of the opportunity, and for what, crops, depends on circumstances. A situation like this is possible when users recognize each other's rights to the irrigation water - rights which, within their scheme, are always relative, and are not expressed in absolute quantities. Knowing the water level in the river, and knowing his rights, the user can, on the basis of his experience, estimate how much water is entitled to, and can choose his crops accordingly.

In all anthropological studies of indigenous irrigation systems - and there have not been many such studies - it clearly emerges that the users share the irrigation water on the basis of their rights, and only secondarily do they apply the criterion of the water needs of the crops (Cf. Leach 1961 ; Geertz 1980 ; Gray 1963).

The industrial concept of irrigated agriculture leads the irrigation engineer and planner to allot the fields only to the heads of households, just as factories only employ men as labourers. But, in Sub-Saharan Africa, many women, too, work in agriculture. In spite of this, governments only allot fields in irrigation projects to men, and preferably to married men. And yet, considering the size of the fields, the choice of crop, and the low degree of mechanical land preparation in the rural-agricultural context, it is obvious that the projects are almost always planned on the basis of the full employment of the total labour force possessed by an average household, as surveys beforehand have calculated. This leads to a situation in which the wife (or wives) of the tenant is forced to work on the irrigated field, whereas the yield is solely a matter between the irrigation bureaucracy and the husband. In many cases, this leads to a form of dependence on the part of the women, which did not exist in pre-irrigation days. What the husbands, andothers, expevt from the wives remains the same, whereas the women have much less time to grow their vegetables or to earn money to buy extra food. If a woman is to continue to fulfil her role, she has to rely on what her husband gives her. Consequently, the cultivation of the irrigated field soon leads to tension in the husband-wife relationship. Depending on the power structure between the sexes and on other circumstances, this tension can lead to less labour-intensive ways on using the scheme than had been planned by the irrigation engineer. A scheme designed for one crop, combined with the tenancy system, makes it all but impossible for the households to fit the cultivation of their irrigated field into the power structure and cultural concepts of the man-woman relationship.

Fitting the irrigated production into the farming sys tem of the users also means that it makes little sense to base the norms for maintenance purely on the physical characteristics of the scheme. All that the users require of their scheme is that it be in sufficiently good condition for them to achieve their produc-tion goals within the totality of their economic activities.

For the irrigation engineer and the irrigation planner, an irrigation scheme is an investment, the financial value of which, at the very least, must be recovered on the market. But for the Taita, the scheme is as much an inheritance from previous generations as is their

land, their kinship system, their religion, and their further culture. It is a capital inheritance which enables them to live further, depending on the socio-economic evolution in their area, by producing crops for food or for the market. The Halpulaar, as in many other matters, take up a position intermediate between the two.

In the remainder of this discussion, we shall look into some of the elements of this intermediate position, with the aim of establishing why it is irrigation engineers and users can here look, with appropriate pride, at their small irrigation schemes.

The concept of the Halpulaar schemes evolved from experiments by Mauretanian farmers after the failure of engineering interventions on the clay basins of their flood plain - interventions that were based on the principle of flood control. This concept has the following characteristics :

- An area of about twenty hectares, situated on the river bank on soils that can be moved and tilled manually ;

- The land is the property of the dominant lineage of the village, but is of little or no importance for rainfed or flood-recession cropping ;

- A pump in or near the river ;

- Aproduction dedicated to supplying cereals to the participating households.

This concept conflicts with accepted irrigation-engineering insights on two points :

- Pumping water for a crop that is not intended for sale ;

- Rice production on sandy, permeable soils - and that in a semi-arid region !

The impetus for the spread of this concept came from the farmers themselves, who from the beggining of the 1980's demanded that their governments help them with the construction of these schemes. This help was to take the form of the provision, maintenance, and repair of the pump installation, the design of the canal system, and at the end of the 1970's, assistance with heavy earth-moving equipment. The small schemes have spread more rapidly than any donor-financed projects ever could have done : from practically none in 1974 to more than five hundred in 1982. And the process is still going on.

The first plans for irrigation development in the valley of the Senegal date from 1904, about fifteen years after the then-colonial government had established its authority in the valley. These plans were never fulfilled, nor were the plans that were made in the 1920's. In 1938, under pressure of the threat of World War II, among other things, the government renewed its efforts to utilize the clay basins of the valley for the cultivation of rice. These attempts were intended to provide the towns with rice, to replace imports. The attempts failed, however, for both technical and social reasons. In the 1970's, the government reacted to the demands of its people for the spread of their irrigation schemes - both for political-electoral reasons and because government technologists regarded the small schemes as a training ground for the large-scale projects that the government envisaged after the completion of the dam in Mali - projects on which rice would be grown for the urban population.

At that time, the Senegalese irrigation bureaucrracy controlled some ten thousand hectares of irrigated land, spread over six or eight projects, situated in the delta of the river. On the basis of an industrial concept or irrigated agriculture, and as farr as possible analogous to the operation of the large projects, this bureaucracy set up a supporting structure in which its officials :

- conducted topographical surveys, designed canal systems, and supervised the construction of the small schemes demanded by the people and built by them with manual labour ;

- calculated the canals for the production of rice and forbade in contracts the cultivation of any other crops without their permission ;

- attempted to calculate the rate of depreciation of the pump installation, and forced the users, collectively, to pay for this depreciation ;

- provided inputs such as selected sowing seed, herbicides, pesticides, fertilizer, and the like ;

- offered these inputs free on seasonal credit ;

- supplied fuel in areas that can only be reached by boat in the rainy season ;

- maintained and repaired the pump installation ;

- imposed a water-distribution shedule ;

- dictated the statutes of the users' cooperatives ;

- developed technical specifications for the various parts of the pump installation (motor, pump, pipes, floats) ;

- via the "Ministère du plan et la coopération", canvassed for donor money both for the construction of the schemes and for the purchase of the pumping

installations, and

- promoted the continuance of the national policy of subsidies for inputs and seasonal credit.

Some changes have taken place in this structure since 1980. Under the influence of changes in the national agricultural ppolicy, the irrigation bureaucracy :

- formally allows the users the freedom to choose their crops but without actively encouraging the choice of crops like sorghum and millet ;

- prepares the users for the fact that depreciation money will in future be controlled by a "caisse de credit agricole" but will still be collected by the bureaucracy ;

- has abolished the subsidies on inputs and seasonal credit.

In addition, under the influence of reactions from users and the results of research, it no longer imposes the water distribution schedules, and the statutes for users' organizations have remained e dead letter.

Nevertheless, the social conditions for the success of the small schemes remain a mystery to most officials. Practically all of them state that the irrigated agriculture of the Halpulaar is economically impossible because "they cover the pumping costs with the incomes of the migrants", so their rice crop is "subsidized". Even in 1986, a semi-official spokesman of the irrigation bureaucracy denigrated the small schemes as "having no prospects for the future" and "nothing more than food aid".

Nevertheless, we can establish the fact that irrigation engineers have contributed in no small way to the success of the spread of small irrrigation schemes. Partly in reponse to technical-social research, the irrigation officials have abandoned their policy of compelling the users to follow the rotation schemes they had calculated. At the same time we note however, that the small schemes have not provided them with a training ground : they still have little insight into the social reasons for the success of this form of irrigation.

CONCLUSIONS

For the irrigation engineer, it is not enough that he or she place himself or herself as much ac possible in the position of the users. Of far greater importance than the question of whether they are working for a large donor, a non-governmental organization, or directly for a village, is the question of whether irrigation engineers have an insight into how much their profession is based on standards and values which, of necessity, have been drawn from their own society. When irrigation engineers can dissect their profession in this way, they will be able to derive the maximum benefit, in their designs or rehabilitations, from the social information that anthropologists and users can provide. Untill they do, social scientists, and users, can do little more than analyse, or suffer from, the unfavourable effects of irrigation development.

REFERENCES

ADRAO, 1985 - Rapport de Synthèse de la première phase du projet de recherche Gestion de l'Eau

FLEURET, P., 1985 - The Social Organization of Water Control in the Taita Hills, Kenya, in : American Ethnologist, volume 12, number 1, February 1985, p. 103-118

GEERTZ, Gl., 1980 - Organization of the Balinese Subak in E. Walter Coward Jr., editor, Irrigation and Agricultural Development in Asia, pp. 70-90, Cornell University Press

GRAY, R. F., 1963 - The Sonjo of Tanganyika, London, Oxford University Press

LEACH, E. R., 1961 - Pul Eliya, a Village in Ceylon, Cambridge, Cambridge University Press

MINVIELLE, J. P., 1979 Systèmes de production actuels et transferts migratoires chez les populations de la moyenne vallée du Sénégal, Montpellier : Thèse de doctorat à l'Université de Montpellier I

Intervention des techniques modernes dans l'agriculture traditionnelle : l'exemple du Yemen du Nord

Y. CLOUET

DSA/CIRAD

RESUME

Même si l'introduction de technologies modernes dans l'agriculture traditionnelle offre de gros avantages, elle présente également des problèmes et des risques. L'auteur montre l'évolution socio-économique (perméabilité aux influences extérieures et émigration de la main d'œuvre sans modification du système foncier) a contribué à la détérioration des méthodes de travail traditionnelles et à l'investissement dans des techniques modernes mal maîtrisées.

Après avoir donné quelques indications sur la répartition des terres à Wadi Mauza, l'auteur compare une exploitation agricole vivrière traditionnelle à une exploitation récente de type commercial qui doit son développement à l'utilisation de moto-pompe, introduite non pas par de grands propriétaires mais par de dynamiques agriculteurs de retour au Yémen après avoir émigré à l'étranger. La comparaison dans ce cas fait apparaître un bénéfice économique inhérent à l'utilisation des moto-pompes.

Cependant, l'auteur insiste d'une part sur le fait que ce type de développement ne peut se généraliser qu'en prenant certaines précautions et d'autre part sur les incertitudes et les limites de ce type d'actions.

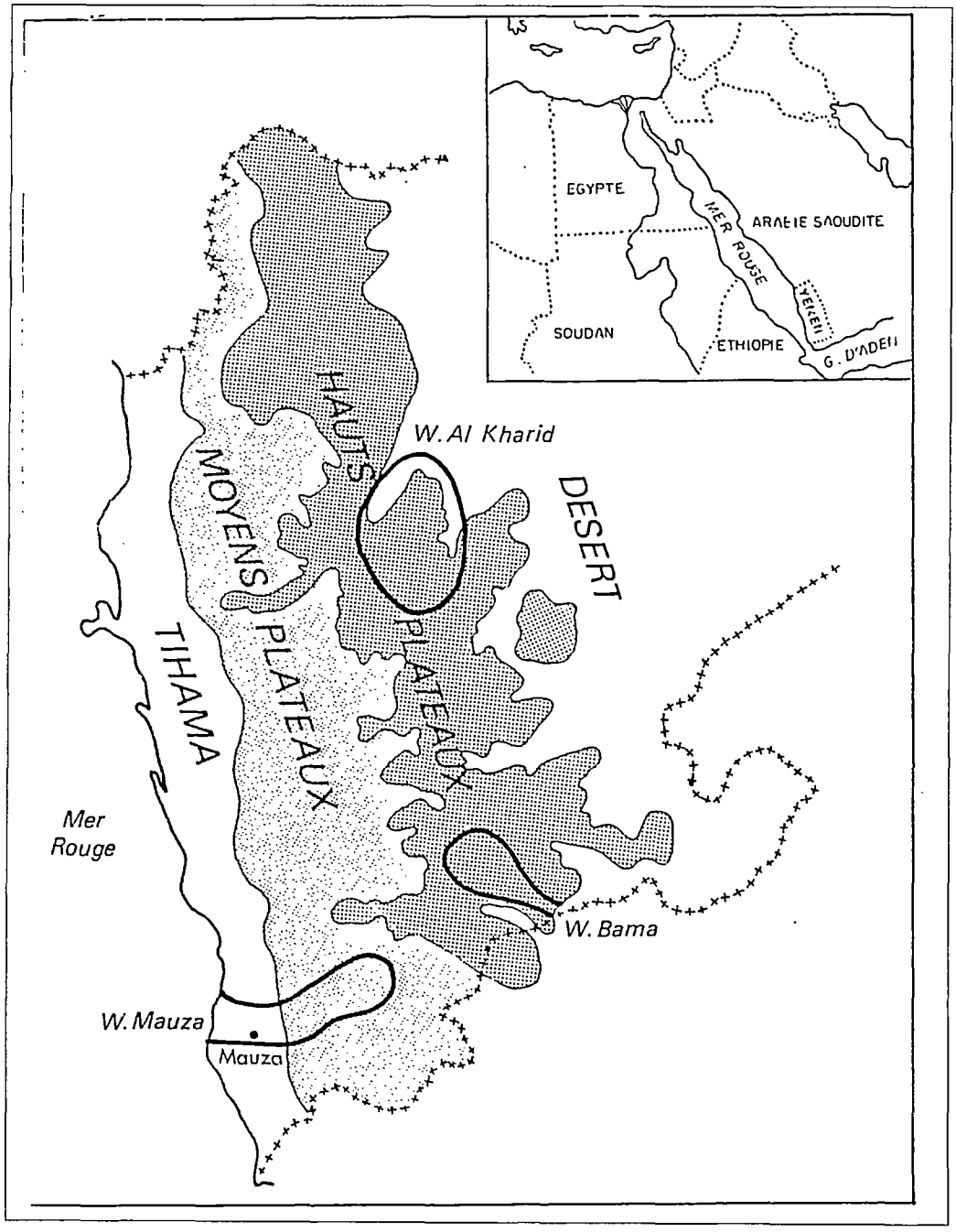
Le cas du Nord-Yémen, et plus spécifiquement celui du Wadi Mauza, conduit l'auteur à faire quelques remarques d'ordre méthodologiques : en particulier, les innovations doivent être étudiées en tenant compte des conditions sociales des producteurs sans jamais sous-estimer la rationalité des agriculteurs traditionnels.

INTRODUCTION

Depuis la révolution industrielle, on ne peut que se féliciter de l'augmentation spectaculaire des productions agricoles ainsi que de la disparition presque définitive du spectre de la famine, en raison principalement d'innovations technologiques significatives en agriculture. Au regard de cette réussite, il ne faut cependant pas négliger les difficultés ainsi que les risques qui proviennent justement de ces innovations.

Actuellement en effet, autant dans les pays présentant un système de production industriel développé que dans les pays du tiers-monde, la genèse et le développement de nouvelles techniques de production (généralement liées à une forte consommation d'énergie : matériel agricole motorisé, production et utilisation d'engrais et de pesticides, etc...) posent des problèmes. Dégradation de l'écosystème, pollution par exemple, sans parler de questions plus difficiles à analyser mais non moins réelles comme la genèse d'un sous-prolétariat urbain réduit au chômage.

Les exemples d'échecs et de succès sont nombreux à travers le monde dans ce domaine : très souvent même, un seul projet peut se présenter à la fois comme un échec ou un succès suivant le point de vue et le moment de l'analyse ; il convient donc d'être particulièrement prudent sur ce sujet. Nous essayerons néanmoins de dégager quelques données sur la question, principalement à partir de situations observées au Yémen du Nord lors de la mise en valeur de trois bassins versants couvrant 10 000 km^2 répartis sur l'ensemble du pays : ceux des Wadis Bana, Mauza et Al Kharid.



D'une façon générale, on peut distinguer d'une part, des systèmes agricoles peu efficaces basés sur de grandes étendues de terre, d'autre part, ceux qui fonctionnent surtout grâce au travail humain et enfin ceux qui accumulent les innovations technologiques et l'équipement sur de grandes exploitations. Ces derniers affirment un changement dans la nature du développement agricole. En effet, si dans les deux premiers types de systèmes l'homme a l'expérience d'un monde stable où il regarde le changement comme une perturbation momentanée de cette stabilité, ou comme une transition temporaire vers une stabilité nouvelle, dans le dernier cas, il fait l'expérience d'un monde intégrant parfaitement le changement qu'il développe même comme un des moteurs principaux de la croissance. Cette situation le plonge dans un univers parfois complexe, incertain, mais mettant à sa disposition plus de puissance matérielle que n'en a jamais accumulée aucune autre société.

C'est dans ce contexte de performance technologique basée sur une productivité croissante que les pays industriels remettent en cause les autres systèmes de production. Que nait-il de cette rencontre entre deux façons de produire, de concevoir le monde ? L'exemple suivant observé au Nord-Yémen nous apporte quelques éléments de réponse.

SYSTEMES DE PRODUCTION AU YEMEN DU NORD ET STRATEGIES PAYSANNES

Généralités

Le Yémen du Nord est un des rares pays du monde où

un système de production agricole traditionnel ait fonctionné jusqu'à une date relativement récente sans aucun contact avec les pays industrialisés ; les frontières du pays ne se sont ouvertes en effet aux influences extérieures que vers 1960. Jusqu'à cette époque, l'agriculture nourissait ses habitants sans problème, malgré les ressources en eau limitées et un relief particulièrement tourmenté. De plus, grâce au niveau relativement élevé de ses techniques, elle arrivait même à dégager des surplus commercialisables importants, tels que le célèbre café de Moka et le quat, sorte d'herbe que l'on mâche et qui joue un rôle d'excitant très prisé dans la région.

Actuellement, par contre, le volume des productions régresse pratiquement dans tous les domaines. A titre d'exemple, le Yémen du Nord a importé 140 000 tonnes de céréales en 1980 sans qu'aucun problème de sécheresse ne se soit posé.

En fait, la désagrégation a commencé dès que le système de production a été incapable de maintenir une main d'œuvre suffisante pour assurer les pointes de travaux agricoles dont la plus importante nous semble l'entretien du capital foncier : les terrasses qui, dans certaines zones, s'étalent sur des dénivelés de plus de 1 000 m.

Les aménagements se sont dégradés de façon inéluctable dès qu'on a cessé de les entretenir : effondrement des murs de soutènement des terrasses, destruction des canaux d'amenée d'eau aux parcelles dans les zones d'épandage de crues, disparition du caractère intensif de l'agriculture jardinée dans les wadis pérennes, etc..., un rapide éclairage sur l'évolution récente des rapports entre groupes sociaux va nous permettre de mieux saisir les raisons de cette dégradation.

L'élément déterminant semble indiscutablement lié au maintien d'un régime foncier inadapté à la situation actuelle. Ce dernier favorise trop nettement une minorité de propriétaires (1) au détriment de la main d'œuvre et aboutit à l'impasse suivante :

- métayers et journaliers préfèrent s'exiler dans les pays producteurs de pétrole où ils gagnent en quelques mois ce qu'ils obtiendraient en plusieurs années s'ils restaient au village. Par contre, ceux qui ne peuvent pas partir exigent jusqu'à 75 et même 100 rials (2) par journée de travail.

- dans ces conditions, certains propriétaires, les plus petits notamment, préfèrent laisser leurs terres en friche, voire même s'expatrier plutôt que de payer ces redevances jugées prohibitives. Quant aux gros propriétaires qui détiennent le pouvoir politique, ils sont réticents à toute modification du régime foncier qui se ferait à leur détriment, mais, ne trouvant plus de main d'œuvre, ils ne peuvent ni mettre en valeur leurs terres ni même les entretenir. C'est à la fois leur capital financier et foncier qui se dégrade, bien que certaines techniques occidentales leur permettent parfois, comme on va le voir, de débloquer provisoirement cette situation suicidaire.

Le groupe social le plus dynamique est constitué de nouveaux venus à la terre : soit commerçants qui investissent, soit anciens émigrés qui retournent au village après avoir fait fortune à l'étranger. Ce groupe reste toutefois marginal dans la mesure où il ne peut se développer faute d'un marché foncier conséquent.

L'élimination progressive des métayers et des journaliers a pour conséquence une dépréciation de l'acquis technologique traditionnel et cela d'autant plus vite que l'écrêtage se fait parmi ceux qui pourraient rajuster de façon intéressante ces techniques aux nouveaux besoins de l'agriculture Nord-Yéménite.

Face à cette hémorragie de main d'œuvre, certains propriétaires ont investi dans les techniques "modernes" sans les maîtriser et sans souci de rentabilité. Les résultats obtenus, sans être très probants, leur ont cependant redonné confiance tout en entraînant une nouvelle dépréciation de l'acquis technologique traditionnel. La situation a évolué par basculement : abandon du passé qu'on n'a pas su ou pas voulu faire évoluer au profit d'un modernisme qu'on ne sait pas maîtriser.

L'exemple du Wadi Mauza

L'exemple de Wadi Mauza situé en Tihama, c'est-à-dire la plaine côtière qui borde la Mer Rouge, illustre parfaitement cette situation. Il nous apporte en plus des éléments concrets susceptibles de faire progresser notre réflexion.

En arrivant à Mauza, gros bourg régional de 5 000 habitants, deux faits principaux frappent le visiteur : le caractère particulier d'une oasis où tout semble construit à force de labeur dans un milieu hostile : le désert ; et, en même temps, un contraste saisissant dans les structures agraires : les plus belles terres sont incultes, voire laissées à l'abandon, alors que les plus pauvres sont cultivées et vertes. Ce paysage exprime la confrontation en cours entre plusieurs techniques de production et entre différents partenaires sociaux. En un mot, on constate le passage d'une agriculture vivrière traditionnelle à des cultures commerciales d'irrigation, mais avec une mauvaise assimilation des façons de faire et de penser occidentales. Examinons plus en détail la réalité du processus en cours :

(1) 5 à 10 % de la population détient 90 % des terres louées avec un droit de métayage variant de la moitié aux deux tiers de la récolte au profit du propriétaire

(2) Un rial = 0,91 francs français

A Mauza, comme partout au Yémen, on rencontre le clivage classique entre propriétaires et salariés agricoles. Le tableau ci-dessous résume succintement la situation actuelle.

Groupe Social	Intitulés	Nbre d'actifs en %	Pourcentage de la superficie totale possédée	Surface de l'exploitation totale (ha)	irriguée %
Propriétaires	non exploitants	4	50	15-150	35
	exploitants	12	50	1-10	65
Non Propriétaires	métayers	76		2-4	
	journaliers	8			

Schématiquement, les moyens de production se concentrent entre les mains de 16 % de la population dont 4 % possèdent la moitié des terres. Les métayers se louent à la saison ou à l'année. Leur rémunération se fait en nature en raison du droit de métayage égal à 50 % de la récolte en terre de crues et de 75 % en terres irriguées. Les journaliers sont essentiellement des "Arkdam", anciens esclaves d'origine africaine qui se louent pour un prix très bas de 20 rials la journée aux propriétaires et aux métayers.

Une exploitation traditionnelle vivrière

Nous prendrons pour exemple une des quinze exploitations qu'un gros propriétaire terrien loue à un métayer à raison d'un droit égal à la moitié de la récolte. La superficie est de 4 ha mis en valeur en totalité par épandage de crues deux fois par an : avril et novembre. Les rotations sont essentiellement vivriè-res : sorgho, sésame, mil et à l'occasion commer-ciales : pastèque.

Les techniques agricoles, les outils et les équipements semblent apparemment très simples. En fait, ils sont excessivement élaborés, cohérents et particulièrement efficaces, compte tenu des moyens dont disposent les agriculteurs : la fertilisation du sol est assurée par submersion périodique et contrôlée des crues et par la jachère ; le semis se fait à la volée, l'entretien du sol et la récolte se font soit en traction animale soit manuellement.

Sans rentrer dans le détail de chacune de ces techniques, nous n'en retiendrons qu'une seule, apparemment la plus banale : le semis à la volée (1). Ce geste simple le devient moins quand on observe qu'il exige un enfouissement rapide des graines. Pour ce faire, il existe trois moyens : l'araire, le piétinement par le bétail ou la herse. Tous trois impliquent l'existence de l'élevage, d'où la première constatation que le semis à la volée ne peut être que postérieur à la domestication des animaux. Nous ne retiendrons que l'araire actuellement utilisée à Mauza. Or, il s'avère effectivement que la fonction primitive et essentielle de l'araire n'est pas la préparation du champ mais l'enfouissement des semences semées à la ligne ou à la volée. Tout conduit donc à penser que l'invention du semis à la volée implique l'existence préalable de l'araire, ce qui fait de cette technique quelque chose de particulièrement difficile. C'est à Mauza une des tâches les plus prestigieuses de l'agriculture, tâche que l'on réserve à des hommes mûrs et qualifiés. Le semis à la volée est l'exemple type d'une technique dont la banalité nous cache à la fois l'importance des acquis technologiques qu'elle suppose et surtout leur cohérence avec les autres techniques, outils et équipements qui existent dans le système de production en place.

Malgré la pertinence de ces techniques, il faut constater cependant l'existence d'un facteur limitant essentiel : la crue. Cette présence d'eau superficielle qui se manifeste uniquement deux fois par an rend l'agriculture traditionnelle particulièrement tributaire de son environnement. Dans ces conditions, le sol est le plus souvent en jachère et si cette dernière joue un rôle important dans la régénération des sols, elle est trop longue car la parcelle n'est pratiquement cultivée qu'une fois par an. La surface développée (1) n'est que de 1,2. De plus, le temps de travail du métayer atteint 110 j/an (taux de sous-emploi de 60 %) et il doit faire appel à une main d'œuvre de plus en plus problématique pendant les pointes de travaux.

Une exploitation de Type Commercial mise en valeur par moto-pompe

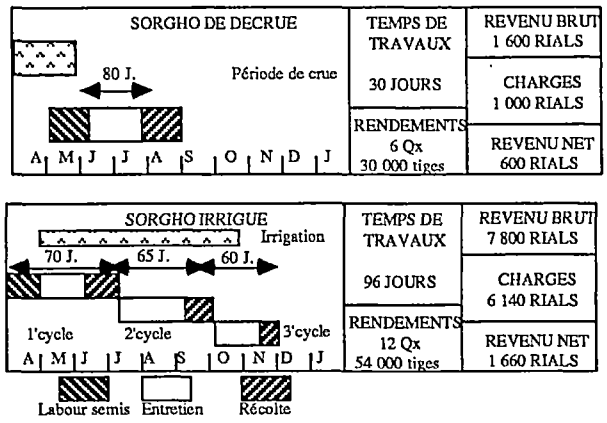
L'exploitation retenue appartient à quatre personnes dont deux émigrés qui, après avoir travaillé à l'étranger, se sont rassemblés (fait exceptionnel) pour acheter ensemble une moto-pompe. Cette exploitation de 3,1 ha est en fait très mal située dans une perspective de mise en valeur traditionnelle, puisqu'elle ne se trouve pas dans une zone où l'épandage de crue et donc les possibilités de culture sont aléatoires. C'est pour résoudre cette mauvaise desserte en eau que s'est constituée l'association sur une base de partage équivalent des produits et éventuellement des revenus monétaires entre les quatre partenaires. En fait, comme nous allons le voir, cette acquisition d'un nouveau moyen de production va entraîner une transformation radicale du système de production traditionnelle.

La première préoccupation a été d'assurer une production vivrière minimale, mais très vite les exploitants se sont aperçus de la possibilité d'allonger le cycle végétatif des principales plantes. Ainsi pour le sorgho, ils ont pu obtenir une autre récolte et un complément fourrager grâce à un apport d'eau supplémentaire. Le schéma ci-après figure cette évolution par rapport au système traditionnel.

(1) Cf Technologie de l'Agriculture : terrain de rencontre entre agronomes et éthnologues. Etudes rurales. 1975. Page 103

(1) On entend par surface développée la superficie cultivée sur une même parcelle pendant l'année. Une parcelle cultivée deux fois en une année aura une "SD" de 2.

Tableau comparatif entre les cultures de sorgho de décrue traditionnelles et irriguées (par moto-pompe)



Face à cette situation, les producteurs ont alors cherché à écouler leurs surplus et se sont très vite rendu compte de l'intérêt de diversifier leur production vers les cultures commerciales pour augmenter leur revenu. Melon, pastèque, oignon et tomate ont alors été mis en culture sous l'action d'un vulgarisateur auto-financé par une petite coopérative locale.

A court terme, cette succession de résultats assez probants tant au point de vue agronomique qu'économique (comme nous allons le voir) laisse, cependant, fortement à désirer sur le plan technique : en effet, les producteurs maîtrisent très mal pompage et irrigation.

- le matériel est trop puissant et travaille dans ses plus mauvaises plages de rendement (500 t/mn pour des pompes allant jusqu'à 40 chevaux)

- les apports d'eau sont trop brutaux, ce qui entraîne un tassement des terres ; d'autre part, la salure des terres apparaît rapidement

- l'investissement a été fait uniquement sur le matériel de pompage et rarement sur les modes de transport d'eau : les pertes de 50 % d'eau dans les canaux ne sont pas rares

- les techniques d'irrigation seraient en fait à repenser complètement tant pour les cultures vivrières que pour les légumes : par exemple, l'irrigation à la raie n'est pas pratiquée.

Dans ces conditions, on constate que les cultures commerciales occupent 50 % du sol et nécessitent 500 jours de travail sur l'exploitation, soit les 3/4 du temps de travail. Chacun des exploitants travaille en moyenne 190 jours par an. Ils sont employés à temps plein, sauf pendant 4 mois de l'année. La surface déve-

Comparaison de deux types d'exploitation

On constate sur le tableau ci-dessous que le revenu net par hectare est dix fois plus élevé en culture irriguée qu'en culture de décrue avec un investissement d'environ 10 000 rials tous les trois ans et que les revenus par exploitant sont près de quatre fois plus élevés.

Mode de production	Type de culture	Surfaces		Emploi	Revenus	
		développées	Nb hectares /exploitant	S/emploi	Revenu /hectare	Revenu /exploitant
Epandage de crues	Vivrières 95% temps 88% surfaces	1,2	2	63%	2500 YR	5000 YR
Pompage motorisé	Commerciales 75% temps 50% surfaces	2,5	0,75	45%	26000 YR	19500 YR

Economiquement parlant, l'investissement effectué par ces nouveaux venus à la terre est parfaitement justifié. Ces derniers sont d'ailleurs en train de modifier les circuits traditionnels d'accumulation du capital au détriment des gros producteurs et, par le fait même, de remodeler le découpage social qui se perpétue depuis fort longtemps.

Vu cette réussite, et surtout face à l'hémorragie de main-d'œuvre, les gros propriétaires se sont équipés à leur tour de moto-pompes, mais ils ne sont pas allés au-delà et n'ont fait que remplacer l'épandage de crue fastidieux et contraignant qui a lieu deux fois par an par un pompage régulier et sûr, mais sans diversifier leurs cultures. D'ailleurs, ne faisant rien eux-mêmes, ils doivent passer par l'intermédiaire de métayers souvent très réticents à toute innovation, n'en profitant pratiquement pas. "Ils sont condamnés à faire du vieux avec du neuf".

Ces mouvements technologiques et économiques ont finalement très peu touché la majorité de la main d'œuvre car elle ne possède aucun moyen de production et elle ne dispose pas des revenus monétaires qui lui permettraient d'investir et de s'intégrer au mouvement en cours. Les ouvriers les plus dynamiques s'expatrient.

Les incertitudes et les limites de l'innovation technologique

Comment réagira à long terme l'environnement ?

Actuellement 150 puits sont installés : chaque année dix nouveaux s'installent et aucune évaluation des ressources de la nappe n'a encore été faite ; et si cette dernière venait à se tarir ? Les sols s'épuisent, on fait appel aux engrais chimiques, on investit à nouveau, les rendements augmentent puis stationnent. La main d'œuvre disparaît, on achète des tracteurs, ils se cassent et les pièces de rechange sont difficiles à trouver.

Cette course à l'eau, puis à l'argent, entraîne un pouvoir accru certes, mais au prix de combien de dépendances à la fois technologiques et économiques s'ajoutant à celles de l'environnement ? Certains producteurs ont parfois l'intuition de la dégradation d'un équilibre chèrement acquis au profit d'une fuite en avant qu'ils

ne contrôlent plus. C'est-à-dire la disparition d'un monde connu au profit d'un autre plein d'incertitudes.

Echec ou réussite ? Il est certainement encore trop tôt pour se prononcer, tout au plus pouvons-nous dresser un rapide bilan de la situation actuelle à Mauza. Comme toute expérience significative, elle comprend des atouts et des handicaps. Nous n'en formulerons que quatre qui nous semblent susceptibles de faire progresser l'expérience.

- une partie des producteurs fait incontestablement preuve d'un remarquable esprit d'entreprise. Mais les premiers résultats acquis stimulent les initiatives les plus irréfléchies : ne serait-il pas nécessaire de mieux les contrôler ?

- aucune organisation d'ensemble dans ce mouvement. C'est d'ailleurs une des caractéristiques de toute innovation, qui dans un premier temps entraîne une sorte de foisonnement spectaculaire qu'il vaudrait mieux organiser ; mais ne faut-il pas craindre alors une disparition du caractère créatif de cette expérience ?

- il est sûr qu'une réforme agraire aurait un effet spectaculaire dans la mesure où elle libèrerait des forces qui ne demandent qu'à se manifester ; mais est-ce réaliste de l'envisager ?

- en ce qui concerne l'aspect technologique proprement dit, il apparaît indispensable de contrôler l'effet à moyen et long terme des technologies "dures" de type occidental qui peuvent avoir des conséquences désastreuses. Aucun effort pour développer les techniques traditionnelles n'a vraiment été entrepris ; il serait intéressant certainement de trouver un moyen terme et de se pencher plus concrètement sur les "technologies douces".

CONCLUSION

Le cas du Wadi Mauza illustre deux attitudes assez caractéristiques face à la technologie occidentale : d'une part une adotion passive de la nouveauté, une sorte de copiage ; d'autre part, une attitude qui semble beaucoup plus créative, car elle invente en assimilant ce qui lui est étranger ; mais maîtrise-t-elle pour autant toutes les conséquences de ce changement ? La stabilité et la lenteur des innovations dans les systèmes traditionnels leur permettraient de rester cohérents, comme nous l'a montré l'exemple du semis à la volée.

Actuellement, bien rares sont les systèmes de production traditionnels qui soient arrivés à élaborer une synthèse avec le dynamisme occidental. Dans le cas particulier du Yémen, il semble que les rapports de force soient par trop inégaux entre un système de production traditionnel en désagrégation et un mode de développement trop complexe et trop avancé technologiquement. Plus précisément, on peut se demander si les interventions de quelque ordre que ce soit des pays industrialisés dans les pays du tiers monde tels que le Yémen du Nord n'accélèrent ou ne provoquent pas la désagrégation afin d'augmenter les dépendances technologiques et économiques. Mais nous touchons là un débat qui dépasse largement le cadre de cette communication et, plus concrètement, la dynamique en cours au Yémen du Nord peut appeler d'autres réflexions plus opérationnelles.

En nous plaçant sous un angle méthodologique et plus "interventionniste", on saisit que les choix techniques, voire les innovations technologiques, sont largement prédéterminés et doivent être étudiés en fonction des conditions sociales vécues par les producteurs. En l'occurence, seuls les petits propriétaires du Wadi Mauza sont réellement des novateurs. Ils représentent la seule classe sociale dynamique du système, ou plutôt de l'interaction en cours. Toute intervention aura avantage à s'appuyer sur eux. Nous saisissons là l'intérêt d'une analyse socio-économique avant et surtout pendant la réalisation d'un projet d'aménagement.

Dans ce même ordre d'idées, très souvent, la planification et l'intervention ne reconnaissent pas aux paysans de rationalité économique : on les considère comme une sorte de pâte molle que l'on peut restructurer en fonction d'impératifs, d'objectifs définis au niveau national. On appliquera alors des programmes de vulgarisation, on réalisera des équipements fort couteux et mobilisant d'abondantes ressources en hommes et l'on sera surpris d'obtenir des résultats très inégaux : à côté des réussites spectaculaires on trouvera une liste affligeante d'échecs répétés où auront été engouffrées en vain des sommes considérables.

Par exemple, si l'on avait raisonné l'intervention au niveau national, en termes de vulgarisation générale, comme étant celle devant convenir à la région de Mauza, il n'est pas sûr que l'expérience ait pu être aussi significative : en effet, quelles peuvent être les motivations des gros propriétaires de changer quoi que ce soit dans le système traditionnel, sachant que de toute façon, tout changement leur sera défavorable ? Il n'est pas sûr d'ailleurs que les nouveaux venus à la terre réagissent à des thèmes discutés dans des bureaux qui ne correspondent pas sur place à leurs préoccupations et à leurs besoins. Ce qui fait la richesse de l'expérience de Mauza, c'est qu'elle est de type "ascendant", née et développée dans des conditions très précaires d'une rencontre fortuite entre une classe sociale et des éléments "moteurs" susceptibles de répondre d'une façon empirique et opportuniste aux besoins manifestés - en l'occurence, 1 ou 2 coopérants techniques, très compétents et bien intégrés dans le milieu local. Il est sûr qu'un tel foisonnement local peut être difficile à gérer pour un gouvernement et un appareil de planification. Mais il est plus facile d'effectuer un "recen-

trage" d'une expérience qui est dynamique que de mettre en marche des hommes qui ne veulent pas aller dans la direction qu'on leur impose.

Dans ce contexte, on peut se demander quelle est la place de la Recherche - Développement face à une telle expérience, à la fois en tant qu'analyse permettant une intervention et quelles innovations pourra-t-elle mettre à la disposition des acteurs tout en respectant les dynamiques sociales en place, particulièrement conflictuelles dans le cas précis du Yémen du Nord.

Si ces dernières réflexions s'adressent plutôt à des aspects sociaux, économiques voire à l'extrême limite politiques d'un projet, il est cependant incontestabe qu'une meilleure maîtrise de l'environnement physique et de l'écosystème peut, la plupart du temps, être apportée au cours des études. Dans le domaine des équipements et plus particulièrement des aménagements hydro-agricoles, les propositions tendent en effet à tenir compte de plus en plus du caractère vivant, c'est-à-dire à la fois pérenne et dynamique, de cette association de l'homme avec la nature.

La recherche sur la petite et moyenne hydraulique agricole et sa politique d'expansion dans le tropique semi-aride brésilien

A. de QUEIROZ, A.F. LIMA, L.H LOPEZ

EMBPAPA - CPATSA

G. VALLEE

DSA/CIRAD

RESUME

Dans le Nordeste brésilien qui couvre 18 % du territoire national, 1,2 millions d'hectares sont situés dans la zone semi-aride et concernent 2,4 millions d'exploitations dont environ 85 % ont moins de 50 ha. Le système de culture pluviale est très précaire, compte tenu de la faible quantité et de l'irrégularité des pluies depuis 1980. De nombreuses actions gouvernementales ont été tentées pour rationaliser l'utilisation de l'eau dans le Nordeste, mais la plus grande partie de la population n'a pas été touchée et continue d'émigrer. Après la sécheresse du début des années 80, le développement de cette région a été repensé, avec un programme d'appui au petit producteur (PAPP), prévu pour 15 ans, dont la coordination technique est faite par l'EMBRAPA-CPATSA. Pour la première fois, les agriculteurs participent à la conception et à la planification des actions de développement des ressources hydriques et on pense qu'avec une meilleure coordination vulgarisation-recherche-producteur, on obtiendra de meilleurs résultats.

I. INTRODUCTION

Le Nordeste du Brésil occupe près de 18 % du territoire national (environ 1,6 millions de km^2) et près de 75 % de cette superficie (1,2 millions de km^2) est dans la zone du tropique semi-aride (Reddy et Amorim Neto, 1984). Le tropique semi-aride du Nordeste brésilien se situe entre 3° et 18° de latitude Sud et entre 35° et 46° de longitude Ouest, couvrant une partie des états de Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraibá, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia et Minas Gerais

1. Le cadre naturel et agraire du Nordeste

La région présente une grande diversité de ressources naturelles.

La zone semi-aride comprend deux régions physiographiques principales qui sont l'Agreste et le Sertão (Duque, 1980).

La température de ces régions a peu d'amplitude et les moyennes annuelles se situent entre 23° et 27° C, excepté sur les "brejos" (Andrade et Lins, 1971) où l'on rencontre des micro-climats sur les hauteurs supérieures à 500 m, et où les moyennes annuelles de températures sont plus faibles. L'insolation atteint des valeurs de l'ordre de 2800 heures/an. Les pluies sont concentrées pratiquement en une seule période (régime unimodal) qui peut commencer au moins en trois époques différentes de l'année (Porto et Alii, 1983).

Cependant, on peut rencontrer un régime de pluie bimodal, mais sans grande importance. La région semi-aride du Brésil reçoit une pluviométrie qui varie de 650 mm à 1300 mm dans l'Agreste et de 400 mm à 700 mm dans le Sertão.

On doit souligner, néanmoins, que la pluie est le plus incertain des éléments climatiques et périodiquement apparaissent des abérations, principalement dans la distribution des pluies sur une grande partie de la région semi-aride, entrainant des conséquences désastreuses (Carvalho et Alii, 1973).

Les sols de la région sont très diversifiés, toutefois les sols de texture sableuse, peu profonds en général, et avec des problèmes de fertilité sont prédominants. Il y a des exceptions, et les alluvions, sols de dépôts fluviaux récents, sont profonds et présentent une texture fortement diversifiée, chimiquement riche et bien pourvus en minéraux primaires, facilement décomposables et ils sont bien adaptés à l'agriculture dès que l'on peut fournir un supplément d'eau par l'irrigation.

Du point de vue géologique, on peut observer des affleurements de roches cristallines, très fréquents dans la zone semi-aride du Nordeste, mais il y a cependant des formations sédimentaires sableuses, argileuses ou calcaires. En ce qui concerne les eaux souterraines, dans les formations cristallines, il n'y a accumulation que dans les failles, même ainsi de manière insuffisante, profonde et de mauvaise qualité. Cependant dans les formations sédimentaires il y a de l'eau de meilleure qualité et en quantité significative pour l'utilisation agricole (Carvalho et Alii, 1973).

En ce qui concerne la végétation, dans la région semi-aride prédominent les formations de "caatinga" avec des plantes xerophytes à feuilles caduques, à l'exception des micro-climats d'altitude, où l'on rencontre des espèces végétales à feuilles pérennes. On peut souligner, cependant, que même dans les formations de caatinga on peut rencontrer des espèces à feuilles pérennes comme par exemple le Juazeiro (Ziziphus joazeiro L.) (Duque, 1980).

Le cadre naturel du semi-aride du Nordeste décrit ci-dessus, qui a souffert tout au long de son occupation de l'action de l'homme, est à l'origine du cadre agraire.

On peut observer qu'il existe environ 2,4 millions d'exploitations agricoles, parmi lesquelles 88,4 % ont moins de 50 ha et dont le système de culture et d'élevage est sous la dépendance de la pluie. Les systèmes d'exploitations créés et utilisés par ces agriculteurs ont été l'objet de descriptions qualitatives dans divers contextes et dans plusieurs publications. (Duque, 1964 ; Andrade, 1980 ; Queiroz, 1985 ; Lima, 1986 ; Lima et Alii, 1986). Les aspects des ressources naturelles et socio-économiques du Nordeste présentés ci-dessus donnent la dimension du problème qui doit être pris en compte lors de la planification des actions de recherches et de développement pour la région, et en particulier pour les ressources en eau.

2. Actions gouvernementales visant à rationaliser l'utilisation de l'eau dans le Nordeste

Les stratégies adoptées par les organismes gouvernementaux pour une utilisation profitable des ressources en eau du Nordeste, ont été presque toujours des mesures d'urgence, intermitentes et seulement "réactivées" lors de l'apparition des sécheresses périodiques qui ont dévasté le Nordeste. La première pour laquelle on a des informations documentées fut la grande sécheresse de 1877/1880, durant laquelle l'empereur D. Pedro II fit des suggestions pour retenir les eaux par des barrages, par la perforation de puits et la construction de routes. Plus tard par le décret n° 16/9 du 21/10/1909 fut créé l'Inspection des Oeuvres contre les Sécheresses (IDCS), qui plus tard a donné origine au Département National des Oeuvres Contre les Sécheresses (DNOCS), dont la mission spécifique fut le contrôle permanent et programmé sur les effets de la sécheresse, et fondant ses actions sur le stockage des eaux de surface (DNOCS, 1975). Jusqu'en 1975 ont été construits environ 250 grands réservoirs qui retiennent plus de 11 milliards de m^3 d'eau (Pontes, 1975). Cependant, le développement de l'irrigation a été très lent.

D'autres actions gouvernementales ont été réalisées comme la création de la Commission de La Vallée du São Francisco (CVSF) en 1948, qui en 1967 se transforma en Superintendance de la Vallée du São Francisco (SUVALE) et en 1974 pris la dénomination de Compagnie du Développement de la Vallée du São Francisco (CODEVASF), avec pour objectif fondamental le développement d'actions pour l'irrigation dans le bassin du fleuve San Francisco. Fut créé également le Groupe de Travail pour le Développement du Nordeste (GTDN) qui plus tard aboutit à la création de la Superintendance du Développement du Nordeste (SUDENE) en 1959, dont l'objectif était d'élaborer et d'exécuter une politique de développement du Nordeste, sous de multiples aspects dont un était l'utilisation des ressources en eau. Dans ce cas particulier fut créé le Groupe d'Irrigation du São Francisco (GISF) et le Groupe d'Irrigation pour le Développement Agricole (GEIDA), dans la décade de 1960, qui avaient pour objectif d'étudier la contribution de l'irrigation en termes économiques et sociaux, et qui fut à la base du Plan Pluriannuel d'Irrigation (PPI) en 1971.

Par le décret-loi n° 1106 de juin 1970 fut créé le Programme d'Intégration National (PIN)dont les ressources furent en partie destinées au financement de la première phase du programme d'irrigation du Nordeste, qui devait être exécutée par le DNOCS et la CODEVASF aujourd'hui appelée Irrigation Publique Fédérale. De plus, dans le champ d'action de l'Irrigation Publique Fédérale, beaucoup de décrets et lois furent promulgués, comme le décret-loi 200 du 25/02/1967 qui délègue au Ministre de l'intérieur des attributions dans le cadre de l'irrigation, la loi 6662/79 du 25/06/79 définit la Politique Nationale d'Irrigation qui postérieurement fut règlementée par les décrets 89 496/84, 90 309/84 et 90 991/85 ; le décret 86 146/81 créa le Programme National d'Utilisation des "Terres Basses" (PROVARZEAS) et le décret 86912/82 établit le Programme de Financement pour les équipements d'Irrigation (PROFIR), le décret 2032/83 règle le

dédomagement des investissements réalisés pour des projets d'irrigation dans les régions semi-arides du Nordeste.

Durant la décade de 1970, le gouvernement tenta de nouveau d'aborder le problème de la sécheresse et établit le Programme de Développement des zones intégrées du Nordeste (POLONORDESTE), lequel entre autres actions a donné une grande impulsion à l'irrigation de "semi-aride". D'autres programmes de développement également furent conçus, comme le Programme Spécial d'Aide au Développement de la Région Semi-Aride du Nordeste (PROJETO SERTANEJO).

Même ainsi, malgré les grands efforts du gouvernement prodigués à l'occasion de la récente sécheresse qui dura de 1980 à 1983, on a constaté, une fois de plus, que les mesures adoptées jusqu'à cette date n'avaient pas encore atteint les objectifs préconisés, en effet, une grande partie de la population du Nordeste, spécialement dans le semi-aride, a vu ses pauvres économies totalement désorganisées, leur manquant l'eau pour l'alimentation humaine et animale et les aliments.

Dans de tels cas, restaient deux options à adopter : émigrer ou tenter d'obtenir une place dans les "fronts d'urgence" du gouvernement comme on le constata au séminaire organisé en 1984 pour les participants de 10 universités du Nordeste après un grand voyage de reconnaissance dans tout le semi-aride (REDE GLOBO 1984).

II. Le Programme d'Aide au Petit Producteur Rural du Nordeste

1. Conception

Au début de la décade de 80, au cours d'une sécheresse prolongée dans le Nordeste, le développement de la région commença a être repensé, et furent créés des groupes de travail avec la fonction spécifique de réaliser une évaluation et une redéfinition de la politique et de la stratégie de développement régional, d'évaluer et de perfectionner les instruments sectoriels, les mécanismes opérationnels et les dispositifs institutionnels du développement rural et également d'évaluer et d'améliorer les programmes spéciaux en vigueur à l'époque. Les groupes de travail analysèrent les aspects de la pauvreté régionale, les caractéristiques de base de la "petite production" et par dessus tout les résultats obtenus avec l'implantation des principaux programmes gouvernementaux.

Le programme d'appui au Petit Producteur Rural du Nordeste (PAPP) est prévu pour 15 ans et a pour objectif d'implanter un processus de développement rural règlé sur la recherche permanente de l'équité sociale, de l'efficacité technico-économique et de la préservation de l'écologie. Le programme reconnait que la stratégie à suivre devra être orientée pour vaincre les facteurs de l'actuelle situation d'inégalités, d'inefficacité et de carence absolue dans laquelle se trouvent les petits producteurs ruraux du semi-aride, en particulier. Les préoccupations fondamentales du PAPP sont constituées par l'aspect social (institutionnaliser la promotion des petits producteurs comme un des éléments constituant le propre concept et l'exécutant du développement rural), par l'aspect productif (modification de la structure des propriétés, des moyens de production dans le sens d'une déconcentration et d'une meilleure efficacité économique dans l'utilisation de la terre et des ressources hydriques) et par l'aspect institutionnel (reformuler la vision et l'exécution du développement, donnant une réelle participation aux Etats et aux divers secteurs de la société composée des producteurs ruraux du Nordeste (PROJET NORDESTE, 1983).

Le programme comprend des actions intégrées pour les composantes suivantes :

a) Action foncière
b) Ressources en eau
c) Création et diffusion contrôlée de technologie
d) Assistance technique et vulgarisation rurale
e) Commercialisation et approvisionnement
f) Crédit
g) Appui aux petites communautés rurales

En ce qui concerne la composante ressources hydriques, les actions ont été dirigées fondamentalement pour créer une action permanente, coordonnant la politique des eaux en étroite liaison avec la politique foncière et qui incorpore de façon concrète dans les processus, la petite production (PROJET NORDESTE, 1983). Spécialement cette composante a pour objectif l'alimentation en eau pour la consommation nationale et la production agricole, pisciculture incluse.

Le programme couvre les 10 états du Nordeste et le Nord du Minas Gerais et a commencé ses actions dans chaque état, dans plusieurs cantons choisis en fonction des divers critères établis.

2. Coordination

Le programme est globalement coordonné par la SUDENE par l'intermédiaire d'une direction et plusieurs divisions. Spécifiquement pour la composante "Création-Diffusion contrôlée de technologie" (GDCT), la coordination technique a été déléguée au CPATSA ; la coordination générale restant dirigée par un groupe de techniciens du GDCT de la SUDENE.

De plus, en ce qui concerne la prise des décisions pour le programme, on a créé une Commission Régionale

de Développement Rural composée de représentants de plusieurs ministères, des organismes des états et des représentants des producteurs. Le CPATSA est le représentant du système de recherches dans cette commission.

3. Le rôle de la recherche du CPATSA dans le développement des technologies concernant les ressources en eau, leur adoption et diffusion dans la zone semi-aride.

Le programme de recherches du CPATSA est divisé en trois phases distinctes (fig. 1), mais articulés selon la séquence suivante :

1) Evaluation des ressources naturelles et socio-économiques (étude des ressources naturelles et des systèmes de production actuels).

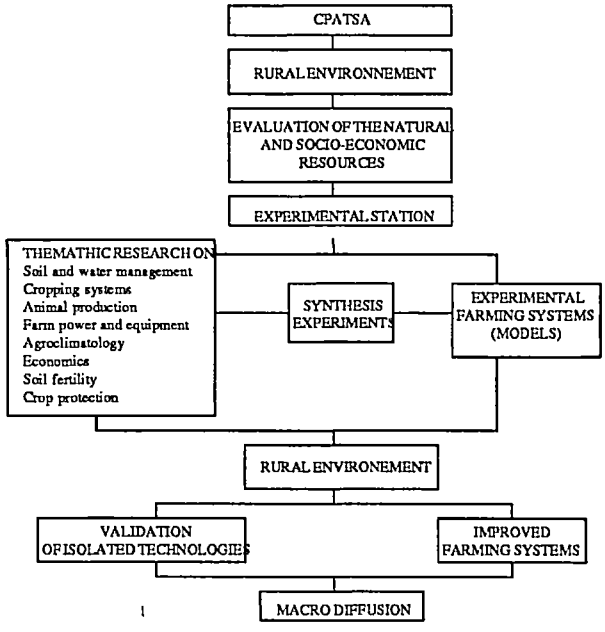
2) Recherches analytiques conduites en stations expérimentales et laboratoires (recherche de solutions pour les problèmes spécifiques) ; et

3) Introduction de systèmes améliorés de production en diverses situations agro-écologiques avec le but d'évaluer l'adéquation des technologies créées ou adoptées dans les champs expérimentaux, par rapport aux conditions réelles des agriculteurs. D'un autre côté, on doit mentionner que le CPATSA fait partie du système de recherches de l'Entreprise Brésilienne de Recherches Agronomiques (EMBRAPA), et qu'il y a pour la région Nordeste huit entreprises de recherche (une par état), une unité d'exécution de recherche au niveau d'un état et cinq centres de "produits". Il dispose de plus d'une équipe de pédologues appartenant au Service National d'Etudes et Conservation des Sols et un Service Régional de Production de Semences de Base. L'ensemble est appelé de Système Coopératif de Recherche Agronomique (SCPA).

Dans le cadre du PAPP, le CPATSA, comme on l'a précédemment mentionné, dirige les actions de recherches du SCPA dans l'optique de transmettre la méthodologie de recherche développée et adaptée dans la région d'activité du centre, pour les diverses régions agro-écologiques du Nordeste, dans les divers états. On doit attirer l'attention sur le fait que le cœur de la méthodologie est intrinsèquement lié à la conception d'une articulation étroite et concrète avec l'extension rurale, tant au niveau fédéral (EMBRATER) qu'au niveau des états (EMATER).

La méthodologie de recherche ci-dessus a été utilisée initialement dans la région d'Ouricuri (Lima et Alii, 1986) et déjà on dispose de résultats de la recherche en milieu réel, dans laquelle les agriculteurs utilisent les informations obtenues pour orienter leurs décisions au niveau de la propriété.

Figure 1. Flow chart of the research programme at CPATSA



Les actions du programme de recherche, tant du point de vue de l'étude détaillée des propriétés, des exploitants, et des sous-systèmes du système de production mis en œuvre, comme des alternatives technologiques sont faites par le CPATSA-EMBRAPA (1984). Pour ce qui concerne ce séminaire, les aspects spécifiques sont les réalisations concernant les ressources en eau, (eau pour la consommation humaine, animale et la production agricole) introduits au niveau des propriétés agricoles dans la région d'Ouricuri, état de Pernambouc, où sont réalisées des recherches en systèmes intégrés de production en milieu réel.

3.1 La structure hydro-agricole expérimentée à Ouricuri

Des études préliminaires d'évaluation des ressources naturelles et socio-économiques ont été réalisées dans la région d'Ouricuri, état de Pernambouc, couvrant une superficie de 7 500 km^2. Les résultats aboutirent à deux composantes distinctes qui furent :

1. Caractérisation du cadre naturel
2. Caractérisation du cadre agraire

Dans la caratérisation du cadre naturel fut élaboré le zonage écologique préliminaire, résultat de l'identification de douze situations agro-écologiques distinctes (Miranda, 1981). La région étudiée reçoit une précipitation moyenne de l'ordre de 600 mm, distribués entre les mois de décembre et avril. L'E.T.P. dans cette période varie de 201 à 135 mm par mois, ce qui favorise le déséquilibre de la disponibilité en eau, et confère un risque élevé à l'agriculture pluviale.

Comme l'eau est une des ressources naturelles très limitée dans le tropique semi-aride, les principaux thèmes développés dans les projets de développement des propriétés sont : l'eau pour la consommation humaine, l'eau pour la consommation animale et l'eau pour la petite irrigation, détaillées ci-après :

Eau pour la consommation humaine :

L'eau pour la consommation humaine est un élément de grande importance pour les propriétés de la région semi-aride, si on considère que durant l'époque sèche, les agriculteurs passent beaucoup de temps pour aller chercher l'eau nécessaire à la consommation familiale. En plus de la mauvaise qualité de l'eau, le temps est perdu alors qu'il pourrait être consacré à des activités productives dans la propriété. Pour résoudre ces problèmes on fait une évaluation dans le projet de développement des cinq propriétés sélectionnées, de cinq citernes rurales de type CPATSA (Silva et Alii, 1984) avec les capacités de stockage en eau suivantes : 35, 40, 50, 70 et 80 m^3. Les citernes ont été calculées en fonction de la taille de la famille.

Eau pour la consommation animale :

L'eau pour la consommation animale dans toutes les propriétés sélectionnées est stockée dans des réservoirs et jusqu'à des petits barrages construits sur les principales voies de drainage des propriétés. La capacité varie de 5 000 m^3 à 39 000 m^3 (EMBRAPA-CPATSA, 1984), toutefois ce dernier sècha seulement durant la grande sécheresse de 1958. On peut souligner que les réservoirs pour l'alimentation animale ont en général une grande superficie d'eau ce qui provoque une grande perte par évaporation (4 à 7 l/jour/m^2 de superficie d'eau pour les conditions d'Ouricuri). Afin de diminuer de telles pertes on a opté pour l'approfondissement du réservoir près de la digue ce qui permet de réduire considérablement la superficie exposée pour un même volume d'eau (Silva, communication personnelle).

On peut souligner également que tous les réservoirs ont été construits par les agriculteurs eux-mêmes et étaient destinés presque exclusivement à la consommation humaine et animale.

Cependant avec l'introduction de citernes de grande capacité, les réservoirs construits par les agriculteurs sont maintenant réservés exclusivement à la consommation animale. Toutefois de tels réservoirs continuent encore à fournir de l'eau pour la consommation des familles voisines.

Dans certains cas, quand la propriété était pourvue de plus d'un réservoir, l'un d'entre eux est devenu la source d'eau pour une petite irrigation ou une culture de décrue.

Eau pour la petite irrigation

L'indice élevé de risque climatique pour la production des aliments dans les zones semi-arides est un facteur qui contribue à l'exode des familles rurales vers les villes. L'irrigation d'appoint consiste à utiliser l'eau de ruissellement superficiel recueillie dans de petits barrages et appliquée exclusivement dans la phase reproductive de la culture. Cette technologie s'est révélée de grande valeur en station expérimentale et est en cours de test dans trois propriétés de la région. Deux essais comprenant des cultures de subsistance et fruitières (Banane) sont en cours dans deux propriétés avec des barrages de 35 et 39 000 m^3 de capacité de stockage d'eau. Un troisième essai mettant en œuvre l'irrigation d'appoint (Silva et Porto, 1982), avec un barrage de 2 100 m^3 a été analysé par Vallée et Alii (1986).

A la fin de la troisième année de travail dans les propriétés, on observe déjà une grande modification du système de production, due, fondamentalement à une modification du revenu de l'agriculteur. L'activité irrigation de la bananeraie, avec une méthode simple de conduite de l'eau offre un revenu additionnel qui est arrivé à multiplier par deux les recettes d'un des producteurs avec des répercutions importantes sur les changements dans la vie de la famille (acquisition de biens et attitude pour rester sur la propriété).

IV. DISCUSSIONS ET CONCLUSION

Comme cela a été mentionné par Hall (1978), les objectifs de l'irrigation du "Nordeste" du Brésil pour l'étude et le développement des ressources en eau, définis par les institutions pionnières, étaient au nombre de trois, à savoir :

- travail et stabilisation de la population rurale
- augmentation du revenu rural
- augmentation de la production agricole

Après une discussion longue et approfondie, cet auteur conclut que l'irrigation dans la zone semi-aride brésilienne n'a pas atteint ces trois objectifs à l'échelle prévue, et dans certains cas le problème s'est aggravé avec la restructuration foncière, certains occupants se trouvèrent totalement désemparés, avec comme unique solution d'émigrer vers les périphéries des villes. Cependant la politique adoptée dans les PAPP, si elle est implantée comme prévu, corrigera grandement les distorsions observées dans l'exécution de la politique d'Irrigation Publique Fédérale, l'unique discutée par Hall (1978). Un second aspect important qui mérite d'être souligné c'est que seulement un nombre réduit de familles a bénéficié de l'irrigation selon les modèles préconisés - du fait des coûts de l'infrastructure nécessaire - par exemple jusqu'à 1985, à peine 7 170 familles et 275 entreprises ont bénéficié directement de lots irrigués, de la part du DNOCS et de la CODEVASF

(Brasil. SUDENE, 1985), ce qui représente une modeste contribution par rapport au nombre d'exploitations existant dans le Nordeste. Naturellement d'autres familles ont bénéficié du programme d'irrigation principalement en "vendant" de la main d'œuvre à certaines époques de culture, spécialement pour la récolte, mais les horizons futurs pour de telles familles sont limités face aux conditions de travail offertes. On peut observer de plus que les projets d'Irrigation Publique Fédérale n'ont eu aucune participation des producteurs dans leur conception et dans la planification de leurs activités.

