



---

Département territoires,  
environnement et acteurs  
Cirad-tera

*Rapports d'activités 1998*  
*du programme*  
*"Espaces et Ressources"*

Août 1999

CIRAD-TERA n° 69/99

A decorative yellow brushstroke is located at the bottom of the page, consisting of several overlapping, curved lines that sweep across the width of the page.

*Rapports d'activités 1998*  
*du programme*  
*“Espaces et Ressources”*

Août 1999

CIRAD-TERA n° 69/99

## Sommaire

- ANGE Alain  
Campus de Baillarguet  
Gestion de la recherche  
Rapport non disponible au 01-07-1999
  
- MANDRET Gilles 1  
Campus de Baillarguet  
Réseau insulaire, Gestion de la recherche
  
- ANTONA Martine 7  
Campus de Baillarguet  
Economie de l'Environnement
  
- ARNAUD Michel 10  
Campus de Baillarguet  
Mathématique, Statistique
  
- AUGUSSEAU Xavier 12  
Bobo Doulasso, Burkina Faso  
Télédétection, Système d'Information Géographique
  
- BERTRAND Roger 17  
Campus Agronomie, Kourou, Guyane  
Sciences du sol
  
- BIGOT Yves 22  
Campus de Baillarguet  
Economie
  
- BOUSQUET François 24  
Campus de Baillarguet  
Modélisation
  
- CARON Patrick 30  
Gaborone, Botswana, Southern African Centre for Cooperation in Agricultural  
Research and training - SACCAR  
Gestion de la recherche
  
- CLOUET Yves 36  
Campus de Baillarguet  
Géographie
  
- GUERRIN François 41  
La Réunion  
Mathématique, Statistique

■	GUILLOBEZ Serge Campus de Baillarguet Sciences du sol, Télédétection, SIG	47
■	<i>IMBERNON Jacques</i> <i>Campus de Baillarguet</i> <i>Analyse et traitement d'image</i> <i>Rapport non disponible au 01-07-1999</i>	
■	LE GAL Pierre-Yves Campus de Baillarguet Agronomie, Sciences de la gestion	68
■	LE PAGE Christophe Campus de Baillarguet Modélisation	75
■	<i>MONNIER Jacques</i> <i>Campus de Baillarguet</i> <i>Sociologie</i> <i>Rapport non disponible au 01-07-1999</i>	
■	MORANT Philippe Institut de Recherche Agronomique de Guinée - IRAG-, Conakry Télédétection, SIG	80
■	NOEL Aurélie Campus de Baillarguet Sociologie	85
■	PAILLAT Jean-Marie La Réunion Gestion des ressources	89
■	PASSOUANT Michel Campus de Baillarguet Mathématiques, Statistiques	95
■	PERRET Sylvain Baillarguet puis Pretoria, Afrique du Sud Agronomie	98
■	RAZAKABOANA Francis Nogent sur Marne Economie des Intrants	104

■	REQUIER-DESJARDINS Mélanie Campus de Baillarguet Economie	111
■	ROUCHIER Juliette Campus de Baillarguet Modélisation, économie	114
■	GAUCHER Séverine La Réunion Sciences de la gestion	148

# RAPPORT ANNUEL D'ACTIVITÉS

1998

*Gilles MANDRET*

## I - IDENTIFICATION

### *I.1- Identification chercheur*

MANDRET Gilles  
Programme ERE  
Campus de Baillarguet, Montpellier  
Adjoint au chef de programme  
Responsable Axe 2

### *I.2 - Cadre de travail*

D' une première affectation au programme THL, mes activités ont été transférées, en cours d'année, au programme ERE où il m'incombait d'assurer la fonction d'adjoint au chef de programme.

Cette fonction était complétée par un travail déjà engagé à l'EMVT puis à THI sur :

- la coordination scientifique d'un ouvrage de synthèse intitulé : "l'Elevage à la Réunion, Synthèse de 15 ans de recherches".
- l'animation du réseau insulaire tropical et méditerranéen RITME.

## II - FAITS SAILLANTS 1998

Le fait marquant de cette année 1998 est incontestablement la mise en place de la réforme du Cirad et plus particulièrement, pour ce qui me concerne, la création du programme ERE organisé en 3 axes :

Axe 1 = Aménagement du territoire, analyse régionale de l'espace et de l'état des ressources

Axe 2 = Gestion des produits et des ressources naturelles et renouvelables

Axe 3 = Facteurs de production, opérateurs de service, spatialisation des services

La stratégie du programme, dans l'axe gestion des produits et des ressources naturelles et renouvelables, consiste à aborder le développement par les acteurs, leurs projets et leurs propres stratégies, à différents niveaux d'organisation de ceux-ci. Elle conduit de ce fait à analyser les relations entre différentes dynamiques de transformation, et à identifier les possibilités d'action sur ces dynamiques. Les processus de décision à l'oeuvre pour la gestion des ressources renouvelables dépendent des modes d'appropriation de ces ressources. Ils posent des problèmes de représentations, d'accès, d'usage, de transfert et de répartition. Les projets seront générateurs de modèles et de systèmes d'aide à la décision pour la gestion collective de la production agricole,

des espaces et ressources communautaires afin d'intégrer de façon durable les processus écologiques et les processus d'exploitation de ces espaces et de ces ressources dans les processus de décision. Deux grands projets caractérisent cet axe :

1- Un projet "Modélisation de la dynamique et de l'usage des ressources naturelles et renouvelables", structuré autour de 5 opérations de recherche :

- *Sénégal : multi-usages d'une zone humide, en relation avec le programme Savanes et Systèmes Irrigués*
- *Zimbabwe : biodiversité et dynamique cotonnière, en relation avec le Cirad EMVT*
- *Madagascar : gestion négociée de la filière raphia, en relation avec le département FORET*
- *Cameroun : relations transhumants et sédentaires, deux thèses en cours au sein du programme.*
- *Indonésie : gestion sociale des plantations, en relation avec le département FORET*

2- Un projet "Gestion de la production agricole et organisations collectives", structuré autour de trois opérations de recherche :

- *une opération portant sur la gestion des périmètres irrigués collectifs (Sénégal, Mali, Brésil) en collaboration avec le programme Savanes et systèmes irrigués, le Pôle systèmes irrigués, le Cemagref et l'Université Catholique de Leuven,*
- *une opération portant sur la gestion des filières, appliquée au cas de la canne à sucre (La Réunion, Maurice et Afrique du Sud), en collaboration avec le programme Canne à sucre et l'Inra-Esr Grignon,*
- *une opération portant sur la gestion des flux et des effluents d'élevage (La Réunion) en coopération avec l'Inra-Sad grignon, l'Inra Agronomie (Rennes, Quimper), l'Inra BIA (Toulouse, Montpellier, Narbonne) et l'université de la Réunion.*

### **III - ACTIVITÉS 1998**

#### **III. 1 - Activités menées**

##### ***Gestion de la Recherche : Assistance du chef de programme ERE***

Le programme ERE, qui venait d'être créé, a du faire face au problème très classique d'un programme qui s'organise autour de personnes d'horizons très différents et qui ne se connaissent pas pour la plupart. Cette fonction consistait donc à appuyer le chef du programme sur les points suivants :

- Déménagement et installation dans des locaux nouveaux
- Organisation du travail et répartition du personnel
- Elaboration de la stratégie scientifique du programme
- Traitement des affaires courantes et montage de projets
- Fonctionnement, budget et traitement du courrier
- Missions d'évaluation ou d'appui
- Organisation de l'animation scientifique
- Direction du programme par intérim

Après quelques difficultés de départ, puis de parcours, nous avons pu organisé le

programme en 3 axes.

En plus de l'appui au chef de programme, il m'est incombé (par choix volontaire) d'assurer la responsabilité de l'axe 2 du programme ERE. Cette fonction nouvelle reprenait en fait, à une échelle plus petite, celle d'adjoint du chef de programme. C'est dans le cadre de ces responsabilités que j'ai assuré les entretiens annuels de tous le personnel rattaché à cet axe (en dehors de P. Caron, déjà en poste Outre Mer avant cette prise de fonction).

Suite à ma candidature au poste de représentant régional du Cirad pour l'Asie du Sud Est, ces fonctions ont été cédées, le 1er janvier 1999, à J. Teissier pour ce qui est du rôle d'adjoint au chef de programme et à F. Bousquet pour la responsabilité de l'axe 2. La programmation budgétaire 1999 du programme et de l'axe 2 a donc été faite par ces personnes en accord avec le chef de programme et pour assurer une cohérence future.

### *Coordination scientifique et budgétaire du livre "Elevage bovin à la Réunion"*

La coordination de cet ouvrage a donné lieu à 2 mission à la Réunion en 1998 (mai et octobre) afin de revoir et de corriger le plan de l'ouvrage, en fonction des commentaires de la MIPA, et de discuter et signer 2 conventions pour son financement :

- la première avec le Conseil Régional pour 100 000 FF,
- la seconde avec le Commissariat à l'Aménagement des Hauts aussi pour 100 000FF.

Le budget se répartit donc de la façon suivante :

CIRAD (coordination : 150KF salaire, 25 KF DS CIRAD).....	175 000F
INRA (support à la coordination et à l'édition).....	25 000F
Région Réunion (support à l'édition et à la fabrication).....	100 000F
CAH (support à l'édition et à la fabrication).....	100 000F

#### VENTILATION DES DÉPENSES

##### *1- Coordination*

- Participation de G. Mandret :  
Rédaction, (1 mois en 1997, 2 mois en 1998)  
Organisation, démarches, correspondance, coordination (2 mois sur 1997, 1998 et 1999)  
Assemblage et vérification des chapitres, relecture (1 mois sur 1998 et 1999)  
Total (6 mois chercheur, salaire de base)..... 150 000F
- Mission de coordination de G. Mandret à La Réunion avec les partenaires pour la rédaction, l'harmonisation du chapitre 1 et rectificatifs divers, et la mise au point du financement 5 jours du 3 au 8 mai 1998 (voyage inclus, salaire de base exclus)..... 11 000F
- Mission de coordination de G. Mandret à La Réunion pour la relecture et l'harmonisation du document complet avant envoi au comité de lecture et choix des illustrations 11 jours du 9 au 20 octobre 1998 (voyage inclus, salaire de base exclus)..... 15 000F
- Mission de coordination et de finalisation de G. Mandret à La Réunion avant impression définitive de la maquette



6 jours en 1999, date à préciser (voyage inclus, salaire de base exclus)..... 13 000F

## 2- Edition

La constitution d'une bibliographie évaluée à 3000 F et sera prise sur cette partie du financement.

- Edition de la maquette par les Editions CIRAD(collection *Repères*)..... 55 000F
  - Suivi et contrôle de fabrication (La Réunion)..... 25 000F
  - Fabrication de 1000 exemplaires (La Réunion)..... 131 000F
- Les bailleurs de fonds exigent que l'imprimerie soit à la Réunion.
- TOTAL..... 400 000FHT

L'évolution préoccupante de la situation des institutions chargées d'encadrer le développement de l'élevage à la Réunion a perturbé la rédaction du chapitre 1 puisque nos partenaires s'étaient engagés à participer en fournissant une contribution écrite. Au niveau de l'EDE, et malgré l'engagement de son directeur (Michel Morel), cet organisme s'est désengagé. Une lettre de relance avait été envoyée à l'EDE pour essayer d'insister sur l'intérêt de leur participation mais sans résultat, ce qui nous a conduit à supprimer le sous chapitre 1.3.4. sur le rôle de l'EDE.

Les autres partenaires ont rédigé leur partie mais les présidents des filières ayant changé nous n'avons gardé comme auteurs que les directeurs : Y. Evenat, directeur de la Sicalait, pour la filière lait et J.L. Caminade, directeur de la Sedael, pour la filière viande. La Sicarevia (filiale viande) a connu ces derniers temps de nombreux remaniements au niveau de ses responsables. J.L. Caminade, ex-directeur de la Sicarevia et directeur de la Sedael a donc rédigé lors de ma mission d'octobre la partie concernant la filière viande bovine. J'ai dû assurer l'harmonisation de leur partie pour assurer la cohérence du chapitre 1.

3 chapitres sur 4 ont été rédigés par les différents auteurs et harmonisés par G. Mandret avant l'envoi au comité de lecture pour correction.

Cet ouvrage paraîtra en 1999, probablement en Septembre ou Octobre.

## *Coordination du réseau RITME*

En partant du constat que la diversification des productions et la gestion de l'espace rural sont des thèmes dans lesquels le CIRAD est fortement engagé dans les régions insulaires Océan Indien, Pacifique et Caraïbe, de même qu'en Méditerranée (Corse) avec l'INRA sur l'approche du marché européen par le développement de produits du terroir et d'une économie de diversification agricole de qualité, il nous est apparu évident qu'une approche régionale des milieux insulaires était à développer. L'approche régionale permet d'avoir une vision globale des facteurs de blocage au développement insulaire. La complémentarité des productions dans l'aménagement de l'espace insulaire est souvent un facteur déterminant du développement économique et social. La reconversion des terres agricoles vers d'autres productions ou la modernisation des systèmes existants, la diversification des productions, le développement d'un élevage adapté aux besoins

locaux conditionnent la viabilité de l'économie agricole des îles. Une nouvelle conception du développement agricole insulaire doit forcément reposer sur des bases socio-économiques et s'intégrer dans une politique d'aménagement de l'espace.

C'est ainsi que fut créé en avril 1997, le Réseau Insulaire Tropical et Méditerranéen (RITME), coordonné par G. Mandret et R. Hugon (Cirad Flhor), en collaboration avec des membres de l'IRD (Orstom), du Cheam (Centre des Hautes Etudes pour l'Afrique et l'Asie Modernes), du CNRS, de l'Inra, des universités de Montpellier 1 et 3, de Nice, de Perpignan, de Bordeaux, de St Denis de La Réunion, de l'Ifremer, de Creocan (bureau d'étude), de l'institut d'architecture de l'université de Venise, de l'université de Basilicata en Italie, de l'université des Baléares, de l'université Mc Master au Canada, du Conseil de l'Agriculture de la Pêche et de l'Alimentation des Canaries, de la municipalité de Limassol à Chypre, de la Mauritius deer farming cooperative à Maurice, du Cardí à Trinidad et Tobago, de l'observatoire océanographique européen de Monaco, de la fondation des études internationales de Malte. RITME s'est associé à Insula (International Scientific Council for Island Development - Co MAB / Unesco) et est passé de 24 membres au départ à 66 membres en décembre 1998 pour 8 pays concernés.

Bien qu'un noyau dur du réseau se soit constitué sur Montpellier, plusieurs membres métropolitains résident dans des villes différentes (Monaco, Nice, Paris, Perpignan, Bordeaux). L'appui financier de la Direction Scientifique du CIRAD (70000FF sur 2 ans) a permis à RITME d'avoir une réelle dynamique de réseau. Sur 18 mois, j'ai pu organiser 14 réunions sur Montpellier.

La tâche de coordination est une tâche assez lourde à assurer car toute l'animation du réseau, sa vie et sa pérennité reposent en grande partie sur les épaules des coordinateurs. Même si l'appui et l'engagement des membres du noyau dur est très appréciable, il n'en reste pas moins que le temps consacré à la coordination est important bien que pas excessif (6 mois en 1997 du fait de la mise en place du réseau et de l'organisation d'un atelier, 3 mois en 1998). Toutefois pour réduire le temps consacré à cette tâche un troisième coordinateur sur Montpellier est nécessaire pour améliorer la dynamique de réseau. Celui ci a été choisi par le réseau en la personne de François Valette (CNRS Montpellier) et il sera nommé en février - mars 1999.

Dans le cadre de ses réunions, RITME a mis en place, en 1997, deux groupes d'études sur les problématiques insulaires pour répondre à un projet "INCO - actions concertées" : un des groupes a réuni les spécialistes des milieux marins et littoraux avec comme animateur H. REY (CEP- université Montpellier 1), tandis que l'autre rassemblait les spécialistes des milieux terrestres (animateur G. MANDRET). Ce projet avait pour but d'identifier certains éléments clé des systèmes : (1) l'accès à l'information et la constitution de bases de données, (2) comment les ressources sont protégées (rapport ressource/sociétés), (3) les dysfonctionnements, (4) les conflits sur la ressource et sur l'espace, notamment au niveau de la gestion de l'eau, (5) les effets moteurs ou les freins des aides et subventions, (6) la partie de l'île qui assure le revenu dans une optique de gestion spatiale des revenus, (7) et de dégager l'influence des réseaux : élimination de l'isolement ou exacerbation des contradictions sur les modèles de consommation capitale/intérieur de l'île. Le projet n'a pas été retenu par la Commission Européenne mais sa préparation a permis au réseau de mieux se structurer. En ce sens il constitue un succès car il a été préparé 2 mois après la constitution du réseau, fédérant ainsi les membres autour d'un projet concret.

Par ailleurs RITME a organisé un atelier sur Montpellier, assisté à deux conférences internationales importantes, aidé à la production d'une thèse (V. CAZES, université de la

Réunion), mis en place une page web sur le serveur d'Insula et commencé, avec l'aide d'une stagiaire, la création d'une base de données bibliographiques sur les milieux insulaires.

Enfin, le fonctionnement de RITME se concrétise en décembre 1998 par la réalisation d'un ouvrage thématique de 80 pages sur "les capacités de charge des milieux insulaires", dont j'ai assuré la coordination scientifique. Cet ouvrage donnera lieu à un numéro spécial de la revue Insula qui paraîtra en mars 1999.

### **III. 2 - PRODUITS**

Pour résumer on peut considérer que les produits sont les suivants :

- 1- Organisation du programme ERE et de son axe 2.
- 2- Obtention d'un financement de 250 000 F pour un livre de synthèse sur l'élevage bovin à la réunion (en cours de réalisation)
- 3- Mise en place d'un réseau sur le développement des milieux insulaires
- 4- Aide à la production d'une thèse sur le développement des milieux insulaires
- 5- Création d'une page Web
- 6- Elaboration d'un ouvrage sur les capacités de charge des milieux insulaire (à paraître en 1999).

## Rapport d'activité 1998.

### I. Identification

#### *11. Identification du chercheur*

Martine Antona

Cirad-Tera/ Programme Ere. depuis janvier 1998

Lieu d'affectation Montpellier Baillarguet depuis Juillet 1997.

Chercheur en socio-économie. Domaine : économie de l'environnement, ressources naturelles.

#### *12. Cadre de travail*

##### *Principaux objectifs et tâches assignées à l'agent*

Le cadre de travail pour 1998 a été marqué par un changement de fonction. De mon entrée au Cirad en novembre 1993 jusqu'à décembre 1997, un gros mi-temps de mon activité était consacré à des activités de gestion de la recherche, le reste étant affecté à de l'expertise, de la formation et de la recherche. Cette recherche menée dans le cadre d'une équipe pluridisciplinaire était surtout un appui méthodologique aux autres chercheurs du programme dans le domaine de l'économie.

Depuis 1998, je n'assume plus de tâches de gestion de la recherche et j'ai eu à redéfinir mes activités de recherche dans le cadre de la nouvelle équipe.

Dans ce nouveau contexte, certains objectifs qui m'avaient été assignés restent valables d'autres ne sont plus d'actualité. Celui d'assister à la mise en place d'une équipe pluridisciplinaire reste toujours valable. Dans les domaines que nous abordons, je crois que tenter de faire dialoguer l'économie avec les autres disciplines est indispensable. Cela signifie faire un effort de traduction et de formation sur l'approche économique.

L'objectif de mener une réflexion sur le choix et la mise en œuvre de politiques de gestion des ressources renouvelables (et plus largement de l'environnement) dans le cadre des PVD a été partiellement atteint. Il reste d'actualité et deviendra mon principal objectif pour 1999 avec le démarrage d'une thèse effectuée en liaison avec un programme de recherche-développement au Niger et les travaux de modélisation menés dans l'axe 2.

Enfin, il m'apparaît important pour l'année 1999, de développer, à partir de la thèse, des coopérations sur ce thème.

### II. Faits saillants de l'année 1998

#### *21. Evolution institutionnelle*

L'année 1998 a été marquée par le passage dans le département Tera et une crise de confiance envers l'équipe restante et ses travaux. Cette situation a occasionné des perturbations sur le fonctionnement de l'équipe et son insertion dans le programme Ere, et sur les chercheurs individuellement. Les solutions proposées à l'issue de la visite de B. Bachelier ont eu un effet positif à cet égard.

La stabilisation de l'équipe à partir du 3ème trimestre 1998, m'a permis d'envisager pour le démarrage de ma thèse une insertion à mi-temps, dans une équipe de recherche de l'UFR Sciences Economiques de Montpellier I, le LAMETA.

#### *22. Evolution scientifique*

Ma problématique scientifique porte toujours sur la coordination des acteurs pour la gestion des ressources renouvelables. L'inscription de cette problématique dans un projet de thèse me permet de l'aborder au travers : a) des formes de coordination dans le cas de ressources renouvelables insérées dans une filière économique de valorisation, b) des échelles pertinentes de gestion, échelles tant spatiales que sociales.

Cette recherche me permet aussi d'utiliser les outils de simulation informatiques développés par l'équipe et de contribuer à l'évolution de ces outils par l'intégration d'éléments économiques dans la modélisation.

### **23. Choix stratégiques**

La formation reste un choix stratégique d'activité. Elle permet de créer ou consolider des partenariats et d'identifier des terrains et des questions pertinentes. A ce titre, je m'occupe de la formation "Economie et Politiques de gestion des ressources" qui organisée au départ pour la formation continue du Cirad puis pour le Bureau de la formation de la Coopération, fait l'objet de demande de l'Unesco et de partenaires institutionnels. Une autre formation concernant l'économie des biens communs et de l'environnement est en cours de montage et devrait être testée en fin d'année 1999.

Un second choix stratégique consiste à cibler les missions d'expertise sur ma problématique de recherche.

## **III. Activités**

### ***ATP Dynfor***

1998 était la dernière année de l'ATP Dynfor (Déforestation et dynamiques forestières) lancée par Green. Ma participation a consisté en une co-animation avec Alain Bertrand (Cirad-Forêt) du thème 3 de l'ATP (déforestation, espace et appropriation des ressources): Nous avons rédigé une synthèse des travaux effectués dans ce thème et qui portaient d'une part , sur le statut de l'arbre comme outil d'appropriation du foncier et d'autre part sur les dynamiques spatiales en zone de fronts pionniers. Cette synthèse visait à préparer un colloque de restitution et un ouvrage rassemblant les principales contributions à l'ATP. Je suis associée à la réalisation de l'ouvrage qui sera coordonné par D. Babin de Ciard-Forêt.

### ***Formations***

Cours à l'INA-PG et en mastère de biologie de l'ENS.

Deux formations Cirad "Economie et politiques de gestion des ressources renouvelables", à Montpellier et au Sénégal.

### ***Comités de thèse et animation scientifique Cirad***

Participation à un comité commun à deux thèses faites dans l'axe 2 (Thèse M. Requier-Desjardins , Paris et J. Rouchier, Lyon).

Rédaction avec A. Karsenty du thème "outils économiques, institutionnels et législatifs des politiques forestières" du Programme Forêt Naturelle du Cirad-Forêt suite à l'animation d'un groupe de proposition en 1997.

### ***Colloques***

Colloque de l'ESEE (European Society of Ecological Economics) Genève : un papier présenté

Conférence Internationale Multi-Agents, Paris, juillet 1998 : un papier présenté

### ***Participation à des comités scientifiques***

#### **UNESCO - IOC (Commission Océanographique)**

Participation à un groupe d'experts sur la gestion intégrée des régions littorales, avec pour objectif la refonte d'un manuel déjà édité par l'IOC.

Programme National Biodiversité - Axe 4 : valorisation de la biodiversité

Objectif de ce comité, dirigé par Mariane Lefort du Bureau des ressources génétiques: structurer la recherche en économie sur le thème de la biodiversité avec notamment la préparation d'appels d'offres.

*Expertise*

**PRE-COI /UE (Programme Régional Environnement de la Commission de l'Océan Indien).**

Missions effectuées dans le cadre du Consortium IFREMER/CIRAD/ORSTOM/GOPA constitué pour la réponse à cet appel d'offres :

1. Maurice - avril 1998 - objet : Intervention lors d'un atelier économie de l'environnement : lancement d'études de cas .
2. Madagascar- Novembre 1998 - objet :Processus d'élaboration d'un plan directeur de gestion intégrée de la zone côtière; région du Menabe.
3. Seychelles - décembre 1998 - atelier Economie de l'Environnement, restitution des premiers résultats.

**III. Perspectives 1999**

Mon objectif pour l'année 1998 est d'avancer rapidement sur mon travail de thèse: bâtir un premier modèle simple avant l'été 1999, lancer une première enquête au Niger durant l'été 1999 et incorporer les résultats dans le modèle à l'automne 1999 et proposer les premiers résultats sous forme de publications.

Les autres objectifs sont collectifs et liés :

- a) à la participation à une dynamique scientifique sur l'usage de la modélisation au sein de l'équipe.
- b) au bilan des actions lancées les années précédentes : bilan de l'ATP Dynfor avec la participation à l'ouvrage collectif et bilan de l'intervention du Consortium IFREMER/CIRAD/ORSTOM/GOPA dans le Programme Régional Environnement qui se termine fin 1999. Ces deux activités se faisant sus forme de publications.

**Annexes :  
publications**

M. Antona, M. Trommetter, 1998, la gestion in situ de la diversité biologique dans les pays en voie de développement - décision et évaluation, colloque de l'ESEE (European Society for Ecological Economics)}, ESEE, Genève, Avril 1998.

M. Antona, P. Guizol, 1998, Evaluation économique environnementale de l'Opération pilote de Grand-Anse , Mahé Seychelles, Cirad, PRE-COI/UE.

M. Antona, F. Bousquet, C. LePage, J. Weber, A. Karsenty & P. Guizol, 1999, Economic Theory of Renewable Resource Management: A Multi-Agent System, in *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*, J. Sichman, R. Conte & N. Gilbert (Eds), Lectures notes in Artificial Intelligence, vol. 1534, pp. 61-78, Springer-Verlag, Berlin.

M. Antona, M. Delmas-Ferre, Y. Henocque, 1998, Elaboration d'un plan de développement durable d'une zone côtière de la région COI :application à la zone côtière du Menabe, Cirad, PRE-COI/UE.

## **Rapport Annuel 1998**

### **Michel ARNAUD TERA-ERE**

**Rédaction d'un ouvrage :** "Interpolation et estimation des données spatialisées" en collaboration avec X. Emery soumis aux éditions Hermès. Il devrait faire partie d'un ouvrage collectif coordonné par G. D'Aubigny (Université de Grenoble).

#### **Encadrement de stagiaires :**

X. Emery stage de géostatistique 3ème année Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (ENSMP).

Produits :

- Premier rapport de stage : Estimations de superficies agricoles par les méthodes géostatistiques (application à la télédétection) Janvier 98 (données canne à sucre)
- Deuxième rapport de stage : Cartographie multivariée d'une parcelle à l'aide des méthodes géostatistiques mai-Juin 98 (données sol)
- communication proposée aux journées de statistiques de Grenoble mai 99 : Classification de données spatiales multivariées (Xavier EMERY & Michel ARNAUD & Chantal De Fouquet)

D. Bouzermat stage de DESS Méthodes statistiques des Industries Agronomiques, agroalimentaires et pharmaceutiques.

Produits :

- Rapport de stage : Récolte, mise en forme et analyse de données sur l'évolution des cultures pérennes de la région tropicale humide d'Afrique de l'Ouest et Centrale entre 1965 et 1995
- Réalisation d'un CD Rom : Base de données et répertoire graphique : Evolution des cultures pérennes 1965-1995 dans 15 pays de la Zone Tropicale Africaine de l'Ouest et du Centre.

#### **Etudes statistiques et géostatistiques réalisées**

Analyse des données des attaques de Borer sur la canne à sucre avec B. Vercambre (CA - programme Canne à sucre) : sur deux champs de canne à sucre (La Mare et Bois Rouge situés sur l'île de la Réunion), il s'agit de cartographier l'attaque des borers et de comparer les techniques d'estimation des dégâts avec deux types de méthodes : les traditionnelles utilisant les techniques de sondage et celles utilisant la géostatistique. Le travail est sur le point d'être terminé.

☐ Cartographie des racines d'Eucalyptus (Congo) en relation avec le département Forêt (programme Arbres et plantations forestières).

Dans trois fosses situées respectivement au pied d'un arbre, à 1 m et 2 m et de profondeur 2 m, 5 m et 2 m le nombre de racines fines, moyennes et grosses a été relevé ainsi que la valeur de la compacité dans des carrés de 5 cm de côté. Le but est d'étudier la structure spatiale des racines, les éventuelles anisotropies. Ce travail est en cours. Une communication a été proposée au cours d'un colloque à Nancy en novembre 99 : "Dynamics of Physiological processes in woody roots"

**Mission :**

Guinée 20-21 Janvier 1999 : appui statistique à J. Wey et J. Guillaume sur les dispositifs de recherche participative de la Guinée Forestière.

**Communication :**

Quatrième Rencontres THEO QUANT : Choisir les outils d'analyse des objets géographiques en fonction de ses objectifs. Besançon 11-12 Février 1999

**Formations - Exposés :**

- cours d'analyse de données Méthodes statistiques des Industries Agronomiques, agroalimentaires et pharmaceutiques Université de Montpellier II (janvier 98) ;
- Formation SIG : exposé sur les Modèles Numériques de Terrain (MNT) (juillet 98)
- Panorama des méthodes d'interpolation des données spatialisées aux chercheurs de l'IRD (septembre 98) ;

**Action Incitative Ciblée :** proposition présentée auprès de la délégation MIA : Modélisation des phénomènes spatiaux sur un réseau. Coordonnateurs : M. Arnaud (TERA) et F. Bonnot (CP).

Il s'agit de trouver des outils qui modélisent les interactions, les attractions ou les répulsions, les seuils d'indépendance entre des objets géographiques de nature surfacique (unité administrative). Les phénomènes spatiaux étudiés seront dans notre cas de nature socio-économiques et le champ d'application sera le Burkina Faso.



# Rapport d'activités 1998

## 1. Identification

### 1.1. Identification du chercheur

Xavier Augusseau  
Programme Espaces, ressources  
Bobo Dioulasso – Burkina Faso

### 1.2. Cadre de travail

#### □ Contexte institutionnel de mon affectation

Je suis au Burkina depuis juin 1996, dans le département GRN/SP de l'INERA et basé à Bobo Dioulasso. Mon poste est financé par la coopération française (contrat «assistance technique sur marché»), en appui à une convention FAC «contribution au programme national de recherche agronomique du Burkina Faso» d'un montant de 3 MF, signée en mars 1995. Les conditions de mise en œuvre de cette convention sont assez nouvelles puisque la gestion des investissements et du fonctionnement du projet a été confiée à l'INERA, après la signature en avril 1997, d'un protocole d'accord tripartite (CNRST, CIRAD et MCAC). Le décalage de deux années montre les difficultés rencontrées pour la mise en place de ce projet. Il a effectivement démarré en août 1997, à l'issue d'un atelier de démarrage.

#### □ le projet «suivi de la dynamique des ressources naturelles dans les zones de front pionnier de migration du sud-ouest du Burkina Faso»

- ✓ **les objectifs** : Caractériser le phénomène de mise en valeur agricole de la région influencée par l'installation de migrants, en vue de faire des propositions pour une gestion durable des ressources naturelles. Le projet doit mettre au point un diagnostic, à plusieurs échelles et fournir des indicateurs pour caractériser les différentes composantes de l'environnement et leur utilisation par les populations locales ainsi que la dynamique d'évolution.
- ✓ **Les activités** : L'équipe pluridisciplinaire du programme GRN/SP ouest travaille dans le projet sur trois axes : l'inventaire des ressources, la compréhension de l'utilisation de ces ressources par une population locale et l'identification du processus de répartition des ressources (foncier) et des blocages conséquents. L'approche géographique est privilégiée avec une large utilisation d'outils informatiques, tel que les SIG, avec l'appui technique de la cellule CTIG de l'INERA.

#### □ Mon poste

Un contrat de recherche en coopération a été rédigé en mai 1997 puis signé en octobre, afin de préciser les conditions de mon affectation ainsi que le contenu de mes activités. Bien que les tâches qui me sont assignées soient assez floues : appui technique en SIG, activités scientifiques très vagues, je me suis fixé quelques objectifs :

- ✓ Outre la formation aux SIG, essayer d'animer l'interdisciplinarité par une entrée géographique au sein de l'équipe GRN/SP ouest
- ✓ caractériser la dynamique spatiale des systèmes de production agricole dans un contexte d'un front pionnier, définir des indicateurs spatiaux corrélés au fonctionnement des exploitations, à des fins d'extrapolation et mettre au point une trame de négociations pour l'usage agricole des terres, sur un terroir

## 2. Les faits saillants en 1998

### 2.1. Evolution institutionnelle

RAS

### 2.2. Evolution scientifique

RAS

### 2.3. Choix stratégique

RAS

## 3. Les activités

### 3.1. Les activités menées

#### 3.1.1. recherche

##### □ Caractérisation de l'emprise agricole

Les interprétations des images satellitaires réalisées en 1997 et les résultats de travaux antérieurs constitue un jeu de données sur l'occupation agricole de la zone d'étude sur 20 ans (1976, 1991 et 1996). Ces cartes numériques ont été intégrées dans une base de données géographiques afin d'être analysées. Grâce à l'outil SIG, l'information brute (les cartes numériques) a été agrégée dans une trame dont la maille élémentaire représente 400 ha et quelques indicateurs ont pu être établis : zone d'emprise stable, zone de défriche. Des cartes thématiques sur la pression agricole, la dynamique et sur la gestion des terres agricoles ont été produites. Tous ces résultats ont fait l'objet d'une communication (cf. biblio)

A partir de ces cartes thématiques et de l'analyse des données démographiques, un zonage a été esquissé, en prenant en compte la dynamique migratoire et la pression agricole. En s'appuyant sur ce zonage, trois terroirs, caractéristiques de chacune des unités, ont été choisis.

##### □ Etudes terroirs

Des travaux sont en cours sur chaque terroir.

- ✓ Etude diachronique de l'occupation agricole des terroirs, à partir de l'interprétation de photo-aériennes historiques (1956, 1985, 1992-94) et complétée par une esquisse géomorphologique.
- ✓ Un recensement exhaustif des exploitations des trois terroirs pour faire une première typologie des exploitations et obtenir une base d'échantillonnage.
- ✓ Cartographie de l'occupation des sols des terroirs pour obtenir une trame cartographique, à une échelle fonctionnelle (1 : 10 000), à partir de laquelle seront :
  - inventoriées les ressources du terroir (terres agricoles, paturages, formations naturelles)
  - décryptés les modes d'occupation de l'espace et d'accès à la terre

##### □ Collaborations scientifiques

- ✓ ATP « **santé environnement** », mise en œuvre par le CIRAD-EMVT, vise à déterminer les facteurs les plus déterminants pour prévoir le risque trypanosomien, qui est une contrainte majeure pour l'élevage dans la zone du projet. J'ai contribué à ce projet avec une étude sur la dynamique agricole de la zone d'étude. L'ATP arrivant à sa fin, un rapport final a été rédigé.
- ✓ ATP « **déforestation ou dynamiques forestières** », pilotée par l'ancienne équipe GREEN et le CIRAD Forêt, je devais participer à deux thèmes : « définitions, échelles d'observation, cause et processus », « espaces, dynamiques forestières et

appropriation ». Avec le retard pris par le projet, la contribution a été minimale. Cependant sur la base de l'étude régionale sur l'emprise agricole, un article est en cours de rédaction pour l'ouvrage de synthèse de l'ATP.

✓ **divers :**

- J'ai participé à l'élaboration du projet d'ATP "apport de l'analyse spatiale à l'étude des processus de transformation des paysages dans les zones rurales soumises à de fortes dynamiques sociales", qui n'a pas été retenu par le jury.
- Une collaboration est en cours sur le foncier avec le projet « d'appui à l'élaboration des politiques agricoles », financé par le FAC, et l'Université de Ouagadougou. Deux stagiaires devraient être accueillis par le projet pour faire une étude sur les transactions foncières.

### 3.1.2. Formation

□ **Stage SIG .**

Un stage d'une semaine a été organisé à Bobo Dioulasso, au mois d'avril, pour initier les chercheurs thématiques de l'équipe GRN/SP de l'INERA, à l'utilisation de l'outil SIG.

□ **Encadrement de stagiaires IDR**

Deux étudiants de première année de l'Institut de Développement Rural, ont été encadrés, de juillet à octobre pour réaliser une monographie du village.

### 3.2. Les produits

L'étude sur la dynamique de l'emprise agricole a été valorisée par une série de publications.

## 4. Perspectives 1999

Beaucoup d'activités prévues en 1998 sont très en retard en raison des problèmes de gestion financière et devront se poursuivre en 1999.

Je prévois la rédaction d'un projet de recherche, s'appuyant sur mes activités dans le projet dans la perspective d'une thèse.