Avec l'avènement du PAPP, d'autres formes de conception des modèles de gestion des ressources hydriques sont conçues. Parmi les profondes modifications de la nouvelle conception, on a prévu la participation du bénéficiaire dans la conception et la planification des actions de développement des ressources hydriques. Les exemples des propriétés étudiées illustrent ce cas. Dans un des cas étudiés, on a prévu l'eau pour la consommation humaine au moyen d'une citerne CPATSA, en adaptant la collecte de l'eau selon les points de vue de l'épouse du propriétaire et l'eau pour l'irrigation en accord avec les désirs du producteur, tant dans la dimension de l'aire cultivée que dans la méthode de conduite de l'eau. On a pu observer une augmentation de la production agricole, il n'y a pas eu d'exode des personnes de la propriété vers la ville et des évidences montrent que le producteur est satisfait de son exploitation (stabilisation de l'emploi en milieu rural). L'agriculture irriguée produit également une plus grande quantité de restes de culture, pour l'alimentation animale, autre composante de la propriété de grande importance économique.

Dans l'état actuel de développement de la propriété, le producteur commence déjà à expliquer quels segments d'activités devront être augmentés ou supprimés, donnant une dynamique aux facteurs endogènes de la propriété comme cela a été mentionné par Tourte (1980). Des analyses économiques sont en cours et quand elles seront terminées elles permettront des conclusions plus définitives sur le résultat des divers segments étudiés.

Il faut souligner que l'actuel programme du PAPP ne privilégie pas les investissements au niveau des propriétés que pour les ressources hydriques qui seront tous financés par le crédit normal. Si l'on considère que dans le Nordeste il existe un grand nombre de propriétés isolées on a prévu la nécessité de réajustements dans les programmes, afin d'en faire bénéficier un plus grand nombre de producteurs, spécialement pour l'approvisionnement en eau pour la consommation humaine.

Finalement on doit examiner la stratégie de transfert de cette expérience, pour d'autres régions agro-écologiques du semi-aride du Nordeste. Dans ce contexte, l'action de la recherche et de la vulgarisation rurale sera de grande importance spécialement avec l'intégration des actions de la composante des ressources hydriques. Le SCPA devra disposer de près de 700 techniciens et la vulgarisation rurale de près de 4 000 (EMBRAPA/CPATSA, EMBRATER, non publié). Un vigoureux programme de formation et d'échanges a déjà commencé et devra être intensifié pour que des expériences comme celles décrites ci-dessus puissent être adaptées aux conditions du milieu ambiant et socio-économique du "semi-aride". La mobilisation des chercheurs et des vulgarisateurs qui travaillent en milieu rural en incluant les représentants des producteurs devra offrir un dynamisme spécial pour la réalisation du programme. Cette action sera beaucoup plus facile, dans la mesure où les techniciens de la recherche et de l'extension localisés dans des points stratégiques (les unités de recherche des Etats et les bureaux régionaux de la vulgarisation de la région semi-aride) auront l'appui nécessaire, comme cela a été discuté par Queiroz (1979).

Les aspects discutés permettent d'arriver aux conclusions suivantes :

a) l'implantation de petits ouvrages pour l'approvisionnement en eau humaine, animale et pour la production agricole au niveau de l'exploitation pourra augmenter le revenu rural, produire des emplois stables à la campagne sans provoquer d'exode du champ vers la ville.

b) la participation des représentants des bénéficiaires dans la conception et la planification de projets de petite hydraulique agricole, au niveau des propriétés ou de communautés rurales devra donner beaucoup plus de réalisme aux actions de développement des ressources en eau au sein du PAPP, par rapport à ce qui a été obtenu dans les programmes antérieurs.

c) le transfert des expériences réussies pour les régions agro-écologiques du semi-aride du Nordeste sera amélioré avec la participation des agents de la recherche, de la vulgarisation et de la planification, au niveau régional, des Etats et local.

BIBLIOGRAPHIE

ANDRADE, G. D. de Lins, R C. Ds climas do Nordeste. In : VASCONCELOS SOBRINHO, J. As regióes naturais do Nordeste, o meio e a civilizacáo. Recife, PE, CONDEPE, 1971. p. 95-138.

ANDRADE, M. C. de A terra e o homem no Nordeste. 4. ed. Sáo Paulo, SP. Ciéncias Humanas 1980. 278p. il.

BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Acudes publicos do Nordeste : relacáos dos reservatórios construídos até 1975. Fortaleza, CE, 1975. 20Ep. il.

BRASIL. SUDENE. relatório sintético sobre o programa de irrigacáo no Nordeste - II trimestre de 1985. Recife, PE, 1985. 73p. il.

CARVALHO, O. deí RIBEIRO, R. T. ; REBOUCAS A. da. C. ; ALBUQUERQUE, G. de A. S. C. de ; SOUZA, F. E. de ; REIS, J. G. ; HUTZLER, C.R. ; PELLERIN, G. & BARROS, A. C. do R. Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste. Brasília, DF, MINTER, 1973. 267p. il. (Brasil. Ministério de Interior. Desenvolvimento Regional - Monografias, 1).

DUQUE, J. G. Nocóes de ecologia agricola do Nordeste. Recife, PE, SUDENE, 1964. 80p.

DUQUE, J.G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. 3. ed. Mossoró, ESAM, 1980. 316p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Arido, Petrolina, PE. Projeto de intervencão técnica em propriedades agricolas : regiáo de Ouricuri, PE. Petrolina, PE, 1984. 84p.

FUNDACAO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Sinopse preliminar do censo agropecuário : Brasil. Rio de Janeiro, 1982. 42p. il. (Fundacáo IBGE. IX Recenseamento Geral do Brasil, 1980. V.2. T.1, No. 1).

HALL, A. L. Drought and irrigation in North-East Brazil. Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press. 1978. 152p.

LIMA, A.F., PORTO, E.R., VIVALLO PINARE, A.G., LOPES, L. H. de O. OLIVEIRA, M. C. de, VALLEE, G. J. A.,DORASWAMY, G & LAL, H. Farming systems research in the Brazilian semi-arid tropics : the experience of Ouricuri State of Pernambuco. In : FARMING SYSTEMS RESEARCH SYMPOSIOM? Manhattan, Kansas, USA, 1984. Farming systems research and extension : implementation and monitoring - proceedings, Manhattan, Kansas State University, International Agricultural Programs, 1986. p. 333-48. (Kansas State University. Farming Systems Research Paper 9).

LIMA, P. C. F. Sisemas agrossilviculturais do semi-árido brasileiro. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1986. 17p. Trabalho apresentado no Curso sobre Delineamentos Experimentais e Análise Económico de Experimentos Agroflorestais. Curitiba, 1986.

MIRANDA, E. E. de. Métodos de pesquisa a agronómica sobre as limitacóes dos rendimentos culturais a nível de pequenos e médios agricultores do trópico semi-árido do Brasil. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1981. 55p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 10).

PONTES, J. O. O. DNOCS e a irrigacáo do III Seminário Nacional de Irrigacáo e Drenagem, Fortaleza, 1975.

PORTO, E. R. , Garagorry, F. L. , SILVA, A. de S. & MOITA, A. W. Risco climático : estimativa de secesso da agricultura dependente de chuva para dferentes épocas de plantio. I cultura do feijáo (Phaseolus vulgaris L.). Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1983. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos 23). 129p.

QUEIROZ, M. A. de. Agricultural research for semi-arid northeast Brazil. In : SIMPOSIO INTERNAZIONALE SULLA INTEGRAZIONE DELLA RICERCA PER LA VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE BIOLOGICHE DELLE ZONE ARIDE E SEMI-ARIDE DELL'AMERICA LATINA, Roma, Italia, 1979. Simpósio. p. 49-62.

QUEIROZ, M. A. de Recursos genéticos vegetais nos trópicos : una proposta de acáo para Pernambuco. s.n.t. mimeog. Palestra proferida no Recife em 18/10/1985 durante a celebracáo do cinquentenário do IPA.

REDDY, S. J. & AMORIM NETO, M. da S., Classificacáo climática do Nordeste do Brasil : dados da precipitacáo, evapotrampiracáo potencial e radiacáo solar global. Petrolina, PE, (EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 32).

REDE GLOBO, Rio de Janeiro. Nordestinos : conviver com a seca e dela tirar proveito, para acabar com o abandono, a miséria e a fome. Rio Gráfica Ltda. Rio de Janeiro, RJ. 1984. 144p. il.

SILVA, A. de S. & PORTO, E. R. Utilizacáo e conservacáo dos recursos hidricos em áreas rurais do trópico semi-árido do Brasil : tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128p. il. (EMBRAPA-CPATSA, Documento, 14).

SILVA, A. de S. ; PORTO, E. R. ; LIMA, L.T. de. & GOMES, P. C. F. Captacáo e conservacáo de água de chuva para consumo humano : Cisternas rurais - dimensionamento, construcáo e manajo. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1984. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 12).

TOURTE, R. Enfoque pasquisa-extensáo-palestra. Petrolina, PE. EMBRAPA-CPATSA. 1980. n.p.

VALLEE, G. J. A. ; CERQUEIRA, P. R. S. ; SILVA, A. de S. ; LIMA, A. F. & LOPES, L. H. de O. A irrigacáo de salvacáo no trópico semi-árido brasileiro através de barreiro segmentado (Um estudo do caso). Trabalho apresentado no III Seminário do CIRAD-DSA - Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production, Montpellier, 16-18 Dez. 1986.

L'installation de migrants sur un périmètre rizicole L'exemple de Bagre au Burkina-Faso (1980-1981)

X. VERSAT

SOGREAH

RESUME

Un périmètre pilote de 80 ha a été réalisé à BAGRE (Burkina-Faso) pour expérimenter l'installation de migrants sur des parcelles de riziculture irriguée.

Les paysans se sont remarquablement bien adaptés à cette nouvelle culture, mais le système de production initialement envisagé a dû être modifié pour tenir compte de la nature de leurs besoins : revenu monétaire (riziculture) et approvisionnement en céréales pour se nourrir (cultures pluviales).

Introduction

Au Sud du BURKINA FASO, le plateau Mossi avec sa forte densité (68 habitants/km^2) contraste avec les vallées des Voltas qui le traversent : autrefois désertées du fait de l'onchocercose, ces vallées sont encore peu peuplées malgré l'éradication de cette maladie.

L'ensemble de la région connaît périodiquement de graves problèmes de disponibilités en céréales ; par ailleurs les villes (TENKODOGO, KOUPELA, ZORGO, etc...) consomment des quantités non négligeables de riz, en grande partie importé.

L'Autorité pour l'Aménagament des Vallées des Voltas (AVV) organise depuis de nombreuses années l'installation de migrants et le développement agricole de cette région.

Un projet de barrage important (volume annuel utilisable : 1 200 millions de m^3) aux fins d'irrigation (7 400 ha) et de production hydro-électrique a été identifié depuis 1972 à BAGRE sur la NAKABE (ex-Volta Blanche).

Il n'était pas évident que les agriculteurs Mossis et Bissas, familiers des cultures pluviales (sorgho, mil, maïs) s'adaptent facilement aux cultures irriguées. Pour tester à petite échelle cette adaptation, le Gouvernement a décidé en 1979 la réalisation d'un petit périmètre (80 ha SAU) à BAGRE, alimenté par une retenue collinaire.

Installer cent familles d'agriculteurs habitués aux cultures pluviales sur des parcelles irriguées : un pari incertain

La mission donnée au périmètre pilote était la suivante :

- Formation à la culture irriguée d'agriculteurs habitués à la culture pluviale,

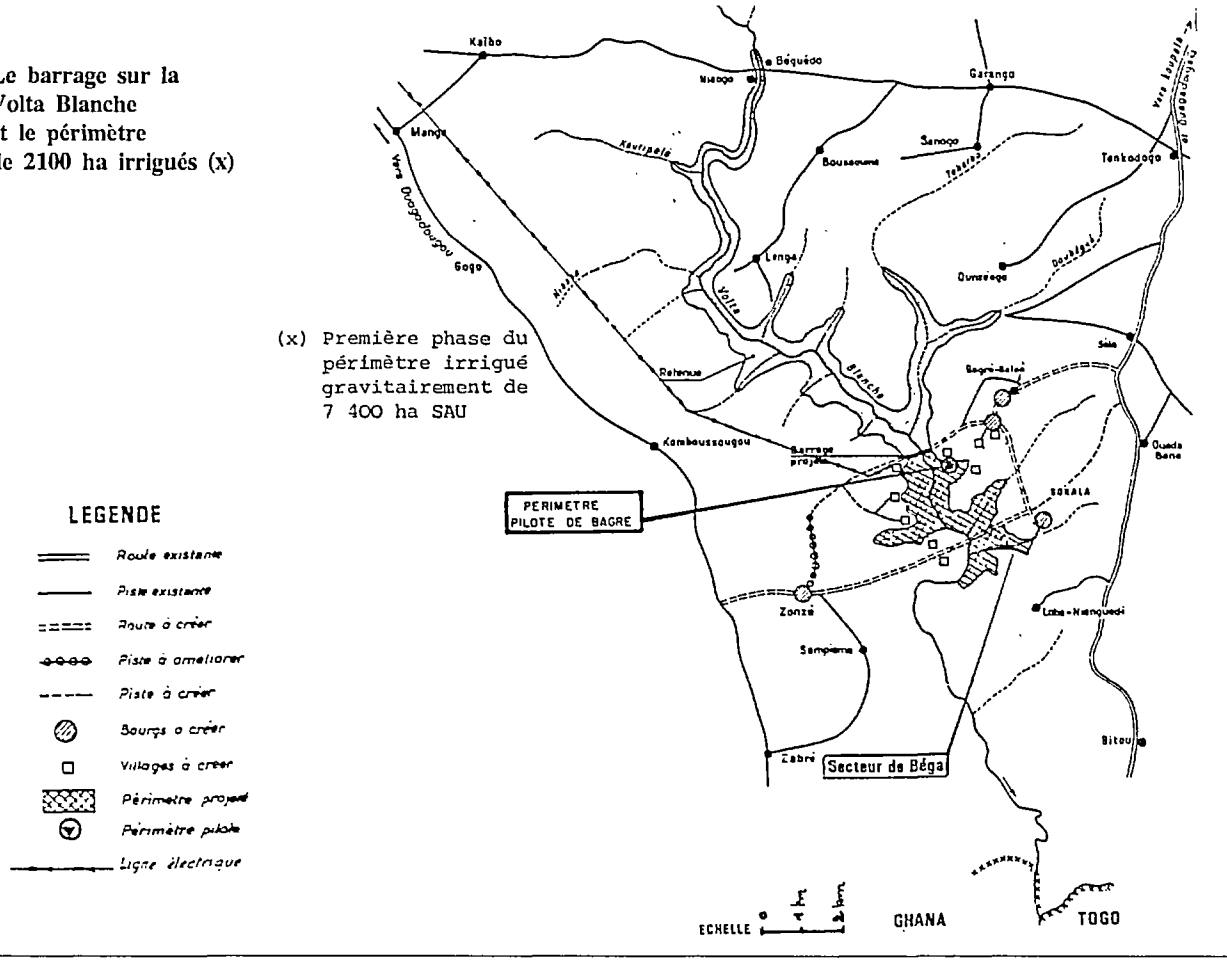
- Adaptation des structures de gestion et d'encadrement pour favoriser la participation des agriculteurs au déroulement du projet.

L'opération comportait au départ des incertitudes de différents ordres :

- technique d'irrigation : le projet prévoyait la mise en place sur la moitié du périmètre de cultures irriguées à la raie (maïs, arachide, coton), sur des sols relativement rudes et pentus,

- agronomie : sur l'autre moitié du périmètre, l'obtention de rendements corrects en riziculture irriguée avec pépinière et repiquage était indispensable pour assurer

Le barrage sur la Volta Blanche et le périmètre de 2100 ha irrigués (x)



(x) Première phase du périmètre irrigué gravitairement de 7 400 ha SAU

aux paysans un revenu net suffisamment attractif,

- acceptation du changement technique : l'adaptation de paysans familiers des cultures pluviales (sorgho, mil, arachide) aux techniques et aux contraintes des cultures irriguées n'était pas garantie,

- relations sociales : dans quelle mesure des migrants d'origines divers allaient-ils pouvoir constituer une communauté paysanne stable et solidaire ?

- économique : la commercialisation du paddy sur le marché des villes avoisinantes à un prix rémunérateur serait-elle aisée ? (Ceci a posé des problèmes importants dans d'autres projets rizicoles au Burkina Faso).

Pour essayer de minimiser les risques, le projet prévoyait au départ les orientations suivantes :

- utilisation de matériel agricole motorisé (tracteur et son équipement, batteuses à moteur) pour faire face aux pointes de travaux (labour, récolte). Les candidats présumés ne disposant pas de zébus, l'option de la culture attelée n'était pas compatible avec un démarrage rapide du projet,

- mise en place d'une ferme de 20 ha (bâtments d'exploitation, bureaux, personnel salarié) gérant ce matériel ; dans un premier temps la ferme devrait avoir un rôle de démonstration et d'entraînement à la culture irriguée ; ultérieurement ces recettes d'exploitation devraient permettre d'auto-financer les coûts d'entretien et de gestion du périmètre,

- installation de migrants sur des exploitations irriguées sur 60 ha comprenant pour moitié des parcelles pour la riziculture irriguée et pour l'autre part des parcelles pour l'irrigation à la raie d'autres cultures,

- choix d'une irrigation pratiquée seulement 12 heures sur 24 pour éviter les inconvénients de l'irrigation de nuit.

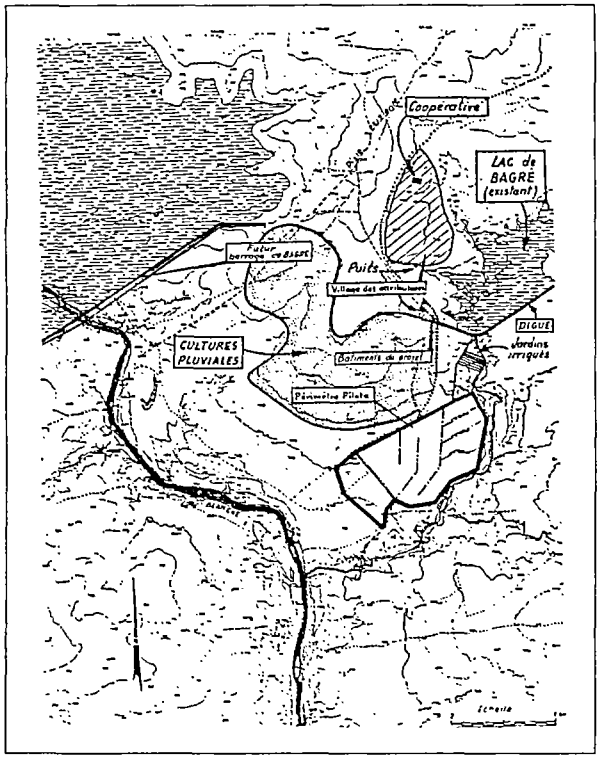
La réalisation du périmètre et l'installation des paysans

Le périmètre et la retenue ont été réalisés par une entreprise entre octobre 1979 et décembre 1980.

Le coût total de l'investissement initial (digue de retenue, canaux, préparation des sols, bâtiments, matériel agricole, véhicules) fut de 11,8 millions de Francs ; le financement fut assuré pour une part par un don du Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) de 4 millions de Francs et pour le reste par un prêt à faible taux d'intérêt (1,5 %) de la Caisse Centrale de Coopération Economique (C.C.C.E.).
Les ouvrages principaux sont les suivants :

- une digue de retenue (14 m de haut, 1 800 m de long), pouvant assurer le stockage de 2,5 millions de m^3, cette digue représente à elle seule plus de la moitié du coût total. La retenue ainsi créée ne trouvera sa pleine utilisation comme réservoir de stockage intermédiaire que lorsque le barrage et le périmètre seront réalisés,

Plan d'ensemble des aménagements du périmètre pilote de BAGRE



- un canal tête morte, revêtu en béton, de 790 m de long, avec un débit nominal de 330 l/s,

- des canaux secondaires et tertiaires (30 l/s à 150 l/s), d'une longueur totale de 3 500 m,

- des fossés et des pistes (6 km).

Les terres prévues pour la riziculture (36 ha) avaient été planées et labourées.

Les candidats à l'installation à BAGRE, peu nombreux au départ, furent recrutés par l'Autorité pour l'aménagement des Voltas (AVV). Parmi les 40 premiers candidats, 20 attributaires furent retenus.

Les critères de sélection étaient les suivants :

- priorité aux villages voisins, puis aux migrants spontanés, enfin aux ressortissants d'autres régions,

- le candidat devait être marié et sa famille comporter de 2 à 4 actifs,

- une préférence fut donnée à des candidats ayant eu d'autres expériences que l'agriculture traditionnelle dans leur village (commerce, artisanat).

Ce dernier critère fut adopté dans l'optique de choisir ainsi des candidats plus ouverts au changement technique.

Les critères s'avérèrent pertinents puisque les attributaires retenus s'adaptèrent bien à l'activité proposée. Le projet dû demander à deux attributaires de repartir : ayant gardé des superficies trop importantes à cultiver dans d'autres villages,, ils étaient trop souvent absents du périmètre et négligeaient leurs parcelles de riz.

Les premiers arrivants se virent attribuer :

- une parcelle planée et labourée de 0,8 ha pour la riziculture,

- une parcelle de 1 ha destinée à des cultures irriguées à la raie mais encore non aménagée,

- un jardin de case de 1 ha où ils devaient construire leur habitation,

- un lot d'outils manuels,

- des vivres pour 6 mois provenant du Programme Alimentaire Mondial (P.A.M.).

Les attributaires avaient l'obligation de résider sur place et de remplir les obligations suivantes :

- cultiver et entretenir leur parcelle en respectant les calendriers culturaux indiqués par le projet,

- fournir 40 demi-journées de travail annuel pour l'entretien du réseau,

- verser un droit d'eau fixé à 40 000 F/CFA par hectare irrigué.

Le calendrier d'installation fut le suivant :

- 1981 : 34 attributaires

- 1982 : 6 autres attributaires qui eurent à planer eux-mêmes leur rizière

- 1983 : 40 nouveaux attributaires disposant d'une rizière (0,8 ha), d'un jardin de case réduit (0,5 ha), d'un champ de brousse pour les cultures pluviales (1,5 à 3 ha)

- 1984 : 12 nouveaux attributaires installés dans des conditions identiques

92 familles d'attributaires se sont ainsi installées plus

quelques attributaires disposant seulement de parcelles pour la culture pluviale dont deux artisans, soit environ 1050 personnes, des Mossi (38 %) et des Bissa (62 %).

Il y avait en Février 1986, 400 dossiers de candidatures en attente.

La ferme et la formation des paysans

La ferme de 20 ha abritait le personnel d'encadrement du projet, qui comprenait au démarrage du projet :

- un directeur expatrié, jeune ingénieur agronome, remplacé en 1984 par un ingénieur burkinabé,
- son adjoint,
- un chef de culture,
- un encadreur - vulgarisateur,
- un mécanicien - chauffeur,
- un tractoriste,
- un aygadier (manœuvre des vannes et gestion de l'eau),
- un gardien,
- trois manœuvres.

Le Directeur, comme celui qui l'a remplacé, ne parlait pas la langue locale de la région, le moré ; l'adjoint et le chef des cultures ont joué de ce fait un rôle important d'intermédiaire avec les paysans du périmètre.

La ferme disposait de différents matériels dont un tracteur de 90 CV avec divers équipements (chisel, rotavator, charrue à disque, remorque, etc...), un camion et une voiture de liaison, batteuses, décortiqueuse, etc...

Le personnel du projet assurait l'encadrement des paysans et la fourniture de services (vente d'engrais et de produits de traitement, vente de semences, pseudo-labour au chisel, location de la batteuse, achat de la production de paddy puis ultérieurement location de camion aux paysans pour la vente du paddy à la ville voisine).

Les paysans étaient au départ suivis de très près par l'encadrement.

Pour les deux premières campagnes, la ferme réalisa le labour et les pépinières, fournit les plants de riz, organisa le repiquage, assura l'approvisionnement en engrais et en insecticides, imposa les tours d'eau et contrôla l'irrigation, organisa le battage, acheta le paddy et en effectua la commercialisation.

Il y avait chaque semaine une réunion obligatoire de tous les attributaires et une matinée de travail en commun pour l'entretien des aménagements du Projet. Au début du 3ème cycle de culture, il y eut l'obligation de réaliser les pépinières en commun, pointage de la présence journalière des attributaires dans les rizières, repiquage en groupe d'exploitations suivant un calendrier imposé par le Projet.

L'expérimentation de l'irrigation à la raie des céréales ne donna pas les résultats escomptés. La pente du terrain ne permettait pas la mise en place de parcelles suffisamment grandes. Les raies étaient courtes et obligeaient donc à une surveillance assidue de l'irrigation. Par ailleurs, la faible stabilité structurale des sols de BAGRE tendait à entraîner un affaissement rapide des billons.

En conséquence, les superficies initialement prévues pour l'irrigation à la raie furent aménagées en 1982 pour la riziculture et attribuées aux derniers arrivants. Par ailleurs, le Projet défricha une superficie de 200 ha pour allouer aux attributaires des champs de brousse destinés aux cultures pluviales (sorgho, mil) (1,5 ha à 3 ha selon le nombre d'actifs).

La ferme ne put parvenir à assurer son équilibre financier à travers des cultures en régie ; entre autres facteurs, les salariés recrutés s'étaient habitués au rythme de travail et aux salaires pratiqués par l'entreprise chargée de la réalisation du périmètre et leur coût s'avéra prohibitif. Les terres de la ferme furent donc utilisées pour l'installation de paysans.

Calendrier cultural, système d'exploitation, production

L'attributaire de BAGRE travaille sur trois types de parcelles : riz irrigué (0,8 ha), jardin de case (1 ha ou 0,5 ha), champ de brousse (1 ha + jachère) ; il faut y rajouter une petite parcelle de maraîchage de légumes le long du canal, alimentée par siphonage dans le canal.

La riziculture irriguée a connu de bons résultats. Avec les revenus tirés de la vente du paddy, les agriculteurs ont épargné et acheté des zébus pour réaliser un labour avec traction bovine au lieu de louer les services du tracteur de la ferme. Le Projet a favorisé cette évolution en embauchant un vulgarisateur pour la culture attelée et en relevant progressivement le prix de location du tracteur. Les terres suffisamment imperméables et d'une bonne fertilité chimique initiale ont permis d'obtenir un rendement variant suivant les années entre 2,5 tonnes et 5,5 tonnes/ha pour le paddy de saison sèche et 2,5 tonnes et 4,3 tonnes/ha pour le paddy d'hivernage. Sur quatre campagnes, le rendement moyen a été de 7,1 tonnes/ha et par an. (Le rendement prévu a priori était de 9,5 T/ha/an).

Les rendements sont cependant très inégaux suivant les agriculteurs. Les données disponibles ne permettent pas d'en analyser les causes (par exemple nombre d'actifs).

Le calendrier annuel d'activités est le suivant :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Riz S séché	Pré-irrigation Labours Planage Pépinière	Repiquage			Récolte battage							
Riz S Humide						Pré-irrigation Planage Labours Repiquage Pépinière					Récolte	
Cultures pluviales						Semis Labour				Récolte		
Pluie moyen. (mm) Tengodogo	0	1	10	34	92	127	187	267	184	33	2	0
Température moyenne	26,9	29,8	31,9	32,2	30,9	28,9	26,9	25,9	26,4	28,7	28,6	27,3

Le rendement moyen obtenu pourrait être notoirement amélioré :

- les applications d'engrais sont inférieures de moitié aux recommandations de la recherche,

- les agriculteurs sont réticents pour renouveler leurs semences dont ils trouvent le prix (110 F/CFA/kg) trop élevé par rapport au prix de vente du paddy (90 F/CFA),

- le planage des parcelles se dégrade, la reprise du planage avec une planche trainée par les zébus est jugée trop pénible par les paysans,

- le calendrier cultural est loin d'être optimal ; en particulier les plants de riz sont laissés trop longtemps en pépinière,

- la récolte est souvent faite un peu tard, une partie des grains tombe au sol.

Par ailleurs, l'intégration agriculture - élevage se fait mal, les zébus sont peu utilisés en dehors du labour et perdent l'habitude du joug entre deux cultures.

Enfin, les cultures pluviales destinées à l'alimentation de base gardent toute leur importance pour les paysans. La préparation des sols et le semis de ces cultures se situent au même moment que la récolte du paddy, causant de gros problèmes de disponibilité en main-d'œuvre. Il y a, pour le moment, coexistence de deux systèmes de production aux logiques relativement indépendantes.

Les deux types de cultures patissent de cette coexistence : la récolte du riz est souvent trop tardive, une partie des grains est déjà tombée au sol ; les semis des cultures pluviales sont également retardés et ne bénéficient pas au mieux des pluies.

Crédit et bilan financier

Le Projet consentit au départ différents types de crédit : crédit de campagne (instruments, semences ...), droits d'eau, équipement.

Ultérieurement le crédit fut repris en charge par une cellule locale du Crédit Agricole qui fournit entre autre des prêts pour l'achat de zébus et d'équipement pour la culture attelée.

Le Projet conserva la charge de récupérer le prêt de semences et les droits d'eau. Certains agriculteurs, en général riches et influents, laissèrent s'accumuler des dettes importantes. Le compte d'exploitation moyen peut se résumer ainsi :

Périmètre pilote de Bagre - Production et dépenses d'exploitation - Comptes simplifiés

Spéculation	Surface	Dépenses	F.CFA/ha/an		Produits
Paddy	0,8 ha (2 fois)	semences engrais	69 500		5 600 kg
		eau	80 000		de paddy
		battage	20 000		ou
		transport	12 000		3 640 kg
		ouvriers	18 000		de riz (3)
		Total	**200 000**		
		soit	**160 000**	**pour 0,8 ha**	
Sorgho	2,5 ha (1 fois)	semences (1)	1 500		1 500 kg
		engrais	5 000		de sorgho ou 1 200 kg
		Total	**6 500**		consommable (4)
		soit	**16 250**	**pour 2,5 ha**	
Total		y compris redevance attelage	25 000		
		Total (arondi) soit	**200 000**	**F.CFA par exploitation**	

(1) 15 kg à 90 F.CFA/kg, arrondi
(2) 60 kg à 85 F.CFA/kg, arrondi
(3) 7 tonnes de paddy/ha dont 65 % de riz
(4) 0,6 tonne de sorgho/ha dont 80 % de céréale consommable

Evolution sociale et constitution d'une communauté

Pour chaque chef de famille, attributaire en titre, souvent venu parce que marginalisé dans son village d'origine, l'installation à BAGRE a représenté une source d'enrichissement importante. Une partie non négligeable de ces revenus est utilisée pour remplir les obligations auprès de la famille du village d'origine, une partie a également servi à acheter des zébus, une charette, voire un vélo ou une mobylette.

Il semble que les femmes et les jeunes de la famille se trouvent eux dans une dépendance plus forte que traditionnellement : les terres ne sont pas régies collectivement par un chef des terres, elles sont attribuées en jouissance individuellement au chef de famille, alors qu'habituellement les jeunes et les femmes peuvent avoir leurs propres parcelles et garder ainsi une certaine autonomie financière.

Les anciens systèmes d'entr'aide communautaire (par exemple le sosoaga chez les Mossi) ont tendance à disparaître et 78 % des familles font appel au salariat.

Examinons maintenant l'évolution de la communauté villageoise : les migrants d'origines diverses, venus s'installer sur des parcelles en damier, constituaient au départ un ensemble hétérogène, dans une situation de dépendance étroite à l'égard du projet, disposant de l'eau, du matériel, des semences et de moyens financiers importants.

Un groupement de défense des attributaires s'est constitué dès 1981, il avait, au début surtout, un rôle de courroie de transmission du projet. Très tôt il y eut cependant des initiatives d'ailleurs soutenues par le projet : achat et gestion d'un moulin pour les céréales, commercialisation du paddy, création d'une pharmacie villageoise.

Mais ces activités restèrent limitées. Pour les paysans, souvent analphabètes, donc sans maîtrise possible sur la comptabilité complexe des crédits de campagne et d'équipement et la gestion du projet, le projet apparaît comme le "père de famille tout puissant". Quand le maître dit "a" l'élève répète "a", disent les paysans.

Par ailleurs, la cohésion sociale de la communauté se forgea lentement et par à coup : le groupement de paysans connut trois équipes de leaders différentes. La première n'était pas liée à la chefferie traditionnelle ; ils furent remplacés au bout d'un an par un autre groupe comportant le frère du chef du vieux village de BAGRE. Enfin la révolution de 1984 entraina la constitution d'un Comité de Défense de la Révolution (CDR) qui mit à l'écart la chefferie traditionnelle et son influence sur la vie du village diminua considérablement.

Le transfert de la responsabilité de l'aménagement aux paysans est maintenant engagé : l'orientation retenue en 1986 par l'AVV et les bailleurs de fonds est de constituer, d'une part un groupement des irrigants sous tutelle de l'Administration, et responsable de la gestion et de l'entretien du réseau, et d'autre part, une coopérative des producteurs, autonome, disposant d'une partie du matériel et des bâtiments du projet et employant du personnel salarié. La mise en place de ces deux institutions sera accompagnée d'un programme de formation sur trois ans (entre autres alphabétisation fonctionnelle) des paysans et des responsables élus.

Conclusion

Le projet pilote a permis de lever un certain nombre d'incertitudes :

- les paysans ont su s'adapter à la riziculture irriguée et obtenir dès les premières campagnes des rendements acceptables,

- ils ont su progressivement prendre en charge la commercialisation du paddy, l'entretien du réseau et l'organisation de leur communauté.

D'autres problèmes sont apparus :

- la culture irriguée à la raie s'est révélée difficilement maîtrisable par les paysans et trop exigeante en temps de travail,

- l'intensification amorcée dans la riziculture n'a eu que peu d'influence sur le système de cultures des céréales traditionnelles (engrais, calendrier),

- l'attribution des terres sur une base individuelle, au nom d'un chef d'exploitation en titre, renforce son autorité sur les jeunes et les femmes de sa famille, par rapport à la gestion traditionnelle du foncier. il faut envisager l'attribution collective de terres à ces groupes (jeunes, femmes).

Le développement d'un grand périmètre de 2 100 hectares va poser d'autres problèmes :

- les pâturages environnants se sont révélés suffisants pour le petit troupeau de zébus des paysans. A grande échelle, il faut se demander si les ressources fourragères seront suffisantes,

- la commercialisation de quantités de paddy limitées sur le marché local s'est faire sans difficulté. Il faudra envisager d'autres modes de mise en marché à grande échelle.

La prise en charge par les paysans du grand périmètre sera facilitée en concevant le projet comme un assemblage de petits projets indépendants de 100 ha environ alimentés chacun par une prise alimentée par le canal principal.

Synthèse des évaluations rétrospectives de trois projets de périmètres irrigués en zone sahélienne financés avec le concours de la caisse centrale

Présentation G. BARRIER

C.C.C.E.

RESUME

Le Sénégal et le Burkina-Faso, comme les autres pays de la zone soudano-sahélienne ont au moins deux soucis communs. D'une part, permettre aux populations paysannes de subsister dans des campagnes où la dégradation des ressources naturelles rend l'agriculture de plus en plus ingrate. D'autre part, tenter de limiter les dépenses en devises, liées au développement rapide, dans les centres urbains, de la consommation de céréales étrangères, en premier lieu le riz.

Les aménagements hydro-agricoles sont un moyen très concret d'apporter une solution à ces problèmes. Les Etats et, avant eux la puissance colonisatrice, ont fondé beaucoup d'espoir dans l'aménagement de grands périmètres irrigués, exploités en régie par les sociétés d'Etat. Par la suite, les coûts d'investissements élevés de ces grands ensembles, les charges de structure très lourdes et la difficulté de motiver les "colons" les ont amenés à la création de périmètres moins importants et directement pris en main par les paysans.

Les périmètres de Bagré, Matam et N'Dombo-Thiago, créés avec le concours de la Caisse Centrale à la fin des années 70, appartiennent à cette seconde catégorie.

La présente note fait le point des enseignements tirés des évaluations rétrospectives de ces opérations et tente de préciser quelles sont les conditions de réussite des projets de périmètres irrigués.

I. LES TROIS OPERATIONS ET LEURS RESULTATS

1. Le périmètre pilote de Bagré, au Burkina-Faso

Le site

Le périmètre pilote de Bagré a été créé en 1980, dans la Vallée de la Volta Blanche, à 150 km à l'Est de Ouagadougou, sur un site où le Burkina a l'intention de construire un important barrage et d'aménager plusieurs milliers d'hectares de périmètres irrigués.

Les prêts

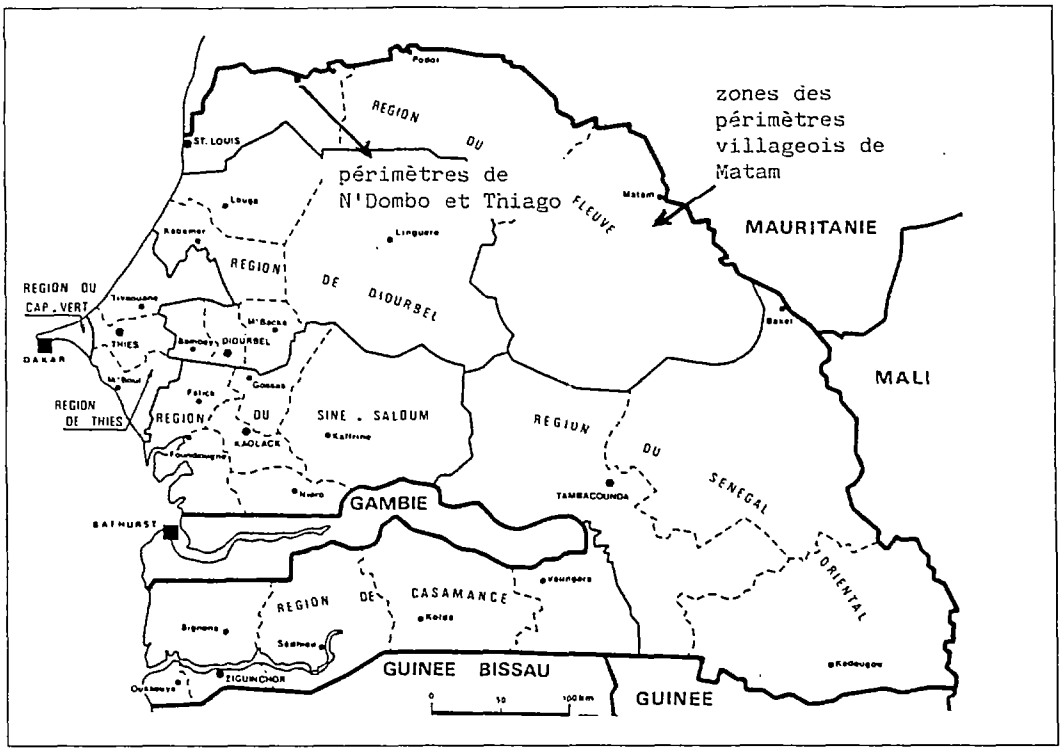
Le projet a fait l'objet de trois prêts de la Caisse Centrale : 9,44 millions FF en 1980, 2,66 millions FF en 1981 et 4 millions FF en 1983, au taux de 1,5 % pendant les 10 ans de la période de différé de remboursement et 2 % pour les 20 années suivantes. Le projet se termine en 1986.

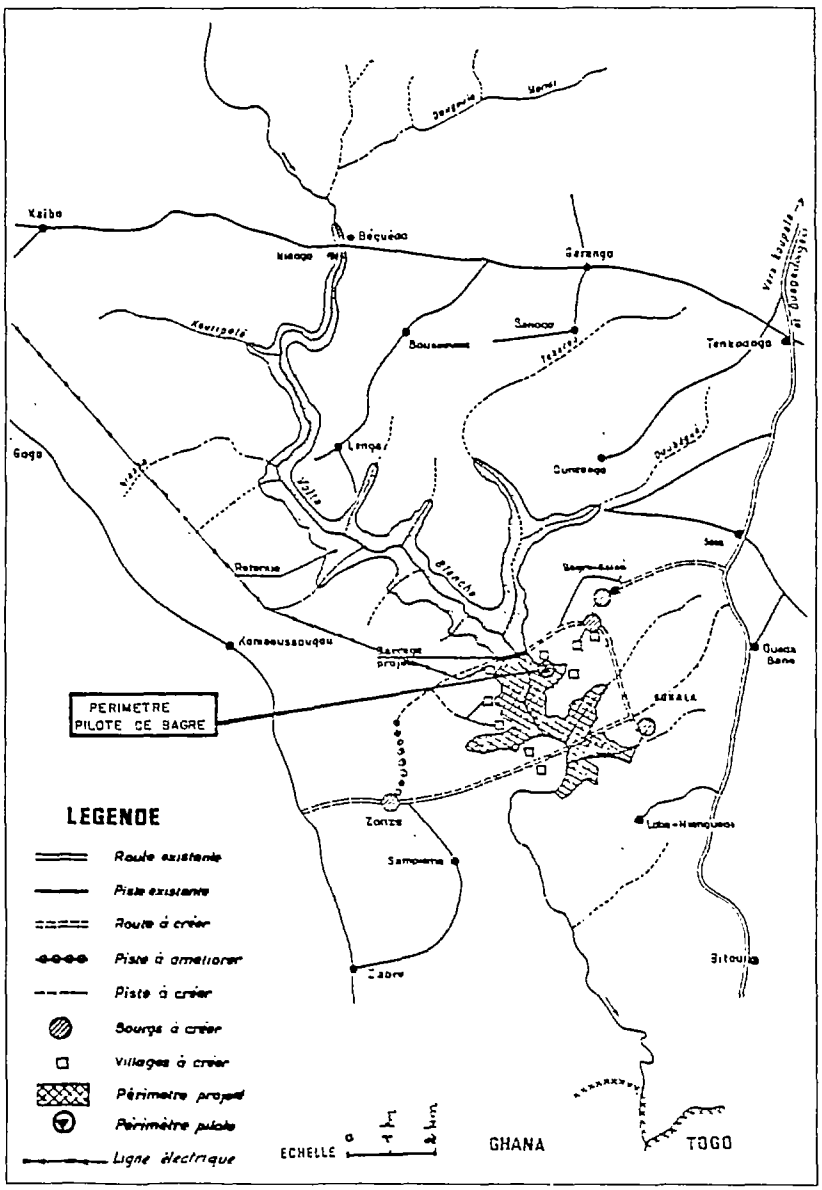
Le périmètre

Les financements ont permis de construire une retenue (volume maximal 3,25 millions de m^3) et d'établir un réseau d'irrigation dominant 92 ha de surface agricole utile, sur lesquels, depuis 1983, 88 ha ont été aménagés pour les cultures en submersion complète.

Au voisinage du périmètre, on a également défriché un premier bloc de 80 ha où les familles qui exploitent le périmètre ont installé leurs concessions et les cultures de cases et un second bloc de 200 ha qu'elles utilisent pour les cultures pluviales.

Il y a actuellement 92 familles attributaires de





Localisation du périmètre de BAGRE

Burkina

parcelles sur le périmètre. Chacune d'entre elles gère une exploitation composite qui comprend 0,65 à 1,20 ha de rizière cultivée deux fois par an, 0,5 à 1 ha de champ de case (y compris la surface occupée par la concession), 1,5 à 3 ha de champs en cultures pluviales et des surfaces beaucoup plus restreintes en jardins maraîchers (irrigués à partir du canal).

L'équipe du projet

Le projet constitue une unité particulière au sein de l'Autorité pour l'Aménagement des Valées des Voltas (AVV). Il est dirigé par un ingénieur agronome assisté de deux encadreurs, un aygadier, un mécanicien chauffeur et un tractoriste. A son début, l'opération était dirigée par un ingénieur de la SOGREAH (1), aidé de l'actuel directeur burkinabé, d'un encadreur et d'un chef de ferme. La ferme, qui était destinée aux expérimentations et devait financer une partie des charges d'encadrement du périmètre n'a jamais pu être exploitée de façon satisfaisante (2). Elle a été supprimée en 1981 et les surfaces ont été distribuées aux paysans.

Une piste d'accès au périmètre et au village attenant a été construite ainsi que trois villas, cinq bureaux, deux hangars et un magasin. Le projet est doté d'un équipement agricole important (initialement celui de la ferme), en partie inutilisé.

Le rôle du projet

L'équipe du projet a organisé la sélection des futurs attributaires et leur a fourni 9 mois de vivres l'année de leur installation. Elle assure leur approvisionnement en intrants agricoles à crédit ; elle leur loue ses équipements (travaux du sol, battage, transport). Elle contrôle le fonctionnement du réseau d'irrigation et son entretien et elle enregistre les résultats de production.

Les actions de vulgarisation et d'expérimentation ont pratiquement cessé depuis 1984. Les services nationaux de la recherche agricole mènent sur le périmètre une partie de leur programme d'essais variétaux et de fertilisation concernant le riz. Il n'y a pas, de la part de ces services ou de la part de l'équipe du projet, un véritable suivi des problèmes de production et du fonctionnement des exploitations.

Un programme de formation des paysans a débuté en 1985, conformément à l'objectif de la seconde phase du projet, qui était d'amener les paysans à gérer le périmètre de façon autonome. Des apprentis aygadiers, des tractoristes et des bouviers ont été formés.

(1) Société Grenobloise d'Etude et d'Aménagement Hydraulique.
(2) Les ouvriers, liés aux paysans du périmètre, étaient particulièrement peu motivés.

L'association des irrigants

Les paysans de Bagré sont, pour la plupart, originaires des villages environnants. Dès 1981, à l'instigation du projet, ils ont formé un groupement qui, depuis, est devenu une association pré-coopérative dont le bureau compte 11 membres.

Cette association se charge actuellement des travaux d'entretien courant et du règlement des litiges sur le réseau ; elle a pris en charge la commercialisation du paddy et contrôle la récupération des crédits de campagne (et ceci de façon plus rigoureuse depuis la création dans le village d'un comité de défense révolutionnaire et l'élection d'un nouveau bureau).

Elle gère une caisse (3) et possède un compte en banque. Elle a investi dans l'achat de moulins à farine et la création d'une école (un bâtiment de chantier réhabilité).

La situation à la fin de 1985

Des paysans qui sont restés très dépendants

Au moment de l'évaluation rétrospective, la direction du projet prévoyait de former les responsables de l'association à la gestion des coopératives et recherchait, dans le même temps, des subventions pour permettre à la future coopérative de bénéficier du personnel d'encadrement et des équipements que le projet met actuellement à la disposition des paysans.

Sa crainte était qu'un retrait de ce dispositif n'entraîne une désorganisation de la production et un découragement des producteurs.

Les responsables paysans abondaient dans le même sens, en faisant état de leur ignorance des tâches à accomplir et de l'injustice qu'il y aurait à les priver d'une assistance généralement accordée par ailleurs, dans le pays, aux coopératives de périmètres.

La direction du projet recherchait des subventions parce qu'effectivement les résultats d'exploitation du périmètre ne permettent pas à l'association de prendre en charge, pour le moment, les dépenses que représentent l'équipement et le personnel qu'on souhaite lui conserver.

Des systèmes d'exploitation intégrés, plus avantageux, mais à l'équilibre encore incertain

Certes, les parcelles irriguées sont un avantage très évident pour les paysans de Bagré, en comparaison de

(3) Alimentée par des amendes et par les bénéfices sur la vente aux prix du marché libre d'une partie des quantités de paddy récupérées pour le remboursement des crédits de campagne (le reste est vendu à l'office céréalier national, au prix officiel).

leurs exploitations d'origine ; mais sur le plan des revenus monétaires, cet avantage ne s'exprime pleinement que lorsque les récoltes hors périmètre sont bonnes (l'exploitation dégage alors un revenu monétaire annuel par famille d'au moins 280 000 F. CFA (4)). Dans le cas contraire, le revenu n'est que de l'ordre de 70 000 F.CFA Il peut même être encore moins bon quand le manque de pluie ne permet pas de remplir convenablement la retenue (au premier cycle de 1985, on n'a pu irriguer que 51 ha et les rendements n'ont pas dépassé 2,5 t/ha en moyenne).

L'association peut probablement se passer d'une partie des équipements qu'on veut bien lui transférer et trouver des solutions moins coûteuses. Il n'en reste pas moins que l'équilibre de ses comptes est fragile et qu'il faut probablement améliorer la productivité.

On peut calculer, par exemple, qu'un progrès de 2 t par rapport au rendement moyen actuel en paddy (7 t/ha/an) permet de doubler le revenu monétaire des exploitations. Une partie des exploitations dépasse les 8 tonnes de paddy à l'hectare.

Le problème est qu'on ne sait pas comment amener la majorité des agriculteurs à ce niveau de résultat, ni, d'une manière générale, comment améliorer la rentabilité du système d'exploitation pris dans sa globalité.

Certaines observations laissent craindre que les paysans aient tendance à exploiter le périmètre de façon de moins en moins intensive (retards croissants sur le calendrier cultural, planages négligés, fertilisation minérale insuffisante, absence de fertilisation organique, hétérogénéité variétale, ...).

Par ailleurs, pour le moment les paysans de Bagré peuvent écouler facilement leurs produits, à bon prix sur les marchés locaux, mais il est à craindre que la situation leur soit moins favorable, plus tard, lorsque les nouveaux périmètres du grand Bagré seront mis en culture.

2. Les petits périmètres irrigués villageois de Matam, au Sénégal

La SAED et l'aménagement de la Vallée du Sénégal

Le Sénégal importe beaucoup plus de riz que le Burkina-Faso mais la Vallée du Fleuve Sénégal, avec ses 265 000 ha de terres irrigables représente un potentiel très important.

Depuis les années quarante, dans la zone du Delta, de grands périmètres ont été réalisés et exploités par la SAED et les sociétés d'aménagement qui l'ont précédées, avec l'aide de paysans colons.

Puis, il y a 10 ans, la SAED a dû également s'intéresser au sort des populations de la Moyenne Vallée, frappées par la sécheresse. Elle a alors mis en place des petits périmètres qui, tout en protégeant les populations des disettes, devaient les préparer à l'exploitation des futurs aménagements hydro-agricoles que la mise en service des grands barrages de Diama et Manantali permettrait de créer dans leur région.

Parallèlement, compte tenu des difficultés rencontrées avec les grands périmètres, la SAED s'orientait progressivement vers une politique de transfert aux associations de producteurs et aux entreprises privées des fonctions qu'elle détenait sur les périmètres ainsi qu'en amont et à l'aval de la production.

Les prêts

Les premiers petits périmètres irrigués villageois ont été créés en 1974. En 1977, puis en 1978, la Caisse Centrale a accordé deux prêts d'un montant total de 40,5 millions FF (5) pour la création de petits périmètres dans les départements de Podor et Matam.

Les petits périmètres villageois

Au total, compte tenu des petits périmètres d'avant 1977, il y avait en 1984, dans le département de Matam, 130 petits périmètres répartis dans 72 villages, soit 2 600 ha environ de surface irrigable. En moyenne, les périmètres font 20 ha et comptent 55 attributaires, (0,36 ha par attributaire).

Ces petits périmètres ont été implantés sur les bourrelets de berge du fleuve, puis dans les zones de cuvettes, plus vastes et plus argileuses, mais aussi menacées par les inondations.

Chaque périmètre est alimenté de façon autonome par un groupe motopompe, pompant l'eau dans le fleuve ou ses bras morts.

Ces périmètres, de conception simplifiée, ont été réalisés en partie avec les engins de la SAED, et avec le concours plus ou moins actif des villageois concernés.

Un grand nombre a dû être repris après quelques années (71 sur 130), les études préalables et le temps ayant manqué au départ pour choisir les meilleures implantations et adapter le modèle d'aménagement aux différents types de site.

(4) Toutes charges payées (charges réelles, non compris l'amortissement de l'aménagement et l'entretien de la retenue et des pistes) et auto-consommation assurée.

(5) Le premier de 14 millions de FF, au taux de 4,5 % sur 12 ans dont 3 de différé.
Le second de 26,5 millions de FF, au taux de 4,5 % sur 15 ans dont 5 de différé.

Le coût à l'hectare est finalement d'environ 130 000 F.CFA (35 000 F.CFA dans les prévisions initiales) car les problèmes de délais, le manque de disponibilité des paysans et la difficulté des travaux (en particulier dans les cuvettes aux sols lourds) ont amené à utiliser les engins plus souvent que prévu.

La délégation régionale de la SAED

C'est la délégation régionale de la SAED qui a mis en œuvre le projet.

Le délégué et son adjoint (expatrié), sont assistés par un ingénieur aménagiste (expatrié) et son adjoint et par un responsable de maintenance (expatrié), aidé d'un homologue, de chefs d'atelier et de mécaniciens. L'encadrement des paysans est assuré par des chefs des zones, aidés chacun d'un intendant, d'un mécanicien, et de conseillers agricoles de secteurs.

La délégation supervise également l'activité d'agents des Directions Centrales de la SAED, intervenant pour la formation coopérative et la prévulgarisation de la traction bovine.

Des volontaires, appartenant à des aides étrangères, s'occupent également de pisciculture et d'arboriculture fruitière. Un volet de recherche d'accompagnement sur les cultures irriguées est également confié à l'Institut Sénégalais de la Recherche Agricole.

Les responsables vulgarisation et formation, les agents maraîchage expérimentation et les enquêteurs prévus dans les documents de projet n'ont pas été recrutés. Les responsables aménagements et traction bovine ont été recrutés plus tard que prévu.

Au total en 1984, le projet emploie directement 78 permanents et une centaine d'agents, en comptant les temporaires.

L'infrastructure comprend un bureau, un centre de formation, sept logements, un magasin et un atelier, au niveau central et dans chacune des sept zones : un logement et un ensemble bureau-atelier-hangar-magasin.

La délégation possède aussi 3 camions, 14 véhicules légers, 10 cyclomoteurs, 3 pirogues et 6 engins pour les travaux d'aménagement.

Les groupements de producteurs

A la création de chaque périmètre, les paysans attributaires ont formé un groupement de producteurs, dirigé par un bureau de sept responsables, dont les principaux sont le trésorier et le responsable du groupe motopompe.

Il existe pour chaque groupement une caisse de fonctionnement pour les paiements comptant, tenue par le trésorier et un compte d'amortissement pour le renouvellement des groupes motopompes. Ce compte est géré par la SAED.

Les responsabilités réciproques des producteurs et de la SAED concernant l'exploitation du périmètre sont définies dans un contrat établi par la SAED au début du projet.

Les groupements restent très dépendants des personnels de la SAED pour l'ensemble des services qui conditionnent l'exploitation du périmètre. Leur participation majeure se situe au niveau du fonctionnement du groupe motopompe et de l'inventaire des besoins en intrants agricoles.

Par contre, dans chaque zone, les groupements ont désigné des représentants chargés de défendre leurs intérêts et ceux-ci exercent une pression revendicative très active auprès de la délégation de la SAED et de la Direction Générale.

La situation en 1984

La réforme du système d'encadrement

A cette époque, la SAED entame un processus de désengagement. Les fournisseurs de carburant sont invités à livrer directement dans les villages, on a demandé au fournisseur de groupes motopompes d'ouvrir un magasin à Matam pour assurer la fourniture des pièces détachées et les réparations. Une opération d'assistance aux artisans est lancée pour la maintenance des groupes motopompes.

Les encadreurs et chefs de zone sont remplacés par des conseillers agricoles chargés d'aider les groupements à prendre en charge la gestion des périmètres et de conseiller les paysans dans la mise en valeur de l'ensemble de leurs terroirs. Mais les méthodes de travail des conseillers restent encore imprécises ainsi que la répartition des responsabilités entre eux et les agents qui parallèlement s'occupent de la traction bovine, de l'arboriculture, du maraîchage, de la pisciculture ou encore des programmes d'alphabétisation.

Le premier travail des conseillers est une opération-test d'alphabétisation et de formation des responsables de groupements à la gestion comptable (dans 7 groupements).

Ils poursuivent également la collecte des données qui permettent d'établir le compte d'exploitation des groupements, mais les résultats ne sont pas communiqués aux groupements. De même, il n'y a pas de suivi et d'analyse des problèmes de production (le programme de recherche d'accompagnement qui a débuté lui aussi très tard en 1983, se limite à des essais contrôlés en

micro-parcelles, dont on n'a tiré aucun résultat en raison de difficultés de suivi).

Pour l'ensemble de ces activités, la délégation doit bénéficier de l'appui d'une nouvelle division du siège de la SAED (Division des Méthodes de Développement), mais à cette époque, elle n'est pas encore totalement opérationnelle.

Des périmètres pour survivre ou pour dépenser moins

En 1984, à la SAED comme à Matam, on est très satisfait des petits périmètres : plusieurs années de suite, les cultures pluviales et celles de décrues ont été pratiquement réduites à néant par la sécheresse et les petits périmètres ont tout à fait joué leur rôle de protection contre les disettes.

Malgré tout, le taux d'intensité culturale est médiocre (1 à 1,2). Les familles disposent en moyenne sur le périmètre de 36 ares chacune, mais elles ne cultivent que 20 ares de paddy en hivernage et 23 ares de maïs en saison sèche. Cela tient aux imperfections des aménagements et au manque d'eau, mais aussi aux retards pris sur le calendrier cultural.

Une petite partie des surfaces en maïs est en fait cultivée en sorgho et légumes (5 % des cultures en saison sèche).

Les rendements en paddy sont bons, 6,1 tonnes à l'hectare et ceux du maïs également, 2,9 tonnes à l'hectare en 1983 (année record). Des progrès sont même possibles si l'on considère que 30 % des périmètres ont un rendement moyen en paddy compris entre 6 et 10 t/ha.

Mais d'un autre côté, les retards de plus en plus grands par rapport au calendrier cultural optimal, le manque de fertilisation organique, l'envahissement non maîtrisé des adventices (cyperacées), l'absence de replanage, font craindre à terme une évolution défavorable.

Malgré les bons rendements, la production d'une parcelle représente à peine 65 % de la consommation annuelle d'une famille (10 personnes en moyenne), si celle-ci ne récolte rien par ailleurs.

Les débouchés pour les légumes sont très limités (le marché local est déjà saturé). Les ventes de paddy ou de maïs sont faibles (5 à 10 % de la récolte de paddy sont vendus à la SAED), et leur produit représente probablement moins de 20 % des charges de production ; alors que celles-ci sont déjà diminuées des subventions et des prestations gratuites de la SAED sur différents postes (carburant, engrais, réparation des groupes motopompes).

Ce sont les revenus de l'élevage, de l'artisanat et de l'exode qui permettent de règler les dépenses. Comme ces revenus subissent eux-mêmes le contrecoup de la sécheresse et de la crise économique, les familles ont des difficultés à rembourser les crédits de campagne (30 % d'impayés) et les sommes cotisées pour le renouvellement des groupes motopompes couvrent à peine, par groupement, 5 % du coût des engins.

Les parcelles irriguées jouent donc un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire des familles (6), mais elles ne jouent que ce rôle là.

Ce sont les activités non agricoles, principalement celles des hommes en exode à Dakar et en Europe, qui fournissent les revenus monétaires. Ces revenus et les aides de l'Etat servent à subventionner les périmètres qui apparaissent comme une activité d'appoint.

Les familles ne paraissent pas disposées (7) à investir une part plus importantes de leurs ressources en homme et en argent dans une exploitation plus intensive du périmètre, ou ne sont pas en mesure de le faire.

Le manque de références techniques et économiques sur les possibilités d'intensification et les imperfections des périmètres sont également un handicap.

3. Les périmètres en culture motorisée de N'Dombo et Thiago, au Sénégal

Un site préfigurant les conditions du futur

Comme les petits périmètres irrigués villageois, les périmètres de N'Dombo et Thiago se trouvent dans la Vallée du Sénégal, mais cette fois dans sa partie basse, au nord du Delta.

Ils sont de création plus récente (1981). L'objectif de la SAED et de la Caisse Centrale était de tester ce que pourraient être les futurs périmètres du Delta, périmètres où les paysans pourraient irriguer toute l'année, utiliser des tracteurs et gérer eux-mêmes leurs périmètres.

Le site et le modèle d'aménagement retenus préfiguraient ces conditions : irrigation possible en permanence, population ayant une longue expérience des cultures irriguées et déjà organisée en coopérative, existence d'une ville à proximité et d'un centre agro-industriel.