## ANNEXES

### publications

- Augusseau X., Pare S., Sare J.B., (1998), Caractérisation régionale de l'emprise agricole et de sa dynamique dans une zone de migrations. Forum national de la recherche scientifique et des innovations technologiques, avril 1998, Ouagadougou, Burkina Faso
- Augusseau X., Etude de l'occupation agricole autour du Koba et de sa dynamique, rapport final de l'ATP « santé-environnement », novembre 1998, 13 p.
- De la Rocque S., Lefrançois T., Reifenberg J.M., Solano P., bengaly Z., Augusseau X., & Cuisance D. (1998). PCR analysis and spatial repartition of trypanosomes infecting tsetse flies in Sideradougou area (Burkina Faso). New York Academy of Science, 849. 32-38
- Michel J.F., Michel V., Toure I., De la Rocque S., Augusseau X., De Wispelaere G., Cuisance D. (1998). Représentation spatiale des données "bétail". Intérêt en épidémiologie. *In* : journées analyse spatiale, CEMAGREF, 15 déc. 1998, Montpellier, France. 47-49
- cité et a contribué à la rédaction de : Cuisance D., De la Rocque S., tsé-tsé et trypanosomes. Du système pathogène à l'évaluation du risque. Rapport final. CIRAD, CNRS, décembre 1998
- Augusseau X., Pare S., Dynamique de l'occupation agricole dans une zone de migration du sud-ouest du Burkina Faso. *in* : de la déforestation aux dynamiques forestières, (en préparation pour l'ouvrage de synthèse de l'ATP)
- Michel J.F., Michel V., De la Rocque S., Touré I., Augusseau X., Richard D., Intégration des déplacements pour la cartographie des bovins par une modélisation simple : l'exemple du Burkina Faso. (en préparation pour la revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux)
- Diallo M., De la Rocque S., Augusseau X., Toutain B., Cuisance D., César J., Evolution des populations ligneuses riveraines (forêts galeries) dans la zone agro-pastorale de Sideradougou (Burkina Faso) et recherche des causes anthropiques, (en préparation, pour la revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux)
- De la Rocque S. Augusseau X., Guillobez S., Michel V., De Wispelaere G., Bauer B., Cuisance D., changes in the repartition of riparian tsetse flies with environmental transformations. (en préparation pour la revue parasitology today)

### Liste de sigles

INERA	: Institut National de l'Environnement et de Recherches Agricoles
CNRST	: Centre National de la Recherche Scientifique et Technique
CTIG	: Cellule de Télédétection et d'Information Géographique (INERA)
FAC	: Fonds d'aide et de coopération
MCAC	: Mission française de coopération et d'action culturelle
GRN/SP	: Gestion des ressources naturelles / systèmes de production (INERA)
CIRDES	: Centre International de Recherche-Développement sur l'élevage en Zone Subhumide

Xavier AUGUSSEAU  
 CIRAD TERA  
 Programme espaces, ressources  
 BP 208  
 Bobo Dioulasso  
 Burkina Faso  
 Tél/fax : (226) 97 26 76  
 Email : augusseau@fasonet.bf

**Note**  
**sur les difficultés rencontrées**  
**dans le partenariat avec l'INERA**  
 (annexe au rapport d'activités 1998)

**1. Les conditions matérielles de travail**

Pour mes activités je dépends complètement de l'INERA. La gestion de l'INERA n'a pas été satisfaisante du tout :

- retard dans l'acquisition de matériel : le premier véhicule n'est arrivé qu'en septembre 1998 et le matériel informatique vient juste d'être acquis.
- problèmes de trésorerie qui ont fréquemment suspendu les activités
- le projet n'ayant pas encore de véhicules, la moitié du budget de fonctionnement de la première année a été dépensée pour réparer des automobiles de l'INERA.

Il semble que le budget serve de trésorerie au programme GRN/SP, exsangue financièrement

**2. les relations avec les chercheurs**

Le fait que mes collègues doivent partager les moyens qu'ils gèrent avec moi (une situation inédite ...) a causé beaucoup d'incompréhension et n'est pas du tout facile à gérer au jour le jour. L'absence d'un noyau dur de chercheurs pour mettre en œuvre le projet, avec comme conséquence une animation scientifique indigente, représente la plus grande difficulté. En outre une partie de l'équipe se trouve à Ouagadougou, au sein de la cellule CTIG, de l'INERA, ce qui n'arrange rien.

**3. Le contrat de recherche en coopération**

Ce document censé cadrer et éclaircir les relations de partenariat scientifique entre le CIRAD et l'INERA, est beaucoup trop formel et imprécis. Il n'engage absolument pas la responsabilité de l'INERA avec comme conséquence une gestion du projet calamiteuse. Je pense qu'il devrait être accompagné d'une programmation scientifique cadrée par un budget d'opérations, pour chaque poste de chercheur concerné par le CRC. Il pourrait être ainsi un garde fou contre les inévitables dérapages d'une institution qui n'a pas les moyens de gérer son existence.

En effet les difficultés valent aussi bien pour moi que pour les chercheurs de l'INERA, (un forestier et un sociologue) engagés sur le projet.

## Rapport annuel

Cette année a été marquée par trois points forts :

- La publication de l'ouvrage **DU SAHEL A LA FORET TROPICALE** dans la collection **REPERES** du CIRAD, plus trois publications dans le cadre général du Congrès mondial de sciences du sol.
- La préparation et l'animation du stand CIRAD pour le même congrès et la préparation de la tournée Africaine de ce congrès.
- Mon départ en Guyane et la conception et la négociation et le début de la mise en œuvre du **projet de recherches actions dans l'Ouest guyanais**

### 1. Publications

#### 1.1. *Article introductif du numéro spécial « Agriculture et développement ».*

##### **L'organisation du milieu physique tropical, implications sur l'étude et l'aménagement des paysages agraires**

Le milieu tropical est divers. Il est structuré à tous les niveaux de perception, de l'échelle continentale à celle du terroir. Les activités rurales s'insèrent dans cette diversité des écosystèmes. Le paysage agraire s'inscrit dans un paysage physique architecturé qui en constitue l'ossature. A toutes les échelles, l'extension spatiale des divers systèmes de culture se calque sur les grandes unités de milieu. Il ne fait pas de doute que la plupart des enquêtes agronomiques gagneraient en efficacité en se fondant sur l'organisation du milieu naturel puisque chaque facette du paysage présente des contraintes restreignant la liberté d'action : les relations de l'homme et des milieux qu'il exploite seraient mieux cernées, mises en cohérence. Parce que c'est de l'homme qu'il s'agit, les enquêtes agricoles sont généralement basées sur la structure sociale, ce que nous proposons c'est de fonder aussi ces enquêtes sur la structure du milieu naturel. Cela aurait au moins l'avantage de pouvoir en restituer les résultats sur des cartes éminemment plus parlantes que de longs discours ou des tableaux complexes. De même l'étude de l'évolution des sols sous culture devrait prendre pour cadre l'organisation du milieu ne serait ce que pour choisir les milieux les plus significatifs ou les plus représentatifs et pour ne comparer que ce qui est comparable.

Cette organisation des sols, les uns par rapport aux autres, va de pair avec des changements très significatifs des dynamiques de fonctionnement (régime hydrologique, par exemple) et des degrés de sensibilité ou de tolérance aux activités agricoles. La mise en culture tout comme la plupart des interventions agricoles consiste, volontairement ou non, à infléchir ces dynamiques, à remplacer les écosystèmes naturels par des écosystèmes anthropiques. "La mise en valeur agricole de paysages non ou peu exploités entraîne un bouleversement complet des équilibres naturels" Tricart 1962. Si les modes d'exploitation ne sont pas suffisamment adaptés aux facteurs du milieu, alors leur durabilité sera faible, car lutter contre la nature est un combat coûteux, perdu d'avance. Il est plus économique de s'y adapter. Les aménagements du domaine agricole doivent donc être modulés en fonction de ces caractères du milieu ; c'est-à-dire suivant les unités morphopédologiques qui, à bien des égards, sont des zones équi-problématiques tant sur le plan des caractères de la fertilité et de son maintien que du développement possible de systèmes de culture socio-économiquement viables.

## 1.2. Article personnel congrès

### Interpénétration des pédogenèses et de morphogenèses sur le socle granito-gneissique ouest-africain

Des régions sahéliennes pastorales et steppiques aux zones forestières des modelés d'interfluves spécifiques se calquent sur les grands domaines pédogénétiques. Ainsi la bisiallisation est la pédogenèse dominante des interfluves distendus et à pentes très faibles dans les régions sahéliennes et sahélo-soudaniennes. La monosiallisation incomplète est associée à des interfluves en marches d'escaliers  $\pm$  cuirassées et à versants concaves en zone soudanienne pluvieuse. La monosiallisation totale sur de fortes épaisseurs d'altérites est liée à des interfluves de faible surface et de forme convexe dans les régions forestières mésophiles et ombrophiles.

Mais l'intrication de pédogenèses différentes dans un même interfluve et la coexistence d'interfluves divers dans une même région met en défaut la théorie zonale de répartition géographique des sols. Ces imbrications sont interprétées comme des héritages des oscillations climatiques au cours du quaternaire.

## 1.3. Article congrès avec Diatta et Herbillon.

### Pédogenèse bisiallitique en zone ferrallitique sous climat tropical guinéen périforestier du centre de la Côte d'Ivoire.

Dans la zone de transition forêt-savane de la région centre de la Côte d'Ivoire sur granite les toposéquences montrent trois couvertures pédologiques bien distinctes :

**En amont**, une couverture pédologique « ferrallitique », constituée par les sols rouges de plateau épais, plus ou moins gravillonnaires s'indurant à leur limite aval. Le profil altéro-pédologique sur plus de 10m d'épaisseur montre : 1) *un matériau pédoturbé et monosiallitique* (à kaolinite, goethite et quartz) à altération totale (A et Bt). C'est le sol proprement dit (1 à 2 m), exploité par la végétation naturelle et les cultures ; 2) *un matériau altéritique tacheté, non pédoturbé quasi-monosiallitique* (IIBg), contenant outre la kaolinite, de rares feldspaths et des micas dans les limons. 3) *un matériau non pédoturbé, bisiallitique* (IIC) à altération très incomplète. C'est l'*horizon « pistache » ou arène micacée de la lithomarge* bien connue dans les régions tropicales à saisons contrastées.

**En aval**, une couverture pédologique hydromorphe, celle des sols gris sableux du bas versant, est constituée par deux matériaux fortement contrastés : l'un superficiel très sableux et pédoturbé, l'autre pédoturbé, smectique, argileux et compact. C'est l'**« horizon vert pistache » (HVP)**. Une arène micacée lui fait suite vers le bas, en continuité avec la lithomarge des sols rouges « ferrallitiques ». Cette couverture hydromorphe, est organisée en deux zones bien nettes : **une zone amont** à sols sablo-argileux, une zone aval à sols sableux à sables grossiers.

**Dans le bas-fond**, une couverture pédologique colluvio-alluviale à sols hydromorphes, smectiques est constituée par deux matériaux : le premier superficiel, pédoturbé, est **allochtone**, le deuxième, pédoturbé en surface et non pédoturbé en profondeur est **autochtone**.

Il apparaît ainsi que la limite sud de l'altération smectique, « pistache », décrite au Burkina Faso semble se situer dans la zone de transition forêt-savane de Côte d'Ivoire. La présence des matériaux monosiallitiques en surface et quasi-monosiallitiques puis bisiallitique en profondeur pose le problème de la classification des sols rouges de la région. Un autre problème est celui des conditions de formation (héritage de périodes quaternaires semi-arides?) et de survie de (position topographique et proximité de la roche mère) cette pédogenèse bisiallitique.

#### **1.4. Publication ouvrage « Du Sahel à la forêt tropicale ».**

Fruit de trente année d'explorations dans toute la zone tropicale, désertique et méditerranéenne, « *Du Sahel à la forêt tropicale. Clés de lecture des sols dans les paysages ouest-africains* » est l'aboutissement d'une série de conférences destinées à des étudiants en géographie, en agronomie, en foresterie, en élevage tropical ou en écologie et aménagement du milieu.

Cet ouvrage de synthèse est destiné à aider les chercheurs et ingénieurs des régions chaudes à décrypter les espaces tropicaux. Par-delà leur désordre apparent, les milieux physiques intertropicaux sont fortement structurés et s'ordonnent selon un nombre limité de modèles d'organisation. Les connaître est indispensable pour exploiter, aménager, protéger rationnellement ces espaces.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à la présentation de la méthode d'approche et des principaux éléments de la couverture pédologique intertropicale à différentes échelles de perception. Ensuite l'organisation des paysages les plus répandus et les plus significatifs est décrite et commentée. Ces modèles de distribution des sols livrent les clés de lecture des paysages morphopédologiques, mais aussi des pistes d'intervention dans les démarches de préservation et d'aménagement de l'environnement

#### **1.5. Ouvrage « La fertilité sols tropicaux ».**

Le manuscrit de cet ouvrage réalisé en collaboration avec J. Gigou est déposé chez l'éditeur La Maison Rustique. (200p, 70fig environ). Plan ci-dessous.

- 1 Avant propos : la notion de fertilité
- 2 La diversité des agricultures tropicales
- 3 Caractéristiques et dynamiques des sols tropicaux
- 4 L'eau, les sols et la fertilité
- 5 Les éléments minéraux les plantes
- 6 Les éléments minéraux dans le milieu cultivé
- 7 Les engrais minéraux
- 8 Principaux faits pour chaque élément minéral
- 9 Amélioration de la fertilité

## **2. Préparation congrès sciences du sol**

### **2.1. Préparation de la tournée africaine**

La préparation de la tournée africaine, qui suivait le congrès, a été faite de concert avec l'IDE en collaboration très étroite avec nos collègues de *l'Association ouest et centre africaine de sciences du sol* et les deux associations nationales de science du sol : du Burkina et de Côte d'Ivoire. Cette préparation était (au CIRAD) sous le haut patronage de l'AGER. Pour mettre nos collègues africains à l'aise lors de la tournée mon collègue de l'IDE et moi-même nous sommes effacés et n'avons pas participé à cette tournée. Outre le choix des sites à visiter, du timing de la tournée notre action s'est aussi exercée sur l'évaluation des coûts, la réalisation des analyses de sols et leur commentaire et enfin la correction du Guide de la tournée.

Comme ce document était malheureusement d'un niveau insuffisant nous avons estimé avec mon collègue de l'IDE que nos institutions ne pouvaient signer ce guide.

Il n'en reste pas moins que cette tournée a été celle qui a eu le plus de succès en termes de participation des congressistes. Je crois savoir aussi que les participant africains et internationaux l'ont beaucoup appréciée.



## **2.2. Préparation 3 posters**

- 1 Cartographie des sols. La méthode morphopédologique.
- 2 Lutter contre la dégradation des sols irrigués (signé également par M Marlet)
- 3 Un troisième poster a été réalisé à partir des travaux que j'ai dirigés en Côte d'Ivoire sur la méthode de cartographie des sols en vue de la mise en place de périmètres sucriers (Signé par R. Brouwers)

## **2.3. Animation du stand CIRAD**

Lors du congrès j'ai, à l'instar de certains collègues, assuré l'animation du stand du CIRAD pendant plusieurs demi journées. En outre, et à l'initiative du service de publications du Cirad, je me suis prêté à une séance de signature de l'ouvrage qui venait d'être édité. (CF. plus haut).

## **3. Activités en Guyane**

### **3.1. Prospection des terrains du futur Lycée agricole de Macouria (convention)**

J'ai réalisé la prospection pédologique détaillée des terrains du futur lycée agricole de Macouria. Une séance de restitution a été réalisée au lycée agricole de Suzini devant l'ensemble des autorités agricoles de Guyane. Il a notamment été mis en évidence le rôle particulièrement important de la dynamique de l'eau dans le milieu considéré. Un plan d'aménagement et de mise en valeur a été proposé.

### **3.2. Préparation et mise en œuvre de l'avant-projet de recherche action dans l'Ouest guyanais**

Cette préparation a été réalisée sous le patronage de JP Tonneau et en collaboration avec M Grandisson. Ce projet préparatoire prévoyait essentiellement (pour 1998) une prise de contact approfondie du milieu de l'Ouest guyanais (tant du point de vue agricole et socio-économique que du point de vue milieu physique). Il devait déboucher au terme de l'année à l'élaboration d'un projet de recherches actions.

Pour des raisons de calendrier de préparation des plans de financement, c'est courant novembre qu'il a fallu concevoir, évaluer financièrement, et présenter ce projet. Ceci a été rendu possible grâce à la mission du chef de programme ERE et grâce à la participation de l'ensemble de l'équipe du projet (M. Grandisson et S Assemat).

### **3.3. Préparation, négociation et début de mise en œuvre du projet de recherche action dans l'Ouest guyanais**

Suite à la mission de A Angé j'ai préparé, collégialement, avec mes deux jeunes collègues le projet actuel de recherche action dans l'Ouest guyanais. Je l'ai chiffré et après des suggestions diverses je l'ai corrigé et présenté aux autorités compétentes afin qu'il soit financé. Il a fallu le défendre et beaucoup négocier, trouver des partenaires et des alliés. Finalement ce projet a reçu un accueil favorable. Il est à remarquer que ce projet a reçu un soutien financier important du CNES EDF (25%) ce qui sur un montant global de presque 7 millions est significatif de l'intérêt manifesté pour ce projet (particulièrement en raison de son aspect social).

Il ne faut cependant pas oublier la position primitivement négative de la Chambre d'Agriculture qu'il a fallu convaincre ou circonvenir (l'affaire n'est probablement pas close). Actuellement le projet est en forte productivité de mise en place d'actions.

Si les premiers mois du deuxième semestre 98 ont été particulièrement consacrés (comme prévu) à la connaissance du tissu social et du milieu physique particulièrement complexe en

approche globale pour comprendre l'essentiel et se donner les moyens de concevoir des actions et surtout ne pas se lancer à l'aveuglette dans ce contexte guyanais compliqué, actuellement le projet est en phase de démarrage rapide.

Mais nous sommes en 1999 ; la suite l'an prochain.

### **3.4. Participation à la semaine « Science en fête » et particulièrement à l'exposition Terres et argiles**

Organisée à Cayenne par l'IDE. dans le cadre de la semaine science en fête j'ai participé à l'organisation de l'exposition « Terres et Argiles » proposée par l'IDE. Le Cirad a donc pu être représenté à cette exposition d'une semaine et qui a été très visitée. Les posters présentés lors du congrès de science du sol d'août 98 ont été mis à l'honneur. En outre, grâce aux envois du service d'édition du CIRAD les diverses publications du CIRAD ont pu être montrées au public. Un certain nombre d'exemplaires du numéro spécial d'Agriculture et Développement sur les sols ont pu être distribués, soit à des personnalités marquantes, soit à des chefs d'établissement d'enseignement public.

Fait à Kourou le 18 mars 99

R. BERTRAND

## Rapport d'activités 1998

**1° Identification :** BIGOT Yves. Programme ERE. Montpellier

### **2 Cadre de travail, évolution institutionnelle et scientifique**

Traités en page suivante, à la rubrique 6

### **3 Activités**

J'ai conduit en 1998 des expertises de quelques semaines en Guinée et au Burkina Faso pour l'Initiative FAO / BIRD sur la fertilité des sols en Afrique. Elles se sont déroulées dans des conditions de courtes durées et de dépendance aux modes internationaux qui sont d'intérêt réduit pour le CIRAD, car elles sont peu propices à de futures collaborations de recherche.

L'expertise commencée en Côte d'Ivoire pour plusieurs mois offre des perspectives différentes. Les questions de fertilité des sols sont replacées dans les autres composantes du développement agricole. Le cadre est seulement national et de ce fait plus cohérent avec les besoins de décisions politiques.

La place respective du travail des nationaux et de l'assistance technique est mieux définie. Les moyens sont plus importants. Je gère actuellement une dizaine d'experts nationaux sur toutes les grandes questions de développement agricole à l'ordre du jour dans le pays. Des résultats sont les suivants.

*1° Le désengagement du financement public dans la production et le commerce agricole peut être considéré comme achevé. L'opposition d'une partie de l'expertise française à cette évolution a nuit à son image et n'a été que perte de temps. Elle a donné l'impression de ne pas savoir qu'il existe des secteurs de dépenses publiques plus importantes que le financement annuel des intrants.*

*2° Les conditions sont réunies pour que le financement de la recherche et de la vulgarisation agricole par les secteurs privés et professionnels s'engage. Cette évolution pourrait conduire au retour des systèmes de recherche et de vulgarisation par produit comme seul moyen d'assurer la solvabilité à long terme de toute une partie des activités de vulgarisation et de recherche agricole appliquée.*

*3° Les questions de professionnalisation et de réforme foncière présentent des difficultés très mal anticipées par les experts et les théories étrangères. En effet dans des sociétés marquées par la forte intégration des activités agricoles et des questions foncières aux autres composantes de la vie sociale, l'utilité de la création d'une profession agricole et d'une réforme foncière ne va pas de soi.*

*4° La question la plus importante, justifiant des dépenses publiques en priorité est celle de la décentralisation politique et de la déconcentration administrative. Toutes les autres questions lui sont aujourd'hui subalternes et devraient le devenir de plus en plus dans les années qui viennent. Il s'agit du domaine de recherche qui en matière de gestion de l'espace paraît à privilégier.*

### **4 Perspectives 1999**

Les ivoiriens demandent que je reste comme conseiller aux aspects agricoles de la décentralisation politique et de la déconcentration administrative, une fois l'étude FAO terminée. J'ai reçu en février 1999 l'avis de la Commission Sciences Economiques et Sociales de l'INRA selon lequel je pouvais être de nouveau mis à disposition du CIRAD.

## 5 Publications

### 5.1 En cours dans des revues à Comité de lecture :

1° Y BIGOT, A ALPHA Les dynamiques forestières dans la rubrique « économie de l'environnement et des ressources naturelles des CAB de 1991 à 1997 (*revue Autre Part / ex Cahiers de l'ORSTOM*).  
2° Y BIGOT. La diversification par le maraîchage en région forestière de Côte d'Ivoire (*revue Fruit / CIRAD*)

### 5.2 A vocation de transferts :

1° Mise en forme d'une partie des données disponibles sur les régions agricoles en vue d'orienter les actions sur la fertilité des sols au Burkina Faso 20 / 6 / 98 (*FAO*).  
2° Mission d'appui à la thèse de L TUJAGUE 19 / 30 juillet 1998 (*CIRAD*).  
3° Notes diverses sur la mise en œuvre de l'étude sur la fertilité des sols et la programmation du développement agricole en régions de savanes et semimontagneuse de Côte d'Ivoire (*FAO*)

## 6 Cadre de travail, évolution institutionnelle et scientifique

Lors de la dernière réforme du CIRAD, je me suis intéressé au programme ERE par ce qu'il visait à mettre au point des méthodes concernant l'intégration des préoccupations agricoles dans les questions de gestion des ressources naturelles. Ceci se situait dans la ligne de mes activités antérieures, mais n'a guère été mis en œuvre à ce jour.

Au delà de la suppression bénéfique des conflits qui étaient nés de l'idée saugrenue d'une précédente direction scientifique de faire dépendre les mêmes individus à la fois d'unités et de programme de recherche, les pratiques de gestion héritées des DSA / CEEMAT se sont poursuivies en faisant apparaître des défauts de longue date identifiés par les audits.

Les ressources doivent trop venir de contrats d'études conçus à l'extérieur. La valorisation scientifique est trop dépendante des choix de certains organismes d'enseignements supérieurs. Les moyens financiers et intellectuels nécessaires à une production scientifique autonome ne sont pas assez disponibles.

Ces défauts ont pour origine les choix fait dans les années 1980 en faveur d'une croissance des effectifs fondée sur une trop grande dépendance aux travaux sur contrats d'études avec les DOM / TOM et la Coopération française alors que celle ci était destinée à devenir aussi défunte en Afrique qu'ailleurs et que toutes les innombrables prospectives faites à cette période et depuis lors ont reposé sur des choix complètement bidons par rapport à l'évolution réelle des pays tropicaux.

La réforme est donc à poursuivre au delà de la gestion par programme. Des activités de recherche appliquée à l'étranger peuvent encore moins se faire qu'avant en prêchant la spécificité française et l'irréalisme en matière d'évolution de l'aide internationale.

Dans le cas d'un intérêt pour la décentralisation dans un pays comme la RCI, les liens sont à renforcer avec les pays de la CEE qui ont de la décentralisation en général une toute autre expérience qu'en France. Les compétences du CIRAD sont à affirmer sur des créneaux d'interface entre la décentralisation en général et des questions techniques agricoles limitées.

## Rapport d'activités 1998

### I Identification

#### I.1 Identification du chercheur

Bousquet François, Programme Ere, Centre de Baillarguet à Montpellier, chercheur.

#### I.2 Cadre de travail

La lettre de mission que j'avais écrite peu après mon entrée au Cirad me donnait pour tâche de créer une activité de modélisation et simulation de la gestion des ressources renouvelables. Différents objectifs étaient prévus qui restent pour la plupart d'actualité après l'intégration dans le programme Ere.

Certains ont été atteints mais restent valables dans de nouveaux contextes. Ainsi il s'agissait d'assister la genèse d'une équipe multidisciplinaire. Cette mission me semble toujours valable dans le nouveau contexte du programme Ere. Il s'agissait aussi de développer des outils. Bien que ces outils restent à améliorer cet objectif est aujourd'hui atteint avec l'existence de la plateforme de simulation Cormas. La demande extérieure de formation est la mesure de cette réussite.

D'autres objectifs sont en cours d'achèvement. Il s'agissait de créer un nouveau contexte de coopération puisque le partenariat institutionnel sur ce thème n'existait pas. En résultat de mes travaux ce réseau existe : ESP Dakar, Universités de Yaoundé, Harare, ESP Tananarive. Demain des universités indonésiennes, thaïes ou brésiliennes en feront partie. Il reste à renforcer la viabilité de ce réseau ce qui passe par la capacité d'initiative des partenaires. Nos partenaires sénégalais et camerounais seront bientôt capables de prendre part à des projets « sans nous ».

Les deux premiers objectifs ayant été atteints (ou presque), l'objectif principal devient le test de la démarche de la simulation dans des opérations de gestion des ressources au sein de projets de recherche –développement. Il s'agit, de tester la démarche sur divers terrains, de formaliser la méthode et de la transférer. Les opérations sur le fleuve Sénégal (construction du modèle avec les paysans), au Zimbabwe, sur la filière Raphia à Madagascar (participations à des ateliers de négociations), plus les opérations suivies à la Réunion, en Indonésie devraient nous permettre, dans un délai de deux ans d'atteindre cet objectif. Par ailleurs les opérations à St Louis du Sénégal, à la Réunion et peut être au Brésil correspondent à une plus grande insertion dans les problématiques et opérations du département Tera.

### II Faits saillants durant l'année 1998.

#### II-1. Evolution institutionnelle.

Le fait marquant de l'année 98 est le passage dans le département Tera. Une crise de confiance a eu lieu avec ma hiérarchie. L'équipe à laquelle j'appartenais a perdu beaucoup de ses moyens (effectifs, assistance, confiance) et le manque de légitimité a fait peser un poids par ses implications psychologiques et opérationnelles. A la fin de l'année 1998 suite à la visite de M. Bachelier une solution a été proposée. Un élément de cette solution était que je reprenne une partie du rôle de Gilles Mandret en tant que responsable de l'axe 2 du programme. Le compte rendu de la réunion est en annexe. Depuis ces événements les relations avec mon contexte institutionnel me semblent plus confiantes, ce qui a permis de reprendre une activité sereine. Un point très positif est l'arrivée de C. Le Page comme modélisateur, ce qui a permis d'assurer les activités dans lesquelles nous étions engagés, en particulier dans le suivi d'une Atp qui débutait en 98.

## II-2 Evolution scientifique

Ma problématique scientifique n'a pas changé : le développement d'outils de simulation pour l'aide à la négociation sur la gestion des ressources. Cela pose des questions techniques en informatique et cela pose des questions méthodologiques sur l'usage de ces outils.

## II-3 Choix stratégique

Un choix stratégique important est de poursuivre l'effort sur les formations. Cela permet d'être en relation avec de nombreux collègues à l'intérieur du Cirad ou à l'extérieur, de créer de nouveaux partenariats, de faire reconnaître nos travaux et de se maintenir à jour.

Nous sommes toujours en phase de reconnaissance. Il en résulte que nous répondons à plusieurs demandes: la création d'une activité à Madagascar, les préparations de projets en Indonésie, Thaïlande, Brésil, Taiwan ainsi que des collaborations avec des collègues de l'Inra.

## **III Activités**

### III-1 Activités menées

#### *ATP SIG Systèmes multi-agents*

L'Atp 98/60 a trois principaux objectifs : le développement d'un environnement de simulation, le développement d'une démarche de modélisation et de simulation pour l'aide à la négociation, et la participation à différentes recherches de terrain. Il était prévu de faire fonctionner l'Atp comme un réseau sur différents sites. Pour débiter cette Atp au cours du deuxième trimestre, deux missions ont eu lieu au Zimbabwe et à Madagascar qui ont permis de mettre en place sur place l'organisation nécessaire au fonctionnement de l'ATP. Un séjour commun (Juillet-Août-Septembre) des différents modélisateurs (quatre personnes) a eu lieu durant l'été et s'est achevé par un mini-séminaire avec les thématiciens. Le résultat de ce séjour et de ce séminaire se matérialise par l'adoption d'un plan commun qui permet à chaque participant de se situer dans la démarche générale. Ce plan organise l'Atp en quatre thèmes de travail. Une première partie correspond à la technique informatique. Comment faire pour penser des outils qui combinent les potentialités des Sig et des systèmes multi-agents? Une deuxième partie est plus méthodologique : comment penser les dynamiques spatiales et les représentations sur ces dynamiques ? Une troisième partie du travail consiste à faire une typologie des applications en fonction des usagers (chercheurs, organisations locales, organisations régionales) et des structures organisationnelles concernées (filiale ou territoire) : les questions de coordination entre acteurs et les questions sur les impacts sont communes aux différents terrains. La quatrième partie a trait aux problèmes de validité et d'usage. S'y mêlent des méthodes formelles de vérification des modèles et des réflexions sur la validation sociale des modèles, soit en construisant les modèles avec les acteurs soit sous forme d'animation du modèle.

Du point de vue de l'outil, l'environnement de simulation multi-agents Cormas a été développé et il a été couplé avec le SIG ArcView dans une philosophie client-serveur. Un rapport précise les évolutions possibles. Ce premier travail fera déjà l'objet d'une présentation devant un groupe de travail du GDR Cassini qui travaille sur la modélisation spatiale (le 12 Nov 98). Par ailleurs de nombreuses avancées conceptuelles ont été faites sur la prise en compte de l'espace dans les systèmes multi-agents, qui se sont traduites par une évolution de l'outil Cormas. Ainsi ont été introduits des agents spatiaux qui permettent de représenter des connaissances sur des niveaux d'agrégation élevés.

**Du point de vue des simulations appliquées à des problèmes de terrain, peu de résultats sont à présenter, mais la première année visait surtout à mettre en place les équipes sur place. Malgré ce, des prototypes de simulateur de l'impact des dynamiques foncières sur la gestion locale de**

la biodiversité au Zimbabwe, de la gestion locale de la filière Raphia, existent et ont été présentés au colloque Smaget (Systèmes multi-agents et gestion des territoires) à Clermont-Ferrand, début octobre.

#### *Formations*

- ◆ Deux jours de cours à l'IAM
- ◆ 3 Jours de cours à l'Ensam
- ◆ Une journée pour l'Ina-PG
- ◆ Deux formations aux systèmes multi-agents, deux formations à la gestion des ressources dont une au Sénégal pour le Ministère de la coopération

*Séminaires* : J'ai contribué à organiser un séminaire sur les systèmes multi-agents spatialisés qui se déroule tous les deux mois à l'Inra, donné un séminaire au Thailand Environmental Institute à Bangkok

*Comités de thèses*. Je fais partie de trois comités de thèses en géographie à Lyon en écologie du paysage à Rennes et en hydrologie avec l'Orstom à Montpellier.

*Encadrement de thèse*. O Barreteau a soutenu sa thèse à l'Engref avec les félicitations du jury.

*Colloques*: IAR/AEI (Castellon Espagne), Int. Conf. Multi Agent Systems (Paris), Workshop de l'Irri à Ho Chi Minh, Systèmes multi-agents et gestion du territoire (Clermont-Ferrand)

Rédaction et proposition d'un projet scientifique.

#### **IV Perspectives 1999**

Mon objectif personnel pour l'année 99 est de passer une Hdr. Deux mois de travail doivent y être consacrés. D'un point de vue scientifique, la continuation de l'Atp passera par des recherches personnelles. L'investissement en sciences économiques sera effectué en relation avec la thèse de M. Antona.

Je dois cette année encadrer l'année finale de la thèse de J. Rouchier.

Les autres objectifs sont des objectifs collectifs à réaliser par de l'animation et de la coordination de groupes de chercheurs, tout d'abord au sein d'un réseau de collaboration déjà formé (relations de l'ATP, projets avec l'Inra et le Cemagref) et au sein du programme Ere et du département Tera en recherchant progressivement les convergences.

L'accès à une reconnaissance internationale pour ces travaux du Cirad sur lesquels nous sommes en avance (mais de peu) sur les concurrents hollandais, américains ou autres. Modalités de réalisation : publications, démonstrations et améliorer les formes des produits (pages Web, plaquettes professionnelles, assistance au « faire-savoir »)

## Annexe 1

### Compte rendu de réunion

A. Angé, G. Mandret, F. Bousquet

le 15/12

Ordre du jour: remplacement de Gilles Mandret comme responsable de l'axe2 par F. Bousquet

F. Bousquet resitue le contexte de ce remplacement : suite à la visite de M. Bachelier en Octobre 98 ce dernier a demandé à ce que François prenne le rôle de Gilles qui part en Asie. Cette prise de responsabilité correspond à une reconnaissance de la légitimité des activités de l'ex-Green dans le département Tera. Dans ce cadre F. Bousquet accepte en émettant les remarques suivantes : comme il a été présenté en Septembre le responsable d'axe servira à diffuser de l'information et tentera de promouvoir une animation scientifique. Gilles assurait un rôle d'adjoint de A. Angé qui ne pourra être repris par François.

A. Angé valide cette perception en indiquant que les responsables des autres axes joueront le rôle d'adjoint. En particulier J. Teissier qui ne désire pas retourner à la recherche sera spécialisé dans les questions administratives et d'interface avec le département. F. Bousquet aura pour rôle

-de diffuser l'information en particulier dans la transmission des activités de l'axe et de ses membres,

-d'effectuer une veille sur les différents budgets,

-d'appuyer la production de documents scientifiques en commun et de contribuer au montage de projets scientifiques avec les départements Forêt, Emvt, Amis.



## Annexe 2 Publications

J. Rouchier and O. Barreteau and F. Bousquet and H. Proton", "juillet", 1998, "Evolution and Co-Évolution of Individuals and Groups in Environment", "{ICMAS}, International Congress for Multi-Agent Systems", "IEEE

F. Bousquet and I. Bakam and H. Proton and C. LePage", "1998, "Cormas : Common-Pool Resources and Multi-Agent Systems""Lecture Notes in Artificial Intelligence", 1416,, "826-837

O. Barreteau and F. Bousquet", "M. Tchuente", 1998, "Syst{è}mes multi-agents et viabilit{é} des syst{è}mes irrigu{é}s", "Actes du 4e Colloque Africain sur la Recherche en Informatique {CARI'98}", "627-636"

M. Antona and F. Bousquet and C. LePage and J. Weber and A. Karsenty and P. Guizol", "J. Sichman and R. Conte and N. Gilbert", 1999, "Economic Theory of Renewable Resource Management: A Multi-Agent System", "Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation", "Lectures notes in Artificial Intelligence", 1534,, "61-78"

J. Rouchier and F. Bousquet", "J. Sichman and R. Conte and N. Gilbert", 1999, "Non-merchant Economy and Multi-Agent System: An Analysis of Structuring Exchanges", "Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation", "Lectures notes in Artificial Intelligence", 1534,, "111-123"

Bakam I. et Bousquet, F. 1998. *CORMAS : un environnement de simulation de modèles multi-agents pour la gestion des ressources renouvelables*, rapport de recherche N° 15, The United Nations University : Microprocessors and Informatic Programme, Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences : Département d'informatique, Cameroun, février 1998, 30p

Bousquet F. et Gautier D. Comparaison de deux approches de modélisation des dynamiques spatiales par Simulation Multi-Agents : les approches « spatiale » et « acteurs » Accepté pour publication dans InterGeo.

Bah A., Canal R., d'Aquino P. et Bousquet F. Les SMA génétiques pour l'étude de la mobilité pastorale en zone intertropicale sèche. Actes du colloque Smaget, Clermont-Ferrand, 5-8 Octobre 1998.

Lifran R., Le Page C., Bakam I. et Bousquet F. Externalités de voisinage, communication entre agents et pareto optimalités - Etude théorique et par un SMA. Actes du colloque Smaget, Clermont-Ferrand, 5-8 Octobre 1998.

Bakam I. et Bousquet F. Modèles multi-agents pour la gestion de ressources renouvelables : vers un couplage simulations et approches formelles de modélisation. Actes du colloque Smaget, Clermont-Ferrand, 5-8 Octobre 1998.

Zunga Q., Vagnini A., Le Page C., Touré I., Lieurain E. et Bousquet F. Coupler systèmes d'information géographique et systèmes multi-agents pour modéliser les dynamiques de transformation des paysages. Le cas des dynamiques foncières de la moyenne vallée du Zambèze (Zimbabwe). Actes du colloque Smaget, Clermont-Ferrand, 5-8 Octobre 1998.

Herimandimby V., Randriajaona E., Barreteau O., Bousquet F. et Weber J. Systèmes multi-agents et démarche patrimoniale : utilisation de jeux de rôle. Actes du colloque Smaget, Clermont-Ferrand, 5-8 Octobre 1998.

Lardon S., Baron C., Bommel P., Bousquet F., Le Page C., Lifran R., Monestiez P. et Reitz P. Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires. Actes du colloque Smaget, Clermont-Ferrand, 5-8 Octobre 1998.