(6) La vocation "vivrière" des périmètres est encore confirmée par la proportion croissante des cultures de maïs (plus de 50 % des surfaces cultivées). Les rendements sont deux fois moins importants que ceux du paddy, mais la culture coûte moins cher, peut être associée au niebe et le taux de produit consommable est plus élevé.

(7) Tous les revenus de l'exode ne sont pas absorbés par les dépenses de consommation, mais ils sont jusqu'alors plutôt affectés à la construction de mosquées ou de locaux à usage collectif.

La zone irriguée devait être découpée en unités autonomes de taille moyenne, susceptibles d'être gérées chacune par un groupement de paysans.

Les prêts

La Caisse Centrale a contribué au financement de cette opération pour un montant de 5,24 millions FF, correspondant à un prêt de 4,64 millions FF (au taux de 4,5 %, pour une durée de 12 ans dont 4 de différé) et à un de 0,6 millions FF, reliquat d'un prêt accordé à la SAED pour un autre aménagement.

Les périmètres

Au total, 12 périmètres de 50 ha ont été créés, répartis en deux ensembles de 6, un pour chaque village. Chaque périmètre est autonome, alimenté par un groupe motopompe à partir d'un défluent du Sénégal. Seuls le réseau de drainage et les stations d'exhaure sont communes, au sein d'un même ensemble.

L'aménagement devait être en courbe de niveau et réalisé avec le concours des villageois. En fait, on a finalement procédé à un planage grossier et les paysans ont très peu participé au chantier, a peu près pour les mêmes raisons qu'à Matam.

Il y a quelques défauts de conception. La finition est médiocre et les réseaux sont fragiles. Là aussi, il a fallu faire des réfections et le coût à l'hectare est plus élevé que prévu (de l'ordre de 1 à 1,2 million F.CFA), bien qu'inférieur de moitié au coût des grands aménagements en planage horizontal total.

Chaque périmètre est divisé en deux soles, l'une pour le paddy d'hivernage et celui de contre saison chaude, l'autre pour la tomate de contre saison froide.

La structure d'encadrement

L'encadrement, qui comprenait au départ des chefs de zone, des encadreurs, des intendants et des mécaniciens, a été modifié en 1984 et limité à deux conseillers agricoles et deux mécaniciens.

Avec le directeur et le personnel d'appui, l'équipe du projet emploie aujourd'hui 11 personnes. Elle est appuyée par les divisions centrales de la SAED, la Division de la Programmation et des Aménagements pour la création et le gros entretien des périmètres, la Division des Méthodes de développement, pour la formation des conseillers agricoles et leur suivi, et la Division Financière, pour la gestion des fonds du projet.

Il y a eu, au début, un programme de recherche d'accompagnement, axé sur les essais de motoculteurs et confié à l'Institut Sénégalais de la Recherche Agronomique, mais le contrat n'a pas été renouvelé depuis 1983. Les conseillers agricoles ne font plus que très peu de vulgarisation.

Le rôle de l'équipe du projet est essentiellement la formation des intendants des groupements, le suivi des résultats d'exploitation et la participation aux délibérations du comité paritaire de gestion des périmètres qui réunit les représentants de la SAED et ceux des groupements.

Les groupements d'exploitants et leurs équipements

Les périmètres sont gérés chacun par un groupement d'une soixantaine de producteurs. Ces groupements se sont formés par affinités au moment de l'attribution des périmètres.

Ils sont dirigés par un président et son bureau, aidés de différents responsables pour le fonctionnement et l'entretien du réseau, la surveillance du tracteur, la gestion du magasin et la tenue des comptes (l'intendant du groupement).

Ces responsables sont bénévoles et le groupement emploie également des salariés : un pompiste, un tractoriste et des manœuvres.

Chaque groupement possède une motopompe, un tracteur et ses outils, un magasin, deux batteuses et différents équipements. Il y a deux comptes en banque, un compte chèque courant pour les fonds de roulement (créés sur financement Caisse Centrale) et un compte bloqué pour les amortissements. Il existe aussi une caisse de groupement.

La situation en 1986

Des groupements en grande partie autonomes

Dans les trois dernières années, les groupements ont progressivement pris en charge tous les services que l'encadrement leur assurait auparavant, à l'exception des gros entretiens qui sont financés et exécutés par la SAED et les réparations des tracteurs, pour lequel ils n'ont pas encore trouvé d'alternative sûre.

Les achats de facteurs de production auprès de la SAED (crédits de campagne) ne représentent plus que 30 % des achats totaux, et les ventes de paddy à la SAED ne représentent plus que 13 % de la récolte totale.

Les conseillers agricoles surveillent encore très attentivement le travail des magasiniers et des intendants des groupements, mais un système d'évaluation est à l'étude pour mesurer les progrès accomplis et ajuster

en conséquence l'action des conseillers agricoles.

Des périmètres qui rapportent, mais pas assez ! Une troisième culture est-elle possible ?

Ces dernières années, du fait de la sécheresse, les familles n'ont rien récolté sur les champs traditionnels, champs de dune et champs de décrue. Elles conservent cependant de petits jardins maraîchers sur les berges du défluent.

Sur le périmètre, elles disposent en moyenne de 0,6 à 0,9 ha qui portent 0,5 ha de paddy en hivernage et 0,3 ha de tomate en contre saison froide.

Le périmètre n'est cultivé que deux fois par an. Le paddy de contre saison chaude a été abandonné depuis 1983. L'intensité culturale qui était de 1,37 en 1983 avec 3 cycles est tombé à 0,78 en 1985.

Les rendements en paddy sont bons : 5,5 t/ha, ceux de la tomate sont moins satisfaisants : 17 à 20 t/ha (estimation).

Toutes charges payées, l'exploitation d'une parcelle laisse à peu près 2 t de paddy, soit l'équivalent de 7 mois de consommation (les familles comptent en moyenne 14 personnes) et environ 200 000 F.CFA de revenus monétaires tirés de la vente de la tomate, (les tomates sont vendues à une usine locale et surtout aux commerçants qui approvisionnent Dakar et St Louis).

Les situations d'endettement vis-à-vis de la SAED tendent à se dégrader. Les fonds de roulement n'atteignent jamais leur montant théorique mais des appels de fonds complémentaires permettent de faire face aux dépenses collectives d'exploitation.

Les sommes cotisées sur les comptes amortissements représentent, par groupement, à peine 30 % de la valeur actuelle des équipements amortis, ce qui imposera un recours au crédit agricole.

Les revenus annexes (maraîchage, pêche et surtout salariat dans les agro-industries locales) jouent un rôle important dans l'équilibre des charges, mais celles-ci sont appelées à augmenter encore avec l'usure du réseau, celle de l'équipement et son renouvellement ; compte tenu des charges non encore répercutées aux groupements, l'autonomie financière des groupements est donc loin d'être assurée.

A la différence des paysans de Matam, ceux de N'Dombo et Thiago ont des débouchés importants pour la tomate et le paddy. Les principaux problèmes sont, selon eux, d'une part le manque de puissance des tracteurs et les attaques des oiseaux granivores, qui empêcheraient la troisième culture et, d'autre part, le manque de surfaces (il n'y a pas de parcelles pour les fils adultes des attributaires actuels et il y a déjà deux fois plus d'attributaires qu'on ne le prévoyait au départ).

En l'absence d'un suivi des conditions de production, la SAED n'est pas en mesure de poser son propre diagnostic. Mais on observe que la densité sur tomate est faible, que les doses d'engrais semblent aller en décroissant, et qu'on utilise le minimum de produits phytosanitaires et d'herbicides.

Dans certains groupements, quelques paysans ont recommencé le paddy de contre saison chaude, 10 ha en 1986, mais cela pose des problèmes d'organisation pour l'utilisation des tracteurs et de l'eau, s'ils sont seuls à le cultiver.

D'autres ont créé des petits périmètres individuels (quelques ha), en périphérie. Les engins disponibles en ville facilitent ces initiatives. L'exploitation de ces petits périmètres est plus diversifiée (arbres fruitiers, légumes, fourrages).

A N'Dombo et Thiago, davantage qu'à Matam, les exploitants cherchent à tirer des revenus du périmètre, mais cela doit être plus ou moins le cas selon les familles. Ainsi à N'Dombo, les exploitants ayant des revenus non agricoles importants et réguliers sont nombreux. On compte en moyenne 1,4 salarié ou artisan par concession, en moyenne, contre 0,6 dans l'autre village. A Thiago, ils sont plus rares et la majorité des familles serait régulièrement endettée auprès des notables et commerçants (crédits de soudure).

II. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

1. L'autonomie des groupements de N'Dombo-Thiago

Des trois opérations décrites, une seule présente des groupements qui sont en passe de gérer leur périmètre par eux-mêmes.

Les groupements de N'Dombo-Thiago s'approvisionnent en intrants agricoles, carburant et pièces détachées, directement auprès des fournisseurs. Ils stockent et distribuent les intrants. Ils décident eux-mêmes de l'exploitation des périmètres, font fonctionner et entretiennent le réseau. Ils commercialisent eux-mêmes leurs récoltes aux acheteurs de leurs choix et assurent la récupération des crédits ainsi que la tenue de leurs comptes (avec un contrôle des conseillers agricoles).

Ils continuent à utiliser les services des mécaniciens du projet pour la maintenance des tracteurs et motopompes, mais c'est peut-être moins une question d'ab-

sence d'alternative (il y a (8), ou il peut y avoir des mécaniciens privés suffisamment disponibles et équipés à Richard Toll) qu'une question de facilité (le projet leur a proposé de recruter ses mécaniciens, mais les groupements n'ont pas voulu les payer aux-mêmes conditions...et le projet a continué de les prendre à sa charge).

De même pour les gros entretiens, les groupements pourraient s'arranger avec les entreprises de la place, comme ils le font en cas d'urgence, mais la SAED se fait un devoir d'entretenir "ses" périmètres et cela gratuitement.

Cette plus grande facilité des groupements de N'Dombo-Thiago à se rendre autonomes est à rapprocher des facteurs suivants :

Des paysans alphabétisés qui ont déjà une longue expérience des cultures irriguées

Les paysans de N'Dombo-Thiago ont une plus longue expérience des périmètres irrigués ; ils avaient déjà pris l'initiative de se former en coopératives ; ils ont, parmi eux, un grand nombre d'individus alphabétisés.

S'organiser sur un périmètre, former un groupement, gérer des comptes leur était plus facile qu'aux paysans de Matam ou de Bagré qui n'avaient aucune expérience de ce type de situation et sont en grande majorité analphabètes.

Des débouchés importants et des facilités d'approvisionnement et de maintenance

Les villages de N'Dombo et Thiago sont à proximité d'une ville moyenne, sur un axe routier important, avec des entreprises de l'agro-industrie, des services de transport, des fournisseurs d'intrants agricoles qui peuvent leur offrir des facilités sur le plan de l'approvisionnement, de la maintenance et des débouchés.

Ceci n'existe absolument pas à Matam et à un moindre degré à Bagré, qui sont plus isolés géographiquement, dans un environnement beaucoup plus rural.

Une volonté de désengagement et un système d'encadrement adapté

L'opération N'Dombo-Thiago est celle qui a bénéficié le plus longtemps et le plus complètement, d'un dispositif d'intervention spécialement conçu pour aider les groupements à réaliser leur autonomie (conseillers agricoles, formation des intendants à la gestion des comptes, transfert de la commercialisation, de l'approvisionnement et du contrôle du crédit aux groupements, ...).

Le Directeur du projet était également formé à cette approche (9), et soucieux de l'appliquer, en conformité avec la politique de désengagement de la SAED, elle-même soutenue par l'Etat et les bailleurs de fonds.

A Matam, l'opération se terminait alors que le dispositif ci-dessus commençait tout juste à se mettre en place.

A Bagré, le souci de responsabiliser le groupement est venu très tard, et sans qu'on soit vraiment convaincu qu'il était raisonnable de mener l'expérience jusqu'au bout (10).

2. Les difficultés de l'équilibre économique

A des niveaux de gravité plus ou moins marqués, les paysans de Matam, de Bagré et de N'Dombo-Thiago rencontrent les mêmes difficultés.

Des aménagements qui demandent une exploitation rationnelle et des entretiens

Les aménagements, tels qu'ils ont été conçus et réalisés, ne constituent pas un outil de production très performant. L'eau peut manquer (hormis à N'Dombo-Thiago, depuis 1985) ; le planage n'est pas parfait ; les réseaux sont fragiles et les motopompes peuvent être mal adaptées. Ces imperfections entrainent des manques à gagner, des surcoûts, et des réfections sont nécessaires, qui coûteraient très cher aux groupements si les sociétés d'aménagement ne les prenaient pas à leur charge.

Les problèmes de l'intensification

Telles qu'elles sont exploitées actuellement, les parcelles ne dégagent pas des productions suffisantes pour que les familles vivent des récoltes du périmètre et maintiennent l'appareil de production.

Dans les trois cas, les paysans considèrent que les parcelles sont trop petites. Mais dans les trois cas également, le taux d'intensité culturale est inférieur à ce qu'il pourrait être.

La tendance est partout la même, après les premières années, les paysans accumulent les retards par rapport au calendrier cultural et ne respectent plus, à tout le moins, la mojorité d'entre eux, les techniques qui leur permettraient d'améliorer le niveau de productivité ou de le maintenir sur le moyen terme (planage, fertilisation).

(8) Les groupements ont trouvé un soudeur qui assure la maintenance des batteuses à leur entière satisfaction.

(9) Promotion 1984 du Centre d'Etudes Financières Economiques et Bancaires, option Formation à la Gestion des Projets Agricoles (CCCE).

(10) Il était prévu que le directeur suive la formation au FGPA, mais l'AVV n'a pas pu le libérer sur une période aussi longue (9 mois).

Les paysans continuent de cultiver les champs traditionnels, même si les résultats sont très médiocres et aléatoires (Matam, N'Dombo-Thiago).

Ils ont conservé ou rapidement repris les activités hors périmètre (exode, artisanat, cultures secondaires féminines). Ces activités jouent un rôle déterminant sur le plan des revenus monétaires.

Ils ont, pour l'instant, très peu mis à profit les possibilités offertes par la présence de l'eau (pêche, élevage, arboriculture) hormis le maraîchage.

Ainsi, alors que dans l'esprit de leurs promoteurs, les périmètres devaient être exploités de la façon la plus intensive possible, pour être rentables en soi, les paysans semblent plutôt en faire l'un des éléments de leur système économique et lui affecter éventuellement un rôle d'appoint, (la sécurité alimentaire), quitte à régler les charges à partir des revenus non agricoles et à n'y investir leurs ressources qu'en seconde priorité (cas de Matam).

La question des subventions

Cette exploitation semi-intensive et "intégrée" des périmètres ne permet pas l'équilibre économique sur le long terme. Mis à part les subventions explicitement accordées par l'Etat, les paysans ne prennent pas en charge toutes les dépenses liées aux équipements ou aux services qu'ils utilisent (amortissement, frais de main d'œuvre) et la tendance générale est à accumuler les impayés sur les fonds de roulement et les cotisations pour le renouvellement des équipements.

Le dilemne est alors de savoir si les paysans ne peuvent réellement pas faire mieux ou s'ils n'ont pas nécessité ou intérêt à faire mieux. Sur ce point, il y a au moins un point commun aux trois situations, c'est qu'on ne sait pas comment les paysans devraient s'y prendre pour exploiter leur périmètre au maximum des possibilités.

Les paysans de N'Dombo-Thiago ont effectivement un environnement (débouchés, transport, maintenance) qui justifierait (sauf difficultés techniques insurmontables) une exploitation plus intensive du périmètre.

Mais cet environnement est également favorable aux activités non agricoles, plus rentables.

Les paysans de Bagré, moins urbanisés, sont peut-être moins sollicités par les biens de consommation.

Ici et là, certaines familles semblent éprouver la nécessité, ou ont les moyens de mieux rentabiliser le périmètre. D'autres y consacrent le minimum de moyens. Les deux stratégies, au sein d'un même périmètre, ne sont pas forcément compatibles (difficultés techniques, attitude différente vis-à-vis des impayés).

Or, l'assistance des structures d'encadrement s'applique à tous indifféremment.

Les subventions favorisent ceux qui font des cultures irriguées une activité d'appoint déficitaire et dans ce cas le périmètre aura plutôt pour vocation d'aider les populations à se maintenir en place (politique d'équilibre régional).

Par contre, si l'on recherche l'autonomie des groupements, on privilégie les producteurs les plus performants, et c'est l'option qui devrait prévaloir quand il existe des débouchés importants. Mais il n'est pas certain que la rentabilisation de l'outil de production soit immédiatement meilleure, car les structures sociales égalitaires peuvent empêcher que les producteurs moins performants soient évincés.

III. CONDITIONS DE REUSSITE DES PROJETS DE PERIMETRES AGRICOLES

A partir de ces trois expériences, on peut essayer de définir la démarche qu'il faudrait suivre lorsqu'on décide d'investir dans les projets de périmètres irrigués et pour réussir dans ce type de projet.

1. Explorer les alternatives possibles et vérifier dans quelles mesures les systèmes agricoles et les conditions économiques et institutionnelles sont propices à un projet d'aménagement hydro-agricole.

Trop souvent, les périmètres irrigués sont perçus comme une panacée susceptible d'apporter des améliorations sur des plans aussi divers que l'autosuffisance alimentaire, les gains ou l'économie en devises, le développement régional, les transports ou l'approvisionnement en énergie.

Il est certain qu'un aménagement peut concourir à ces différents objectifs de développement, mais selon les cas, la conception et l'exploitation ne sont pas les mêmes.

Par ailleurs, il est fréquent que la décision d'investir est principalement influencée par la découverte d'un site techniquement favorable à l'irrigation.

Mais, si le site convient, il se peut que les systèmes agricoles, les débouchés, l'approvisionnement en intrants, la législation foncière ou le matériel végétal disponibles sont mal adaptés à une exploitation intensive et rentable des périmètres.

Enfin, parmi les périmètres créés ces dernières décennies, il en existe beaucoup qui sont en mauvais état ou peu mis en valeur et qui justifieraient qu'on

réexamine leur intérêt et les améliorations possibles.

En conséquence, parmi les précautions à prendre pour décider d'un projet d'aménagement hydro-agricole, il faudrait :

- définir très précisément les objectifs de développement auxquels le périmètre est censé concourir.

- étudier les alternatives qui permettraient d'atteindre les mêmes résultats, les comparer sur le plan des coûts, des avantages (bilan en devises, importance des charges récurrentes) et des contraintes de mise en œuvre dans les conditions locales.

- donner la priorité aux réhabilitations sur la création de nouveaux périmètres (sauf manque d'opportunité évident des périmètres en place).

- les études de faisabilité devraient mettre l'accent sur les points suivants :

. préciser les caractéristiques des systèmes paysans, de façon à apprécier quelles peuvent être l'intérêt et les contraintes d'une intégration des cultures irriguées,

. examiner la situation des infrastructures, des services publics et des entreprises privées, susceptibles d'être utiles à l'implantation du périmètre et à son fonctionnement,

. étudier le marché des produits du futur périmètre,

. déterminer les contraintes pouvant résulter de la législation existante, dans le domaine foncier, coopératif et de l'exploitation des arbres et des eaux.

2. Créer les conditions qui permettront aux exploitants de prendre davantage d'initiatives dans la création du périmètre, de gérer eux-mêmes leur périmètre et de créer suffisamment de revenus pour assurer sa pérennité

Le périmètre est un moyen de développer les productions et d'améliorer les revenus des paysans. Encore faut-il que ces derniers aient décidé d'en adopter à la fois les avantages et les contraintes. Il faut également qu'ils puissent maîtriser la gestion et que les bénéfices permettent d'assurer la pérennité du périmètre. L'aide de l'Etat, les coûts pour la collectivité doivent être aussi réduits que possible, compte tenu des faibles ressources des pays.

Des périmètres adaptés

Les grands périmètres posent des problèmes d'organisation des exploitants. Ils utilisent des équipements complexes, coûteux et difficiles à entretenir dans les conditions locales.

Les expériences, souvent négatives, des grandes unités créées dans les années 1900 ont conduit à privilégier les critères suivants :

- les périmètres de petite taille (50 ha) ou découpés en unités autonomes de petite taille, sont davantage à l'échelle des communautés villageoises. La cohérence sociale des associations d'exploitants est meilleure. Les difficultés techniques et les problèmes de gestion sont plus facilement maîtrisés.

- les aménagements doivent être pratiques et peu coûteux, tant au niveau des travaux que du fonctionnement et de l'entretien, à condition toutefois que l'aménagement soit durable et que la distribution de l'eau soit efficace et équitable sur l'ensemble du réseau.

- les modèles d'aménagement doivent tenter de répondre à ces critères tout en étant adaptés aux différents types de sites. Ils doivent également tenir compte des ressources agro-sylvo-pastorales existantes, et de l'exploitation qui en est faite ou pourrait en être faite.

- la conception doit être examinée en fonction de la vocation qu'on entend donner au périmètre : agriculture spéculative ou activité agricole d'appoint (sécurité alimentaire). Il faut rechercher des modèles d'aménagement évolutifs permettant d'accompagner l'évolution des exploitants et de réaliser une mise en valeur progressive, sur des espaces plus importants et à des niveaux plus poussés.

- l'irrigation par gravité, plus chère à l'investissement que l'irrigation par pompage, génère moins de charges récurrentes et de problèmes de maintenance.

Des systèmes de production adaptés

Dans les trois projets étudiés, on n'a pas résolu de façon satisfaisante le problème de la double ou triple culture annuelle. Le taux d'intensité culturale est inférieur à ce qu'il pourrait être. Le niveau d'intensification des cultures irriguées tend à baisser au détriment de la productivité et du maintien de la fertilité des sols. On ne connait pas les conditions d'une exploitation optimale de l'ensemble constitué par les parcelles irriguées et les ressources agro-sylvo-pastorales environnantes.

La rentabilité des exploitations agricoles, basées, en tout ou partie, sur les cultures irriguées, dépend de l'existence de programmes de recherche d'accompagnement ayant les objectifs suivants :

- introduire ou mettre au point un matériel végétal adapté à la culture irriguée intensive dans les conditions locales. En matière de riziculture il manque

encore des variétés à cycle suffisamment court.

- étudier les systèmes d'exploitation mis au point spontanément par les exploitants et la façon dont ils évoluent (le suivi technique des aménagements est absolument nécessaire).

- tester et évaluer, avec le concours des agriculteurs, des modèles d'exploitations améliorés, permettant une mise en valeur intégrée des périmètres et des ressources agro-syvo-pastorales environnantes.

Des systèmes d'encadrement adaptés

L'autonomie des associations d'irrigants est d'autant plus grande que leurs membres sont mieux formés et qu'ils ont une plus longue expérience des structures coopératives.

Soucieuse d'assurer le succès des projets, les sociétés de développement hésitent, cependant, à confier d'emblée la responsabilité des périmètres aux utilisateurs et leur procurent différents avantages.

Il en résulte que l'encadrement doit être prolongé le temps d'amener les associations d'irrigants à prendre le relais. D'autre part, le désengagement de la société est rendu plus difficile parce qu'il constitue une perte d'avantages pour les exploitants.

Le système d'encadrement doit avoir pour priorité d'amener les exploitants à une gestion autonome du périmètre.

Les conditions paraissent les suivantes :

- obtenir très tôt que les futurs utilisateurs forment leurs associations, dès le stade de l'identification du projet et exiger une contribution financière ou en main d'œuvre aux travaux d'aménagement.

- distinguer le groupement d'irrigants (adhésion obligatoire), de la coopérative des producteurs (adhésion volontaire), qui ne peut pas regrouper tous les irrigants mais peut compter des non-irrigants.

- associer le groupement à la conception de l'aménagement et commencer dès lors une première période d'apprentissage d'un délai convenu (un an par exemple) ; à son issue, les associations devront préciser leur organisation et les règlementations et élaborer leur budget. Se baser sur les coûts réels, ou subventionnés si telle est la politique retenue. Eventuellement exiger une contribution aux amortissements de l'aménagement.

- transférer alors officiellement au groupement la responsabilité de la gestion du périmètre et reconnaître à ses membres un droit de jouissance des terres, qui soit pérenne et héréditaire.

- poursuivre ensuite les actions de formation et conseil, sur la base d'un suivi des progrès et des besoins des associations, et dans le cadre d'un contrat d'assistance, dont la durée, les objectifs ainsi que la plus grande partie possible des coûts seront négociés avec les associations.

- ce mode d'intervention suppose des structures d'encadrement ou d'appui légères et décentralisées, proches du terrain. Les associations ou leurs représentants doivent être associées à leur direction (comités paritaires de gestion).

- ces structures ont essentiellement des fonctions de suivi, d'expérimentation et de conseil.

Elles aident les associations à organiser leurs relations avec les services publics (recherche agricole, services de formation, ...) susceptibles de leur apporter une assistance, et avec les entreprises privées (fournisseurs, entrepreneurs, artisans, commerçants).

Elles évaluent les progrès réalisés (gestion et exploitation) et aident les associations à définir les améliorations souhaitables.

Elles jouent un rôle similaire auprès des entreprises privées locales et en favorisent la promotion (à défaut d'une intervention en ce sens des structures professionnelles ou des ministères concernés).

Leur efficacité se mesure, non aux niveaux de production atteints, mais au nombre d'associations capables, au bout des délais convenus, d'assurer seules et de façon rentable l'exploitation de leur périmètre.

- ces structures doivent assister un nombre limité de périmètres. Il peut être nécessaire qu'elles bénéficient de l'appui de services communs pour :

. assurer la gestion des financements, les structures décentralisées conservant la responsabilité d'élaborer et de gérer leur budget.

. fournir les agents spécialisés que l'environnement institutionnel ne pourrait pas procurer ou qu'il ne serait pas justifié de recruter pour chaque unité.

. organiser les échanges d'expérience entre les unités et entre elles et l'extérieur. Etablir à l'attention des administrations les propositions permettant d'adapter la législation (droits fonciers, droits d'eau, droits des associations) et les politiques économiques.

- prévoir une formation spécialisée des cadres des structures décentralisées, de façon à les préparer aux fonctions et aux styles de relations qu'ils auront à y

pratiquer. Insister en particulier sur l'histoire des organisations paysannes, la gestion des assocations coopératives, l'étude des sociétés locales, l'étude des filières agro-industrielles, les techniques de communication et d'animation, les systèmes d'information, etc...

- insister sur l'importance d'une sélection soigneuse sur la base des qualités humaines et des motivations. Accorder des avantages en terme de carrière et de rémunérations pour revaloriser les postes de terrain. Associer progressivement les responsables paysans à l'évaluation des cadres.

Création de périmètres irrigués en Haïti
Rôles du projet et des usagers dans la conception, la réalisation et la gestion des aménagements

A. LE GENTIL

IRAM

RESUME

Depuis leur installation dans la région au milieu du XIXème siècle, les agriculteurs de la Plaine de Labre ont progressivement mis en œuvre des techniques et des formes d'organisation sociale permettant d'utiliser les ressources en eau (crues des rivières, sources, puits) de cette zone au climat semi-aride.

Depuis 1980, une opération de développement financée par le FAC tente d'installer dans cette région des périmètres irrigués à partir de forages profonds.

L'auteur insiste particulièrement sur les trois aspects suivants :

- potentialités, logiques de fonctionnement et limites de ces différents systèmes irrigués

- contradiction entre les objectifs affichés par les promoteurs de l'opération de développement et les conséquences réelles des aménagements (dont un fonctionne depuis octobre 1983)

- conditions concrètes nécessaires à une articulation de ces différents systèmes irrigués pour un développement maîtrisé par l'ensemble de la population de la région.

AVANT-PROPOS

Le texte qui va suivre se situe résolument dans l'optique de l'atelier 2 du séminaire : "Petite et moyenne hydraulique". Il vise avant tout à restituer la démarche adoptée par l'équipe d'un projet de développement rural en HAITI pour parvenir à une maîtrise la plus grande possible des agriculteurs sur les aménagements hydro-agricoles créés par le projet.

I. CONTEXTE INSTITUTIONNEL

Le présent travail a été réalisé dans le cadre du projet de développement rural de la Plaine de LABRE située dans le Nord-Ouest d'HAITI (cf. Carte 1).

Le secteur prédominant de cette opération, financée par le FAC et placée sous la tutelle du Ministère Haïtien de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), était au départ la création de trois périmètres irrigués par forages. Chacun des puits devait initialement fournir un débit de l'ordre de 40 l/s.

Ce qui est rapporté ici n'est donc pas le résultat d'un travail de recherche à proprement parler, mais la relation d'une expérience de développement tentée par une équipe franco-haïtienne travaillant dans cette région depuis 1982.

II. PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE

La Plaine de LABRE est l'une des régions les plus arides d'HAITI. De ce fait, elle a souvent été considérée à tort comme une région désertique ou d'activité agricole marginale. En réalité, face aux contraintes

climatiques (irrégularité des pluies), les habitants ont su de tout temps tirer profit des moindres ressources en eau pour assurer des productions agricoles. Ainsi, depuis l'installation des premiers défricheurs vers le milieu du XIXème siècle, les agriculteurs ont progressivement mis en place des systèmes d'utilisation des eaux de surface pour l'irrigation à partir des sources et des crues des rivières.

D'autres activités se sont développées parallèlement à l'agriculture : sel, pêche, charbon de bois.

La population de la Plaine de Labre (dont les limites correspondent approximativement à celles de la commune d'Anse Rouge) est ainsi passée de 1 500 habitants en 1890 à 19 500 en 1980, soit une multiplication par 13 en moins d'un siècle. La densité moyenne est de 74 habitants par km^2, et de 130 habitants par km^2 si on la rapporte à la superficie cultivable, ce qui traduit une pression démographique assez élevée étant donné les ressources en eau et les moyens de production relativement faibles des agriculteurs.

Carte 1 - Localisation de la Plaine de LABRE en HAITI

Aujourd'hui, les systèmes "traditionnels" de valorisation des ressources en eau sont en crise pour des raisons spécifiques à chaque écosystème cultivé :

Systèmes irrigués à partir de sources

- morcellement des temps d'eau, les droits d'eau se transmettant de génération en génération (lorsqu'ils ne sont pas vendus).

- épuisement des sols

- à ces deux problèmes essentiels (auxquels les agriculteurs font face pour l'instant par des mécanismes plus ou moins appropriés) vient s'ajouter une contrainte inhérente au système : la difficulté de prévoir les variations de débit de la source.

Systèmes irrigués pour épandage de crues

- moindre maîtrise de l'eau, à cause des crues de plus en plus violentes, et quelques fois dévastatrices, du fait de l'érosion des bassins-versants.

- déplacement du lit de la rivière et creusement du fond de celui-ci, ce qui oblige les agriculteurs à remonter toujours plus en amont la prise d'eau. Cette solution conduit tôt ou tard à une impasse, soit à cause d'obstacles physiques (roche dure empêchant le passage d'un canal par exemple), soit à cause de problèmes d'ordre foncier (risque de conflits entre "lignages" par exemple lors de franchissement de canaux, de tronçon commun à plusieurs canaux, d'empiètement d'un lignage sur le domaine foncier appartenant à un autre lignage, etc...).

- eau de plus en plus rare en aval des réseaux d'irrigation, à cause de la multiplication des prises sur la rivière et de l'augmentation des superficies cultivées, en lien avec l'accroissement démographique.

Face à cette situation, les premières actions financées par la Coopération Française visent tout d'abord à améliorer les systèmes d'épandage de crues :

- seuils en gabion dans le lit de la rivière COLOMBIER (située dans la partie Est de la Plaine de Labre).

- barrage en terre sur une ravine du centre de la plaine, appelée Patte-Tortue, réalisé en 1980.

Cette dernière opération fut un échec et il est tout à fait exemplaire d'une certaine approche du développement, aussi avons-nous fait figurer en annexe une note à ce sujet (Annexes disponibles à la documentation DSA).

Suite à cette expérience malheureuse, les concepteurs du projet mirent plutôt l'accent sur la valorisation des ressources en eau souterraine à partir de 1980.

III. ETAT DES LIEUX EN 1982

1. Problématique et enjeux

Les recherches d'eau souterraine ayant donné des résultats positifs dans la partie Est de la Plaine, trois forages ont été créés dans cette zone, devant donner chacun 40 l/s. Les caractéristiques et la localisation des trois puits dépendent uniquement des potentialités supposées de la nappe, et on ignore, au moment où ils sont creusés, la situation foncière et même l'identité des futurs usagers.

D'autre part, les recherches hydrogéologiques menées par le projet ont eu pour effet la venue en 1980 dans la région d'un privé ayant d'importantes activités industrielles et commerciales à la capitale PORT-AU-PRINCE. Celui-ci a créé une ferme privée sur des terres de l'Etat (!) - d'une superficie mal connue, de l'ordre

de 150 hectares - jusque-là exploitées en tant que fermiers par des agriculteurs résidant pour la plupart dans les villages voisins : POINTE-DES-MANGUES et BONNAL. C'est d'ailleurs dans cette zone qu'était prévue une éventuelle extension des périmètres financés par la Coopérative Française par le creusement de deux forages suppémentaires. Cet entrepreneur a créé ses propres forages, au nombre de trois, qui ont été équipés de groupes mécaniques à moteur diesel et ont commencé à irriguer les terres dès 1981. Ce projet privé a eu certains effets positifs pour les habitants de la zone : création de points d'eau supplémentaires (eau de boisson, lessive, abreuvement des animaux) et création d'emplois de salariés agricoles. Néanmoins, il était perçu plutôt négativement par les agriculteurs, à cause de l'impossibilité pour certains d'entre eux désormais de cultiver ces terres de l'Etat, mais aussi à cause des problèmes liés à l'élevage. En effet, le mode de conduite habituel dans cette zone consiste à laisser en liberté les chèvres dès que les terres ont été libérées des dernières récoltes et ceci pendant toute la durée de la saison sèche. Cette pratique était bien sûr incompatible avec l'existence d'îlots de verdure que sont les périmètres irrigués par forages pendant cette période et l'entrepreneur privé n'a pas hésité à défendre ses cultures à coup de fusil ! Contraints d'attacher leurs chèvres, mais ne pouvant leur apporter des fourrages, beaucoup d'agriculteurs, notamment de POINTE-DES-MANGUES, ont dû renoncer à conserver un troupeau caprin. Le privé avait bien compris ce problème, qui payait parfois les journaliers avec des tiges de sorgho ou des herbes de sarclage...

La carte 2 (1) résume la situation telle qu'elle se présente en 1982 avec d'une part la ferme privée et ses périmètres irrigués qui fonctionnent déjà et d'autre part les trois forages non encore équipés et dont on attend qu'ils irriguent chacun une superficie de l'ordre de 40 hectares.

L'objectif principal pour l'équipe franco-haïtienne qui arrive sur le terrain en 1982 consiste donc à permettre que les périmètres irrigués par les trois forages financés par le FAC profitent aux différentes catégories d'agriculteurs et soient le plus possible maîtrisés par eux.

2. Atouts et contraintes

- la création de forages, en apportant une ressource en eau supplémentaire pour l'irrigation des cultures, répond à une contrainte objectivement importante des agriculteurs qui est l'irrégularité des apports d'eau, par les pluies et par les crues de la rivière.

- les agriculteurs possèdent déjà un certain savoir-faire en matière d'aménagements hydro-agricoles et d'irrigation, la plupart d'entre eux ayant l'habitude d'utiliser les eaux de crues et quelques uns les eaux de sources.

- un autre avantage qui se confirmera peu à peu : il existe parmi les agriculteurs un nombre non négligeable de personnes alphabétisées, ce qui présente un atout certain pour la gestion des périmètres irrigués par les usagers eux-mêmes.

- L'équipe sur le terrain dispose d'une marge de manœuvre assez importante par rapport au pouvoir central, qui a tendance à considérer cette zone comme un peu marginale, comparée à d'autres plaines en HAITI jugées plus "stratégiques" (Plaine du Nord, Artibonite, etc...). Cela signifie également que lorsque le projet financé par la Coopération Française cessera (durée prévue initialement : 6 ans), il y a peu de chances que les agriculteurs puissent compter sur un appui technique ou financier de la part des administrations nationales concernées. D'où la pertinence des objectifs de maîtrise technique et d'autonomie financière des usagers des périmètres irrigués par forages.

- les agriculteurs sont donc très demandeurs que les trois forages soient équipés de groupes pour l'irrigation, mais en même temps leur comportement est révélateur d'un certain "scepticisme réaliste" qui trouve son origine dans les effets faibles, voire même dans certains cas négatifs, qu'ont eu certains des projets de développement ayant œuvré dans la région, sur leurs conditions de vie et leurs revenus. Outre le barrage de PATTE-TORTUE déjà évoqué plus haut, citons les opérations suivantes :

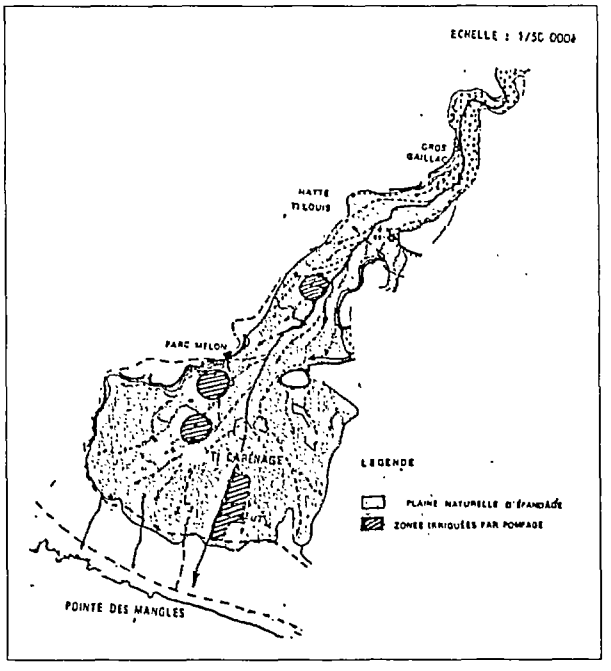
. 4 forages ont déjà été réalisés (3 par la HACHO, 1 par la FAO) dans la même zone que celle où se trouvent ceux financés par le FAC et n'ont jamais été équipés bien qu'ils présentaient des potentialités de débit non négligeables.

. Un programme intitulé PIRNO (Programme Intégré de Réhabilitation du Nord-Ouest) a installé 7 pompes manuelles sur des puits creusés par les habitants de la zone sans prévoir une baisse éventuelle du niveau de la nappe, et des 7 puits, pratiquement aucun ne donne de l'eau en 1983 (ici encore, ce cas nous semble tellement exemplaire que nous avons ajouté une note à ce sujet en annexe, cf annexes documentation DSA).

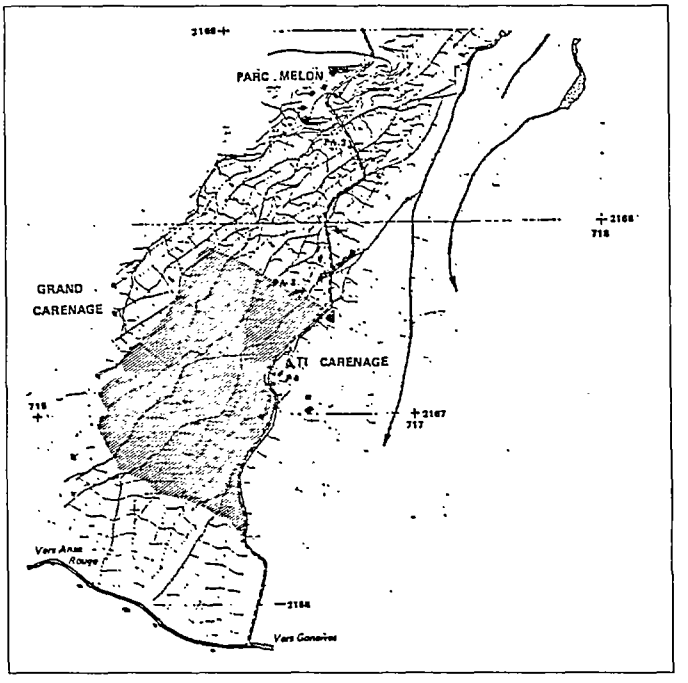
. Dans le cadre d'une opération de défense et restauration des sols, un projet a fait construire par les habitants du lieu des murs secs sur des collines de calcaire corallien sur la côte à proximité d'Anse-Rouge, où il n'y a pas trace de sol, ni de végétation naturelle, à fortiori de cultures !!

(1) Il est à noter que cette carte 2 est extraite de la "Carte de la zone du projet et de ses bassins versants" au 1/50 000, réalisée à partir de la couverture photo-aérienne 1978 par O. LEO du BDPA. Ce document a été élaboré en 1983 à la demande de l'équipe du projet de développement rural FAC-MARNDR et constitue à notre avis un outil indispensable pour la compréhension globale du milieu et la conception d'actions de développement.

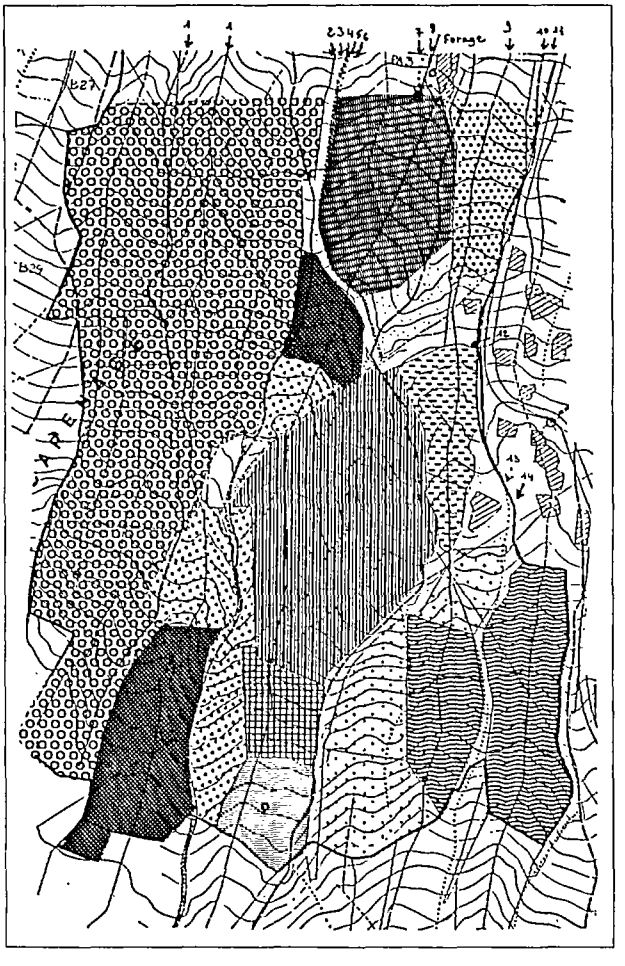
Carte 2 - Situation en 1982



Carte 3 - Limites du périmètre irrigué par le forage situé près de TI-CARENAGE
(échelle 1/20 000)



Carte 4 - Le réseau d'irrigation par épandage de crue dans le périmètre irrigable par le forage PA3



LEGENDE DE LA CARTE 4

Les canaux d'Ouest en Est :

N°	NOM	SUPERFICIE DOMINEE PAR CE CANAL DANS LE PERIMETRE IRRIGABLE PAR LE FORAGE — SYMBOLE	% DE LA SUPERFICIE TOTALE DU PERIMETRE
1.	TI-MAMAN		41
2.	MADEUS LABRANCHE		7
3.	DECRASSE		6
4.	ALDOR LABRANCHE		13
5.	NOCLES LABRANCHE		2
6.	INDRY JEAN-CHARLES a		Irrigué des parcelles situées en aval du périmètre
7.	RIVIERE LEIDIX		6
8.	INDRY JEAN-CHARLES b		3
9.	ELNE METAYER		3
10.	ISMA JEAN-CHARLES		Irrigué des parcelles situées en aval du périmètre
11.	RISSOVE BARONVILLE		"
12.	DERILUS DESTIN		2
13.	MME DESTIN PIERRE		6
14.	ANNELISE JEAN-CHARLES		9

Ces différentes interventions ont contribué au développement de l'idée chez les habitants de la région que les "projets" peuvent leur être utiles essentiellement par la distribution de salaires (en espèces ou sous forme de "mangé sinistré" - système du "Food Forwork" -, mais n'auront de toute manière que peu d'impact sur leurs systèmes de production (1).

Enfin, rappelons les contraintes liées aux choix technologiques faits dans le cadre du projet MARNDR-FAC concernant l'irrigation par forages profonds équipés de pompes électriques alimentées par des groupes électrogènes en surface :

- fragilité technique de ces systèmes dans ce contexte où en cas de panne, il est difficile, voire impossible, de trouver le matériel et les compétences nécesaires en HAITI même.

- prix de revient du m^3 d'eau pompée élevé (une étude de bureau français ayant conçu le projet indiquait un coût prévisionnel de 4,9 $ les 100 m^3) et très dépendant du prix de vente du gas-oil en HAITI (qui représente 60 % du prix de revient total de l'eau d'irrigation).

- fragilité également vis-à-vis de l'approvisionnement en carburant (comme lors de la pénurie de gas-oil qui a duré plusieurs mois en 1985).

- risque d'effets sociaux et économiques négatifs du fait de cette nouvelle ressource en eau très centralisée, par la main-mise d'un individu ou d'un petit groupe sur les périmètres irrigués.

A cet égard, il faut noter que nulle part dans les documents du projet ne figure une étude comparée approfondie d'autres alternatives pour l'utilisation des eaux souterraines (par exemple, la création de plusieurs puits - éventuellement creusés à la main - équipés de systèmes de pompage alimentés par énergie humaine, animale, éolienne ou solaire ...) (2).

C'est donc en tenant compte de l'ensemble de ces données que l'équipe du projet a du définir une stratégie permettant l'accès à l'eau pour les différentes catégories d'agriculteurs et la plus grande autonomie possible des groupes d'usagers des périmètres.

Dans la suite de ce texte, nous allons présenter plus particulièrement la démarche suivie dans le cas d'un périmètre situé près de TI-CARENAGE et mis en fonctionnement en octobre 1983. L'équipe a travaillé sensiblement de la même façon pour les deux forages situés plus en amont et qui ne seront mis en eau qu'en octobre 1985 (car il aura fallu entre temps les refaire l'un et l'autre, les premiers forages s'étant avérés inutilisables pour l'irrigation !).

IV. PREMIERE ETAPE : NECESSITE POUR LE PROJET DE MIEUX CONNAITRE LE MILIEU POUR SE DEFINIR UNE STRATEGIE

A ce stade, il s'agit essentiellement de répondre aux questions suivantes :

- qui va utiliser l'eau du forage

- quelle est la situation foncière dans la zone irrigable par le forage ?

- comment fonctionne le système d'irrigation par épandage de crue ?

- quels sont les systèmes de production agricole pratiqués dans cette zone ?

1. Premier choix : étendue de la zone irrigable par le forage et nombre d'usagers potentiels

Dans l'optique d'optimiser l'utilisation de l'eau, on aurait pu envisager que les terres situées immédiatement en aval du forage soient entièrement irriguées et limiter nos investigations à une superficie de l'ordre de 40 hectares seulement. Une telle décision aurait eu pour conséquence d'aboutir à un très faible nombre d'usagers, ce qui risquait de mettre en cause la survie même des aménagements. Quand on sait à quel point l'eau est une ressource rare pour cette zone, une situation où une infime minorité travaille avec l'eau du forage pendant que l'immense majorité des agriculteurs "regardent", était difficilement viable.

L'équipe du projet a donc préféré enquêter sur une zone d'environ 100 hectares en aval du forage (carte 3). Ce choix ne permet certes pas d'obtenir la superficie irriguée totale maximum (1) mais outre que cette décision est beaucoup plus acceptable par les agriculteurs du fait d'un nombre de bénéficiaires relativement élevé, elle permet également une certaine souplesse dans le choix des terres irriguées à l'intérieur des limites du périmètre (possibilité de jachère, de cultures pluviales avec irrigation d'appoint, ...). Les limites du périmètre

(1) Il y a eu néanmoins dans cette région des projets qui ont apporté un mieux certain aux habitants de la zone, comme les centres artisanaux de travail du coton (CARE-AFVP) et le périmètre irrigué de l'ETANG (Fonds agricole - coopération allemande).

(2) Sachant que la profondeur de l'eau se situe entre 6 et 20 m suivant les endroits, et en se plaçant d'un strict point de vue technique de pompage, vaut-il mieux 25 puits fournissant chacun 5 l/s ou 3 forages à 40 l/s chacun ?

(1) Et encore ceci doit être nuancé par le fait que, comme on le verra plus loin, les canaux étant en terre, leurs bords seront plantés de bananiers, papayers, pois congo, sésame, etc...

ont été fixées de manière arbitraire par le projet : à l'Est, un canal appelé canal TI-MAMAN et au Sud, la limite a été précisée suite à l'enquête sur le foncier et correspond à des lisières de propriétés.

2. Une situation foncière complexe

1) Qui est propriétaire de la terre ?

Les enquêtes ont permis de distinguer 3 types de propriétaires ou ayant-droit.

- certains des **descendants d'un mulâtre affranchi** du nom de GUILLET qui possédait à l'époque coloniale une concession de 1 250 carreaux (2) dans laquelle le périmètre défini ci-dessus est entièrement inclu. La liste complète de tous les ayant-droit sur cet héritage n'a pu être établie, mais les responsables des deux lignages concernés ont été rencontrés à plusieurs reprises, l'un à TERRE-NEUVE, l'autre à CORIDON. Le dernier partage formel de ces terres date de 1954 lorsque, après arpentage, les parts respectives des 2 ancêtres de 3ème génération ont été séparées (3). Actuellement, aucun des héritiers GUILLET ne cultive la terre sur la zone qui nous intéresse, mais ils peuvent à tout moment faire valoir leurs "droits et prétentions" sur ce qui n'a pas été vendu des terres indivisées de 3ème génération.

- Les **héritiers d'acheteurs des quatrième et cinquième générations** aujourd'hui décédés. Au moment de l'achat, la terre était en indivision de troisième génération entre les héritiers GUILLET. Elle est ensuite partagée de manière informelle entre les descendants des acheteurs à la mort de ceux-ci. Nous avons recensé 52 propriétaires de ce type sur le périmètre dont environ la moitié travaillent eux-mêmes tout ou partie de leur parcelle (ou la donnent en usage gratuit à leur mari). Dans certains cas, les héritiers, tous absents, ont confié la gestion de leur patrimoine à un homme de confiance qui traite avec les exploitants (cas de deux héritages).

- Les **acheteurs de quatrième et cinquième génération** vivant actuellement. Ils sont une douzaine qui exploitent eux-mêmes, avec leurs enfants, la terre qu'ils ont acquis. Un seul de ces propriétaires laisse en friche le carreau de terre qu'il a acheté aux héritiers GUILLET en 1978.

On assiste donc, durant tout le XXème siècle, à un mouvement d'appropriation de la terre par ceux qui la travaillent, plus ou moins important suivant les lignages issus de GUILLET : toutes les terres de l'héritage DORISCAR ont été vendues à des personnes extérieures au lignage, tandis que sur l'héritage ESTENA, les achats se limitent à la bordure Ouest. Se constituent ainsi de nouveaux héritages qui viennent en partie gommer la division de l'espace propre à l'héritage GUILLET et à la mort de leur fondateur apparaît une nouvelle indivision qui vient se surimposer à l'ancienne indivision GUILLET.

Les parcelles arpentées sont rares et les acheteurs ne possèdent souvent comme titre de propriété qu'un reçu signé par le vendeur sur lequel figure le montant déjà payé et éventuellement la somme restant à verser.

Aujourd'hui, les enfants de certains de ces "paysans-acheteurs" ont quitté la région pour la ville ou les USA et doivent se comporter comme des propriétaires-absentéistes.

2) Qui cultive la terre ?

On constate que parmi les 81 exploitants recensés lors de l'enquête, 69 % sont en faire-valoir indirect et 53 % en métayage. Ce terme général de métayage recouvre en réalité 2 types de rapports de production assez distincts :

Ma : Métayage au tiers de la récolte (3 tas égaux) prélevé en principe par un propriétaire absentéiste qui le plus souvent laisse la part qui lui revient à l'exploitant en raison des faibles récoltes obtenues sur ces terres. Ces métayers, pour la plupart habitant TI-CARENAGE, exploitent généralement ces terres depuis plusieurs générations et possèdent des terres en dehors du périmètre.

Mb : Métayage supérieur au tiers de la récolte (2 gros tas, 1 petit) et de courte durée (1 à 10 ans). Le bailleur est un agriculteur ayant acheté une terre aux héritiers GUILLET (ou son père avant lui) dont il cultive une partie lui-même et dont il cède le reste en faire-valoir indirect, le plus souvent à un paysan sans terre.

On peut distinguer 5 niveaux de sécurité foncière sur le périmètre par ordre décroissant :

- faire-valoir direct sur terre achetée (13,6 % des agriculteurs)
- faire-valoir direct sur terre héritée (17,3 %)
- faire-valoir indirect sur terre en usage gratuit ou en préhéritage (16,1 %)
- faire-valoir indirect en métayage type Ma (25,9 %)
- faire-valoir indirect en métayage type Mb (27,2 %)

3. Le système d'irrigation par épandage de crue

1) Présentation générale

(2) 1 carreau = 1,29 hectare

(3) Nous appelons génération zéro celle de l'ancêtre commun GUILLET

Ce système d'irrigation couvre les 1 200 hectares du cône alluvial de la rivière COLOMBIER, depuis GROS-GAILLAC au Nord jusqu'à la piste au Sud de TI-CARENAGE (cf. Carte 2). Cette superficie est entièrement aménagée en "carreaux" de 15 à 20 m^2 entourés de diguettes en terre, ce qui permet une irrigation "carreau" par "carreau" lorsque le débit de l'eau est relativement faible, et ce qui ralentit la vitesse de l'eau et facilite son infiltration dans le sol lors de très fortes crues où tout est inondé.

Les prises d'eau sur la rivière (nous en avons recensé pas moins de 45 pour la seule rive droite) et les canaux en terre sont conçus de manière à pouvoir capter de très forts débits. Les crues permettant d'irriguer l'ensemble de la superficie du cône alluvial sont extrêmement rares : nous en avons observé une en 1983 et une en 1985. La probabilité pour une parcelle de recevoir de l'eau de crue augmente évidemment de l'aval vers l'amont, mais dépend aussi de la position sociale de son propriétaire.

Il existe une organisation spéciale pour la gestion de ce système d'irrigation par épandage de crues. Le "directeur de la rivière "est chargé d'arbitrer les conflits, de veiller au bon fonctionnement du système, aussi bien pour la distribution de l'eau, que pour l'entretien des berges (1), des seuils sur la rivière et des prises d'eau. Il est assisté de 3 syndics qui sont chacun responsables d'une zone. Ces 4 responsables sont choisis par les usagers, bien évidemment en fonction de rapports de force entre divers groupe d'intérêts. La durée de leur mandat ne semble pas fixée à priori, et ils sont remplacés lorsque la majorité des usagers est insatisfaite de leurs services ou que les rapports de forces évoqués plus haut se modifient. Ils ne sont pas rémunérés.

Chaque groupe d'agriculteurs utilisant un canal a à sa tête un "directeur de canal". Celui-ci est soit un descendant du fondateur du canal, soit, ce qui est de plus en plus rare aujourd'hui, le créateur du canal lui-même. A noter que chaque canal porte le nom de son fondateur, ce qui permet de reconstituer de façon assez précise l'histoire de ce système d'irrigation depuis sa création.

Précisons enfin qu'une crue présente en principe deux temps :

- "l'eau sale ", c'est-à-dire chargée d'éléments solides en suspension. C'est le début de la crue, le débit est généralement assez fort dans la rivière et toutes les "têtes de canaux" sont ouvertes (évidemment, celles situées en amont sont avantagées par rapport à celles situées plus en aval). C'est au cours de cette phase qu'intervient le mécanisme essentiel de reconstitution de la fertilité des sols, grâce au dépôt au fond des "carreaux" d'éléments fertilisants prélevés sur les bassins-versants. (1 cm/an dans la partie amont du cône alluvial).

- "l'eau claire", c'est-à-dire contenant peu de particules solides en suspension et à débit plus faible (eau de restitution). Dans ce cas, le directeur de la rivière convoque l'ensemble des usagers à une assemblée générale où il est décidé de l'ordre dans lequel les différents canaux seront servis et le temps réservé à chacun. Le principe veut qu'au cours de cette seconde phase, les canaux les plus en aval soient ouverts les premiers. Le système est ici confronté à un problème essentiel qui est la difficulté de prévoir la durée pendant laquelle l'eau claire va continuer à couler.

2) Situation dans le périmètre irrigable par le forage

Les terres situées à l'intérieur de la zone irrigable par le forage sont desservies par 10 canaux d'importance variable comme l'indique la carte 4.

Les enquêtes auprès des usagers potentiels du périmètre comportaient également un aspect inventaire des moyens de production agricole et caractérisation de la situation socio-économique des familles. Plusieurs typologies "d'exploitations agricoles" ont été définies, mettant en évidence les groupe d'intérêt au sein de la population concernée par le projet, ainsi que les différences au point de vue socio-économique entre les futurs usagers du périmètre. Ces informations furent également précieuses pour la conduite des réunions ultérieures et la compréhension du comportement des différentes catégories d'agriculteurs vis-à-vis de telle ou telle proposition.

V. DEUXIEME ETAPE : PROPOSITIONS DU PROJET AUX AGRICULTEURS ET MISE AU POINT D'UN ACCORD

Au cours de la première phase, le projet par des contacts individuels avec les agriculteurs, a collecté des informations sur les terres irrigables et les futurs usagers du périmètre.

La phase suivante a consisté en des échanges et des négociations entre le projet et les usagers réunis en assemblée générale ou regroupés par équipe de travail (au cours de la construction des aménagements).

1. Le problème foncier

En ce qui concerne les propriétaires de la terre, nous avons vu que la plupart d'entre eux ne possèdent pas d'acte de propriété notarié et que l'indivision règne (parfois même plusieurs indivisions se superposant). La question se posait donc de savoir s'il fallait ou non tenter de régulariser cette situation avant de commencer l'aménagement, en établissant un cadastre par exemple.

(1) Il a par exemple en principe pouvoir d'interdire de couper des arbres sur les berges.

Le projet décida finalement de ne pas intervenir essentiellement pour les raisons suivantes :

- faibles moyens du projet pour mener à bien ce genre de travail,

- peu de chances d'obtenir un appui des administrations concernées

- risque d'apparition de conflits entre ayant-droit pouvant paralyser l'action et éventuellement permettre à des gens de l'extérieur de profiter de la confusion pour faire pression sur les propriétaires pour acheter des terres dans la zone irrigable.

Il n'en reste pas moins vrai que ce problème est toujours en suspens à l'heure actuelle et qu'il est souhaitable de continuer à réfléchir sur les modalités permettant de "sécuriser" les droits des actuels propriétaires de ces terres désormais irriguées de façon régulière par le forage.

En ce qui concerne les exploitants non propriétaires de la terre qu'ils cultivent sur le périmètre, après une enquête complémentaire auprès d'eux en mars 1983, il fut envisagé à un moment qu'ils négocient des baux de fermage avec les propriétaires et des réunions eurent lieu à ce sujet entre les métayers, les propriétaires et le projet. Les propriétaires se déclarèrent d'accord sur le principe du bail, mais refusèrent catégoriquement de signer quelque papier que ce soit, de peur d'être dépossédés ou de ne pouvoir jamais rompre le contrat avec le fermier.

2. Le droit d'eau

1) Conditions à remplir

Le projet souhaitait renforcer la position des métayers au sein du groupe des futurs irrigants et augmeter leurs chances d'avoir accès à l'eau du forage. Aussi proposa-t-il de fixer deux conditions nécessaires pour acquérir un droit d'eau sur le périmètre :

- être propriétaire ou exploitant depuis au moins 2 ans à l'intérieur de la zone délimitée arbitrairement par le projet,

- participer au chantier de construction des aménagements.

Cette proposition du projet fut évidemment très contestée par les agriculteurs exclus du fait que leur jardin n'était pas situé à l'intérieur du périmètre fixé. En particulier, des habitants de TI-CARENAGE, localité la plus proche du forage, et des personnes cultivant des parcelles en aval de la limite Sud firent pression et participèrent de fait au chantier (sans que cela soulève trop de contestation de la part de ceux qui avaient eu la chance d'être "élus" du hasard ...).

2) Quel droit d'eau ?

- Eau disponible

Le débit prévu était de 40 l/s. Une expertise ayant montré qu'on ne pourrait installer une pompe de 8 pouces comme prévu, (à cause du diamètre trop faible du tubage), le débit attendu dut être réduit à 20 l/s.