O. Barreteau and F. Bousquet", 1998, "Un système multi-agents représentant les modes d'organisation dans un système irrigué", "Irrigation et gestion collective de l'eau en France et dans le monde" Actes du colloque SFER organisé les 19 et 20 Novembre 1998 à Montpellier, France

**R. Canal and A. Bah and F. Bousquet and P. d'Aquino**", "M. Tchuente", 1998, "Les Systèmes Multi-Agents génétiques. Application à l'étude de la mobilité pastorale en zone intertropicale sèche", "Actes du 4e Colloque Africain sur la Recherche en Informatique {CARI'98}", "71-82"

F. Bousquet and D. Gautier and C. LePage",1998,"Resource management and scale transfer: the contribution of multi-agent systems","Scaling methodologies in eco-regional approaches for natural resource management",,,,,,"Colloque organisé à Ho Chi Minh ville, Viet Nam, du 22 au 24 juin 1998"

# RAPPORT D'ACTIVITES 1998

**Patrick Caron - Cirad/Tera/Ere**

## **I - Identification**

### **I.1. Identification du chercheur**

Caron, Patrick  
Programme Ere  
Correspondant du Cirad au Botswana

Affectation pour 2 ans au Botswana, en qualité de Conseiller Technique auprès du Southern African Centre for Cooperation in Agricultural Research and Training (SACCAR)  
Position ATD (MAE)

### **I.2. Cadre de travail**

- **Jusqu'en septembre 1998: Affectation au programme Ere (Montpellier)**
- **A partir du 15 septembre: Affectation comme Conseiller Technique auprès du SACCAR**

Le SACCAR est l'Organisation Sous-Régionale de coordination de la recherche agronomique dans les 14 pays de la SADC (Southern Africa Development Community). Son Secrétariat, basé à Gaborone au Botswana, a pour fonction de promouvoir la coordination et la coopération entre les institutions de recherche et de formation de la région et, pour cela, de gérer un système d'information et de communication, d'identifier les enjeux et les besoins assignés à la recherche et à la formation, de promouvoir la conception et la mise en oeuvre de projets régionaux et le partenariat avec les institutions internationales.

Depuis 1992, le SACCAR était également responsable de la coordination de la recherche et de la formation dans le domaine de la gestion des ressources naturelles. Aucune activité n'ayant été effectivement réalisée dans ce domaine, un appui avait été demandé au Ministère des Affaires Etrangères. J'ai ainsi été affecté auprès du SACCAR, en position d'ATD, chargé de la conception et de la mise en place de projets régionaux de recherche et de formation dans le domaine de la gestion des ressources naturelles.

Deux mois avant mon affectation, le SACCAR s'est vu retiré par la SADC son mandat dans le domaine de la gestion des ressources naturelles. Il m'a été demandé à mon arrivée de m'impliquer dans le processus de planification stratégique du SACCAR. En effet, celui-ci connaît une période de transition profonde, liée au changement de son statut et de l'ensemble de son équipe. La plupart des projets ont été jusqu'à présent exécutés par des CIRA et

concernaient les produits liés au mandat de ces Centres, le SACCAR jouant essentiellement un rôle d'intermédiation pour la mobilisation de financements internationaux. Dès lors, les enjeux de la réforme concernent la redéfinition des modalités de programmation, de partenariat et de mise en oeuvre des projets régionaux et du champ de recherche à prendre en compte. Ils touchent à l'identification des priorités régionales, à la conception par les institutions régionales elles-mêmes des projets de coopération, à la diversification des modalités de partenariat, à la conception et à la mise en oeuvre de projets de recherche et de formation pour le développement régional.

Dans ce cadre, mes activités au cours du dernier trimestre 1998 ont essentiellement été liées à l'analyse institutionnelle du SACCAR et à l'animation d'un processus de réflexion dans le cadre de la réforme en cours. Cette réflexion doit aboutir mi 1999 à la formulation et à la validation d'une Stratégie et d'un Plan. Les termes de référence de ma mission sont actuellement (mars 1999) redéfinis. Ils concerneront l'appui à l'élaboration et à la mise en oeuvre du processus de réforme et à la promotion d'une "seconde génération" de projets de recherche, répondant aux enjeux de développement régional et conçus et mis en oeuvre par les institutions régionales.

## **II - Faits saillants durant l'année 1998**

### **II.1. Evolution institutionnelle**

- Détachement auprès du MAE et affectation auprès du SACCAR (voir ci-dessus).
- Correspondant du Cirad au Botswana depuis le 15 septembre 1998.

### **II.2. Evolution scientifique**

- Soutenance d'une thèse de Doctorat en Géographie du Développement en mars 1998 (Espaces, élevage et dynamique du changement : analyse, niveaux d'organisation et action. Le cas du semi-aride du Nordeste brésilien).
- Evolution, dans le cadre de ma nouvelle affectation, vers des fonctions de gestion de la recherche.

### **II.3. Choix stratégique**

- Décision d'affectation outre-mer.
- Décision d'affectation en Afrique australe.
- Evolution vers des fonctions de gestion de la recherche.

### III - Activités

#### III.1. Activités menées

##### a. Soutenance de thèse et synthèse scientifique

La rédaction d'une thèse de Doctorat en Géographie du Développement a été finalisée début 1998. La thèse a été soutenue le 10 mars et une brochure "Regard sur les thèses" réalisée ultérieurement (Espaces, élevage et dynamique du changement : analyse, niveaux d'organisation et action. Le cas du semi-aride du Nordeste brésilien).

Une synthèse des travaux de recherche entrepris depuis une quinzaine d'années dans le Nordeste du Brésil a été mise en chantier (publication prévue en 1999, coordinateurs Caron et Sabourin). Cette activité a donné lieu à une mission au Brésil en juin et à la rédaction des différentes parties de l'ouvrage tout au long de l'année.

##### b. Participation aux chantiers de mise en oeuvre de la réforme du CIRAD

Participation aux réflexions des Programmes Ere et Agricultures Familiales (Atelier de travail, février 1998).

Rédaction d'une note dans le cadre du groupe de travail du Cirad sur l'éco-régionalité.

##### c. Missions, expertise et appui au montage de projets

Dix missions ont été réalisées, dont 6 entre janvier et juillet, avant l'affectation auprès du SACCAR.

- Deux missions dans le cadre du dispositif de recherche sur l'Agriculture Familiale dans l'ex-Ciskei en **Afrique du Sud** (financement MAE): participation à l'atelier Umthiza (15 jours en janvier; mise au point d'une démarche d'analyse et d'intervention); formation et réalisation d'un zonage dans le District d'Amatola et encadrement d'un stage sur la gestion des ressources à l'échelle villageoise (22 jours en avril).
- Mission d'appui au Centre for Land Development, Housing and Construction de l'Université de Pretoria en **Afrique du Sud** (financement local): Appui à la planification du développement rural auprès de collectivités territoriales dans l'Eastern District de la Province du Nord-Ouest (6 jours en mars).
- Mission de programmation des actions du Projet de Développement Agricole et Rural Intégré du Nord et Nord-Est du Kef en **Tunisie** (6 jours en mars, financement AFD).
- Mission pour mise en chantier de la synthèse des travaux de recherche dans le Nordeste du **Brésil** (10 jours en juin, financement Tera).
- Mission pour participer à la programmation des activités de coopération entre le Cirad et l'Arc en **Afrique du sud** (10 jours en juin, financement Cirad/Dre).
- Mission en **Namibie** auprès de la MCAC dans le cadre de mon affectation au Botswana (5 jours en septembre, financement MAE).
- Mission au **Zimbabwe** pour participer au Conseil d'Administration du SACCAR (6 jours en octobre, financement MAE).
- Mission en **Afrique du Sud** pour suivre la réalisation du zonage du District de

- l'Amatola (stage Cirad Laurent Lhopitallier, 4 jours en novembre, financement MAE)
- Mission en **Afrique du Sud** pour participer au Symposium Farming System Research and Extension (6 jours en novembre, financement MAE).

#### **d. Préparation du départ en affectation**

- Préparation de la candidature et entretiens de sélection,
- Participation à la définition des termes de référence,
- Réunions préparatoires (internes Cirad, MAE, ministères et institutions françaises susceptibles d'être impliqués) et documentation.
- Mission d'une semaine en Namibie en septembre auprès de la MCAC chargée de la mise en place de mon poste.

#### **e. Activités dans le cadre de mon affectation au SACCAR**

- Analyse institutionnelle du SACCAR,
- Participation à réunions (internes SACCAR dont le Conseil d'Administration au Zimbabwe en octobre, avec partenaires financiers et scientifiques),
- Rédaction de notes dans le cadre du processus de réforme.

#### **f. Correspondance du Cirad au Botswana**

- Rédaction de fiche pays,
- Réponse aux demandes d'agents du Cirad.

#### **e. Participation à ateliers, réunions et congrès**

- Universités d'Hiver de Vétérinaires Sans Frontières (montpellier, janvier).
- Agricultures Familiales, Atelier de travail, Montpellier, février 1998.
- Réunion de la Commission Scientifique de la Mission Productions Animales du CIRAD (MIPA), en tant que correspondant de Tera à la MIPA (mars).
- Symposium Farming System Research and Extension à Pretoria (Afrique du Sud) présentation de 2 articles (novembre).
- Participation au Groupe de Travail Enjeux techniques et Pouvoirs Locaux (Vétérinaires Sans Frontières).

#### **f. Activités de formation**

- Intervention au CNEARC, dans le cadre d'un module organisé par Ph. Jouve (Recherche-Action).
- Recherche-formation sur le zonage en Afrique du Sud (implication d'une quinzaine de chercheurs et stagiaires) et suivi de la réalisation du zonage réalisé dans le cadre d'un stage (un stagiaire Cirad, Laurent Lhopitallier, et 3 stagiaires sud-africains).  
LHOPITALLIER L., 1999. Zonage à dire d'acteurs du District d'Amatola (Eastern Cape, Afrique du Sud) et appui à la planification auprès des collectivités territoriales. Contribution au montage d'un dossier accepté d'allocation de recherche pour la thèse en géographie de Laurent Lhopitallier (Paris X - Cirad; Recompositions de l'espace

- rural en Afrique du Sud).
- Organisation et suivi d'un stage CNEARC/ENESAD en Afrique du Sud.  
LASBENNES F., 1998. Gestion des communs et développement local dans un village de l'ancien Ciskei, Afrique du Sud. CNEARC-ESAT/CIRAD-SAR. Mémoire de stage ESAT 1, Montpellier.
- Contribution au suivi de la thèse de N'djafa Ouaga Hubert (Appréhension des stratégies paysannes dans la mutation des espaces ruraux, Tchad).

### III.2. Produits

#### Thèse

CARON P., 1998. Espaces, élevage et dynamique du changement : analyse, niveaux d'organisation et action. Le cas du Nordeste semi-aride du Brésil. Thèse de doctorat de Géographie et Pratiques du développement, Université Paris X, Nanterre, 396 p.

CARON P., 1998. Espaces, élevage et dynamique du changement : analyse, niveaux d'organisation et action. Le cas du Nordeste semi-aride du Brésil. Résumé, présentation et plan. Coll. Regard sur les thèses, CIRAD/TERA, Montpellier, 20 p.

#### Articles de périodiques

LHOPITALIER L., CARON P. Diversité et organisation de l'espace rural dans une région en forte recomposition suite à l'abolition du régime d'Apartheid. In : L'espace géographique. Accepté par le Comité de lecture, publication prévue en 1999.

#### Chapitres d'ouvrages

CARON P., 1998. Analyse des pratiques d'éleveurs et diffusion de l'innovation technique : éléments de réflexion. In : Pratiques paysannes et innovations techniques. Identification et diffusion en milieu rural. Universités d'hiver 1998. Vétérinaires Sans Frontières, Lyon, pp 27-40.

SAUTIER D., CARON P., SILVA P.G.da, CARVALHO O.M. de, HOLANDA J.N., 1998. Diagnostic rapide de la mise en marché. Le lait et de ses dérivés dans une microrégion du nordeste du Brésil. In: Prix, produits et acteurs. Méthodes pour analyser la commercialisation agricole dans les pays en développement. Scott G. et Griffon D. (Eds), Karthala, CIRAD et CIP, Paris, France. pp 93-112.

#### Communications et actes de congrès

CARON P., HUBERT B., 1998. Changement technique et dynamiques locales : le cas de l'élevage dans le Nordeste du Brésil. In : Symposium Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural. AFSR/E, Pretoria, nov 1998. 12 p.

CARON P., SABOURIN E., HUBERT B., CLOUET Y., SILVA, P.C.G. da, 1998. Analyse des trajectoires de développement et modèle d'évolution des espaces locaux dans le Nordeste du Brésil. In : Symposium Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural. AFSR/E, Pretoria, nov 1998. 12 p.

A paraître:

CARON P., 1998. L'intérêt de l'étude des pratiques et des stratégies des producteurs. Etude de cas dans le Nordeste brésilien : la petiterégion de Massaroca. In : Séminaire Pratiques paysannes et durabilité, Bobo-Dioulasso, oct. 95, CIRAD, 8 p.

#### Publications dans centres de recherche

BARROS E. da R., SABOURIN E., PERES G.I., CARON P., 1998 (à paraître). Desenvolvimento local e associações de pequenos agricultores : o caso de Massaroca (Juazeiro-BA), EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, Brésil. Série Documentos. 38p.

CARON P., PREVOST F., SILVA P.C.G.da, 1998. A evolução de um programa de pesquisa de sistemas de produção no Nordeste brasileiro. CPATSA/EMBRAPA, Série Documentos, n° 86, 22 p.

### **Rapports et littérature grise**

ANNEROSE D., CARON P., DOLLE V., DOMENECH J., DURAND P., LHOSTE V., RAUNET M., 1998. Concertation avec les partenaires sud-africains sur les perspectives de recherche en coopération. Cirad, Paris.

BONNAL P., CARON P., LAURENT C., 1998. Agriculture Familiale dans l'ex-Ciskei. Discussion d'une démarche d'analyse et d'intervention. Rapport de mission en Afrique du Sud du 10 au 24/01/98. CIRAD/SAR, Montpellier, avril 1995, 20 p.

CARON P., CLOUET Y., 1998. Recherche-Développement : Programmation des actions du Projet de Développement Agricole et Rural Intégré du Nord et Nord-Est du Kef. Rapport de mission du 26 mars au 1 avril 1998, CIRAD/SAR, Montpellier, 28 p.

CARON P., 1998. Appui à la planification du développement rural auprès de collectivités territoriales en Afrique du Sud. Rapport de mission du 15 au 21 mars 1998 dans l'Eastern District de la Province du Nord-Ouest, CIRAD/SAR, Montpellier, 23 p.

CARON P., 1998. Zonage à dire d'acteurs dans le District d'Amatola en Afrique du Sud. Rapport de mission du 13 au 30 avril 1998 dans la Province de l'Eastern Cape, CIRAD/SAR, Montpellier, 53 p.



## RAPPORT D'ACTIVITÉS 1998

### 1. IDENTIFICATION

#### – Identification du chercheur

Nom et prénom : **Clouet Yves**

Département TERA - Programme : ERE

Lieu d'affectation : Campus de Baillarguet, Montpellier

fonction : chercheur,

#### – Cadre de travail

Au sein du programme ERE, Aménagement du territoire, analyse régionale de l'espace et de l'état des ressources (Axe 1)

### 2 FAITS SAILLANTS DURANT L'ANNÉE 1998

#### – Evolution institutionnelle

Cette évolution se caractérise par le passage d'une Unité de Recherche dans l'organisation précédente du Cirad à un nouveau programme et une nouvelle équipe de recherche au sein du programme ERE. Le dysfonctionnement de ce programme et la difficulté d'y faire émerger une réelle vie d'équipe au cours de cette année 1998 est un défi important à relever pour plus de performance pour 1999 et 2000

#### – Evolution scientifique

Malgré les dysfonctionnements institutionnels précédents et la difficulté de mise en place de la réforme en cours au Cirad, l'affichage officiel des objectifs poursuivis par ce nouveau programme a consolidé et valorisé des travaux scientifiques poursuivis depuis plusieurs années. Mon activité scientifique a donc bénéficié de ce nouvel environnement concernant la gestion des produits et des ressources naturelles par les acteurs, leurs projets et leurs stratégies, à différents niveaux d'organisation

Dans ce cadre, j'ai organisé mon travail autour de la valorisation des savoirs locaux dans la perspective d'une gestion collective des ressources. Le développement d'outils de diagnostic, de gestion et de suivi des ressources dans la perspective d'une démarche "recherche action" a été privilégié.

#### – Choix stratégique

Les démarches mises en place, en relation avec les acteurs résidents ou décideurs, se sont réalisées dans le cadre de deux écologies (particulièrement intéressantes au point de vue géographique) : les zones insulaires et les zones irriguées (oasis et petits périmètres de steppes). Ces zones intensivement mises en valeur entourées de vastes espaces "vides" constituent des petits "mondes en soi" où se concentrent les interactions entre acteurs poursuivant des objectifs différents sur des territoires où les ressources sont limitées.

Suite aux opérations précédemment engagées (Tunisie), suite également aux réponses positives aux nombreux appels d'offre réalisés (Laos, Yémen, Polynésie, Maroc, etc) les zones retenues ont pu être abordées. Des missions, travaux, publications et formation y ont été réalisés. Ces activités ont permis des progrès scientifiques significatifs et des résultats financiers largement positifs.

### 3. ACTIVITÉS

#### **Activités menées**

En dehors du temps passé aux discussions sur l'organisation du programme ERE, mes activités en 1998 se sont articulées autour des travaux suivants :

#### Travaux de synthèses

Après la publication du document de travail "Quelle géographie au Cirad ?" (sanctionnant plusieurs années de travail avec une quinzaine de collègues) ; après des travaux sur la construction de l'espace brésilien (que ce soit le Nordeste avec l'appui aux thèses de JP Tonneau et P Caron ou l'Amazonie avec la thèse de N Paraliou), j'ai pensé qu'une synthèse sur les espaces arides paraissait la bien venue. En effet, les phénomènes géographiques y sont plus contrastés et les outils nécessaires pour les aborder plus faciles à concevoir, tester et généraliser.

Dans ce cadre, une approche "macro", allant de la Mongolie au Maroc jusqu'au jardin oasien de quelques mètres carrés, tout en passant par une gamme d'échelles intermédiaires impliquant des niveaux de décision hiérarchisés a montré comment s'organise cet espace aride. Elle montrait également la nécessité d'avoir une approche globale sociale, économique et territoriale. La géographie et les outils mis à disposition étaient particulièrement intéressants. Cette synthèse, bien valorisée dans la revue sécheresse, débouchait sur deux constats : i/une nécessité de disposer d'outils de dialogue et d'aide à la négociation entre acteurs et ii/ une meilleure capacité de théoriser nos approches terrain essentiellement empirico-inductives.

#### Expertise - Planification

5 Missions ont permis d'identifier coup sur coup la demande des responsables de projets locaux de développement et de progresser dans les deux pistes précédemment identifiées

- Le Maroc dans le cadre du projet Prad (financement Mae)
- La Tunisie dans le cadre de trois projets Pdari (financement Afd)
- La Polynésie dans le cadre d'une mission à Tubuai dans l'archipel des Australes

Dans tous les cas, quelles que soient les écologies, la situation institutionnelle était la même : il s'agissait de planifier une série de missions donnant aux appareils institutionnels et aux techniciens de terrain des méthodes leur permettant de mieux connaître les situations locales et dans le cadre d'un désengagement des Etats, mieux cibler (planifier) les actions à entreprendre. Celles valorisant les solutions que les acteurs locaux mettaient en oeuvre étaient favorisées

#### Formation professionnelle sur le terrain (zonage - diagnostic à dire d'acteurs)

Les missions d'expertise - planification ont notamment débouché sur 3 Stages de formations en Tunisie et deux en Polynésie.

La représentation cartographique comme outil d'analyse et de négociation d'actions à entreprendre (bien testée au Brésil, en Palestine et en Afrique du Sud par P Caron, au Mali et au Burkina Faso par Y Clouet) s'est avérée une piste très intéressante. Tout en valorisant le "savoir des acteurs locaux", elle leur donnait une capacité de prendre du recul sur l'évolution de leur territoire, ses potentialités et contraintes et de négocier leur développement tant au niveau local que régional.

### Appui à une professionnalisation de l'agriculture

Dans le cadre des Pdari Tunisiens deux missions de rencontres de responsables politiques de Sidi Bouzid (6 responsables) et de Siliana et du Kef (8 responsables) avec les professionnels de l'Aveyron ont été organisées.

Le même objectif a été poursuivi à un moindre degré, dans le cadre du projet Prad 1998. La rencontre avec les responsables de la recherche marocaine, de l'office de développement du Drâa et de la chambre d'agriculture de Zagora avec les aveyronnais devrait permettre une meilleure organisation des agriculteurs oasiens.

### Valorisation pédagogique - Ateliers réunions et congrès

Tant dans la présentation des rapports que dans les travaux de formation, l'accent a été mis sur la qualité graphique et la valorisation de l'écrit par l'image. (Ex : rapport "Tubuai" en Polynésie avec quelques 200 photos illustre les thèmes abordés). Cette approche a permis de réaliser des rapports souvent courts, faciles à lire et destinés au grand public plutôt que de rester confidentiels. 150 rapports ont été tirés sur la Polynésie, une centaine sur la Tunisie. Actuellement le stock est épuisé et de nombreux interlocuteurs en demandent. Y aurait-il une nouvelle piste à explorer dans ce domaine au niveau édition ? L'objectif à terme est une valorisation sous forme de Cd-rom.

De même les approches méthodologiques ont systématiquement fait l'objet de rapports complémentaires. Ils permettent une valorisation rapide des outils utilisés pendant les formations.

Ce matériel pédagogique, mis sous forme de transparents, est facile à transporter. Il permet de nombreuses valorisations "aval" (formation au Cnéarc, Engref, prestations internes au Cirad, Ministère de l'agriculture...), ainsi que des participations à des colloques et Ateliers de travail (Représentation territoriale au colloque Cemagref -Engref, Inra - Jumelage Cnéarc-Toulouse...)

Tableau récapitulatif des principales activités 1998 (missions - formations)

Lieu	Date	Durée	Objet
Tunisie	02/98	6 j.	Planification Pdari Sidi Bouzid et Siliana
Tunisie	04/98	7 j.	Planification Pdari du Kef
Tunisie	04/94	12 j.	Formation au "Zonage à dire d'acteurs"
Polynésie	09/98	21 j.	Diagnostic des systèmes agraires de Tubuai
Polynésie	12/98	15 j.	Formation des Cadres du Service du Développement Rural
France	02/98	21 j.	Formation au Zonage des cadres de Sidi Bouzid et Siliana et du Kef Rencontre avec la profession agricole Française
France	11/98	3 j.	Projet Prad 98 rencontre entre la recherche et l'office de développement du Draa (Maroc) et les Professionnels Aveyronnais
France	02/98	12 j.	Rencontre entre les "politiques" de Siliana et du Kef avec la profession
France	03/98	8 j.	Rencontre entre les "politiques" de Sidi Bouzid et la profession
<b>Total</b>		<b>105 j.</b>	

## Produits

### Formation individuelle

- 1- Aide à la réalisation des thèses de P Caron et de N Paraliou
- 2- Nombreuses formations individuelles (Stagiaires Cnearc - Enesad....)

### Articles de Périodiques

- 3- Aridité, oasis et petite production, exigences hydrauliques et fragilité sociale : une approche par analyse spatiale et socio-économique Aridity, oasis and smallholding: hydrological requirements and social fragility. A socioeconomic and spatial analysis approach - Clouet Y.; Dollé V. In : Oasis, Sécheresse 1998. - vol. 9, n. 2, p. 83-94 : ill., réf.

### Communications et actes de congrès

- 4- Caron P., Sabourin E., Hubert B., Clouet Y., Silva, P.C.G. da, 1998. Analyse des trajectoires de développement et modèle d'évolution des espaces locaux dans le Nordeste du Brésil. In : Symposium Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural. Afsr/E, Pretoria, nov 1998. 12 p.

### Rapports et littérature grise

- 5- Recherche- développement - programmation des actions. Projet de développement agricole et rural intégré de Siliana. Rapport de mission du 17 au 20 février 1998 - Tonneau J.P.; Auréjac R.; Clouet Y. Montpellier : Cirad-Tera, 1998. - 23 p. - Cirad-Tera N. 14/98
- 6- Recherche- développement: programmation des actions. Projet de développement agricole intégré de Sidi Bouzid. Rapport de mission du 13 au 17/02/1998 - Tonneau J.P.; Auréjac R.; Clouet Y. Montpellier : Cirad-Tera, 1998. - 21 p. - Cirad-Tera N. 13/98
- 7- Projet de développement agricole et rural intégré du Nord et Nord-Est du Kef rapport de mission du 26 mars au 1 avril 1998 - Caron P.; Clouet Y. Montpellier : CIRAD-TERA, 1998. - 28 p. : réf., tabl.
- 8- Système agraires et dynamiques des producteurs. Ile de Tubuaï, Archipel des Australes en Polynésie Française. Une approche des systèmes agraires insulaires par "zonage à dire d'acteurs". Tome 1 : Diagnostic - Clouet Y.; Baron V. Montpellier : Cirad-Tera, 1998/11. - 48 p. : ill., réf., graph. - Cirad-Tera N.85/98
- 9- Système d'information multimédia de la région amazonienne: un projet - une démarche - Clouet Y. - Pasquis R. Montpellier : Cirad-Tera, 1998/11. - 32 p. : ill., réf. - Cirad-Tera N. 100/98

## Perspectives

### Institutionnelles et scientifiques

Sans rentrer dans le détail de mes activités, pour 1999 - 2000, un meilleur fonctionnement de programme ERE est indispensable sur deux points au moins :-

- 1- Echanges scientifiques plus suivi - l'arrivée de l'Umr espace devrait changer la donne - articulation pôle espace à structurer (Elevage et Forêt)
- 2- Opérations de terrain collectifs d'intervention à mieux cibler - confrontation de logiques opérationnelles et mise en place d'outils communs ?

### Personnelles

Le programme de travail est très lourd - si les pistes de recherche développées sont perçues comme importantes par l'institution il serait important de :

- 1- Former des jeunes
- 2- Dégager des moyens (ATP ....)

J'ai un problème de santé à gérer au mieux ...- le rythme de travail de cette année et des années précédentes (10 ans au moins) n'est plus soutenable à terme - L'arrivée des 35 heures devrait réguler la situation et je ne souhaite plus me retrouver comme d'habitude avec 20 jours de congé au moins à reporter sur l'année suivante.

---

**RAPPORT D'ACTIVITÉS 1998**  
**FRANÇOIS GUERRIN**  
**CIRAD TERA/ERE, LA RÉUNION**

---

## IDENTIFICATION

### *I.1) Identification du chercheur*

Nom : Guerrin Prénom : François

Programme : Espaces Ressources

Lieu d'affectation : Cirad, Station de La Bretagne - Saint-Denis, La Réunion

Fonction : recherche en modélisation appliquée à la gestion des effluents d'élevage.

### *I.2) Cadre de travail*

J'exerce mon activité dans le cadre du projet n° 942 du Cirad Réunion : " Gestion des espaces et des ressources renouvelables " (responsable : J.-M. Paillat), dont les thèmes de recherche concernent la gestion de ressources telles que l'espace, les déchets, l'eau et la fertilité des sols, ou encore la biodiversité, avec pour objectif la durabilité de l'activité agricole, notamment dans les Hauts de l'île. Dans le cadre de ce projet, également rattaché aux filières " Elevage " (responsable : P. Hassoun) et " Agriculture des Hauts " (responsable : A. Chabanne), je suis responsable de l'opération de recherche n° 94210, intitulée " Gestion des effluents d'élevage : modélisation et simulation des flux de matières organiques ", que j'ai initiée en 1998.

A partir des informations recueillies sur des territoires déterminés (Cirque de Salazie, Plaine des Grègues) cette opération vise à utiliser différentes approches pour modéliser et simuler les pratiques de gestion des déchets d'élevage afin de :

- caractériser d'éventuels dysfonctionnements et identifier les variables d'action pertinentes ;
- concevoir de nouvelles stratégies de gestion afin de remédier aux défauts constatés ;
- tester ces stratégies au regard de critères de valorisation agronomique et de réduction des risques environnementaux.

Une réflexion est également conduite sur l'intégration des approches et outils de modélisation utilisés, dans une perspective d'aide à la décision des acteurs.

Ces travaux, financés par la Région Réunion, sont menés en collaboration étroite avec mes collègues agronomes de l'équipe " Gestion des déchets organiques " à laquelle j'appartiens (J.-M. Paillat et P.F. Chabalier, ingénieurs-chercheurs, D. Renault, Vat).

Physiquement, je suis placé à la MRST (Maison régionale des sciences et de la technologie) où se regroupent à présent les membres de notre équipe et les chercheurs du Cirad en agro-alimentaire (A. Collignan, I. Poligné).

## FAITS SAILLANTS DURANT L'ANNÉE 1998

### *II.1) Evolution institutionnelle*

Ingénieur d'études à l'Inra, affecté à l'unité de Biométrie et intelligence artificielle de Toulouse, je suis arrivé au Cirad à la Réunion en octobre 97. Sur la base du programme de recherche correspondant à l'opération n° 94210, j'ai été autorisé à y exercer mes fonctions du 1<sup>er</sup> octobre 1997 au 31 août 1998. A compter du 1<sup>er</sup> septembre 1998 j'ai été affecté à l'unité de recherches Inra de la Réunion, et mis à disposition du Cirad jusqu'au 30 juin 1999.

## II.2) Evolution scientifique

Après une analyse préalable du domaine, réalisée conjointement avec l'opération n° 94205<sup>1</sup>, deux niveaux pertinents de gestion des effluents d'élevage ont été identifiés : le niveau "individuel" (interne à l'exploitation agricole) et le niveau "collectif" (entre exploitations distinctes). Deux modèles de simulation ont donc été développés, correspondant, respectivement, à ces deux niveaux :

*Mona Lise* : "Modèle numérique-symbolique d'aide à la gestion de lisiers d'élevage", entièrement réalisé au Cirad (Guerrin et Paillat, 1999) ;

*Biomass* : "Gestion de la biomasse agricole par systèmes multi-agents", réalisé en collaboration avec l'équipe Systèmes multi-agents de l'Iremia<sup>2</sup>, dans le cadre d'une convention Cirad-Université dont je suis à l'initiative (Guerrin et al., 1998a et 1998b).

Basée sur l'expérience acquise, notamment au travers de ces réalisations, une proposition d'action thématique programmée (ATP), a été élaborée par J.-M. Paillat et moi-même sur ce sujet, et soumise avec succès à la direction scientifique du Cirad (Paillat et Guerrin, 1998). Cette ATP<sup>3</sup> prévoit le concours de plusieurs équipes métropolitaines, notamment de l'Inra (départements Biométrie et IA, Environnement et agronomie, SAD) et du Cirad (départements Tera, CA, EMVT) pour la période 1999-2002. Son programme reprend pour l'essentiel et amplifie (notamment au travers d'une participation marquée d'agronomes) le contenu de mon opération de recherche. Mon activité prévue pour la période 1999-2001 se confond donc pratiquement avec ma participation à cette ATP.

## II.3) Choix stratégiques

Le premier choix réalisé a été d'orienter le travail prévu dans le cadre de notre ATP en privilégiant l'axe modélisation appliquée à l'aide à la décision des acteurs, aux dépens d'un axe purement agronomique faisant accessoirement appel à des modèles de simulation. La principale justification de ce choix provient de notre intention d'appréhender le problème de la gestion des effluents d'élevage à deux niveaux relativement globaux (intra-exploitation et inter-exploitations), alors qu'une approche agronomique plus classique aurait privilégié les seuls systèmes élevage et sol-plantes, sur lesquels existent déjà de nombreux travaux. Conséquence pratique de ce choix, notre ATP a été présentée dans le cadre de la délégation MIA (Mathématiques et informatique appliquées) du Cirad et non Ager et Mipa comme envisagé initialement (le projet a reçu néanmoins le soutien de ces délégations).

De même, nous avons dû clarifier notre conception de la "gestion" par rapport à celle défendue par P.-Y. Le Gal, pour découvrir que, malgré certaines apparences<sup>4</sup>, elle n'était pas très éloignée de la sienne au moins dans ses objectifs. En effet, si l'on se réfère à Moisdon (1997), gérer c'est essentiellement : prévoir, décider, contrôler, toutes choses susceptibles de bénéficier aussi de l'utilisation de modèles de simulation. Dans quelle mesure le recours aux modèles "instrumentés" peut-il faciliter l'identification d'outils de gestion opérationnelle pertinents pour les acteurs est une question qui constitue un sujet de dialogue avec P.-Y. Le Gal, animateur de l'ATP n° 10/98 "Gestion des systèmes de culture et organisation collective de la production" (Le Gal, 1998).

Parmi une gamme de possibles relativement large, nous avons finalement retenu trois thèmes de

<sup>1</sup> - Gestion des effluents d'élevage : caractérisation des flux et échanges, pratiques de gestion des déchets (J.-M. Paillat).

<sup>2</sup> - Institut de recherche en mathématiques et informatiques appliquées, Université de la Réunion.

<sup>3</sup> - ATP 99/60 "Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité ; gestion des effluents d'élevage à la Réunion".

<sup>4</sup> - Accent mis par P.-Y. Le Gal sur la réalisation d'outils de gestion définis en étroite interaction avec les acteurs, là où nos modèles de simulation sont plutôt élaborés sur la base de connaissances expertes et, avant tout, destinés à améliorer la connaissance des chercheurs sur les systèmes complexes.

recherche dans notre ATP :

Couplage d'un système dynamique représentatif du niveau " individuel " (Mona Lise) et d'un système multi-agents représentant le niveau " collectif " (Biomass), afin d'étudier l'interaction entre ces deux niveaux d'organisation.

Connexion d'un modèle du niveau individuel (Mona Lise) et de modèles biophysiques (élevages, cultures, procédés de transformation des matières organiques, flux d'azote, ...), afin d'étudier les impacts agronomique et environnemental des épandages simulés.

Recherche et représentation de stratégies de décision et de contrôle pour le pilotage des agrosystèmes, d'abord au niveau individuel (Mona Lise), puis au niveau collectif (Biomass), en faisant appel à des méthodes de l'intelligence artificielle ou de la théorie du contrôle.

Un quatrième thème, ayant trait au traitement de l'information spatialisée et au couplage du système multi-agents *Biomass* à un SIG, avait également été envisagé. Il a finalement été abandonné dans la mesure où il aurait rendu notre projet trop hétérogène (et bien trop vaste), et où il présentait des redondances certaines avec l'ATP n° 60/98 animée par F. Bousquet : " Couplage des systèmes d'information géographique et des systèmes multi-agents ".

## ACTIVITÉS

### III.1) Activités menées

#### III.1.1 RECHERCHE

A ce jour deux, modèles ont donc été développés dans le cadre de mon opération de recherche :

*Mona Lise*, système dynamique développé avec le simulateur *Vensim*, représentatif de la gestion des matières organiques (MO) au niveau " individuel " ;

*Biomass*, un système multi-agents développé à partir de *Geamas* (écrit en Java), l'environnement de l'Iremia-Université de la Réunion, qui représente le niveau " collectif " de gestion des MO.

*Mona Lise* a été entièrement développé par mes soins à partir de l'expertise agronomique de mon collègue J.-M. Paillat. Il comprend près de 400 variables de nature biotechnique ou décisionnelle, réparties en cinq groupes (lisier, cultures, épandage, transport, compostage). Un graphe " causal ", permet l'analyse structurale du modèle (boucles) et facilite la génération d'explications. Sa simulation permet d'apprécier l'incidence de scénarios de gestion conçus *a priori* sur le stock de lisier, et leurs conséquences en termes de temps de travail (et, bientôt, de coût). Par optimisation, on peut améliorer ces scénarios et construire des alternatives. L'étude de sensibilité du modèle permet d'identifier les paramètres de contrôle du système, de qualifier et de quantifier l'incidence de leurs variations sur le critère à optimiser. L'une des difficultés tient à ce que ce modèle mélange des variables continues (flux, stocks) et des variables discrètes (événements) ; de plus le temps est manipulé explicitement. Dans l'immédiat, les premiers enseignements tirés de *Mona Lise* ont permis d'orienter la réalisation de questionnaires d'enquête auprès des agriculteurs.

Dans le prototype *Biomass* développé en collaboration avec l'Iremia, on a modélisé trois catégories d'agents : entités biophysiques localisées dans l'espace, exploitants, groupements d'exploitants. Les exploitants sont définis par la composition de " rôles " élémentaires (fonctions de producteur, consommateur, ou transporteur de MO), modélisés par un ensemble de méthodes (au sens objet). Un protocole de simulation de la communication entre agents, appelé " négociation ", a été développé. Il permet de confronter les caractéristiques de l'offre des éleveurs aux demandes des cultivateurs et de déclencher, le cas échéant, un transport de MO des uns aux autres. Les états des stocks d'effluents sont **analysables** au cours de la simulation par un éditeur graphique développé pour les besoins de l'application (le temps a été introduit comme variable explicite). A ce stade du développement de *Biomass*, les résultats obtenus permettent de confirmer la faisabilité de l'approche pour rendre compte du niveau " collectif ",



mais ne permettent encore que fastidieusement de simuler des exemples de taille réaliste (plusieurs dizaines d'exploitants) afin d'en tirer des enseignements applicables. La connexion de Biomass avec une base de données d'exploitations agricoles, construite par D. Renault, Vat de l'équipe, est prévue à cet effet.

J'ai rédigé (pour l'essentiel en 1998) un rapport technique préliminaire décrivant Mona Lise et son utilisation pour aider à tester et construire des stratégies de gestion. La version finale de ce rapport doit paraître en mars 99 (Guerrin et Paillat, 1999). Elle bénéficiera de la contribution de J.-M. Paillat qui y développe les aspects agronomiques. De même, deux publications concernant Biomass ont été présentées à des congrès avec comité de lecture et actes (JFIADSMASMA'98, SMAGET'98), dont je suis le premier auteur (Guerrin *et al.*, 1998a et b).