Par ailleurs, sur les conseils du constructeur, le projet imposa que le système de pompage ne fonctionne pas plus de 16 heures par jour en moyenne. La quantité d'eau totale disponible était donc égale à 1 152 m^3 par jour.

- Fréquence d'irrigation

A partir de l'expérience directe ou indirecte qu'ils avaient des cultures irriguées à partir des sources, les usagers ont choisi d'irriguer tous les 15 jours.

- Partage de l'eau

On pourrait imaginer que la quantité d'eau à laquelle a droit chaque usager soit proportionnelle à la superficie qu'il possède ou qu'il exploite. Cela supposait que chaque parcelle soit mesurée, ce qui était pratiquement impossible vu les contraintes de temps et de moyens du projet et de plus pas forcément souhaitable car risquant de faire ressurgir des litiges au sujet du foncier (cf. paragraphe 5.1). Le projet proposa donc que l'eau disponible soit partagée également entre tous, quelle que soit la superficie, et après discussions, parvint à obtenir en consensus sur ce point. A la fin du chantier, le nombre total d'usagers s'élevait à 155, c'est-à-dire presque le double du nombre d'exploitants recensés lors de l'enquête. Ceci s'explique d'une part par le fait que l'enquête souvent n'avait pas pris en compte les jeunes qui effectivement cultivaient une parcelle sur les terres de leurs parents et d'autre part par "l'entrisme" des agriculteurs ayant des jardins dans la périphérie immédiate du périmètre (cf 5.2.1).

Etant donné qu'une main-d'eau de 20 l/s était facilement maîtrisable par un irrigant, il fut décidé d'un commun accord que le débit ne serait pas partagé.

On aboutit ainsi à **la définition du droit d'eau : 1 h 30 par quinzaine pour chaque usager.** (Temps total disponible par quinzaine divisé par le nombre d'usagers).

Cette règle fixée au départ subit par la suite deux modifications à l'initiative des agriculteurs au cours des réunions qui eurent lieu pendant toute la durée du chantier de construction des aménagements (environ 6 mois). Pendant cette période, les interlocuteurs privilé-

giés du projet étaient les chefs des équipes de travail constituées pour le chantier. Ces équipes furent créés par les agriculteurs entre eux et les responsables d'équipe nommés par eux.

- Ils décidèrent d'abord que ceux qui ne participaient pas aux travaux n'auraient pas d'eau (3 absences sans motif valable), puis à la fin du chantier, ces personnes se virent tout de même accorder un droit d'eau d'une heure.

- Les chefs d'équipe de travail s'attribuèrent de fait un droit d'eau de 2 heures par quinzaine en récompense des responsabilités et du travail supplémentaire qu'ils avaient fourni.

La situation des droits d'eau était donc la suivante au démarrage du projet :

119 usagers à 1 h 30
22 usagers à 1 h
14 usagers à 2 h (1)

3. L'aménagement

1) Conception des ouvrages

Le projet décida de maintenir fonctionnel le réseau d'irrigation par épandage de crues et de l'utiliser pour la distribution de l'eau du forage. L'eau de pompage devrait donc être amenée jusqu'aux canaux en terre grâce à une tête morte maçonnée qui leur est perpendiculaire et qui, lorsqu'elle les franchit, laisse un passage pour les eaux de crues. Cette formule présente l'intérêt de permettre aux agriculteurs de pouvoir continuer à utiliser les crues (eau et éléments fertilisants "gratuits") et d'éviter l'apparition de conflits en cas de modification du réseau existant qui comme on l'a vu est très lié au foncier. Elle pose un problème important qui est celui des pertes d'eau par infiltration dans les canaux en terre (texture très sableuse par endroits). Le projet lancera par la suite une opération d'étanchéisation des canaux par une technique peu coûteuse en main-d'œuvre et en ciment et facile à mettre en œuvre ("béton banché cyclopéen").

2) Réalisation des travaux

L'accord suivant fut conclu entre le projet et les usagers :

- Le projet prenait à sa charge l'achat des matériaux de type industriel (ciment, fer à béton, etc ...), fournissait des outils pour le chantier et un camion pour le transport des matériaux et payait la main-d'œuvre spécialisée (maçon, charpentier).

- Les usagers devaient amener les matériaux locaux (pierres, sable) et l'eau sur le chantier, et fournir la main-d'œuvre non spécialisée (travaux de terrassement, préparation du mortier, etc ...).

Les usagers étaient organisés en 14 équipes avec chacune un responsable (chargé de l'organisation, mais également du "fichage" des absents) et devant fournir une demi-journée de travail par semaine.

Il est certain que la "participation" ne fut pas toujours celle qu'aurait souhaitée le projet. Les raisons en sont le "scepticisme réaliste" des habitants de la zone que nous avons évoqué plus haut, sentiment renforcé par le fait que la pompe ne fût installée sur le forage qu'à la fin du chantier.

Néanmoins, cette formule, grâce au dialogue régulier entre le projet et les futurs usagers travaillant sur le chantier, permit une meilleure adaptation des ouvrages au réseau d'irrigation en terre, et surtout des discussions par petits groupes concernant le fonctionnement du nouveau périmètre (distribution de l'eau, gestion, etc ...)

4. Prix et paiement de l'eau

1) Prix de revient

Le prix de revient de l'eau réellement observé en cours de fonctionnement est de 3,80 $ par heure de pompage, soit 5,3 $ les 100 m^3 (avec un débit de l'ordre de 20 l/s). La décomposition est la suivante :

	Coûts $	%
1 Carburants et lubrifiants 1.1 Gas-oil 1.2 Huile	2.10 2.01 0.09	54.8
2 Renouvellement technique	1.38	36.0
3 Salaire des opérateurs	0.21	5.5
4 Entretien du matériel	0.14	3.7
Total par heure	**3.83**	**100**

On remarque l'importance du coût du gas-oil dans le prix de revient de l'eau, avec pour conséquence une répercussion immédiate et rapide de toute augmentation du prix du carburant sur le prix de l'eau de pompage. Ainsi, l'augmentation de 34 % du prix du gas-oil en mars 1985 a provoqué une augmentation de 27 % du coût de l'heure d'eau d'irrigation.

(1) Un usager n'utilisera jamais son droit d'eau parce qu'il sera expulsé de la région par les habitants eux-mêmes pour avoir volé des animaux et celui-ci sera récupéré par le Conseil d'Action Communautaire de TI-CARENAGE pour irriguer un "jardin collectif".

En fait, d'après les estimations faites par le bureau d'études français concepteur du projet, le périmètre irrigué a démarré avec un coût de l'eau prévisionnel de 7 S par heure de pompage (!) qui a donc du être révisé à la baisse en cours de fonctionnement.

2) Crédit et subvention

Le projet s'est engagé à subventionner 50 % du prix de l'eau pendant la première année de fonctionnement et 25 % durant la seconde.

Il s'engageait également à accorder un crédit de campagne pour l'eau, c'est-à-dire que les usagers avaient la possibilité de ne payer l'eau qu'en fin de campagne, ce qui supposait évidemment que le projet soit en mesure de mettre à la disposition du groupement d'usagers un fonds de roulement permettant d'acheter les intrants (gas-oil, huile, pièces de rechange) et de payer le personnel.

Il est à noter que le prix de l'eau fut un des points sur lequel il y eut le plus de discussions. Les agriculteurs étaient en effet au départ très sceptiques quant à la volonté du projet de leur confier la gestion du périmètre et se positionnaient plutôt en acheteurs d'eau qui essaient de négocier une diminution du prix avec l'organisme vendeur.

5. Distribution de l'eau et gestion du périmètre

1) Quelle organisation ?

Le projet, après analyse de leur fonctionnement réel, a préféré ne pas privilégier comme interlocuteurs les organisations existantes dans lesquelles s'insèrent les futurs usagers :

- l'organisation pour la distribution des eaux de crues (cf. paragraphe 4.3.1) ayant une fonction totalement différente, le cumul ne semblait pas souhaitable.

- les Conseils d'Action Communautaire, parce que les usagers résidant dans plusieurs villages appartenaient à des Conseils différents et surtout parce que ces structures soit n'avaient que très peu d'existence réelle, soit avaient pour principale fonction le maintien et le renforcement des rapports de domination au sein de la société rurale.

Le projet ayant expliqué les fonctions essentielles à remplir, une organisation prit naissance progressivement au cours des discussions tout au long de la construction des aménagements au sein des équipes de travail et lors de réunions avec l'ensemble des usagers.

Les responsables sont tous élus en assemblée générale des usagers à l'exception :

- des chefs de canal qui sont désignés par le groupe d'usagers devant arroser le même jour,

- des opérateurs (pompistes), qui sont d'abord sélectionnés par le projet sur une évaluation de leurs connaissances et de leurs capacités en mécanique (à laquelle tous usagers qui le souhaitent peuvent se soumettre) puis nommés par le Comité Directeur parmi les candidats retenus.

Tous sont bénévoles à l'exception des opérateurs qui sont payés par le groupement (70 S par mois pour le responsable et 30 $ pour son adjoint). Un règlement intérieur pour le groupement des usagers du périmètre précisant les droits et devoirs de chacun, a été élaboré progressivement par eux avec l'aide du projet et transmis au Ministère de l'Agriculture pour approbation (non encore reconnu officiellement après 3 ans d'existence).

2) Actions de formation

L'une des fonctions essentielles du projet à ce stade est la **formation** :

- des opérateurs à la mécanique,

- des responsables des divers comités à la tenue de cahiers de comptabilité simple (particulièrement comité de gestion et comité intrants).

Ces actions de formation ont débuté plusieurs mois avant la mise en eau du périmètre et se poursuivent jusqu'à ce jour.

6. Le choix des culture

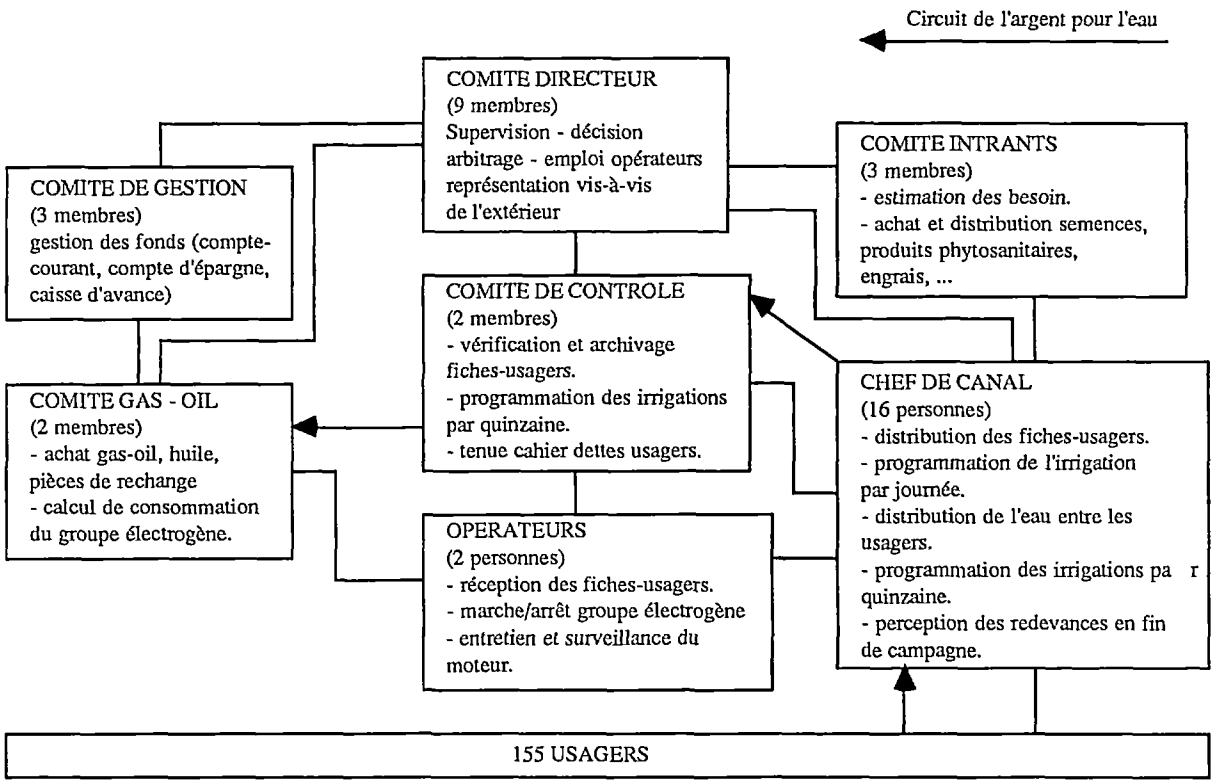
1) Qui décide ?

Ce sont les agriculteurs qui décident individuellement des cultures qu'ils vont implanter sur le périmètre. La culture principale fut dès le départ et reste encore **l'échalote** (d'août à février), qui est également l'espèce qui prédomine dans les systèmes irrigués à partir des sources de piémont. Le rôle du projet est dans ce domaine d'établir des comptes d'exploitation prévisionnels afin de vérifier la rentabilité de la culture compte tenu du coût de l'eau. Ces calculs ont mis en évidence que le prix de l'eau (non subventionné) représenterait effectivement 25 % des charges totales, mais surtout que 47 % de celles-ci sont constituées par l'achat de semences. De ce fait, la marge globale dégagée serait relativement faible (environ 40 $ pour une superficie en échalote de 550m^2, soit 730 S par hectare).

2) Subvention des intrants

Suite au constat précédent, le projet a proposé la création d'un stock de semences d'échalote, d'ail (également

Organisation des usagers pour la gestion du périmètre irrigué



de sorgho) et d'insecticide subventionné par le projet et géré par le comité intrants. Chaque usager a la possibilité d'acheter à un prix d'environ un tiers du prix du marché un certain quota de semences à condition de remettre à la récolte la même quantité. Le principe permet non seulement de reconstituer le stock chaque année, mais également de l'augmenter progressivement jusqu'à satisfaction des besoins des usagers en matière d'intrants.

VI. TROISIEME ETAPE : LE PROJET COMME CONSEILLER D'UN GROUPEMENT D'USAGERS

Pendant cette dernière phase, qui commence avec la mise en fonctionnement du périmètre irrigué, en octobre 1983, le rôle du projet a consisté essentiellement en un appui technique et financier au groupement des usagers. L'aide financière a été limitée dans le temps (2 ans), et il faut noter que pendant cette période, le fait que le groupement n'était pas autonome financièrement a permis au projet d'intervenir pour éviter certains dérapages. Par exemple, le projet a fait pression pour que les membres de certains comités qui ne respectaient pas les accords de départ en ne faisant pas correctement leur travail alors qu'ils en avaient les capacités, soient remplacés.

A partir d'octobre 1985, le groupement, indépendant financièrement, n'en est pas pour autant complètement autonome. Le projet continue donc à lui apporter un appui dans les domaines suivants :

- formation (gestion--comptabilité et mécanique)

- recherche d'améliorations agronomiques :

. matériel végétal (sélection à partir du matériel local, échalote, ail - ou introduction de matériel nouveau : arachide, sorgho, cornichon - dans un but de diversification des cultures).

. techniques culturales (culture sur billons, paillage).

. identification des maladies des plantes et conseil pour les traitements.

- suivi-évaluation des effets de l'irrigation :

. sur le milieu écologique (sols, nappes)

. sur les revenus et les conditions de vie des usagers et des autres habitants de la région.

CONCLUSIONS

Nous avons tenté d'exposer la démarche adoptée par l'équipe du projet Plaine de LABRE pour la mise en valeur des périmètres irrigués par forages, et de clarifier à chaque étape les rôles respectifs du projet et des agri-

culteurs. Cette approche se veut avant tout pragmatique, en ce sens qu'elle résulte de la perception par l'équipe des contraintes et des atouts avec lesquels il fallait "jouer", et ne prétend absolument pas servir de "modèle" dans d'autres situations. Plusieurs problèmes restent non résolus : sécurisation du foncier, représentation des différentes catégories d'agriculteurs dans les comités, difficulté pour les paysans les plus pauvres de conserver l'utilisation de leur droit d'eau sans s'endetter, maintien de la fertilité des sols à long terme, contraintes supplémentaires dans la conduite de l'élevage caprin en saison sèche, fragilité des périmètres irrigués en cas de panne ou de difficultés d'approvisionnement en gas-oil, etc ...

Une chose est certaine néanmoins : dans la tourmente des événements qui ont secoué Haïti en janvier et février 1986, l'évaluation par les agriculteurs des périmètres irrigués a été totalement positive (aucune détérioration des aménagements) tandis que les installations de l'entreprise privée voisine ont été complètement pillées (maisons rasées, pompes mises hors d'usage) et que les anciens exploitants sont immédiatement revenus pour cultiver ces terres en pluvial comme auparavant.

"D'autres projets appuyés par l'aide externe et ayant aussi créés des périmètres irrigués par pompage pour les agriculteurs haïtiens dans la région de la Plaine de LABRE ou des GONAIVES, mais avec des approches différentes de celle exposée ici, ont également été "déchoukés" ...

Expérience malagasy dans le domaine de l'exploitation à petite échelle des ressources hydrauliques

P. F. RAHARISON

E. E. D. R.

RESUME

La petite irrigation représente une part très importante dans l'ensemble des périmètres rizicoles malagasy.

A l'heure actuelle, un des premiers problèmes auxquels on cherche à apporter des solutions dans ce domaine est le développement de la productivité, avec au passage si possible, des possibilités d'extension des surfaces irriguées.

Ce développement exige un certain nombre d'investigations basées sur une meilleure connaissance des données socio-économiques afin de cerner les limites des actions dans ce domaine.

L'appréciation non exhaustive des points suivants sur une communauté rurale donnée nous paraît fondamentale dans cette approche :

- cadre de vie existant et raisonnablement souhaité

- tailles d'exploitations et équipements existants les plus incitatifs au travail de production agricole

- examen approfondi du cas des jeunes et analyse des conditions de relève des exploitants près de la retraite

- inventaires et analyse des parcelles abandonnées ou insuffisamment exploitées

- place des petits "Opérateurs" pouvant apporter certains service indispensables

- examen de l'appropriation des terres et de l'organisation de la gestion et de l'entretien hydro-agricole.

I. Introduction

La petite hydraulique à Madagascar, appliquée à des aménagements hydro-agricoles et plus spécialement à l'irrigation des rizières, tient une place importante dans le monde rural malagasy.

Sous l'impulsion des rois et roitelets qui ont régné avant le 18ème siècle, les surfaces cultivées en riziculture inondées plus particulièrement dans les hauts plateaux se sont développées.

Les malagasy, depuis longtemps, ont déjà compris l'intérêt et la performance que constitue l'irrigation pour augmenter la production. C'est cet héritage qui, à notre avis, constitue la base essentielle de la riziculture malagasy.

A quelle époque exactement les premiers aménagements hydro-agricoles ont-ils été réalisés ?

La réponse à cette question est liée à l'histoire de la population malagasy. Pour le moment, les recherches n'ont pas encore abouti, à notre avis, à des arguments convaincants. Des fouilles archéologiques dans la région d'Antananarivo auraient révélé qu'au 12ème

siècle, les habitants mangeaient du riz.

Les écrits historiques du Révérend Père CALLET qui s'est penché sérieusement sur la question donnent des indications très intéressantes sur le rôle des rois de l'IMERINA dans l'incitation et l'organisation de la population à construire des digues et des canaux en vue de créer de nouvelles rizières.

Dans les récits donnés dans "NY TANTARAN'NY ANDRIANA" ("L'histoire des rois"), on note que le grand-père, ensuite le père d'ANDRIANAMPOINIMERINA, à savoir ANDRIANTSITAKATRANDRIANA et ANDRIAMASINAVALONA avaient fait construire des digues et des canaux pour l'irrigation des rizières et la protection contre les crues des différentes rivières qui traversent la grande plaine d'ANTANANARIVO (17-18ème siècles) ANDRIANAMPOINIMERINA a continué et amplifié l'action.

C'est à cette époque que se situerait également le développement des rizières en terrasses dans le pays Betsileo.

Comment construisait-on les digues et les canaux ?

Comment étaient réparties les rizières ?

Quelles étaient les disciplines en matière d'irrigation ?

On faisait appel aux hommes expérimentés guidés par les agents du roi dans la conception des travaux. Evidemment, la technique utilisée pour la réalisation des déblais, des remblais et des batardeaux reposait sur la seule capacité de travail de la main :

bêche (angady) pour l'extraction,

panier (sobika) pour le transport,

compactage (Fitotoana tany) utilisant les mains, les pieds et la bêche.

Pour les digues et batardeaux (fefiloha), la technique est celle encore utilisée actuellement lors des colmatages des brêches réalisés collectivement.

Des systèmes de récompense et de sanctions existaient à l'endroit des collectivités ou des individus dans la construction des aménagements pour lesquelles la participation des hommes valides était obligatoire sous peine de sanction allant jusqu'à la réduction à l'esclavage des femmes et enfants du contrevenant.

La répartition des rizières se faisait par communauté villageoise, donc de manière collective.

Cependant, des règles existaient, à savoir :

- Répartition de l'eau et en particulier au moment de la mise en boue et du repiquage

- Interdiction au bétail de divaguer dans les rizières repiquées.

- Répartition des tâches entre hommes et femmes

II. Constat de la situation générale

Le rappel historique ci-dessus montre combien lui est liée la technique d'irrigation appliquée dans les communautés rurales.

Sous la pression des rois et seigneurs et sous la pression démographique, il paraît évident que les petites communautés villageoises qui se sont multipliées, ont réalisé collectivement et individuellement les aménagements hydro-agricoles et les rizières.

Ce développement des aménagements lié à un esprit de solidarité ont permis la possibilité des ententes combien difficiles dans la répartition de l'eau.

En résumé, le caractère inné chez les malagasy de la riziculture provient à notre avis :

1) De la prise de conscience de la nécessité d'une solidarité en vue de fournir un travail collectif pour réaliser des travaux de construction de digues, canaux et drains ;

2) Cette prise de conscience a été sûrement favorisée par les travaux d'intérêt collectifs imposés par les différents rois et roitelets afin d'assurer l'approvisionnement de la population de l'année et même pour les exportations ;

3) Le caractère insulaire de Madagascar a sûrement joué dans cette prise de conscience dans la recherche de l'autosuffisance, sous la pression démographique et paiement des impôts royaux ou seigneuriaux.

4) Un régime pluviométrique et de température favorable ainsi que l'existence d'une technique de la riziculture héritée des ancêtres.

La présence des nombreux petits amènagements hydro-agricoles cultivés en riz près des villages prouve qu'à une certaine époque, les ancêtres les ont réalisés, soit sous la contrainte, soit de leur propre initiative mais sûrement sous la conduite de personnes expérimentées.

Les nombreuses demandes émanant sans cesse des communautés rurales pour aménager des plaines ou reconstruire des ouvrages existants en dur, en donnant souvent des précisions sur le lieu de captage d'eau et l'emplacement des endiguements, démontrent l'intérêt et la connaissance technique des paysans.

Il faut également se rendre à l'évidence que malgré cet héritage, compte tenu des moyens techniques limités mis en oeuvre et de l'insuffisance des règlementations, la communauté rurale n'a pas pu souvent réaliser avec sa propre force des travaux d'endiguement de drainage et d'irrigation de certaines plaines à vocation rizicole.

Il a fallu attendre les premiers matériels mécaniques vers les années 1940-1950 pour aménager des plaines et marécages en rizières.

Il faut signaler que tant qu'on était resté au stade de la petite et même micro-hydraulique, la pérennité des aménagements ne posait pas de difficulté puisque la maintenance du réseau par les usagers se faisait automatiquement, ayant par habitude entretenu les aménagements qu'ils ont eux-mêmes (ou leurs ascendants) réalisés avec des moyens à leur portée.

Mais c'est en réalisant à la demande, ces aménagements de moyenne hydraulique avec des gabarits de canaux, drains et digues dont la réalisation et l'entretien imposent l'utilisation d'un minimum d'engins mécaniques que les réels problèmes de maintenance, de gestion et police de réseau sont apparus.

Les différentes réalisations n'ont pas recherché vraiment les moyens nécessaires pour résoudre les problèmes à la racine.

On a usé d'expédients en apportant des solutions à court terme qui ont coûté chers et dont le rythme ne pouvait pas être soutenu. L'importance des surfaces concernées se dégage des deux tableaux suivants.

Tableau donnant la répartition des superficies cultivées en riz à Madagascar en 1984 (Estimation sur la base de la statistique du MPARA) fait par le Bureau d'Etudes EEDR "MAMOKATRA"

	Surface (en ha)	%
SUPERFICIE PHYSIQUE TOTALE	1 170 000	100
dont riz pluvial	316 000	27
dont riz irrigué	854 000	73
PART DES P. P. I. ET AUTRES PERIMETRES ASSIMILES (1)	90 000	
PART DES PERIMETRES GERES PAR DES SOCIETES D'AMENAGEMENTS (2) (SOMALAC, FIFABE etc ...)	55 000	12, 5
PART DES MICRO-PERIMETRES ET CULTURE EN TERRASSE (1)	709 000	60, 5

(1) Les petites et moyennes hydrauliques rentrent dans ces catégories du classement. A bien noter que même dans ce que l'on appelle les micro-périmètres, certains ont été réalisés avec la participation de l'Etat.
(2) Les surfaces irriguées, cultivées en coton ou canne à sucre, ne sont pas comptabilisées dans ces chiffres.

III. Directions vers lesquelles les efforts devraient être précisés et amplifiés

A l'heure actuelle, un des premiers problèmes auxquels on cherche à apporter des solutions est le développement de la productivité, avec au passage si possible, des propositions d'extension des surfaces irriguées.

Ce développement exige un certain nombre d'investigations basées sur une meilleure connaissance des données socio-économiques afin de cerner les limites des actions dans ce domaine.

Cette approche est à faire, non seulement parce que c'est à la mode mais surtout parce qu'une recherche des améliorations du système de production doit en tenir compte pour être le plus près possible de la réalité au démarrage des actions proposées et retenues.

L'appréciation non exhaustive des points suivants sur une communauté rurale donnée nous paraît fondamentale dans cette approche :

- Mode de fonctionnement, de gestion et de police des différents périmètres irrigués dans la zone en dégageant les points forts et les points faibles ;

- Organisation des facteurs de production (intrants ou imput agricole) et de la commercialisation des produits ;

- Cadre de vie existant et investissements collectifs raisonnablement souhaités ;

- Tailles d'exploitations, système de production et équipements existants les plus incitatifs au travail de production agricole ;

- Examen approfondi du cas des jeunes et analyse des conditions de relève des exploitants arrivant à la retraite ;

- Définition des types d'exploitations objectifs essayant d'intégrer les terres disponibles mais non exploitées.

(Les parcelles irriguées ne constituent souvent qu'une partie d'une exploitation agricole paysanne. Mais c'est au niveau de l'ensemble de l'exploitation qu'il s'avère maintenant nécessaire de mener les investigations. Une hiérarchisation des actions à mener est nécessaire pour cerner les actions les plus payantes et définir les rôles des différentes parties en présence : Paysan -Opérateurs économiques divers - Etat. Il demeure cependant reconnu que les périmètres irrigués, lorsqu'ils existent, constituent le poumon des zones agricoles.)

- Inventaires et analyse des parcelles abandonnées ou insuffisamment exploitées ;

Tableau des catégories d'aménagements rizicoles à Madagascar
(Etude de microhydraulique du FED)

Classification des types de riziculture	Catégories d'angagements rizicoles		Caractéristiques techniques	Extention géographique principale	Surface		Possibilités d'intervention type civil
	Denomination	N° d'ordre			Ha	% total srface riz nationale	
Riziculture sans aménagements hydro-agricoles	Collines non aménagées	1	Culture pluviale itinérante sur brûlis forestier	Forêt et savane	145000	12	Nulles
	Collines et plateaux non aménagés	2	Culture pluviale	Dispersée	15000	1	Nulles. L'aménagement foncier relève de la mise en production an érosive par drains à faible pentsur courbes de niveau (ce type d'aménagement existe localement dans le Moyen Ouest)
	Bas-fonts non aménagés	3	Culture extensive sans diguettes, sans aménagements ou avec aménagement rudimentaires, périmètres de moins de 10 ha, par unité	Dispersée surtout Est et centre Nord	150000 ?	13 ?	Essentiellement en matière de drainage
Riz de rizières Aménagées	Vallons non irrigués	4	Rizières avec diguettes alimentatin en eau par pluie, ruissellement et nappe,périmètres de moins de 10 ha par unité.	Dispersée répandu sur les plateaux	150000 ?	13 ?	Nulle ou faible
	Périmètres paysannaux	5	Rizières avec diguettes irrigation par prise sur cours d'eau, périmètes de moins de 200 ha par unité. (Généralement moins de 50).	Dispersée typique des plateaux	500000 ?	42 ?	Primordiales
	petits périmètres classés	6	Rizières avec diguettes irrigation par prise sur cours d'eau, périmètes de moins de 5000 ha par unité. Equipement hydro-agricole de type moderne (ouvrage en dur)	Dispersée	140000	12	Limitée à certains travaux de maintenance
	Grand périmètres classés	7	Rizières avec diguettes irrigation par prise sur cours d'eau, périmètes jusqu'à plus de 20 000 ha par unit Equipement hydro-agricole de type moderne (ouvrage en dur)	Dispersée (grandes plaines intérieures et côtière	80000	7	Limitée à certains travaux de maintenance

- Place des petits "Opérateurs" pouvant apporter certains services indispensables ;

- Examen de l'appropriation des terres

Les enquêtes de base socio-économiques des usagers intéressés par l'aménagement, complétées par des enquêtes d'opinion de personnes bien sélectionnées constituent les données de départ d'une approche pragmatique indispensable dans l'amélioration de l'irrigation à petite et moyenne échelles et partant de l'ensemble des exploitations concernées.

Que peut admettre et assimiler les usagers des réseaux dans l'amélioration de leur système de mise en valeur ?

Quelles sont les limites des actions de l'Etat dans ce domaine ?

Tout le problème est posé et résumé dans ces deux questions.

Les actions en cours ou projetées doivent chercher à placer l'augmentation de la production et de la productivité dans un contexte socio-économique à visage humain, c'est-à-dire, où le paysan trouvera un peu de satisfaction en voyant améliorer son niveau de vie, tout en préparant sa relève dans les meilleures conditions possibles, faute de quoi, les campagnes ne pourront pas remplir le rôle que la nation attend d'elles.

A l'heure actuelle, les objectifs prioritaires donnés dans les prestations d'études sont les suivants :

1) Aider les associations d'usagers à gérer et exploiter de manière autonome les réseaux de moyennes et petites hydrauliques ;

2) Favoriser la productivité sur l'ensemble des périmètres irrigués ;

3) Favoriser l'extension et la création de réseaux hydro-agricoles selon des critères socio-économiques acceptables ;

4) Favoriser une liaison équilibrée entre production et transformation - consommation - exportation ;

5) Améliorer les ordonnances, décrets et arrêtés concernant l'irrigation.

On reconnait implicitement que les paysans malgaches sont capables de suivre l'évolution, grâce à l'existence d'une bonne base qui est essentiellement la capacité de s'entendre au niveau d'une prise ou d'une maille hydraulique et à leur disponibilité à s'organiser pour améliorer leur système de production.

Le gouvernement, conscient du problème des contraintes à l'augmentation de la production, a amorcé des réformes intérieures tendant à donner à l'agriculture un rôle capital dans le développement de la production.

Il est bien entendu difficile en agriculture d'avoir des impacts appréciables à court terme.

Mais les bases nécessaires à ce développement commencent à se préciser quant aux efforts à déployer au niveau d'une action de mise en valeur et en particulier dans les zones privilégiées où l'irrigation existe.

L'exemple à suivre est celui de la zone du Fivondronana d'Antsirabe et d'Ambositra.

Cette zone est, par ses données socio-économiques, la plus apte à réussir dans une action de développement rural intégré où la petite et moyenne hydraulique joue un rôle moteur.

C'est dans cette zone qu'on rencontre des actions qui concourent de façon profonde, durable et intégrée à l'augmentation de la production. Ces actions sont les suivantes :

1 - Amélioration des petits et moyens périmètres irrigués par une réhabilitation des aménagements et une recherche d'organisation détaillée des usagers par des experts locaux et étrangers (Micro-hydraulique - Réhabilitation du périmètre de SOAVINA - Etudes de réhabilitation de plusieurs autres périmètres irrigués - ODR)

2 - Amélioration de l'infrastructure routière et des pistes rurales - (TP - MPARA)
- (Micro-hydraulique)

3 - Développement de différentes spéculations valorisant davantage les zones irriguées par une double culture (blé ou pomme de terre après le riz) (Projet FIFAMANOR - Projet du programme d'Engrais Malagasy appelé PEM - Projet KOBAMA - ODR)

4 - Développement de la production des cultures pluviales : soja, maïs, plantes fourragères (Projet FIFAMANOR - Projet MAMISOA) ODR - Projet PEM - Projet FIFAMANOR

5 - Amélioration de la gestion et approvisionnement en intrant agricole (ODR - COROI)

6 - Projet de développement de la production de lait et des plantes fourragères (Projet FIFAMANOR - SMPL)

L'Opération de développement rizicole (O. D. R.) financée par le FIDA et dont la mise en oeuvre est contrôlée par la BIRD couvre la totalité de la zone ci-dessus.

Ce qu'il y a de particulièrement intéressant dans cette opération, c'est le programme prévu d'analyses de l'impact des différentes actions énumérées ci-dessus sur l'évolution de la production et des conditions de vie des paysans, sur l'appréciation des contraintes et réajustement éventuel des méthodes.

Sans préjuger des résultats, il y a lieu de croire qu'une bonne partie des soucis que nous avons formulés plus haut trouveront leurs concrétisations et qu'il sera toujours indispensable de bâtir un monde rural équilibré basé sur une bonne maîtrise des périmètres irrigués gérés et entretenus par les usagers eux-mêmes et intégré dans un cadre plus large et harmonieux.

IV. Bibliographie

1. Etude historique de Madagascar (Université de Madagascar)

2. Hommes et paysages du riz à Madagascar. (Etude de géographie humaine de Françoise le Bourdiec)

3. Histoire des rois Malagasy (du Révérend Père Callet)

4. L'Afrique noire est mal partie (René Dumont)

5. La pauvreté et la faim - La sécurité alimentaire dans les pays en développement - Problème et Options (Banque Mondiale)

6. Opération de développement Rizicole (O. D. R.) (Couvrant la zone des Hauts-Plateaux : AMBOSITRA - ANTSIRABE)

7. Avant-Projet Sommaire et Etude de Factibilités du Périmètre d'AMBOHIBARY) (Réalisé par le Groupement GERSAR-MAMOKATRA-BDPA-SCET/AGRI)

8. Etude diagnostic du programme micro-hydraulique 4ème - 5ème FED et Définition de la proposition d'intervention pour le VIème FED

Situation des aménagements hydro-agricoles des sols salés de Basse Casamance

B. BARRY

ISRA

RESUME

Dans les années 60 à 70, un grand espoir était né au Sénégal à propos de la Casamance, qu'on jugeait capable de dégager un surplus de production de paddy grâce à la récupération de vastes superficies de sols salés (70 000 ha). Cet espoir était fondé sur une série d'études (GERCA) dont l'idée maîtresse était la construction de "BARRAGE ANTI-SEL", digue associée à un ouvrage à clapet et à réseau de drainage par fossés permettant de dessaler totalement la zone protégée (polder) après quelques saisons des pluies.

Des réalisations expérimentales sur de petites superficies ont eu lieu, mais ne comprenant en général que le réseau de drainage et de diguettes, sans la protection contre le sel (Tobor, Boulom, Soukouta, Médina, etc.) et les résultats, dans la plupart des cas, n'ont pas été satisfaisants, d'autant plus que le cycle de sécheresse s'installait progressivement.

Il convient dès lors d'étudier plus en détail la problématique des aménagements en tenant compte d'un facteur nouveau : la sécheresse. Elle se traduit soit par un déficit pluviométrique important, soit par une installation tardive des pluies ou, surtout, par une très mauvaise distribution des pluies dans le temps et dans l'espace.

A l'heure actuelle, les superficies des terres salées de Basse Casamance (mangrove + terres) couvrent d'importantes surfaces (environ 180 000 ha - étude ILACO) réparties le long des principaux marigots communément appelés Bolong.

L'accroissement en peu de temps des zones salées est une des conséquences essentielles de la sécheresse, à savoir la pénétration des eaux marines à l'intérieur des terres, même en période de faible marnage, provoquant une sursalure des nappes et des sols, un abandon des rizières en mangrove. Devant l'ampleur d'un tel phénomène, les paysans ont réagi par le réajustement de leur stratégie sous la forme d'un repli vers le plateau (Equipe Système ISRA/Djibélor) et par une mobilisation pour la réalisation de petits ouvrages protection anti-sel.

Les petits barrages ou digues anti-sel sont généralement construits sur des affluents secondaires ou tertiaires. Cette expérience du PIDAC est basée essentiellement sur l'initiative des populations paysannes et vise les objectifs suivants :

- l'arrêt de la remontée de la langue salée

- la sécurisation de la production sur une superficie limitée

- la récupération progressive des terres salées (20 à 40 ha)

- le désenclavement

Les projets gouvernementaux visent quant à eux la récupération d'importantes superficies par la construction de grands barrages anti-sel sur les bras primaires du fleuve Casamance. C'est ainsi qu'après la mise en service du

Guidel, puis celle de Affignam, d'autres projets sont envisagés en Casamance en domaine maritime (Kamobeul) mais aussi en domaine plus continental (Baïla, Soungrougrou). La question qui se pose alors aujourd'hui au sujet de ces ouvrages est leur justification même, compte tenu des conditions actuelles qui ont très sensiblement évolué depuis leur phase de conception, au cours des années 1961-1965. A cette époque, la moyenne des précipitations se situait à 1 400 mm à Ziguinchor ; elle est aujourd'hui voisine de 1 000 mm.

Sous ces conditions, d'une part le milieu pédologique a lui-même fortement évolué, avec une augmentation sensible des surfaces de tannes et de mangroves décadentes, pour lesquelles ce type d'aménagement est inadapté et, d'autre part, la fonction réservoir du barrage situé très en aval n'est plus pleinement assurée.

Dans les années 60 et 70 un grand espoir était né au Sénégal à propos de la Casamance qu'on jugeait capable de dégager un surplus de production de paddy grâce à la récupération et à la mise en valeur de vastes superficies de sols salés du domaine fluvio-marin (70 000 ha)

Cet espoir était surtout fondé sur une série d'études (GERCA)* dont l'idée maîtresse était la construction de Barrages anti-sel, digues associées à un ouvrage à clapet et à un réseau de drainage par fossés permettant de dessaler totalement la zone protégée (polder) après quelques saisons des pluies.

Le cycle de sécheresse enregistré, au cours des dernières années a considérablement modifié les données du problème. La sécheresse s'est traduite non seulement par un déficit pluviométrique important mais surtout par une installation tardive des pluies et par une très mauvaise distribution de celles-ci dans le temps et dans l'espace. Une des conséquences directes de ce phénomène est l'accroissement en très peu de temps des zones salées (environ 180 000 ha. Etude HARZA ** 1984). Devant l'ampleur d'un tel phénomène, les paysans ont réagi par le réajustement de leur stratégie sous la forme d'un repli vers le plateau et par une mobilisation pour la réalisation de petits ouvrages anti-sel sur les petits affluents secondaires et tertiaires. Nous avons aussi assisté sous l'influence du facteur climatique à une évolution des techniques d'aménagement des sols salés en Basse-Casamance.

La recherche des voies et moyens qui permettront l'accélération du processus de récupération et de mise en valeur rizicole des sols salés se poursuit encore.

Nous nous proposons dans ce document de présenter les différents schémas appliqués en Basse-Casamance tout en insistant sur leur originalité et sur leur efficacité.

---

* GERCA : Groupement d'Etudes Rurales en Casamance.
** HARZA Engineering Company International.

I. MILIEU PHYSIQUE

1. Principaux types de sols

La synthèse des résultats obtenus et des observations effectuées au niveau des fosses pédologiques a permis l'élaboration de cartes des sols des différentes vallées de la Basse-Casamance avec un inventaire des différents types.

Nous ne présentons ici que les sols salés localisés essentiellement dans les lits mineurs et majeurs des bolongs, c'est-à-dire, les sols du domaine sulfaté-acide (vasières à mangroves et tannes).

Ce sont des dépôts fluviomarins récents et actuels qui occupent les parties inférieures et moyennes des vallées et constituent :

1. La vasière à mangrove

Elle est caractérisée par deux types de sols :

- sols potentiellement sulfatés-acides

- sols sulfatés-acides

- Les sols potentiellement sulfatés-acides :

Ce sont des sols peu évolués d'apport fluvial riche en fibres, radicelles et racines, riches en sulfures généralement sous forme de pyrite qui restent réduits tant que la submersion s'y maintient et que le pH reste voisin de la neutralité.

. Ils ont une capacité d'échange cationique élevée, un bon degré de saturation, un équilibre ionique favorable à la riziculture si la salinité n'est pas excessive. Ces sols sont localisés le long des marigots dans les lits mineurs et représentent le domaine du peuplement des palétuviers surtout Rhisophora.

. Leur drainage non contrôlé ou excessif entraîne une chute de pH irréversible et très souvent peu favorable à la flore initiale. La sécheresse des dernières années a conduit à un rétrécissement de la bande des sols potentiellement sulfatés-acides.

- **Les sols sulfatés-acides**

Leur domaine s'est élargi au détriment de celui des sols potentiellement sulfatés-acides, du fait de l'oxydation et de l'acidification subie soit à cause du drainage artificiel (aménagements ILACO), soit après un abaissement naturel du plan d'eau dû au cycle de sècheresse.

Ces sols, exposés à l'air libre, sont le siège d'oxydation de la matière organique, des sulfures, du souffre et des hydroxydes des métaux lourds tels que le Fe, Al. Cette oxydation s'accompagne d'une baisse très importante du pH, d'un accroissement de la densité apparente, d'une amélioration de la structure et de la portance.

Ces nouveaux critères sont à l'origine des modifications floristiques. Ils sont généralement occupés par de nombreux Avicennia associés à des tapis discontinus d'halophites (Sesuvium, Philloxerus).

Au plan physique, ces sols sont assez peu évolués en surface (sur quelques centimètres) et en profondeur ils reposent sur des couches de sols potentiellement sulfatés-acides. (P.BOIVIN et J.Y LEBRUSQ 1985).

2. Les sols de tannes

Ils sont situés directement dans le prolongement de la zone de terrasse et ne sont atteints que par des marées de vives-eaux. Ils sont occupés selon le degré de salinité soit par des herbacés en zone de bordure ou sur des îlots (tanne herbacée et halophytes Paspalum Scirpus...), soit par le sol nu à structure poudreuse ou à croute saline (tanne vif). Ces unités forment le domaine des sols sulfatés-acides relativement évolués par rapport à la vasière et ayant subi une maturation physique. Les sols de tannes reposent très souvent sur des couches argileuses ou argilo-sableuses et se situent en légère élèvation sur la vasière ; leur pH varie entre 3,5 et 4,5.

II. RESSOURCES EN EAU

Elles ont trois origines : météorique, superficielle et souterraine ; ainsi les études effectuées se sont axées sur les problèmes se référant à la climatologie, l'hydrologie et l'hydrogéologie.

1. Climatologie

Les résultats sont obtenus à la suite de longues observations dans les différentes stations telles que Ziguinchor, Djibélor, Bignona etc...

Les températures extrêmes varient entre 8°C et 43°C (Zighinchor) et les moyennes sont peu écartées de 24°C (16°C en février, 37°C en avril). L'humidité relative varie de 50% environ pour le mois de janvier et février à 80% environ, pour les mois de juillet à octobre.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) retenue est de 1800 mm/an en choisissant les maxima selon Blaney et Criddle et les minima selon Penman (saison humide). La saison des pluies est unique, de cinq mois environ de juin à octobre. Elle est liée aux déplacements du front intertropical pendant l'année.

Dans 70% des cas le mois d'août reçoit le total mensuel le plus élevé de l'année, dans 20% des cas c'est le mois de septembre et dans 10% c'est le mois de juillet.

La pluviométrie moyenne enregistrée se situe entre 1200 mm et 1500 mm.

2. Hydrologie

Les écoulements relativement abondants, les premières années d'observation n'avaient pas mis en évidence l'irrégularité du régime constaté depuis 1974.

En effet, même en année normale, les lames d'eau écoulées sont faibles, une grande partie des précipitations étant absorbées par l'évapotranspiration et l'écoulement d'inféroflux.

En année de précipitations déficitaires, les pertes deviennent presque égales aux précipitations et le faible écoulement observé provient presqu'uniquement du drainage de la nappe phréatique. Une série de marégraphes installés à différents postes d'observation a permis de constater que les ondes différées sont amorties.

Pour ce qui est de la salinité, elle est caractérisée à toutes les stations par des valeurs sensiblement supérieures à la salinité moyenne de la mer, en juin. Elle décroît jusqu'à un minimum en septembre - octobre et retrouve les valeurs de juin en décembre ou plus tard.

Les coefficients de ruissellement moyens annuels, calculés à partir d'enregistrements effectués dans plusieurs postes, donnent une valeur moyenne annuelle de 12 % en année moyenne et 10 % en année quinquénale sèche.

3. Hydrogéologie

La nappe phréatique existe partout en Basse-Casamance à une profondeur faible ou moyenne. Les fluctuations de la nappe au cours de l'année hydrologique ont des aspects très variés en fonction de la nature des terrains traversés et de leur situation topographique. Ces deux éléments sont liés...

Le profil transversal de la nappe montre qu'à toute époque de l'année, le toit reste plus ou moins incliné vers le fleuve. L' alimentation de la nappe se fait essentielle-

ment sinon uniquement par un ruissellement hypodermique important.

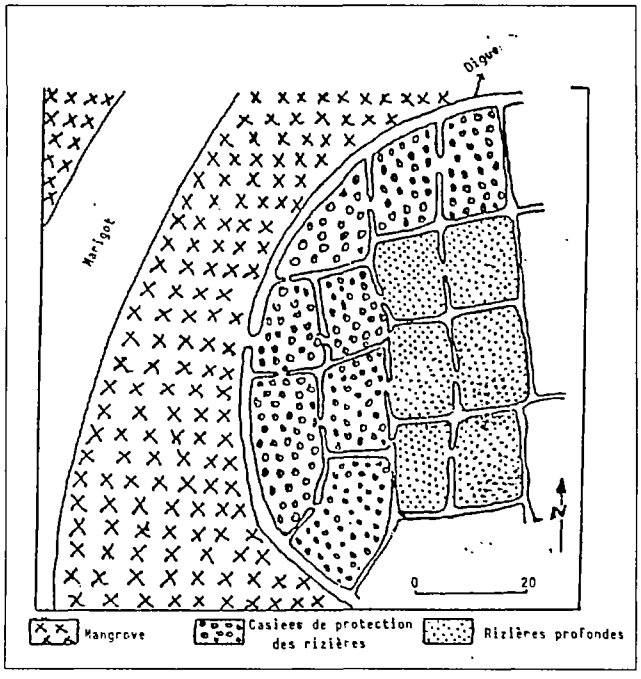
III. EXPERIENCES DE RECUPERATION, D'AMENAGEMENTS ET D'AMELIORATION DES SOLS SALES DE BASSE-CASAMANCE

Nous essayerons dans ce paragraphe de montrer l'évolution des systèmes d'aménagement au cours des dernières années. Cette évolution est liée surtout aux variations du facteur climatique, principalement à la baisse de la pluviométrie. Ce phénomène a entraîné, l'hypersalinité et l'extrême acidification des eaux et des sols, provoquant non seulement une profonde modification du domaine fluvio-marin dans sa physionomie, mais également dans son évolution. En effet, on a assisté pendant les 15 années de sécheresse à une disparition des forêts de palétuviers et à une augmentation spectaculaire des tannes vifs (13 % en 1969 et 60 % en 1984). (P. BOIVIN et J. Y. LEBRUSQ 1985).

Ces derniers, hypersalés et acides au niveau de la nappe et des sols, représentent un point de départ pour de nouvelles agressions en direction du milieu environnant : les rizières douces en amont et en bordures des vallées, la palmeraie et les forêts-galeries en bordures des vallées et du plateau.

1. Aménagements traditionnels des sols-sulfatés-acides salés pour la riziculture en Basse-Casamance

Aménagement des "rizières profondes" de la Basse-Casamance (PELLISSIER 1966)



L'aménagement de telles rizières, implique un travail considérable, parfois collectif, toujours étalé sur plusieurs années. Il entraîne la transformation en véritables polders, de zones inondables par la mer : Polders diola (P. PELLISSIER 1966).

Il représente une authentique conquête des sols cultivables exigeant de la part de l'homme, une connaissance précise des sols de mangrove et des marées et la disposition de techniques assez savantes pour maîtriser la complexité des problèmes du milieu.

Le périmètre, choisi sur des emplacements occupés à l'état naturel par la mangrove, est d'abord ceinturé par une digue puissante, destinée à l'isoler du reste de la mangrove et interdire, ou au moins, contrôler l'intrusion des marées.

Les dimensions de la digue (hauteur d'au moins un mètre et nécessairement au-dessus des plus fortes marées, largeur à peu près égale à la hauteur) dépendent essentiellement de la position de la rizière (contact direct avec le marigot ou à l'intérieur de la mangrove à l'abri de la pression des marées). Elles est d'autant plus puissante que la rizière est en contact direct avec le marigot parcouru par des courants et soumis aux marées plus ou moins fortes.

Les digues sont traversées par endroits par des drains mettant en communication rizières et marigot. Leur rôle est de permettre tantôt l'évacuation à marée basse de l'eau retenue dans la rizière, tantôt l'entrée à marée montante de l'eau du marigot à l'intérieur du périmètre endigué. Ces drains sont généralement établis au pied de la digue, d'autres à mi-hauteur. Le plus bas n'est utilisé que pour vider complétement la rizière, le second sert à régler la hauteur d'eau pendant la saison des pluies. Ces drains sont généralement des troncs évidés de palmier-ronier (réputés pour leur imputrescibilité) noyés dans la terre au moment de la construction de la digue. Un bouchon de fibres de palmier ou de feuilles de bananier mélangées d'argile sert à obstruer le drain.

Certains paysans sont assez astucieux et ingénieux pour établir un système automatique de fermeture et d'ouverture du bouchon lorsque le drain fonctionne à sens unique. Le bouchon placé par exemple à l'orifice extérieur du tuyau ronier, est attaché de telle sorte qu'à marée descendante la pression de l'eau contenue dans la rizière repousse et ouvre le drain, tandis qu'à marée montante au contraire, l'eau du marigot applique le bouchon sur le tuyau et rebouche automatiquement celui-ci. Ces drains n'existent que dans les zones où la pression des marées est forte. Ailleurs, ils sont remplacés par des coupures établies par endroits dans la digue, coupures obstruées à l'époque des cultures.

Les mottes de vases empilées qui forment les digues, sont empruntées à leur pieds de sorte que la digue

domine la rizière et un fossé de profondeur sensiblement égale à sa hauteur. Ce fossé d'emprunt est situé tantôt à l'extérieur, tantôt à l'intérieur du périmètre endigué. Il sert de canal facilitant le drainage de la rizière.

Après la construction de la digue extérieure qui interdit l'intrusion des eaux en marée haute, on procède au défrichement et au dessouchage complet du périmètre. Les deux opérations ne peuvent pas être effectuées, pendant la saison des pluies. Elles s'étalent fréquemment, sur plusieurs saisons sèches.

Au cours des hivernages intermédiaires, les drains sont fermés au moment des pluies pour favoriser le dessalement du sol. L'eau douce séjourne alors sous la défriche et dissout les sels contenus dans les sols. De temps à autre, à la faveur d'une marée basse accentuée, on ouvre les drains et l'eau chargée de sels est évacuée vers le marigot. Lorsqu'elle est totalement nettoyée de toute végétation naturelle, la future rizière subit un profond labour au kayendo* avec construction de billons et de banquettes d'une largeur pouvant atteindre un mètre, séparées entre elles par d'étroits et profonds fossés. En général, au moment du billonnage et de l'édification des banquettes, le sol protégé contre l'invasion du flot des marées depuis la construction de la digue périphérique est totalement dessèché et sa surface forme une croûte compacte, véritable ciment argileux, craquelé par des fentes de retrait, inattaquables au kayendo.

Les drains sont alors ouverts ou bien une coupure est pratiquée dans la digue pour permettre l'invasion de la défriche par l'eau du marigot pendant quelques marées. Le sol humide est alors plus aisément labourable. Lorsque la rizière est entièrement aménagée, elle n'est pas immédiatement cultivable. Pendant plusieurs hivernages consécutifs, il faut procéder au dessalement du sol qui est alors systématiquement et littéralement lavé par les eaux de pluies. Le procédé employé consiste à interdire complètement l'accès du polder aux eaux marines ; les eaux de pluie et de ruissellement inondent alors la rizière, se chargent de sels et s'accumulent dans les fossés et les canaux de drainage. Lorsque le niveau de l'eau dans la rizière est jugé suffisant et menace par exemple de submerger les billons et les banquettes, les drains sont ouverts à marées basses et l'eau est évacuée. Pendant l'hivernage, les eaux de pluie sont ainsi périodiquement éliminées de la rizière après avoir filtré à travers les billons et les banquettes et s'être chargées des sels qu'ils contenaient. C'est naturellement la couche superficielle des billons, celle qui reçoit directement la pluie qui est la première et la mieux dessalée, tandis que les sels s'accumulent dans les couches profondes et sur les parois des fossés.Ces sels entrainés en profondeur par l'eau filtrant du sommet des banquettes et des billons restent un danger pour la rizière. En saison sèche, ils peuvent envahir à nouveau l'horizon superficielle sous l'effet de l'évaporation qui provoque la remontée par capillarité de solutions issues des couches profondes toujours humides. Aussi, est-il fréquent que les rizières profondes, déjà cultivées depuis plusieurs années soient à nouveau envahies en surface par les sels en saison sèche et doivent subir un lavage systématique durant les premières semaines de l'hivernage. Les premières pluies sont alors évacuées et les drains ne sont obstrués qu'un mois ou deux après le déclanchement des grosses averses, ce qui est rendu possible par deux facteurs : d'une part ces rizières profondes étant les plus humides et les plus facilement inondées, il n'est pas indispensable d'y emmaganiser les premiers chutes d'eau, d'autre part, c'est dans ces rizières que le repiquage du riz est le plus tardif.

La conquête des sols de mangroves et leur aménagement en rizières se déroulent dans toute la Basse-Casamance selon le schéma qui vient d'être décrit. Cependant, il est possible d'enregistrer dans certains villages des particularités qui tiennent soit à des habitudes soit à des difficultés nées des conditions spécifiques au milieu. Dans tous les villages établis le long de la Casamance et des marigots les plus proches de l'estuaire, les rizières profondes doivent être protégées contre les fortes marées. En effet, on ne défriche jamais jusqu'au bord de la rivière ou du marigot afin de laisser un rideau de palétuviers sur le front des rizières pour couper le courant et amortir la pression des flots. Dans les secteurs les plus exposés, la mangrove est compartimentée par des digues prolongeant vers l'aval celles qui ceinturent les rizières proprement dites. En somme, les périmètres où la végétation naturelle est tantôt inondée, semblables à des rizières profondes inachevées, servent de cloison entre les parcelles cultivables et la mangrove vierge. Ces casiers sont munis de drains comme s'ils étaient cultivés, ce qui permet d'évacuer l'eau en excédent des rizières situées en amont et les rend accessoirement utilisables comme vivriers à poissons.

La technique d'aménagement et la mise en valeur des sols de tannes herbacés ou vifs est beaucoup plus simple. Elle consiste d'une part, à la confection d'une diguette pour ceinturer la zone à cultiver et d'autre part, au billonage des parcelles à l'aide du kayendo.

On attend ensuite quelques années pour que les pluies dessalent et désacidifient la surface du sol. La culture du riz est ensuite possible sans gros inconvénients surtout dans les tannes argileux.

Malgré certains inconvénients : lenteurs du dessale-

* Le kayendo est une longue pelle composée de trois parties : le manche , le versoir et la lame (pièce travaillante). L'outil est caractérisé par le versoir dont la forme est fonction du type de sol. Il existe généralement deux types de versoir (sol léger et sol lourd).

ment des sols, risque de ressalement au cours des années sèches et absence d'un réseau de drainage superficiel pour accélérer le dessalement de la partie superficielle des sols et pour maîtriser les inondations, cette technique est encore la meilleure pour les tannes. L'exemple d'un aménagement de ce type près du village de Tobor qui continue à donner de très bons résultats à côté d'un aménagement ILACO qui lui a été définitivement abandonné confirme cela (CL. MARIUS 1976).

2. Politique nationale de récupération et d'aménagement des sols sulfatés-acides salés (sols de mangroves) de Basse-Casamance

Dès les premiers jours de l'indépendance, le Gouvernement Sénégalais avait élaboré un programme d'aménagement hydro-agricole de la Casamance orienté essentiellement vers la riziculture. C'est tout naturellement que les aménagistes ont porté leur choix sur les zones de mangroves pour la double raison que d'une part, on disposait là de grandes surfaces vierges dont l'aménagement ne se heurterait pas à des problèmes fonciers et que d'autre part, elles présentaient des conditions géomorphologiques (topographie plane) et hydrologiques (bordure des affluents de la Casamance) favorables.

En terme d'aménagements rizicoles on peut distinguer 2 périodes dans l'approche et l'exécution des projets d'aménagements de la Basse-Casamance.

La première période (1963 - 1975) pourrait être qualifiée de période ILACO* du nom de la Société qui a effectué toutes les études et démarré une partie des travaux. La seconde post-ILACO qui commence en 1975 et qui a vu se développer deux concepts en matière d'aménagement et de mise en valeur des sols salés de mangroves : les grands Barrages anti-sel (1975-1980) et les digues anti-sel à partir de 1980.

1. Période ILACO (1963 - 1975)

Aux termes d'études pédologiques préliminaires exécutées sur quelques vallées dont "Guidel" et quelques petits périmètres dont "Tobor" ILACO avait distingué 3 grandes unités de sols : sols sur Continental Terminal, sols de transition (50 cm de sédiments marins sur Continental Terminal) et sédiments marins formés de sols de mangroves et de tannes. Il concluait son étude en ces termes : "Les sols de mangroves et de tannes sont très aptes à l'aménagement des rizières à cause de leurs fortes teneurs en matières organiques"... "La crainte autrefois exprimée que le pH des sols de mangroves serait très bas après dessèchement ne s'est pas réalisée. Les pH (de 5 en moyenne) s'abaissent jusqu'à 3,9 et par humidification, par eau douce, remontent à nouveau à 3,5 - 6 pour que la riziculture soit possible".

Sur la base de ces conclusions, plusieurs centaines d'hectares de Mangroves ont été aménagées, notamment avec des canaux de drainage profonds pour lessiver les sels. Deux types d'aménagement ont été exécutés dans plusieurs sites du domaine fluvio-marin :

1) - Aménagements ouverts (Diéba - Tobor - vallée de Guidel)

2) - Aménagement de polder (Médina).

1) - Aménagements ouverts

Ce type d'aménagement préconisé par ILACO, consiste en un réseau de drains primaires d'un mètre de profondeur, équidistants de cent mètres (100 m), perpendiculaires au lit du marigot et débouchant librement dans celui-ci. Un réseau de drains secondaires équidistants de 20 m et profonds de 0,40 m débouche dans le réseau primaire. Ce système était sensé permettre un lessivage plus efficace des sels que le système traditionnel avec digue extérieure de protection contre les eaux salines. A la suite de divers essais, ILACO pensait en effet que le lessivage produit par l'eau du marigot qui envahit deux fois par jour la rizière a une action beaucoup plus sensible sur le dessalement que les eaux de pluies qui ne participent au processus qu'en très faibles quantités. Dans toutes les études pédologiques préliminaires, les teneurs en souffre n'avaient jamais été déterminées. Aussi, le résultat le plus immédiat et le plus spectaculaire de ces aménagements a été une baisse rapide et importante du pH. Dans les parcelles aménagées à l'est de Tobor, on a noté des pH de l'ordre de 2,5 qui ne se sont jamais relevés (MARIUS 1972).

Si on ajoute à cela une sursalure généralisée des eaux et des sols résultant de la grande sécheresse des années 1972-1973 on comprendra aisément que la plupart de ces aménagements soient aujourd'hui abandonnés.