### III.1.2 ANIMATION D'EQUIPE

A mon initiative, une collaboration a été engagée en février 98 entre le Cirad-Réunion et l'équipe Systèmes multi-agents de l'Iremia-Université de La Réunion (composée en 98 de P. Marcenac, professeur, R. Courdier, maître de conférences, J. C. Soulié et S. Calderoni, étudiants en thèses, et J.-D. Vally, stagiaire de DEA). Cette équipe a constitué<sup>5</sup>, avec J.-M. Paillat et moi-même, le groupe de projet " Biomass ", dont je suis l'animateur. Ce groupe s'est réuni de façon régulière de février à juin 98 (15 réunions d'une demi-journée tenues au cours de cette période). J'ai également joué dans ce groupe un rôle de concepteur, le développement informatique étant assuré par l'Iremia, J.-M. Paillat y tenant plutôt le rôle d'expert agronome.

### III.1.3 COORDINATION DE PROPOSITION DE RECHERCHE

La proposition d'ATP Cirad : " *Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité ; gestion des effluents d'élevage à la Réunion* ", a été élaborée conjointement par J.-M. Paillat (Cirad) et moi-même en 98 (rédaction de la déclaration d'intention et du texte du projet en concertation avec les autres participants ; soutenance devant la commission d'arbitrage). Elle a été retenue par la DS du Cirad, pour la période 1999-2001, pour un budget d'environ 1,2 MF. Cette ATP, dont j'assume la co-responsabilité, prévoit principalement la participation de 5 équipes de l'Inra : 2 équipes du département de Biométrie et Intelligence Artificielle (Toulouse, Montpellier), 1 équipe d'automaticiens (Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Narbonne), 1 équipe du SAD (Grignon), 1 équipe d'agronomes (Rennes-Quimper). Participent également, le laboratoire d'informatique appliquée de l'IRD (LIA, Bondy), 2 équipes du Cirad Montpellier (dont celle de F. Bousquet spécialisée dans les systèmes multi-agents), et l'équipe de l'Iremia avec qui nous collaborons déjà.

### III.1.4 STAGIAIRES ENCADRES EN 1998

Au Cirad :

David Guyomard, Initiation à la simulation qualitative sur l'exemple de la modélisation d'un procédé de compostage ; appui formation à une thèse d'halieutique de l'Ensa Rennes (en cours) réalisé à la demande de l'Ifremer-Réunion.

<sup>5</sup> - Notons toutefois que la participation de P. Marcenac a été épisodique.

## A l'Iremia<sup>6</sup> :

Thierry Berjola, Développement de l'interface du système Biomass, maîtrise d'informatique, Université de La Réunion.

Thierry Bressure, Traceur de courbes en Java et développement du système Biomass, maîtrise d'informatique, Université de La Réunion.

Sylvie Schneider, Couplage SIG/Geomas, maîtrise d'informatique, Université de La Réunion.

Jean-Christophe Soulié, Modélisation de l'environnement dans les systèmes multi-agents, thèse d'informatique (en cours), Université de La Réunion.

Jean-Dany Vally, Elaboration d'un modèle de représentation de connaissances pour les systèmes multi-agents, DEA informatique, Université Montpellier II.

### III.1.5 MISSIONS EFFECTUEES

29 juin-3 juillet 1998 : préparation du projet d'ATP avec différents partenaires extérieurs au Cirad : LIA-Orstom (Bondy), Ensat (Toulouse), et département de Biométrie et Intelligence artificielle de l'Inra (unités de Toulouse et Montpellier).

5 au 9 octobre 1998 : participation au colloque Smaget *Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires*, Cemagref, Clermont-Ferrand.

2 au 7 décembre 1998 : soutenance de notre projet d'ATP devant la commission d'arbitrage, Cirad, Montpellier.

### III.1.6 MISSIONS IMPORTANTES REÇUES

24 avril : Pierre-Yves Le Gal, chercheur Cirad, Tera/Ere, Montpellier.

18-19 mai : François Bousquet, chercheur, Cirad, Tera/Ere, Montpellier.

14-16 juillet : Philippe Leterme, professeur Ensa, Rennes, directeur de l'unité Sols et agronomie, Inra, Rennes-Quimper.

### III.1.7 ACTIVITES ANNEXES

J'ai participé à l'ensemble des réunions du pôle " Agriculture durable, forêt, et environnement ", qui regroupe les participants des projet n° 942 et 931 (" Systèmes diversifiés durables pour les Hauts ") du Cirad Réunion.

En tant que membre (depuis février 1991) du comité éditorial de la revue *Ecological Modelling* (Elsevier) j'ai été relecteur, au cours de l'année 1998, de 3 articles soumis à cette revue.

Par ailleurs, profitant d'une période de répit relatif dans la préparation de notre projet d'ATP en novembre 1998, j'ai rédigé un article reprenant mes travaux sur le raisonnement qualitatif menés à l'Inra de Toulouse avant mon départ, en collaboration avec J. Dumas (Inra, Station d'hydrobiologie de St-Pée-sur Nivelle). Cet article a été soumis à la revue *Ecological Modelling*.

## III.2) Produits

### III.2.1 PUBLICATIONS REDIGEESEN 1998

Guerrin F., Courdier R., Calderoni S., Paillat J.-M., Soulié J.-C., Vally J.-D., 1998a. Conception d'un modèle multi-agents pour la gestion des effluents d'élevage à l'échelle d'une localité rurale. Actes JFIADSMA'98, *Sixième journées francophones pour l'intelligence artificielle distribuée et les systèmes multi-agents*, 18-20 novembre 1998, Pont-à-Mousson (F), p. 25-37.

Guerrin F., Courdier R., Calderoni S., Paillat J.-M., Soulié J.-C., Vally J.-D., 1998b. Biomass : un modèle multi-agents pour aider à la gestion négociée d'effluents d'élevage. Actes du colloque Smaget, *Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires*, 5-8 octobre 1998, Cemagref/Engref, Clermont-Ferrand (F), p. 317-

328 (à paraître dans *Actes de Colloques* du Cemagref).

Paillat J.-M., Guerrin F. (coord.), 1998. *Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité à l'échelle d'un territoire ; cas de la gestion individuelle et collective des effluents d'élevage à l'île de La Réunion*. Proposition d'ATP Cirad 99/60, Délégation Mathématiques et informatique appliquées, Cirad-Réunion Tera/Ere, 17 p.

Guerrin F., 1999. *Mona Lise : modèle numérique-symbolique d'aide à la gestion de lisiers d'élevages — Rapport préliminaire*. Cirad Réunion Tera/Ere.

Guerrin F., Dumas J., — Qualitative simulation of redd functioning and impact on early stages of salmon. Soumis à *Ecological Modelling*.

### III.2.2 REALISATIONS INFORMATIQUES

Guerrin F., Paillat J.-M., 1998. *Mona Lise : Modèle numérique-symbolique d'aide à la gestion de lisiers d'élevage*. Modèle de simulation, code Vensim DSS v. 1.62, sur PC/Windows 95.

Guerrin F., Courdier R., Calderoni S., Paillat J.-M., Soulié J.-C., Vally J.-D., 1998. *Biomass : gestion de la biomasse par système multi-agents*. Prototypage logiciel, code Java/Geamas sur Sun Sparc/Unix.

### PERSPECTIVES

A court terme, en ce qui concerne *Mona Lise*, après validation de la version actuelle du modèle sur des cas d'exploitations réelles, il est prévu d'intégrer le calcul des coûts afférents aux différentes opérations. Ceux-ci constitueront un critère économique d'appréciation des stratégies de gestion testées par simulation. En ce qui concerne *Biomass*, nous pensons interfacer le prototype actuel avec une base de données d'exploitations agricoles, permettant l'affectation automatique des valeurs des attributs des agents et objets situés. Cette disposition facilitera la simulation de cas réalistes.

A moyen terme (1999-2001), il est prévu de développer nos recherches selon les trois thèmes de l'ATP Cirad 99/60 dont je suis co-responsable avec J.-M. Paillat. Au-delà de mon rôle "transversal" de coordination de cette ATP, mon implication principale en termes de recherche se situera d'abord au niveau du thème 3 (Décision/contrôle), en collaboration avec les équipes Inra : "Aide à la décision" (R. Martin-Clouaire, BIA, Toulouse), "Analyse des systèmes" (J.-P. Vila, BIA, Montpellier), et "Automatique des procédés de dépollution" (J.-P. Steyer, LBE-Inra, Narbonne). Plus secondairement, j'interviendrai également sur le thème 2 (connexion *Mona Lise*/modèles biophysiques), avec l'équipe de P. Leterme (unité Inra "Sols et agronomie", Rennes-Quimper). Une stagiaire de DAA de l'Ensar, L. Tommasino, est d'ailleurs prévue sur ce sujet d'avril à septembre 1999.

A plus long terme, je place mes projets dans le thème général des méthodes permettant de traiter l'hétérogénéité de l'information disponible sur un système, afin d'en tirer parti au mieux pour satisfaire des objectifs de modélisation.

## Rapport d'activités 1998

### I - Identification

#### I.1) Identification du chercheur

Guillobez Serge  
Programme ERE  
Baillarguet  
Chercheur

#### I.2) Cadre de travail :

##### - Gestion des espaces ruraux :

Etudier les données des milieux physiques et humains à partir des informations spatialisées à différents niveaux de perception (paysage - parcelle).

Formation et encadrement de stagiaires (DEA, thésards) et de chercheurs (CIRAD, partenaires).

##### - Information spatialisée :

Mises au point méthodologique et animation.

##### - Expertises :

Dans le domaine de la science du sol et de l'information sur le milieu.

### II- Faits saillant durant l'année 1998

#### II.1) Evolution institutionnelle

Déménagement à Baillarguet au cours du premier semestre 1998.

Participation active au congrès de l'Association Internationale de la Science du Sol au CORUM à Montpellier en tant qu'animateur du stand CIRAD (en liaison avec l'AGER).

#### II.2) Evolution scientifique

Rejet du projet de l'ATP "IMAGE" par la DS sans présentation en réunion AGER. Ce projet n'avait pas subi le même refus l'année précédente.

Participation aux travaux de l'ATP "santé et environnement" avec l'EMVT.

Elaboration du projet d'AIC avec M. Arnaud reprenant la partie spatiale du projet d'ATP "IMAGE"

### II.3) Choix stratégique

Non-participation au congrès "agrobiologie des sols" de Madagascar, du fait du refus du Directeur de Département. La communication retenue par les organisateurs concernaient une activité antérieure (ATD au Burkina et CIRAD-CA) conduite en partenariat avec un chercheur burkinabè.

## III- Activités

### III.1) Activités menées

Bibliographie sur les dépôts atmosphériques en Afrique (projet VARINUTS).

Cartographie dans la région de Bobo Dioulasso des types de bas-fonds et apport de l'imagerie RADAR ERS et JERS pour le repérage des bas-fonds et des forêts galeries (ATP santé et environnement).

Encadrement d'un stagiaire CNEARC (CSN au Burkina Faso) en relation avec le projet VARINUTS; le sujet du mémoire concerne l'impact des propositions de mise ne valeur des sols vertiques sur un ancien village de l'AVV.

Participation à l'atelier de lancement du pôle GRN/SP à Ouagadougou.

Mission d'expertise au Kanem (Tchad) dans le cadre de l'étude de l'impact des demi lunes (système "delfino") sous la supervision de Forêt.

### III.2) Produits

Posters :

- Exemple de zonage du milieu agricole pour la préparation du PRASAC.
- Erosion des terres en milieu agricole intertropical. Facteurs et mode de gestion.
- Le suivi de l'érosion des sols au Burkina Faso. Utilisation d'un modèle cartographique.

**Publications :**

- Regionalized soil roughness indices. Soil and Tillage Research 45 (1998) 419-432 (avec M. Arnaud).
- Suivi de l'érosion au Burkina Faso. Utilisation d'un modèle cartographique. Bull. Réseau Erosion 18 (1998) 450 -459 : L'eau et la fertilité des sols deux ressources à gérer ensemble (avec F. Lompo et G. De Noni).

**Démonstration informatique :**

- Pilote de démonstration sur le Burkina Faso "programme LQI" (MAE - Banque Mondiale). Réalisé par le consortium français (CIRAD, ORSTOM, PLANISTAT EUROPE, TED-ALITEC, en collaboration avec l'INERA). Versions française et anglaise.

**IV- Perspectives 1999**

- AIC "processus auto-régressifs".
- Stage chercheurs Burkinabè (SIG et TDS).
- BD-TOPO : ile de la la Réunion.
- Divers : reprises en numérique de cartes (Ouest Cameroun, Burkina, Guinée, Côte d'Ivoire...).

**Ministère des Affaires Étrangères**

**Banque Mondiale**

**Programme : "Land Quality Indicators".**

**Pilote de démonstration (\*).**



**(\*) Réalisé par le consortium français : CIRAD, ORSTOM, PLANISTAT EUROPE, TED-ALITEC.  
En collaboration avec l'INERA, BURKINA FASO.**

# Soil & Tillage Research

---

Soil & Tillage Research 45 (1998) 419–432

## Regionalized soil roughness indices

S. Guillobez <sup>\*</sup>, M. Arnaud

*CIRAD-CA, B.P. 5035, Montpellier Cedex 34032, France*



ELSEVIER



# Soil & Tillage Research

2

An International Journal on Research and Development in Soil Tillage and Field Traffic, and their Relationship with Land Use, Crop Production and the Environment-incorporating Soil Technology.  
Published in Collaboration with the International Soil Tillage Research Organization (ISTRO)

**Aims and Scope.** This journal is concerned with the changes in the physical, chemical and biological parameters of the soil environment brought about by soil tillage and field traffic, their effects on both below and above ground environmental quality, crop establishment, root development and plant growth, and the interactions between these various effects.

This implies research on: characterization or modeling of tillage and field traffic effects on the soil environment; the selection, adaption or development of tillage systems (including reduced cultivation and direct drilling) suitable for specific conditions of soil, climate, topography, irrigation and drainage, crops and crop rotations, intensities of fertilization, degree of mechanization, etc. and the appropriate use of tillage systems to maintain a balance between acceptable crop production, sustainability and minimum environmental impacts. In this context, papers on the characterization or modeling of tillage effects on: soil physical, chemical and biological properties, processes related to surface and subsurface groundwater quality, soil erosion, carbon and nutrient cycling and crop production, are most welcome. Papers on soil deformation processes, soil-working tools and traction devices, energy requirements and economic aspects of tillage are also considered. Attention will also be given to the role of tillage in weed, pest and disease control. Starting from 1998 the journal incorporates Soil Technology.

## Editor-in-Chief

*D.W. Reeves*, USDA-ARS National Soil Dynamics Laboratory, P.O. Box 3439, Auburn, AL 36831-3439, USA. Fax: (+1) 334 887 8597. E-mail: [wreeves@acesag.auburn.edu](mailto:wreeves@acesag.auburn.edu)

## Editor-in-Chief for *Soil Technology* papers:

*M. Kutilek*, Soil Technology, Nad. Patankou 34, 160 00 Prague 6, Czech Republic

## Associate Editors

*M.R. Carter*, Charlottetown, Canada  
*W. Ehlers*, Gottingen, Germany  
*E. McKyes*, Quebec, Canada  
*R.P.C. Morgan*, Silsoe, UK

*D.R. Nielsen*, Davis, CA, USA  
*J.M. Tisdall*, Bundoora, Australia  
*J.J.H. van den Akker*, Wageningen, Netherlands

## Book Review Editor (STILL)

*M.J. Goss*, University of Guelph, The Centre for Land and Water Stewardship, Guelph, Ont., Canada N1G 2W1

## Editorial Advisory Board

*K. Auerwald*, Lehrstuhl für Bodenkunde, TU München, Germany  
*R.O. Cannell*, Virginia Tech. Univ., Blacksburg, VA, USA  
*K.Y. Chan*, N.S.W. Agric., Rydalmere, N.S.W., Australia  
*M.A. Choudhary*, Massey Univ., Palmerston North, New Zealand  
*B.E. Clothier*, HortResearch, Palmerston North, New Zealand  
*C. Crestano*, EMBRAPA-CNPDIA, Sao Carlos, Brazil  
*A.R. Dexter*, Silsoe Res. Inst., Silsoe, UK  
*W.A. Dick*, Ohio State Univ., Wooster, OH, USA  
*B. Diekkrüger*, Geographische Institut, Braunschweig, Germany  
*J. Dumanski*, Land Resources Research Inst., Ottawa, Canada  
*M.J. Goss*, Univ. Guelph, Guelph, Ont., Canada  
*J. Guérif*, Unite d'Agronomie de Laon-Peronne, Laon, France  
*R. Horn*, Universität Kiel, Kiel, Germany  
*T. Jackson*, USDA Hydrology, Lab., Beltsville, MD, USA  
*H.E. Jensen*, Royal Vet. And Agric. University, Copenhagen, Denmark  
*F.J. Kastanek*, University of Agriculture, Vienna, Austria  
*A.J. Koolen*, Wageningen Agric. Univ., Wageningen, Netherlands  
*H. Kuipers*, Bennekom, Netherlands  
*R. Lal*, Ohio State Univ., Columbus, OH, USA  
*K.B. Laryea*, ICRISAT, Andhra Pradesh, India  
*G.J. Ley*, Marti-Uyole, Mbeya, Tanzania  
*B. Lowery*, Univ. Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA  
*S.S. Malhi*, Agriculture and Agri-Food Canada, Lacombe Alberta, Canada

*T. Miyazaki*, University of Tokio - Faculty of Agriculture, Tokyo, Japan  
*V. Novák*, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovak Republic  
*E. Priesack*, GSF Inst. für Bodenökologie, Oberschleißheim, Germany  
*R.L. Raper*, USDA-ARS, Auburn, AL, USA  
*K. Reichardt*, Center for Nuclear Energy in Agriculture, Piracicaba, Brazil  
*H. Riley*, Norw. State Agric. Res. Stn., Nes pa Hedmark, Norway  
*M.J.M. Römkens*, USDA-ARS National Sedimentation Lab., Oxford, MS, USA  
*J.L. Rubio*, Universitat de Valencia (CIDE), Valencia, Spain  
*J.S. Schepers*, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA  
*D.R. Scotter*, Massey University, Palmerston North, New Zealand  
*E.L. Skidmore*, USDA-ARS, Kansas State University, Manhattan, KS, USA  
*B.D. Soane*, Scottish Inst. Agric. Eng., Penicuik, Midlothian, UK  
*C. Sommer*, Fed. Res. Centre Agric. (FAL), Braunschweig, Germany  
*G. Spoor*, Silsoe College, Silsoe, UK  
*A. Stein*, Landbouwniversiteit, Wageningen, The Netherlands  
*D.D. Tyler*, West Tennessee Exp. Stn., Jackson, TN, USA  
*P.W. Unger*, USDA-ARS, Bushland, TX, USA  
*M. Vaucin*, Institute de Mécanique, Grenoble, France  
*O. Wendroth*, Institute for Soil Landscape Research, Muencheberg, Germany

**Publication information:** *Soil & Tillage Research* (ISSN 0167-1987). For 1998 volumes 45-49 are scheduled for publication. Subscription prices are available upon request from the Publisher. Subscriptions are accepted on a pre-paid basis only and are entered on a calendar year basis. Issues are sent by surface mail except to the following countries where air delivery by SAL mail is ensured: Argentina, Australia, Brazil, Canada, Hong Kong, India, Israel, Japan, Malaysia, Mexico, New Zealand, Pakistan, PR China, Singapore, South Africa, South Korea, Taiwan, Thailand, USA. For all other countries airmail rates are available upon request. Claims for missing issues should be made within six months of our publication (mailing) date.



## Regionalized soil roughness indices

S. Guillobez \*, M. Arnaud

*CIRAD-CA, B.P. 5035, Montpellier Cedex 34032, France*

Accepted 19 August 1997

---

### Abstract

The soil roughness at the field level is an easy visually perceptible notion, but difficult to describe numerically. The objective of this paper is to propose a method to establish quantitative and descriptive soil roughness indices. A measurement system was developed using a laptop-computer and a laser cell. The elevation data are measured on the ground along a square array. They are treated with geostatistics methods. For a given direction, the semi-variogram shape, depending on the distance, is always comparable with ground relief, and reflects in a positive way the variations of this relief. New quantitative indices are proposed. They are derived from semi-variogram and they characterize the roughness in both vertical and horizontal planes. For the five plots the main results are: on crusted soil without soil tillage, the semi-variogram is nearly flat in isohypsic direction and has a parabolic shape in the slope direction. On an isohypsic bank the semi-variogram presents a shape with a hole effect upright to the bank. For an oriented knife soil tillage, the semi-variogram is bimodal, with a hollow effect in the axis perpendicular to the vine-rows. With a not clearly oriented soil tillage, the semi-variograms in all directions have a practically similar feature with a sill. The semi-variogram corresponding to the direction transversal to a gutter has a bell-slope. © 1998 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

*Keywords:* Soil roughness; 3D profilograph; Geostatistics; Semi-variogram

---

### 1. Introduction

Soil roughness is a slight unevenness of the ground, either natural or due to cultural techniques, that may reduce water run-off and increase its superficial retention (Casenave and Valentin, 1989).

---

\* Corresponding author. Tel.: +33-467-61-58-00; fax: +33-467-61-71-73; e-mail: guillobez@cirad.fr

Up to now four types of parameters were proposed to characterize soil roughness: the soil shape, the soil elevation, the micro-relief unevenness (this parameter enables to get basic data of the calculation of roughness indices), and the degree of obstruction. The last concern is the ability of the soil shape to temporarily stop the run-off. It is calculated as conditional upon the continuity of the considered obstacle (ridges, clods, vegetation). That is the index used in hydraulics.

Kuipers (1957) perfected a reliefmeter that measures the distance from a reference straight line parallel to the average soil slope. He proposed a roughness index equal to 100 times the value of the decimal logarithm of the standard deviation. At present, the tendency is to calculate the standard deviation of measured heights without any logarithmical transformation. This new index is called the standard deviation index (SD).

Boiffin (1984) defined a Tortuosity index ( $T$ ), that takes into account the length on soil profile ( $L$ ) and the straight line parallel to the average soil slope ( $L_0$ ).

$$T = (L - L_0) / L_0 \quad (1)$$

Linden and Van Doren (1986) proposed two spatial indices derived from the study of order 1 variogram: the limited elevation difference (LD), and the limiting slope (LS).

Bertuzzi et al. (1990) carried out an interesting study comparing the different indices used to calculate soil roughness. They established that Linden and Van Doren's spatial indices had a physical significance and were linked to other indices.

Studies in Burkina Faso led Zougmore (1991) to prefer SD index to  $T$  index, and to use a reliefmeter rather than a small chain. The results between both indices are independent. During the rainy season, after tillage, the bare soil SD index decreases in an exponential way in relation with the amount of rain (Guillobez and Zougmore, 1991). But this index does not enable a description of the soil surface form.

The objective of this paper is to propose a method to establish quantitative and descriptive soil roughness indices. The data come from a digital elevation model, recorded with a 3D profilograph, on plots with different soil features. These data are treated with geostastical methods. Several regional roughness indices are proposed and discussed.

## 2. Material and methods

### 2.1. The 3D profilograph

The 3D profilograph enables to record the distance between the horizontal line and the ground, on a 1 m<sup>2</sup> plot. It was designed by the CIRAD-SAR. It includes a frame sustained by three legs with adjustable height, that can be horizontally set thanks to two air-levels (Fig. 1).

Two electric engines on the frame enable the moving of a horizontal bar, and of a laser cell on that bar. A laptop pilots the cell movements and records on a card index the

dis  
16  
93  
rel  
an  
in  
m  
2.  
fo  
til  
1.  
2.  
3.  
4.  
5.  
6.

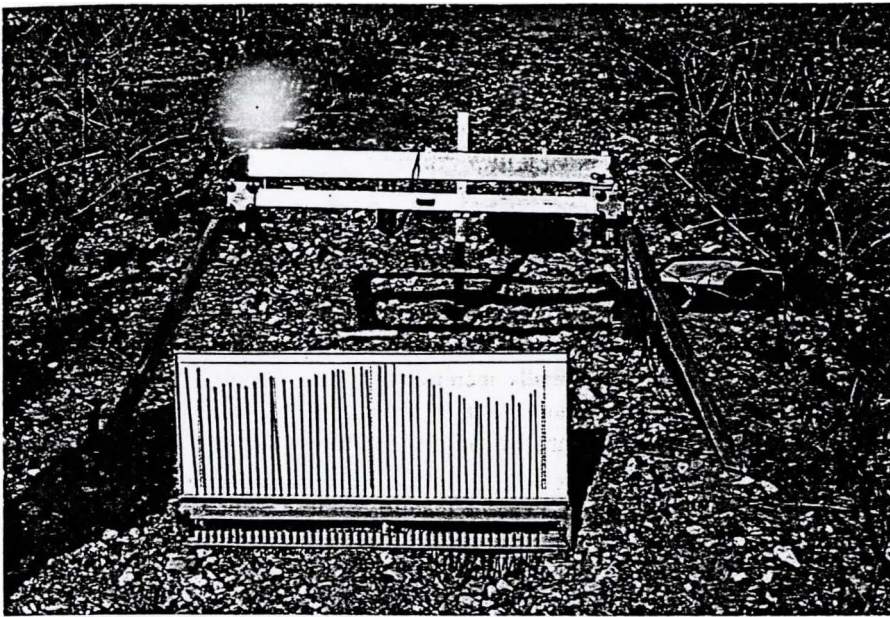


Fig. 1. The 3D profilograph and the relief meter.

distance (in mm) between the horizontal line and the ground with step site equal to 4, 8, 16 or 32 mm. For this experiment, the steps site was set equal to 3.2 mm. For each plot, 930 data ( $31 \times 30$ ) were recorded.

On photograph (see Fig. 1) the 3D profilograph is compared with its ancestor the reliefmeter.

As the profilograph records data on a surface, in several directions, these data can be analyzed spatially and can be used to calculate indices such as the SD index and the  $T$  index. For calculation of SD index it is necessary to correct the slope effect.

The spatial dimension of these data conducts to the development of new analysis methods.

## 2.2. Surface features

In the investigation area situated in the Reart Basin (Oriental Pyrenees), specific soil forms, due to vine-growing were observed.

These different sets of surface features were described qualitatively (bare ground, tillage, slight grassy vegetation and so on); six of them were analyzed in this paper.

1. Crusted soil without tillage under olive-trees.
2. Small banks nearly isohypsic.
3. Recent oriented knife soil tillage.
4. Recent soil tillage, not clearly oriented.
5. Gutter (rill erosion).
6. Grassy vegetation.

The measurements were taken in vine-grown fields and some olive plantation, both in winter and in spring. The data were collected with the profilograph 3D which was placed along vine-line (2 to 5) and a side parallel to the slope (1 and 6).

### 2.3. Regionalized variables

Geostatistics or regionalized variable theory (Matheron, 1955, 1965; Krige, 1966) was used in order to find a new roughness index, adapted to spatial measurements.

For a given direction  $\alpha$ , the semi-variogram is plotted against the distance  $h$ , and can be modelled with linear, spherical, Gaussian, exponential or other function, (Journel and Huijbregts, 1978).

The experimental curve is generally increasing. It may reach a maximum and either becomes stable around this maximum (sill), or decreases (hole effect). A flat semi-variogram, without any increase near the origin, indicates that the data are spatially independent.

If the variable is continuous by steps its feature is linear. A nugget effect most often shows a very rapid transition zone that presents itself as a discontinuity. The nugget effect represents the fluctuations at distances much smaller than the measurement distances.

Lehrsch et al. (1988) used the semi-variogram to control the range of various roughness indices. The indices proposed by Linden and Van Doren (1986) are derived from geostatistics. They are linked to the average of differences in absolute value of level changes:

$$\Delta z_h = \sum |z_i - z_{i+h}| / N_h \quad (2)$$

This notion is connected to a first order moment; while the semi-variogram is the increment variance and therefore is a second order moment.

Two indices are proposed from Eq. (2); the LD (Limiting Difference) which is the magnitude of soil roughness and LS (Limiting Slope) the change in microrelief structure. There is some similitude between LD and SD.

### 3. Data analysis

All the data collected by the 3D profilograph on the plots representative of the principal surface feature (Section 2.2) were used for the analysis. The data constituted a small Digital Elevation Model of the plot. The geostatistic study was realized in the four main directions of the square (0, 45, 90 and 135°). According to the soil tillage the two directions linked to the frame are generally sufficient to describe the variability of the measurements.

The medians, first and third quartiles, were calculated and represented in the horizontal and vertical directions. For each example, three graphs are presented: the semi-variograms with the simultaneous representations in the two directions, surrounded by the drawings of box-plots in the vertical (above) and horizontal (below) direction.

### 3.1. Crusted soil without soil tillage (Fig. 2)

From a qualitative point of view the experimental semi-variogram shape looks like the surface relief of the parcel visualized by the box-plots. The first plot presents a slope of about 7% according to the vertical direction ( $90^\circ$ ). In that same direction we notice that the semi-variogram is constantly growing with a parabolic shape and therefore has no sill. In the horizontal direction ( $0^\circ$ ), the semi-variogram is nearly flat and parallel to the  $x$  axis. We can notice visually that the semi-variogram models would not go through the origin. Accordingly, there is an average nugget effect of about  $110 \text{ mm}^2$ .

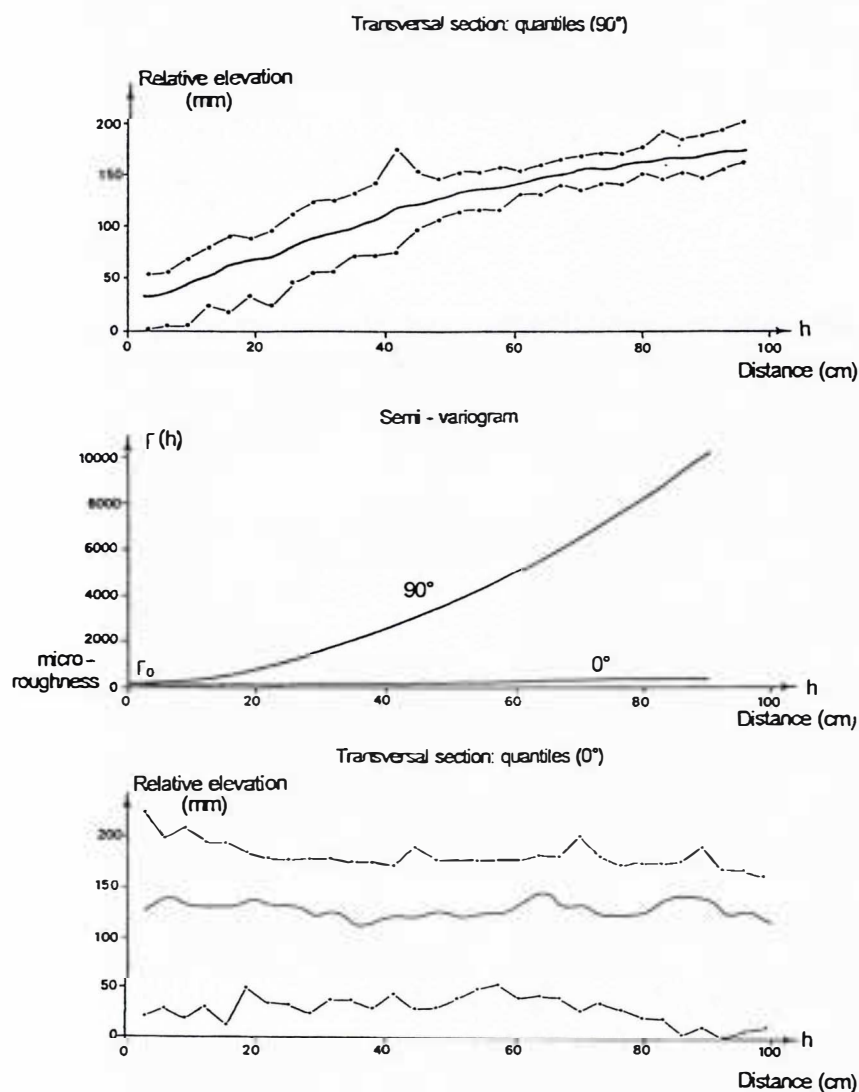


Fig. 2. Olive plantation, no tillage.

## 3.2. Bank (Fig. 3)

In the second example the plot is divided into isohypsic banks, which gives periodicity to the surface relief. On graphs the vertical semi-variogram ( $90^\circ$ ) presents a shape with a hole effect: it reaches a maximum for  $h = 50$  cm, decreases to 70 cm then up again. The horizontal semi-variogram ( $0^\circ$ ) has a parabolic growth due to the plot

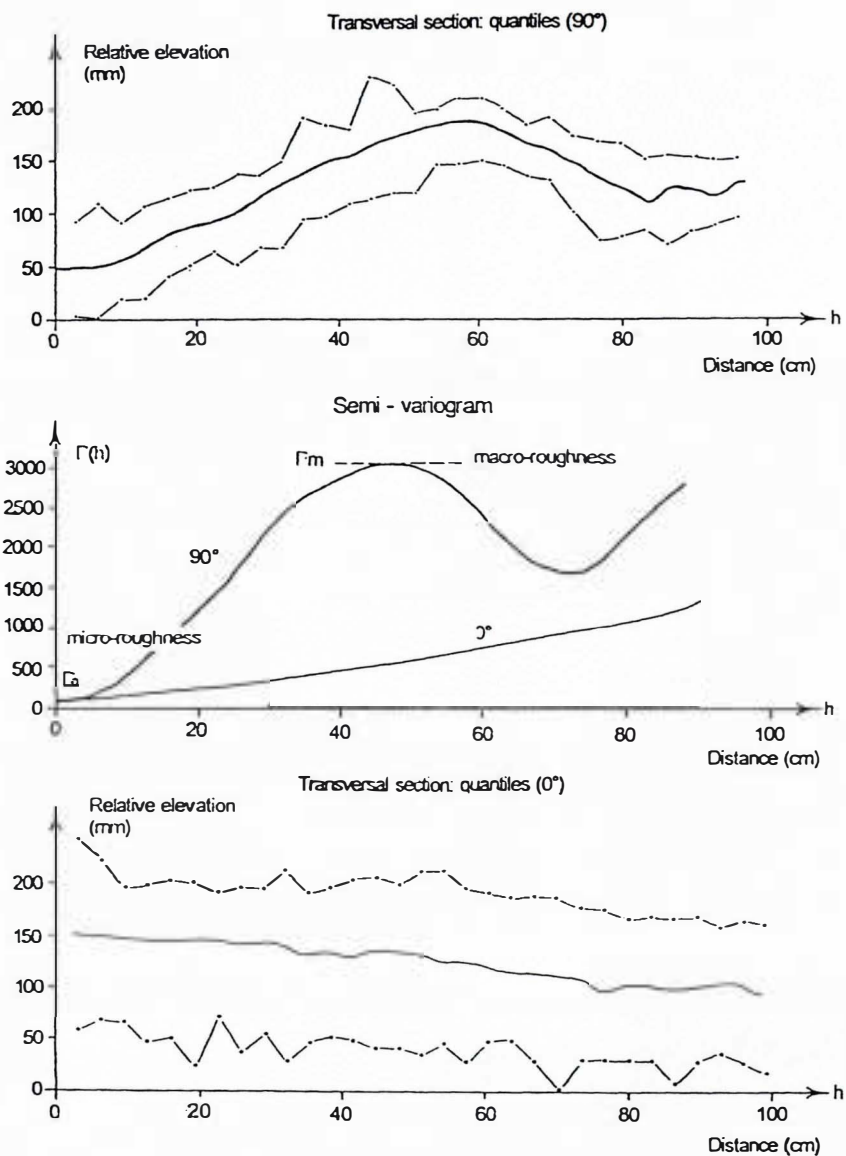


Fig. 3. Vineyard bank, no tillage.

slope (6%). The shape of the experimental semi-variograms is identical to the shape of the surface relief in each direction. There is a nugget effect equal to  $85 \text{ mm}^2$ .

### 3.3. Recent, oriented knife soil tillage (Fig. 4)

In the axis perpendicular to the vine-rows, the horizontal semi-variogram ( $0^\circ$ ) is bimodal. It presents two maxima ( $h = 22$  and  $59 \text{ cm}$ ) and a hollow effect at  $43 \text{ cm}$ . The

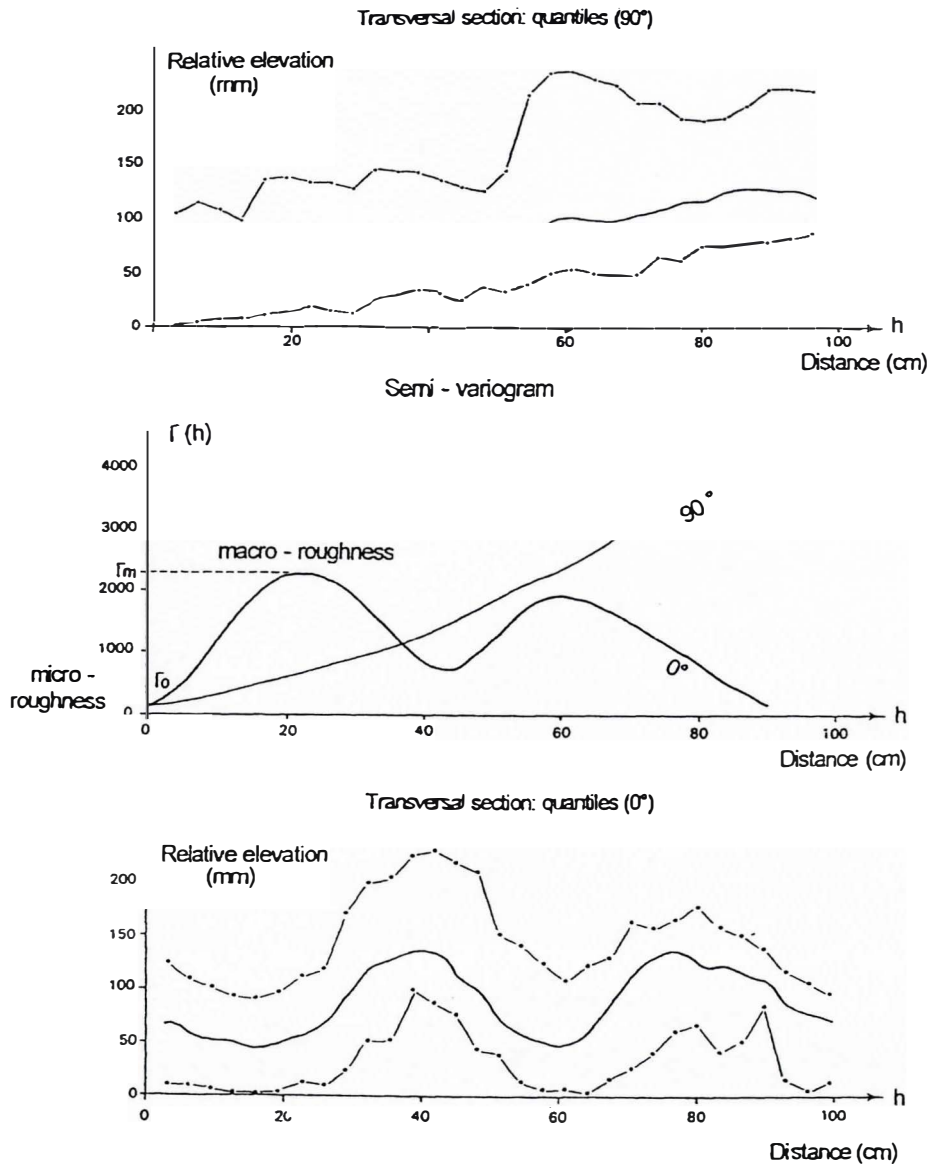


Fig. 4. Recently tilled vineyard with oriented undeepridging.



one corresponding to the vertical direction ( $90^\circ$ ), parallel to the vine-rows, is growing because of the slope (10%). Both curves show a common nugget effect (value 76). The curve form, as in the previous cases, is similar to the ground relief.