2) - Aménagement de polder (Médina)

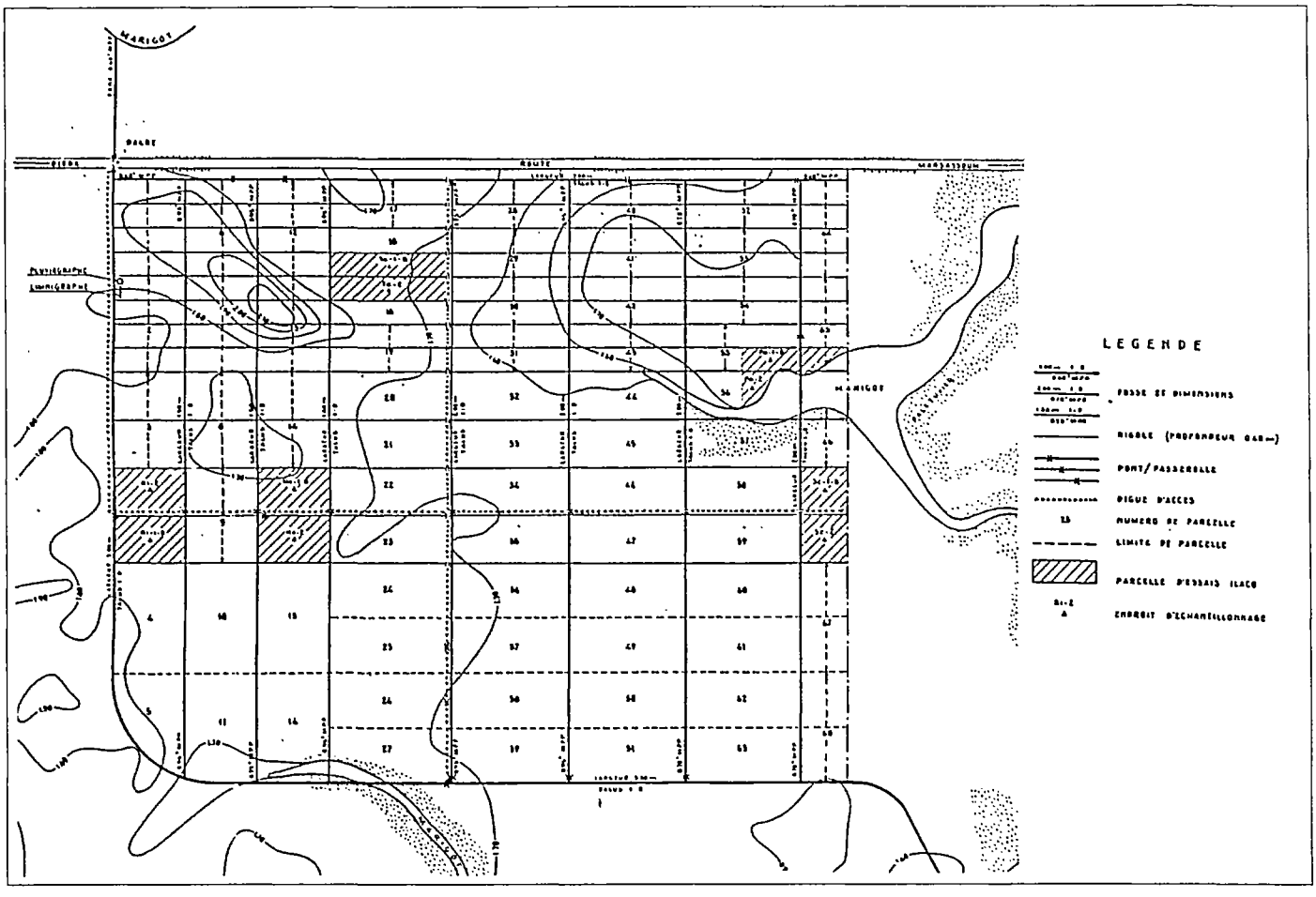
Le polder de Médina, situé à 16 km de Ziguinchor a été mis en place par la société ILACO avant d'être géré par l'IRAT en 1976. Son but essentiel était d'étudier les problèmes que poseront l'endiguement des vallées salées et les meilleurs moyens de dessaler les sols du domaine fluvio-marin de Basse-Casamance. Le polder couvre une superficie de 10 ha environ et comprend deux parties du point de vue drainage : drainage par gravité au moyen de dalots obturables et drainage par station de pompage.

Le réseau de drainage à ciel ouvert est en général très

*ILACO : Internationale Land Development Consultants

Aménagements hydro-agricoles en Casamance maritime.

Vallée de Soungrougrou - Casier pilote de Dieba



peu profond et avec une maîtrise partielle de l'eau. Il faut cependant noter que certaines parcelles sont équipées de tuyaux de drainage en polyéthylène avec un revêtement constitué par un film de laine de verre perméable, pour prévenir le colmatage et surtout augmenter la surface de perméabilité du drain. Ces tuyaux en plastique, enterrés à différentes profondeurs sont en tronçons de 6 m de long raccordés entre eux ; leur diamètre intérieur est de 38,4 mm. La superficie occupée par les perforations représente 9 cm2 par mètre linéaire de tuyau.

Les principaux résultats obtenus après 5 années d'études effectuées dans le polder de Médina se résument comme suit :

- On constate un dessalement absolu pour tous les modes de drainage.

- Les sols à palétuviers de Basse-Casamance sont des sols sulfatés-acides ou potentiellement sulfatés-acides qui s'acidifient fortement après assèchement.

Cette acidification est d'autant plus rapide que le drainage est profond et intense. L'asséchement complet pendant la saison sèche provoque une acidification forte de même qu'une maturation physique rapide du sol.

- Les sols sous couvert de Rhizophora ou riches en matières organiques facilement décomposables, s'acidifient le plus, après assèchement.

- Le système de conduite de l'eau qui maintient le sol constamment humide évite une acidification importante, mais la maturation physique des sols est plus lente.

2. *Période POST-ILACO*

Elle a démarré en 1976 (après la grande sécheresse des années 1972/1973). Tirant les leçons de l'expérience ILACO, des études pédologiques très approfondies ont été menées. Elles ont permis non seulement la caractérisation fine des sols mais aussi de comprendre leur évolution et fonctionnement, naturels ou provoqués (VIEILLEFON/MARIUS 1976). De nouveaux projets ont alors été conçus et cette fois à l'image de la riziculture traditionnelle pratiquée par les paysans Diolas sur de petites parcelles.

C'est ainsi que l'une des solutions retenues pour la récupération et la mise en valeur des terres salées du domaine fluvio-marin a été la construction de Barrages et Digues anti-sel sur les principaux affluents du fleuve Casamance.

1. Politique des Barrages anti-sel

L'intérêt des barrages anti-sel est de deux ordres :

1. - Economique : possibilités d'extension de la riziculture salée sur de grandes superficies du domaine fluvio-marin de Basse-Casamance estimées à 180 000 ha environ et dont 100 000 ha pourraient être aménagés à long terme

2. - Social : les possibilités d'extension de superficies rizicultivables devraient permettre l'installation de jeunes paysans et d'améliorer la production de vivres pour les populations locales.

Conçu à l'image de la technique paysanne, le premier barrage-écluse anti-sel du Sénégal a été construit sur le Bolong de Guidel, un des affluents de la rive gauche du Fleuve Casamance.

Il s'agit là d'une expérimentation qui devrait progressivement s'étendre aux autres affluents de la Casamance tels que Soungrougrou, Kamobeul, Baïla, Bignona etc..., une fois toutes les contraintes identifiées et des solutions techniques proposées.

Le Barrage-écluse de Guidel est situé non loin du point de confluence (moins de 4 km), près du village de Niaguiss à environ 10 km à l'Est de Ziguinchor. Le bassin versant du marigot de Guidel couvre une superficie totale de 145 km2 s'étendant entre 12° 25' et 12° 35' latitude Nord.

Le projet d'aménagement de la vallée de Guidel vise à protéger contre le sel et à aménager pour la riziculture 1 150 ha bruts (860 ha nets) de terres salées, essentiellement localisées sur la rive gauche du marigot où la mangrove prend son importance.

Les pentes sont en général faibles dans le lit majeur, variant entre 2 ‰ et 4 ‰.

Présentation technique du Barrage-écluse de Guidel et de son modèle de gestion.

L'ouvrage hydrotechnique de protection contre le sel est constitué d'un barrage-écluse en béton armé situé dans le lit mineur du marigot et d'une digue semi-circulaire en terre et latérite, carrossable, de 960 m de longueur, avec une largeur à la crête de 3 m et une hauteur moyenne de 2,75 m.

La route du Sud, reliant Ziguinchor à Kolda traverse tout le lit majeur du Bolong de Guidel.

Un système de quatre ouvertures ou passes permet à l'eau de circuler librement, soit du fleuve vers l'intérieur des terres, soit dans le sens inverse en fonction des opérations d'ouvertures ou de fermetures effectuées au niveau du Barrage. Chaque ouverture est équipée vers l'amont d'une vanne glissant verticalement, se manœuvrant par crics destinée à assurer la fermeture du barrage et vers l'aval, une porte fonctionnant comme un clapet.

A vannes ouvertes, les portes s'ouvrent automatiquement à marée basse sous la pression de l'eau du marigot et se ferment automatiquement à marée haute sous la pression de l'eau salée en provenance de la Casamance et de la mer.

Les portes peuvent être bloquées en position ouverte, ce qui permet le passage de l'eau du fleuve et sa remontée dans les rizières en saison sèche. Elles peuvent également être bloquées en position fermée, ce qui permet le stockage d'eau douce dans les rizières.

Modèle d'exploitation proposé par ILACO pour une bonne gestion du Barrage-écluse en année normale (1 500 mm)

Décembre / Avril : lessivage des sols

L'eau salée du fleuve passe librement en marées hautes et se retire en marée basse.
Il en résulte :

- un lessivage constant des sols

- l'élimination de toute acidité des terres de rizières

Mai / Juin : labour à sec

L'eau salée des marées ne passe plus, les vannes étant fermées. On laboure à sec le sol salé des rizières.

Juillet : dessalement des sols

Les vannes étant ouvertes, les portes libres se ferment à marée haute et s'ouvrent à marée basse.

- à marée haute l'eau de pluie accumulée lessive les terres labourées

- à marée basse : l'eau douce des rizières ainsi chargée en sel dissoud est évacuée vers l'aval.

Août / Septembre : repiquage du riz

Maintien d'une nappe d'eau douce dans les rizières. Il n'y a pas d'eau salée dans le fleuve. Les vannes sont laissées ouvertes et les portes libres.

- à marée basse : l'eau des rizières excédentaire est évacuée et le niveau d'eau dans les rizières est ainsi abaissé

- à marée haute : le niveau d'eau douce se reconstitue dans les rizières les portes se refermant.

Octobre / Novembre : culture et stockage d'eau douce

Les vannes étant fermées, l'eau douce est stockée (pluies). En cas de pluies exceptionnelles le trop plein d'eau douce nuisible aux cultures est évacué après ouverture. Le principe de fonction du Barrage-écluse de Guidel comme on peut le voir est directement lié à la configuration générale de l'hivernage.

Principaux résultats du suivi hydro-agricole du Barrage-écluse de Guidel

En 1983, aucun taux de salinité inférieur à 5 ‰ n'a été enregistré pour les eaux de surface du Bolong Guidel, à cause de la pluviométrie très déficitaire. En 1984, bien que la pluviométrie soit redevenue assez bonne, le dessalement des eaux du marigot n'a pu se faire qu'à la fin de l'hivernage et pour une période de temps relativement courte (7 jours). en 1985, la période de dessalement a été beaucoup plus longue. Les bonnes pluies enregistrées en juillet et août 85 ont permis de baisser considérablement les niveaux de salinité des eaux du marigot. Des valeurs de 2 ‰ ont été régulièrement enregistrées.

La remontée du niveau de la salinité n'a commencé à se faire ressentir que vers la fin de la deuxième décade du mois d'octobre 1985. Il est donc assez clair que les eaux du marigot en années normales peuvent être utilisées pour une irrigation complémentaire des parcelles de riz. Ce qui est, du reste, un des objectifs du Barrage-écluse de Guidel.

Profil du dessalement des eaux du marigot en amont du Barrage-écluse de Guidel (campagne 83, 84, 85)

Années	Période de dessalement S ‰ < 5 ‰	Pluviométrie (mm) accumulée à cette date	Nbre de jours
1983	-	-	0
1984	30/09 - 06/10	117 mm	7
1985	23/08 - 25/10	836 mm	55

Stratification des eaux du Bolong de Guidel

L'étude de la salinité des eaux en amont de Barrage-écluse de Guidel montre qu'elles sont stratifiées tout le long du bolong.

Les variations de salinité entre les couches supérieures et celles situées en profondeur sont beaucoup plus marquées au pied du barrage. A cet endroit précis, les eaux sont beaucoup plus profondes (4 m de profondeur). Au niveau du pont de Soukouta*, la profondeur moyenne du marigot est de 1,50 m pour les périodes considérées. Les variations de salinité observées à cet emplacement sont moins prononcées.

Il est également intéressant de noter qu'avec l'installation progressive de l'hivernage et les opérations répétées de vidanges par vannes partiellement ouvertes, la stratification est vite éliminée. L'origine de la stratification serait dûe non seulement d'une part à l'évaporation des eaux de surface mais aussi et surtout à la nappe phréatique très salée et acide qui s'écoule depuis le versant vers le lit mineur du Bolong. L'écoulement des eaux de nappe est en effet très marqué au moment des vidanges de la retenue en marée basse, à cause des variations de pressions créées.

Variations spatiales de la salinité des eaux de surface

Une analyse de la variation de la salinité le long du Bolong de Guidel montre que les niveaux de salinité des eaux dans la partie protégée par le barrage décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'ouvrage. Les variations de salinité des couches supérieures (tranche de 1 m d'épaisseur) sont en général très faibles durant toute l'année avec cependant quelques différences assez nettes entre la saison sèche (variations de l'ordre de 5 ‰) et la saison des pluies (variations de l'ordre de 1 à 2 ‰).

Les couches situées en profondeur enregistrent quant à elles des variations beaucoup plus grandes, selon qu'on s'éloigne ou non du Barrage-écluse.

Les variations du niveau de salinité des eaux de surface sont très grandes selon qu'elles sont recueillies au niveau du lit mineur du Bolong ou dans les casiers aménagés par les paysans ou bien même dans les drains construits par ILACO.

En effet, l'eau dans les casiers est au début moins salée que celle dans le marigot et dans les drains. Au fur et à mesure que les sels de la solution du sol passent dans l'eau de submersion et que la nappe remonte en surface, le Bolong devient moins salé.

L'eau dans les drains est au début de l'hivernage plus salée que celle du marigot parce qu'en ce moment, le niveau du plan d'eau dans la retenue est relativement bas et les drains fonctionnent alors correctement. Avec l'installation progressive de l'hivernage, les drains se remplissent du fait de la remontée des eaux dans le

*Le pont de Soukouta est situé en amont du barrage à environ 3 km de celui-ci

marigot ; on assiste alors à une baisse de la salinité des eaux du drain.

Les sels dans le réseau de drainage ne peuvent pas être totalement éliminés faute de système de vidange complète. La remontée du niveau de salinité des eaux pendant la saison sèche est alors très forte.

Analyse quantitative des eaux de surface

Cette analyse a permis de cerner avec plus de précisions les quantités d'eau stockées, évacuées ou admises au cours d'une année de gestion du barrage et de dresser un premier bilan hydrosalin du Bassin versant en amont. L'analyse des principaux résultats du suivi hydro-agricole mis en place depuis 1983 montre que la tendance au dessalement est réelle. D'importantes quantités de sels sont en effet éliminées chaque année au moment des vidanges.

Apparamment, la plupart du sel évacué provient de l'eau du marigot et en partie aussi des sels du sol remontant vers la surface par ascension capillaire entre deux vidanges.

Analyse des eaux de la nappe phréatique

La pente piézométrique dans la plaine amont de Guidel est très faible et voisine de celle du terrain naturel 3 ‰. Le toit de la nappe est toujours orienté vers le marigot. Elle affleure rapidement à la surface du sol surtout quand le barrage est fermé. Une des caractéristiques de la nappe en amont du Barrage est son hypersalinité. Au début de l'hivernage, les eaux de nappe sont presque toujours au moins 2 fois plus salées que la mer qui affiche 35 ‰ environ. A la fin de l'hivernage, la salinité de la nappe reste supérieure à 10 ‰.

Le pH des eaux de nappe de même que celles du marigot est très acide au début de l'hivernage (pH = 4). Il remonte sensiblement avec l'installation des pluies, atteignant des valeurs voisines de la neutralité (pH = 7) vers la fin du mois de septembre.

Les sols

Le dessalement des couches superficielles est en général très intense au début de l'hivernage, mais n'atteint que très rarement le seuil de tolérance du riz ($EC_{1/5}$ = 1 mmhos/cm). Les plus faibles valeurs de conductivité électrique sont généralement enregistrées à la fin de l'hivernage (mois de sptembre).

En 1983, la conductivité électrique à extrait 1/5 à la fin du mois de septembre était de 5 mmhos/cm ; en 1984, elle n'était plus que de 2,5 mmhos/cm et en 1985 de l'ordre de 1,15 mmhos/cm.

Le fort dessalement observé en 1985 est essentiellement dû à la bonne pluviométrie enregistrée cette année et à l'aménagement de la parcelle d'essai en polder.

La remontée de la salinité du sol en fin d'hivernage (mois d'octobre) est spectaculaire et s'explique surtout par la présence à une faible profondeur de la nappe phréatique salée et de la forte évaporation.

Les horizons inférieurs, du fait de la présence de la nappe et du lessivage des sels de haut en bas, sont presque toujours hypersalés. Leur dessalement se fait très lentement surtout si la parcelle n'est pas aménagée ($EC_{1/5}$ > 5 mmhos/cm).

Il n'y a pas eu au cours des 3 années de suivi de grandes variations de pH sur les 60 premiers centimètres du sol (pH entre 4,8 - 6,2). Ceci permet d'affirmer que **le facteur limitant dans la plaine amont de Guidel n'est pas à l'heure actuelle le risque d'acidification mais plutôt l'hypersalinité des eaux de nappe et des sols.** Au cours des hivernages 83 et 84, malgré plusieurs dates de repiquage avec des plants d'âges différents et des variétés de tolérance différente à la salinité, la mortalité a été totale, moins d'une semaine après chaque repiquage. Les taux de salinité des sols et des eaux de submersion des casiers de mêmes que celles de la nappe phréatique étaient toujours supérieurs au seuil de tolérance du riz.

En 1985, la parcelle d'essai a été aménagée en polder équipé d'un système de drainage par pompage. Le riz a pu résister à l'agression du sel pendant 50 jours environ grâce à la bonne pluviométrie et au rabattement continu de la nappe phréatique. La forte évaporation enregistrée à partir du mois d'octobre, l'arrêt des pluies et la rapide remontée de la nappe salée ont provoqué une concentration des sels dans les eaux de submersion pénalisant gravement les plants de riz. La mortalité au 25 octobre 85 était supérieure à 75 %.

Politique de Petits Barrages ou Digues anti-sel

La sécheresse des années 80 et 83, de même que la remontée graduelle de la salinité dans le fleuve et dans ses principaux affluents, avec un gradient croissant de l'aval vers l'amont ont conduit à une perte progressive des rizières situées dans le bas-fond des vallées.

Cette situation d'extrême gravité a conduit les paysans de Basse et Moyenne Casamance à entreprendre en étroite collaboration avec le PIDAC* la construction de digues anti-sel dans la plupart des vallées menacées.

C'est ainsi que 25 ouvrages ont été réalisés et l'objectif visé n'est pas seulement de récupérer des terres salées

*PIDAC : Projet Intégré de Développement Agricole de la Casamance.

mais aussi et surtout :

- d'arrêter systématiquement la remontée du sel dans les rizières basses. Une remontée de sel qui fut particulièrement accélérée depuis les années sèches ;

- de sécuriser au moins une récolte principale de riz pluvial en régularisant les quantités importantes d'eau de ruissellement retenues par les digues ;

- de récupérer **les anciennes rizières abandonnées à cause du sel** par un lessivage prolongé du sol ;

- de désenclaver les villages en saison des pluies.

Présentation technique

Les digues anti-sel sont généralement construites sur de petits affluents secondaires ou tertiaires. Elles sont constituées d'un ouvrage régulateur (déversoir) en béton armé exécuté dans le lit mineur du bolong et comportant selon le site 2 à 4 ouvertures. Les ouvertures permettent d'évacuer les eaux chargées de sel en début d'hivernage de même que celles en excès après une forte pluie.

Chaque ouverture est équipée d'un système très simple, composé de deux rangées de planches en bois parallèles, placées de part et d'autre du déversoir. L'espace entre deux planches est rempli par les paysans avec de la terre bien compactée.

Le rôle des planches en bois de 1,50 m de long consiste à faire varier le niveau de la lame d'eau en amont du barrage et dans les parcelles paysannes. Elles sont montées les unes sur les autres selon qu'on veut augmenter ou diminuer le niveau d'eau de la retenue.

Principaux résultats

La dégradation presque complète de la végétation de mangrove sur les bras secondaires et tertiaires ne rend plus nécessaire l'admission d'eau salée en contre-saison.

En effet, les risques d'acidification ne sont plus aussi graves que l'avancée des tannes sur les rizières. Ce phénomène est la conséquence directe de l'intrusion de plus en plus grande des eaux salées des bolongs en marées hautes surtout pendant la saison sèche.

Nous retiendrons surtout comme acquis :

- la maîtrise des techniques et des coûts de construction ;

- l'estimation précise du coût de la participation des populations paysannes ;

- l'importance de la mobilisation et de la participation des populations paysannes ;

- la sécurisation d'une certaine production agricole dans les zones protégées.

Cependant, l'initiative des Petits Barrages anti-sel comporte un certain nombre d'incertitudes liées principalement aux conditions de conception et d'exécution du programme tels que les événements sociaux, les éléments édaphiques, etc...

En effet, si dans certaines vallées déjà, la digue anti-sel a favorisé en très peu de temps un certain regain d'intérêt grandissant pour la riziculture aquatique (Katouré) dans bien d'autres, la situation n'a guère évolué. Beaucoup d'incertitudes liées surtout à la gestion de l'ouverture par les paysans méritent d'être clarifiées. La maîtrise des problèmes d'ouvertures et de fermetures des portes en relation avec le profil de l'hivernage d'une part et les techniques d'aménagements des terres salées d'autre part, restent les clefs du succès de la riziculture, en amont des Petits Barrages anti-sel.

CONCLUSIONS

La sécheresse qui sévit en Casamance depuis bientôt 15 ans a fortement modifié le domaine fluvio-marin. Cette évolution se poursuit actuellement, se matérialisant surtout par une réduction des superficies anciennement occupées par la mangrove et par un accroissement des superficies de tannes.

Le milieu des mangroves du Sénégal selon Cl. MARIUS, est (plus qu'un milieu estuarien ou deltaïque) un milieu lagunaire évaporatique où les sels (et plus particulièrement le chlorure de sodium) jouent un rôle aussi important dans la pédogénèse que le soufre. Ceci explique du reste les niveaux de salinité relativement élevés des eaux et des sols du domaine fluvio-marin.

La sécheresse a souvent rendu aléatoire et parfois réduit à néant la production rizicole sur les terres salées de Basse Casamance, malgré les aménagements paysans ou autres. En effet, la mauvaise pluviosité, de même que la fréquence élevée des trous de sécheresse ne permettent pas le dessalement des marigots qui constituent quelque soit le système d'aménagement considéré, le réservoir d'eau douce indispensable pour rendre le sol propre à la riziculture. Les projets gouvernementaux axés essentiellement sur la construction de Barrages anti-sel sont au même titre que le système paysan, dépendants de la pluviométrie.

La question qui se pose aujourd'hui au sujet des grands barrages (Guidel, Affignam, Kamobeul, Baïla, Soungrougrou) est leur justification même, compte tenu des conditions actuelles qui ont très sensiblement évolué

depuis leur phase de conception au cours des années 1961-1965. A cette époque, la moyenne des précipitations se situait à 1 400 mm à Ziguinchor ; elle est aujourd'hui voisine de 1 000 mm.

Sous ces conditions, le milieu pédologique a lui-même fortement évolué avec une augmentation sensible de tannes et de mangroves décadentes pour lesquelles ce type d'aménagement est inadapté. La fonction réservoir du barrage situé très en aval n'est plus pleinement assurée.

Aussi, d'une manière générale, il faut différencier trois types de problématiques concernant l'aménagement des bassins versants :

- l'acidité potentielle

- l'acidité actuelle

- l'excès de sel.

Ces trois facteurs limitants sont plus ou moins représentés selon le degré d'évolution des sols, degré d'évolution lui-même fonction de la topographie, des précipitations, etc...

Les zones à acidité potentielle (zones actuelles de mangrove en général) doivent être aménagées sur le principe des polders "diola" ou à la limite les utiliser à d'autres fins que la riziculture, éventuellement à la pisciculture. Les zones ne connaissant pas l'acidité potentielle (y compris les zones acidifiées) sont poldérisables et doivent être poldérisées pour éviter une propagation dramatique de la sursalure et accélérer le processus de récupération et de mise en valeur. Les sols sont d'ores et déjà oxydés et acidifiés. Il n'y a donc pas d'obstacles à la construction d'une digue (beaucoup moins coûteuse qu'un barrage anti-sel) obstruant une vallée ou suivant le tracé du bolong. Ce type d'aménagement souvent appelé petit barrage anti-sel ou digue anti-sel est très souvent réalisé par les paysans sur des affluents secondaires ou tertiaires pour protéger les rizières douces et récupérer 10 à 20 ha de rizières abandonnées. L'avantage d'un tel aménagement sur les projets de grands barrages est avant tout leur position plus en amont qui leur permet de stocker des quantités d'eau assez importantes, même en mauvaise année.

Le système des digues anti-sel doit nécessairement être amélioré par la mise en place d'une politique de gestion hydraulique et la réalisation d'aménagements dits secondaires. Les aménagements secondaires doivent permettre une bonne répartition de l'eau à l'intérieur des parcelles et accélérer la mise en culture de celles-ci. Elles seront essentiellement constituées de réseaux de drainage à ciel ouvert peu profonds.

REFERENCES

1. - BARRY B. et POSNER J.L. (1985) : Bilan de trois années de suivi hydro-agricole du Barrage-écluse de Guidel. IIIème Symposium International sur les sols sulfaté-acides, Dakar - Sénégal.

2. - BARRY B. et POSNER J.L. (1985) : Suivi de la zone salée (IIème Table Ronde sur les Barrages anti-sel.

3. - BARRY et al. (1986) : Résultats suivi des petits Barrages anti-sel. Document Interne ISRA/DJIBELOR.

4. - BEYE G. (1975) : Bilan de cinq années de dessalement des sols du polder de Médina (l'Agro-Trop. 3).

5. - BOIVIN P. et LEBRUSQ J.Y. (1985) : Recommandations concernant l'aménagement du domaine fluvio-marin Basse-Casamance. Table Ronde sur les barrages anti-sel, ISRA/USAID/DKR.

6. - BRUNET MORET Y. (1970) : Etudes hydrologiques en Casamance (rapport définitif). ORSTOM - DAKAR.

7.- HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL : Plan Directeur du Développement Agricole de la Basse-Casamance ; Etudes de factibilité septembre 1984.

8. - ILACO (1967) : Aménagements hydro-agricoles en Casamance. Rapport de gestion des casiers de Médina et de NDiéba (juillet 1965 - juillet 1967).

9. - MARIUS Cl. (1976) : Effet de la sécheresse sur l'évolution des sols de mangrove (Casamance - Gambie) ORSTOM - DAKAR.

10. - MARIUS Cl. (1979) : Les mangroves du Sénégal Ecologie - Pédologie Utilisation ORSTOM - KAKAR.

11. - PELLISSIER R. (1966) : Les paysans du Sénégal - Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance SAINT -YRIEUX (Haute Vienne) Edit FABREQUE.

12. - VIEILLEFON J. (1974) : Contribution à l'étude de la pédogénèse dans le domaine fluvio-marin en milieu tropical de l'Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat d'Etat - Université de Paris VI (France).

Aménagement de la plaine de Forgho au Mali

F. GADELLE

CEMAGREF

RESUME

En 1974, la SATEC a proposé plusieurs types d'aménagements hydro-agricoles pour les cuvettes inondées par le fleuve Niger dans la région de Gao au Mali. Elle a également montré que, à long terme, seuls l'endiguement et la transformation totale du système agricole par l'introduction de l'irrigation par pompage et de la double culture permettraient de fournir les céréales nécessaires à la région.

La présente communication retrace l'historique du projet expérimental de FORGHO, périmètre villageois pilote de 35 ha, ainsi que les résultats obtenus. En effet, malgré des conditions écologiques très défavorables, des paysans se sont organisés pour produire plus de 9 t/ha de riz en deux récoltes. Les innovations dans les techniques agricoles et l'organisation ont eu un effet d'exemple dans toute la région. Cependant, l'économie du projet reste fragile, surtout si on la compare aux résultats des périmètres de submersion de la zone, où les prix de revient sont plus faibles, mais les résultats plus aléatoires.

L'expérience de FORGHO peut néanmoins constituer un modèle de participation paysanne pour d'autres régions à écologie plus favorable.

Aux environs de Gao, à l'est du Mali, le fleuve Niger coule comme un ruban vert entre deux demi déserts. Ceux-ci ont empêché pendant longtemps les liaisons avec le reste du pays et en dehors de pistes praticables seulement aux véhicules tous terrains, l'accès de Gao était possible seulement par voie d'eau pendant 5 mois par an. Du coup la région était quasi abandonnée, aucun investissement important n'y ayant été réalisé jusqu'en 1979, entraînant une famine croissante, accrue par la sécheresse qui a débuté en 1972.

Cette situation est en train d'évoluer, d'abord par la construction de routes d'accès, ensuite par des tentatives pour améliorer l'agriculture traditionnelle dont l'aménagement de la plaine de Forgho est l'exemple le plus achevé. Avant d'étudier cet aménagement, il convient, cependant de le replacer dans son cadre géographique et historique.

I. APERCU GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE.

1. Géomorphologie et pédologie.

La boucle du Niger de part et d'autre de Gao appartient au "détroit nigérien", fossé rempli de sédiments tertiaires et quaternaires. Dans la vallée proprement dite, de quelques kilomètres de largeur seulement, le paysage s'est mis en place au quaternaire et on distingue (J.P. Blanck) :

- une plaine alluviale non inondable composée d'une haute terrasse graveleuse sans intérêt, d'une terrasse sablo-argileuse dont le potentiel agricole n'est pas négligeable (relief plat, vitesse d'infiltration inférieure à 50 mm/heure) et enfin de bancs de sable à modelé très chaotique dans les zones hautes.

- une plaine alluviale inondable haute composée, la plupart du temps, de bancs de sable arasés et incisés de

chenaux faiblement colmatés par des argiles subactuelles. Parfois on y trouve des lambeaux de terrasse argileuse récente. La submersion de cette zone dépend de la puissance des crues et ne dépasse jamais un à deux mois pour les zones les plus hardies.

- une plaine inondable basse, constituée essentiellement de dépôts argileux hydromorphes sauf dans certains chenaux profonds dont le sol est sableux comme le lit mineur du Niger.

2. Climatologie

Les précipitations moyennes annuelles décroissent du sud vers le nord, de 250 mm à Ansongo, 200 mm à Forgho et 150 mm à Bourem. Elles sont très irrégulières : de moins de 100 à plus de 400 mm à Ansongo suivant les années. Elles sont aussi peu étalées dans le temps : à Forgho les premières pluies utiles apparaissent au cours de la troisième décade de juillet et cessent à la fin d'août même en année moyenne (cf tableau). Sans irrigation les semis ne sont possible qu'en fin juillet et les besoins hydriques des cultures ne sont assurés que pendant 40 à 50 jours.

Les températures minimales sont inférieures à 20° de novembre à mars et même à 15° en décembre et janvier. Favorables à quelques cultures particulières (blé, orge) ces basses températures sont très contraignantes pour la culture du riz dessaisonné. L'évapotranspiration est très forte, supérieure à 2 500 mm/an avec des pointes à 13 mm par jour.

Les vents sont de fréquence élevée. Leur direction est à 79 % du temps NW-SE en saison sèche (harmattan, vent sec et chaud) et dans la direction opposée à 69 % du temps en saison des pluies (mousson, humide et chaude). Leur vitesse moyenne est assez faible, 3,9 m/s à Gao, malgré les violentes tornades de saison des pluies. Ceci rend difficile l'installation d'éoliennes à grand débit mais quasi indispensable celle de brise vent.

3. Hydrologie

La crue annuelle du Niger provient uniquement des ruissellements du Fouta Djallon à 1 500 km en amont après un passage dans le delta intérieur. Elle est donc décalée de 3 à 4 mois par rapport aux pluies, puisque son maximum se situe en décembre. Elle est aussi très étalée puisqu'elle dure de 7 à 10 mois et l'inondation de la plaine alluviale basse débute fin août et se termine en avril.

Cette crue décalée et relativement régulière oblige à disposer de matériel végétal et de techniques culturales adaptées. Cependant, les variations de hauteur entre crues très faibles et fortes atteignent 1,50 m et entraînent des inondations relativement irrégulières. En particulier, les dix dernières années n'ont pas vu de crue supérieure à celle de fréquence 0,8. Les étiages du Niger sont très faibles tant qu'on ne l'aura pas régularisé par un barrage, limitant la double culture à quelques milliers d'hectares entre Tombouctou et Niamey.

Pluviométrie (mm) à Forgho.

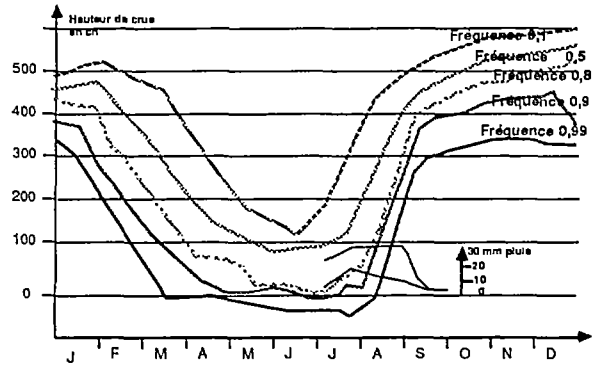
Mois	Juillet			Août			Septembre			Total annuel
Décade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Fréquence										
0,8	0,6	3,3	11,9	7,1	6,8	6,5	2,7	1,5	0	145,6
0,5	8,3	9,0	24,8	25,5	23,6	20,2	8,1	5,3	1,0	202,3

Températures et évapotranspiration (Turc) à Gao.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T_X(°C)	31,0	34,3	37,6	40,3	42,2	41,2	38,1	35,9	37,9	39,0	35,4	31,4
T_{moy}(°C)	22,5	25,5	29,0	32,2	34,9	36,4	31,9	30,0	31,2	31,6	27,7	23,4
T_n(°C)	14,1	26,7	20,2	23,9	27,5	27,9	27,0	24,6	25,1	24,2	19,5	15,5
ETP mm	202	234	259	280	257	222	185	172	176	217	186	181

T_X moyenne des températures maximales.
T_n moyenne des températures minimales

Plaine de Forgho - Hauteurs fréquentielles du Niger - Pluviométrie décadaire



Enfin, les eaux du fleuve sont douces et son débit solide est négligeable (moins de 25 g/m3 en crue) d'où l'absence totale d'alluvionnement dans les canaux d'irrigation et les plaines.

4. Milieu humain

Le milieu humain a été particulièrement bouleversé par la sécheresse des quinze dernières années. La population agricole, soit 80 % de la population totale, se caractérise par sa jeunesse (56 % à moins de 20 ans), un exode rural important (30 % des actifs), une croissance ralentie due aux années de sécheresse et liée à une sous alimentation aussi bien qualitative que quantitative.

Ethniquement et socialement, la population n'est pas homogène, la motivation agricole croît des Sonraï aux Peuls, et, à l'intérieur des ethnies, décroit suivant la hiérarchie sociale. Les années de sécheresse l'ont accrue, surtout pour le riz, consécutivement à la quasi-disparition de l'élevage.

Le régime foncier qui s'est imposé, caractérisé par une forte appropriation, est celui des Sonraï majoritaires sur la zone. C'est un régime très précis, adapté au caractère aléatoire du rendement des terres cultivées dans la vallée. L'appropriation est par contre plus lâche au niveau des terres exondées. La sécheresse a pour conséquence une plus grande rigidité du système et le développement du faire-valoir direct.

L'exploitation agricole moyenne est caractérisée par sa faible dimension (1,36 ha), mais de grandes variations existent entre exploitations. Les critères principaux de ces variations sont l'appartenance sociale des chefs d'exploitations et la différence de valeur des terres possédées due à leur hétérogénéité. Le cadre familial dominant de ces exploitations est le ménage.

5. L'agriculture de la zone

Les paysans ont adapté leurs techniques culturales à l'aridité du climat, la crue décalée du fleuve et la submersion très variable des terres cultivables. La faible pluviométrie voue, en effet, à l'insuccès la culture du mil en sec et, sur la zone non inondable, seules quelques cultures maraichères et fruitières sont installées juste au bord du fleuve. Cette zone est le domaine d'une steppe à épineux très clairsemée et à palmiers doums là où la nappe phréatique est plus proche. En combinaison avec les "bourgoutières" inondables, elles servent de pâturage à un troupeau à majorité d'ovins-caprins.

La plaine inondable est cultivée en riz flottant dans les parties basses et en sorgho de décrue dans les parties hautes. Le riz est semé en juillet, il pousse avec la pluie jusqu'à ce que la crue le submerge en septembre et il est récolté dans l'eau d'octobre à décembre suivant les variétés. Dans les zones plus basses, le riz est repiqué à la décrue, à condition que celle-ci soit ralentie par un seuil naturel ou artificiel. Dans les parties hautes, le sorgho est semé ou repiqué de février à mai, survit à l'abaissement de la nappe phréatique et pousse avec la pluie de juillet à fin septembre moment où il est récolté juste avant l'arrivée de la crue.

Naturellement ces cultures sont très aléatoires et dépendent d'abord des pluies très souvent insuffisantes, ensuite de la crue trop précoce ou tardive, ou trop forte ou faible, enfin des poissons rizophages qui attaquent le riz quand il est jeune.

Les populations de la région de Gao ont essayé de supprimer certains de ces aléas en construisant des diguettes autour des rizières pour limiter les submersions dues aux crues précoces ainsi que les attaques de poissons rizophages. Des diguettes collectives un peu plus hautes jouent le même rôle, des ouvrages en branchage régulant sommairement l'entrée des eaux dans les rizières. Il faut signaler que, avec les crues faibles, les agriculteurs ont étendu la culture des franges basses au détriment du bourgou.

II. LES PREMISSES DU PROJET

1. L'étude de la SATEC

Les cultures traditionnelles ne permettent pas d'assurer l'alimentation de la région qui reste structurellement déficitaire, surtout en période de sécheresse où, malgré une exceptionnelle résistance, les variétés locales souffrent du déficit pluviométrique et de l'irrégularité des crues. Aussi, dès la fin de la période coloniale, le gouvernement malien réalisait quelques ouvrages en béton avec batardeaux et grilles à poisson pour remplacer les ouvrages traditionnels en branchages. A partir de 1970, la mission catholique de Gao entamait la vente à crédit de pompes pour irriguer le riz pendant sa phase pluviale. Mais c'est en 1973-74 que la Banque Mondiale finançait la mise en place d'une opération d'encadrement appelée Action Riz et Sorgho de décrue à Gao,

ARS, tandis que la France finançait une étude de reconnaissance par la SATEC.

Pour l'aménagement hydroagricole des terres du lit majeur la SATEC proposait 4 solutions, de complexité croissante, à savoir :

- aménagement (I) : compléter l'action des diguettes traditionnelles (maîtrise de l'eau) par l'introduction de petites pompes mobiles permettant d'irriguer les cultures entre le semis et l'arrivée de la crue, qui assure le relais des pluies.

- aménagement (II) : semblable à l'aménagement (I) mais les diguettes de terres basses et moyennes sont remplacées par une seule digue, plus importante, mais qui reste submersible.

- aménagement (III) : semblable à l'aménagement (II) mais la digue est insubmersible.

- aménagement (IV) : aménagement complet (irrigation gravitaire avec planage des casiers) derrière une digue insubmersible, avec pompage dans le fleuve.

La SATEC ne préconisait que les solutions I et IV pour leur meilleure rentabilité prévisionnelle. Par dessus tout, son étude avait le mérite de montrer que seule la solution IV, complètée éventuellement par une solution V d'irrigation des terrasses par pompage, pouvait fournir des céréales en quantité suffisante pour la région.

A court terme la SATEC recommandait également un programme de production semencière et l'établissement d'un point de recherche agronomique en complément des activités de l'ARS (vulgarisation, gestion de pompes, crédit...).

L'étude SATEC minimisait les frais de gestion de moto-pompes dans une région aussi isolée que celle de Gao. En effet, seules les pompes vendues à des personnes disposant de revenus annexes (fonctionnaires, retraités, commerçants...) ont pu être entretenues et remboursées. Les essais de location de pompes par l'ARS ou de gestion coopérative ont également échoué pour les mêmes raisons.

En revanche la SATEC n'avait pas vu l'impact de l'aménagement de type III sur la culture du sorgho de décrue. En effet, le ralentissement de la vitesse de décrue permet au sorgho de mieux s'enraciner, et aussi de récupérer des zones hautes qui auraient été exondées naturellement avant la date des semis. En outre, les agriculteurs peuvent suivre plus facilement l'exondation plus lente des terres et mettre en culture la totalité des superficies potentielles.

Aussi, dans les projets récents, on a insisté sur les types II et III sans pompes malgré les propositions de la SATEC.

2. Le projet USAID pour l'Action Riz Sorgho à Gao

A la suite du rapport de la SATEC, un projet financé par l'USAID a démarré fin 1976 avec l'ARS prévoyant d' :

- améliorer la production du riz sur une superficie de 5 000 ha grâce à l'introduction de variétés de riz sélectionné et traité, à la pratique de meilleures méthodes de culture, à la réparation de digues submersibles existantes avec installation de vannes et grilles à poisson (type II SATEC sans pompes).

- améliorer la production du riz sur une superficie supplémentaire de 5 000 ha par la construction de digues insubmersibles, l'introduction de variétés sélectionnées, des pratiques culturales meilleures (repiquage) et l'installation de vannes et grilles à poisson (type III SATEC sans pompes).

- améliorer la production du sorgho sur une superficie de 3 300 ha grâce au traitement des semences.

- installer un centre de recherche pour l'expérimentation de nouvelles variétés de céréales, de nouvelles méthodes de culture, de doses d'engrais, de la traction animale et de l'utilisation de norias actionnées par les boeufs.

Il espérait obtenir ainsi 3 750 T/an supplémentaires de céréales et former 10 000 exploitants mais les réalisations ont été moindres que prévu. En effet, la station de recherches (18 ha en submersion et 25 ha en irrigation) n'a pratiquement pas fonctionné depuis son achèvement en 1981. Seuls 2 500 ha de type III ont été aménagés dans les plaines de Tacharan et Gargouna et les essais d'une noria importée du Pakistan ont été décevants. En revanche 15 motopompes (type I SATEC) ont été louées par l'ARS à des cultivateurs mais largement en dessous du prix de revient.

Depuis 1982 l'USAID ne soutient plus l'ARS qui est prise en charge de manière insuffisante par le budget du Mali, mais reste une structure lourde et hiérarchisée. Vu l'irrégularité de la pluviométrie et des crues et par conséquent celle des rendements des cultures traditionnelles on ne peut chiffrer son impact mais il est moins sensible au nord qu'au sud de Gao où elle concentre son action (projets PNUD de 11 ouvrages de type II, ainsi que de deux aménagements de type III)

3. Les études d'aménagement de 1977 à 1982

En 1977, le Mali obtenait du FAC et du Fonds Saoudien des crédits pour étudier 4 000 ha d'aménagements

de type IV et V (cuvettes et terrasses irriguées) sans compter des propositions d'aménagement de type III sur les mêmes surfaces.

Les solutions choisies s'apparentaient à celles retenues au Niger dans des conditions techniques analogues : canaux bétonnés car ils sont situés sur la plaine alluviale haute, stations de pompage pour l'irrigation et le drainage, endiguements...

Ces études dont la difficulté avait été sous-estimée ont conduit à des projets coûteux, de l'ordre de 3 à 4 millions F CFA/ha pour les travaux en raison de la morphologie très tourmentée des cuvettes de Gao impliquant un grand linéaire à l'hectare de digues et de canaux bétonnés, ceci indépendamment des surcoûts dus aux difficultés d'accès.

4. Les projets de périmètres pilotes

Dès 1979, le Génie Rural du Mali s'était rendu compte que les conclusions du rapport SATEC étaient trop optimistes et qu'il fallait passer par la mise en valeur de périmètres pilotes, d'autant que beaucoup d'agronomes ne croyaient pas possible la double culture du riz dans les conditions climatiques de Gao et qu'aucune recherche n'avait été entreprise.

Trois avant-projets ont été préparés sur Forgho (30 ha), Tacharan (66 ha) et Gargouna (90 ha), les deux derniers ayant l'avantage d'être situés à l'intérieur d'aménagements de type III et, par conséquent, d'exiger des digues moins coûteuses.

Les premières sources de financement contactées, outre quelques objections de détail, refusaient le projet en arguant de ce que celui-ci prévoyait 50 % de charges de production et d'irrigation pour les agriculteurs. D'après eux ce pourcentage était trop fort pour des populations sous alimentées et pauvres. Aucune alternative n'étant proposée, on en arrive au paradoxe que plus les paysans sont pauvres et moins on peut les aider !

III. LE DEMARRAGE DU PROJET

1. La mission d'évaluation

C'est en février 1982 que la représentation locale de la Caisse Centrale de Coopération Economique CCCE, visita la région de Gao et décida de prendre en considération la réalisation des périmètres pilotes de Forgho et Tacharan. Judicieusement, elle proposait à Forgho de réaliser un périmètre de submersion du type III qui intéresserait l'ensemble du village de Forgho en complément du périmètre pilote qui ne touchait que peu de familles.

Dès après ce rapport pouvaient commencer les premiers contacts sérieux avec la population de Forgho Almata, principal quartier du village touché par l'aménagement et siège de la chefferie traditionnelle. Parmi les variantes dans le tracé des digues du périmètre de submersion, les villageois choisissaient, en accord avec les projecteurs, celle qui englobait le plus de superficie cultivable soit 545 ha. Un pré-agrément était obtenu sur le principe du projet, mais il était difficile d'aller plus loin, aucun financement n'étant assuré.

La mission d'évaluation de la CCCE en juillet 1982 proposait :

- L'abandon du périmètre de Tacharan aux sols trop légers pour la riziculture.

- La mise en valeur à Forgho du périmètre pilote irrigué sur 30 ha et du périmètre de submersion sur 545 ha incluant les travaux d'infrastructure, la création d'un comité villageois pour la gestion et une assistance technique par un expatrié pendant 3 ans.

- Des essais d'introduction de l'aspersion pour combler les trous de pluviométrie pendant la phase pluviale du riz et du sorgho de submersion.

- Un essai de périmètre villageois sur 20 ha de terrasses à Ansongo.

- Un crédit de 150 000 FF pour des actions de développement communautaires devant être définies ultérieurement à Forgho : creusement de puits, reboisements...

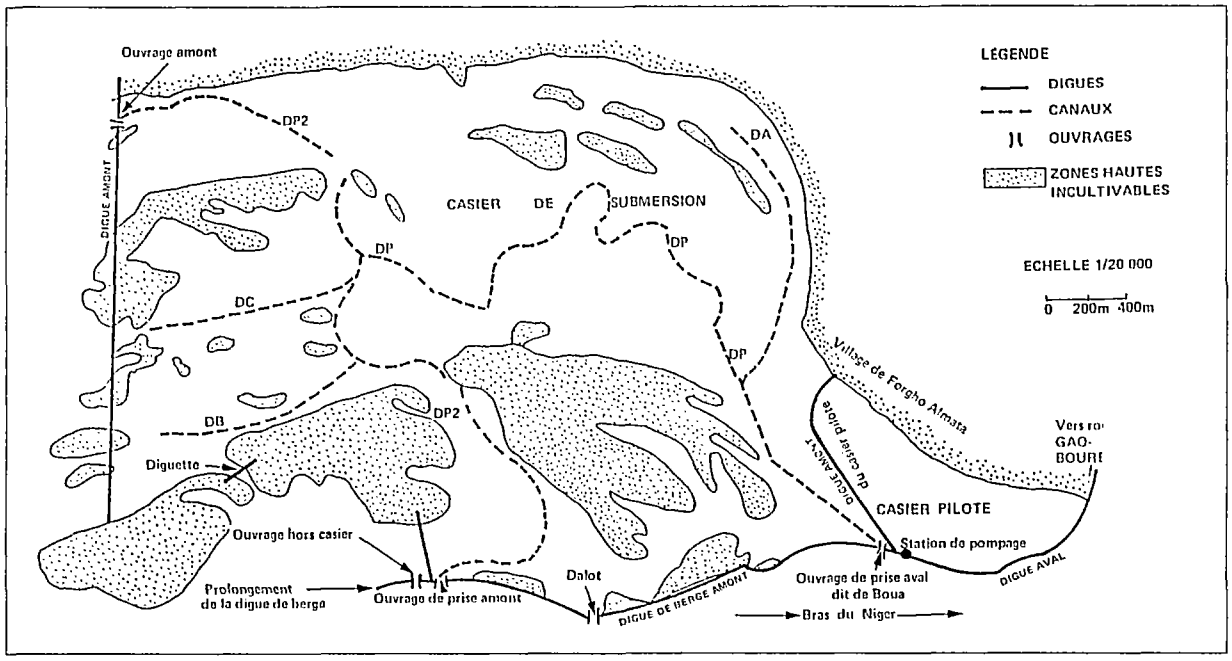
La principale innovation était de demander à rattacher le projet à la Direction Régionale de la Coopération DRC, et non plus à l'ARS, en raison de la structure hiérarchique de celle-ci et de la nécessité de prévoir l'autogestion rapide du périmètre.

2. Les discussions avec les populations

Après quelques modifications de détail, le rapport d'évaluation était approuvé par le Mali et les discussions approfondies commençaient entre les populations et les représentants de la Direction du Génie Rural initiateurs du projet, de l'Institut d'Economie Rurale de Bamako qui avaient réalisé les enquêtes socio-économiques, de la DRC et de l'ARS. Lors de la première présentation du projet, on a décidé d'envoyer quatre émissaires du village au Niger pour qu'ils puissent visiter des périmètres analogues qui n'existaient pas au Mali. Cette visite a duré une semaine au moment de la deuxième culture du riz et a permis aux paysans et à la DRC de Gao de voir les périmètres de Tillabery et de discuter à Niamey avec les responsables de l'ONAHA.

Dès le retour de la mission, de nouvelles réunions ont eu lieu à Forgho où les paysans se sont déclarés très intéressés par les aménagements pour la double culture dont ils avaient pu apprécier les résultats. Cependant,

Aménagements de la plaine de Forgho 2
Schéma d'ensemble



ils posaient comme condition que la propriété des terres leur soit acquise et qu'ils organisent eux-mêmes la redistribution. Il n'est pas sûr que les implications de cette demande aient été parfaitement comprise par la DRC mais son principe a été accepté.

Par ailleurs les populations de Forgho ont demandé d'abord un dalot supplémentaire pour alimenter une petite zone à l'intérieur du périmètre de submersion, ensuite un ouvrage permettant à l'eau de transiter à travers le même périmètre pour alimenter des plaines hors casier et cultivées par le village d'Hamakouladji. Une réunion avec les villages voisins a eu également lieu et l'administration a promis de réaliser deux ouvrages submersibles de type I pour satisfaire aussi les autres villages.

Ces discussions, longues puisqu'au total il y a eu trois jours de réunion avec le village, coûteuses parce que certains cadres devaient venir de Bamako, ont joué un grand rôle dans le bon déroulement ultérieur du projet.

De plus la chefferie de Forgho occupe une place éminente dans la région de Gao (un de ses membres est député). Cette place lui crée sans doute des obligations morales devant les initiatives de l'administration mais, en revanche, lui permet un contre pouvoir qui s'est manifesté tout au long du projet.

IV. LES TRAVAUX

1. Description du périmètre pilote

La conception du périmètre pilote est très classique sauf que, pour un aménagement expérimental, on a préféré des ouvrages durables pour ne pas ajouter aux difficultés de la vulgarisation.

Les besoins en eau ont été évalués à partir de la formule de Turc et les paramètres du réseau sont les suivants :

	Riz d'hivernage	Riz de saison sèche	Maïs d'hivernage	Maïs de saison sèche
Cycle végétatif	Juil-Nov.	Déc-Mai	Juil.-Oct.	Février-Mai
Consommation totale par cycle m3/ha	14 000	18 000	5 500	11 000
Débit fictif continu de pointe à la parcelle (l/s/ha)	1,01	1,53	0,53	0,78
Efficience	80 %	80 %	65 %	65 %

Le débit d'équipement retenu est de 3,8 l/s/ha correspondant à une irrigation maximale de 12 h par jour pour le riz. La main d'eau varie de 20 à 40 l/s suivant les arroseurs, ce qui permet une utilisation presque simultanée de tous ceux-ci malgré des surfaces arrosées différentes. Cette main d'eau variable, bien que peu courante, n'a posé aucun problème aux agriculteurs et mériterait d'autres essais.

L'irrigation se fait à partir de canaux tertiaires préfabriqués par siphons en tuyau de polyéthylène. Les tertiaires sont alimentés par des modules à double masque comme le secondaire sur l'ouvrage de prise. La régulation se fait par l'amont (déversoirs latéraux et siphons).

Le périmètre est protégé du Niger par une digue de berge prolongeant celle du périmètre de submersion et une digue amont l'isolant de celui-ci. Ces deux digues sont latéritées et circulables aux camions.

La station permet le pompage dans une mare, reliée au fleuve sauf en basses eaux, l'admission gravitaire en hautes eaux, ainsi que le refoulement des eaux de drainage dans le canal secondaire durant les hautes eaux du fleuve ; elle permet aussi le drainage gravitaire aux très basses eaux. Trois pompes GUINARD (dont une de secours ou pour le drainage), de débit 250 m3/h pour une HMT de 5 m, équipées de moteurs diesel DEUTZ de 5,7 kw assurent 4,2 l/s/ha et sont installés sur une plate-forme bétonnée (pas de bâtiments).

Le canal principal de 350 m de long a été creusé dans un remblai compacté et latérité puis revêtu de béton non armé de 5 cm d'épaisseur. Les canaux tertiaires en béton non armé sont de deux types :

- Type "tunisien" : constitués d'éléments d'un mètre de longueur et 4 cm d'épaisseur préfabriqués sur le chantier. Ils sont posés sur un remblai compacté ou le plus souvent sur le sol naturel et emboîtés.

- Type "nigérien" : constitués d'un socle coulé sur place et de deux dalles latérales, d'une longueur d'un mètre, encastrées dans des rainures moulées dans le socle. A la jonction de deux dalles successives sont fixées des entretoises transversales.

Ces canaux sont alimentés à partir du secondaire par des prises équipées de modules à masques et leurs flancs ont été renforcés gratuitement par les paysans par un remblai de 25 cm de largeur qui limite les fuites et sert de piste de circulation. Ces canaux relativement peu coûteux (10 et 15 000 F CFA/ml y compris les moules de préfabrication) donnent entière satisfaction.

Le réseau de drainage se dirige vers la station de pompage de manière à pouvoir, en crue, pomper vers les canaux les eaux d'infiltration sous les digues. Les eaux du Niger étant neutres et très peu chargées on a estimé que cette solution n'entrainait pas de risque de salure des sols, surtout que le drainage est gravitaire 4 à 5 mois par an.

2. Le périmètre de submersion

Très classique au Mali, le périmètre de submersion a été légèrement étendu à 610 ha nets en déplaçant la digue amont au moment des travaux. Il est séparé des crues du fleuve par une digue de berge puis une digue amont. Quatre ouvrages en maçonnerie sont situés sur les digues. Trois servent au remplissage dont le dalot demandé par les populations pour une microcuvette, le dernier sert à la réalimentation en eau des plaines de riz de submersion libre.

Il était prévu des canaux à l'intérieur du périmètre pour assurer une alimentation régulière des bas fonds mais ceux-ci n'ont pu être creusés que partiellement suite à l'opposition des populations (cf. plus loin).

On n'a procédé à aucun autre investissement à l'intérieur du casier : ni planage, ni bornage...

3. Investissements connexes

Ces investissements connexes au projet ont consisté à réaliser à l'entreprise :

- quatre ouvrages submersibles de type I, deux dans le cadre du marché demandés au cours des discussions préalables, deux dans une plaine voisine cultivée par Forgho où les populations ont réalisé les diguettes de part et d'autre des ouvrages.

- une piste d'accès de 1 km entre la route nationale et le village

- un bâtiment en banco pour la surveillance, transformé ensuite en siège de la coopération.

Postérieurement aux travaux principaux ont été construits en banco un hangar de stockage et un dispensaire de village. De même un puits a été creusé avec l'aide des intéressés.

4. Participation des populations aux travaux

Vu leur volume et leur technicité, les travaux d'aménagement ont été confiés à une entreprise après appel d'offres et la participation villageoise à cette phase a été quasi nulle sauf la priorité d'embauche assurée par l'entreprise. Cependant les autorités villageoises ont influé sur l'exécution des ouvrages sous l'effet de deux facteurs :

- le premier, structurel, est que toutes les terres de cuvette plus ou moins inondable sont propriétés privées.

- le deuxième, conjoncturel, était qu'au moment des travaux se déroulait la campagne électorale pour le renouvellement des comités de l'Union Démocratique du Peuple Malien, parti unique au Mali.

Comme les paysans expropriés ne pouvaient retrouver facilement des terres, les villageois se sont efforcés de limiter l'emprise des ouvrages, d'où la suppression des canaux du périmètre de submersion, l'obligation de rendre les zones d'emprunts cultivables (labour et fumure ultérieure). Les problèmes électoraux ont entraîné que la chefferie a cédé plus facilement ses terres que celles d'opposants d'où certains problèmes dans le choix des zones d'emprunts et des surcoûts de plus de 5 % du montant des travaux. Les représentants du chef de village ont aussi assisté à toutes les supervisions et réunions de chantier de manière à influer sur les décisions prises.

Les villageois ont également joué un rôle positif quand ils ont demandé des améliorations au périmètre pilote. En effet, une zone très basse de 11 ha avait été abandonnée comme bassin de drainage. Ils ont proposé de la récupérer pour la culture de submersion et, l'année suivante, ils ont édifié des diguettes pour qu'on puisse l'irriguer à partir de la station de pompage au moment de la levée du riz. De même, à leur demande, on a pu récupérer 2,5 ha qu'il était prévu d'irriguer dans le cadre d'une extension future.

V. LA MISE EN VALEUR

1. Le démarrage

L'expert pour la mise en valeur est arrivé en retard ce qui a entrainé une certaine précipitation dans le démarrage, heureusement compensée par son expérience de l'aménagement du même type de Namarigoungou au Niger. Dès son affectation en mai 1984, il a été confronté aux problèmes de l'établissement des pépinières, de la distribution des terres, de l'aménagement des parcelles et de l'obtention des semences.

Les pépinières ont été installées sur une zone assez haute, sableuse, non cultivée, appartenant à la chefferie. En effet, très vite, on a découvert qu'il n'y avait pas de cultures autres que le riz à vulgariser sur les terres légères. On a donc décidé d'étendre au maximum la culture du riz, y compris sur des terres jugées inaptes par les pédologues.

La distribution des terres s'est faite conformément aux accords antérieurs. On a expliqué aux populations que la taille normale qu'il fallait attribuer était d'environ 0,25 ha par actif et un découpage des propriétés existantes a été élaboré suivant ce critère, le propriétaire proposant le découpage et fournissant le nom des nouveaux attributaires. Des rectifications mineures aux tracés ont été opérées par échanges lorsque les limites des lots étaient trop près d'un drain ou d'un canal, ceci pour éviter les parcelles trop petites. On a obtenu ainsi un parcellaire où les lots varient de 0,21 à 0,28 ha. Il faut rappeler que, même avec une distribution égalitaire, les lots n'auraient pas été rectangulaires, car, pour s'adapter au relief du terrain, drains et canaux ne sont pas parallèles.

Enfin, pour faciliter la tâche de l'encadrement et la perception des droits d'eau, un levé cadastral de la plaine a été établi après les travaux d'aménagement à la parcelle.