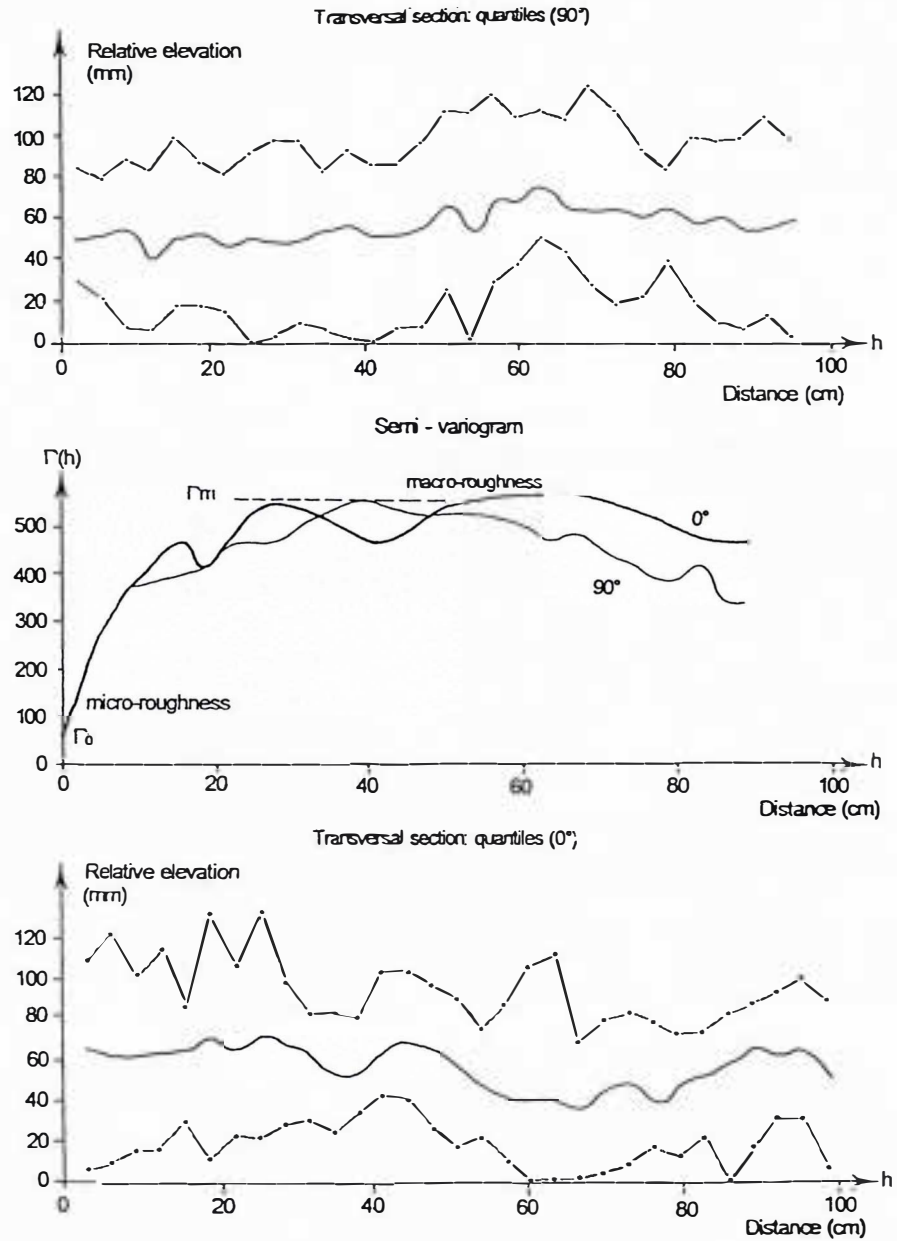


Fig. 5. Vineyard, recent tillage.

### 3.4. Recent, not clearly oriented soil tillage, crumbling (Fig. 5)

The measurements were made among the vine-rows. The curves of the two directions (90°) and (0°) semi-variograms have been drawn on Fig. 5. We can notice that both

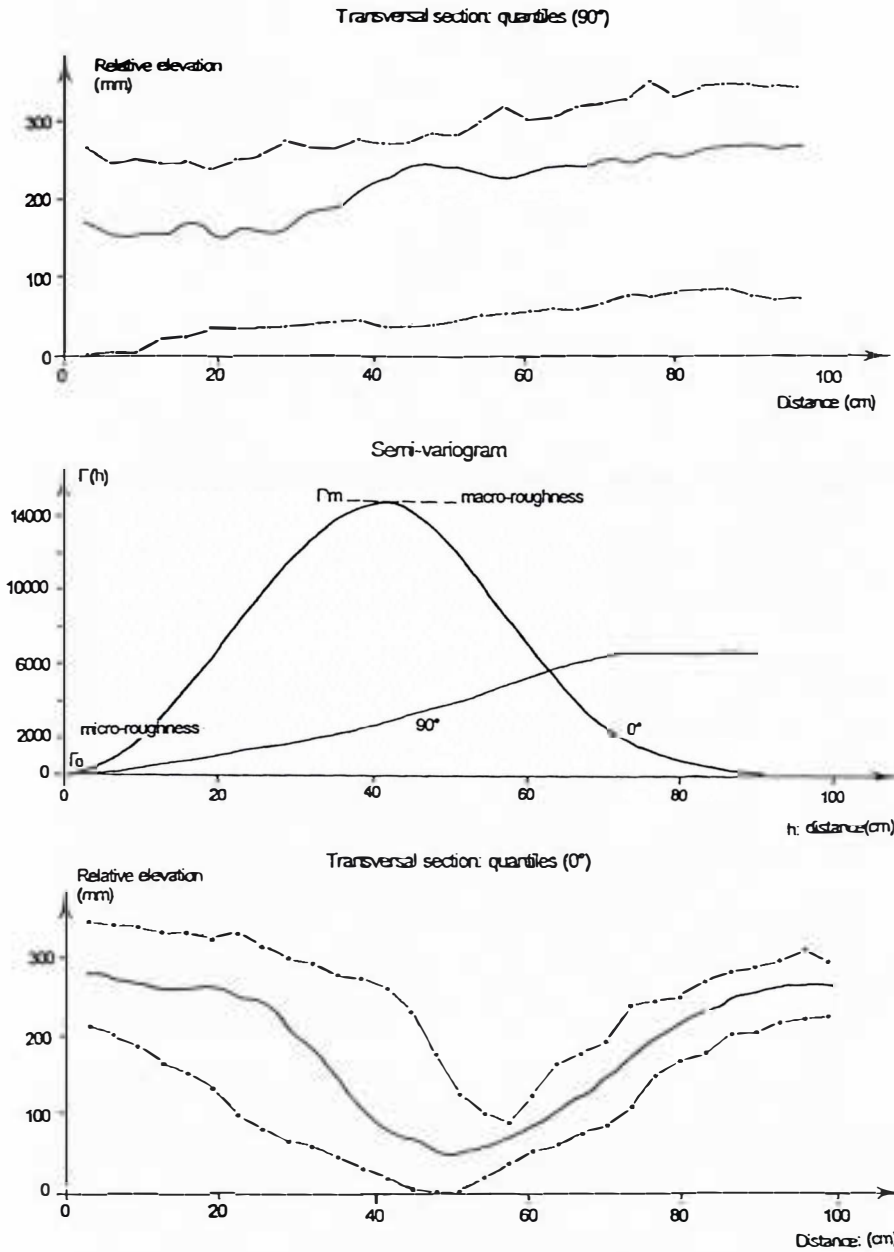


Fig. 6. Bare soil, rill erosion.

curves have similar feature and that they overlap. Tooth-soil tillage (thin to middle sized clods) has changed the vine-rows geometry giving a relative isotropy to the soil. The nugget effect is 93 mm<sup>2</sup>.

### 3.5. Semi-variogram shape and ground surface relief (Fig. 6)

By observing the four figures we conclude that the shape of the semi-variogram within the four plots is similar to the ground surface relief in the same direction.

In fact, it is not always the case. A parcel running along a gutter due to erosion was also measured. The box-plots in the horizontal direction clearly show a periodic surface relief with a sinusoid shape. Consequently, the horizontal semi-variogram (0°) corresponding to the direction transversal to the gutter has a bell-slope. It grows to a maximum at  $h = 41$  cm, and then decreases. The ground surface relief neatly appears there again. It is only reversed. We can notice a shift between the semi-variogram sill (41 cm) and the gutter bottom (52 cm). The roughness is essentially due to the gutter. Let us note a very small value of the nugget effect, close to 0, which is explained by the crusted nature of the soil.

## 4. Discussion

The shape of the curves representative for the semi-variogram depending on the distance for a given direction can thus be compared to the soil surface relief. It qualitatively reflects the surface relief variations. If the curve reaches a maximum (bell-shaped curve), the surface relief is described both by the maximum ( $I_m$ ) that corresponds to the macro-roughness relatively to the measure (clod, ridge for example), and by the distance to the top that represents the lateral size. This macro-roughness is of centimetric order.

### 4.1. The nugget effect

On an untilled parcel with a low grass vegetation cover (soil feature 6), measurements were made to test the vegetation effect (decimetric height). On Fig. 7, the semi-variogram corresponding to both vertical (90°) and horizontal (0°) directions are represented. We can notice an important nugget effect of 556 mm<sup>2</sup>, much larger than on the other plots. On bare plots we find values included between 40 and 100 on very crusted and bare soil, respectively. Beyond 100, bare soils are more stony; the presence of a little grass on parcels correspond to nugget effect values definitely superior to 100.

The nugget effect on a semi-variogram theoretically corresponds to a structure of dimension inferior to the minimal distance between two measurements (32 mm for most of the studied plots).

The nugget effect ( $I_0$ ) exists in most of the recordings. It must be interpreted as a thin or micro-roughness of millimetric order (in lateral size) that is due either to pebbles or to a grassy vegetation.

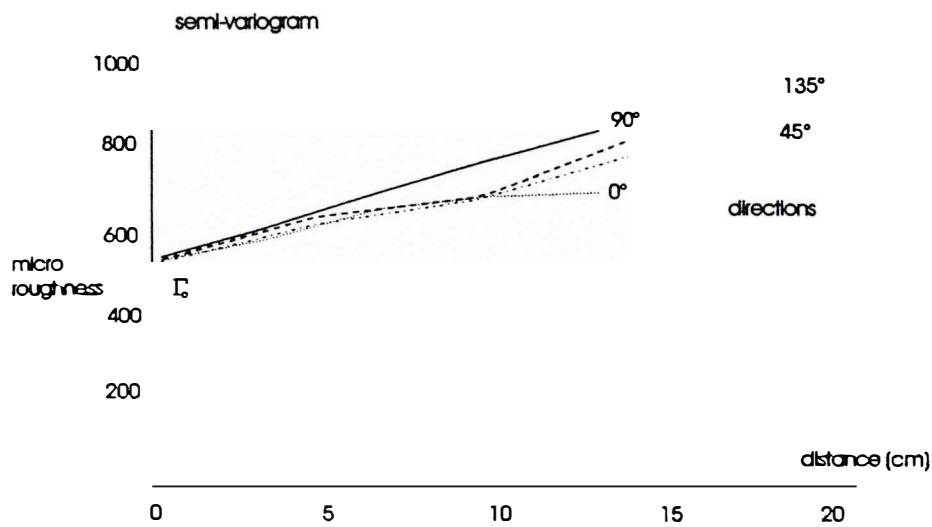


Fig. 7. Vineyard, no tillage, no herbicide, grassy vegetation (nugget effect).

#### 4.2. Regionalized roughness indices

With analogy to the standard deviation index (SD), the square root of  $\Gamma$  values is proposed as the roughness index ( $\Gamma$  being a variance). The following indices from semi-variogram analysis are proposed.

In case of nugget effect, the  $R_0$  micro-roughness is the square root of the  $\Gamma_0$  value; it is determined by lengthening the curves obtained in the four directions at the origin proximity. Generally it is an isotropic datum, linked to the ground pebbles and the grass cover.

In case of sill or maximum and hole-effect, the  $R_m$  macro-roughness is the square root of the  $\Gamma_m$  value that corresponds to a sill, when there is one, or the first bump in the case of hole effect for instance with a ridged relief. Most often  $R_m$  is linked to a direction; in cultivated fields the soil tillage worked out in a particular direction builds an anisotropic relief.

The  $T_m$  range is the distance from the semi-variogram origin to the first maximum. This distance usually characterizes the macro-roughness lateral size.

The  $R_m^0$  meso-roughness is the difference between macro- and micro-roughness.

If there is no sill, it means that the macro-roughness does not exist; in fact, a roughness higher than metric order could exist, but not at field level.

The field roughness  $R_d$  in a given direction will be taken as equal to the macro-roughness (tillage, ridges) if there is one. Otherwise, it will be equal to the micro-roughness (in the case of untilled and crusted soils).

These new indices are called the Regionalized Roughness Indices.

### 5. Comparison with the standard deviation index

For the two main directions ( $0^\circ$  and  $90^\circ$ ), if we compare the  $R_d$  values with the average standard deviation of various transects in the same direction (this value being determined from the altitudes corrected from the slope effect), we get a cloud of points positioned along a line. On Fig. 8, the  $R_d$  values follow the same direction of variation than the standard deviation (SD); one point only is very distant from an imaginary curve linking the other points; in fact it corresponds to a semi-variogram in which the edge  $R_m$  is reached at 70 cm (superior to half of the maximum distance of measurement).

The link between the  $R_d$  directional roughness index and the average standard deviation (SD) in the same direction (after correction of the slope), is linear and very strong.

These results are not surprising, because most of the semi-variograms stop increasing beyond a certain distance: the range. The sill of this transition model is the a priori variance of the random function (Journel and Huijbregts, 1978). In fact, the relation between the semi-variogram function  $\Gamma(h)$ , the auto-correlation function  $\rho(h)$  and the variance  $\sigma^2$  of the random function ( $Z(h)$ ) is:

$$\Gamma(h) = \sigma^2[1 - \rho(h)] \quad (3)$$

When the auto-correlation function tends to zero,  $\Gamma(h) = \sigma^2$ ; this condition is realized when there is a sill. If there is no slope in this direction,  $\sigma$  is equal to the standard deviation.

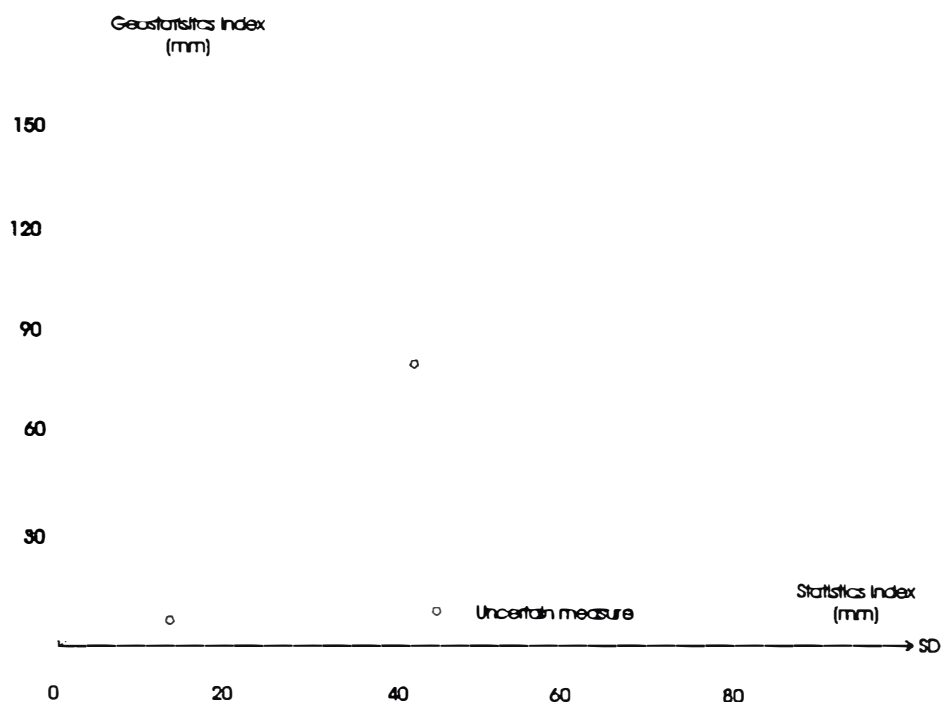


Fig. 8. Roughness indexes.

When a nugget effect is present, we have, in fact, nested structures and  $\Gamma_0$  is the sill of a semi-variogram of which the range is less than the measurement step. In this case the semi-variogram model is unknown. This sill is the same in all directions, it is independent of the slope. The square root of the sill is the standard deviation index.

In case of a periodic auto-correlation function  $\Gamma(h) = \sigma^2[1 - \cos(h)]$ , there is apparently no sill, but the first maximum is equal to  $\sigma^2$  when  $\cos(h) = 0$ , ( $h = T_m$ ). The first maximum represents the contrast (the roughness) between the top and the bottom of the two faces of all ridges.

The square root of  $\Gamma_0$  or  $\Gamma_h$  is a soil roughness index comparable with the (SD) index derived from Kuipers's. Its advantage is to be established from a graph that shows the soil surface relief.

## 6. Conclusion

Geostatistics can be applied to all georeferenced variables including elevation data. At a parcel scale (metric step) this method enables to describe the ground surface relief and to propose several indices of the soil roughness.

(1) A micro-roughness (centimetric step) corresponding to the presence of pebbles or thin grass; it is estimated by the nugget effect.

(2) A macro-roughness determined by the top or the hump of the semi-variogram when there is an edge or a maximum. The first index is isotropic, while the second is often anisotropic and depends on the ground tillage.

(3) The range is a lateral measurement. It seems to be related to the size of the clods.

The meso-roughness of the soil corresponds to the difference between the macro and micro-roughness. A crusted soil gets no meso-roughness, its total roughness is identical to micro-roughness. Beyond the estimation of these different types of roughness, geostatistics also enables to describe the soil surface relief, which was impossible with standard indices.

## References

- Bertuzzi, P., Rauws, G., Courault, D., 1990. Testing roughness indices to estimate soil surface changes due to simulated rainfall. *Soil Tillage Res.* 17, 87–99.
- Boiffin, J., 1984. La dégradation structurale des couches superficielles sous l'action des pluies. Thèse de Docteur-Ingénieur. Inst. Nat. Agro, Paris. 128 pp.
- Casenave, A., Valentin C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. Editions de l'ORSTOM. Paris, 229 pp.
- Guillobez, S., Zougmore, R., 1991. Etude du ruissellement et de ses principaux paramètres, à la parcelle, (Saria, Burkina Faso). In: Sem. In. Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Séminaire International, Bamako 9–13 déc., AUPELF UREF. John Libbey Eurotext, pp. 319–329.
- Journel, A.G., Huijbregts, Ch.j., 1978. *Mining Geostatistics*, Academic Press, London, 600 pp.
- Krige, D.G., 1966. Two-dimensional weighted moving average trend surfaces for or evaluation. In: *Proceedings of the Symposium on Mathematics Statistics and Computer Applications in Ore Valuation*. J. South African Inst. Mining Metallurgy, Johannesburg 66, 13–38.
- Kuipers, H., 1957. A reliefmeter for soil cultivation studies. *Neth. J. Agric. Sci.* 5, 255–262.

- Lehrsch, G.A., Whisler, F.D., Romkens, M.J.M., 1988. Spatial variation of parameters describing soil surface roughness. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 311–319.
- Linden, D.R., Van Doren, D.M. Jr., 1986. Parameters for characterizing tillage-induced soil surface roughness. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 1560–1565.
- Matheron, G., 1955. Application des méthodes statistiques à l'estimation des gisements. *Ann. Mines, déc.*, pp. 50–75.
- Matheron, G., 1965. *Les variables régionalisées et leur estimation*. Masson, Paris. 305 pp.
- Zougmore, R., 1991. Contribution à l'étude du ruissellement et de l'érosion à la parcelle; influence des paramètres principaux: précipitations, rugosité du sol, états de surface, humidité du sol en surface. *Mém. de fin d'études, ISN/DR, I.N.E.R.A.* 89 pp.

**Submission of manuscripts:** Manuscripts should be submitted in triplicate to: The Editorial Office of Soil & Tillage Research, P.O. Box 181, 1000 AD Amsterdam, Netherlands.

**Electronic manuscripts:** Electronic manuscripts have the advantage that there is no need for the rekeying of text, thereby avoiding the possibility of introducing errors and resulting in reliable and fast delivery of proofs.

For the initial submission of manuscripts for consideration, hardcopies are sufficient. For the processing of accepted papers, electronic versions are preferred. After final acceptance, your disk plus two, final and exactly matching printed versions should be submitted together. Double density (DD) or high density (HD) diskettes (3.5 or 5.25 inch) are acceptable. It is important that the file saved is in the native format of the word-processor program used. Label the disk with the name of the computer and wordprocessing package used, your name, and the name of the file on the disk. Further information may be obtained from the Publisher.

**Authors in Japan please note:** Upon request, Elsevier Science Japan will provide authors with a list of people who can check and improve the English of their paper (*before submission*). Please contact our Tokyo office: Elsevier Science Japan, 1-9-15 Higashi-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-0044; Tel. (03)-5561-5032; Fax (03)-5561-5045.

**Enquiries concerning manuscripts and proofs:** questions arising after acceptance of the manuscript, especially those relating to proofs, should be directed to Elsevier Science Ireland Ltd., Bay 15 K, Shannon Industrial Estate, Shannon, Co. Clare, Ireland. Tel. (+353) (0) 61 471944; Fax (+353) (0) 61 472144

**Orders, claims, and product enquiries:** please contact the Customer Support Department at the Regional Sales Office nearest you:

**New York:** Elsevier Science, P.O. Box 945, New York, NY 10159-0945, USA. Tel: (+1) 212-633-3730, [Toll free number for North American customers: 1-888-4ES-INFO (437-4636)], Fax: (+1) 212-633-3680, E-mail: [usinfo-f@elsevier.com](mailto:usinfo-f@elsevier.com)

**Amsterdam:** Elsevier Science, P.O. Box 211, 1000 AE Amsterdam, The Netherlands. Tel: (+31) 20-485-3757, Fax: (+31) 20-485-3432, E-mail: [ninfo-f@elsevier.nl](mailto:ninfo-f@elsevier.nl)

**Tokyo:** Elsevier Science, 9-15, Higashi-Azabu 1-chome, Minato-ku, Tokyo 106-0044, Japan. Tel: (+81) 3-5561-5033, Fax: (+81) 3-5561-5047, E-mail: [info@elsevier.co.jp](mailto:info@elsevier.co.jp)

**Singapore:** Elsevier Science, No. 1 Temasek Avenue, #17-01 Millenia Tower, Singapore 039192. Tel: (+65) 434-3727, Fax: (+65) 337-2230, E-mail: [asiainfo@elsevier.com.sg](mailto:asiainfo@elsevier.com.sg)

**Advertising information:** Advertising orders and enquiries may be sent to: **International:** Elsevier Science, Advertising Department, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK, Tel. (+44) (0) 1865 843565, Fax (+44) (0) 1865 843976. **USA and Canada:** Elsevier Science Inc., Mr. Tino DeCarlo, 655 Avenue of the Americas, New York, NY 10010-5107, USA, Tel. (+1) (212) 633 3815; Fax (+1) (+212) 633 3820

**Japan:** Elsevier Science Japan, Marketing Services, 1-9-15 Higashi-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-0044, Japan, Tel. (+81)-3-5561-5033, Fax (+81)-3-5561-5047.

**US mailing notice:** *Soil & Tillage Research* (ISSN 0167-1987) is published monthly by Elsevier Science B.V., (Molenwerf 1, Postbus 211, 1000 AE Amsterdam). Annual subscription price in the USA is US\$ 1099.00 (valid in North, Central and South America only), including air speed delivery. Second class postage rate is paid at Jamaica, NY 11431.

**USA POSTMASTERS:** Send address changes to Soil & Tillage Research, Publications Expediting, Inc., 200 Meacham Avenue, Elmont, NY 11003. **AIRFREIGHT AND MAILING** in the USA by Publications Expediting, Inc., 200 Meacham Avenue, Elmont, NY 11003.

---

## ***Soil & Tillage Research* has no page charges**

---

For a full and complete Guide for Authors please refer to *Soil & Tillage Research*, Vol. 45, Nos. 1–2, pp. 219–224. The guide can also be found on the World Wide Web: access under <http://www.elsevier.nl> or <http://www.elsevier.com>

Copyright © 1998, Elsevier Science B.V. All rights reserved.

0167-1987/98/\$19.00

⊕ The paper used in this publication meets the requirements of ANSI/NISO Z39.48-1992 (Permanence of Paper).

Printed in The Netherlands



## Rapport d'activités 1998

### I. Identification

#### I.1. Identification du chercheur

Nom et prénom : **Le Gal Pierre-Yves**

Programme : ERE

Lieu d'affectation : Montpellier

fonction : chercheur, coordonnateur de l'ATP 10/98 "*Gestion des systèmes de culture et organisation collective de la production : Elaboration d'une démarche d'aide à la gestion des périmètres irrigués*"

#### I.2. Cadre de travail

Au sein du programme ERE, animation et développement des activités de recherche touchant à la gestion collective des systèmes de production agricole, en relation avec les programmes Savanes et Canne à Sucre

### II. Faits saillants durant l'année 1998

#### II.1 Evolution institutionnelle

Passage de la responsabilité d'une Unité de Recherche dans l'organisation précédente du Cirad à un repositionnement en tant que chercheur au sein du programme ERE

#### II.2. Evolution scientifique

Approfondissement de la problématique générale de la gestion collective des systèmes de production agricole, à travers l'ATP 10/98 sur la gestion des périmètres irrigués collectifs (Mali, Sénégal, Brésil) et une participation aux recherches portant sur la gestion de la filière canne à sucre (La Réunion, Maurice et Afrique du Sud).

Expérimentation d'une démarche de recherche en intervention, faisant une place plus large au développement d'outils de gestion et de simulation.

#### II.3 Choix stratégique

Compte tenu du caractère novateur de la problématique de recherche et des démarches mises en place en relation avec les acteurs économiques (gestionnaires de périmètres irrigués, inter-profession dans le cadre de la filière canne à sucre) et de l'acceptation de l'ATP 10/98 par la direction scientifique du Cirad, j'ai souhaité me dégager de responsabilités dans l'organisation actuelle du Cirad pour me consacrer à ces travaux. Ce choix s'est d'autant plus justifié que le nombre de terrains concernés a nécessité de nombreuses missions au cours de l'année.

### III. Activités

#### III.1 Activités menées

En dehors du temps consacré aux discussions autour de l'organisation du programme ERE, mes activités en 1998 se sont articulées autour de trois axes : activités scientifiques, activités d'expertise et formation.

### III.1.1. *Activités scientifiques*

Mes activités scientifiques pour 1998 peuvent se regrouper autour de deux grands thèmes sur lesquels est poursuivi un double objectif d'analyse des processus de décision des acteurs et de conception de démarches d'aide à la décision :

#### (i) *la gestion des périmètres irrigués collectifs*

Ce thème représente la problématique centrale de l'ATP 10/98, dont les activités en 1998 ont été décrites dans un rapport spécifique [13]. Cette année aura été essentiellement une phase de mise en route des recherches avec les équipes locales (PSI, Saed et Office du Niger en Afrique de l'Ouest, doctorants, Embrapa et Codevasf au Brésil). Les questions sur lesquelles articuler notre intervention ont été définies sur chaque site, en s'appuyant sur l'état des lieux déjà réalisé (cas du Sénégal) ou en lançant une première phase de diagnostic (cas du Mali et du Brésil). Elles sont les suivantes :

- Sénégal : gestion de l'information interne aux organisations gestionnaires des périmètres, autour des activités de gestion de l'eau et de gestion financière (travaux réalisés par M. Sy et un étudiant, suite à l'étude de Ch. Fall en 1997) ;
- Mali : gestion de la maintenance des réseaux secondaires, d'une part, aide à l'élaboration de règles collectives de gestion de l'eau, de l'autre (travaux coordonnés par F. Ouvry au sein du PSI) ;
- Brésil : aide à l'élaboration de plans de développement stratégique par périmètre, en partant d'une analyse de la redevance hydraulique et de l'utilisation actuelle des périmètres (thèses d'E. De Nys sur l'analyse des processus de coordination autour de la gestion des périmètres irrigués, et de G. Marinozzi sur l'organisation de la commercialisation des productions issues des périmètres).

Parallèlement, la maquette d'un logiciel de gestion de l'information adapté aux périmètres irrigués collectifs a été développé en France, dans le cadre d'une collaboration avec M. Passouant et avec le concours d'un étudiant en informatique. Ce logiciel sera testé en 1999 au Sénégal.

#### (ii) *la gestion de la filière canne à sucre*

Mes activités sur ce thème ont commencé fin 1995 à La Réunion, en appui à l'équipe SAR en place. En 1998 nous avons bénéficié d'une bourse de thèse du MENESR pour travailler sur la modélisation de l'approvisionnement des sucreries à La Réunion et Maurice (doctorante : Séverine Gaucher ; directeur de thèse : L.-G. Soler). Au cours d'une mission sur place en appui au nouveau programme canne à sucre, j'ai défini avec D. Pouzet et J.-C. Dagallier un programme d'ensemble d'intervention sur la filière, aux trois niveaux "planteur" (amélioration de la productivité au sein des exploitations cannières), "prestataires de service mécanisé" (amélioration des performances techniques et économiques de ces entreprises et groupements de planteurs, suite au diagnostic établi par un étudiant, E. Rubrice, en 1997) et "usine" (amélioration de l'efficacité de la fonction approvisionnement, à travers la thèse de S. Gaucher).

Suite à cet appui, le chef du programme canne à sucre m'a sollicité pour participer au comité scientifique mis en place pour suivre et évaluer les recherches menées dans ce domaine à La Réunion (ce comité comprend également MM. Bonhomme et Julien). Ce comité se réunira en février 1999 à La Réunion et un premier bilan de cette opération sera réalisé.

Dans le cadre du financement MAE -FRD, j'ai par ailleurs lancé un travail sur l'organisation de la récolte de la canne à sucre chez les petits planteurs noirs en Afrique du Sud, en collaboration avec l'INR et l'industrie sucrière locale. Cette étude, réalisée par un étudiant de l'INA-PG, s'intègre à une convention passée entre

l'INR et la filière pour améliorer les conditions de production au niveau des petits planteurs noirs. L'étude a plus particulièrement porté sur l'échelon "prestataire de service mécanisé", mais nous avons montré qu'on ne pouvait le dissocier d'une analyse d'ensemble de l'organisation de la récolte, de la parcelle à l'usine. En ce sens, les travaux menés à La Réunion pourraient trouver un lieu de valorisation possible en Afrique du Sud, dans la mesure où une demande émerge effectivement.

### III.1.2. *Activités d'expertise*

Mon activité d'expertise pour 1998 s'est essentiellement traduite par ma participation à l'étude sur les conditions de mise en valeur des périmètres irrigués dans le département de Matam (Sénégal), en tant qu'agronome de l'étude. Ce travail aura nécessité trois semaines de mission (en deux temps) et environ trois semaines supplémentaires pour l'analyse des données, la rédaction du rapport et les discussions en équipe.

A signaler également une mission d'une semaine au Tchad dans le cadre du projet ADER, afin de restituer les résultats de l'étude réalisée par E. De Nys en 1997, portant sur la gestion de la redevance hydraulique dans les petits périmètres irrigués installés par le projet. Cette mission a permis de mesurer l'intérêt d'une démarche associant diagnostic, outil de simulation et discussion avec les agriculteurs autour de scénarios, et d'élaborer un programme de travail avec l'équipe sur place. Malheureusement, l'évolution du financement du projet et le décès de J. Ogier n'ont pas permis de concrétiser ce programme.

### III.1.3. *Activités de formation*

Comme en 1997, j'ai participé à la conception et à l'animation d'un module de formation au sein du Masters of Science "AGIR" du CNEARC, concernant la gestion des systèmes de culture à l'échelle de l'exploitation agricole. Ce module, structuré autour d'un travail de terrain portant sur l'organisation du travail dans les exploitations rizicoles camarguaises, comprend une présentation des bases théoriques et des concepts utilisés en agronomie pour analyser ces problèmes, et des exemples d'application en milieu tropical tirés de nos expériences au Sénégal et au Mali.

**Tableau récapitulatif des missions réalisées en 1998**

lieu	dates	durée	objet
Tchad	22/1 au 31/1	10 j	restitution de l'étude d'E de Nys sur la gestion de la redevance hydraulique sur trois périmètres irrigués le long du Chari
Sénégal-Mali	27/2 au 12/3	15 j	mise en place de l'ATP 10/98 et de la collaboration avec le PSI
La Réunion	20/4 au 30/4	11 j	appui au programme canne à sucre. Elaboration d'une opération de recherche portant sur la gestion de la filière canne
Afrique du Sud	8/6 au 20/6	13 j	encadrement de l'étudiant travaillant sur l'organisation de la récolte de la canne à sucre chez les petits planteurs noirs
Sénégal	29/6 au 11/7	13 j	étude Matam + appui ATP 10/98
Brésil	10/8 au 22/8	13 j	mise en place de l'ATP 10/98, appuis aux deux doctorants (G. Marinozzi et E. De Nys) et élaboration d'un projet de recherche
Sénégal	15/9 au 30/9	15 j	étude Matam + appui ATP 10/98
Afrique du Sud	29/11 au 11/12	13 j	participation au symposium AFSRE, poursuite de la collaboration avec l'INR et prospection pour de nouveaux projets
total		103 j	

### III.2 Produits

#### III.2.1. *Publications*

Un certain nombre de publications sont venues valoriser les travaux menés depuis 1995 [1,2,3], les activités conduites plus spécifiquement en 1998 générant également quelques articles présentés à des colloques et devant faire l'objet de publications ultérieures dans des revues [4,5,6] (cf. annexe).

L'étude Matam a donné lieu à un rapport thématique concernant l'analyse des performances des périmètres irrigués [7], plus une participation à la rédaction du rapport de synthèse. Certaines missions ont également donné lieu à des rapports spécifiques [8,9,10,11] ou à des comptes rendus [12] (cf. annexe).

Enfin l'encadrement des étudiants sur l'ATP et sur l'opération "Afrique du Sud" a donné lieu à la production de mémoires de stage [14,15,16] (cf. annexe).

#### III.2.2. *Autres*

Le travail conduit avec M. Passouant sur le développement d'un outil de gestion de l'information adapté aux périmètres irrigués collectifs a débouché sur l'élaboration d'un logiciel sous Access (ASPIC : aide au suivi des périmètres irrigués collectifs) en cours d'expérimentation au Sénégal.

### IV. Perspectives

L'ATP 10/98 et les activités connexes liées à la gestion des périmètres irrigués (appui à la Saed, participation à la réflexion sur la création d'un centre de gestion au Sénégal) représenteront la majeure partie de mes activités en 1999. L'objectif est de passer d'une phase de diagnostic et d'état des lieux à une phase d'intervention, avec discussion et expérimentation avec les acteurs de propositions de gestion et d'organisation. A ce titre, deux étudiants ont été envoyés, l'un au Mali, l'autre au Sénégal, pour tester ASPIC sur des cas et des questions concrets. De même au Brésil, E. de Nys aura pour objectif de développer une première maquette d'un outil de simulation autour de la redevance hydraulique et du mode d'utilisation du périmètre. Cet outil permettra d'alimenter la réflexion des acteurs sur les plans de développement stratégique que la Codevasf souhaite voir se mettre en place.

Trois nouveaux stages seront proposés dans le cadre de l'ATP : l'un portera sur la poursuite du développement d'ASPIC, un second sur l'analyse des stratégies des producteurs sur les périmètres brésiliens, un troisième sur une analyse économique de la tarification de l'eau en tant qu'instrument incitatif, appliqué au cas du Sénégal.

Outre l'évolution globale du Psi, des incertitudes se font néanmoins jour concernant les dispositifs de terrain sur les trois sites :

- quelle sera l'évolution de l'équipe Gtofsi au Mali après le départ de F. Ouvry ? L'arrivée de J.F. Bélières à l'Office du Niger représente un point d'ancrage intéressant pour les travaux de l'ATP.

- au Sénégal, l'équipe PSI-SAED est jeune et inexpérimentée. Outre l'avenir du PSI, se posent des questions sur la mise en place d'un Centre de Gestion à un horizon encore non défini. Ce Centre représenterait un interlocuteur privilégié pour les activités de l'ATP.

- au Brésil, l'affectation d'un chercheur CIRAD sur un projet de recherche lié à la gestion des périmètres irrigués reste à concrétiser.

Concernant la gestion de la filière canne à sucre, les activités de Séverine Gaucher vont se poursuivre selon le programme initialement élaboré. L'évaluation des activités de D. Pouzet et J.C. Dagallier en février 1999 permettra de définir l'évolution à donner à mon appui à ce programme.

En Afrique du Sud, le budget MAE me permet de réaliser une mission en 1999, au cours de laquelle seront restitués les résultats de l'étude Requis et discutés les suites à donner à notre collaboration avec l'INR. Celle-ci dépendra largement de la nature de la convention passée entre l'INR et l'industrie sucrière. Parallèlement, le point sera fait avec Sylvain Perret sur la manière d'élargir mes interventions en Afrique du Sud en articulation avec ses travaux.

\*  
\* \*

## Annexe : Liste des publications

### *Publications dans revue*

[1] Le Gal P.-Y. et Papy F., 1998. Co-ordination processes in a collectively managed cropping system: double cropping of irrigated rice in Senegal. *Agricultural Systems*, 57 (2) : 135-159.

[2] Le Gal P.-Y., à paraître. Diversification et gestion des exploitations agricoles : quelles méthodes d'analyse et de conseil ? *Fruits*.

### *Publications dans ouvrage collectif*

[3] Le Gal P.-Y., 1998. De la parcelle au périmètre irrigué. Comprendre l'organisation collective du travail pour juger de la conduite d'une double culture annuelle. In *La conduite du champ cultivé. Points de vue d'agronomes*. A. Biamès ed., ORSTOM, pp. 261-280.

### *Communications à des colloques*

[4] Le Gal P.-Y. et Perret S., 1998. Des outils de modélisation et de simulation pour l'aide à la décision collective : application à la gestion des systèmes irrigués. In *Rural livelihoods, empowerment and the environment. Going beyond the farm boundary*, 15th International Symposium AFSRE, Pretoria, 29/11 au 4/12/98, pp.1154-1164

[publication prévue dans Cahiers Agriculture]

[5] Le Gal P.-Y., Passouant M. et Bruel O., 1998. ASPIC : un outil d'aide à la gestion de l'information sur les périmètres irrigués collectifs. In *L'irrigation et la gestion collective de la ressource en eau en France et dans le monde*, Montpellier, 19 et 20/11/98, Cemagref-Orstom-Sfer, 10 p.

[publication soumise à Economie Rurale]

[6] Perret S. et Le Gal P.-Y., 1998. Analyse des pratiques de modélisation et aide à la décision dans le domaine de l'irrigation : cas de la gestion d'une retenue collinaire collective à La Réunion. In *L'irrigation et la gestion collective de la ressource en eau en France et dans le monde*, Montpellier, 19 et 20/11/98, Cemagref-Orstom-Sfer, 12 p.

[publication soumise à Economie rurale]

### *Rapport d'expertise*

[7] Le Gal P.-Y. et Lidon B., 1998. *Analyse des performances technico-économiques des parcelles et des périmètres irrigués dans le département de Matam*. SAED, CIRAD-TERA, 84 p. + annexes.

### *Rapports de mission*

[8] Le Gal P.-Y., 1998. *Agriculture et développement rural dans les communautés noires du Kwazulu-Natal. Mise en place d'un projet de recherche en collaboration avec l'Institute of Natural Resources*. CIRAD/TERA, n°3/98, 19 p. + annexes.

[9] Le Gal P.-Y., 1998. *Analyse et appui à la gestion des périmètres irrigués collectifs*. CIRAD/TERA, n°36/98, 18 p. + annexes.

[10] Le Gal P.-Y., 1998. *La gestion de la filière canne à sucre à La Réunion et Maurice : appui aux recherches en cours*. CIRAD/TERA, n°43/98, 19 p. + annexes.

[11] Le Gal P.-Y., 1998. *L'organisation de la récolte de la canne à sucre chez les petits planteurs sud-africains : proposition de grille d'analyse*. CIRAD/TERA, n°44/98, 19 p. + annexes.

*Compte rendus*

[12] Le Gal P.-Y., 1998. *Compte rendu de mission en Afrique du Sud*. CIRAD-TERA, 6 p.

[13] Le Gal P.-Y., 1998. *Compte rendu annuel d'ATP/CIRAD*. 8 p.

*Mémoires d'étudiants*

[14] Bruel O., 1998. *Mise en place d'une maquette d'un outil de gestion pour les périmètres irrigués en Afrique sahélienne*. Mémoire de DESS, CNAM-CIRAD, 96 p.

[15] Fall Ch., 1998. *Gestion collective de la redevance hydraulique dans les grands aménagements transférés du delta du fleuve Sénégal*. Mémoire de fin d'études CIHEAM-CIRAD-SAED, 109 p. + annexes.

[16] Requis E., 1998. *La récolte de la canne à sucre chez les petits planteurs sud-africains : organisation générale et rôle des petites entreprises de travaux agricoles*. Mémoire de fin d'études INA-PG-CIRAD-INR, 51 p. + annexes.

# Rapport d'activités 1998

31 mars 1999

## 1 Identification

### 1.1 Identification du chercheur

Le Page Christophe  
 Département Tera (Territoires, environnement et acteurs)  
 Programme Ere (Espaces et Ressources)  
 Axe "Gestion de la production agricole et des ressources naturelles et renouvelables"  
 Affectation : Montpellier (Baillarguet F110)  
 Fonction : chercheur

### 1.2 Cadre de travail

Les principaux objectifs et tâches qui me sont assignés, et qui sont décrits plus en détails dans ce rapport d'activité, sont les suivants :

- Développement informatique du logiciel de modélisation "Cormas" (Common-pool Resources and Multi-Agent Systems)
- Consolidation et développement du module de formation à la simulation des systèmes complexes
- Activité de modélisation en appui à des projets de recherche-développement
- Réflexion méthodologique sur l'usage des modèles de simulation informatique dans le cadre de projets de recherche-développement.

## 2 Faits saillants durant l'année 1998

### 2.1 Evolution institutionnelle

- Rappel : recrutement le 6 octobre 1997 au sein de l'Unité de Recherche Green (Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement), dirigée par Jacques Weber, avec pour mission d'épauler François Bousquet dans toutes les activités se rapportant à la modélisation.
- Le 1er janvier 1998, intégration de l'équipe Green dans le nouveau programme Ere du département Tera.
- Le 1er mai, Jacques Weber quitte le programme Ere.
- En septembre, le programme Ere se structure en trois axes :
  - Axe 1, animé par Jacques Teissier : "Aménagement du territoire, analyse régionale de l'espace et de l'état des ressources"
  - Axe 2, animé par Gilles Mandret : "Gestion de la production agricole et des ressources naturelles et renouvelables"
  - Axe 3 : "Facteurs de production, opérateurs de service, spatialisation des services"
- Le 16 décembre, l'animation de l'axe 2 est confiée à François Bousquet.

### 2.2 Evolution scientifique

- Importance des activités de formation et d'enseignement.
- Ouverture vers la modélisation de la transformation des paysages



## 2.3 Choix stratégique

- Positionnement dans l'axe 2 (Gestion de la production agricole et des ressources naturelles et renouvelables), avec déclaration d'intérêt pour suivi rapproché des travaux de l'axe 1 (Aménagement du territoire, analyse régionale de l'espace et de l'état des ressources)
- Affichage du domaine de compétence, qui n'est pas l'économie. Au cours de l'entretien annuel, demande de mise à jour de ce repositionnement dans la base de données Atlantis du Cirad
  - Champ disciplinaire : Economie et sociologie => Biométrie
  - Discipline : Economie => Modélisation
  - Activité : Gestion de l'environnement

## 3 Activités

### 3.1 Activités menées

#### 3.1.1 Participation au développement du logiciel "Cormas"

Le logiciel "Cormas", développé au sein de notre équipe depuis 4 ans, représente un environnement de programmation dédié à la construction de modèles de gestion des ressources pour des systèmes au sein desquels l'imbrication des dynamiques sociales et écologiques est très marquée. Cet outil existe, il est en phase de mise au point et d'amélioration progressive, avec diffusion restreinte auprès de personnes qui se l'approprient (le plus souvent après avoir suivi les deux semaines du cycle de formation que nous proposons, voir ci-dessous). Ces utilisateurs, en développant leur propre modèle à partir de cette plateforme, la testent, l'éprouvent, et en faisant part des difficultés et des manques qu'ils peuvent rencontrer, participent directement à la phase de mise au point de l'outil.

#### 3.1.2 Développement d'un module de formation

La recherche sur la gestion de ressources renouvelables cherche à comprendre des systèmes d'interactions complexes entre des processus écologiques et des dynamiques sociales. Depuis octobre 1997, avec François Bousquet, nous proposons un module de formation à la simulation des systèmes complexes. Ce stage propose de s'initier à un formalisme de représentation des connaissances : les Systèmes Multi-Agents (SMA). L'application de ce formalisme dans le cadre de la gestion des ressources renouvelables conduit notamment à la simulation des modes de coordination entre des individus et des groupes qui exploitent ces ressources en commun. L'objectif de la formation est de fournir une initiation aux SMA appliqués aux problèmes de simulation et de gestion des ressources renouvelables. Les stagiaires mettent en pratique la modélisation en construisant un prototype de modèle multi-agents. Cette partie "Travaux Pratiques" est réalisée avec le logiciel Cormas, qui est distribué aux participants sur support CD-Rom à la fin de la formation. A l'issue de chaque formation ; un certain nombre de stagiaires poursuivent ensuite leur modélisation, ce qui initie des collaborations (sources de publications, comme ce fut le cas à l'occasion du colloque "Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Espace et des Territoires" organisé en octobre à Clermont-Ferrand).

- Une première session s'est déroulée du 16 au 27 mars 1998, elle a regroupé 11 participants :

Stanislas Boissau	doctorant Ehess (Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales), Paris
François Causeret	chercheur Inra, Montpellier
Nathalie Franchesquin	doctorante Université Marseille
Robert Lifran	chercheur Inra, Montpellier
Raphael Mathevet	doctorant Tour du Vallat
Jean-Claude Pires	doctorant Paris 6
Jean-Daniel Rinaudo	doctorant Cemagref, division irrigation, Montpellier
Ricardo Suay-Cortes	doctorant Ensa Montpellier
Sophie Thoyer	enseignant-chercheur Ensa Montpellier
Guy Trébuil	chercheur Cirad CA, Montpellier
Jacques Weber	direction scientifique Ird, Paris

- Une seconde session s'est déroulée du 7 au 18 décembre 1998, avec 13 participants

Sigrid Aubert	doctorante Cirad Forêt, Montpellier
Jean-Luc Bonnefoy	enseignant-chercheur Irsam, Université de Pau
Nicolas Daurès	enseignant-chercheur Lameta, Université Montpellier I
Cédric Durand	doctorant EHESS, Paris
Marie-Hélène Durand	chercheur Ird, Montpellier
Sarah Feuillette	doctorante Ird, Tunisie
Claude Garcia	doctorant Engref, Lyon
Dominique Hervé	chercheur Ird, Montpellier
Hélène Joly	chercheur Cirad Forêt, Montpellier
Claude Monteil	Institut National Polytechnique, Toulouse
Estelle Motte	doctorante Lameta, Université Montpellier I
Mélanie Réquier-Desjardin	doctorante Cirad Tera, Montpellier
Frédéric Sandron	chercheur Ird, Tunisie

### 3.1.3 Activités d'enseignement

- Le 12 janvier 1998, intervention de 3 heures au DESS "Ecosystèmes Agro-Sylvo-Pastoraux tropicaux" de l'Université de Créteil, animation d'un jeu de rôle (Fish Banks) sur la gestion des ressources renouvelables avec Alain Karsenty (Cirad Forêt).
- Le 21 janvier 1998, participation (une demi-journée) à l'enseignement du DEA "Ecologie des populations et communautés" du Pr Ardit, à l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon (Ina-Pg). Présentation des travaux de modélisation de la gestion des ressources renouvelables de l'équipe Green, avec Jacques Weber.
- Le 11 février 1998, une demi-journée de présentation des Systèmes Multi-Agents aux étudiants du master SILAT (Systèmes d'Information Localisées pour l'Aménagement des Territoires) à l'Ensa Montpellier.
- En mars, 3 heures de cours aux étudiants de l'option informatique de 3e année de l'Ina-Pg (responsable, Catherine Christophe), sur les modèles multi-agents pour la gestion des ressources.

### 3.1.4 Participation à des ateliers, réunions, congrès

- Groupe de travail de l'Institut Français de l'Environnement (Ifen) sur la définition d'indicateurs du développement durable, à Paris, le 25 février 1998.
- Ecole d'été organisée par l'Ird à Orléans du 22 au 26 juin, sur le thème "analyse de viabilité des systèmes dynamiques".
- 11ème conférence internationale sur les applications industrielles et d'ingénierie de l'intelligence artificielle et des systèmes expert, organisée à Bénéicassim (Espagne), du 1er au 4 juin 1998. Co-auteur de 2 communications ([1] et [2] dans la liste des publications).
- 3ème conférence internationale sur les Systèmes Multi-Agent (ICMAS'98), organisée à Paris (cité des sciences) du 3 au 7 juillet 1998. Co-auteur d'une communication ([3]).
- Groupe de Travail GIP HydrOsysteme, financé par le CNRS, animé par Vincent Ginot (Inra Thonon-les-Bains) et centré sur le thème : "Dynamique des peuplements et SMA". Dans le cadre de ce groupe de travail, co-rédaction d'une publication ([8]).
- Colloque "Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la gestion de l'Espace et des Territoires", organisé à Clermont-Ferrand du 5 au 8 octobre 1998. Co-auteur de 4 communications ([4], [5], [6], [7]).
- Colloque Africain sur la Recherche en Informatique, organisé à Dakar (Sénégal) du 12 au 15 octobre 1998. Présidence d'une session sur la modélisation.

### 3.1.5 Correspondant de Patrick Caron

Patrick Caron est en poste à Gaborone au Botswana, au SACCAR (organisation sous-régionale de coordination de la recherche agronomique dans les 14 pays de la SADC (Southern Africa Development Community)), depuis le 15 septembre 1998. Mon appui s'est essentiellement centré sur la diffusion de documents.

### 3.1.6 Missions, appui au montage de projets

L'Action Thématique Programmée (ATP 98/60) "Couplage Systèmes d'Information Géographique - Systèmes Multi-Agents" vise à mettre en place un réseau de compétences informatiques propres à ce sujet sur différents terrains. Pour l'année 1998, l'accent a été mis sur les terrains où la dynamique même du projet était à initier : Madagascar (cf. mission de F. Bousquet à la même période, rapport Tera n°45/98) et le Zimbabwe. Je me suis rendu au Zimbabwe du 2 au 17 mai 1998 (cf. rapport Tera n°76/98). L'objectif principal de la mission était d'initier à Harare le projet de simulation des interactions entre les dynamiques foncières et la conservation de la biodiversité dans la moyenne vallée du Zambèze (MVZ), au Zimbabwe. Plus concrètement, l'objectif essentiel de la mission au Zimbabwe était d'identifier un étudiant en informatique à la fois compétent dans sa discipline et sensibilisé aux problématiques environnementales, dans le but de le former pour qu'il soit en mesure de développer des outils de simulation multi-agents qui touchent au domaine de la gestion des ressources naturelles. La première phase de la collaboration initiée avec le département d'informatique de l'Université du Zimbabwe (dirigé par le Dr Rose Shumba) s'est ainsi traduite par un séjour de formation à Montpellier pendant trois mois (juillet à octobre) de Quinton Zunga, qui a élaboré une première maquette d'un modèle multi-agents de simulation des dynamiques foncières d'une zone de la MVZ, en collaboration avec les personnes impliquées dans le projet "Conservation de la Biodiversité dans la MVZ" initié par le Cirad-EMVT en 1996 (en particulier Antoine Vagnini, géographe, Coopérant du Service National). Ce premier travail a donné lieu à une communication lors du colloque "Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Espace et des Territoires", cf. [5] dans la liste des publications.

### 3.1.7 Elaboration d'un projet d'Action Incitative Ciblée sur la validité des SMA

Dans le courant du mois de novembre 1998, en réponse à un appel à projets centrés sur le thème "Représentation des connaissances, outils pour l'action, aide à la décision" lancé par la direction scientifique du Cirad, Martine Antona, François Bousquet et moi-même avons rédigé une proposition portant sur la validité des Systèmes Multi-Agents. La validité de ce type d'outil de simulation informatique passe par la recherche de cohérence avec d'autres représentations des mêmes phénomènes. Cette recherche de cohérence croisée sera entreprise dans les trois directions suivantes :

1. La cohérence avec des modèles formels en informatique
2. La cohérence avec des modèles mathématiques
3. La cohérence avec la réalité par restitution sous forme de jeux de rôle

L'objectif ultime du projet est d'évaluer la pertinence de l'usage de modèles multi-agents dans une démarche d'aide à la décision.

## 3.2 Publications

1. F. Bousquet, I. Bakam, H. Proton et C. LePage. 1998. Cormas : Common-Pool Resources and Multi-Agent Systems. pp. 826-837 in A.P. del Pobil, J. Mira et M. Ali (eds), *Tasks and methods in applied artificial intelligence*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1416. Springer-Verlag, Berlin.
2. V. Ginot et C. LePage. 1998. Mobidyc, a generic multi-agents simulator for modeling populations dynamics. pp. 805-814 in A.P. del Pobil, J. Mira et M. Ali (eds), *Tasks and methods in applied artificial intelligence*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1416. Springer-Verlag, Berlin.
3. M. Antona, F. Bousquet, C. LePage, J. Weber, A. Karsenty et P. Guizol, 1998. Economic Theory of Renewable Resource Management : A Multi-Agent System. pp. 61-78 in : J. Sichman, R. Conte et N. Gilbert (eds), *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1534. Springer-Verlag, Berlin.
4. S. Lardon, C. Baron, P. Bommel, F. Bousquet, C. LePage, R. Lifran, P. Monestiez et P. Reitz, 1998. Modéliser les configurations et les stratégies spatiales dans un système multi-agents pour la maîtrise de dynamiques d'embrouillement. pp. 51-63 in : *Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Environnement et des Territoires (SMAGET)*, colloque organisé par le Cemagref et l'Engref à Clermont-Ferrand, du 5 au 8 octobre 1998.
5. Q. Zunga, A. Vagnini, C. LePage, I. Touré, E. Lieurain et F. Bousquet. 1998. Coupler Systèmes d'Information Géographique et Systèmes Multi-Agents pour modéliser les dynamiques de transformation des paysages. Le cas des dynamiques foncières de la moyenne Vallée du Zambèze (Zimbabwe). pp. 219-230 in : *Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Environnement et*

*des Territoires (SMAGET)*, colloque organisé par le Cemagref et l'Engref à Clermont-Ferrand, du 5 au 8 octobre 1998.

6. J.D. Rinaudo, S. Morardet et C. LePage. 1998. Un modèle multi-agents pour analyser l'impact de différents scénarios de gestion des périmètres irrigués au Pakistan. pp. 205-217 in : *Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Environnement et des Territoires (SMAGET)*, colloque organisé par le Cemagref et l'Engref à Clermont-Ferrand, du 5 au 8 octobre 1998.
7. R. Lifran, C. LePage, I. Bakam et F. Bousquet. 1998. Externalités de voisinage, communication entre agents et pareto optimalités - Etude théorique et par un Système Multi-Agent. In : *Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Environnement et des Territoires (SMAGET)*, colloque organisé par le Cemagref et l'Engref à Clermont-Ferrand, du 5 au 8 octobre 1998.
8. O. Anneville, P. Cury, C. LePage, J.P. Treuil. 1998. Modelling fish spatial dynamics and local density-dependence relationships : detection of patterns at a global scale. *Aquat. Living Resour.*, 11(5) : 305-314

## 4 Perspectives 1999

- Les quatre points listés au paragraphe "cadre de travail" dans la première partie de ce rapport seront à consolider au cours de l'année 1999.
- Le travail de valorisation des acquis de l'équipe Green en terme de modélisation représente un point stratégiquement très important, car il devrait permettre d'asseoir une position de leader dans le domaine de la modélisation de l'usage des ressources renouvelables au sein de la communauté française. Cette position nous confère une certaine crédibilité et fait de notre équipe un partenaire recherché lors du montage de projets faisant intervenir d'autres instituts de recherche (principalement INRA, CEMAGREF, ORSTOM). L'enjeu est de proposer une méthode aboutie d'aide à la décision (et éventuellement à la négociation), depuis la mise à disposition d'un outil de simulation dédié plus généralement à l'usage de ressources partagées, jusqu'à la définition d'une démarche pour l'utilisation des modèles dont notre plate-forme de simulations (CORMAS) facilitera la construction. Le travail qui débute dans le cadre de l'action incitative ciblée "Validité des SMA" s'inscrit dans cet objectif de mise au point d'une méthodologie.
- En combinant mes centres d'intérêt (écologie) à ceux de Martine Antona (économie) et de François Bousquet (sciences sociales), je pense que l'équipe Green est en mesure de proposer un projet de recherche en continuité avec ce qui a été réalisé depuis cinq ans, mais recentré sur un thème en rapport avec la dimension spatiale de l'économie de l'environnement (concept de " spatial ecological economics " à traduire en français). Les systèmes multi-agents représentent un outil aux capacités d'intégration intéressantes pour travailler à l'intersection de ces trois champs disciplinaires, et le fait de partager cette même approche au sein d'une équipe où se rejoignent des compétences complémentaires devrait nous permettre d'avancer efficacement dans cette voie prometteuse.
- D'un point de vue plus personnel, après quelques années passées à travailler dans un contexte de Sciences de la Vie, la découverte des Sciences Sociales passe pour moi idéalement par la géographie. Je pense plus particulièrement à un domaine intitulé "Landscape Ecology" par les anglo-saxons, qu'on pourrait traduire en français par "Ecologie des Paysages" bien que le terme ne reçoive pas encore d'échos signifiants dans la communauté française des géographes, d'après discussions avec Clouet , Caron ou Imbernon.
- Les connexions avec l'écologie (au sens discipline scientifique, encore très largement sous-employé en France) sont amenées à se renforcer dans la quasi-totalité des programmes scientifiques dont l'objet d'étude est en rapport avec la transformation des espaces support de production. Le département TERA s'inscrivant clairement dans ce cadre, j'espère pouvoir contribuer en son sein au développement d'activités de recherche et de formation relatives à cette question.

CIRAD TERA  
Territoire, Environnement et Acteurs

## Rapport d'activités 1998

**P. MORANT**

### **I - Identification**

#### I.1) Identification du chercheur

**Philippe MORANT**, programme ERE  
Affecté à Conakry en Guinée depuis octobre 1997  
En poste à l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée (IRAG)  
Conseiller auprès du Directeur Scientifique

#### I.2) Cadre de travail

L'**IRAG** est une institution nationale de recherche agronomique (SNRA) créée en 1989 et comprenant une centaine de chercheurs guinéens. Des programmes de recherche sont conduits dans des centres régionaux de recherche agronomique (Foulaya, Bareng, Bordo et Sérédou) répartis à l'intérieur du pays dans les 4 régions naturelles. Une Direction Générale, à Conakry, assure les services d'appui (administratifs, financiers) et comprend la Direction scientifique (Appui scientifique, programmation, formation, valorisation, documentation).

Dans le cadre de la coopération entre la France et la Guinée, la Coopération Française apporte un soutien financier à l'IRAG au travers d'un "**Projet d'appui à la recherche guinéenne**" et le CIRAD contribue à la réalisation de ce projet (mise à disposition de chercheurs, encadrement scientifique, mise en oeuvre).

Je suis chargé d'appuyer le **Directeur Scientifique** et ses principaux collaborateurs dans leurs tâches d'encadrement des programmes de recherche. Plus particulièrement, je suis chargé d'animer les équipes **recherche-système** et de perfectionner leur mode de fonctionnement par l'appropriation de nouveaux outils d'analyse. A cet effet je suis responsable de la mise en place d'un **Système d'Information Géographique** dans l'institution pour améliorer la connaissance du milieu et la programmation de la recherche. Dans ce domaine, je dois participer à la formation **de jeunes chercheurs** guinéens, développer les relations avec les universités et impliquer l'IRAG **dans des initiatives** éco-régionales.

## II - Faits saillants durant l'année 1998

### II.1 ) Evolution institutionnelle

Suite à une mission d'expertise pour le Ministère français de la Coopération (avril 1997) et à la proposition d'un projet concernant le développement de l'outil SIG à l'IRAG, les termes de référence du poste ont été définis de façon tripartite (CIRAD, IRAG et COOP). L'objectif prioritaire était de rendre opérationnel le système d'information géographique dans les structures de l'IRAG, en fonction des moyens existants et des apports du FAC, et de l'utiliser dans le cadre de la programmation de la recherche et dans le développement des activités des équipes recherche-système.

Comme il me l'a été demandé, mes activités ont été conduites au sein des structures de l'IRAG, notamment la **Direction Scientifique** mais aussi les **coordinations scientifiques** des centres de recherche régionaux. J'ai donc, de façon progressive en 1998, participé activement au fonctionnement et à l'orientation de celles-ci : l'élaboration de la programmation à moyen terme de l'institut, la réorientation des programmes recherche-système, l'élaboration du plan de formation, la mise au point d'un statut de formation insertion pour les jeunes chercheurs, ...

### II.2 ) Evolution scientifique

Le suivi des activités scientifiques de l'institut m'a amené à mettre mes compétences au service de l'IRAG. A cet effet, j'ai appuyé plusieurs chercheurs dans la finalisation de leurs publications, j'ai participé à la rédaction des actes des journées du partenariat, ainsi qu'à la rédaction du périodique "IRAG-Infos".

Dans le domaine de la formation, j'ai mis en oeuvre plusieurs modules de formation pour la recherche-système et l'utilisation de logiciels.

J'ai participé à la rédaction du nouveau projet FAC "Appui à la recherche guinéenne", et à une redéfinition des profils des nouveaux chercheurs devant y participer. Dans l'exécution de ce projet, je participe au suivi scientifique et à la **coordination des différentes composantes**.

### II.3 ) Choix stratégique

Tout au long de l'année 1998, mon intervention auprès de l'IRAG a évolué vers une plus grande implication dans le fonctionnement de la Direction Scientifique, et donc en développant des activités de conseil et **d'appui scientifique**.

La mise en place d'un **S.I.G.** à l'IRAG et son utilisation par les chercheurs de l'IRAG reste la priorité de mon action et la réalisation de ce projet se poursuivra normalement durant 3 ans.

### III - Activités

#### III.1 ) Activités menés

Durant l'année 1998, les principales activités ont concerné :

- le projet FAC "Appui à la recherche",
- le démarrage des activités SIG,
- l'animation scientifique,
- les activités éco-régionales.

#### *- le projet FAC "Appui à la recherche"*

Dans le cadre de l'appui financier de la Coopération française, le projet 22/CD se terminait en 1998. Une évaluation a été effectuée par des experts indépendants et une restitution des résultats scientifiques du projet a été organisée ("**Journées du partenariat** IRAG-CIRAD). Une synthèse des communications a été rédigée et publiée. Durant l'année 1998, j'ai participé à l'élaboration du nouveau projet qui été soumis et approuvé par le Comité Directeur du FAC. Dans ce nouveau projet, des nouvelles orientations ont été introduites, notamment en ce qui concernent une **approche systémique** des programmes de recherche (système à base coton, systèmes cultures pérennes, systèmes agro-pastoraux) et des actions programmées de **formation de jeunes chercheurs** guinéens sous la responsabilité des assistants techniques.

#### *- le démarrage des activités SIG*

Dans le cadre de la mise en place d'un SIG à l'IRAG, nous avons proposé d'installer progressivement des unités à vocation régionale dans les centres régionaux de recherche agronomique. Ces unités seront utilisées par les équipes recherche-système dans un premier temps, puis progressivement mises à la disposition des autres chercheurs. En 1998 **deux unités** ont été installées à Bordo et Sérédou que) et rendues fonctionnelles (**formation** de 4 chercheurs à l'Université, fournitures de fonds de cartes et d'informations de base). Les chercheurs concernés ont rassemblé de nombreuses informations (statistiques, cartes, ...) et démarré des **activités de production** (cartes administratives, zonage agro-écologiques, zonage équi-problématique). J'ai démarré l'embryon d'une unité SIG supplémentaire au niveau de la Direction Générale à Conakry pour assembler les données provenant des unités régionales. A cet effet j'encadre une stagiaire de DEA (Université de Conakry) sur le thème "Mise au point d'une méthodologie pour les zonages équi- problématiques".

*- l'animation scientifique*

L'animation des équipes recherche-système a débuté en 1998 par un atelier qui avait pour objectif de faire le point des activités et de programmer les actions de recherche pour la campagne 1998. Par la suite des visites de terrain ont permis de vérifier les dispositifs et la rigueur scientifique des travaux conduits. Face aux difficultés et en fonction des besoins exprimés, nous avons organisé une **formation** à la conception des enquêtes en milieu paysan et à l'analyse des résultats au moyen du logiciel **WINSTAT**.

En 1998, j'ai participé à l'élaboration du **programme d'activités de 1998** et à sa budgétisation, ainsi qu'à son évaluation.

*- les activités éco-régionales*

Suite à la mission d'expertise (voir ci-dessous), les activités du pôle PRASAO n'ont pas connu d'avancée marquante durant l'année 1998, outre une réunion des partenaires à Bamako en juillet pour finaliser les projets de recherche. Deux responsables guinéens ont pu participer à cette rencontre.

### III.2 ) Produits

Une **mission d'expertise** a été réalisée fin 1997 en Côte d'Ivoire, au Mali et au Burkina dans le cadre des pôles régionaux sur des fonds CIRAD (Programme APS et appel d'offre éco-régionalité) sur la faisabilité d'un observatoire du développement dans le cadre du **PRASAO** dans le cadre des SNRA.

J'ai participé en 1998, à une **mission d'expertise** (CIRAD-IRAG) sur financement AFD pour l'étude des stratégies des producteurs de café en Guinée Forestière.

### Publications

LOMPO F., MORANT P. (1997) "Rapport de mission en Côte d'Ivoire, au Mali et au Burkina Faso (17 au 31 décembre 1997) - Faisabilité d'un Observatoire du Développement dans le cadre du Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique de l'ouest" - PRASAO - CIRAD - INERA - 30 pages + annexes

WAGUE S., MORANT P., GUILAVOGUI F. (1998) "Partenariat IRAG-CIRAD - Actes des journées de Foulaya (9 et 10 avril 1998)" - IRAG/CIRAD/Coopération Française - 45 pages + annexes



GUILLOBEZ S., BECLIER D., GOUNEL C., MORANT P. - "Exemple de zonage du milieu agricole pour la préparation du PRASAC - An example of zoning agricultural environments in preparation for PRASAC" - Poster présenté au 16ème Congrès Mondial de Science du Sol - AISS - Aout 98 Montpellier.

GOUT B., MORANT P., PESCAYE M., KOUROUMA H., SOUARE D., SOUMAH J.P. - (1999) - "Etude des stratégies des producteurs de café en Guinée Forestière" - CIRAD-IRAG/MAEF Guinée - 63 pages + annexes

#### IV - Perspectives 1999

En 1999, il est prévu d'installer **deux nouvelles unités SIG** régionales (Bareng et Foulaya) avec les mêmes conditions que celles installées en 1998 (matériel informatique, formations, bases de données, démarrage des activités). L'unité centrale de Conakry sera développée avec le recrutement et la **formation d'un jeune chercheur**. Il est programmé une **formation** sur la conception des bases de données géo-référencées avec l'appui du programme ERE du CIRAD. Un spécialiste du milieu naturel doit aussi venir appuyer les équipes régionales pour l'étude du **milieu naturel** et la production de documents cartographiques.

Il est envisagé d'appuyer les projets de développement opérant en zone forestière par un **observatoire de la Guinée Forestière** (proposition soumise à l'AFD). L'IRAG et notamment l'équipe recherche-système dotée d'un SIG à Sérédouo doit pouvoir s'y impliquer et jouer un rôle de coordinateur dans cet observatoire. Il est prévu d'y développer les activités de télédétection, en liaison avec le programme ERE de Montpellier.

Dans le cadre de l'appui scientifique, les actions seront surtout orientées vers la recherche-système et la mise en place d'une nouvelle approche en milieu paysan pour l'étude et le suivi des **transferts de technologies**. Cette approche sera développée avec les différents partenaires du développement (structures de vulgarisation, organisations paysannes, ONG, projets, ...). Il est prévu la poursuite des **formations** initiées en 1998 en matière d'analyse statistiques des résultats obtenus en milieu paysan (enquêtes, expérimentations en milieu réel). Je poursuivrai ma participation à la finalisation et la mise en oeuvre de la **programmation à moyen terme** (1999-2002) de l'Institut, ainsi qu'aux différentes actions de programmation, d'évaluation de la Direction scientifique.

L'appui en matière de valorisation scientifique des travaux de recherche menés dans les centres de l'IRAG sera aussi renforcé (publications, création d'une revue IRAG, documentation).

## RAPPORT D'ACTIVITES 1998

### I - Identification

#### I.1) Identification du chercheur :

Nom : **NOEL**

Prénom : **Aurélie**

Programme : **TERA**

Lieu d'affectation :

**CERTOP (CNRS) : Centre d'Etudes et de Recherches sur les Techniques, les Organisations et le Pouvoir , Maison de la Recherche, Université Toulouse Le Mirail, Toulouse**

**CIRAD-TERA, Montpellier**

Partenaire : **CPATSA-Embrapa, Petrolina, Bresil**

Fonction : **Allocataire de recherche**

#### I.2) Cadre de travail

**Activité :** Thèse pluridisciplinaire en Etudes Rurales, option sociologie des organisations sur "*L'apprentissage de l'action collective pour la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués dans un contexte de désengagement de l'Etat : étude de cas à Petrolina et Juazeiro (Brésil)*"

**Objectifs généraux :** Analyser sous un angle sociologique les relation entre des acteurs individuels et collectifs autour de la gestion de l'eau sur un périmètre irrigué, le tout dans un contexte de désengagement de l'Etat. Plus précisément, il s'agit de comprendre comment les acteurs interagissent, négocient et règlent ou non leurs conflits autour des quatre fonctions interdépendantes suivantes :

1. l'exploitation du périmètre (distribution de l'eau),
2. maintenance du périmètre,
3. le choix des modalités de tarification,
4. la gestion des redevances en eau.

Les questions posées par les organismes gestionnaires des deux périmètres étudiés (Curaça et Nilo Coelho) tiennent essentiellement au problème des redevances impayées croissantes et à des aspects qui lui sont liés tels que le développement de la participation des producteurs à l'organisation de gestion du périmètre et l'organisation des producteurs en matière de commercialisation et de transformation des produits.

Les résultats attendus de ce travail en matière de développement sont, d'une part l'élaboration d'une grille permettant d'analyser rapidement la composante sociale du fonctionnement des organisations, d'autre part de formaliser la composante

organisationnelle d'un modèle général proposé par Pierre Yves Le Gal. Il s'agira alors d'évaluer les marges de manoeuvre sociales que recèle l'organisation, dans la recherche de solutions de compromis acceptables collectivement face à des dysfonctionnements et des conflits relatifs à la gestion de l'eau sur le périmètre.

**Objectifs 1998** : traiter les données recueillies sur le terrain en 1996 et 1997, en vue de la rédaction de la thèse

## **II - Faits saillants durant l'année 1998**

### *II.1) Evolution institutionnelle*

Après un coencadrement actif en 1996 entre le CIRAD et le CERTOP pour démarrer la thèse, j'ai préféré être suivi de près par le CIRAD durant 1997 pour ma phase de terrain au Brésil et en 1998 par le CERTOP (l'université) pour la phase d'analyse sociologique des données. La phase de rédaction en 1999 se fera sous la direction d'une équipe de pilotage CERTOP-CIRAD/TERA.

### *II.2) Evolution scientifique*

Le traitement de données qualitatives (entretiens semi-directifs) est laborieux, si on veut le faire correctement. Ce n'est économiquement pas rentable pour un organisme de recherche, aux vues du temps passé dessus, bien que les informations soient beaucoup plus riches sociologiquement parlant qu'une recherche sur données quantitatives. Cependant on ne m'y reprendra pas deux fois.

### *II.3) Choix stratégique*

?

## **III - Activités**

### *III.1) Activités menées*

Participation au séminaire d'une semaine (avril 98) sur la problématique de "Le développement durable" du CEP de Florac (48)

Analyse de données statistiques socio-économiques sur les périmètres irrigués de Nilo Coelho (Petrolina) et Curaça (Juazeiro) issues d'une recherche du CPATSA-Embrapa de Petrolina et de données quantitatives (50 entretiens semi-directifs de 30 à 60 pages chacun)

Lecture de la bibliographie ramenée du Brésil et recueillies dans les bibliothèques françaises

Lecture et traduction de Orstrom E., *Crafting institutions for Self-Governing Irrigation Systems*, ICS Press, Sao Francisco, 1992, 111p.

Traduction, analyse et écriture de synthèses bibliographiques, de synthèses de données et de nombreux documents de travail

### III.2) Produits

Documents de travail, traduction, synthèses bibliographiques, analyses statistiques :

NOEL A. (1998), *Profil technico-socio-économique de colons débiteurs et créditeurs de l'eau dans le périmètre irrigué de Curaça*, traduction de la version portugaise, document de travail, 52p.

NOEL A. (1998), *Profil des colons du périmètre irrigué Senador Nilo Coelho et causes de leur endettement en eau*, traduction de la version portugaise, document de travail, 39p.