Les travaux de planage, de construction, de diguettes, de renforcement des flancs des canaux et de creusement des drains tertiaires ont été réalisés par chaque propriétaire en moins d'un mois et demi. Ces tâches ont été facilitées par des dotations en vivres (Food for Work) et par un prêt de brouettes pour transporter la terre. Tous les terrains ont été récupérés y compris les zones à pente supérieure à 2 %, les berges des digues et même une zone de 0,4 ha, non irriguée au projet, pour laquelle on a dû prévoir une alimentation par tuyau depuis le canal principal. Avec l'extension nord-ouest la superficie cultivable nette atteint finalement 34,9 ha dont 31,4 ha en riz dans le casier pilote (hors 1,9 ha de pépinières) au lieu des 28 prévus au projet.

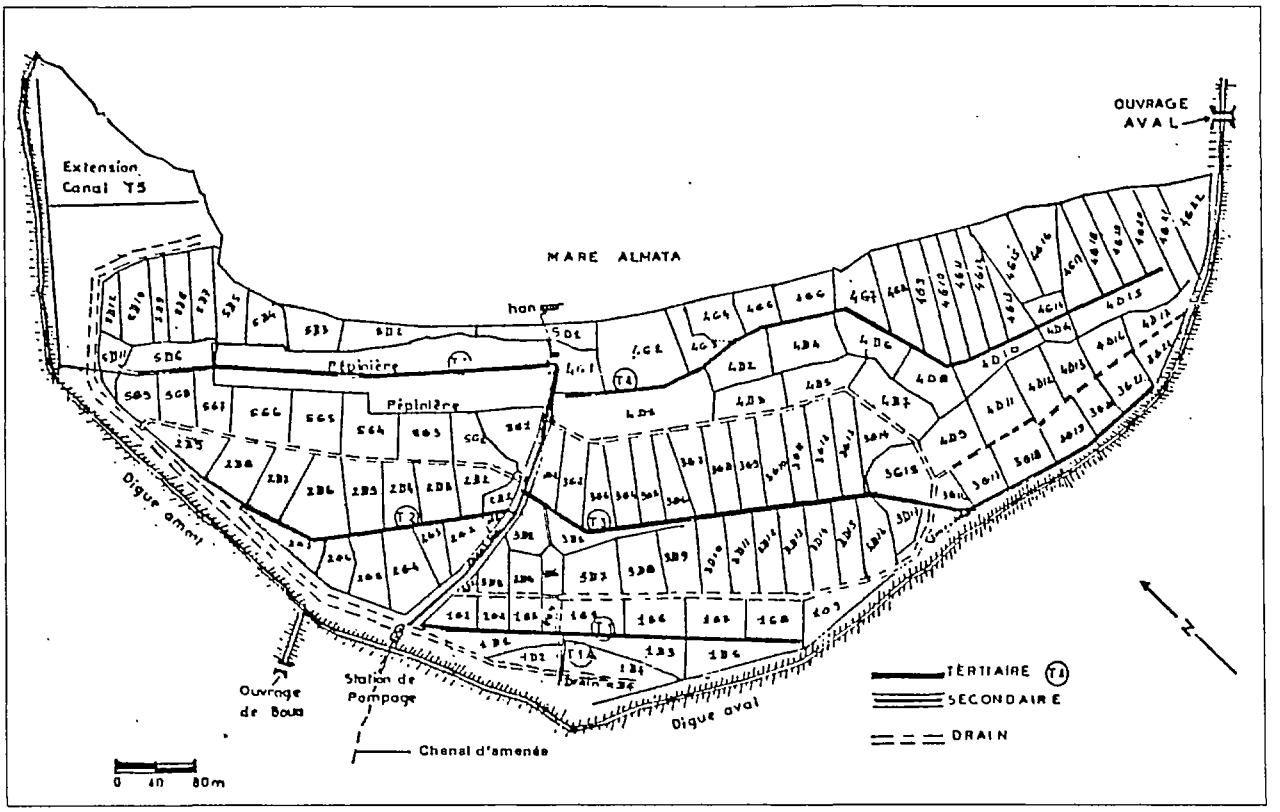
Les semences adaptées au riz irrigué en double culture n'existaient pas au Mali. On a donc utilisé du D52-37, variété à faible potentiel pendant que 100 kg d'IR 15-29 étaient achetés sur le marché local du Niger pour passer en multiplication avant d'obtenir un stock suffisant pour la deuxième campagne.

2. Fonctionnement de l'irrigation

Les paysans se sont très bien habitués à l'irrigation en cascade des rizières, la parcelle la plus haute étant alimentée par des siphons en polyéthylène. Comme sur certains périmètres du Niger, le tour d'eau est organisé sur chaque tertiaire avec des couleurs pour distinguer les jours d'irrigation (chaque exploitant irrigue le jour de sa couleur). Il n'y a donc pas de tour d'eau entre tertiaires.

C'est le système de pompage qui a posé les plus grands problèmes. Tout d'abord du fait du retard dans la livraison des pompes définitives, il a fallu commander d'urgence 5 petites moto-pompes de qualité médiocre mais les seules disponibles à Gao. Ensuite, la station permet la double fonction gravitaire-pompage à la fois pour l'irrigation et le drainage, ceci en fonction des niveaux d'eau respectifs du fleuve, du canal et du drain principal, et cette solution est inutilement compliquée : les économies sur le pompage sont quasi nulles en hautes eaux du Niger car on irrigue seulement les pépinières en décembre-janvier et les fuites d'eau par les vannes sont importantes. Enfin, en très faibles

Périmètre pilote de Forgho 2 - Plan parcellaire au 1er octobre 1984



crues du Niger, le niveau de la mare où est installée la station de pompage est plus bas que prévu. Il a fallu prévoir une pompe Lombardini de 400 m3/heure de secours pour les très basses eaux. L'encadrement a également fait construire trois digues avec ouvrages de type I barrant les chenaux alimentant la mare depuis le Niger. A la décrue du fleuve les digues seront réparées et les ouvrages fermés pour garder l'eau plus longtemps. Il n'est pas sûr que cette amélioration, délicate à entretenir chaque année, puisse fonctionner très longtemps, son utilité n'étant réelle qu'en crue exceptionnelle.

La conception très robuste du réseau a limité pour l'instant les entretiens à ceux des motopompes, toujours difficiles car la seule représentation de la marque est à Bamako et encore est-elle de médiocre qualité. Il a fallu donc commander certaines pièces à des revendeurs.

3. L'agriculture du périmètre pilote

Sur les 34,9 ha du périmètre pilote, on a réservé 1,9 ha aux pépinières, 31,4 ha au riz et 1,6 ha seulement aux cultures diverses. Il n'y a, en effet, pas de marché pour ces cultures diverses et aussi bien les techniques d'irrigation par billon qu'agronomiques ne sont pas au point. Aussi a-t-on laissé cette parcelle pour des essais par les agriculteurs.

L'agronomie du riz en double culture est classique au Sahel. La principale contrainte est le froid en hiver. L'idéal est de semer les pépinières en début décembre, moment de la récolte de saison des pluies. Ceci permet de repiquer dès les premières chaleurs en début mars alors que la technique normale des pépinières semées après les froids entraîne un retard de 3 semaines à un mois.

La variété utilisée est l'IR. 15-29, courante au Niger dans des conditions analogues, et qui donne d'excellents rendements, supérieurs de 1 T/ha à ceux de D52-37. Les doses d'engrais sont de 100 kg/ha d'engrais composé 15-15-15 au repiquage, 100 kg/ha d'urée au tallage puis à la montaison, les pépinières étant traitées au furadan et recevant un peu d'urée. L'engrais provient du Nigéria où les prix sont très bas si on l'achète dans le circuit informel.

4. Les autres volets agricoles à Forgho

Le périmètre de submersion n'a posé aucun problème particulier sauf que la première année de culture a souffert de conditions climatiques désastreuses. La seule pluie du 30 septembre a permis au riz de germer dans les bas-fonds et, grâce à une montée très lente du plan d'eau réglé par les ouvrages, on a pu sauver une vingtaine d'hectares. Evidemment, la surface récoltée en culture traditionnelle était nulle. Ces conditions difficiles font qu'il est impossible de préconiser des améliorations techniques sur un périmètre de submersion.

Les essais d'aspersion pour le démarrage du riz sous pluie (type I SATEC) prévus au rapport d'évaluation n'ont pas été tentés car une étude économique plus poussée montrait leur non rentabilité. En revanche, on a essayé une pompe à membrane qui a donné satis-

faction 20 en ont été commandées et sont en vulgarisation.

Le périmètre sur la terrasse d'Ansongo a, lui aussi, été abandonné parce qu'il était loin de Forgho et parce qu'on ne savait quoi y faire pousser de manière économique.

En revanche à Forgho, en collaboration avec les populations, on a planté 1 200 palmiers dattiers et même quelques bananiers dans un repli de terrain, ces arbres étant situés sur la frange haute qui n'est plus inondable après l'endiguement. Parallèlement, les paysans ont aussi planté des arbres mais surtout du maïs sur les diguettes de parcelle qui a servi de brise vent. Enfin, pour économiser l'eau, on tente actuellement des sorghos à cycle court en courte saison.

Il est trop tôt pour juger des résultats de ces expériences mais beaucoup d'entre elles semblent prometteuses, en particulier les dattiers, qui existaient autrefois dans la région.

5. L'encadrement

Par principe, l'encadrement a été réduit à un expatrié pendant 5 campagnes avec un adjoint malien sur 3 campagnes, tous deux dépendant de la Direction Régionale de la Coopération à Gao.

La coopérative villageoise a engagé un pompiste, un ayguadier, un magasinier, un comptable et un gardien, les salaires étant au niveau paysannal. Malgré la relative bonne marche de cette coopérative, il reste un certain nombre de fonctions qu'elle a de la peine à assurer : achats sur les marchés autres que Gao, liaisons avec la recherche agronomique... La coupure entre DRC, administration aux compétences plus gestionnaires, et ARS, chargée de la vulgarisation agricole, est dangereuse pour la future bonne marche du projet.

VI. COUTS ET RESULTATS

1. Coûts d'investissements

Les coûts d'investissements au 1er Août 1983 sont récapitulés dans le tableau suivant, globalement en millions F CFA et par hectare utilisable en millions F CFA :

COUTS D'INVESTISSEMENT

	Périmètre pilote (34,9 ha)		Submersion (610 ha)		Bas Fond (11 ha)	
Coût	Total	par ha	Total	par ha	Total	par ha
Digues	30,7	880	142,7	235	P. M.	P. M.
Canaux submersion	-	-	2,7	5	-	-
Ouvrages submersion	-	-	63,9	105	5,0	450
Réseau d'irrigation et drainage	41,2	1180	-	-	-	-
Station de pompage	34,8	1 000	-	-	-	-
Surveillance Trx	12,3	350	10,0	15	0,5	50
TOTAL	119,0	3410	219,3	360	5,5	500

Les coûts ci-dessus sont à majorer d'environ 250 000 F/ha pour la distribution du matériel de terrassements et un labour préalable au tracteur du périmètre pilote, 7,6 millions F CFA pour la piste d'accès à Forgho et le bureau de contrôle sans compter quelques frais divers.

2. Productions

Les productions du périmètre pilote sont données dans le tableau suivant :

Campagne	Sais. Hum. 84	Sais. Sèche 84-85	Sais. Hum. 86	Sais. Sèche 85-86
Surf. nette irrigable riz	28,4	29,8	31,4	31,4
Rendement T/ha	3,065	3,75	4,93	4,2

Les médiocres résultats de la première année s'expliquent par l'utilisation de D 52-37 (rendement 2,75 T/ha) alors que l'IR 15-29 donnait 3,75 T/ha.

Il n'y a pas de résultats pour les cultures de submersion toujours difficiles à mesurer car très aléatoires. Par rapport à la culture traditionnelle on prévoyait dans l'étude de faisabilité un gain moyen de 250 kg/ha et une augmentation potentielle de la superficie cultivée en sorgho d'une centaine d'hectares.

Dans le bas fond de 11 ha récupéré par les paysans à l'intérieur de l'endiguement du périmètre pilote et qui peut recevoir un complément d'irrigation, le rendement comptable est de l'ordre de 1,2 T/ha de paddy.

3. Coûts de fonctionnement et de production

Nous donnons ici les frais de fonctionnement du périmètre pilote pour les campagnes de saison sèche 1984-85 et de saison des pluies 1986, assez bien représentatives des coûts types de production et d'irrigation (coût total et par ha en 1 000 F CFA).

FRAIS DE FONCTIONNEMENT DU PERIMETRE PILOTE

	Saison sèche 1984-85			Saison pluies 1986		
	Total	par ha	%	Total	par ha	%
Salaires	523	17	7	540	17	9
Carburants lubrifiants	1687	54	22	1122	36	19
Entretien motopompes	653	21	8	454	15	8
Provision pour génie civil	87	3	1	87	3	1
Provision pour motopompes	1590	51	21	1426	46	24
Engrais pesticides	2186	71	28	1994	64	33
Semences paddy	377	12	5	249	8	4
Transports engrais, semences	518	17	7	12	0	0
Divers	56	2	1	110	4	2
TOTAL CHARGES	7677	248	100	5994	193	100

N. B. : Ces coûts de production ont été subventionnés jusqu'en saison des pluies 1985 (prise en charge des provisions pour gros entretien et renouvellement). Ils sont maintenant entièrement pris en charge par les agriculteurs.

On voit sur le tableau que les charges de pompage représentent plus de 50 % des coûts totaux. Le seul moyen pour les réduire consisterait à installer un pompage électrique branché sur le réseau ce qui n'est pas possible à Gao où celui-ci n'est pas fiable. A long terme, si le barrage de Tossaye sur le Niger est réalisé, on peut espérer voir ce coût divisé par deux. Les autres coûts sont déjà très bas et il n'est même pas sûr que les engrais pourront longtemps être achetés à bas prix sur le marché informel du Nigéria.

Pour la culture de submersion (type IV sans pompes) les charges supplémentaires par rapport à la culture traditionnelle sont de 4 000 F CFA/ha (frais d'entretien 3 000 F CFA/ha, gestion : 700 F CFA/ha, sacherie pour la récolte : 300 F CFA/ha). Rappelons que les charges de la culture traditionnelle sont les semences (8 000 F/ha pour le riz, 1 000 F/ha pour le sorgho), l'outillage manuel et un peu de sacherie (2 000 F CFA/ha).

Les frais d'entretien des ouvrages pour le bas fond de 11 ha (type III avec pompes) sont estimés à 4 700 F CFA/ha et, en année moyenne, les frais de pompage antialéatoire au début de la saison des pluies sont de 27 500 F CFA/ha. Les charges totales de production avec semences (8 000 F/ha), outillage et sacherie (3 000 F CFA/ha) mais sans quote part de gestion sont de l'ordre de 43 000 F CFA/ha.

4. Revenu net des agriculteurs

Le revenu net des agriculteurs peut s'apprécier à l'hectare, à la journée de travail et à la propriété, tout en sachant que ce dernier critère est essentiellement variable dans une société profondément inégalitaire.

Le nombre de journée de travail a été évalué en moyenne pour les cultures traditionnelles et pour le type III sans pompes où il tient compte de la suppres-sion de l'entretien des diguettes autour des parcelles. Pour la culture irriguée, il résulte des mesures sur le terrain en 1985, la culture étant entièrement manuelle.

REVENU NETS COMPARES

Mode de culture	Traditionnelle	Submersion III sans pompe	Bas Fond III avec pompe	Irrigué Saison pluies	Irrigué Saison sèche
Rendement moyen T/ha	0,3	0,55	1,2	4,5	4,5
Frais de prod. F/ha	10 000	14 000	43 000	193 000	248 000
Jours travail/ha	60	60	70	170	170
Prop. moy. (ha)	1,36	1,36	0,5	0,25	0,25
Revenu net/ha	20 000	41 000	77 000	257 000	202 000
Revenu net/j. t.	330	680	1 100	1 510	1 190
Revenu/prop.	27 000	56 000	38 500	64 000	50 500
Sensibilité	1,5	1,3	1,6	1,8	2,2

Avec un prix moyen de paddy à 100 F CFA/kg, l'ensemble de ces revenus est récapitulé dans le tableau suivant qu'on a complété par un test de sensibilité variation des revenus en fonction de la variation des prix ou des rendements (par exemple pour un rendement diminué de 10 %, le revenu net d'un agriculteur baisse de 2,2 x 10 % = 22 % en riziculture irriguée de saison sèche).

Dans la réalité, le prix du paddy à Forgho a oscillé entre 150 et 60 F.CFA/kg suivant les années, le prix officiel au Mali de 65 F.CFA/kg aujourd'hui n'étant pas applicable à GAO. La coopérative ne s'en est sorti qu'en vendant son paddy à une Organisation non Gouvernementale pour des distributions de vivres. Il est vrai que le marché de Gao est perturbé par des dons alimentaires à contre temps.

5. Résultats

D'après les tableaux précédents et en faisant abstraction du coût de l'assistance technique, les projets d'irrigation à Gao sont à peu près rentables si les rendements et les prix se maintiennent. En effet, le revenu annuel net est de 41 000 F.CFA/ha pour un investissement de 360 000 F.CFA/ha en submersion et de 459 000 F.CFA/ha pour un investissement inférieur à 4 000 000 F.CFA/ha en irrigation. De même les revenus par jour de travail sont supérieurs au SMIC de 500 F.CFA/jour.

Ces résultats restent cependant très aléatoires :

- la pluie et la crue variables empêchent toute prévision sur un périmètre de submersion.

- les revenus de l'irrigation sont très sensibles à des variations de prix et de rendement. Si on estime que, dans l'état actuel des agriculteurs sahéliens une innovation n'est acceptable que si les charges sont inférieures à 40-50 % du revenu brut, on voit que cette condition n'est pas respectée pour la culture irriguée de saison sèche, même avec un rendement de 4,5 T/ha et un prix de 100 F.CFA/kg de paddok.

VI. CONCLUSIONS

Le cas de Forgho est très intéressant car plusieurs systèmes d'irrigation sont en concurrence et fonctionnent relativement bien avec une participation intense des populations aussi bien dans la conception du projet que dans la réalisation des travaux et la mise en valeur des terres. Elles ont montré une connaissance parfaite du planage dans l'eau, du repiquage et de la double culture qui prouve qu'il existe des relations techniques informelles avec le Niger, la visite d'une semaine effectuée par les villageois ne suffisant pas à justifier cette connaissance.

Les deux solutions par submersion et irrigation sont également appréciées, les paysans ayant demandé une extension des deux aménagements. D'autres villages, imitant Forgho, ont créé tous seuls des périmètres irrigués à l'intérieur ou non d'aménagements de submersion, la pompe étant fournie par l'aide étrangère. Malheureusement, les contraintes de calendrier agricole et de fumure pour la double culture n'ont pas été respectées d'où des résultats insuffisants.

Le Mali envisage aujourd'hui d'autres extensions du type Forgho, périmètres villageois à l'intérieur de casiers de submersion. Surtout il pense réaliser des aménagements plus simples non endigués, cultivés à la décrue avec repiquage en février-mars, récolte en juillet, et irrigation par pompage. Les sites favorables pour la culture de saison sèche ne sont malheureusement pas nombreux.

Il reste cependant un certain nombre de problèmes à résoudre pour assurer l'autosuffisance céréalière à Gao qui ne consomme que 40 000 T de céréales correspondant à un besoin de seulement 5 000 ha aménagés en double culture :

- comment supprimer la dichotomie des services administratifs de coopération et de vulgarisation agricole afin que chacun joue un rôle complémentaire d'appui aux populations et comment organiser celles-ci pour qu'elles puissent s'assurer un certain nombre de services : achats d'engrais, de semences.

- comment organiser un système de prix stables et rémunérateurs dans un contexte dominé par l'irrégularité des récoltes traditionnelles et la concurrence de céréales produites ailleurs à moindre coût.

- par quelles cultures remplacer le riz pour la saison sèche et la mise en valeur des terrasses, dont le potentiel n'est pas nul bien que beaucoup plus faible que dit généralement.

La mise en valeur et l'aménagement des sols de mangroves

C. MARIUS

ORSTOM/ULP -Institut de Géologie (Strasbourg)

RESUME

Après avoir passé en revue les techniques d'aménagement des sols de mangroves dans les Guyannes, en Indonésie et en Sierra Leone et étudié de manière détaillée les contraintes liées à la salinité et l'acidité de ces sols en Casamance, l'auteur propose pour ceux-ci des schémas d'aménagement appropriés.

1.INTRODUCTION

La mangrove est une formation végétale halophile caractéristique des estuaires et deltas des régions tropicales, soumises à l'action de la marée. Les espèces qui la composent sont désignées sous le terme de **palétuviers** dont les deux plus connues sont Rhizophora, caractérisée par ses racines échasses et Avicennia caractérisée par ses racines aériennes: les pneumatophores.

A cette mangrove, sont généralement associés dans les zones inondées plus ou moins périodiquement en cours d'année, soit par les pluies, soit par les marées, des marais d'eaux saumâtres ou d'eaux douces.L'ensemble de ces zones qui forment transition entre le domaine maritime et le domaine continental correspond à ce qu'on appelle"zones de mangroves" et les facteurs dominants de la pédogenèse des sols de ces zones sont le souffre et les composés sulfurés associés parfois aux sels solubles.

2.MISE EN VALEUR ET AMENAGEMENT DES MANGROVES

Les zones à mangroves sont caractérisées par une grande variété de sols et non, comme on le croit généralement, uniquement formées de sols potentiellement sulfaté-acides et salés. Cette variété de sols est liée aux conditions climatiques hydrologiques, géomorphologiques et à la végétation. Sous climat équatorial ou tropical humide, la plupart des sols de mangroves ne sont pas salés, et selon les conditions géomorphologiques et de végétation, les sols sont complètement différents (sous des climats sensiblement identiques). C'est notamment le cas des sols des mangroves du Sénégal et de la Côte Orientale de l'Inde (Marius, 1982).

C'est en Asie que les mangroves ont été mises en valeur depuis longtemps (Indonésie, Malaisie, Thailande, Vietnam...) à cause de la pression démographique, mais aussi parce que le riz qui est la principale culture adaptée à ces sols est originaire et connu dans ces régions depuis très longtemps.

En Afrique, seule la frange côtière occidentale a été mise en valeur: en Guinée, Sierra Leone, Guinée Bissau et Sénégal.

Enfin en Amérique c'est uniquement dans les Guyanes (Suriname et Guyana) que ces sols ont été aménagés sur une grande échelle.

L'aptitude des sols de mangroves à l'aménagement pour une utilisation agricole dépend, en grande partie, d'un certain nombre de contraintes liées aux conditions locales du climat, de l'hydrologie et des caractères physiques et chimiques des sols (salinité et acidité) (MOORMANN,PONS,1974).Après avoir brièvement analysé ces contraintes, nous donnerons quelques exemples d'aménagement connus (Sierra Leone) ou que nous avons observés (Guyanes, Indonésie).

A.Etude des contraintes

a) Contraintes liées à l'hydrologie

Les sols de mangroves sont le plus souvent, de texture fine et peu perméable, aussi selon le degré d'alluvionnement et de drainage, ils peuvent, quand ils viennent d'être récemment aménagés, soit être complètement réduits soit présenter un mince horizon oxydé sur un sous-sol réduit et même, dans ce dernier cas, ils sont généralement inondés de manière prolongée pendant la saison des pluies, donc en conditions réduites. Pour une utilisation agricole de ces sols, deux possibilités s'offrent aux aménageurs.

- Ou l'on ne peut pas investir dans le drainage et alors seules les cultures adaptées aux conditions d'hydromorphie sont possibles, ce qui limite les spéculations agricoles au riz.

- Ou l'on dispose de capitaux pour investir dans le drainage et s'assurer une parfaite maitrise de l'eau et alors la gamme de cultures possibles est importante, notamment celles de cultures industrielles pouvant permettre d'amortir les frais investis (cocotier, palmier à huile, canne à sucre, légumes, agrumes...), c'est ce qu'ont fait le Suriname ou la Malaisie, par exemple. Il ne faut cependant pas perdre de vue que le drainage mal contrôlé peut conduire à une acidification des sols.

Parmi les contraintes liées aux conditions hydrologiques, il faut aussi retenir les inondations de différentes sortes, et notamment les inondations par les eaux salées soit dans les régions à déficit pluviométrique et où les eaux douces apportées par les rivières sont insuffisantes (Casamance) soit dans les régions touchées par les cyclones (Delta du Gange, Delta du Fleuve Rouge).

b) Contraintes liées à la salinité

Les sols de mangrove, récemment aménagés, sont plus ou moins salés et donc adaptés uniquement à des cultures tolérantes aux sels. S'il y a suffisamment d'eau douce provenant soit des pluies, soit des cours d'eaux, la salinité peut être éliminée, soit temporairement durant la saison des pluies, soit de manière permanente par une poldérisation et un drainage judicieux.

De ce point de vue, il faut distinguer la zone tropicale humide où la salinité ne pose plus de problèmes quelques années après l'aménagement de la zone tropicale à longue saison sèche où la salinité peut constituer une contrainte permanente même dans les zones poldérisées, car la resalination en saison sèche par évaporation et remontée capillaire est un phénomène courant et saisonnier. Les cultures ne peuvent être faites qu'en saison des pluies et encore, à condition d'être assuré d'avoir suffisamment d'eau douce fournie par les rivières. C'est le cas du Sénégal sur lequel nous reviendrons.

c) Contraintes liées à l'acidité

Les sols de mangroves sans acidité potentielle peuvent être aménagés sans problèmes. Bien drainés pour être dessalés, ils peuvent fournir des rendements en riz très élevés.

En revanche les sols de mangroves potentiellement sulfaté-acides se transforment rapidement en sols sulfaté-acides quand on les draine, avec toutes les conséquences chimiques lorsque le pH s'abaisse au dessous de 4 - 3,5.

BLOOMFIELD et COULTER (1973) ont passé en revue toutes les toxicités chimiques liées à l'acidification des sols de mangroves. Nous retiendrons celles qui sont les plus importantes, à savoir :

- la toxicité aluminique et ferrique qui se développe à des pH inférieurs à 3,5 et sur lesquelles nous reviendrons plus loin ;

- la toxicité manganique ;

- les toxicités liées aux acides organiques solubles dans le cas des sols tourbeux ;

- les carences en éléments nutritifs, notamment en phosphore, azote et éléments traces (Cu et Zn) sont importantes et générales dans les sols sulfatés-acides.

Toutes ces contraintes chimiques liées à l'acidité peuvent être surmontées par un aménagement approprié. Une première méthode utilisable dans le cas de la riziculture est de limiter le drainage au minimum absolu (30-50 cm). On évite ainsi l'acidification du sous-sol et donc la remontée capillaire de substances acides toxiques. Quand cela n'est pas prohibitif et si le sol n'est pas trop acide, on peut le chauler pour neutraliser l'acidité, au moins en surface.

d) Contraintes physiques

Les contraintes physiques au développement des sols à mangroves pour l'agriculture sont les plus sévères pendant l'aménagement de ces sols. Le défrichement du sol de mangrove, particulièrement de celui sous Rhizophora est très difficile à cause de la mauvaise accessibilité. Les sols de mangroves qui ne sont pas matures ou seulement très superficiellement ont une capacité de portance faible, ce qui exclut la mécanisation du défrichement et la préparation initiale du sol. Les sols sous Rhizophora ont une capacité de portance accrue par l'existence d'un mât racinaire épais entrelacé, mais une fois que ces racines meurent et se décomposent après le défrichement, la capacité de portance diminue considérablement. Particulièrement difficile est aussi l'aménagement des sols à couche de tourbe superficielle (Guyanes, Bornéo). L'amélioration de la capacité de

portance et l'accessibilité n'ont lieu qu'après une aération raisonnable des couches profondes et la maturation des sols. Et la mécanisation n'est possible que si les 50 cm superficiels sont maturés. Cela signifie que les sols potentiellement sulfaté-acides qu'il ne faut pas aérer pour prévenir toute oxydation ne sont pas aptes à être mécanisés. Il en est de même pour les sols tourbeux où la mécanisation n'est possible que lorsque la couche de tourbe a disparu par oxydation ou a été brûlée.

B. Exemples d'aménagements des mangroves

Nous citerons trois exemples d'aménagements agricoles pris sur chacun des trois continents : Asie (Bornéo), Afrique (Sierra Leone) et Amériques (Guyanes), en précisant que nous avons eu l'occasion d'observer sur le terrain les aménagements des guyanes (1964, 1969) et ceux de Bornéo (1983).

a) Kalimantan (Bornéo - Indonésia)

Dans une île réputée pour sa sous-population (9 habitants au km^2) par rapport à Java, les zones marécageuses situées dans les estuaires sont surpeuplées. A l'occasion de l'étude de l'estuaire de Barito (Août 1983), nous avons pu observer les techniques d'utilisation et d'aménagement de ces sols. On estime à environ 250 000 ha les superficies cultivées, en riz principalement, mais aussi en cocotier, bananier, caféier, canne à sucre, agrumes, ananas.

L'utilisation actuelle de ces sols tourbeux est le résultat de très nombreuses années d'expérience acquise par les populations locales. Le principe est de maintenir les sols inondés en permanence afin d'empêcher leur oxydation et donc leur acidification. Par ailleurs, l'inondation est exclusivement assurée par la marée dont l'eau à l'avantage d'être ici toute l'année douce (2mmhos en saison sèche). C'est donc une *riziculture inondée tidale.*

Depuis 1922 et à l'occasion des programmes de transmigration, plusieurs systèmes d'aménagements ont retenu l'attention des autorités :

- le système du *drainage contrôlé* (VAN WIJK) dans lequel les inondations saisonnières et l'eau stockée dans les couches de tourbe épaisses devaient fournir l'eau nécessaire à l'irrigation ;

- en 1958, le "*tidal swamp system*" proposé par PANGERAN M. NOOR, basé sur l'irrigation par les marées hautes, suivie du drainage par gravité, à marée basse. Mais dans les zones interne où l'influence de la marée est limitée, ce système n'a pas donné les résultats escomptés car les sols se sont acidifiés ;

- la *poldérisation*, proposée en 1950 par SCHOPHUYS, et en partie réalisée plus tard. Ce système nécessite la construction de canaux, l'installation de pompes et de valves automatiques pour l'irrigation avec l'eau du fleuve, l'installation de valves automatiques pour contrôler le drainage, l'utilisation d'engrais, la mécanisation... Compte tenu du coût élevé des investissements, ce système n'a pas été utilisé à une grande échelle.

- *Système "Gadjah Mada University"*. C'est finalement ce système qui est utilisé à grande échelle dans la région. Le principe est inspiré des méthodes traditionnelles. Un canal primaire, perpendiculaire à la rivière se divise en deux canaux secondaires qui se terminent eux-mêmes dans des bassins réservoirs. Des canaux tertiaires partant des canaux secondaires permettent la pénétration effective de l'eau à marée haute. Les entrées des canaux tertiaires sont plus resserrées à proximité de la rivière qu'à l'intérieur des terres afin d'obtenir une décharge égale de tous les canaux tertiaires à marée basse.

Les bassins réservoirs stockent les eaux de drainage qui sont ensuite remises dans le circuit pour l'irrigation, ce qui pose naturellement des problèmes, les eaux de drainage étant souvent acides et il semble qu'à l'avenir, il faudra songer à isoler les deux systèmes : irrigation et drainage.

b) Guyanes

A la suite de plusieurs missions effectuées en Surinam et en Guyana, nous avons publié deux articles (MARIUS et al., 1964 ; MARIUS et al., 1969) dans lesquels nous avons consigné nos observations sur l'aménagement des sols de mangroves dans ces deux pays, car c'est là que s'est développée toute l'agriculture, notamment ces dernières années, à l'inverse de la Guyane française qui, malgré l'exemple de ses voisins n'a pas su tirer partie de la fertilité des "Terres Basses" et a développé son agriculture sur les Terres Hautes.

Le choix des surfaces à mettre en valeur dans la zone des argiles marines récentes fait appel à une série de critères fondamentaux concernant le sol. Le type de culture est sélectionné ensuite en fonction des critères humains et économiques.

On étudie :

- les possibilités d'accès : cordons sableux, fleuves navigables ;

- les caractéristiques pédologiques, morphologie du profil, perméabilité, épaisseur et nature de la couche de tourbe, évolution probable de l'argile marine, acidité, développement de la structure...

- les possibilités d'apport d'eau douce pour l'irrigation :

fleuves ou rivières dont on contrôle le front de salinité, savanes marécageuses à tourbe épaisse pouvant servir de réservoir (Guyana).

Dans les deux Guyanes, la culture principale est le *riz* qui est faite par de petits agriculteurs en Guyane, alors qu'en Suriname, elle est faite sous forme de grandes exploitations mécanisées, de plusieurs milliers d'hectares (WAGENINGEN polder, PRINZ BERNARD Polder...).

La riziculture exige qu'on enlève la couche de tourbe, alors que pour le bananier, on choisit des sols à couche de tourbe de l'ordre de 20 à 50 cm, aussi l'option prise au départ est-elle importante, car le style d'évolution du polder est souvent irréversible. Les deux Guyanes étant, dans l'ensemble, très sous-peuplées, c'est donc essentiellement sous forme de "polders" qu'ont été aménagées les zones marécageuses, mais l'endiguement de ces zones n'a pas été identique. En effet, en Guyana, les premiers colons hollandais ont réalisé le tour de force de jeter une digue à l'extérieur de la mangrove séparant le continent de la mer et à l'heure actuelle, Georgetown, la capitale, est au-dessous du niveau de la mer. Le rideau de palétuviers a fait place à des prés salés et toute la bande côtière est habitée.

Tandis que la canne à sucre s'est établie le long des fleuves, le riz s'est implanté à partir des terres salées proches de la mer et progresse vers l'intérieur. L'irrigation est assurée par l'eau stockée dans la tourbe épaisse des savanes marécageuses.

Ce sont d'ailleurs les deux principales spéculations agricoles de ce pays.

Au Suriname, le choix s'est porté sur les argiles à couche de tourbe épaisse. On a délimité et endigué à l'intérieur de la Plaine Côtière, les zones adéquates, laissant ainsi intacts, en aval, la mangrove et les sols salés à couche de tourbe peu épaisse.

Outre le riz et le bananier déjà cités, les cultures sont plus variées : agrumes, canne à sucre, pâturage, cacaoyer...

En Guyane française, c'est à la suite d'une impossibilité à choisir une spéculation agricole que le polder "Marie-Anne" de 360 hectares, aménagé pendant les années soixante, a dû être abandonné. Le choix était entre la riziculture et le bananier, c'est-à-dire donc, entre enlever la couche de tourbe ou la maintenir. Des contraintes économiques : riz moins cher au Suriname et Antilles productrices de bananes ont fait abandonner le projet.

c) La Sierra Leone

L'étude de l'aménagement des mangroves pour la riziculture a fait l'objet de très nombreuses études de chercheurs de la station de Rokupr, en particulier de HART, CARPENTER, JEFFERY (1963). Les sols sont, en majorité, potentiellement sulfaté-acides et le schéma d'aménagement proposé est le suivant :

- établissement de polders ;

- assèchement aussi complet que possible pour obtenir le maximum d'oxydation ;

- réintroduction de l'eau de mer pour entrainer rapidement les acides et apporter des ions métalliques qui déplacent H^+ ;

- établissement d'un polder permanent ;

- chaulage ;

- lessivage par les eaux pluviales pour dessaler les sols.

3. AMENAGEMENT DES MANGROVES DE LA CASAMANCE (SENEGAL)(1)

Dès les premiers jours de l'Indépendance, le gouvernement sénégalais avait élaboré un programme d'aménagement hydro-agricole de la Casamance et les premières études ont été effectuées par le GERCA en 1963. Deux périodes se distinguent nettement dans les projets d'aménagements de la Basse Casamance. La période 1963-1975 que l'on pourrait qualifier la période "ILACO" du nom de la société qui a effectué toutes les études et démarré une partie des travaux. Il s'agit de International Land Consultants et la période post ILACO qui commence en 1975 et au cours de laquelle nous avons participé activement à l'élaboration des projets d'aménagements et à une partie des études pédologiques. Nous passerons brièvement en revue ces deux périodes, après avoir au préalable indiqué le principe qui a guidé ces projets.

A. Principe

L'idée de départ a été qu'on disposait de grandes surfaces vierges de mangroves en bordure des affluents de la Casamance et que l'aménagement de ces terres pour la riziculture ne se heurtait pas à des problèmes fonciers comme c'était le cas pour les rizières douces.

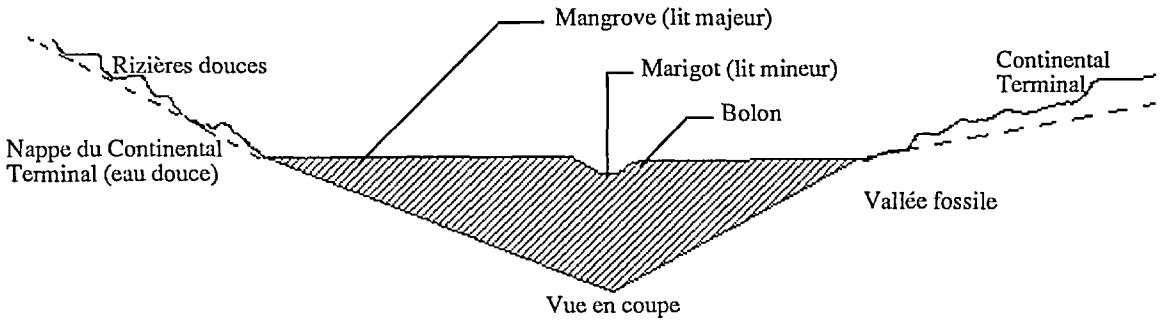
Les aménagements envisagés consistaient à maîtriser la salinité des eaux et des sols grâce à la construction de digues et barrages anti-sels et à un drainage des sols de manière à les dessaler. Une digue en terre barre le lit majeur du marigot au dessus du niveau des plus hautes eaux. Sur le lit mineur est consruit un "barrage clapet"

(1) Une étude complète du milieu naturel de la Casamance est présentée dans la communication de M. AUBRUN.

en béton, muni de portes battantes en bois qui permet l'évacuation des eaux d'amont (donc le dessalement des terres d'amont) et s'oppose à l'invasion du marigot par les eaux marines d'aval. En empêchant pendant tout l'hivernage le mélange des eaux de pluies avec les eaux marines d'aval, le barrage assure une meilleure efficacité du lessivage naturel et donc un dessalement plus précoce.

Après la fin de l'hivernage, il s'oppose au reflux des eaux marines dans les marigots. En outre, le marigot bénéficie d'apports complémentaires d'eau douce grâce au drainage de la nappe du Continental Terminal (Fig. 1)

Figure 1 - Principe de l'Aménagement des vallées affluentes de la Casamance - Vue en coupe



Le barrage empêchant le mélange des eaux douces et des eaux marines, le lit majeur pouvait être cultivé en riz pendant une période suffisamment longue pour que la production rizicole devienne sûre.

Comme on peut le constater, tout avait été axé sur le dessalement des terres et rien n'avait été prévu pour lutter contre l'acidification éventuelle de ces sols.

B. Période ILACO

La société ILACO a axé ses travaux sur 2 vallées : la vallée de Guidel, située sur la rive gauche de la Casamance, en amont de Ziguinchor, et sur la vallée de Nyassia, bras principal du Kamobeul bolon. Elle a effectué l'étude complète du milieu naturel de ces deux vallées et élaboré les projets de barrages. Parallèlement, elle a réalisé des études et quelques petits aménagements dans les vallées de Baïla, Bignona, Soungrougrou et Tobor. Les problèmes de dessalement et d'acidification ont été étudiés dans deux polders expérimentaux : Medina et N'Dieba par G. BEYE (1972, 1973, 1975). La notice explicative accompagnant la carte des sols au 1/20 000° de Guidel de l'ILACO montre que la majeure partie de la partie aval de la vallée était recouverte d'une mangrove mixte à *Rh. mangle* et Avicennia et trois grandes unités de sols ont été distinguées : les sols sur Continental Terminal, les sols de transition (50 cm de sédiments marins sur C.T.) et les sédiments marins formés de sols de mangroves et de tannes, l'ILACO concluait son étude en ces termes : "Les sols des mangroves sont très aptes à l'aménagement des rizières, à cause de leurs fortes teneurs en matières organiques..." "La crainte autrefois exprimée que le pH des sols de mangroves serait très bas après dessèchement ne s'est pas réalisée. Les pH s'abaissent jusqu'à 3,9 en moyenne (5 en moyenne) et par humidification, par eau douce, remontent de nouveau (5,5 - 6) pour que la riziculture soit possible". Plusieurs centaines d'hectares de mangroves ont ainsi été aménagés, notamment avec des canaux de drainage profonds, pour lessiver les sels.

On notera que dans toutes ces études préliminaires, tant pour Nyassia que pour Guidel, les teneurs en soufre des sols n'ont pas été évaluées. Le résultat le plus immédiat et le plus spectaculaire de ces aménagements a été une baisse rapide et importante du pH. Dans les parcelles aménagées de Tobor, nous avons relevé en 1972 un pH de 2,5 qui ne s'est jamais relevé. Si on ajoute à cela une sursalure généralisée des sols et des eaux résultant des années de grande sécheresse (1972-1973), on comprendra aisément que la plupart de ces aménagements aient dû être abandonnés.

C. Période post-ILACO

Elle démarre vers 1976 avec l'établissement par la Direction de l'Equipement Rural du Sénégal, des projets d'aménagements rizicoles de tous les marigots (bolons) de la Basse Casamance.

Nous avons collaboré activement, d'une part, à l'élaboration des termes de références pour la partie pédologique des projets, d'autre part à la prospection et à la cartographie de trois marigots (Baïla, Guidel et Bignona). Toutes les vallées ont été cartographiées au 1/20 000° grâce à une couverture photographique aérienne infrarouge réalisée par l'I.G.N., généralement à 1/10 000°. Les travaux ont été réalisés par DAFFE et TOUJAN (1980) pour le Soungrougrou, par BROUWERS (1980) pour le Kamobeul, par AUBRUN et MARIUS (1980) pour Baïla, par MARIUS et CHEVAL (1980) pour Guidel et par AUBRUN et

MARIUS (1986) pour Bignona. La comparaison des photos I.R.C. récentes (78-79) avec celles de 1969 confirme de manière claire nos observations sur la séquence de Balingore, notamment la disparition massive de la mangrove à palétuviers réduite généralement à un mince rideau en bordure des marigots et l'extension considérable de la mangrove décadente et des tannes (1) à moquette aux dépens de la mangrove mixte à Rh. mangle et Av. africana.

Par ailleurs, dans toutes les zones aménagées par l'ILACO et abandonnées (Guidel, Kamobeul) on observe une importante reprise d'Avicennia sur un tapis dense de Sesuvium portulacastrum et au terme de notre étude de la vallée de Guidel, nous avions pu conclure que : Les effets conjugués de la sécheresse et des aménagements ont provoqué une importante transformation des 40-50 cm superficiels. Il y a eu tassement, baisse du taux de matière organique -mieux évoluée- acidification modérée et baisse du taux de soufre en surface. En revanche, il y a eu une augmentation considérable de la salinité des sols et des nappes. Mais on notera que dans l'ensemble, l'évolution de ces sols a été moins catastrophique qu'on aurait pu le penser, et que somme toute, la sécheresse n'a fait qu'accélérer une évolution naturelle de ces sols, parce que non provoquée par l'homme. Ils sont donc en voie de "tannification". En conclusion, tous les projets d'aménagements de ces vallées doivent résoudre les contraintes liées à la salinité d'une part et à l'acidité d'autre part.

a) Contraintes liées à la salinité

Le riz aquatique et notamment le riz prégermé supporte des salinités relativement élevées et surtout n'exige pour pouvoir être repiqué qu'un dessalement assez peu profond, d'environ 10 à 20 cm. BROUWERS (1980) a calculé les quantités d'eau douce nécessaires, en mm, pour ramener la salinité du sol au seuil de tolérance pour le riz (tableau 1). On constate, d'après ce tableau, que le riz peut être repiqué après un excédent hydrique de 300 à 500 mm si le seuil de tolérance au sel est de 5 mmhos et après 250 à 500 mm si ce seuil est de 7,5 mmhos. Or ces conditions sont réalisées entre le début et la mi-août les années normales et entre mi et fin août les années sèches, et l'on remarquera que de manière empirique, les populations locales repiquaient le riz vers la fin août. Par ailleurs, dans le cas de sols très salés, il est souhaitable de démarrer le lessivage des sels avec l'eau des marées de vives-eaux, en hivernage, pour éviter une floculation brutale des vases et donc leur imperméabilisation, mais en tout état de cause, la confrontation des données du tableau, avec les données climatiques montre que si le dessalement annuel de terres mêmes très salées peut être facilement réalisé, l'excédent hydrique n'est cependant pas suffisant pour assurer le cycle de croissance du riz jusqu'à son terme, notamment les années sèches et qu'il manque environ deux mois d'eau douce pour maintenir les sols dessalés.

Tableau 1 : Besoins en eau pour dessaler les terres (d'après BROUWERS, 1980)

Quantités d'eau douce nécessaires pour ramener la salinité du sol au seuil de tolérance pour le riz, en mm

a) Pour une profondeur de dessalage équivalente à 10 cm eau à H.S.

Seuil de tolérance (ECe en mmho)	Type de sol (exprimé en % H.S.) 20	35	62	80	125
Salinité initiale (EC10) : 20 000 mmho					
5 000			550	500	450
7 500			500	450	400
12 000			450	400	350
Salinité initiale (EC10) : 10 000 mmho					
5 000	500	500	450	400	350
7 500	550	450	400	350	300
12 000	500	400	350	300	250
Salinité initiale (EC10) : 5 000 mmho					
5 000	500	450	350	350	300
7 500	450	400	300	300	250
12 000	400	350	250	200	150

b) Pour une profondeur de dessalage équivalente à 20 cm eau à H.S.

Seuil de tolérance (ECe en mmho)	Type de sol (exprimé en % H.S.) 20	35	62	80	125
Salinité initiale (EC10) : 20 000 mmho					
5 000			950	900	800
7 500			850	800	700
12 000			750	700	600
Salinité initiale (EC10) : 10 000 mmho					
5 000	1050	900	800	750	650
7 500	950	750	700	650	550
12 000	900	700	600	550	450
Salinité initiale (EC10) : 5 000 mmho					
5 000	900	800	650	600	500
7 500	800	700	550	500	400
12 000	700	600	450	400	300

H.S. humidité à saturation totale

En ce qui concerne le dessalement des sols par drainage, G. BEYE (1975) a établi le bilan de cinq années d'études de dessalement des sols du polder de Medina sur la vallée de Nyassia. Il constate un dessalement absolu pour tous les modes de drainage utilisés. Le dessalement de l'hivernage est essentiellement tributaire de la pluviométrie, seule source d'eau. Le ressalement de saison sèche est général mais son intensité dépend du type de drainage. Le drainage par gravité avec fossés peu profonds communiquant directement avec le marigot en saison des pluies joint à un assèchement en saison sèche s'avère le plus favorable car il permet un

(1) Les tannes sont des zones nues, situées en arrière des mangroves et résultant de l'évolution de celles-ci par sursalure.

dessalement suffisant pendant l'hivernage en année normale. Quant au dessalement par pompage, il s'avère que le drainage le plus efficace est le drainage par fossés de 1 m de profondeur, avec 20 m d'écartement.

D'autres techniques comme le paillage ou le mulch peuvent favoriser aussi le dessalement (BEYE, 1973). A cet égard, on peut signaler que la présence d'un tapis épais de Sesuvium dans les zones aménagées est un facteur favorable pour le dessalement, car il limite l'évaporation pendant la saison sèche.

b) Contraintes liées à l'acidité

A l'état naturel, les sols de mangroves ont un pH voisin de 6 et on a vu que le drainage profond de ces sols avait conduit à une baisse brutale du pH allant jusqu'à 2,5 (Tobor). A Guidel, et dans la plupart des aménagements abandonnés, les 50 cm superficiels sont sulfaté-acides avec de la jarosite, et un pH de l'ordre de 4. De même, la plupart des sols des tannes vifs ou herbacés ont un pH de 3,5 - 4. Mais dans tous les cas, ce sont des sols sulfaté-acides et les transformations chimiques qui se produisent dans ces sols, lorsqu'ils sont inondés pour la riziculture sont d'un intérêt particulier.

En effet, la réduction de ces sols à la suite de leur inondation provoque une augmentation rapide et importante de deux éléments toxiques pour le riz : le fer ferreux dissous et l'aluminium dissous. A des taux supérieurs à 300 - 400 p.p.m., le fer ferreux est toxique pour le riz, or des valeurs nettement plus élevées ont été signalées dans des sols sulfaté-acides, inondés et riches en matière organique.

A des pH inférieurs à 3,5 - 4, la toxicité aluminique affecte la croissance du riz, et inhibe totalement les effets des engrais azotés, phosphatés et calciques et il semble qu'en milieu salé les effets de ces deux toxicités soient accrus par les taux de fer et d'aluminium, plus élevés, libérés dans la solution du sol (PONNAMPERUMA, 1976). VAN BREEMEN et PONS (1978) signalent que d'une manière générale, la toxicité ferrique est fréquente et très marquée dans les sols sulfaté-acides jeunes et beaucoup plus rare dans les sols développés (para-sulfaté-acides). En l'absence de toxicité aluminique et ferrique, les sols sulfaté-acides salés ont une déficience marquée en phosphore.

D. Techniques d'aménagement et de mise en valeur des sols de mangroves de Basse Casamance

Ces techniques doivent avoir pour objectifs de dessaler au mieux la partie superficielle de ces sols, tout en prévenant leur acidification et en ce qui concerne la Basse Casamance, trois cas sont à envisager :

- les sols de mangroves - potentiellement sulfaté-acides - non évolués.

- les sols des zones aménagées de l'ILACO et des tannes, évolués en surface qui sont des sols sulfaté-acides jeunes.

- les sols des tannes vifs, rarement atteints par les marées, à profils très développés mais dont les surfaces sont généralement limitées.

Dans tous les cas, il faut chercher à limiter l'oxydation de la pyrite et essayer de freiner le développement de l'acidité existante en maintenant la nappe phréatique au dessus de l'horizon pyritique réduit et proche de la surface.

a) Les sols de mangroves ne s'acidifiront pas tant qu'ils seront sous l'influence des marées. Il faut donc chercher à dessaler l'horizon superficiel et les techniques d'aménagement ne peuvent que s'inspirer des méthodes traditionnelles pour les améliorer en leur adjoignant notamment des réseaux de fossés peu profonds (30-50 cm) et peu espacés (20-25 m) dans lesquels pourrait circuler librement l'eau de la marée. Or, nous avons vu que le facteur limitant principal, résultant de la sécheresse de ces dernières années était le manque d'eau douce en fin d'hivernage pour permettre au riz de finir sa croissance. Et ce sera, à notre avis, la fonction essentielle des barrages prévus dans les différentes vallées.

L'eau des marigots est généralement dessalée en août et septembre et elle doit circuler librement pour dessaler la partie superficielle des sols. En fin d'hivernage (octobre-novembre), le barrage serait fermé pour stocker l'eau douce et même empêcher la remontée des eaux salées dans les rizières. Après la récolte du riz, le barrage serait réouvert pour permettre à l'eau de la marée de circuler à nouveau et neutraliser les produits acides éventuellement formés.

b) Les sols sulfaté-acides jeunes

Ce sont les sols les plus difficiles à récupérer, notamment quand l'acidification résulte d'un drainage artificiel. En effet, c'est dans ces sols que les phénomènes de réduction sont les plus intenses et que les taux de fer ferreux dissous sont les plus élevés, quand ils sont inondés. L'eau de la nappe est par ailleurs souvent acide. Deux voies sont possibles pour leur récupération :

- un drainage profond et intensif avec lessivage massif des composés soufrés, de préférence avec de l'eau de mer pendant plusieurs années (5 - 10 ans, ou plus). Ils pourront être ensuite "poldérisés" de manière définitive, comme les sols de type (c), mais nécessiteront des amendements calciques importants pour relever le pH.

- il faut essayer de limiter au maximum les effets de la

toxicité ferrique en jouant simultanément avec l'eau de la marée pour relever le pH et une quantité suffisante d'eau douce pour que la plus grande partie du fer dissous puisse être soit éliminé par la chasse tidale, soit précipité sous forme de sulfure insoluble et l'on revient aux sols de type (a).

c) Les sols de tannes évolués

Ils peuvent être "poldérisés" et, à terme, définitivement dessalés par un aménagement en casiers et réseaux de fossés. Pour empêcher leur resalinisation par la nappe en saison sèche, diverses techniques peuvent être utilisées : paillage, avec la paille de riz restée après la récolte, pratique du mulch végétal, ou même couverture avec des espèces tolérantes au sel (Paspalum).

Ces techniques qui permettent de réduire fortement l'évaporation en saison sèche sont déjà utilisées par les populations locales, avec un certain succès (Baïla, Tobor) et elles présentent l'avantage de pouvoir être utilisées sur des surfaces réduites avec des moyens de terrassement simples.

d) Morphodynamique actuelle et risques d'érosion

Au plan morphodynamique, la Basse Casamance est une zone actuellement "stable" et les phénomènes d'érosion ou d'alluvionnement sont très limités. L'examen des photos aériennes depuis 1954 montre que le cours des chenaux n'a pas changé. De même, le réseau des fossés creusés par l'ILACO dans les années 60 est encore intact. Les seules manifestations morphodynamiques observées sont :

- les accumulations éoliennes, sous forme de "lunettes" dont l'extension est relativement importante, à mesure qu'on remonte vers le Nord (vallée de Baïla). Ces lunettes qui sont essentiellement sableuses sont souvent colonisées par une végétation halophyte herbacée et sont relativement étendues dans le cas de lunettes anciennes ; les plus petites quand elles se sont formées au cours de la décade sèche.

- des entailles à rigoles d'érosion pluviale qui se forment au contact tanne vif - rizières abandonnées et tanne vif - bolon. Elles sont dues à une combinaison particulière de circonstances édaphiques, à savoir :

. dans le premier cas, ces entailles sont dues au ressalage des terres, suite à l'absence d'entretien des diguettes qui les protégeaient contre les hautes marées d'hivernage, ce qui provoque la dispersion de l'argile de l'horizon superficiel ;

. dans le second cas, c'est le dessalage sous l'effet des pluies qui fait perdre à la surface du sol sa cohésion.

En résumé, trois facteurs contribuent à donner à la Basse Casamance sa stabilité morphodynamique actuelle :

- la grande platitude de la région ;

- la faible vitesse du courant dans les marigots ;

- l'aménagement traditionnel sous forme de petits casiers.

Tout aménagement ou modernisation de l'agriculture traditionnelle risque de rompre l'équilibre actuel et en ce qui concerne les mangroves, leur point faible se situe au niveau des berges qu'il faut protéger de l'érosion en maintenant une frange de palétuviers dont les racines assurent la cohésion du matériau. Ils faut aussi éviter que les bateaux à moteur puissants et rapides empruntent les marigots pour que les vagues qu'ils provoquent n'affouillent les berges.

4. Aquaculture

S'agissant de l'aménagement des mangroves nous avons surtout insisté jusqu'à présent sur leur mise en valeur agricole et principalement sur la riziculture. Or il existe d'autres options d'aménagement des mangroves et notamment des mangroves salées ou saumâtres. Il s'agit de l'aquaculture qui se développe de plus en plus dans cet écosystème d'autant que parfois cette option est plus rentable que la riziculture. En effet, les mangroves salées sont généralement riches en poissons, crevettes, crustacés, huitres et coquillages de toutes sortes. C'est là que se trouve souvent le point de départ d'une chaine alimentaire importante, aussi la destruction de la mangrove peut elle avoir des conséquences désastreuses sur la pêche hauturière.

Certaines techniques aquacoles peuvent accroître les rendements des pêches côtières et la méthode la moins dangereuse du point de vue écologique est l'aquaculture en eau libre, car la pose de nasses ou de cages fixes n'a qu'une faible incidence sur le milieu physique de la zone de mangrove adjacente et ne perturbe donc pas l'équilibre de l'écosystème. Par contre l'aquaculture en bassin présente certains dangers pour le milieu environnant puisqu'il faut abattre des arbres pour dégager le terrain et y construire des digues ou autres systèmes de rétention des eaux saumâtres et quand les marées, les substrats et la composition chimique des eaux sont favorables, les prises de poissons et de crevettes peuvent être considérables. Mais cette aquaculture intensive en bassin fait courir les plus grands dangers à l'environnement, car les risques de pollution sont élevés en raison de l'emploi massif d'engrais, d'aliments et de produits anti-parasites que cette technologie exige et les mangroves peuvent même disparaître totalement à la suite des coupes auxquelles il a fallu procéder pour aménager les bassins et construire les bâtiments, les voies d'accès, etc...

5. Conclusions

Les mangroves qui couvrent plus de 15 millions d'hectares en Afrique tropicale, en Asie et en Amérique latine sont l'un des écosystèmes les plus menacés de la planète. La mise en valeur des terres, l'exploitation forestière inconsidérée, le développement parfois abusif de l'aquaculture et naturellement la pollution mettent en danger de précieuses ressources naturelles : bois d'œuvre, charbon de bois, produits des palmiers, sans parler d'espèces de poissons nombreuses et très appréciées. La végétation terrestre et la faune marine coexistent en un équilibre fragile encore mal connu. Ce qe l'on sait par contre, c'est que cet équilibre ne résiste pas à des interventions brutales ; aussi les projets d'aménagements des mangroves doivent-ils toujours tenter de concilier les intérêts de la production (agricole et piscicole) et l'intégrité de l'écosystème. Ces projets nécessitent donc des études sur le milieu physique ainsi que des études socio-économiques sur la base desquelles serait planifiée l'utilisation de ces milieux. Pour cela, il est nécessaire d'intensifier la recherche interdisciplinaire qui seule permet d'établir des projets viables de développement intégrant la foresterie, les pêches et les activités agricoles.

En ce qui concerne plus particulièrement le Sénégal, on retiendra que les projets de barrages sur les marigots de la Basse Casamance ont été conçus dans le but de produire deux récoltes de riz par an, "afin de dégager des surplus pour l'exportation". Or, compte tenu des aléas climatiques (sécheresse prolongée) et de l'environnement naturel (apports d'eau douce très réduits), il est avant tout *urgent* d'assurer aux populations locales une récolte de riz par an en leur fournissant un appoint d'eau douce en fin d'hivernage et ce sera, nous le répétons, la seule fonction des barrages.

Par ailleurs, il serait plus judicieux de construire plusieurs petits barrages sur les bras secondaires des grands marigots que quelques grands barrages en aval de ceux-ci, et il est totalement exclu que ces barrages soient destinés à arrêter de manière définitive l'entrée de l'eau salée dans les marigots, car alors les conséquences sur l'environnement écologique seraient catastrophiques. En effet, d'une part on verrait alors disparaître une grande partie de la faune (crevettes, huitres, poissons, coquillages...) qui est non seule-ment nécessaire à l'alimentation des populations loca-les, mais constitue aussi une source importante de reve-nus par son exportation, et d'autre part, on verrait aussi apparaître par suite de la pollution des eaux dou-ces en arrière des barrages de nombreuses maladies (ty-phoïde, bilharzioze, onchocercose) pour le moment inconnues dans cette région. Une telle catastrophe écologique a été déjà signalée dans d'autres parties du monde (Kerala, Inde, 1978).

En conclusion, l'utilisation et l'aménagement des mangroves du Sénégal doivent être conçus de manière à assurer un développement équilibré et harmonieux des diverses activités liées à ce milieu écologique riche de potentialité,

- *pêche*, par le développement de l'aquaculture (crevettes, parcs à huitres) dans les tannes ;

- *riziculture*, par la construction de petits barrages-écluses pour assurer l'appoint d'eau douce en fin d'hivernage ;

- *tourisme* villageois s'intégrant au milieu et s'inspirant du modèle de la Basse Casamance.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUBRUN A. et MARIUS C. (1980) - Programme de développement de la vallée de Baïla. Etude pédologique - ORGANISATION et ENVIRONNEMENT, Paris, 116 p., 6 cartes au 1/20 000°.

AUBRUN A. et MARIUS C. (1986) - Etude pédologique sur la vallée de Bignona en Casamance. Organisation et environnement. Rapp. mult. 106 p. + annexes + 4 cartes, sept. 1986.

BASSOULET Ph., DJUWANSAH R., GOULEAU D. et MARIUS C., 1986 : Hydrosedimentological processes and Soils of the Barito Estuary (Indonesia). Oceanologica Acta, 1986, p. 217-226.

BEYE G. (1973) - Une méthode simple de dessalement des sols de tanne de Casamance : le Paillage. *L'Agro. Trop.*, 5, p. 538-549.

BEYE G. (1975) - Bilan de cinq années d'études du dessalement des sols du polder de Medina. *L'Agro. Trop.*, 3, p. 252-259.

BEYE G. (1973) - Acidification of mangrove soils after empoldering in Lower Casamance. Effects of the type of reclamation system used. in : Acid Sulphate Soils - DOST (éd.) Publ. ILRI 18, Wageningen, vol. 2, p. 359-372.

BLOOMFIELD C. et COULTER J.K. (1973) - Genesis and management of acid sulfate soils. *Adv. in Agronomy*, 25, p. 265-326.

BREEMENN. van et PONS L.J. (1978) - Acid Sulfate Soils and Rice in : Soils and Rice. I.R.R.I. Los Banos Philippines, p. 739-761.

BROUWERS M. (1980) - Etude économique et technique du barrage de Kamobeul. Etude pédologique, vol. 1, I.R.A.T., Montpellier, 80 p.

DAFFE et TOUJAN (1979) - Etude pédologique de factibilité pour l'aménagement rizicole de la vallée du Soungrougrou. SONED-Dakar, 28 p.

DRIESSEN P.M. et ISMANGUN (1973) - Pyrite containing sediments of southern Kalimantan, Indonesia. Their soils, management and reclamation. Acid. Sulphate Soils, DOST (éd), Publ. ILRI 18, vol. II, p. 345-356.

HART M.G.R., CARPENTERA.J. et JEFFERY J.W. (1965) - Problems in reclaiming saline mangrove soils in Sierra Leone. *Sols Africains*, 10 (1) p. 71-75.

MARIUS C. (1981) - Caractérisation et utilisations de quelques sols sulfaté-acides de Thailande et de Malaisie. ORSTOM - Institut de Géologie, Strasbourg, *multigr.*, 20 p.

MARIUS C. (1982) - Acid sulphate soils of mangrove area in Senegal and Gambia. in DOST (éd). Proceed. of the Bangkok Symposium on acid sulphate soils. Publ. ILRI, Wageningen, n° 31, p. 103-135.

MARIUS C. (1982) - Les sols de mangroves du Sénégal et de la Côte Orientale de l'Inde. Etude comparative. Comm. au 12ème Congrès Int. de la Sc. du Sol. New Delhi, fév. 1982.

MARIUS C. et CHEVAL M. (1979) - Les sols des mangroves et tannes de la région des Kalounayes. ORSTOM Dakar, *multigr.*, 10 p.

MARIUS C. et CHEVAL M. (1980) - Note sur les sols de la vallée de Guidel. ORSTOM Dakar, *multigr.*, 13 p.

MARIUS C. et LUCAS J. (1982) - Evolution géochimique et exemple d'aménagement des mangroves au Sénégal (Casamance). *Oceanologia Acta*, n° Sp., p. 151-159.

MARIUS C., PAYCHENG C. et LOPEZ J. (1976) - La détermination du soufre et de ses composés au laboratoire ORSTOM de Dakar, ORSTOM Dakar, *multigr.*

MARIUS C. et TURENNE J.F. (1968) - Problèmes de classification et de caractérisation des sols formés sur alluvions marines récentes dans les Guyanes. *Cah. ORSTOM*, Série Pédo VI, 2, p. 151-201.

MARIUS C. (1985) - Mangroves du Sénégal et de Gambie. Ecologie - Pédologie - Géochimie - Mise en valeur et aménagement. T. et D. ORSTOM, n° 193.

MOORMANN F.R. et BREEMEN N. van (1978) - Rice, Soil, Water, Land. I.R.R.I. Los Baños-Laguna. Philippines, 185 p.

MOORMANN F.R. et PONS L.J. (1975) Characteristics of mangrove soils in relation to their agricultural land use and potential. Proc. Int. Symp. on biology and management of mangroves. East-Wast Center Honolulu, p. 529-547

PONNAMPERUMA F.N., ATTANANDANA T. et BEYE G. (1973) - Amelioration of three acid sulphate soils for lowland rice. Acid Sulphate Soils, DOST (éd.) Publ. ILRI, 18, Wageningen, p. 391-406

SOURDAT M. et MARIUS C. (1964) - Mission pédologique en Guyane Britannique. *Bull. Biblio. de Pédo.*, XIII, 4, p. 22-25.

VIEILLEFON J. (1977) - Les sols de mangroves et tannes de Basse Casamance. Mém. ORSTOM, n° 83, 291 p.

WIJK C.L. van (1951) - Soil survey of the tidal swamps of south Borneo in connection with the agricultural possibilities. Contr. Gen. Agr. Sta., n° 123, Bogor, Indonesia.

La riziculture Balante : cas de la région de Tombali (Guinée-Bissau)

E. DENIS

IRFED

RESUME

Cette communication est basée sur une recherche effectuée pendant six mois dans le Sud-Ouest de la Guinée-Bissau.

Elle montre comment les contraintes du milieu (acidification, salinisation, etc...) ont obligé les paysans balantes à mettre au point un système de culture basé sur la gestion de l'eau, tout en tenant compte des structures sociales et économiques de la Société Balante

NOTE D'INTRODUCTION A LA COMMUNICATION D'ERIC DENIS SUR LA RIZICULTURE BALANTE DANS LA REGION DE TOMBALI (Laurent THOMAS, Eric SABOURIN, EDI-IRFED)

Les études concernant la riziculture Balante dans le Sud-Ouest de la Guinée-Bissau et, entre autres, les récentes observations menées par Eric DENIS autour de la gestion de l'eau dans la rizière du village de CANTONE, sont conduites dans le cadre du "Programme de Recherche Paysannale de la région de Tombali" intégré au Département de Recherche Agricole (DEPA) du Ministère du Développement Rural, sur un financement FAO et une assistance technique d'EDI-IRFED.

Cette recherche est née des expériences de formation et d'animation rurale de l'IRFED en milieu Balante au sein du projet CEPI (Centres d'Education Populaire Intégrée) : en fait, à partir des tentatives de dialogue et d'analyse avec les communautés villageoises, des problèmatiques nouvelles qui se posaient aux systèmes paysans :

- contraintes (écologiques, techniques, socio-économiques, politiques) de l'environnement régional et local sur les systèmes de production

- intégration des jeunes au système ancestral : reproduction des cycles ou ruptures locales

- possibilités d'alternatives ou d'innovations techniques au niveau de la production agricole

A partir de 1984, le projet définitivement intégré aux structures du DEPA, concentre ses efforts sur l'approche agronomique et, en particulier, sur l'étude approfondie du système de riziculture Balante, dans les villages de la vallée du Rio Cumbidja (rizières sur mangroves à palétuviers et tannes salés).

L'objectif principal demeure l'acquisition de connaissances et d'éléments (observations, mesures, essais, tests, etc...) conduisant à l'élaboration d'un référentiel technique adapté ou adaptable aux structures paysannes locales.

A ce titre, le cas de la gestion de l'eau et des aménagements hydro-agricoles est exemplaire. Les paysans des ethnies locales Nalu, Beafada, Sosso, y compris les riziculteurs Balante connaissent des problèmes ces dernières années, au niveau de la maîtrise de l'eau, de l'entretien des aménagements hydrauliques (digues anti-sel, diguettes, vannes, drain, problèmes liés au nivellement, etc...) et surtout au niveau de la mise en valeur ou de la récupération de

nouvelles rizières. Depuis l'implantation des services du Développement Rural dans la région, les paysans consultés formulent d'ailleurs ces difficultés en termes de demande d'appui.

Cependant, jusqu'à présent, la plupart des solutions retenues (barrages anti-sel, canaux de dérivation, vannes "bois et béton", etc ...) s'est généralement révélée moins efficace ou, surtout, globalement moins bien adaptée à terme que les méthodes et techniques aussi sophistiquées qu'éprouvées du système Balante, quelles que soient leurs limites.

Aujourd'hui, dans la région de Tombali, ces choix sont fondamentaux, en particulier avec l'apparition de grands projets d'aménagements hydro-agricoles et récupération de terres de mangroves (1) qui se heurtent au manque de références et de connaissances concernant les systèmes de production locaux (Balantes, Nalus, Beafadas, etc...).

Actuellement, même si l'on dispose, pour certaines zones et certains types de sites, de résultats plus complets et de quelques éléments de connaissance du milieu de mangrove (incidence de l'eau, de la marée, de la topographie, des sols, de la faune, etc ...) ou de compréhension des systèmes de production des riziculteurs Balantes, l'utilisation et, à priori, l'application pratique de ces connaissances (encore bien limitées) posent de nouveaux défis : il s'agit essentiellement de la confrontation des données et connaissances acquises avec les autres déterminants : socio-économiques surtout (interaction au sein des systèmes de production, des structures sociales, politiques et économiques Balantes, Nalus ou Sosso ...) et de leur interprétation ou traduction en termes discutables, restituables aux paysans (vérifications confrontations, expérimentation, diffusion, etc ...) d'une part et aux Services du Développement Rural d'autre part (encadreurs, enquêteurs, techniciens, alphabétiseurs, etc ...).

C'est là une autre dimension du projet en cours, qui constitue dans les conditions difficiles de la région et du pays un pari par rapport à la continuité du programme de recherche et à la prise en compte des stratégies paysannes face aux modèles des grands projets d'aménagement.

La région de Tombali située à l'extrême Sud-Ouest de la Guinée-Bissau (figures 1 et 2), avec une pluviométrie annuelle "normale" de 2400 mm appartient à la zone sub-guinéenne. Les Balantes, principale ethnie de la région, y cultivent presque exclusivement du riz inondé ou riziculture aquatique "salée" de mangrove. Le système agraire balante présente une adaptation assez remarquable aux contraintes du milieu (chimiques, physiques, climatiques) bien que depuis quelques années, la diminution du volume des précipitations combinée à une certaine réduction de la disponibilité en main d'œuvre commence à poser quelques problèmes.

La rizière étudiée est celle du village de Cantone, qui avec une superficie de 500 ha peut être caractérisée d'importante et a ceci de particulier d'être exclusivement constituée d'exploitations balantes.

Le milieu naturel et ses contraintes

Le climat est de type maritime, caractérisé par deux saisons bien différenciées : une saison sèche de sept mois et une saison des pluies. Ce contraste entre les deux saisons se fait ressentir au niveau des températures, de la pluviométrie et de l'évapotranspiration. La pluviométrie, déterminant essentiel pour la riziculture, montre une diminution depuis quelques années (tableau 1) mais son niveau restant toujours supérieur à 1500 mm, c'est essentiellement sa répartition qui est le facteur déterminant.

Figure 1 : Situation de la Guinée-Bissau

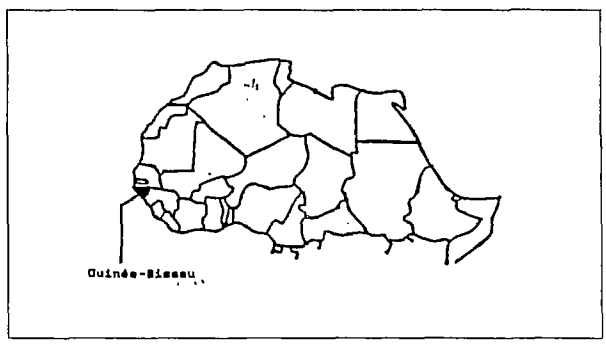
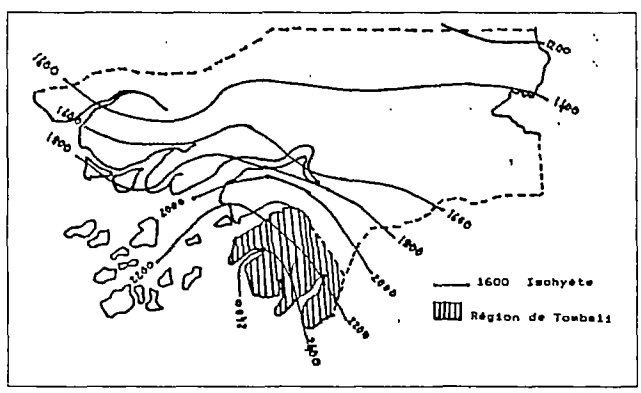


Figure 2 : Carte des isohyètes en Guinée-Bissau



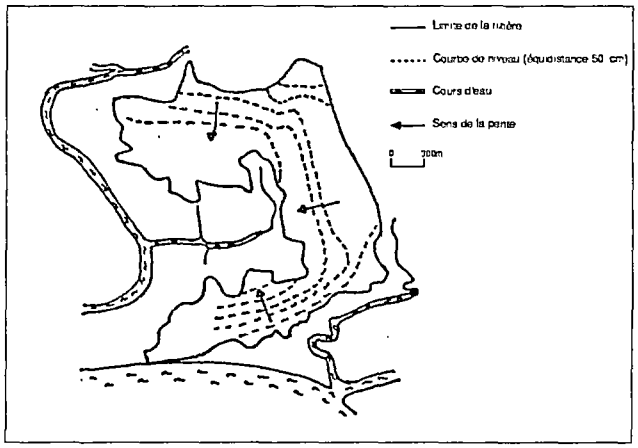
(1) Projet de Développement Rizicole de Como-Caiar Tombali (fin. FIDA-BAD)
Projet de Développement Tombali-Sud (Fin. Koweit, BADEA, FAO)
Projet de Développement de l'Agriculture du Sud (Fin. US AID)

Tableau 1 : Variations des précipitations sur la période 1951-1981

Localité	Bolama (1951-1967)	Bolama (1969-1981)	Bedanda (1955-1967)	Bedanda (1969-1980)
Janvier	1,5	0,4	0,9	-
Février	1,2	1,1	0,2	0,6
Mars	0,8	0,5	-	-
Avril	0,5	0,3	1,5	-,
Mai	34,7	29,0	36,9	44,8
Juin	245,7	171,0	259,7	201,5
Juillet	654,5	557,4	588,5	492,1
Août	809,5	638,4	800,3	580,8
Septembre	436,9	429,8	475,5	451,4
Octobre	243,6	157,1	260,8	190,9
Novembre	45,7	17,1	52,4	28,9
Décembre	7,0	1,0	8,4	-
Année	**2481, 6**	**2003, 1**	**2485, 1**	**1991,0**

Le réseau hydrographique fortement influencé par la marée bi-quotidienne est surtout constitué d'eau salée, ce qui induit des conditions naturelles très spécifiques (salinité importante et submersion à périodicité plus ou moins grande). La végétation qui couvre ces zones est communément appelée "mangroves" et est constituée presque exclusivement de palétuviers. Quant à la faune, elle est très réduite : outre les oiseaux, les deux types d'animaux terrestres prépondérants sont les crabes et les gastéropodes. La topographie est quasiment plane : pente de l'ordre de 1/1000 et pouvant atteindre 1 % au niveau du raccordement "plaine d'estuaire-plateau". L'orientation générale de la topographie est tributaire du taux de sédimentation des cours d'eau : le cours d'eau ayant le taux de sédimentation le plus faible drainera la majeure partie des eaux de surface (figure 3).

Figure 3 - Topographie de la rizière de Cantone



La genèse des sols de mangrove d'origine fluvio-marine en ce qui concerne la rizière de Cantone s'effectue en deux étapes :

- géogenèse ou phase de sédimentation, caractérisée principalement par la formation de pyrites.

- pédogénèse ou maturation, entrainant des modifications physiques (pertes en eau, modification de la consistance ...) ainsi que chimiques (oxydation des sulfures et des composés ferreux ...).

Les conséquences qui résultent de cette évolution sont :

- l'acidification des sols par oxydation du soufre,

- la libération d'éléments tels que le fer, l'aluminium, les sulfures en quantité élevée,

- la sursalure des sols.

L'influence des phénomènes de transformation du soufre entraînant une acidification des sols fait qu'ils sont couramment désignés par le terme de sols sulfatés-acides. Leur classification peut se faire à partir de trois critères :

- nature du matériel originel

- présence d'un horizon sulfurique (caractérisé par la présence de jarosite) ou d'un horizon sulfidique

- degré de salinité du sol

La rizière de Cantone est caractérisée par la présence de trois types de sols dont la répartition est fonction de la position topographique et du nombre d'années de mise en "protection" contre l'envahissement par les eaux des cours d'eau (figure 4).

Fig. 4 - Les profils pédologiques et leur situation

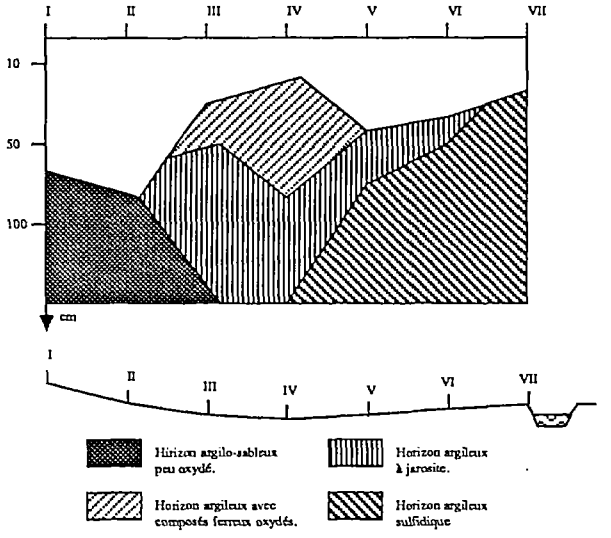
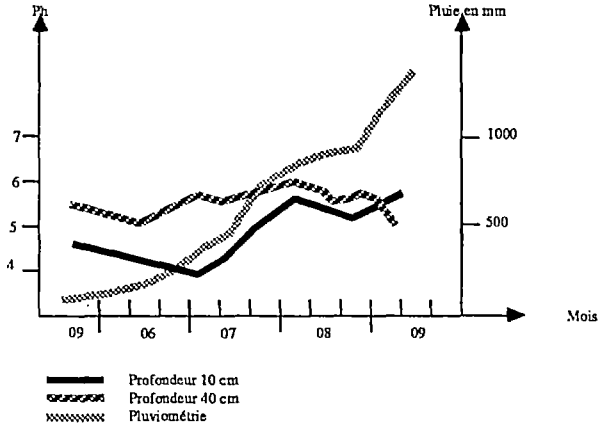


Fig. 5 - Evolution du pH du 05/86 au 09/86



Les sols de la terrasse inférieure (profils I et II) se localisent en bordure du plateau et sont en position topographique haute. La majeure partie des sols de la rizière correspondent aux "halic sulfaquents" caractérisés par le présence d'un horizon à jarosite (profils III et VI). Le dernier type de sol (profil VII) est, quant à lui, caractérisé par la présence d'un horizon sulfidique et appelé "halic sulfaquent" : sur ces sols, la mise en "protection" est récente (moins de cinq ans).

Si l'évolution pédologique se fait lentement, bien qu'étant accélérée par la "colonisation humaine" de ces sols de mangrove, un certain nombre de paramètres présentent une évolution rapide à caractère cyclique. Cette évolution est conditionnée par le facteur "eau". De ce fait, l'alternance climatique (saison sèche-saison des pluies) induit un cycle de variation annuel. Les paramètres susceptibles de varier sont :

- le pH
- la salinité
- les teneurs en Fe, Al ...
- la teneur en eau

L'acidification du sol résulte de l'oxydation des composés soufrés ; en saison sèche cette oxydation étant maximale entraine des valeurs de pH comprises entre 3,5 et 4. L'apparition des pluies provoque le lessivage des composés acides, ce qui induit une remontée du pH ; ce phénomène est tamponné par la production d'acides consécutive à la décomposition de la matière organique en conditions anaérobiques, le pH pouvant quand même atteindre des valeurs de l'ordre de pH 6 (figure 5). En ce qui concerne le niveau d'acidification, des mesures en conditions oxydantes très fortes ont montré une acidité potentielle pouvant aller jusqu'à pH 2.

Le potentiel rédox en saison sèche indique des conditions oxydantes et ce n'est qu'après la submersion des sols que ces conditions plus réductrices peuvent apparaître ; la plupart des sols se situent dans les domaines de stabilité, soit de la pyrite, soit des oxydes de fer. Ces conditions électrochimiques (pH, eH) entrainent la libération de fer, d'aluminium et de sulfure en quantités importantes, pouvant être toxiques pour la culture du riz.

A l'inverse du pH, la salinité est maximale en fin de saison sèche ; cette salinisation des sols se fait en fonction de la position de la nappe phréatique salée, soit par remontée capillaire, soit par imprégnation. Tout comme le pH, les précipitations sont responsables du lessivage des sels et de la diminution de la salinité au cours de la saison des pluies (figure 6). Pour la majeure partie des sols de la rizière de Cantone, le seuil de tolérance à la salinité du riz (conductivité électrique, rapport sol/eau 1/1, égal à 5 mmhos/cm) est atteint, pour l'année 1986, après un volume de précipitations supérieur à 350 mm. Pour les parcelles les plus salées, recemment "récupérées", la quantité d'eau nécessaire au lessivage doit être d'au moins 1000 mm.

En fonction de la distance par rapport au cours d'eau, on constate l'existence d'un gradiant de salinité à l'intérieur de la rizière (figure 7).

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du cours d'eau, la teneur en eau des sols diminue alors que l'amplitude des variations saisonnières de teneur en eau augmente. En saison sèche seule la nappe phréatique est responsable de la teneur en eau ; en saison des pluies, les précipitations déterminent la teneur en eau. La durée de la submersion des sols présente un gradiant qui varie en fonction de la position topographique et de l'éloignement par rapport au cours d'eau : plus on s'éloigne du cours d'eau et/ou on se trouve en position élevée, plus la longueur de la période de submersion est courte et inversement.

Figure 6 - Evolution de la conductivité électrique de 05/86 à 09/86

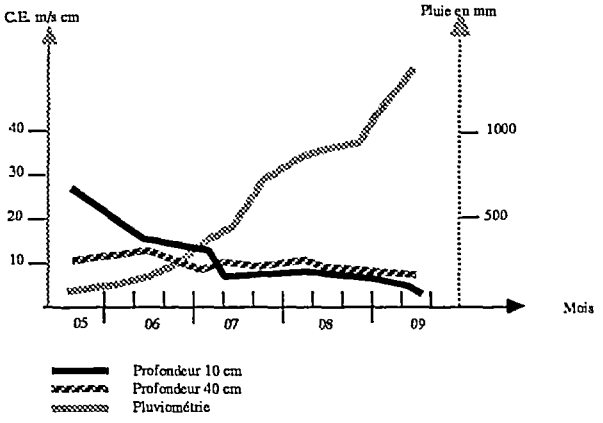
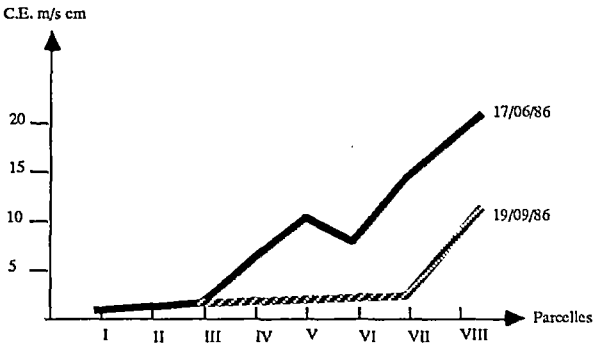


Figure 7 - La conductivité électrique le long du transect 1



La riziculture Balante

La riziculture Balante constitue un système très complexe qui permet aux paysans de s'adapter aux conditions particulièrement exigeantes des sols de mangroves. Elle doit tenir compte des différentes contraintes que sont l'acidification, la salinisation, les toxicités ferriques, etc... Non seulement les variations dans le temps de ces paramètres mais aussi leurs zonations dans la rizière doivent être intégrées par les paysans pour la mise en culture de ces sols.

Les différentes étapes

Le labour qui consiste en un billonage est effectué manuellement par les hommes au moyen d'un outil ("kebindé") correspondant à une pelle oblongue et longue de 60 à 90 cm et large de 15 cm. Le labour se fait en deux étapes et est caractérisé par l'interversion chaque année des billons par les sillons et réciproquement. Ce système de labour a permis de maintenir la fertilité de ces sols seulement par l'enfouissement de la matière organique (paille de riz et adventices), sans qu'il y ait apport de fumure organique ou minérale.

Les Balantes ont l'habitude de pratiquer la technique du repiquage. Deux types de pépinières sont utilisées, de plateau et de rizière, qui permettent d'étaler dans le temps les semis : les pépinières de plateau étant semées plus tôt grâce à leur texture légère permettant le labour précoce. Le paysan Balante a à sa disposition une gamme importante de variétés de riz qui lui permettent d'effectuer son choix variétal en fonction de la position de la parcelle par rapport à la zonation de la rizière, de la pluviométrie et de l'état d'avancement de ses travaux culturaux.

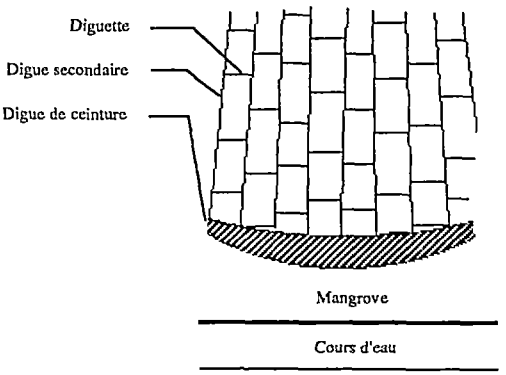
Le repiquage se fait en touffe (4 à 20 plants par touffe) et selon une disposition en losange, ce qui donne approximativement trois rangées sur le billon. Quant au sarclage, il est assez peu pratiqué car très exigeant en main d'œuvre ; le contrôle des adventices se faisant plutôt au moyen de la submersion.

La gestion de l'eau

N'ayant pas de possibilité d'irriguer, le paysan balante est dépendant de la pluviométrie. La gestion de l'eau a essentiellement pour but de conserver au maximum toute l'eau de pluie.

Le premier niveau de cette gestion correspond à l'aménagement de la rizière. Le schéma d'aménagement d'une rizière après le défrichement de la mangrove : on construit la digue de ceinture isolant de l'eau salée, les terres en amont. Ensuite on construit des digues secondaires perpendiculaires à cette digue de ceinture et parallèles à la pente (figure 8).

Figure 8 - Schéma d'aménagement d'une rizière



Chaque unité de production se voit attribuer une de ces bandes de terre ainsi délimitées, appelées "corde", qu'elle divise en parcelles au moyen de petites digues, selon son bon vouloir. Ce principe d'aménagement permet la répartition équitable des différents types de sols, car la zonation de la rizière se fait approximativement en fonction de la topographie ; de même, chaque exploitation possède le contrôle de l'écoulement des eaux de surface, au niveau de sa "corde". Si les

digues secondaires et inter-parcelles sont de taille raisonnable, les digues de ceinture de par leurs dimensions importantes, jusqu'à deux mètres de hauteur et trois mètres de large à la base, nécessitent un travail important. De même l'entretien de la digue de ceinture est très important et recueille une attention particulière au moment des grandes marées.

Bien que le paysan cherche toujours à conserver l'eau au maximum, il est capable à tous moments de vidanger ses parcelles : pour cela, il dispose d'un ensemble de drains au niveau de la digue de ceinture et des digues inter-parcelles. Ces drains peuvent être soit de simples brêches dans la digue, soit des troncs de ronier évidés et fermés au moyen de bouchons de paille et de boue. Il peut exister aussi de canaux de drainage, communs à plusieurs expoitations. L'exploitant qui décide de vidanger ses parcelles s'occupe d'ouvrir et de fermer le drain situé à l'extrémité du canal. L'entretien est effectué en général par les exploitants dont les cordes jouxtent le canal.

Le billonage, s'il joue un rôle important dans le maintien de la fertilité et le lessivage des éléments toxiques, est utilisé aussi pour la rétention de l'eau. A cet effet, les billons sont disposés perpendiculairement à la pente ; de même les parcelles sont en général de forme rectangulaire, avec le grand côté parallèle à la pente afin d'augmenter le nombre de billons. Les billons permettent aussi de garder de l'eau dans les sillons, tout en maintenant les billons hors de l'eau ; cette pratique est utilisée au moment du repiquage.

En riziculture inondée, tout défaut de planage et de nivellement est à proscrire. Si pour le planage, seul le savoir faire du laboureur permet son contrôle, par contre pour le nivellement plusieurs techniques sont utilisées : la variation de la superficie des parcelles en fonction de la pente, la variation de la hauteur des billons à l'intérieur d'une parcelle et l'utilisation de plants d'âges différents donc de tailles différentes.

Les parcelles récemment "récupérées" sur la mangove présentent une salinité très importante, interdisant toutes cultures. Le dessalage se fait par lessivage des sels par les eaux de pluies. Pour cela, les paysans laissent les parcelles se remplir d'eau, puis dès que le niveau de l'eau est assez important, toute l'eau est évacuée ; cette opération est réalisée deux à trois fois par an. Le niveau élevé de salinité de ces parcelles nécessite une période de dessalement qui varie de cinq à dix ans, avant que la mise en culture soit possible.

Les paysans savent qu'il est plus difficile de lutter contre les toxicités ferriques ou aluminiques que contre la toxicité saline. Ainsi les balantes n'hésitent pas à faire entrer dans leurs parcelles pendant la saison sèche, l'eau salée des cours d'eau, de manière à accélérer le pluviométrie est assez importante pour combattre la salinité.

L'organisation du travail

Dans la société balante, chaque exploitation dispose de trois types de main d'œuvre :

- la main d'œuvre interne à l'unité de production,

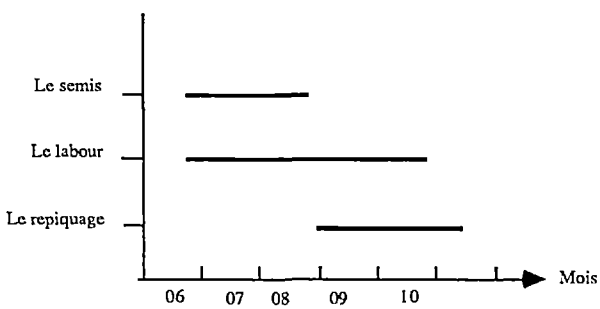
- la main d'œuvre externe individuelle,

- la main d'œuvre externe constituant un groupe de travail correspondant à une classe d'âge.

La quantité de travail mobilisable pour une exploitation ne dépend pas seulement de la composition de sa main d'œuvre interne, à cause de cette disponibilité en main d'œuvre externe qui peut être importante avec les groupes de travail. Cette main d'œuvre n'est pas seulement réservée aux travaux culturaux mais aussi aux aménagements importants tels que la réfection des digues de ceinture, le défrichement de la mangrove, la construction des canaux, etc ...

Le recrutement des groupes de travail peut être fait par la collectivité ou par un particulier. Le calendrier des travaux est très important pour la riziculture balante car il doit s'adapter aux conditions climatiques ainsi qu'à la zonation de la rizière. Ceci se traduit par un chevauchement des périodes de chacune des tâches et l'on ne distingue pas une chronologie des travaux bien marquée, au cours de la saison de culture (figure 9).

Figure 9 : Le calendrier de travail d'une exploitation de Cantone en 1982



Conclusion

La riziculture de mangrove, de par les conditions très exigeantes (acidification, salinisation, toxicités ferriques, etc...) a obligé les balantes à mettre au point un système de culture complexe qui se révèle très adapté. La "colonisation " de ce milieu a nécessité la maîtrise de l'eau qui s'est faire en tenant compte des structures sociales de la société balante. Tout le système d'aména-

gement, que ce soit au niveau de l'ensemble de la rizière ou de la parcelle, se base sur la possibilité de contrôle par chaque exploitation de la gestion de l'eau sur ses propres terres. La possibilité de recruter des groupes de travail permet à chaque paysan d'effectuer des travaux que la seule force de travail de sa famille ne pourrait assurer.

Actuellement, les rendements moyens en riz sont de 20 quintaux/ha et ceci sans fumure !

BIBLIOGRAPHIE

BEYE (G). TOURE (M). ARIAL (G). Etude de la chimie des principaux sols submergés de Basse Casamance en relation avec le développement et la nutrition minérale du riz. L'Agronomie Tropicale n° 34-3

BEYE (G). Influence de la longueur de la submersion avant repiquage et de l'enfouissement de la paille sur les propriétés physico-chimiques de deux sols de rizières et sur le développement et les rendements de riz. L'Agronomie Tropicale n° 32-1

BOIVIN (P). LEBRUSQ (J.V.). Recommandations concernant l'aménagement du domaine fluvio-marin en Basse Casamance : cas de la vallée du Koubalan. ORSTOM Dakar 1985

Boletin de solos n° 4. Mapa de reconhecimento pedologuo 1/50000 da Guine Bissau : Folha "ilha de Caiar". 1984. DHAS

Boletin de solos n° 2. Solos de algumas bolanhas da regiao de Tombali (Guiné Bissau. 1982. DHAS

DA SILVA TEXEIRA (A.J.). Os solos da Guiné Portuguesa. Lisboa Junta de Investigaçoes de Ultramar. 1962

HOCHET (A.M.). Etudes socio-économiques conduites dans les régions administratives de Tombali et de Quinara Sud-Ouest. Document n° 6. Commissariat d'Etat à la coordination économique et au plan. Guinée-Bissau. 1979

PONS-GHITULESCU (N.M.). Livret guide de l'excursion en Guinée-Bissau. 3ème Symposium International sur les sols sulfatés-acides. Dakar. 1986

SIDERSKY (P). Approche de la riziculture balante (Région de Tombali, Guinée-Bissau). Mémoire DEA. EHSS. 1982

THOMAS (L). Rapport intérimaire du projet de recherche en milieu paysan de la région de Tombali. DEPA Caboxanque. 1986

Les aménagements en Basse Casamance
Exemples dans la vallée de Bignona

A. AUBRUN

Organisation et Environnement

RESUME

Situées entre les latitudes 16°2 et 16°50 ouest, les mangroves du Sénégal représentent les mangroves les plus septentrionales de type atlantique sur la Côte Ouest africaine.

Ce sont toutes des mangroves d'estuaires - ou deltaïques - et jamais on n'en observe en front de mer comme, par exemple, sur les côtes Guinéennes.

- la pluviométrie des années 60 est passée de 1 364 à 1 005 mm dans les années 80. La saison des pluies est très rétrécie.

- les sols de la vallée de Bignona présentent les caractères suivants :

Dans les sols potentiellement sulfatés acides, l'aptitude au riz aquatique est peu favorable sans mise en œuvre de technique d'aménagement et de cultures particulières. Ces sols sont pour l'instant aménagés en casiers rizicoles (reconversion des anciennes rizières) dans la proportion de 800 à 1 000 ha. Les sols sulfatés acides jeunes conviennent mieux à un riz de nappe mais le dessalage et le relèvement du pH sur une grande profondeur sont nécessaires avant la mise en culture.

Les sols sulfatés acides maturés sont plus ou moins favorables au riz aquatique. Ils peuvent être poldérisés à terme. Ces sols sont actuellement recouverts par des pâturages importants. Les sols peu évolués développés sur des anciens sols sulfatés acides présentent une aptitude plus ou moins favorable à la culture aquatique ainsi que les sols peu évolués colluviaux-alluviaux des vallées.

Les sols hydromorphes sont favorables à la culture aquatique.

Les sols sableux des terrasses sont moyennement favorables à la culture pluviale sensu stricto.

- La technique Diola est remarquablement adaptée à l'aménagement de la mangrove. Il suppose de l'homme une connaissance précise des sols de mangroves et marées, et des dispositions techniques assez élaborées.

Les petits barrages PIDAC ont favorisé un regain d'intérêt pour la riziculture aquatique et permis un arrêt de l'intrusion des eaux salées des "bolons" en marée haute.

- Le barrage d'Affiniam est sur-dimensionné par rapport à la Vallée de Bignona, à la qualité des sols et aux modes d'utilisation actuels et potentiels. L'impact semble complètement ignoré, en particulier sur les casiers piscicoles et les vallées adjacentes. Aucune réactualisation sur le plan hydraulique, depuis les années 70, ne semble avoir été faite. Les vallées adjacentes ainsi que la partie amont du marigot de Bignona sont partiellement exploitées (2 880 ha de rizières sur 6 000 ha) par manque "d'hommes". L'implantation d'un ouvrage à petit gabarit aurait pu être envisagée plus en amont (Bignona ou Tendimane-Random) en liaison avec les petits ouvrages adaptés aux

différentes vallées. L'aménagement de ce marigot doit être fait de l'amont vers l'aval "en cascades" très progressivement.

- Les projets de barrages sur les marigots de la Basse Casamance ont été conçus (dans les années normales avant 70), dans le but de produire deux récoltes de riz par an, "afin de dégager le surplus pour l'exportation". Or, compte tenu des aléas climatiques (sécheresse prolongée) et de l'environnement naturel (apport d'eau douce très réduit), il est avant tout urgent d'assurer aux populations locales une récolte de riz par an en leur fournissant un appoint d'eau douce en hivernage, et ce sera, nous le répétons, la seule fonction des barrages. Il est totalement exclu que ces barrages soient destinés à arrêter de manière définitive l'entrée de l'eau salée dans les marigots, car alors, les conséquences sur l'environnement écologique seraient catastrophiques. En effet, d'une part on verrait disparaître une grande partie de la faune (crevettes, huîtres, poissons, coquillages...) qui est non seulement nécessaire à l'alimentation des populations locales, mais constitue aussi une source importante de revenus par son exportation, et, d'autre part, on verrrait aussi apparaître, par suite de pollution des eaux douces en arrière des barrages, de nombreuses maladies (typhoïde, bilharzioze, onchocercose) pour le moment inconnues dans cette région. Une telle catastrophe écologique a déjà été signalée dans d'autres parties du monde (Kerala, Inde 1978).

- En conclusion, l'utilisation et l'aménagement de la mangrove de Basse Casamance doivent être conçus de manière à assurer un développement équilibré et harmonieux des diverses activités liées à ce milieu écologique riche de potentialités :

- pêche par le développement de l'aquiculture (crevettes, parc à huîtres) dans les tannes ;

- riziculture, par la construction de petits barrages-écluses pour assurer l'appoint d'eau douce en fin d'hivernage ;

- tourisme villageois s'intégrant au milieu et s'inspirant du modèle de la Basse Casamance (Affiniam).

1. Casamance

1. Situation

La zone alluviale fluvio-marine couvre environ 250 000 hectares entre L'Océan et les bas plateaux de BIGNONA, ZIGUINCHOR et OUSSOUYE qui se poursuivent en Gambie au Nord et en Guinée Bissau, au Sud. Elle pénètre largement, à l'intérieur des plateaux, soit par la Casamance dont le lit majeur atteint près de 10 km de large à l'amont de ZIGUINCHOR, soit par plusieurs de ses affluents : SONGROUGROU, marigots de BIGNONA, de BAILA, de DIOULOULOU sur la rive droite et KAMOBEUL BOLON sur la rive gauche. Tous ces cours d'eau sont soumis à l'influence de la marée sur la majeure partie de leur cours.

2. Le climat

- La pluviométrie des années 1953-1965 est passée de 1364 à 1005 mm dans les années 1979-1980. Par ailleurs, la saison des pluies est très rétrécie (de 5 à 3 mois).

- Une sécheresse exceptionnelle en 1980, avec une pluviométrie moyenne de 611 mm dans le département de BIGNONA et de 693 mm dans le département de ZIGUINCHOR résultant en une baisse record dans la production de riz qui fut de 5 300 tonnes pour toute la région de ZIGUINCHOR cette année.

- Une deuxième sécheresse exceptionelle en 1983, avec 617 mm dans le département de BIGNONA, justifiant une production totale de riz de 6 300 T pour la région de ZIGUINCHOR, la même année.

- Une remontée graduelle de la langue salée dans le fleuve Casamance et dans ses affluents avec une salinité supérieure à celle de l'eau de mer à la fin de la saison des pluies, en l'année sèche et avec un gradient de salinité croissant de l'aval vers l'amont (ISRA). La conséquence de cette remontée de sel a été une perte progressive des rizières situées dans les bas-fonds des vallées. Le centre de Recherches Océanographiques de DAKAR-THIAROYE a même conclu, en Novembre 1983, que, avec la persistance de la sécheresse, la Casamance risque de se transformer en un bras de mer sursalé comme le Siné-Saloum

- Les rendements faibles et irréguliers des années 80 étaient justifiés invariablement par les raisons suivantes de la part des paysans :

- ou bien un déficit pluviométrique important,

- ou bien une installation tardive des pluies ayant entraîné un retard dans l'éxécution des labours,

- ou, surtout, une très mauvaise distribution des pluies dans le temps et l'espace.

3. Hydrologie

1. Les marées

En Casamance, l'alimentation en eau de la zone alluviale résulte du mélange des eaux douces apportées par le fleuve et ses affluents (dont les bassins versants sont entièrement sur le Continental-Terminal) avec les eaux salées apportées par les marées. Ce mélange est variable dans l'espace (de l'embouchure vers l'intérieur) et dans le temps (au rythme des saisons). Le bief maritime de la Casamance s'étend sur 217 km sur le bras principal et 184 km pour son principal affluent, le Soungrougrou. A Ziguinchor, le bassin versant amont mesure 13 860 km^2 ; la vitesse en marée moyenne est de 1,5 m/s. L'amplitude de la marée journalière passe d'une moyenne de 102 cm à l'embouchure, à 52 cm à Ziguinchor où la différence entre les marées de vives eaux et de mortes eaux atteint une trentaine de centimètres.

2. Hydrochimie

On a noté 40,6 g/l en Mai 1969 à Ziguinchor et seulement 3,2 g/l en Octobre qui est à l'époque du minimum. Il semble que le minimum soit lié à la pluviométrie totale de l'hivernage précédent et en fin de saison sèche, l'eau peut être plus salée que l'eau de mer dans la partie moyenne du cours soumis aux marées.

A son maximum, le front de salinité se situe sur le bras principal en principe aux environs de Sedhiou et sur le Songrougrou, un peu en aval de Diaroumé. Mais, la succession des années sèches a eu pour conséquence de faire remonter le front de salinité loin en amont des cours d'eau. C'est ainsi qu'en Juin 1978, après l'année très sèche de 1977, la salinité de Ziguinchor était de 85 millimhos et de 127 mmhos à Bignona. A cette époque, tous les affluents étaient salés et sur le bras principal, la salinité à Sefa était d'environ 43 mmhos, et, malgré une bonne saison pluvieuse normale, le minimum de Novembre 78 est très élevé. A Ziguinchor, la salinité minimale pour 1978 est voisine de celle de l'eau de mer.

2. Le marigot de Bignona

1. Le milieu naturel

- Le marigot de BIGNONA est le moins important des trois principaux marigots de la rive droite de la Casamance.

- Cette vallée a été comblée lors de la dernière transgression par des sables, vases et des argiles des paléovallées expliquant la configuration actuelle du réseau hydrographique peu dense.

- La végétation, constituée de mangroves à palétuviers, a été remplacée par une mangrove décadente (sécheresse). Les zones nues de tannes vifs se sont fortement développées. Les vallées adjacentes, en cette année 1985, ont largement été exploitées en rizières. La partie basse des versants de la vallée est constituée par des terrasses sableuses et une terrasse argileuse. La zone de bas-fond comprend l'ensemble des vasières à mangroves et tannes. La marée remonte dans ce marigot jusqu'à BATOULAY (4 km en amont de BIGNONA). Le marigot présente une dessalure dans sa partie amont en raison d'un apport d'eau douce continentale.

2. Les sols

- Les sols sont répartis dans les trois grandes unités de paysages suivantes :
. La mangrove inondée,
. Les terrasses,
. La vallée amont de BIGNONA et les vallées adjacentes

La pédogenèse des sols de mangrove est dominée par la présence du soufre (pyrite) auquel s'ajoutent les sels solubles (VIELLEFON et MARIUS)

- Les sols de mangrove comprennent les sols suivants :

. potentiellement sulfatés acides (3551 hectares), développés sous palétuviers (rares), à profil gris, riche en fibres, taux élevé en matière organique et en soufre, à pH sec <4,5 à salinité supérieure à 50 ms/cm

. Sulfatés acides jeunes (1 641 hectares), caractérisés par une salinité excessive (parfois cinq fois la salinité de l'eau de mer) et un pH très acide <3,5. Ils présentent un horizon purée de marron à consistance de beurre et à nombreuses taches de jarosite.

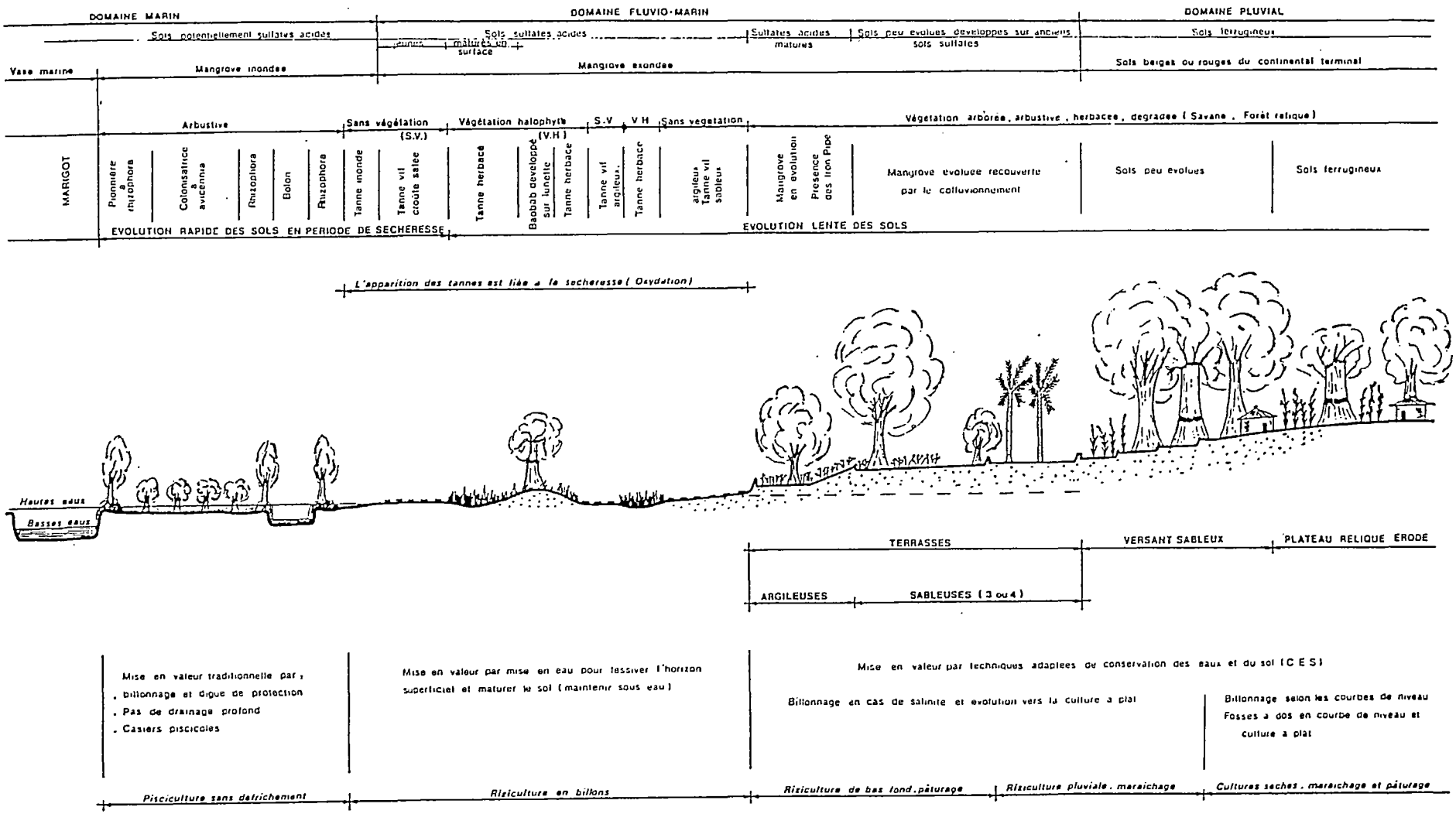
. Sulfatés acides maturés en surface (1 102 hectares), ils sont dessalés dans la partie supérieure du profil. Ils présentent une maturation physique des horizons supérieurs (structuration).

- Les sols de terrasses inférieures (1 221 hectares) comprennent des sols sulfatés acides maturés caractérisés par la présence de taches rouges (oxyde de fer) puis de jarosite (profondeur) à pH acide et salinité faible et les anciens sols de mangroves associés aux terrasses sableuses présentant en profondeur des "iron pipe", des taches rouges ou des horizons blanchis.

- Les sols des terrasses moyennes sont sableux et assez pauvres.

- Les sols de la vallée amont de BIGNONA et des vallées adjacentes sont les suivants :

. Sols hydromorphes argileux (1 829 hectares : h + cl) caractérisés par la présence d'une nappe semi-permanente ou temporaire d'hivernage. Ils sont assez riches en matière organique, acides et largement exploités en rizières.



TRANSECT D'UNE VALLEE DE LA BASSE-CASAMANCE DANS SA PARTIE AVAL

. Sols peu évolués hydromorphes sableux (2 681 hectares c2/c4 + t), moins riche que les précédents et moins exploités (sécheresse).

- Une étude des photos aériennes infra-rouge fausses couleurs est indispensable afin d'établir, avant la prospection, une carte physiographique du marigot qui constitue un outil fondamental lors de l'étude des sols.

- L'étude de 47 eaux du marigot, de bolons, de nappes et de rizières, montre que le caractère défavorable est leur acidité, malgré une salinité élevée. Ces sels peuvent se solubiliser et s'évacuer pendant la saison des pluies tant que le pH est supérieur à 4, mais dès que le pH s'abaisse à des valeurs inférieures à 3,5, tous les éléments toxiques (riz) sont libérés dans la solution.

3. Aptitude des sols et recommandations

1. Aptitude des sols

- Trois types de riziculture ont été envisagés :

. Riziculture aquatique : submersion quasi permanente, possible dans le domaine marin à condition de dessaler les premiers centimètres du sol et de ramener, dans les 30 à 50 cm, le pH à un niveau acceptable. La culture en billons (réseau drainage) a donné les meilleurs résultats. La culture attelée présente un grand intérêt.

. Riz pluvial assisté par la nappe : exige la présence d'une nappe d'eau douce proche de la surface et peu fluctuante durant la croissance du riz. Dans le domaine marin, elle est possible à condition de dessaler profondément et d'éliminer les risques de toxicité.

. Riziculture pluviale (sensu-stricto) possible dans les sols sableux à nappe profonde, mais capacité en eau faible.

- L'aptitude des sols de mangrove à l'aménagement dépend en grande partie des contraintes chimiques :

. Dans tous les cas, il faut chercher à limiter l'oxydation de la pyrite et essayer de freiner le développement de l'acidité existante en maintenant la nappe phréatique au dessus de l'horizon pyritique réduit et proche de la surface.

. La salinité constitue une contrainte permanente même dans les zones poldérisées car la ressalinisation en saison sèche par évaporation et remontée capillaire est courante et saisonnière.

2. Les autres spéculations

1. Les casiers piscicoles

Ils couvrent une surface de 900 à 1 100 hectares. Ils sont situés au niveau des sols potentiellement sulfatés acides et plus particulièrement au niveau de l'unité a6. Ils sont présents au débouché des vallées adjacentes (partie aval) et dans les zones médiane de la vallée de BIGNONA (BALINGOR - TENDIMANE). Si certains en bordure du marigot sont traditionnels, la plupart d'entre eux marquent cependant une reconversion des anciens aménagements rizicoles traditionnels en billons, abandonnés à cause de la sécheresse. Ils présentent un intérêt non négligeable sur le plan économique. Une certaine commercialisation s'est établie entre les villages de la rive droite et l'agglomération de BIGNONA.

2. Les pâturages

D'importantes zones de pâtures sont à noter dans ce marigot au niveau des terrasses argileuses de BALINGOR et de DIENGUE. Il est a signaler que nous avons à faire ici, sur la rive gauche, à des populations de Baïnouïk qui sont des éleveurs, par contre les populations de la rive droite sont des Diolas Blouf et dans la partie amont des Diolas Fogny. Là aussi, une "commercialisation" se fait entre les villages de rive droite et BIGNONA (ce qui ne se faisait pas il y a 10 ans).

Ces zones de pâtures sont particulièrement développées sur les sols sulfatés acides maturés de la terrasse argileuse (favorables), certains sols hydromorphes et des sols peu évolués sulfatés acides (plus rarement).

3. Maraîchages

Comme dans certaines vallées du Balantakounda et vallées amonts de certains marigots, il semble qu'ici, dans la partie amont du marigot de BIGNONA et dans certaines vallées adjacentes, des cultures maraîchères demanderaient à être développées. Dans certains cas, des apports organo-minéraux seront nécessaires (importance des troupeaux). Afin d'assurer la quantité d'eau suffisante pendant l'eau sèche, des petites retenues sont indispensables pour pouvoir les exploiter en légumes (contre saison).

4. Les aspects forestiers

Le barrage de GUIDEL a permis une reprise importante des Avicénnias. Le barrage d'AFFINIAM pourrait, lui aussi, sans doute, permettre une reprise de la mangrove dans les zones de sols potentiellement sulfatés acides et les sols sulfatés acides jeunes, et aussi favoriser l'aquaculture. C'est presque certain, compte-tenu des enseignements de GUIDEL, mais nous avons constaté une absence de résultats au plan rizicole.

3. Occupation de la Vallée de BIGNONA en 1985

La vallée de BIGNONA en amont de la route BI-

Tableau montrant les aptitudes et les aménagements souhaitables pour les sols de cette vallée

	TYPOLOGIE DES SOLS	FIGURE	CONTRAINTES	VEGETATION UTILISATION DU SOL	HYDROLOGIE QUALITE DES EAUX (saison hivernale 1985)	AMENAGEMENTS - APTITUDES
MANGROVE INONDEE	SOLS POTENTIELLEMENT SULFATES ACIDES				Régime de submersion par les marées	– Au niveau du marigot principal barrage à petit gabarit situé au niveau de la ligne de partage des eaux en aval d'une ligne Tendimane-Random ou de la route internationale de Bignona ; aménagement progressif d'amont en aval ; ce barrage a pour rôle essentiel de palier au manque d'eau douce en fin d'hivernage selon le schéma suivant : – en fin d'hivernage (octobre) fermeture du barrage (stockage d'eaux douces et empêcher la remontée des eaux salées dans les rizières), – après récolte, réouverture pour permettre à l'eau de marée de circuler et neutraliser les produits acides.
	– organique	a1	– salé – acide (3,5 à 5 pH) – forte teneur en soufre de la surface dans les amas fibreux	Mangrove arbustive à rhizophora à l'état reliquaire		– Riz aquatique (a1 à a6) : zones peu favorables sans mise en œuvre de techniques d'aménagement et de culture particulières : protection contre les marées, évacuation des excès d'eau douce, maintien de la submersion pendant la période de culture ; dessalement de l'horizon superficiel (se référer aux techniques traditionnelles) et réseau de fossés peu profonds (30-50 cm) et peu espacés (20-25 m) dans lesquels peut circuler l'eau de marée.
	– en voie d'acidification salé	a2	– très salé – acide – forte teneur en soufre à 60 cm	Mangrove décadente à rhizophora et avicennia		
	– acidifié	a3	– très salé – très acide (2,5 à 3,5 pH) à 30 cm – forte teneur en soufre à 80 cm	Mangrove décadente à avicennia et tapis de sesuvrium		– Développement des casiers piscicoles (environ 1 000 à 1 200 hectares) au niveau des unités a1, a3, a4 et surtout a6, dans la plupart des cas reconversion des anciennes rizières abandonnées (tassaire) dans les dix dernières années.
	– sous avicennia gris salé	a4	– hyper salé – acide – forte teneur en soufre à 90 cm	Mangrove à avicennia éparse, abandons des rizières ; aménagements piscicoles		
	– sous avicennia gris peu évolué	a5	– très salé – acide – forte teneur en soufre à 60 cm	Mangrove à avicennia peu dense, parfois disparition des avicennia (sol nu)		
	– sous anciens aménagements, à taches verdâtres	a6	– très salé – légèrement acide à acide – forte teneur en soufre à 80 cm	Repousses d'avicennia et quelquefois de rhizophora, anciennes rizières reconverties en casiers piscicoles		
	SULFATES ACIDES				Régime mixte (phréatique et de submersion) à eaux douces et salées	– Riz de nappe (s1 et s2) : sols à contraintes chimiques majeures exigeant dessalage et relèvement du pH sur une grande profondeur préalablement à leur mise en culture. Risque de ressalinisation par effet capillaire en cas d'aménagement ponctuel, notamment sur les sols sableux. Drainage profond et intensif avec lessivage massif des composés soufrés avec l'eau de mer pendant 5 à 10 ans, puis poldérisation mais nécessitant des amendements calciques importants pour relever le pH ; limiter les effets de toxicité ferrique en jouant simultanément avec l'eau de marée pour relever le pH et avec une quantité suffisante d'eau douce pour éliminer le fer dissous.
	– jeunes argileux	s1	– hyper salé – hyper acidité (< 2,5 pH)	Sol nu (encroûtement salin)		
	– jeunes sableux	s2	– hyper salé – hyper acidité	Sol nu (moquette)		
	– mûrs en surface sous tanne herbacé argileux	s3	– très salé – acide	Eleocharis, rizières aménagées dans certains tannes herbacés		– Riz aquatique (s3 à s5) favorable à passable (sablo-argileux) mais à condition de dessaler et de relever le pH de la partie supérieure des sols et de les protéger des grandes marées (moins sévères que les sols potentiellement acides). Ils peuvent être poldérisés et à terme définitivement dessalés par un aménagement en casiers et réseaux de fossés ; lutte contre leur ressalinisation à l'aide du paillage avec paille de riz, feuilles de manguiers, mulch végétal, espèces tolérantes aux sels...
	– mûrs en surface sous tanne herbacé argilo-sableux à sablo-argileux	s4	– salé – acide	Eleocharis et andropogon, anciens aménagements rizicoles		
	– mûrs en surface sous tanne inondé	s5	– très salé – acide à très acide	Sol nu (a patinoire a), quelques troncs d'avicennia		
TERRASSES	SULFATES ACIDES MATURES				Régime mixte : submersion et parfois eaux salées, eaux douces et phréatiques (eaux douces et salées)	– Riz aquatique très défavorable à médiocre mais à condition de dessaler et de relever le pH. Risque de ressalinisation par effet capillaire en cas d'aménagement ponctuel.
	– sableux	m1	– acide à très acide – légèrement salé à salé – structure défavorable	Zones à ronniers crevés		
	– de la terrasse argileuse	m2	– structure peu favorable – acide – légèrement salé en profondeur	Zones de jachères herbeuses		– Sols peu perméables, difficiles à travailler, à submersion assez courte, très défavorables à médiocre à la culture aquatique, inaptes à la culture pluviale de nappe ; éventuellement aptes à la culture pluviale sensu stricto mais semble mieux convenir aux pâturages.
	SOLS PEU EVOLUES DEVELOPPES SUR ANCIENS SOLS SULFATES ACIDES					
	– à kon-pipe et taches rouges	e1	– structure défavorable – fertilité potentielle mauvaise – acide – légèrement salé à salé (profondeur)	Sol nu (croûte)		– Riz aquatique favorable (argileux) à médiocre (sableux) mais à condition de dessaler et de relever le pH des sols. Dans certains cas de terrasses en bordure du marigot, protection contre les grandes marées nécessaire. Risques de ressalinisation par effet capillaire en cas d'aménagements ponctuels notamment sur les sols sableux.
	– argileux sur sables	e2	– structure défavorable – acide – légèrement salé à salé (profondeur)	Sol nu (moquette), jachères herbeuses, rizières abandonnées		
	– à faciès faiblement podzolique	e3	– structure défavorable – acide à très acide – fertilité potentielle mauvaise – légèrement salé à salé (profondeur)	Sol nu, ronniers crevés		
	SOLS DEVELOPPES SUR LES TERRASSES SABLEUSES					
	– colluvial gris-blanc	t1	– structure défavorable – texture défavorable – fertilité potentielle mauvaise – drainage interne très excessif	Rizières et pépinières, jachères herbeuses, relique de forêt secondaire à Elaeis guineensis		– Sols filtrants en position moyenne, à volant hydrique faible à remontée saisonnière de la nappe généralement insuffisante, inaptes à la culture aquatique très peu favorables à la culture pluviale assistée par la nappe : moyennement favorables à la culture pluviale sensu stricto
	– à faciès ferrugineux	t2				
	SOLS HYDROMORPHES A PSEUDOGLEY CONTENANT DES COQUILLES D'HUITRES	k	– structure peu favorable – drainage interne peu favorable	Riz		Peu filtrants difficiles à drainer favorables à la culture aquatique
PARTIE AMONT DE LA VALLEE DE BIGNONA ET VALLEES ADJACENTES	SOLS HYDROMORPHES				Régime mixte de submersion à eaux douces et phréatiques à eaux douces sauf h3 eaux salées	– Au niveau des vallées adjacentes petits barrages PIDAC les mieux adaptés (rôle de protection contre la marée et de retenue d'eaux douces) ; – Zones à submersion assez longue, souvent profonde, difficile à contrôler et à évacuer. Favorables à la culture aquatique, mais ne convenant pas à la culture de nappe.
	– à gley humique	h1	– drainage interne du sol très défavorable – structure défavorable – acide	Rizières (sauf h3 abandons)		
	– à gley	h2	– drainage interne du sol défavorable – structure peu favorable – acide	Rizières (sauf h3 abandons)		
	– à gley salé	h3	– drainage interne du sol défavorable – structure peu favorable – acide – légèrement salé à salé	Rizières (sauf h3 abandons)		
	– à pseudogley	h4	– drainage interne du sol peu favorable – pauvre en matière organique – légèrement acide	Rizières (sauf h3 abandons)		
	SOLS PEU EVOLUES COLLUVIAUX ALLUVIAUX				Régime phréatique à fort battement saisonnier d'une nappe d'eau douce	– Favorables à médiocre à la culture aquatique (fonction de l'épaisseur de l'horizon argileux) ; apte à la culture de nappe selon les cas.
	– hydromorphes argileux sur sable	c1	– drainage interne très peu à peu favorable – acide – fertilité potentielle assez bonne en surface	Rizières		
	– hydromorphes sableux	c2	– drainage interne peu favorable – structure défavorable – pauvre en matière organique – fertilité potentielle faible	Rizières, jachères herbeuses, reliques de forêts secondaires		Sols filtrants à volant hydrique suivant faible dans leur partie supérieure, parfois acides, médiocres pour la culture aquatique (submersion difficile à contrôler) favorables à la culture de nappe (nappe proche de la surface en hivernage) mais risques d'échec en années à pluviométrie défavorable
	– sableux à hydromorphie de profondeur	c3	– drainage interne excessif – fertilité potentielle faible – structure défavorable			
	– recouvrement sableux sur sable argileux ou argile sableuse, hydromorphe	c4	– drainage interne excessif – structure défavorable – fertilité potentielle faible	Rizières		– Passables à médiocres pour la culture aquatique ; aptes à la culture de nappe.