NOEL A.; (1998), *Représentation de l'Upropic par ses membres : questions ouvertes du questionnaires du Cpatsa de décembre 96*, traduction de la version portugaise, document de travail, 5p.

NOEL A. (1998), *Synthèse historique des périmètres irrigués et de leur gestion de l'eau*, document de travail, 29p.

NOEL A. (1998), *Problématique de l'apprentissage à l'action collective : exemple autour du paiement de l'eau, Partie I : les stratégies individuelles d'exploitation*, document de travail, 53p.

NOEL A. (1998), *Problématique de l'apprentissage à l'action collective : exemple autour du paiement de l'eau, Partie II : Le statut de l'action collective dans les districts d'irrigation*, document de travail, 31p.

NOEL A. (1998), *Grilles de lecture comparatives des entretiens des fonctionnaires de la Codevasf, des gérants de districts, des petits producteurs, chefs d'entreprises agricoles, d'employés de districts*, document de travail, 200p.

NOEL A. (1998), *Synthèse des actes du conseil d'administration du DIC, de l'UPROPIC et du DISNC*, document de travail, 61p.

NOEL A. (1998), *Tableau comparatif des objectifs du statut des districts d'irrigation étudiés et des décisions concrètement prises par les conseils d'administrations de ces trois districts d'irrigation, d'après les actes de leurs réunions*, document de travail, 12p.

NOEL A. (1998), *Tableau comparatifs des décisions prises vis à vis des problèmes de tarification et de paiement de l'eau par les conseils d'administration des trois districts étudiés*, document de travail, 38p.

NOEL A. (1998), *Statut type d'un district d'irrigation de périmètre irrigué de la Codevasf*, document de travail, 15p.

#### **IV - Perspectives 1999**

Rédaction et soutenance de la thèse d'ici septembre 1999

En cours de rédaction à ce jour la partie I

Première partie : la dynamique organisationnelle : étude de la mise en place, des changements et des problèmes des organisations de gestion de l'irrigation

**ch 1 : présentation, historique, description des zones étudiées**

ch 2 : le cas de Curaça

ch 3 : le cas de Nilo Coelho

ch 4 ou conclusion de la partie : synthèse comparative

---

---

**Rapport d'activités 1998**  
**Jean-Marie Paillat**  
**Cirad Tera / Ere / La Réunion**

---

## **I. Identification**

### **I.1. Identification du chercheur**

Nom : PAILLAT

Prénom : Jean-Marie

Programme : Espaces ressources

Lieu d'affectation : Saint Denis, La Réunion

Fonctions : Ingénieur de recherche, correspondant du programme Ere

### **I.2. Cadre de travail**

Le Cirad Réunion s'appuie sur des financements provenant du BCRD et des collectivités locales dans le cadre d'une convention pluriannuelle établie entre le Cirad, le Conseil Général et la Région. Des conventions particulières annuelles viennent en complément à ce financement de base. La programmation des activités de recherche, actualisée chaque année, vise à répondre à deux objectifs : (i) mettre en œuvre des recherches, dont les résultats peuvent être généralisables aux zones tropicales permettant ainsi de répondre au mandat du Cirad, et (ii) répondre aux questions posées par les partenaires techniques et financiers de l'île de La Réunion avec une implication dans la zone sud-ouest de l'océan Indien. Cette programmation croise des dispositifs de recherche en appui aux filières agricoles et des dispositifs constituant des pôles de compétences scientifiques.

Mes activités se situent donc au sein du projet 942 "gestion des espaces et des ressources renouvelables", dont j'assure la coordination, et en appui à la filière Elevage (responsable Ph. Hassoun). Ce projet avec le projet 931 "Systèmes diversifiés durables pour les Hauts" constituent le pôle "agriculture durable, environnement et forêt" en émergence, dont j'assure également l'animation avec M. Piraux, coordinateur du projet 931, et A. Chabanne, responsable du dispositif agriculture des Hauts. Avec l'affectation de P.F. Chabalier (op 94209) et de F. Guerrin, chercheur de l'Inra (op 94210), une équipe de recherche a été constituée fin 1997 autour du thème de la gestion des déchets organiques par l'agriculture. Auparavant au Cirad, station de la Bretagne, je suis localisé, depuis début février 1999, à la Maison régionale des sciences et de la technologie (MRST), avec l'ensemble de l'équipe "gestion des déchets organiques".

En 1998, j'ai conduit deux opérations de recherche : (i) op 52402, gestion des ressources fourragères qui s'achève en 1998 suite à dix années de travaux, et (ii) op 94205, gestion des effluents d'élevage. Démarrée en 1995 à l'occasion d'un projet Cordet<sup>1</sup>, cette dernière opération a été à l'origine du montage de l'équipe "gestion des déchets organiques" ; elle prend actuellement de plus en plus d'importance dans mes activités et a débouché, en 1998, sur la préparation conjointe d'une ATP avec F. Guerrin. D. Renault et L. Carut, affectée en décembre 1998, volontaires à l'aide technique ont participé pour totalité de leur temps à cette opération de recherches.

L'opération 94205 a pour objectif de proposer des solutions pour une meilleure valorisation des déjections animales en caractérisant les flux dans les exploitations et les échanges de matière organique entre exploitations. Pour cela, elle repose sur l'analyse des pratiques de gestion des déchets. Plus

---

<sup>1</sup> Paillat J.-M., 1998. Gestion des effluents d'élevage à La Réunion : transformer la nuisance en fertilité - Programme de recherche CORDET 94 DA 51 - Rapport final. Rapport Cirad-Tera, S<sup>t</sup> Denis de la Réunion, 63 p.

largement, cette opération de recherche s'intéresse aux flux de biomasse (mobilisation de supports carbonés pour le traitement des effluents) et aux transferts de fertilité (exportation de compost) à une échelle régionale.

## II. Faits saillants durant l'année 1998

### II.1. Evolution institutionnelle

La principale évolution concerne la réforme du management du Cirad. Celle-ci a eu pour conséquence la répartition des agents de l'ex Sar en poste à La Réunion dans divers programmes : Ere, THI, Cas. Pour des raisons de préférence des agents locaux et de continuité par rapport à l'ancienne structure Sar, dont j'étais représentant, la gestion du secrétariat de Tera (J. Carpanin affectée au programme Ere, et qui assure le secrétariat de l'Armes à mi-temps) reste sous ma responsabilité. Il en est de même pour les agents de l'atelier (L. Gauvin et F. Mouniapin affectés au programme Ere) qui travaillent surtout pour l'équipe "gestion des déchets organiques".

### II.2. Evolution scientifique

Après de nombreuses années passées à La Réunion, il me paraît utile, à l'occasion de ce rapport de faire un point sur mon parcours scientifique. Affecté en tant que Vat fin 1983, j'ai tout d'abord été en appui durant 2 ans à l'opération de recherche sur la petite mécanisation pour la diversification des cultures en zone de montagne. A partir de mi 1985, j'ai pris en charge une opération de recherche sur la mécanisation des productions fourragères. Différentes recherches et expérimentations ont été menées durant 3 ans sur l'installation et le renouvellement des prairies.

A partir de 1989, mes travaux, initialement tournés vers la mécanisation, se sont orientés vers la gestion des ressources fourragères, constituant ainsi une seconde opération avec des objectifs scientifiques mieux définis. Mes recherches sur les ensilages ont débouché sur la rédaction d'une thèse de doctorat à l'INA-PG<sup>2</sup> ; ils ont été complétés par des recherches sur la récolte et le traitement des pailles de canne, mais également sur la gestion des systèmes fourragers (typologie, règles de décisions). Ces recherches s'achèvent maintenant en 1998 par la rédaction de publications (en cours) et d'un ouvrage collectif<sup>3</sup>.

Parallèlement, depuis 1995, mon activité s'est orientée vers la gestion des effluents d'élevage, thème d'importance à La Réunion et ailleurs, pour lequel le Cirad n'était pas ou peu impliqué. Ce thème me permet d'élargir le champ de mes recherches initiales (ressources fourragères), avec comme axe structurant la gestion de ressources en biomasse et fertilité.

### II.3. Choix stratégiques

Outre la poursuite et la finalisation des actions antérieures, notamment à travers la rédaction de l'ouvrage "Elevage", sur le plan stratégique, mon activité s'est axée vers la recherche d'un partenariat pour l'ATP préparée et présentée avec succès par F. Guerrin et moi-même. Ainsi, des contacts ont été établis avec l'unité sols et agronomie de l'Inra Rennes-Quimper (Ph. Leterme, T. Morvan et L. Ruiz), avec les zootechniciens de l'Inra Rennes (J.Y. Dourmad, J.L. Peyraud) et les agronomes de l'Inra Sad Grignon (F. Papy et C. Aubry), F. Guerrin se chargeant de réunir des compétences en modélisation.

<sup>2</sup> Paillat J.-M., 1995. *Etude de l'ensilage en balles enrubbannées sous climat tropical d'altitude - Cas des fourrages tempérés et tropicaux récoltés à l'île de La Réunion*. Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris-Grignon. Paris, 300 p.

<sup>3</sup> Mandret G., Blanfort V., Hassoun Ph., Paillat J.-M., Tillard E., 1999. *Elevage bovin à La Réunion : synthèse de 15 ans de recherches*. Collection Repères, Cirad, à paraître.

L'ATP<sup>4</sup>, financée pour 3 ans, constitue à présent l'essentiel de mes activités de recherche. Réunissant des équipes d'agronomes et de modélisation, elle vise la construction de représentations de la gestion des déchets et des transferts de fertilité aux niveaux de l'exploitation et inter-exploitations. Elle a comme objectif "de vérifier la pertinence et de préciser les modalités de l'utilisation de différentes méthodes de modélisation comme outils : (i) permettant d'améliorer la connaissance des systèmes de gestion des effluents d'élevage, (ii) de conception et de test de stratégies de gestion à définir en relation avec les acteurs, (iii) de négociation entre acteurs pour trouver des solutions à la valorisation des déchets, et (iv) d'analyse prévisionnelle pour les décideurs (politique agricole de l'île)".

En complémentarité, persuadé que la structuration de nos activités de recherches sous la forme d'un pôle de compétences autour des relations agriculture-environnement constitue pour le Cirad un enjeu (pluri-disciplinarité, affichage local), je poursuis mes activités de coordination de projet et d'animation du pôle "Agriculture durable, environnement et forêt".

### III. Activités

#### III.1. Activités menées

##### Activités de recherche

Quatre actions principales ont été conduites en 1998 :

1. analyse de la production et de l'utilisation des effluents porcins à Grand-Ilet,
2. suivi de la quantité et de la qualité des lisiers de porcs,
3. modélisation technico-économique de divers procédés de traitement des lisiers de porcs,
4. modélisation des flux d'azote dans les exploitations laitières.

Le GEGI et la CPPR, avec l'appui de l'APR, ont souhaité réaliser un diagnostic de la production de lisier sur le site de Grand-Ilet. Ce diagnostic, réalisé par le Cirad, montre une situation difficile des éleveurs de porcs face à la valorisation des lisiers. Les 56 élevages enquêtés (25 adhérents à la CPPR, 31 indépendants), dont 22 sont membres du GEGI, représentent un cheptel total de 850 TNE et une production d'effluents porcins de 17000 t (15500 t de lisier, 1000 t de purin et 500 t de fumier). De plus, ces élevages font aussi d'autres spéculations animales qui produisent des effluents (3300 t de litière de volailles, 2700 t de lisier et fientes de poules, 300 t de fumier de bovins). Les surfaces de ces exploitations sont très réduites en raison de la topographie des lieux : en moyenne 1.3 ha de surface cultivée et 2 ha de friches. Compte tenu de l'enclavement, le lisier est intégralement épandu sur le site, alors que les litières de volailles sont compostées à 70% et que la totalité des fientes de poules l'est également, le compost produit étant en partie exporté de la localité (environ 50%). Les doses d'azote et de phosphore apportées aux cultures ou aux friches sont donc très élevées (en moyenne 1.5 t d'azote et 1.3 t de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par ha et par an), dépassant très largement les besoins des plantes. Les risques de pollution sont donc importants. Les éleveurs, bien que peu informés des risques liés à la surfertilisation organique des cultures, sont conscients des problèmes engendrés par cette mauvaise gestion des effluents et souhaitent pour 80% d'entre eux mettre en place une solution collective pour le traitement des lisiers. Cette unité devra traiter environ 11000 m<sup>3</sup> par an, soit la production de 550 TNE. Compte tenu de la saturation du site, les produits issus du traitement devront en grande partie être exportés.

---

<sup>4</sup> Paillat J.-M., Guerrin F., 1998. *Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité : gestion des effluents d'élevage à La Réunion*. ATP 99/60 acceptée par la DS le 24/12/98.



En complément à ces enquêtes, un suivi de la production de lisier a été mis en place dans un élevage. Différentes fosses de stockage sont utilisées (maternité, post-sevrage, engraissement). Des mesures de hauteur sont effectuées tous les 15 jours dans chacune des fosses, de même qu'un prélèvement pour analyses au laboratoire. Les vidanges sont notées par l'éleveur, ainsi que tous les paramètres d'élevage (entrées et sorties d'animaux, mortalité, alimentation ...). De plus, en collaboration avec la CPPR, un suivi de compostage de lisier sur bagasse est en cours dans cet élevage. Le traitement des données sera réalisé en 1999.

Différents procédés de traitement des lisiers de porcs sont en cours d'évaluation. A partir des données de plusieurs constructeurs, un modèle sur tableur a été élaboré de manière à comparer les procédés entre eux (bases de calculs identiques), à prévoir leur fonctionnement à partir du lisier produit sur le site (analyses faites dans l'action 2) et à faire varier la quantité de lisier à traiter (taille du cheptel). Ce modèle permet de déterminer pour chacun des procédés testés (nitrification-dénitrification, biofiltration, coagulation-floculation-pressage, compostage) les quantités et qualités des produits issus des transformations, de dimensionner les installations, d'évaluer le montant d'investissement et de prévoir les coûts de fonctionnement.

Dans un contexte de forte intensification de la production laitière permise par l'achat de fourrages à l'extérieur de l'exploitation et l'apport de concentrés, la SICA-lait se préoccupe de la gestion des effluents d'élevage qui saturent la surface fourragère parfois très restreinte dans certaines régions. Le Cirad a proposé une étude des flux d'azote externes et internes à l'exploitation. Une trentaine d'exploitations ont été enquêtées, des bilans azotés (entrée-sortie) ont été réalisés pour 21 d'entre elles. Cette étude montre des risques pour l'environnement différents selon le type d'exploitation. Une typologie basée sur 3 critères : le surplus d'azote de l'exploitation, ce même surplus rapporté à la SFP et la part relative de chaque unité interne à l'exploitation (élevage, stockage, cultures) dans ce solde, est proposée. Globalement, les exploitations laitières réunionnaises présentent des risques importants liés à l'alimentation (excès d'azote par rapport aux besoins des animaux et déséquilibre entre énergie et azote dans le rationnement), à la conduite de la SFP (excès d'azote apporté par les fertilisants minéraux et organiques par rapport aux exportations de fourrages), aux prairies (retournement, apports d'effluents, restitutions et pression au pâturage) et enfin au stockage (saturation et étanchéité des installations, dilution, transferts entre exploitation).

#### **Activité de formation**

Deux stagiaires ont été accueillis en 1998 : Sophie Chollet, diplôme d'agronomie approfondie de l'Ensa de Rennes, et Ilias Baba-Moussa, diplôme d'études supérieures des techniques d'outre-mer, Istom, Cergy (en appui à l'opération 94209 conduite par PF Chabalière).

#### **Coordination d'équipes**

Correspondant et ordonnateur des dépenses du programme Ere et encadrement du secrétariat Tera,  
 Coordinateur du projet "Gestion des espaces et des ressources renouvelables",  
 Co-animateur du pôle "Agriculture durable, environnement et forêt",  
 Co-responsable scientifique de l'ATP "Modélisation des flux de biomasse et des transferts ..."

#### **Missions effectuées**

15 septembre : contact Inra Sad Grignon (F. Papy et C. Aubry)

17-23 septembre : SPACE à Rennes et visite de procédés de traitement des effluents porcins.

24-25 septembre : contacts Inra Rennes (Ph. Leterme, T. Morvan, L. Ruiz, J.Y. Dourmad, J.L. Peyraud) et Ensa Rennes (soutenance S. Chollet).

1-4 décembre : contacts Cirad Montpellier et soutenance d'ATP.

### Missions reçues

- 18-19 mai : Bousquet François, Animateur axe "gestion de la production et des ressources renouvelables", Programme Espaces Ressources, Cirad-Tera.
- 24 avril : Le Gal Pierre-Yves, Chercheur, programme Espaces Ressources, Cirad-Tera.
- 11 au 17 juillet : Leterme Philippe, Professeur Ensa Rennes, directeur du laboratoire Inra sols-agronomie de Rennes Quimper.

### Communications et présentations diverses

- 23-28 mars : communication à Antsirabé, Madagascar, par P.F. Chabaliér.
- 15 juillet : présentation du pôle "agriculture durable, environnement et forêt" devant le comité tripartite Cirad - Conseil Général - Région.
- 24-27 août : présentation d'un poster (Ag'Eng 98) à Oslo, Norvège, par S. Perret.
- 16 septembre : Présentation du projet d'ATP devant la commission scientifique de l'Ager.
- 6 octobre : exposé, auprès d'étudiant en BTS du Lycée agricole de St Paul, sur l'analyse des pratiques de gestion des effluents d'élevage et présentation de divers procédés de traitement.
- 5 novembre : présentation des activités 1998 et de la programmation 1999 devant la commission technique "Elevage", à St Pierre.
- 3 décembre : Présentation de l'ATP devant la commission d'évaluation à Montpellier.

### Autres activités

- Membre permanent du comité de lecture du Cirad Magazine Réunion.
- Participation aux réunions du groupe de travail Biomass, projet Cirad - Iremia (université).

## III.2. Produits

Publications (Voir liste en annexe)

### Réalisations informatiques

Participation à la conception des modèles informatiques Monalise (Guerrin et Paillat, à paraître) et Biomass (Guerrin *et al.*, 1998).

## IV. Perspectives

L'ATP constitue le cadre structurant de mes activités à venir. De part le rôle d'expert agronome que j'y joue et en tant que co-responsable avec F. Guerrin, mon activité s'exercera dans les trois thèmes envisagés et aura comme objectif la conception de scénarios de gestion de la matière organique réalistes par rapport aux données de terrain recueillies, et la confrontation des résultats de simulations avec les acteurs impliqués. Ces 3 thèmes sont définis comme suit :

- (i) couplage modèle d'exploitation et modèle collectif, principalement dans le cadre du développement du modèle Biomass avec l'Iremia,
- (ii) connexion modèle d'exploitation et modèles biophysiques, en liaison avec les agronomes et zootechniciens de l'Inra de Rennes et les technologues du Cirad-Gec de Montpellier,
- (iii) processus de décision et contrôle pour la maîtrise des flux de déchets, en liaison avec les agronomes de l'Inra-Sad de Grignon et du Cirad-Ere de Montpellier.

Le thème plus général "relations entre agriculture et environnement" est pour moi un domaine dans lequel je souhaite m'impliquer dans les années à venir. Je souhaite donc développer mes compétences d'agronome en ce sens, l'ATP et les collaborations qu'elle induit étant pour moi essentielles pour cela. A terme, je souhaiterais une affectation temporaire dans une équipe Inra travaillant dans ce domaine.

## ANNEXE : liste des publications

Chabalier P.-F., Farinet J.-L., Paillat J.-M., 1998. Gestion, traitement et valorisation agricole des effluents d'élevage à La Réunion - Premiers résultats. *Atelier international "gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien*, 23-28 mars, Antsirabé, Madagascar, 14 p.

Chollet S., 1998. *Flux d'azote dans les exploitations laitières - Relations avec les pratiques et conséquences sur la gestion des effluents dans la filière laitière*. Mémoire de DAA, Ecole nationale supérieure agronomique de Rennes, Cirad-Tera, Rennes, 54 p. + annexes.

Guerrin F., Courdier R., Calderoni S., Paillat J.-M., Soulié J.-C., Vally J.-D., 1998. Conception d'un modèle multi-agents pour la gestion des effluents d'élevage à l'échelle d'une localité rurale. *Journées francophones pour l'intelligence artificielle distribuée et les systèmes multi-agents (JFIADSMA '98)*, 18-20 novembre 1998, Pont à Mousson, France.

Guerrin F., Courdier R., Calderoni S., Paillat J.-M., Soulié J.-C., Vally J.-D., 1998. Biomas : un modèle multi-agents pour aider à la gestion négociée d'effluents d'élevage. *Colloque SMAGET. Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires*, 5-8 octobre 1998, Clermont-ferrand, France.

Paillat J.-M., 1998. *Gestion des effluents d'élevage à La Réunion : transformer la nuisance en fertilité - Programme de recherche CORDET 94 DA 51 - Rapport final*. Rapport Cirad-Tera, S<sup>t</sup> Denis de la Réunion, 63 p.

Paillat J.-M., Guerrin F., 1998. *Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité à l'échelle d'un territoire. Cas de la gestion individuelle et collective des effluents d'élevage à l'île de la Réunion*. Proposition d'action thématique programmée 99/60, Cirad Tera/Ere, La Réunion, 17p.

Paillat J.-M., Hassoun Ph., Perret S., Pirot R., 1998. Harvest of sugar cane straw - Drying and composition, ammonia / urea treatment and use for feeding dairy heifers. *International conference on agricultural engineering. Ag'Eng 98*, 24<sup>th</sup> - 27<sup>th</sup> august 1998, Oslo, Norway, 423-424.

### Publications en cours

Guerrin F., Paillat J.-M., à paraître. *Mona Lise : modèle numérique-symbolique d'aide à la gestion de lisiers d'élevages*. Rapport Cirad-Tera/Ere, S<sup>t</sup>-Denis, La Réunion.

Mandret G., Blanfort V., Hassoun Ph., Paillat J.-M., Tillard E., 1999. *Elevage bovin à La Réunion : synthèse de 15 ans de recherches*. Collection Repères, Cirad, à paraître.

Paillat J.-M., à paraître. *Ensilages d'herbe - I. Principe, techniques de récolte, incidences sur l'alimentation des ruminants*. Note de synthèse à l'intention des techniciens du développement. Rapport Cirad-Tera, CIRAD, S<sup>t</sup> Denis de la Réunion, 16 p.

Paillat J.-M., à paraître. Etablissement des prairies. In : *Plantes fourragères tropicales cultivées*, Cirad-EMVT, Montpellier, 21 p.

Paillat J.-M., Gaillard F. Air-tightness of wrapped bales and resistance of stretch film under tropical conditions. Article proposé à *Journal of Agricultural Engineering Research*, Silsoe.

Renault D., Paillat J.-M., 1999. *Analyse de la production et de l'utilisation des effluents porcins à Grand-Ilet, la localité de l'île de La Réunion (cirque de Salazie)*. Rapport Cirad-Tera (à paraître).

## Rapport d'activité 1998

### 1. Identification

#### a. Identification du chercheur

Passouant, Michel, Programme ERE, Montpellier, Chercheur

#### b. Cadre de travail

- Activité de recherche : Systèmes d'information, SIG
- Activités de formation : systèmes d'information, SIG et traitement d'enquêtes.

### 2. Faits saillants durant l'année 1998

#### a. Evolution institutionnelle

L'année 1998, avec la création du nouveau département, a vu disparaître le service INFOBIOM et mon affectation au programme ERE.

En fin d'année 1998, reprise de la co-animation du groupe IGAS, avec Ibra Touré d'EMVT

#### b. Evolution scientifique

Cette disparition d'INFOBIOM s'est traduite par l'abandon de la responsabilité opérationnelle du service informatique et un recentrage sur des activités scientifiques.

Dans ce contexte, et dans la continuité d'actions déjà engagées, j'ai concentré mes activités sur les systèmes d'information et système d'information géographique, en rapprochement avec le LIRMM (laboratoire d'informatique, de robotique et de micro-électronique de Montpellier).

### 3. Activités

#### a. Activités menées

##### i. 1er trimestre

- Rédaction rapport de mission de décembre 1997 à la SAED sur la réorganisation de la base de données de la SAED et l'intégration du volet hydraulique.
- Clôture des activités d'INFOBIOM : rédaction d'un rapport d'activité synthétique et de proposition pour assurer la continuité des tâches de services assurées précédemment par INFOBIOM.
- Participation aux réunions constitutives du programme ERE.
- Dans le cadre de la préparation de l'audit mission biométrie, j'ai préparé une note de synthèse des activités de formation réalisées dans le cadre de la mission

##### ii. 2ème trimestre

- Déménagement du programme ERE à Baillarguet.
- SIG et base de données : animation d'une demie journée de présentation synthétique

au cours d'un séminaire de l'ITCF.

- ATP Gestion de périmètres irrigués, en collaboration avec P.Y. Le Gal : encadrement de 3 étudiants du DESS d'IAO (Informatique Appliquée aux Organisations) qui ont engagé l'analyse débouchant sur un modèle des données et des traitements.
- Accueil de stagiaires du Sud : Jean Sénou Kokoye du PADSAs Bénin, sur le thème traitement d'enquêtes et SIG - 6 semaines en juin-juillet 1998

### iii.3ème trimestre

- Organisation de la formation SIG du groupe IGAS (14 stagiaires).
- ATP Gestion de périmètres irrigués, en collaboration avec P.Y. Le Gal : encadrement de 1 étudiant du DESS d'IAO (Informatique Appliquée aux Organisations) pour finaliser l'analyse débouchant sur une réalisation d'un prototype sous ACCESS 97.

### iv.4ème trimestre

- Formation statistique ISSEA : Octobre 6 stagiaires
- ATP Gestion de périmètres irrigués, en collaboration avec P.Y. Le Gal : finalisation, avec de l'application centré sur les problèmes de collecte de redevance et .présentation des résultats
- Accueil de stagiaires du Sud : Moussa Mahaman, de l'ADRAO à Bouaké, sur le thème organisation - 3 mois de décembre 98 à février 99
- Accueil d'une stagiaire travaillant sur le lien entre les logiciels Access et Mapinfo.

## b.Produits

- **Formation :**
  - - stage analyse de données, 1 semaine, en juin 1998,
  - - SIG, dans le cadre du groupe IGAS, en juillet 1998, 1 semaine
  - - Cycle ISSEA en octobre-novembre 1998
- **Dans le cadre de l'ATP Gestion périmètres irrigués :**
  - - logiciel de recouvrement de redevance,
  - - communication colloque SFER, en collaboration avec P.Y. Le Gal
- **SIG et base de données :**
  - - rapport de mission SAED,
  - - contribution à l'ouvrage "De l'observation à l'analyse, implication de la biométrie dans les pays en développement" édité par la société française de biométrie,
  - - animation d'une demie-journée de présentation des SIG à l'ITCF.

## 4.Perspectives 1999

### a.Formations

- Cycle "Construction de Systèmes d'Information" prévu en juin 1999

- Formation SIG - groupe IGAS prévue 1ere semaine de juillet
- Cycle ISSEA prévu Octobre-Novembre 1999

#### **b.Activités**

- Développer la réflexion sur les approches conceptuelles dans les systèmes d'information et les SIG, dans le cadre de l'AIC Données et méta-données.
- SIG : Aborder la prise en compte de la dimension spatiale dans la gestion des périmètres irrigués, avec en particulier une réflexion sur les SIG-réseaux : conception, structuration, requêtes. En collaboration avec JP Cheylan, J Imbernon et P. Y. Le Gal.
- SIG et base de données SAED : Poursuite de l'intégration temporelle dans le système, en particulier pour la partie géographique.
- Concrétiser les contacts avec l'Université de Saint Louis.
- Accueil de stagiaires du Sud : Ibrahima BAH du service de statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture de Guinée.

**Identification :**

Chercheur : Sylvain Perret

Programme : Ere

Projet : Gestion de la production agricole et organisations collectives

Evaluation 1998 conduite par G. Mandret

Affectation : Montpellier, du 01/01/98 au 05/11/98

Pretoria (South Africa) à compter du 06/11/98.

**Résumé : activités principales conduites en 1998**

- Finalisation de l'ATP 11/95
- Finalisation et publications concernant les recherches conduites lors de la précédente affectation (Réunion, 1997)
- Poursuite des recherches et publications sur la gestion collective de l'irrigation
- Initiation de recherches et valorisation sur l'évaluation de techniques de lutte contre la désertification (Tchad).
- Préparation technique et institutionnelle de la nouvelle affectation en RSA

**Finalisation de l'ATP 11/95.**

Conformément aux règles en vigueur, un rapport final d'ATP a été rédigé et diffusé (implication de la recherche dans les processus d'innovation et le développement local).

Ce rapport (voir biblio.) dresse un bilan synoptique des 3 années d'une Action Thématique Programmée du CIRAD. Cette action visait à (i) une mise au point méthodologique concernant les modes d'action de la recherche, et plus particulièrement des agronomes, sur les processus d'innovation et de développement local, et (ii) à la mise en œuvre de ces méthodes dans le contexte d'agriculture familiale des Hauts de la Réunion, pour produire des connaissances et accompagner le changement technique et le développement.

Les résultats évoqués concernent les méthodes expérimentées, les connaissances produites et les projets conduits en partenariat. La réflexion épistémologique, qui accompagne l'émergence de méthodes et de pratiques renouvelées de recherche, est également évoquée, ainsi que les difficultés et limites inhérentes à l'implication des chercheurs.

On souligne enfin l'impact positive de l'action sur les relations inter-programmes ou inter-disciplinaires au sein du CIRAD, et sur la coopération scientifique (CIRAD, INRA, agents de recherche et de développement Océan Indien...).

En outre, un atelier de restitution des résultats de ces travaux a été organisé en juin 1998 à la Réunion, élargi à une réflexion sur le thème : « Recherches pour le développement dans les hauts : travaux et résultats récents, perspectives » (voir biblio.).

Cet atelier d'une journée avait pour objectifs (i) de faire le point sur les travaux récents avec nos partenaires techniques et financiers, et (ii) d'engager une concertation sur les besoins en recherche dans les Hauts, en prévision du prochain Contrat de Plan, à préparer avec nos partenaires techniques et financiers.

Cet atelier, organisé avec la délégation CIRAD Réunion, a réuni plus de 40 personnes, représentant les principaux organismes et opérateurs de l'agriculture des Hauts de la Réunion.

Pour le CIRAD, il s'agissait en premier lieu d'échanger avec ses partenaires une vision des enjeux de l'agriculture dans les Hauts, ainsi qu'un état des lieux et les évolutions et dynamiques actuelles. Ensuite, les résultats récents obtenus par le dispositif de recherche ont été exposés, de façon à ce que nos partenaires en prennent acte, en évalue la pertinence, la cohérence. Enfin, il s'agissait de réfléchir avec les partenaires aux évolutions des dispositifs existants, aux besoins émergents.

Pour atteindre ces objectifs, il a été choisi de ne pas focaliser la discussion sur les résultats techniques ou les objets de recherche eux-mêmes, mais de souligner les finalités des actions face aux enjeux et les modes d'intervention privilégiés. Les relations entre demande, partenariat et produits ont été plus particulièrement soulignées dans les divers exposés.

Une seconde idée était de montrer à nos partenaires l'importance de ces modes d'intervention, qui les impliquent nécessairement, qui génèrent des produits nouveaux, ne se limitant pas aux préconisations formelles et références techniques.

La matinée a été consacré aux exposés des différents chercheurs de l'équipe et questions afférentes. Ces exposés ont suscité des questions à caractère technique, mais aussi des observations plus générales concernant les modes d'intervention.

L'après midi a été consacré à une discussion sur le thème générique de la recherche pour le développement. Les points de vue des différentes institutions ont ainsi pu être évoqués, tant sur les enjeux, que sur les modalités d'action.

Il est possible de positionner les différentes interventions selon une grille de lecture, soumise au groupe, qui décline les actions actuelles ou futures selon la demande, le partenariat et les produits, qui en souligne les interactions. On trouvera le contenu des débats dans le rapport synthétique de cette journée, cité en biblio.

Perret, S., 1998. *Implication de la recherche dans les processus d'innovation et le développement local. Apports méthodologiques et résultats de l'ATP CIRAD 11/95*. CIRAD Tera, mars 1998, num°16/98, 10p.

Perret, S., 1998. *Recherches pour le développement dans les Hauts : travaux et résultats récents, perspectives*. Compte rendu synthétique de l'atelier de travail du 17 juin 1998, CIRAD Réunion, 6p.

### **Finalisation et publications concernant les recherches conduites à la Réunion**

Il s'agissait de travaux sur (i) les relations entre pratiques et systèmes de culture d'une part et fertilité des andosols d'autre part, (ii) la gestion des opérations mécanisées en canne à sucre, et (iii) la gestion de la matière organique dans les exploitations de polyculture élevage des Hauts de l'Ouest à la Réunion.



Les résultats publiés sur le premier thème soutiennent la thèse d'interactions véritables entre systèmes de culture et propriétés des andosols. En effet, si les propriétés initiales particulières de ces sols infléchissent les choix de systèmes et de productions, on constate qu'en retour, les pratiques des agriculteurs et leurs effets induits (érosion notamment) modifient significativement et durablement certaines propriétés de ces sols très réactifs. Des exemples concrets dans différents systèmes de production à la Réunion et en Guadeloupe illustrent la thèse, et contribuent à la redéfinition de la notion de fertilité.

Le deuxième thème a consisté à finaliser la modélisation des interactions entre conditions d'intervention des matériels (état du sol), performances techniques de ces matériels et efficacité agronomique des travaux, en culture de canne. Les modèles élaborés permettent des simulations sur le calendrier cultural, en fonction de scénarios climatiques. Ils fournissent alors des formes d'aide à la décision d'intervention; soit en préconisant des périodes favorables, soit en informant les opérateurs du risque encouru selon la période d'intervention choisie.

Concernant le troisième thème, le travail de recherche a été terminé en avril 1998 par Laurent Vimeux, stagiaire de l'ESA Beauvais.

Dans les systèmes de polyculture-élevage des Hauts de l'Ouest, traditionnellement fondés sur la canne à sucre et/ou le géranium, on assiste à l'émergence de systèmes de culture horticoles /-s intensifs. Aux aléas climatiques et commerciaux, s'ajoutent les problèmes de maintien de l'aptitude culturale de terres très fragiles (andosols, pentes fortes, pluies et pratiques érosives). Transferts et restitutions organiques au sol constituent le pivot de ce maintien. Face à une grande diversité de pratiques d'apport et d'approvisionnement, le conseil et la formation sur ce thème restent peu développés, normatives et mal adaptés.

Un travail d'enquête et d'analyse sur quelques exploitations a été engagé. L'idée n'est pas de prétendre à l'exhaustivité ou à la classification, mais plutôt de comprendre et de rendre compte des mécanismes de gestion de la matière organique dans quelques cas très variés, replacés dans la diversité régionale des exploitations. Nous nous intéressons aux fonctions de production de matière organique sur l'exploitation, d'approvisionnement à l'extérieur, d'allocation sur les parcelles et les cultures.

On s'est attaché à circonscrire un cadre de représentation générique. Plusieurs niveaux de gestion ont ainsi été distingués : (i) un niveau pluri-annuel, stratégique, sur le long terme, (ii) un niveau de planification annuel des besoins en m.o., et (iii) un niveau de pratiques d'apports lors de chaque plantation. Les articulations entre ces niveaux, les ajustements et les facteurs intervenants ont été mis en évidence.

Les représentations des agriculteurs ont été explicités, concernant le rôle et la valeur des produits utilisés, les besoins des cultures... A partir de cette analyse, on propose des pistes de travail pour les organismes locaux de développement, et des solutions pour les agriculteurs. L'aide à la décision prend de nombreuses formes, telle que l'apport d'informations, visant à réduire la complexité, à rationaliser les processus de choix. On montre que la compréhension des processus et des problèmes de gestion sur un thème donné, débouchant sur une représentation partagée entre intervenants -agriculteurs, chercheurs, agents de développement-, permet d'envisager une fonction de conseil renouvelée.

On trouvera en références ci après les documents produits. D'autres ont été soumis à des revues, un article est accepté pour publication pour 1999 (Soil Use and Management).

Perret, S., 1998. Evaluation de techniques agrobiologiques pour la réhabilitation du sol et le contrôle de l'érosion à la Réunion. *Atelier International « Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture » Antsirabe, Madagascar, 23-28 mars 1998*, 13p. (Présentation orale)

Perret, S. & Dorel, M., 1998. Relationships between land use, fertility and the andisol characteristics : examples from insular volcanic settings. *1st Cost 622 meeting, Soil Resources of European Volcanic Systems, July 4-10th, 1998, Keykjavic, Iceland*. (Présentation orale)

Perret, S., 1998. Management of mechanised operations in sugar cane cultivation: experimental approach, modelling and decision tools. *Ag'Eng Congress, 24-28/08/98, Oslo, Norway*, paper n°98-G-008, 9p. (Présentation orale)

Vimeux, L., 1998. *La gestion de la matière organique dans les exploitations en diversification maraîchère des Hauts de l'ouest de la Réunion. Analyse des prises de décision et des pratiques des agriculteurs*. Mémoire de fin d'étude ISA Beauvais / CIRAD Tera, mars 1998, 62p.

Perret, S. 1998. Study of the trafficability of an oxisol (orthox), application in scheduling-support for machinery operations in sugar cane. *Congrès Mondial de Science de Sol, Montpellier, août 1998*. (Poster).

Et deux posters présentés au Congrès Mondial de Science du Sol, avec les collègues S. Guillobez et R. Pirot.