GNONA-BANJUL est largement exploitée cette année en rizières jusqu'à SINDIAM et KAFES. La plus grande partie des vallées de BALINGORE-TENDIMANE est exploitée. La vallée de DJIMAKAKOR est très faiblement cultivée. En rive gauche, la vallée de DIENGUE présente des rizières dans sa partie médiane.

Les terrasses de la rive droite sont largement exploitées alors que la tendance en rive gauche est de les laisser en pâtures (zone d'élevage importante).

Certains tannes herbacés ont été mis en rizières ou labourés cette année.

Les entretiens avec les paysans ont montré que ceux-ci avaient été surpris par l'importance de la pluviométrie, qu'ils manquent de bras pour l'exploitation de leurs rizières et que le calendrier cultural est surchargé (compétition entre les cultures de plateaux et rizières).

3. Les aménagements

Ce marigot présente les trois types d'aménagements que l'on peut rencontrer en Casamance, à savoir :

- les aménagements traditionnels paysans, surtout dans la partie aval,

- les petits barrages PIDAC notamment BALINGORE et BIGNONA,

- le grand barrage d'AFFINIAM

Outre les aménagements présents dans ce marigot, il nous a été permis de visiter de nombreuses autres réalisations en Basse Casamance.

Nous essaierons de faire le point sur ces trois grands types d'aménagements.

1. Les aménagements traditionnels

Les techniques de cette riziculture "diola" ont été remarquablement bien étudiées par PELISSIER (1966) dans "les paysans du Sénégal" et voici comment cet auteur décrit le schéma d'aménagement des rizières de mangroves qu'on désigne couramment "les rizières profondes".

L'aménagement de telles rizières, implique un travail considérable, parfois collectif, toujours étalé sur plusieurs années. Il entraîne la transformation en véritables polders de zones inondables par l'eau de mer.

Le périmètre choisi pour être transformé en rizière est d'abord ceinturé par une digue puissante destinée à l'isoler du reste de la mangrove et à interdire ou, au moins, contrôler l'invasion du flot de marée. C'est en effet dans la zone soumise au jeu des marées, par conséquent découverte aux basses eaux, que sont établies les rizières profondes. Cette digue atteint au moins un mètre d'élévation et a souvent la même largeur à sa base ; elle est nécessairement plus haute que le niveau des plus forte marées et doit être assez robuste pour résister à leur pression. Son épaisseur dépend essentiellement de la situation de la rizière si celle-ci est au contact direct d'un marigot parcouru par les courants, elle doit être protégée par une digue plus large et plus puissante que si elle est établie à l'intérieur de la mangrove où la pression des marées est amortie par la végétation. En général, les paysans ont la prudence d'élever des digues périphériques à une vingtaine de centimètres au dessus du niveau des plus hautes marées. De loin en loin, les digues sont traversées par les drains mettant en communication les rizières et les marigots ; leur rôle est de permettre, tantôt l'évacuation à marée basse de l'eau retenue dans la rizière, tantôt l'entrée à marée montante, de l'eau du marigot à l'intérieur du périmètre endigué. Ces drains sont généralement établis au pied de la digue ; d'autres à mi-hauteur ; parfois, ce système se rencontre fréquemment dans les rizières de la Pointe-St-Georges, trois drains voisins sont superposés ; le plus bas n'est alors utilisé que pour vider complètement la rizière, le second sert à régler la hauteur de l'eau pendant les pluies, le troisième n'est fermé qu'à l'époque où l'eau peut sans inconvénient s'accumuler dans la rizière. Ces drains sont généralement des troncs évidés de palmiers-roniers, noyés dans la terre au moment de la construction de la digue ; tout bois creux peut en faire office, par exemple la carcasse d'une vieille pirogue. Un bouchon de fibres de palmier ou de feuilles de bananier colmaté d'argile sert à obstruer le drain. Certains paysans sont assez ingénieux pour établir un système automatique de fermeture et d'ouverture du bouchon lorsque le drain fonctionne à sens unique. Le bouchon, placé par exemple à l'orifice extérieur du tuyau de ronier, est attaché de telle sorte qu'à marée descendante la pression de l'eau contenue dans la rizière le repousse et ouvre le drain tandis qu'à marée montante, au contraire, l'eau du marigot applique le bouchon sur le tuyau et rebouche automatiquement celle-ci. Le long de certains marigots, où la marée est moins forte que dans l'estuaire proprement dit, ces drains n'existent pas mais sont remplacés par des coupures établies de loin en loin dans la digue, coupures qui sont obstruées par un fascinage colmaté de terre à l'époque des cultures ; on maintient cependant à ce moment, au dessus des marées hautes, au sommet des fascines, une échancrure en forme de déversoir destinée à assurer le passage des eaux en excédent.

Les mottes de vase empilées qui forment les remparts extérieurs des rizières profondes sont souvent empruntées à leurs pieds, de sorte qu'ils dominent alors un fossé de profondeur sensiblement égale à leur propre hauteur. Ce fossé, situé tantôt à l'extérieur, tantôt à l'intérieur du périmètre endigué, sert de canal facilitant le drainage de la rizière.

Après la construction de la digue extérieure, qui interdit la venue de l'eau à marée haute, on procède au défrichement du périmètre ainsi asséché. Le peuplement de palétuviers doit être complètement détruit ; les arbustes, attaqués à quelques décimètres au-dessus du niveau du sol, sont abattus au coupe-coupe ou à la hache ; leur bois mis en fagots est soigneusement récupéré et transporté par les femmes au village où il sert comme bois de feu ou pour la construction des maisons. Il faut ensuite dessoucher soigneusement le défrichement, extirper de la vase gluante toutes les racines de la mangrove qui sont mises en tas, séchées et brûlées. Ces deux opérations, abattage des palétuviers et enlèvement de leurs racines ne peuvent pas être effectuées pendant les pluies et occupent fréquemment plusieurs saisons sèches consécutives.

Dans les hivernages intermédiaires, on commence à dessaler le sol en fermant les drains au moment des pluies ; l'eau douce séjourne alors sous le défrichement et dissout les sels contenus dans les sols ; de temps à autre, à la faveur d'une marée basse accentuée, on ouvre les drains et l'eau chargée de sels est évacuée vers le marigot.

Lorsqu'elle est totalement nettoyée de toute végétation naturelle, deux ou trois ans après le début du défrichement, la future rizière subit un profond labour. La couche superficielle de vase est découpée par plaques et retournée au kayendo mais le labour ne s'effectue pas à plat ; des banquettes d'une largeur qui peut atteindre un mètre, séparées entre elles par d'étroits et profonds fossés, sont édifiées dans la rizière ; par suite du creusement des fossés dont la terre est rejetée sur les banquettes, celles-ci sont un peu plus élevées que le niveau du défrichement avant le labour.

En général, au moment du premier labour et du pénible travail d'édification des banquettes, le sol, protégé contre l'invasion du flot de marée depuis la construction de la digue périphérique, est totalement déssèché et sa surface forme une croûte compacte, véritable ciment argileux craquelé par les fentes de retrait, inattaquable au kayendo. On ouvre alors les drains ou on procède à une coupure dans la digue pour permettre l'invasion du défrichement par l'eau du marigot pendant quelques marées. Le sol humide est alors plus aisément labourable. Lorsque la rizière est entièrement aménagée, elle n'est pas immédiatement cultivable. Pendant plusieurs hivernages consécutifs, il faut procéder au dessalement du sol qui est alors systématiquement et littéralement lavé par les eaux de pluies. Le procédé employé consiste à interdire complètement l'accès du polder aux eaux marines ; les eaux de pluies et de ruissellement inondent alors la rizière, se chargent de sels et s'accumulent dans les fossés et les canaux de drainage. Lorsque le niveau de l'eau dans la rizière est jugé suffisant et menace, par exemple, de submerger les billons, les drains sont ouverts à marée basse et l'eau est évacuée ; pendant l'hivernage, les eaux de pluies sont ainsi périodiquement éliminées du défrichement après avoir filtré à travers les billons et s'être chargées des sels qu'ils contenaient. C'est naturellement la couche superficielle des billons, celle qui reçoit directement la pluie, qui est la première et la plus totalement dessalée tandis que les sels s'accumulent dans les couches profondes et sur les parois des fossés ; ces sels entraînés en profondeur par l'eau filtrant du sommet des banquettes, restent un danger pour la rizière ; en saison sèche, ils peuvent envahir à nouveau l'horizon superficiel sous l'effet de l'évaporation qui provoque la remontée par capillarité de solutions issues des couches profondes toujours humides. Aussi, est-il fréquent que des rizières profondes, déjà cultivées depuis plusieurs années, soient à nouveau envahies en surface par des sels en saison sèche et doivent subir un lavage systématique durant les premières semaines d'hivernage ; les premières pluies sont alors évacuées et les drains ne sont obstrués qu'un mois ou deux après le déclenchement des tornades, ce qui est rendu possible par deux facteurs : d'une part, ces rizières profondes étant les plus humides et les plus facilement inondées, il n'est pas indispensable d'y emmagasiner les premières chutes d'eau ; d'autre part, c'est dans ces rizières que le repiquage du riz est le plus tardif.

Il faut ajouter que les diolas cultivent aussi du riz dans tous les fonds de vallées, situés en amont des zones influencées par la marée et les bordures plus ou moins colluviales du Continental Terminal, de part et d'autre de la mangrove. Ces zones sont alimentées par les pluies en hivernage et par l'écoulement de la nappe du C.T.

Ces zones, dénommées "rizières douces" ont des surfaces très réduites par rapport aux rizières profondes. Ces dernières années, les diolas se sont aussi lancés dans la riziculture des tannes : tannes herbacés, en premier lieu, mais aussi les tannes vifs. La technique de mise en valeur des tannes est la suivante : confection de billons et d'une diguette pour ceinturer la zone à cultiver. On attend ensuite quelques années pour que les pluies dessalent et désacidifient la surface du sol. La culture du riz est ensuite possible, sans gros inconvénients surtout dans les tannes argileux.

Malgré certains inconvénients : lenteur de dessalinisation des sols, risque de ressalinisation au cours des années sèches et absence d'un réseau de drainage superficiel pour accélérer la dessalinisation de la partie superficielle des sols et pour maîtriser les inondations, cette technique est encore la meilleure pour les tannes comme le confirme l'exemple d'un aménagement de ce type à Tobor qui continue à donner de très bons résultats, à côté d'un aménagement ILACO qui, lui, a dû être définitivement abandonné.

Dans tous les cas, on constate que le succès de la

riziculture diola est, en grande partie, lié à une pluviométrie normale permettant le dessalement des sols et des marigots. Or, la sécheresse de ces dernières années a souvent rendu aléatoire et parfois réduit à néant la production rizicole de la Basse Casamance.

2. Les petits barrages

1. Les objectifs

Cette expérience du PIDAC (financement USAID) est basée essentiellement sur l'initiative des populations paysannes et vise les objectifs suivants :

- l'arrêt de la remontée de la langue salée ;
- la sécurisation de la production agricole sur une superficie limitée, correspondant à la disponibilité en eau ;
- la récupération progressive des terres salées ;
- le désenclavement.

En effet, compte tenu des données techniques figurant dans divers rapports de l'UPR (SOMIVAC) et des sociétés d'Ingéniérie ayant participé aux études dans la région telles que le BCEOM, Louis BERGER, SONED/SOGREAH, HARZA, etc..., nous savons que même en année de déficit pluviométrique, des millions de mètres cubes d'eau de ruissellement se perdent dans la Casamance, que la pente relativement très faible de ce fleuve considéré par l'UPR non pas comme un fleuve mais plutôt comme "une vallée encaissée, envahie par la mer", justifie pleinement l'alarme de la salinisation progressive des terres basses annoncées plus haut.

2. La stratégie appliquée

- écouter les requêtes émanant des paysans en ce qui concerne la construction des barrages anti-sel ;

- discuter avec eux sur les multiples effets bénéfiques de ces ouvrages et,

- n'en entamer la construction que lorsque les paysans intéressés se seront engagés à participer activement aux travaux tout en étant convaincus qu'il s'agit bien de **leur initiative, de leur projet**, et qu'il est aussi **dans leur intérêt** de maintenir l'ouvrage après son achèvement.

Par ailleurs, un comité de gestion, composé de paysans a été créé pour chaque barrage, ce comité est formé pour assurer l'opération manuelle des vannes et l'exécution des travaux d'entretien courant de la digue.

3. Conception et exécution

- Compte tenu des dimensions relativement importantes de ces ouvrages intéressant en général de petits bassins, compte tenu des données techniques valables contenues dans les rapports d'études existant au niveau de la SOMIVAC, le PIDAC (Division Génie Rural) a pu entreprendre l'étude de 25 ouvrages faisant l'objet du programme d'infrastructure hydro-agricole arrêté au 31 décembre 1985, dont 13 furent achevés à la fin de l'année 1984.

Les dimensions des parties d'ouvrages telles que l'ouverture des vannes dans le but de faciliter, à l'avenir, la fourniture des vannes de rechange ont été standardisées.

La technique appropriée utilise au maximum des matériaux valables et disponibles localement tels que le ronier, utilisé comme pieux de battage pour renforcer la fondation, le coquillage correctement dimensionné pour la confection du béton, etc...

Ceci justifie le coût relativement bas des 13 ouvrages achevés à la fin de l'année 1984 (14 500 000 F, total des coûts directs).

- Depuis la création de la Cellule Recherche/Développement-Aménagement, les techniciens de l'ISRA/DJIBELOR ont étendu leurs actions aux tests agronomiques sur les sols récupérés, ce qui avait conduit aux conclusions suivantes en décembre 1984 :

1. Les anciennes rizières salées et abandonnées à Katouré et Oulampane (100 ha au total) sont déclarées appropriées à la riziculture après les suivis et tests concluants menés durant les saisons 1983 et 1984 ;

2. La salinité des eaux de nappe qui ont affleuré dans la partie protégée a beaucoup baissé car les sels apportés par la nappe sont vite éliminés durant l'ouverture des vannes.

4. Valoriser des investissements engagés

Les paysans des "Vallées endiguées" ont rapporté ce que nous avons constaté comme effets positifs des barrages :

a. toutes les vallées endiguées avaient produit du riz pendant l'année de sécheresse 1983 (Oulampane, Katouré, etc...) alors que de nombreuses autres vallées furent abandonnées, faute d'eau ;

b. tous les paysans de la vallée endiguée avaient déclaré avoir récolté beaucoup plus qu'avant la construction des ouvrages, certains avançaient les pourcentages d'apparence exagérés allant de 50 % à 100 %.

Les effets positifs, avec les 13 "barrages anti-sel et de retenue" achevés en fin 1984 sont les suivants :

- l'augmentation de la production de riz due à la régulation des eaux de ruissellement retenues par les digues pourrait être estimée, d'une façon modeste, à 250

kg/ha, ce qui représente, pour les 3 000 ha intéressés par les 13 barrages ci-dessus à une surproduction totale de : 250 kg x 300 = 750 T, ayant une valeur commerciale de 70 F x 750 000 = 52 500 000 F. Ceci, dès la première année de mise en service des ouvrages, et semble être indéniable dans le scénario du déficit pluviométrique actuel.

- la production provenant des rizières récupérées sera décomptée entièrement comme bilan positif des ouvrages construits, il s'agit à partir de 1985, de la production sur 100 ha (40 à Katouré et 60 à Oulampane) déclarés rizicultivables par ISRA après des tests concluants en 1984.

- si nous acceptions la figure présentée ci-dessus, c'est à dire une surproduction valant 52 500 000 F dès la première année de mise en service des 13 ouvrages, si nous considérions les coûts directs de ces ouvrages qui s'élevèrent à 14 500 000 F, le ratio bénéfice/coût 3,62 représenterait un investissement des plus intéressants.

3. Les grands barrages

1. Historique

L'objectif initial est de protéger 12 000 hectares dont 6 500 de terre salée. L'ouvrage est en construction. La réunion de la "IIème Table Ronde" sur les barrages anti-sel en Base Casamance, qui s'est tenue à DJIBELOR les 12 et 15 juin 1985 a déploré cette "désarticulation dans le programme national de construction de barrages anti-sel au niveau de Casamance". Il était retenu que la construction future des grands barrages (BIGNONA, KAMOBEUL, SOUNDGROUGROU) devait attendre l'exploitation des résultats des études menées dans la vallée de GUIDEL et le barrage-écluse de GUIDEL (ouvrage test).

Parmi les recommandations de cette réunion, l'une porte en matière de développement sur le barrage d'AFFINIAM :

" - il est souhaité que la situation physique actuelle soit actualisée et précisée à la lumière des changements qui sont intervenus, avant même de réfléchir, à fortiori, d'agir en proposant des principes d'aménagement pour le futur.
- il est également souhaité que les actions initiées au niveau du Ministère de l'hydraulique soient achevées avant la fin de la construction de l'ouvrage.
- en tout état de cause, nous proposons l'arrêt absolu de toute construction d'ouvrage du type AFFINIAM avant que toutes les incertitudes ne soient levées par les études menées au niveau de GUIDEL et à d'autres niveaux".

La réunion du IIIème symposium des sols sulfatés acides qui s'est tenue à Dakar du 5 au 11 janvier 1986 et s'est prolongée en Casamance notamment par une visite du barrage d'AFFINIAM, a souligné que les grands barrages ne répondent pas aux besoins des sols et des agriculteurs. Ce symposium a souligné par ailleurs la nécessité d'études préalables à la construction d'infrastructure de cette taille dans le milieu de la mangrove.

Tous les spécialistes des sols sulfatés acides qui ont vu le barrage à l'occasion du symposium ont été unanimes à reconnaître que la construction de ce barrage était une erreur. Il est pratiquement impossible de faire des recommandations en prenant en compte l'existence du barrage.

2. Les problèmes posés par ce barrage

L'emplacement du barrage actuel au niveau de KABALANG-DANDIALAT n'est pas celui initialement prévu. Dans l'étude hydrologique du marigot de BIGNONA de Mrs OLIVRY et A. CHOURET (1981 ORSTOM, DAKAR, HANN) portant sur quelques aspects intéressants des mesures réalisées en 1970/71, il est mentionné que le barrage anti-sel d'AFFINIAM se situera peu en aval d'ELORA.

En 1975, M. MARIUS (ORSTOM, DAKAR, HANN) a fourni les documents hydrologiques et pédologiques existant à l'époque dans ce marigot. La plupart d'entre eux correspondait à la période humide 60-70 en Casamance. Il semble que les années sèches qui ont suivi n'ont pas été prises en compte et surtout, qu'aucune réactualisation n'a été faite.

Sols de la mangrove inondée (a + s1/s2) :
3 551 + 1 641 = 5 192 ha

Sols de transition (s3 + s5) + (m1 - m2) (e1 - e3) :
1 102 + 1 221 = 2 323 ha

Sols de la vallée amont de BIGNONA et vallées adjacentes (h + c) :
1 829 + 2 681 = 4 510 ha

Il est à noter que sur les 5 200 hactares de sols potentiellement acides et sulfatés acides jeunes, environ 800 ha sont aménagés en casiers piscicoles.

Il était prévu d'aménager 3 900 hectares nets de terres salées et 4 500 hectares nets de terres douces (projets).

Par rapport au projet initial, il semblerait que le site du barrage ait été déplacé vers l'amont et de ce fait, les superficies des terres salées et notamment des mangroves à récupérer sont moins importantes que les évaluations initiales. Par ailleurs, il existe une certaine incohérence au niveau des différentes évaluations.

Le barrage commencé en décembre 1984 est assez bien avancé. Celui-ci suscite pour le consultant et M. MA-

RIUS, expert de la mangrove du Sénégal, quelques interrogations qui sont les suivantes :

- Ou l'on considère que ce barrage n'existe pas et nous dirons qu'il ne faut surtout pas en construire un, pour toutes les raisons que M. MARIUS avait déjà évoquées (Table Ronde 1980) et qu'il semble que les petits aménagements paysans-PIDAC sont les plus performants dans ce milieu.

- Ou l'on prend en compte l'existence de ce barrage dont la taille est démesurée par rapport au marigot et surtout par rapport aux objectifs à atteindre et l'on fera alors les observations suivantes :

- Cette année, malgré une pluviométrie proche de la normale, mais surtout bien répartie, toutes les superficies rizicultivables n'ont pas été cultivées faute de main d'œuvre, à cause de l'exode rural de ces dernières années, et sans doute la récolte du riz posera-t-elle des problèmes. **Ce ne sont pas les terres rizicultivables qui manquent dans cette région, mais plutôt les hommes et les femmes.** Le problème est donc d'ordre socio-économique.

- Les deux pistes qui bordent le marigot BIGNONA-BALINGORE-AFFINIAM, sur la rive droite, font par endroits fonction de digues de retenue et cette année, n'ont pas été loin d'être inondées. Il est bien évident qu'une légère remontée du plan d'eau en arrière du barrage risque d'inonder complètement non seulement les pistes mais de nombreuses rizières, exondées actuellement. Par contre, en aval du barrage, notamment dans la région de DIAGOBEL, la plupart des terres risque de sursaler (rôle de déversoir), par suite du stationnement prolongé de l'eau de mer (en aval de la digue, cinq fois la salinité de l'eau de mer).

- Compte tenu de la startification des eaux du marigot et de la nappe phréatique salée, il conviendra d'analyser l'influence de la recharge de la nappe sur la concentration en sels en profondeur (les risques d'ascension capillaire ?).

Conclusions générales

Il semble donc que les effets négatifs du barrage risquent d'être nettement plus importants que les avantages que l'on peut en escompter. Il devient urgent que l'actualisation de certaines données, notamment hydrologiques, soit faite. Compte tenu de la potentialité de cette vallée, des aménagements existants et des interrogations suscitées par le barrage d'AFFINIAM, des types variés de vallées adjacentes, un schéma d'aménagement intégrant toutes les données de base et les perspectives est absolument nécessaire afin d'envisager un développement répondant aux besoins des populations de ce marigot. L'implantation aurait pu être envisagée, soit au niveau de BIGNONA (route internationale), soit dans la zone de fluctuation des eaux salées et eaux douces, un peu en aval de TENDIMANE-RANDOM. De plus, c'est un barrage de petit gabarit qui doit être envisagé. L'aménagement de ce marigot doit être fait de l'amont vers l'aval très progressivement (Réunion ISRA. BARRY. POSNER. AUBRUN).

Globalement, on peut noter que l'initiative des petits barrages est positive.

En effet, grâce à ces petits barrages anti-sel, la riziculture aquatique connait, dans certaines vallées endiguées, un regain d'intérêt grandissant (cf. barrage de Katouré).

L'intrusion de plus en plus grande des eaux salées des "bolons" en marée haute (phénomène préoccupant pendant la saison sèche ces dernières années) est stoppée. En voici quelques acquis :

- la maîtrise des techniques et des coûts de construction ;

- l'estimation relativement précise de coût de la participation des populations paysannes ;

- la gestion de l'ouvrage par les paysans ;

- l'importance de la mobilisation et de la participation des populations paysannes ;

- la sécurisation d'une certaine production agricole dans les zones protégées ;

- la dégradation presque complète de la végétation de mangrove sur les bras secondaires ne rend plus nécessaire l'admission d'eau salée en contre-saison. En effet, les risques d'acidification ne sont plus aussi graves que l'avancée des tannes sur les rizières.

Cependant, l'initiative des petits barrages anti-sel comporte un certain nombre d'incertitudes liées principalement aux conditions de conception et d'exécution du programme ; tels que les événements sociaux, les éléments édaphiques, etc...

Le projet "Pôles verts" au Sénégal
Intégration de l'arbre dans les périmètres irrigués villageois de la basse vallée du fleuve Sénégal

J.P. GOUDET, J.M. HARMAND

C.T.F.T.

RESUME

Les formations ligneuses de la vallée du fleuve Sénégal sur l'ensemble du lit majeur ont subi des dégradations souvent irréversibles après les nombreuses années de déficit pluviométrique des dernières décades.

La forte densité de population dans la vallée est à l'origine d'une consommation importante en produits ligneux (180 000 tonnes/an).

Le projet "Pôles verts" a pour objectif le développement des espèces arborées à usages multiples (produits ligneux, aliments, fourrages, etc...) en réalisant une intégration de l'arbre dans les périmètres hydro-agricoles et plus particulièrement dans les périmètres irrigués villageois.

1. Généralités

La première phase du projet "Pôles verts" d'une durée de deux ans a démarré en octobre 1985, sur un financement de la Commission des Communautés Européennes.

Les nombreuses années de déficits pluviométriques de ces dernières décades ont amené une dégradation souvent irréversible de la végétation ligneuse dans la vallée du fleuve Sénégal. Le projet "Pôles verts" a pour objectif le développement de l'arbre en liaison avec les aména-gements hydro-agricoles en cours.

La première phase du projet concerne la basse vallée du fleuve jusqu'à Podor, les actions s'étendent sur l'ensemble du lit majeur du fleuve.

La vallée du fleuve est une des régions du Sénégal à forte densité de population, avec des moyennes atteignant 20 à 30 habitants/km^2 dans la vallée proprement dite (zone de Podor). Sur la rive sénégalaise, la "route du Dieri" de Saint Louis à Bakel favorise le rassemblement des populations autour des centres urbains le long du fleuve.

Les utilisations actuelles des formations ligneuses résiduelles dans la vallée

- Le bois énergie : la région du fleuve a participé jusqu'à ces dernières années pour une part importante de la production nationale de bois et charbon de bois à partir des peuplements naturels de gonakiers mis en exploitation après leur dépérissement. Uniquement en se basant sur l'autoconsommation du bois par la population de la vallée (600 000 habitants en 1983), on arrive à un besoin annuel en bois énergie de 180 000 tonnes.

- Bois de service : il s'agit des poteaux, perches traditionnellement utilisées dans la construction rurale, les clôtures. Dans la vallée, ces produits étaient coupés essentiellement dans les zones à gonakiers et complémentairement dans les formations ligneuses du Dieri.

- Produits autres que ligneux :

. Produits à usage alimentaire

. Produits utilisés en pharmacopée

. Produits industriels : en particulier gomme arabique.

- Les arbres fourragers : les ressources naturelles du Oualo sont maigres. Les fourrages arborés constituent pendant la saison sèche un appoint alimentaire de première importance pour les bovins et les petits ruminants.

L'intégration de l'arbre dans les périmètres irrigués

L'association de l'arbre avec des cultures agricoles irriguées sous forme de brises-vent, bandes boisées commence à être "admise", d'autant que la nécessité de cette association avec les cultures maraîchères ou les vergers fruitiers est maintenant connue.

2. Actions pilotes réalisées

Elles concernent principalement en 1986 :

- Les bandes boisées, brises-vent dans les périmètres irrigués villageois.

- Les vergers fruitiers et parcelles de ligniculture intensive en périmètre irrigué.

- Les boisements villageois de case.

1. Les brises-vent

La sensibilisation des paysans aux plantations de brise-vent ne sera que très progressive ; leurs avantages agroclimatiques sont bien difficiles à montrer. Au départ **seule l'obtention d'un produit, source de revenu direct ou indirect** (autoconsommation), permettra d'intéresser les producteurs. Il faut donc définir des brises-vent pouvant fournir valablement des perches, du bois énergie ou du fourrage. A titre d'exemple, pour une "propriété" d'environ 90 pieds d'Eucalyptus (100 m de ligne) le revenu "paysan" peut se situer tous les trois ans à : 50 perches de 5 m ; 2 stères de piquets ; 3 stères de bois de feu. Le revenu peut ensuite être annuel si le brise-vent est exploité après la 3ème année par jardinage des rejets.

Quelques types de brises-vent

- Exemple de la haie double avec association : (brise-vent principal)

Eucalyptus camaldulensis : arbre
Acacia holosericea : arbuste

Deux rigoles parallèles espacées de 1 à 2 m.

Plantation tous les mètres sur chaque rigole en quinconce.

Utilisation de 2 Euc. camaldulensis pour 1 Acacia holosericea :

```
x x o x x o x x o        x = Euc.

 x x o x x o x x o       o = Acacia
```

L'Acacia constitue le bas étage du brise-vent, l'Eucalyptus constitue l'étage dominant (12 à 15 m de haut).

L'Eucalyptus camaldulensis rejette parfaitement ce qui permet une exploitation régulière **en assurant une production de bois de feu ou de service importante.** La sélection de deux rejets permet une reconstitution de brise-vent de façon très rapide. L'Acacia holosericea a une hauteur de 5 à 6 m avec un houppier dense et ample.

- Exemple de haie double avec Prosopis chilensis (réseau secondaire)

Plantation en quinconce tous les 50 cm sur deux lignes espacées de 1 m :

```
x x x x x x
  x x x x x
```

Les principales espèces utilisables en brise-vent :

- Eucalyptus camaldulensis en association avec des espèces arbustives

- Prosopis chilensis, Prosopis cineraria, Prosopis pallida (à confirmer) (résistance à salinité)

- Parkinsonia aculeata (résistance à salinité)

- Leucaena leucocephala

- Casuarina equisetifolia (particulièrement dans le delta)

- Gonakier

etc ...

2. Sylviculture intensive

Bois de feu, charbon de bois, bois de service :

- Eucalyptus camaldulensis (provenances bien définies)

- Eucalyptus microtheca (provenances bien définies)

- Leucaena leucocephala (provenances bien définies)

- Prosopis chilensis

- Grandes lignes des techniques sylvicoles adoptées

. Méthode d'irrigation : à la rigole, la plus adaptée et la moins onéreuse (par rapport en particulier à l'irrigation localisée et la submersion).

. Ecartement : 2 m x 1 m soit 5 000 plants/ha.

. Date de plantation : la croissance est la plus intéressante lorsque la plantation a lieu dès l'arrivée du Front Intertropical fin juin.

. Durée de la révolution : 3 années, pouvant avec les Eucalyptus être ramenées à 2 ans pour certaines productions. Trois rotations possibles avec coupe à blanc.

. Productivité : 15 à 20 m^3/ha/an. Hauteur totale moyenne 10 à 12 m, diamètre de 12 à 13 cm pour les Eucalyptus.

. Notion de coût : pour une plantation à 5 000 pieds/ha, on évalue actuellement le coût, comprenant l'aménagement "forestier" des parcelles (construction de rigoles) jusqu'à la plantation comprise, à 500 000 F.CFA l'hectare (100 F.CFA par arbre planté). N'est pas incluse la conduite du peuplement (irrigation et entretiens). Dans le cas de plantation de petites parcelles intensives en PIV, on doit principalement retenir le coût de production du plant d'Eucalyptus (40 à 50 F.CFA).

3. Modalités d'intervention

La première phase du projet prévoit deux pôles principaux d'intervention :

- Richard Toll pour le delta

- Podor

Chaque pôle comprend :

- une antenne pilote : avec une pépinière d'une capacité annuelle de production de 80 000 plants et une parcelle de démonstration de 5 ha comprenant :

3 ha de cultures agricoles protégées par un rideau brise-vent
1 ha de ligniculture intensive
1 ha de verger fruitier protégé par un réseau brise-vent.

- une antenne de sensibilisation et vulgarisation

Les objectifs de la première phase sont :

- de tester en vrai grandeur les thèmes du projet

- mener une action de démonstration sur l'utilité de l'arbre et son intégration dans le processus de développement agricole

- promouvoir auprès des agriculteurs l'intérêt écologique et économique des actions de boisement

- assister les structures locales pour l'organisation et la mise en œuvre des actions de boisement.

Le projet s'intéresse d'abord aux petites infrastructures villageoises (PIV). En effet, que ce soit pour la mise en défens ou pour l'irrigation, ces unités irriguées d'une vingtaine d'hectares sont souvent mieux maîtrisées par les populations que les grands périmètres (cuvettes aménagées de 500 à 3 000 ha).

Les actions entreprises au niveau de ces périmètres sont :

- des opérations brise-vent sous forme de bandes périmétrales ou de rideau intermédiaire. Les bandes périmétrales sont constituées si possible de trois lignes associant des essences à port érigé (*Eucalyptus camaldulensis*) et des essences à port buissonnant (*Acacia holosericea, Proposis juliflora,* acacias locaux). Les lignes intermédiaires sont constituées essentiellement d'Eucalyptus (essences à port érigé).

Ces brises-vent ont pour objectif la protection des cultures et la production de bois de service et de bois de feu.

- des boisements de ligniculture intensive ;

- des vergers fruitiers ;

- des boisements dans les délaissés des périmètres.

Les grands périmètres mis en culture en général durant une seule saison (campagne d'hivernage) deviennent des zones de parcours du bétail pendant la période de contre-saison ; ceci rend la réussite des plantations encore plus aléatoire, c'est pourquoi nous avons opté pour des réalisations à petite échelle cette année :

- plantations linéaires d'Eucalyptus dans les drains (4 000 arbres environ à Thiagar et Nianga).

Notre intervention se fait au niveau des groupements villageois encadrés par la SAED, des foyers de jeunes, et de quelques privés. La SAED par l'intermédiaire de ses Directeurs de périmètres, et de ses Conseillers Agricoles, apporte toujours son appui indispensable à la sensibilisation des groupements qu'elle encadre par ailleurs. L'intervention du projet "Pôles verts" se définit comme suit :

- façonnage de raies d'irrigation,

- pose d'une clôture dans certains cas,

- fourniture des plants,

- encadrement de la main d'œuvre aux travaux de plantation,

- suivi et conseil des populations pour l'entretien de leurs plantations.

Afin d'assurer l'entretien des plantations, des vivres du P.A.M. sont distribuées aux populations. La mise en place des opérations de reboisement est tributaire de la mise en eau des périmètres irrigués. La saison rizicole débute le 15 juillet et la campagne maraîchère le 20 octobre, si bien que la période des plantations s'étale du 15 juillet au 30 novembre.

4. Les problèmes posés par les premières actions entreprises

Les contraintes principales liées à l'intégration de l'arbre dans les périmètres sont la mise en défens et l'irrigation des plantations.

En ce qui concerne la mise en défens dans les PIV nous comptons surtout sur l'effet de protection des cultures. Pour ce qui est de l'irrigation, le manque de rigueur des populations dans la mise en eau des parcelles a considérablement gêné notre programme de plantations. Les contraintes du delta sont les suivantes :

- aménagements hydro-agricoles de grande taille (700 à 3 000 ha)

- forte salinité (localisée)

- divagation des animaux en période de contre-saison.

L'intégration de l'arbre dans les périmètres sous forme de ligne brise-vent sera effective avec le développement de la double culture ; en effet l'occupation du terrain par les cultures assurera la protection des plantations tout au long de l'année. Dans un premier temps nous intervenons dans quelques PIV de la zone.

En 1987, on développera les volets "sensibilisation - vulgarisation" et "économie des produits ligneux de récolte obtenus".

ANNEXE

Note sur la gestion de l'eau et son utilisation sur le réseau gravitaire du canal de Manosque (Alpes de Haute Provence, France)

T. RUF

ORSTOM

RESUME

On peut trouver en France des réseaux d'irrigation datant du XIXème siècle où les bénéficiaires , petits paysans, purent développer une agriculture irriguée en se partageant l'eau de manière équitable. Le tour d'eau du canal de MANOSQUE est un exemple du genre, et son application est restée jusqu'à présent l'œuvre d'une profession qui assurait l'adéquation entre l'aménagement et la demande paysanne : le métier d'aygadier est cependant condamné dans les circonstances économiques actuelles, mais la réhabilitation de l'aménagement semble adaptée aux systèmes de production en place.

En France, la tradition de l'irrigation des terres de coteaux et de vallées n'est pas ancestrale. Nous ne disposons pas de réseaux d'irrigation aussi anciens que ceux d'Espagne. Pourtant, au XIXème siècle, a commencé une période de grands aménagements hydro-agricoles en Provence, correspondant à l'apport de l'industrie à l'établissement de canaux en terrains difficiles (siphons métalliques, tunnels, vannes, etc...). Il était intéressant de signaler comment les agriculteurs français de cette région ont utilisé l'eau et ont trouvé un concensus dans le partage de cette ressource rare. Au mois d'août 1981, nous avons pu appréhender ces questions, cruciales dans la plupart des aménagements gravitaires.

Le canal de MANOSQUE, situé en moyenne Durance, fut établi dans la deuxième partie du XIXème siècle, a flan de coteaux, sur 57 kilomètres. Environ 2000 hectares, situés en contre-bas du canal, sont irrigués par gravité (ou par "irrigation de surface") tandis que 800 autres, situés au-dessus, bénéficient d'un aménagement récent utilisant la technique de l'aspersion. La distribution gravitaire des eaux s'opère au moyen de 150 "filioles" (= distributeur) dont la longueur moyenne atteint 2 kilomètres, desservant une vingtaine d'utilisateurs.

1. Petite agriculture paysanne et répartition de l'eau.

Ces utilisateurs sont le plus souvent de petits agriculteurs exploitant entre 5 et 20 hectares en faire valoir direct. Quelques rares exploitations dépassent les cent hectares (1). Historiquement, le canal de MANOSQUE a permis le développement d'une petite agriculture paysanne productive basée sur la culture de la pomme de terre primeur, qui avait grande réputation sur les marchés régionaux jusque dans les années 1950-60. A cette époque, la production péréclita, en partie par le fait de la concurrence d'autres régions où la productivité était meilleure, et en partie par le manque de main d'œuvre (exode rural). La vallée entama une reconversion vers une spéculation qui semblait avoir un certain avenir : la pomme golden. Des vergers furent établis par les paysans qui avaient les moyens financiers adéquats. Le système de production actuel repose généralement encore sur plusieurs productions qui valorisent des espaces bien différenciés. A côté des vergers, on cultive toujours un peu de pommes de terre et des légumes, grâce à l'irrigation, tandis que les parties non irriguées de l'exploitation reçoivent des céréales. Sur les co-

(1) La superficie irriguée ne constitue qu'une part de la superficie totale de l'exploitation.

teaux, en dehors des zones aménagées pour l'irrigation par aspersion, on trouve des vignes et des oliveraies (fig. 1).

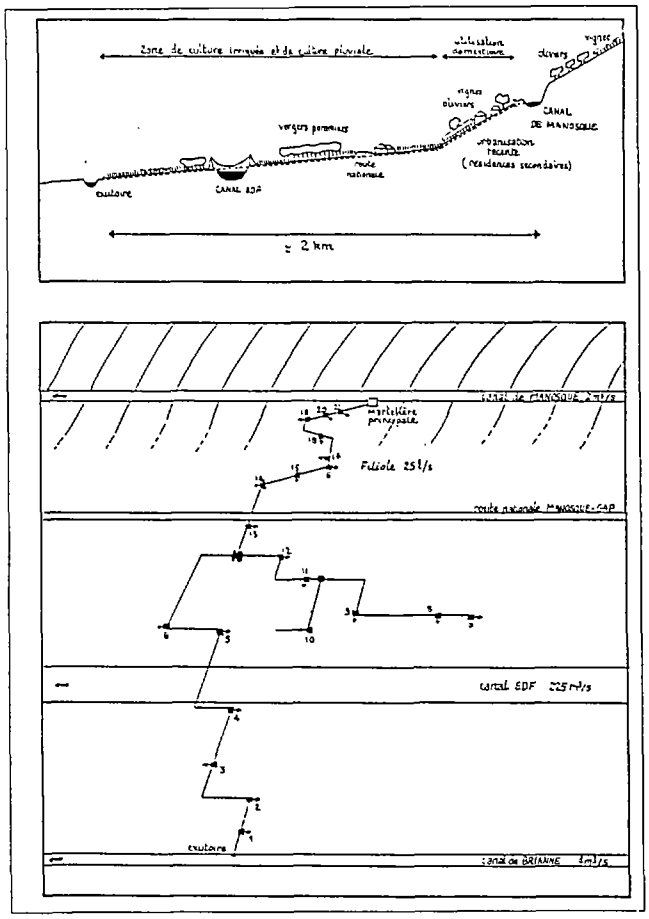


Fig. 1 Coupe d'occupation des sols
Fig. 2 Schéma de distribution : filioles et martelières

Revenons à l'aménagement proprement dit, et à l'infrastructure (fig. 2). Le canal de MANOSQUE est doté d'un débit en tête de 2000 litres par seconde. Chacune des 150 filioles prend sa prise sur le canal à partir d'une martelière qui, lorsqu'elle est ouverte laisse passer une "main d'eau" de 25 litres par seconde (valeur approximative). La filiole descend ainsi jusqu'au fond de la vallée, se divisant parfois en filiole principale et branchements et sous-branchements, pour finir par un exutoire situé sur un autre canal, le canal de BRIANNE. Tout au long de ce parcours, on rencontre d'autres martelières correspondant aux propriétés des différents utilisateurs. Chacun d'entre eux n'a pas accès à l'eau qui passe selon sa seule volonté. La répartition de l'eau est codifiée dans des termes précis.

Le tour d'eau a été conçu dès l'origine du canal, c'est à dire depuis la création de l'association syndicale en 1984. La périodicité est originale, car au lieu d'être de sept jours, elle a été fixée à 150 heures, soit six jours et six heures. Le raisonnement qui soutend ce choix s'appuie sur deux "calculs" :

D'une part, pendant la saison d'irrigation, entre le 1er avril et le 15 octobre, le besoin en eau correspond au débit fictif continu d'un litre par seconde et par hectare. Sur cette base, la quantité d'eau souscrite pendant un cycle de six jours et six heures est :

1 l/s * 150 * 3600 s = 25 l/s * 6 * 3600 s

autrement dit, un souscripteur demandant à l'association syndicale un débit fictif continu d'un litre par seconde aura droit à une utilisation de la main d'eau de 25 litres par seconde pendant six heures, soit une fraction entière d'une journée.

D'autre part, cette périodicité s'avère équitable, dans la mesure où ce ne sont pas toujours les mêmes qui sont obligés d'irriguer la nuit. Ainsi, si tel jour un souscripteur reçoit l'eau à midi, le cycle suivant, il irrigura à partir de 18 heures, celui d'après à partir de minuit, et ainsi de suite.

Chaque année, le souscripteur peut modifier sa dotation, demandant par exemple un débit fictif continu de 0,5 litre par seconde, auquel cas il ne recevra un droit d'eau que pour trois heures à chaque cycle de six jours et six heures. S'il ne se signale pas, la dotation est automatiquement reconduite.

Sur le terrain, la manipulation des martelières n'est pas laissée à la bonne volonté des souscripteurs. Un "aygadier" (personnage chargé de gérer la distribution de l'eau sur une quinzaine de filioles) ouvre la martelière principale selon le cahier d'ouverture et de fermeture qui lui a été remis en début de saison. L'ouverture tient compte du fait qu'il faut un certain temps pour que l'eau parvienne au premier utilisateur situé à l'autre extrémité de la filiole (inscrit en n° 1 sur la figure 2). Lorsqu'il y a des branchements, la manœuvre est également assurée par l'aygadier. Une fois que le premier utilisateur a épuisé son temps, et à l'heure dite, le second utilisateur lui ferme sa martelière et s'adjuge la main d'eau et ainsi de suite jusqu'au dernier, c'est à dire celui qui est le plus proche de la martelière principale (prise sur le canal).

C'est donc un exemple à retenir comme modèle de répartition de l'eau, dont les règles sont admises par tous, et généralement jamais enfreintes. Il y a comme un respect du droit d'eau, parce que les règles semblent claires, équitables, et que leur application dépend non pas directement des utilisateurs, mais d'une organisation paysanne qui délègue le pouvoir de donner et de couper l'eau à des salariés de cette organisation, les aygadiers.

2. La gestion du canal vue par ses administrateurs et ses techniciens

Gérer un canal et un réseau d'irrigation suppose que

deux conditions impératives soient réalisées :

- l'eau doit arriver,

- les ressources financières doivent couvrir les dépenses d'irrigation.

1. L'eau doit arriver

Pour satisfaire cette première condition, il faut passer par deux étapes : la première est la modélisation de l'arrivée de l'eau. Ceci s'effectue désormais à l'aide d'un ordinateur qui établit plus rapidement qu'à la main les documents indispensables pour informer les clients et les aygadiers.

Le cahier du tour d'eau est un listing indiquant successivement les horaires d'ouverture et de fermeture de toutes les martelières manipulées par les aygadiers et par les souscripteurs. Ce document remplace les cahiers de l'association syndicale qui étaient tenus à la main et modifiés chaque année au fur et à mesure de la progression des parcelles irriguées depuis 1894.

La fiche de tour d'eau est destinée au client, et lui spécifie les horaires d'ouverture et de fermeture de sa martelière tout au long de la campagne d'irrigation.

Le cahier des aygadiers indique à chacun d'entre eux les opérations successives durant un cycle de six jours six heures. Un diagramme complète ce document, en visualisant toutes les manœuvres (fig. 3).

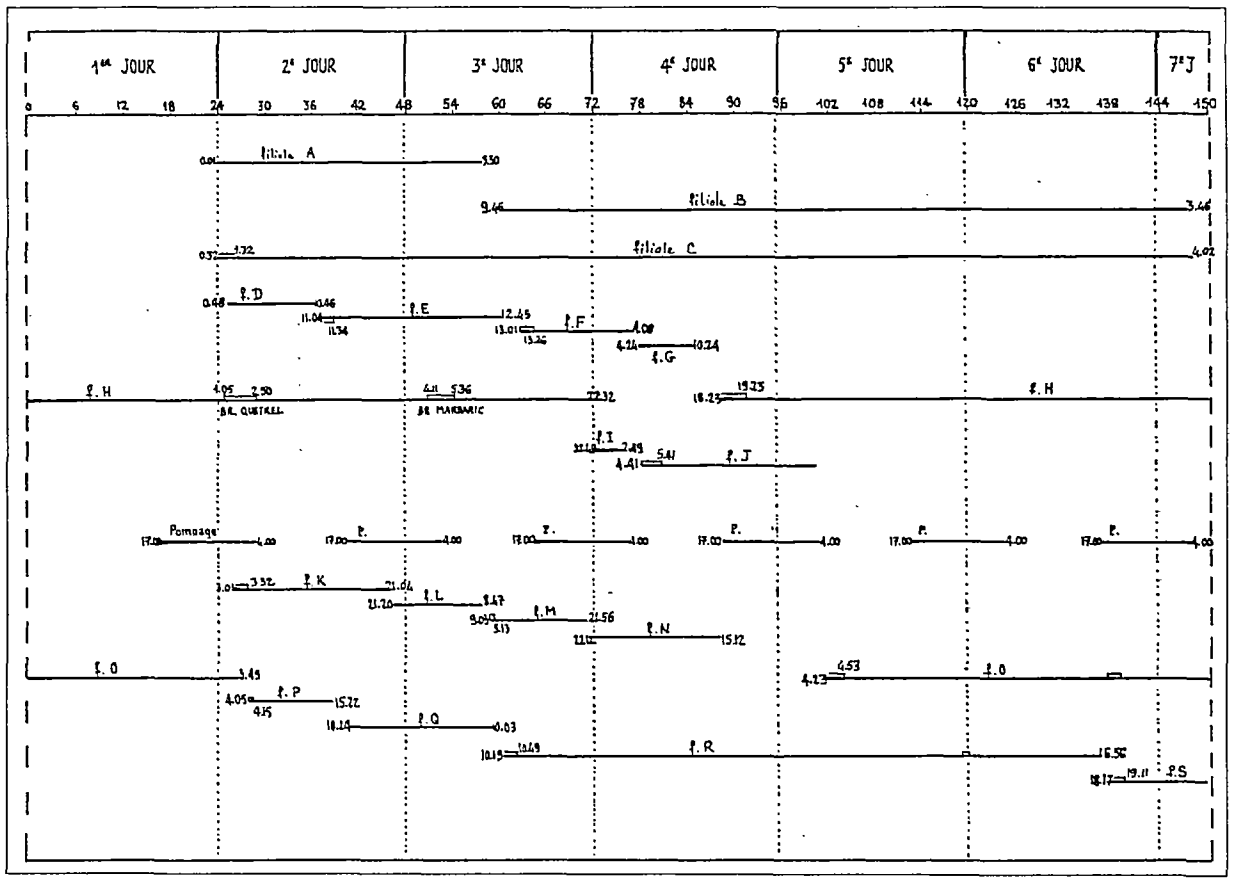


Fig. 3 Exemple de diagramme des manœuvres à effectuer au cours d'un cycle par un aygadier

L 'application du modèle sur le terrain constitue la deuxième étape de la condition première dans la gestion d'un réseau : sur le papier, l'eau arrivait, et dans la réalité elle doit effectivement arriver. Aujourd'hui, dans l'état actuel du réseau gravitaire, il faut treize personnes pour que le système fonctionne sans trop d'accroc : dix aygadiers, chargés de dix secteurs d'irrigation, un conducteur du canal et deux aides-conducteurs. Ces derniers ont la charge particulière de surveiller le canal maître, son écoulement normal. Si un débit insuffisant apparaît en fin de canal, comme cela arrive en période très sèche, ils demanderont à tous les aygadiers de veiller à la stricte application des dotations.

En effet, le travail des aygadiers n'a pas été radicalement changé par l'informatisation du modèle de tour d'eau. En fait, il y a un décalage entre les souscriptions et les dotations théoriques enregistrées au siège de l'association syndicale et ce qui se passe sur le terrain. L'information repose sur des données non actualisées. Les parcelles irriguées, comme les souscripteurs peuvent être fictifs (1), ce qui pose quelques difficultés sur

(1) Le registre manuel des souscriptions et la recommandation inscrite sur la fiche de tour d'eau destinée au client sont très explicites : beaucoup de souscripteurs revendent l'eau qu'ils reçoivent mais ne le déclarent pas, par crainte de perdre leur droit d'eau. Au fil des générations et des successions, il se produit une microdivision des droits d'eau, de la même manière se subdivisent les propriétés foncières.

l'ouverture d'une martelière inexistante, ou au contraire une martelière non prise en compte.

L'aygadier est un homme issu du secteur (= du village) dont il a la charge. Il connait bien son réseau, et sa préoccupation essentielle est qu'après l'ouverture d'une filiole, le client situé à l'autre bout reçoive bien une main d'eau de 25 litres par seconde. Aucun élément précis ne permet de mesurer ce débit établi empiriquement par l'aygadier. Un boulon situé près des martelières sert de point de repère, probablement depuis la construction du canal. Selon les cas, le débit réel sera inférieur ou supérieur au débit théorique, soit que les points de repère des aygadiers diffèrent, soit qu'ils laissent délibérément passer plus d'eau, par souci de satisfaire un client dont la demande est pressante. Ainsi l'aygadier assure à sa manière le tour d'eau, sans rigueur mathématique, mais sans erreur non plus sur les quinze filioles, soit une trentaine de kilomètres de suivi de l'eau.

Outre son rôle d'accompagnement de l'eau après l'ouverture de chaque filiole, et celui de police en cas de non respect des passations entre clients, l'aygadier doit assurer l'entretien de son réseau hors saison (curage, désherbage, vérification et remplacement de martelières). La surveillance du canal-maître à la charge des conducteurs consiste à repérer les faiblesses des ouvrages anciens et à prévoir leur réfection (par exemple : refaire l'étanchéité d'un aqueduc, reconstituer les pistes de berges là où elles ont disparu par suite des curages et du manque d'entretien).

2. Les ressources financières doivent couvrir les dépenses d'exploitation

L'association syndicale du canal de MANOSQUE a demandé à la fin des années 1970 à la société du Canal de Provence (1) de prendre en main la gestion du canal. Elle a pris cette décision alors que les comptes laissent apparaître un grave déficit. L'argent des souscripteurs ne permettait pas de couvrir à la fois les frais d'entretien et de réparation des ouvrages, ni de payer les salaires des aygadiers (ils étaient alors deux par secteur), les frais administratifs, etc...

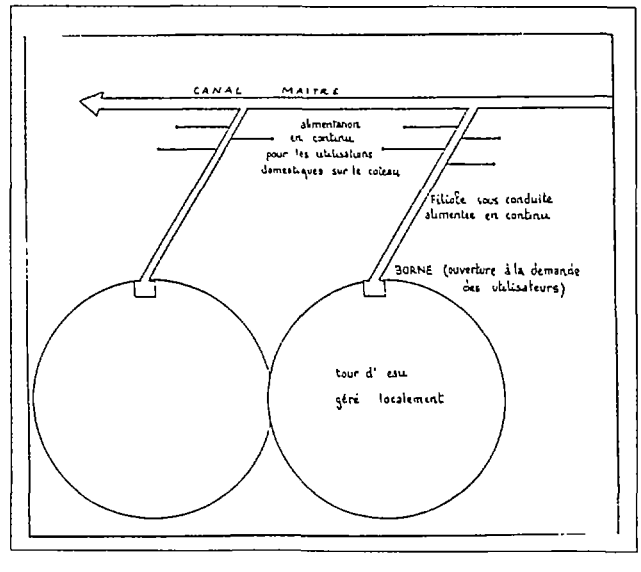
La société du Canal de Provence envisagea l'offre avec circonspection, dans la mesure où elle devait reprendre à son compte le déficit cumulé de plus d'un million de francs. Mais la stratégie de cette société d'aménagement régional était d'étendre son aire d'influence et elle visait la reprise en main de tous les réseaux de la Durance. Aussi accepta-t-elle ce marché à perte.

L'informatisation du fonctionnement administratif et du modèle de tour d'eau et la réduction du personnel au strict minimum n'ont pas permis de réduire le déficit structurel qui s'établissait en 1980 à 1,2 million de francs (3 millions de dépenses pour 1,8 millions de recettes). La SCP n'envisageait pas de relever considérablement la redevance (900 F par hectare en 1981), considérant celle-ci comme déjà tout juste supportable pour les paysans, lesquels consacrent beaucoup plus de temps à faire circuler l'eau dans les champs. Elle s'est donc penchée sur les moyens de moderniser un réseau ancien pour abaisser les coûts d'exploitation, diminuer la part du travail agricole consacré à l'irrigation de surface au champ, et minimiser l'investissement global : c'était en quelque sorte une réhabilitation adaptée, mesurée. Il faut noter au passage qu'une telle attitude est rare vis à vis des réseaux irrigués du tiers-monde, où l'on a tendance à faire table-rase du passé et réhabiliter selon un modèle exogène et très couteux, ce qui se traduit généralement par des échecs difficiles à supporter pour les économies des pays concernés.

Dans certains cas, en Provence, les canaux anciens sont irrécupérables, et il faut envisager un réseau entièrement nouveau, le plus souvent sous pression et avec des techniques d'aspersion. Mais le canal de MANOSQUE est encore un bon ouvrage hydraulique.

Mis à part la nécessaire actualisation de l'inventaire des parcelles, des irrigants, et le bilan hydraulique, la principale transformation envisagée consiste à modifier le réseau de filioles : on les remplacerait par des canalisations à faible charge garantie, adaptées à la poursuite de l'irrigation de surface (fig. 4). L'ouverture de la borne ne dépendrait plus que des utilisateurs. La gestion du canal s'en trouverait simplifiée, puisque le tour d'eau ne dépendrait plus d'une organisation centrale, mais du petit groupe de souscripteurs. Leur irrigation pourrait être perfectionnée par l'installation de tuyaux souples percés régularisant l'alimentation de chaque sillon, et diminuant le temps de surveillance.

Fig. 4 Principe de réhabilitation
(d'après GALAND - SCP - 1981



(1) Une des Sociétés d'Aménagement Régional françaises qui opèrent également en coopération sous le sigle GERSAR.

Cette note rapide sur la gestion du canal de MANOSQUE permet de souligner, dans le cadre des recherches d'adéquation entre un aménagement hydro-agricole et les systèmes de production paysans, l'importance de la structure de gestion et de son fonctionnement quotidien autour du problème central : le tour d'eau. Dans beaucoup de cas que nous ayons eu à connaître, en Egypte, au Mali, au Sénégal ou en Equateur, l'Etat, à travers l'institution hydraulique, croit toujours devoir diriger le tour d'eau, voire imposer les périodes d'irrigation aux paysans (si ce n'est les cultures mêmes). Or, les échecs répétés du dirigisme en matière de gestion de l'eau semblent orienter les politiques agricoles vers une plus grande autonomie de gestion des collectivités locales.

La canal de MANOSQUE est exemplaire dans le sens du concensus trouvé pour gérer les dotations, et cela dès l'origine. Bien entendu, la gestion artisanale a fait place à un début d'automatisation, dont la réussite dépend largement de l'apparition d'un nouvel accord entre les utilisateurs. Si l'efficacité de la gestion antérieure s'est amenuisée, c'est probablement pour des raisons sociales et économiques. Un aygadiers ont connu "historiquement" un salaire décent, c'est à dire comparable aux salaires obtenus en milieu urbain. Mais la petite agriculture paysanne n'a pu supporter longtemps un tel coût.

La réhabilitation envisagée montre que les marges de progrès peuvent être raisonnées en fonction des systèmes de production locaux, et avec l'idée de transférer le "jeu du tour d'eau" à une échelle microlocale. Certes, cette transformation induit la disparition des emplois des aygadiers. En France, peut-il en être aujourd'hui autrement ?

NB : l'essentiel des informations reproduites ici provient d'entretiens avec les resonsables de la gestion du canal, avec des aygadiers et des paysans.

Collection Documents Systèmes Agraires

TITRES PARUS :

n° 1 Fonctionnement des systèmes de production et utilisation de l'espace dans un village du Yatenga : Boukéré (Burkina-Faso) ; par M.J. DUGUÉ, 1986

n° 2 Systèmes agraires, systèmes de production en Afrique de l'Ouest (et Madagascar) : Bibliographie ; par C. SECOND, M. BENOIT CATTIN, 1986

n° 3 Typologie des agro-systèmes villageois du département de Maradi (Niger) : Propositions pour un programme de Recherche-Développement ; par P. JOUVE.

n° 4 Relations agriculture élevage : Actes du II[e] séminaire du Département Systèmes Agraires du CIRAD Montpellier 10 - 13 septembre 1985

n° 5 Les politiques alimentaires face aux changements dans les modes de consommation des céréales en Afrique de l'Ouest : Approche bibliographique ; par M. BENOIT CATTIN, C. DELGADO, 1986

n° 6 Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production Actes du III[ème] Séminaire - Montpellier 16 - 19 décembre 1986 (Tome I - Tome II)

Imprimerie MICHEL - 67 58 84 03 - Montpellier