### **Poursuite des recherches et publications sur la gestion collective de l'irrigation**

Mettant à profit mes passages à la Réunion en mars et juin 1998, j'ai pu poursuivre les travaux engagés avec les agriculteurs-irrigants de Dos d'Ane et les partenaires du développement. Le modèle d'élaboration de la demande collective en eau a pu être finalisée, en fonction des modèles d'action individuels définis à partir des adhésions au syndicat. Il a permis d'alimenter un modèle puis des simulations d'évolution de l'offre (retenue collective) en fonction de scénarios climatiques et techniques (assolements). Ces outils d'aide à la décision sont maintenant entre les mains des agents de l'APR et de la Chambre d'Agriculture. La collaboration est terminée.

Ces outils ont permis d'informer les décisions individuelles (assolements) et collectives (règles de partage de la ressource) et confirment la pertinence de l'usage de démarches et d'outils empruntés aux sciences de gestion pour (i) produire des méthodes et des connaissances, et (ii) appuyer l'innovation technique et organisationnelle.

Perret, S. & Le Gal, P.Y., 1998. Analyse des pratiques, modélisation et aide à la décision dans le domaine de l'irrigation : cas de la gestion d'une retenue collinaire collective à la Réunion. *Atelier SFER, 09/11/1998, Montpellier*, 13p. (présentation orale par PY Le Gal).

Le Gal, P.Y. & Perret, S., 1998. Des outils de modélisation et de simulation pour l'aide à la décision collective : application à la gestion des systèmes irrigués. In : *Proceedings, 15th International Symposium AFSR-E, 29 nov-04 dec. 98, Pretoria*, volume 2, pp 1154-1164..

### **Evaluation technico-économique d'aménagements motorisés pour la lutte contre la désertification dans les Ouadis du Kanem (Tchad)**

Deux missions sur contrat (financement FIDA, dossier géré par CIRAD Forêt) ont été réalisées en mai et juin 1998, dans le cadre du Projet Pilote de Lutte Contre la Désertification (PPLCD) du Projet de Développement Agricole des Ouadis du Kanem (PDAOK).

Le PPLCD mis en œuvre au Kanem est fondé sur les propositions technologiques de M. Venanzio Vallerani, formulées fin 1996, et financées par le FIDA et la Coopération Italienne. Ce projet pilote a été intégré au PDAOK. Ces propositions consistent en des interventions motorisées à grande échelle, sur les croupes dunaires, sur les versants et les fonds de ouadis (dépressions interdunaires, allongées, couvrant quelques km<sup>2</sup> et orientées NW-SE) visant à leur réhabilitation environnementale et agricole. Il s'agit particulièrement de collecter et de concentrer les eaux dans des demis-lunes ou des sillons cloisonnés confectionnés par des outils spécifiques de travail du sol. Ces technologies lourdes sont complétées par un système d'humectation localisée du sol visant à favoriser la germination des semences. L'ensemble vise à réhabiliter l'écosystème agro-sylvo-pastoral des ouadis : augmentation de la production en céréales vivrières, implantation d'essences ligneuses (reboisement, fixation des dunes, brise-vent...).

Le FIDA a sollicité le CIRAD pour assurer une évaluation multi-critères de ces itinéraires. L'évaluation se décline selon 3 volets complémentaires : (i) technico-économique, (ii) agronomique, et (iii) sociologique. Les deux missions réalisées par Sylvain Perret s'intéressent aux deux premières composantes. Les détails techniques sont évoqués dans le document de synthèse produit : installation d'une station météo automatique, évaluation électronique et automatisée des performances des matériels, mise au point de protocoles agronomiques et hydriques, formation d'un agronome tchadien... On peut formuler ici quelques remarques générales.

L'intégration du PPLCD au PDAOK établit un amalgame entre des finalités environnementalistes (la lutte contre la désertification et la réhabilitation d'écosystèmes) et des finalités touchant au développement agricole (cultures et élevage), dont les objectifs respectifs ne sont pas exactement identiques. Les échelles d'intervention, les contraintes et les acteurs impliqués ne sont pas toujours les mêmes. Les stratégies des producteurs sont méconnues et sans doute différentes de celles des aménageurs.

De fait, certains indicateurs confirment la difficulté à associer ces finalités : difficulté à mobiliser les producteurs qui restent très prudents face aux aménagements, incertitudes sur le devenir des plantations situées sur les zones de parcours traditionnels des animaux durant l'hivernage, non prise en compte de pratiques élémentaires de gestion de l'espace des populations par l'équipe d'assistance technique, préoccupée par le rendement kilométrique des chantiers (sillonage de pistes ou de passages villageois). On doit également remarquer que les travaux réalisés en 1998 touchent essentiellement des pentes et fond de ouadis. La finalité objective de ces aménagements n'est pas « la lutte contre la désertification » *stricto sensu*, mais plutôt la promotion de la fonction productive des ouadis par la levée de la contrainte hydrique. Cette finalité explicitée, on perçoit la nécessaire prise en compte des populations, de leurs représentations, objectifs et logiques. Dans ce contexte, les travaux d'évaluation socio-anthropologique, dirigés par Abdel Wedoud Ould Cheikh, se sont avérés déterminants.

Avant mon départ pour l'Afrique du Sud, j'ai proposé que Serge Guillobez reprenne le dossier sur les aspects agro-pédologiques. La nécessité de poursuivre l'évaluation technique des matériels m'a amené à proposer que Roland Pirot (CIRAD Ca, Gec) soit également impliqué pour la suite. Les matériels acquis sur le projet ont été remis à François Besse, chef de projet. Des missions supplémentaires ont eu lieu en fin d'année et le programme devrait se poursuivre en 1999.

On notera que je ne figure pas comme auteur du rapport de missions final. Mon rapport synthétique de mission ne figure même pas en biblio. En revanche, des résultats et produits de mes missions sont évoqués dans le texte. Ce qui n'est déjà pas si mal.

Perret S., 1998. *Evaluation technico-économique d'aménagements motorisés pour la lutte contre la désertification dans les Ouadis du Kanem. Rapport de deux missions réalisées en avril et juin 1998 au Tchad.* CIRAD Tera / FIDA, juillet 1998, 10p.

Besse, F., Ould Cheikh, A. W. & Guillobez, S., 1998. *Projet pilote de lutte contre la désertification. Programme d'accompagnement et de collaboration. Rapport de missions final.* CIRAD, décembre 1998, 34p et annexes.

### **Préparation de l'affectation en Afrique du Sud**

A partir d'août 1998, la perspective d'une affectation en République Sud Africaine m'a amené à gérer certains aspects :

- administratifs (obtention de visas),
- techniques (formulation et clarification de la demande, proposition d'une lettre de mission au CIRAD, constitution d'une équipe de pilotage à Montpellier)
- institutionnels et financiers (validation de ma candidature, puis de ma lettre de mission par l'Université de Pretoria, modalités de financement par le FRD et l'Université).

On trouvera dans mon rapport d'étape bimestriel de janvier 1999 le compte rendu de mes premières activités en Afrique du Sud, pour nov. et déc. 1998.

### **Activités de valorisation**

Dans la perspective de l'affectation en Afrique du Sud, j'ai présenté un dossier de candidature à une subvention de recherche par le MAE et le FRD, dans le cadre du programme Franco-Sud Africain de coopération scientifique. Les résultats seront divulgués en février 1999. En cas de réponse favorable, le programme s'étendrait sur 2 années, et constituerait un cadre d'activité intéressant car favorable à des échanges entre les 2 communautés scientifiques sur le thème de la recherche-développement *l.s.* Le document complet est disponible au programme Ere.

Perret S., Ewang P., 1998. *Méthodologies de recherche-action pour le développement local et l'innovation agricole en zone rural : formation, échanges et applications pratiques dans le Kwazulu-Natal (Afrique du Sud).* Programme Franco-Sud Africain de Coopération en Recherche Scientifique. Appel d'offre 1999. Candidature à une subvention de recherche. 27p.

### **Activités de formation**

Aucune en 1998, si l'on exclut l'encadrement du stagiaire Laurent Vimeux (ISA Beauvais) et la préparation de cours à l'Université de Pretoria en novembre et décembre 1998.

## RAPPORT D'ACTIVITE 1998

(Francis Razakaboana)

Les besoins de recherche face au constat de la privatisation du secteur agricole des pays du Sud et la redéfinition des priorités de recherche sur lesquelles les entreprises françaises s'appuient pour assurer leur développement ont défini de nouvelles thématiques pour la relance stratégique du CIRAD. Ainsi, il a été décidé enfin que «l'approvisionnement des agriculteurs en intrants» fait partie de ces dernières.

Notre lettre de mission, dont copie jointe, avait déjà prévu la nécessité de nouer des partenariats avec les privés. Les besoins de recherche pour «l'organisation des Services (à l'agriculture)» concernaient:

- . la mise au point d'une méthodologie opérationnelle d'analyses des besoins en intrants des producteurs-consommateurs,
- . l'établissement de références pour la mise en place de système ( privé) de distribution de ces intrants.

L'année 1998 est la confirmation du démarrage effective sur le terrain de notre activité dans ce domaine à travers les étapes suivantes.

### I. Mise en place du partenariat CIRAD-CEDIMES-ESCP à Nogent.

La création d'une équipe avec l'Université de Paris II et l'Ecole Supérieure de Commerce de Paris (ESCP) a été la priorité de nos activités afin:

- de finaliser les Actes de l'Atelier de Bamako,
- d'assurer rapidement l'initiation de projets en Afrique de l'Ouest,
- de permettre ainsi la mise au point de méthodologies de diagnostic et d'analyse de systèmes de distribution en vue de la conception de services à l'agriculture,
- d'encadrer des étudiants français et nationaux sur les terrains des projets,
- de mettre en place une bibliothèque commune à l'équipe et d'effectuer une bibliographie plus complète sur ce secteur d'activité.

De nombreuses difficultés ont ralenti cette mise en place. Finalement, la Direction Générale du CIRAD a approuvé l'idée de l'établissement d'une convention globale avec l'Université de Paris II afin de permettre à l'Institut CEDIMES de s'installer, début 1999, sur le Campus International du Jardin Tropical dans les mêmes bureaux que moi du Pavillon Indochine.

## **II. Objectif de production de recherche.**

### **a. Actes de l'Atelier de Bamako.**

La défection de MM. Lobry de l'OIE, Berlan de l'INRA et Bino Témé de l'IER du Comité (voir rapport 1997) nous ont obligé à retarder la rédaction de ces Actes. Il a été décidé avec nos partenaires MM. Ponson de l'ESCP et Albagli du CEDIMES d'effectuer nous-mêmes la rédaction de ces actes dès que l'équipe sera installée à Nogent. Avant son départ pour une mission de longue durée à l'Université de Maurice, Mr. Ponson a pu déposer un premier brouillon concernant le Thème 3 en attendant son retour. Mr. Montange a repris le dossier de Mr. Bino sur le Thème 2. Le Thème 1 est confié à Mr. Albagli, le Thème 5 à Alain Angé et le Thème 4 à moi-même.

### **b. La démarche Entrepreneuriat.**

L'Institut CEDIMES et l'ESCP sont membres du Réseau Entrepreneuriat de l'AUPELF-UREF qui regroupe plus de 500 chercheurs et étudiants répartis dans les pays du Sud comme du Nord (France, Canada, Chine, etc...). Alain Angé a donc proposé une esquisse sur la démarche afin d'identifier des pistes de réflexion concernant l'évolution du cadre entrepreneurial dans lequel s'opère l'approvisionnement en intrants pour l'agriculture en Afrique de l'Ouest, dans un premier temps. Les hypothèses de base dans lesquelles s'inscrit le Projet Palmier touchent au marché et à la valorisation de la dynamique entrepreneuriale. Celle-ci, lorsqu'elle est assumée par l'entrepreneur, privé ou associatif, ainsi que par ceux qui travaillent avec lui, apporte efficacité, c'est à dire permet de choisir les combinaisons productives les plus efficaces, d'éliminer les coûts cachés et les inefficacités internes de l'organisation. Ceci doit conduire à une amélioration de la productivité globale qui sera bénéfique non seulement à l'entrepreneur lui-même (accroissement du revenu), mais à ses acheteurs qui pourront obtenir le produit ou le service à un prix moindre et/ou avec une qualité améliorée. Il s'agit dans cette démarche de:

- connaître le marché afin qu'il puisse être compris par tous les intervenants, afin d'éviter des risques graves de perturbation, de passages croisés et donc d'inefficacité,
- s'interroger sur le type d'entrepreneurs (caractère de l'entrepreneuriat) le relais entre les terminaux de la grande distribution (importateur-grossiste) et la mise à disposition des paysans ou de leurs organisations paysannes.

### **c. Atelier Initiative pour la Fertilité des Sols au Niger.**

J'ai présenté lors de séance plénière de l'Atelier «l'Analyse du réseau de distribution SACOA» de Madagascar, effectué par un étudiant de l'ESAT en 1993 afin d'analyser les résultats de la privatisation du réseau que j'avais conduite entre 1983-1987 sur financement FIDA et sous la tutelle de la Banque mondiale.

L'Atelier a réuni ensuite 4 commissions travaillant respectivement sur:

- l'institutionnalisation: la définition des problématiques homogènes agropédologiques et concernant les eaux de ruissellement.
- l'approvisionnement et la distribution des intrants agricoles et d'élevage, en particulier l'engrais, dont le Projet «Promotion pour l'Utilisation des Intrants Agricoles par les groupements de Producteurs» serait le support, et à laquelle j'ai participé pour l'animation des débats,
- la recherche appliquée sur la fertilisation et son transfert technologique,
- la recherche appliquée et transfert de technologie en matière de collecte des eaux de ruissellement.

Chaque commission a constitué un Groupe de Travail (GT) permanent de 3 à 4 personnes (12 personnes) dont les activités sont financées par la Banque Mondiale et comprennent:

- . La rédaction du rapport de synthèse de l'Atelier,
- . L'établissement des Termes de référence des activités de l'IFS à partir du terrain pour définir les zones de travail et les quantités de travail (déplacements, ateliers,....) .

La Coordination doit être effectuée par la tutelle au sein de la Direction de l'Agriculture avec un Consultant national à temps plein (remplaçable à tout moment au niveau central) pour assurer une continuité (éviter free lance). La coordination effectuée au sein de chaque GT sera effectuée par un membre désigné au sein du GT. Un Cahier de Charge est à étudier pour le 13 juin avec une Lettre d'agrément de longue durée

#### **d. Séminaire ACP-UE sur la filière avicole en Côte d'Ivoire.**

Cette rencontre réunit une quarantaine de sociétés de la sous-région dont une dizaine d'entreprises ivoiriennes et une vingtaine d'entreprises de l'Union Européenne intéressées par le transfert de technologie et de savoir-faire. A cette occasion le CDI (Centre pour le Développement Industriel de l'Union Européenne) a organisé dans la région d'Abidjan des visites d'entreprises de la filière. En effet, la filière avicole représente au sein de l'IPRAVI (Inter Profession Avicole Ivoirienne) des effectifs de 9.200.000 poussins de chair, 2.850.000 poussins de ponte, 713.000.000 d'oeufs et 11.800 tonnes de viande, pour un chiffre d'affaires de 30 milliards de FCFA et 10.000 emplois directs. Des discussions en Atelier sur les thèmes suivants ont été organisées:

- l'organisation des approvisionnements en matière première, car les besoins sont de 110.000 tonnes dont 61.000 tonnes de maïs,
- l'assurance qualité dans la région des unités avicoles,
- les expériences des organisations professionnelles nationales.

La filière rencontre des problèmes d'approvisionnement en maïs et en farine de poisson, des coûts élevés des intrants importés et une politique de taxation peu favorable. Ces contraintes conduisent à des coûts de production élevés malgré un dynamisme important de la filière.

### **III. Objectif de coopération - partenariat .**

#### **a. Projet NIGER.**

Suite à l'accident du Conseiller Technique Principal (CTP), Mr. Daniel Marchal, la discussion sur mon rapport de 1ère mission a été effectuée à Liège dans la semaine du 9 au 13 février pour

- finaliser le rapport,
- évaluer la position des firmes qui seront à contacter auparavant,
- introduire un système de suivi-évaluation modèle Kayes,
- approcher l'AGCD à Bruxelles (Mr. Parfonry) pour:
  - . présenter les conclusions qui n'ont pu être fait auprès de l'Ambassade Belge Niamey,
  - . éventuellement évoquer la phase 2 du Projet GCP/MMLI/017/BEL que la Belgique finance.

Il a été convenu avec le CTP (D. Marchal) d'approcher les principales firmes qui souhaitent participer à l'Approvisionnement du Projet Niger. Il s'agit avec HAIF-HYDROCHEM, SCPA, AGREVO à Paris, et NOVARTIS, ALM, RP, BERTHOUD-TECHNOMA à Lyon et en Suisse:

- de négocier la mise à disposition de fonds de roulement sous forme de lots d'engrais, de pesticides et d'équipements,
- d'évaluer le mode de collaboration avec le Projet.

Le contact avec le BIT a été initié par une entrevue avec Mr. Emmanuel Doré qui suit le Projet de Paris: à revoir à son retour de mission avec Mr. Couvreur, Consultant International Organisations et Crédit pour le Projet Niger.

#### **b. Identifications de projets au Mali.**

##### **i. PRODESO.**

A la demande du Directeur du PRODESO, une mission a été effectuée dans les zones Est Sokolo afin d'y évaluer les possibilités d'extension les résultats de suivi-évaluation que nous avons réalisés dans la zone de Kayes-Nord pour l'approvisionnement des producteurs en intrants agricoles.

La mission a permis de visiter trois groupements de producteurs encadrés par



le Projet. Les thèmes ont surtout pour objectifs d'apporter un revenu pour les personnes qui n'ont pas accès à l'élevage bovin traditionnel par la formation et l'appui des groupements à la production maraîchère et fruitière, à l'embouche de petit ruminant et à l'artisanat.

Le principal problème rencontré concerne les difficultés d'approvisionnement en semences maraîchères et fruitières, en engrais et en produits phytosanitaires pour le traitement de ces cultures contre les prédateurs et les maladies, en petit matériel agricole pour effectuer le traitement (pulvérisateur, pompe, ...) et l'entretien de ces cultures et en équipement de transport (charrette, brouette).

Un document de projet a été réalisé, mais la méconnaissance des besoins potentiels en intrants, des difficultés de transport et de stockage et du crédit incite à la prudence et nécessite une mission de pré-formulation assez détaillée avec des partenaires volontaires. Il faut toutefois signaler que cette zone se situe à la limite Nord de l'Office du Niger où la riziculture occupe une surface très importante et constitue un débouché très important pour les engrais et les herbicides et où l'approvisionnement est encore très instable. Il faudrait combiner les deux projets pour assurer un volume intéressant aux firmes de distribution qui pourraient y être nos partenaires.

## ii . PDAP.

La Coopération française soutient un projet d'appui aux maraîchers de la zone péri-urbaine de Bamako. La visite effectuée à l'une des principales organisations paysannes a soulevé le même problème qu'au PRODESO pour l'approvisionnement en intrants, semences (disponibilité et surtout qualité), de produits phytosanitaires et de petit matériel agricole (arrosoir, pompe, pulvérisateurs) malgré les facilités rencontrées dans la capitale pour le transport, toutefois, il faut remarquer que la zone principale d'utilisation d'intrants est assez éloignée dans le Sud, avec la culture cotonnière où la CMDT assure l'approvisionnement pour toutes les productions végétales.

## c. Projet Organisation de la Distribution des Intrants Palmier à Huile Côte d'Ivoire.

### i - Discussion avec Mr. Morlet, Directeur Commercial HAIF-HYDROCHEM (9/02):

- . Programmation des mission(s) sur le Mali, la Côte d'Ivoire, le Togo et le Ghana, puis sur le Niger,
- . Collaboration avec leurs représentants au Niger - Nigéria, au Ghana et au Mali.
- . Mise à disposition de bureau et équipement.

## **ii - Mise en place de la collaboration avec CEDIMES et ECSP.**

- Protocole d'accord et préparation de la mission Palmier à laquelle MM. Albagli et Ponson ont participé à la première mission de pré-formulation.
- Poursuite de la préparation des ACTES de l'Atelier de Bamako et Finalisation du Budget des Actes.
- Identification d'étudiants doctorants de France et nationaux en Côte d'Ivoire avec la Faculté de Sciences Economiques et de Gestion d'Abidjan.

## **iii -Préparation avec MM. Brunin - Malvos du CIRAD - DRE de la mission d'identification.**

Préparation de la première mission Côte d'Ivoire en vue des contacts avec Organisations des Planteurs de Palmier, les Exportateurs de Café- cacao, l'ANADER et les participants (en particulier les représentants du Ministère de l'Agriculture, de la FAO et de la Banque Mondiale) à l'Atelier de Bamako à travers Mr. Teissier, notre Délégué.

## **iv - Missions d'identification et de pré-formulation:**

Une première mission d'identification composée de MM. Albagli, Ponson, Joffre (HAIF) et de moi-même a été organisée du 10 au 20 mai. Une deuxième mission de pré-formulation composée de MM. Alain Angé et moi-même a été organisée du 5 au 16 octobre afin de donner une assise institutionnelle à la première mission.

Les termes de référence de cette seconde mission consistaient à explorer les potentialités de coopération et de financement avec différents partenaires, en centrant les réflexions autour d'un partenariat CIRAD-CEDIMES-ESCP--HYDROCHEM établi par la première mission. La mission de pré-formulation a donc permis d'interviewer un très large panel d'intervenants dans le secteur du palmier et a établi en étroite coopération avec l'agence AFD de Côte d'Ivoire et la Mission Française de Coopération en Abidjan les bases d'un programme compréhensif. Ces bases ont été présentées au Directeur de Cabinet du Ministre de l'Agriculture, en présence du Délégué du CIRAD en Côte d'Ivoire sous forme d'un aide-mémoire.

Le rapport global présente le contexte, la problématique, les actions de recherche proposées et les partenaires potentiels pour un programme compréhensif d'intensification du palmier à huile en Côte d'Ivoire. C'est un document de travail pour articuler la coopération entre les différents programmes concernés du CIRAD, en particulier CP, et les partenaires du CIRAD. Il devra être transformé en documents de projet pour chaque section du programme proposé, mobilisant l'ensemble des partenaires concernés.

#### **IV. Publication et formation.**

. La programmation de la Thèse du Jeune étudiant Rakotomahefason qui a effectué son DEA dans notre Unité de Recherche a été faite avec son professeur : le sujet exact est en cours de finalisation. Le retard dans la mise en place du Projet Palmier n'a pas permis de réaliser jusqu'à maintenant son encadrement.

. Rapport de mission de pré-formulation : Organisation de la distribution des intrants agricoles pour l'intensification des systèmes de production à base de palmier à huile en Côte d'Ivoire – Appui à la décision des industriels de l'huile de palme, des organisations paysannes et des firmes de services, 10 au 26 mai et 5 au 16 octobre 1998.

Razakaboana Francis  
Programme ERE  
30 mars 1999

Mélanie Requier-Desjardins  
 allocataire de recherche  
 CIRAD-TERA-ERE

## RAPPORT D'ACTIVITE, année 1998

### IDENTIFICATION

identification de la chercheuse :

Requier-Desjardins, Mélanie, TERA (Campus de Baillarguet, Montpellier), doctorante.

Cadre de travail

Le projet de travail est celui de la rédaction de la thèse de doctorat commencée en janvier 1996. le directeur de la thèse est le professeur Sylvie Fauchoux du laboratoire du C3ED à l'Université de Versailles St Quentin en Yvelines et l'encadreur est Jacques Weber. Le titre de la thèse est : "les relations entre transhumants et sédentaires pour l'accès aux pâturages et à l'eau à l'extrême-nord du Cameroun. Une approche économique."

L'approche économique renvoie à l'Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles ainsi qu'aux Théories Institutionnalistes. L'approche de terrain est à la fois de nature économique et anthropologique quoique réduite dans la durée (neuf mois de terrain au total).

La thèse fait l'objet d'une expérience interdisciplinaire avec J. Rouchier, allocataire de recherche en Intelligence Artificielle Distribuée.

### FAITS SAILLANTS DURANT L'ANNEE 98

Evolution institutionnelle :  
 aucune

Evolution scientifique  
 Dernier terrain de thèse.  
 Rédaction du plan détaillée de la thèse.  
 traitement des données et rédaction finale en cours.

Choix stratégique  
 aucun.

### ACTIVITES

*Activités menées*

#### **mission au Cameroun :**

28 décembre 1997 - 6 avril 1998

Une partie de la mission est effectuée avec J. Rouchier.

Sur le terrain à Maroua, la recherche est soutenue par le CEDC, Centre d'Etudes pour le Développement et pour l'Environnement. Ce centre de recherche dépend conjointement de l'Université de Dschang au Cameroun et de l'université de Leiden au Pays-Bas.

L'organisation du terrain comporte :

- une série d'enquêtes dans les campements nomades lors de séjours prolongés en brousse et auprès des agro-éleveurs dans les villages. Trois interprètes seront alternativement employés.
- une série de 105 questionnaires statistiques sur deux arrondissements : ces enquêtes donnent lieu à la formation de deux enquêteurs.
- une restitution des premiers résultats de terrain (avril 98).
- des contacts réguliers avec les projets de développement locaux, en particulier avec le projet Waza-Logone.

Cette dernière mission a permis d'approfondir les questions liées à la problématique et aux résultats des terrains précédents. Les coûts d'accès ont été envisagés à l'intérieur des rapports sociaux qui gouvernent le monde des éleveurs transhumants, le monde des villages et leurs interactions.

### **participation à des colloques et ateliers**

26, 27 et 28 janvier 1998

participation à un atelier sur la Gestion des Ressources Naturelles, organisé par le CEDC à Maroua. Fonction de rapporteur.

5 et 6 mai 1998

Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle du terroir, atelier de réflexion organisé par Mr P. Dugué, CIRAD-TERA. Une communication commune avec J. Rouchier sur le travail interdisciplinaire.

Cet atelier portait sur les avancées techniques et en modélisation concernant la fertilité des terres de Savannes. Des communications de terrain et méthodologiques ont été présentées, qui donnaient un aperçu de l'état de la recherche sur le sujet, en particulier dans les équipes des différents centres de recherche de l'Agropolis.

du 5 au 8 octobre 1998

SMAGET : modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires, Cemagref, Clermond-Ferrand, France. Une communication commune avec J. Rouchier sur l'expérience interdisciplinaire.

Cette rencontre visait à mettre en commun différentes expériences faites en modélisation pour intégrer la dimension de l'environnement dans les prises de décision (notamment économiques). Différents types de modélisation ont été présentés qui pouvaient s'appuyer ou non sur des expériences de terrain.

De façon irrégulière depuis la rentrée universitaire 98, la présence aux comités mensuels du GREFUL, Groupe de Recherche sur l'Etude des Sociétés Peules à l'EHESS.

### **Formations**

22-26 juin 1998

"Analyse factorielle sous WINSTAT" formation animée par Mr Passouant, CIRAD-TERA.

premières approches de l'analyse des données par les méthodes statistiques classiques : théorie et applications.

7-18 décembre 1998

"Formation à la modélisation en Systèmes Multi-Agents", animée par F. Bousquet et par C. Lepage, CIRAD TERA

formation à la fois théorique sur les différents courants issus de l'Intelligence Artificielle, et pratique, de construction d'un système de type SMA sur la plate-forme CORMAS. Cette formation permet une meilleure compréhension dans le cadre de l'expérience interdisciplinaire menée avec J. Rouchier.

Produits

### Publications

Il s'agit des publications suite aux communications faites lors des colloques :

août 98 : acceptation et finalisation pour la publication des Actes du colloque de l'article présenté au colloque d'Orléans en octobre 97:

Requier-Desjardins M., 1997. *La mobilité pastorale, une approche économique*. A paraître dans les Actes du colloque Méga-Tchad, Orstom, 17 p.

octobre 98 : participation au colloque SMAGET; finalisation de l'article pour la publication des Actes :

Rouchier J., Requier-Desjardins M., 1998 : *la modélisation comme soutien à l'interdisciplinarité dans la Recherche-Développement, une application au pastoralisme soudano-sahélien*, 12 p.

### Restitutions

présentations du travail de thèse au CEDC, à deux reprises :

- présentation des résultats du terrain précédent (28 mai-1er septembre 1998) et du nouveau projet d'enquêtes
- présentation des premiers résultats suite à la mission.

### **PERSPECTIVES 99**

- rédaction du manuscrit de la thèse en cours, version provisoire prévue pour juin 99, version finale pour septembre 99,
- restitution des résultats de terrain au GREFUL et au laboratoire de la thèse,
- soutenance avant décembre 99.

## Rapport d'activité 1998

### Identification

Identification de la chercheuse

Rouchier, Juliette, TERA (Campus de Baillarguet, Montpellier), doctorante.

Cadre de travail

Le projet de travail est celui de la rédaction d'une thèse de doctorat qui doit être soutenue d'ici la fin de l'année 1999 à l'Université d'Orléans. Le directeur de thèse est Alain Pavé, du laboratoire de Biométrie de L'université de Lyon 1, et l'encadreur du CIRAD est François Bousquet. Le titre de la thèse est : " Les interactions entre transhumants et sédentaires à l'Extrême-Nord du Cameroun autour de l'accès à l'eau et aux pâturages. Une approche par la modélisation multi-agent". Le travail est mené en interdisciplinarité avec Mélanie Requier-Desjardins, elle-même thésarde dans l'équipe TERA.

### Faits saillant durant l'année 1998

Evolution institutionnelle

Aucune

Evolution scientifique

Dégagement d'un axe privilégié de recherche lors du traitement des données de terrain sur le sujet de la confiance. Orientation de la thèse dans ce sens.

Choix stratégique

Aucun.

### Activités

Activités menées

#### Mission au Cameroun

28 décembre 1997 - 13 mars 1998

Mission à Maroua, région de l'Extrême-Nord du Cameroun, afin d'étudier les relations que les éleveurs mobiles entretiennent avec les sédentaires lors des transhumances. Le travail s'est organisé sous la forme de séjour sur le terrain pour effectuer des enquêtes, en parallèle du travail de Mélanie Requier-Desjardins. Le logement et l'encadrement logistique étaient assurés par le CEDC (Centre d'étude sur l'environnement et le développement au Cameroun).

Ce voyage a permis d'appréhender les réalités du terrain : le mode de vie des éleveurs, leur comportement économique, et les implications que cela a sur leurs relations avec les autres groupes de producteurs.

#### Présence à des colloques et ateliers

- 5 et 6 mai 1998

« Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle du terroir », atelier de réflexion organisé par M. Dugué, CIRAD-TERA. Une communication commune avec Mélanie Requier-Desjardins sur le sujet du travail interdisciplinaire.

Cette réunion était une discussion entre les chercheurs d'Agropolis sur le sujet des apports méthodologiques récents dans la réflexion sur la fertilité. Cela permettait en outre de découvrir les diverses techniques de modélisations utilisées.

- 8 juin 1998

Séminaire du GREFUL à l'EHESS, Paris. Ce séminaire, organisé par Jean Boutrais et Jean Schmidt, rassemble des chercheurs sur la culture peule. Pas de communication.

Le sujet de cette réunion était la fulbéisation et l'ethnicité, et concernait les relations des peuls avec les autres populations et les démarcations politiques et économiques. Cette réunion a permis de saisir l'état de la recherche sur le sujet de l'identité ethnique, analysé à travers la relation entre les populations. Le point spécifique était la présence de nombreux chercheurs allemands qui perçoivent ces réalités ethniques d'une façon différente des français. Ceci a permis de confronter les analyses personnelles liées aux informations récoltées sur le terrain, à la fois économiques et politiques.

La présence au GREFUL a été en fait régulière durant toute la période où Juliette Rouchier était en France (de nouveau aux sessions de novembre et décembre).

- 2 au 8 juillet 1998

ICMAS'98 : « International conference for multi-agent systems », à la cité des sciences de La Villette, Paris. Conférence autour de l'ensemble des sujets concernant la recherche dans le domaine des systèmes multi-agents. Cette rencontre qui a lieu tous les deux ans a permis de constater les progrès fait dans le domaine, en particulier en rencontrant directement des chercheurs connus uniquement par leurs écrits, en construisant un réseau de relations international, et en observant les réalisations les plus récentes (découvertes de nouvelles plates-formes). Une communication commune de l'équipe GREEN.

- 4 au 6 juillet 1998

MABS'98 : « Multi-agent systems and agent-based simulations ».

Atelier de travail en lien avec la conférence ICMAS, sur le sujet des simulations, en particulier de leurs usages dans la modélisation des phénomènes sociaux. Une communication décrivant le travail mené DEA avec le soutien de François Bousquet.

- 5 au 8 octobre 1998

SMAGET : Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires, Cemagref, Clermont-Ferrand, France. Une communication commune avec Mélanie Requier-Desjardins sur le sujet de l'interdisciplinarité.

Cette rencontre visait à la mise en commun des connaissances et réflexion sur le sujet de la modélisation de l'espace. Les principales disciplines représentées étaient la géographie et l'agronomie, l'informatique et l'intelligence artificielle, dont le travail commun vise à la fois à décrire des modèles théoriques et à appuyer les prises de décisions individuelles et collectives pour la gestion de l'espace.

### **Formations**

- 17 au 19 novembre 1997

« Séminaire de modélisation pour les sciences économiques » (formation à l'utilisation de GAMS), dans le cadre du DEA d'économie de l'ENSAM à l'IAM Montpellier.

Ce cours permettait de se familiariser avec les rudiments de l'analyse linéaire multi-critère, et à son application classique dans le domaine des sciences économiques.

- 22-26 juin 1998

« Analyse factorielle sous Winstat », organisé par M. Passouant, CIRAD-TERA.

Premières approches de l'analyse de données par les méthodes statistiques les plus courantes.



## Produits

### Publications

Comme premier auteur, publiées dans des actes de colloque où étaient faites les interventions :

- « Evolution and coevolution of individuals and groups. » (ICMAS'98)
- « Potlatch and multi-agents systems : modelisation of non-merchant exchanges. » (MABS98)
- « L'interdisciplinarité pour la modélisation dans la recherche-développement : récit d'une expérience en cours. Une application au pastoralisme soudano-sahélien. » (SMAGET'98)
- Une communication commune avec Mélanie Requier-Desjardins à l'atelier du CIRAD, en mai.

### Restitutions

- Présentation du travail sur le terrain : deux interventions auprès des chercheurs du CEDC, l'organisme d'accueil. L'une pour présenter le cadre théorique de la thèse, l'autre pour présenter les réflexions issues du travail de terrain.
- Présentation à l'Université de Yaoundé du travail mené durant l'ensemble de la thèse devant les étudiants de doctorat d'informatique.

## Perspectives 1999

- Trois mois de mise en forme de différents modèles : un travail avec Martin O'Connor, professeur d'économie à l'Université de Saint Quentin en Yvelines ; l'aboutissement du travail en commun avec Mélanie par la réalisation d'un nouveau modèle et d'une comparaison avec l'ancien (réalisé avant le départ sur le terrain). Traitement des données, par rapport aux problématiques communes aux chercheurs impliqués.
- Trois mois de valorisation : rédaction d'articles sur les modèles et leur situation dans la recherche actuelle.
- A partir de juin : rédaction de la thèse et soutenance avant la fin de l'année.

# Potlatch and multi-agent system : an analysis of structuring exchanges

J. Rouchier  
CIRAD-TERA  
Campus de Baillarguet  
BP 50 35  
34032 Montpellier  
rouchier@cirad.fr

MAY 1998

## Abstract

The hypothesis is that the exchanges of goods structure the society, and especially the non-merchant exchanges. Their aim is to express unselfishness, but also to generate a moral debt that builds strong reciprocal links. A multi-agent system was built with 100 agents and a resource, the interactions being only gifts. For the simulations, the agents have different rules to perform gifts and to organize their memory. The results are analyzed by the agent as well as by the modeller, with different points of view: either local or global and with different time length.

What we tried to do in the work described in this paper is to explore the correlation that exists between the way goods circulate and the structure of power in a society. Ideally, to study this question, it would be interesting to observe a society where all the relations between people would be depicted in terms of good exchanges. However it is not possible to isolate that dynamics in real society and this is why the elaboration of an artificial society was conceived. We explored one of the configurations of exchanges, those appearing in non-merchant economics, and that are very often analyzed by anthropologists because they represent the majority of exchanges in the world[8].

We will describe the organization of the exchanges in use in the society on which we focused, the potlatch, and explain its specificity. Then we will describe the artificial world created and the results we got, and conclude about the answer the artificial world built helped us to understand better.

## 1 Why potlatch was chosen as an example

A differentiation can be made for economics relations between the merchant and non-merchant ones. Both are present in each society, but their importance

vary [8]. In our society, merchant exchanges are regarded as the only important ones, while in most societies, those classically observed by the anthropologists, the non-merchant exchange, the gift, is the base of economic and social life [10]. The systems are quite different for two main reasons that interested us.

Firstly the logics underlying each practice are in opposition. When gift is the main way of exchanging, the possession usually has no value. What is important is to express that one does not care about goods. This ability of not being interested in material possession, that one shows while spending, helps to acquire a predominant status. Then rich people have to distribute to others if they want to be recognized as such<sup>1</sup>.

Then, since receiving a gift is equivalent to being helped, it is also very important not to be dependent of the other by owning him something. What is hence crucial is that a gift has to be re-given. It looks like paying back a debt, but the difference with the merchant context is that in that case, the relation does not stop when there is an equilibrium between the values exchanged. The debt created by the gift is not only material but also moral, and this one does not disappear. When the good or the same value is given back, it is more a new gift, creating a new asymmetrical relation in the other direction, that will also have to be erased. The link will keep on existing, since each one has to answer to the gift made. So the dynamics implied in the relations are very different depending on the type of exchange that links two individuals: the dependency in the case of the gift and counter-gift never ends.

One example of this behavior has been well documented and a lot has been written on it: it is the potlatch. Described by Boas at the beginning of the century[1], it is a system of gift and counter-gift that also has an other dimension. It is the way to express a great aggressiveness, by instituting the power relations, during great feast. Giving is a way for the individuals and groups to express their opposition and to dominate each other, by giving as well as destroying great quantities of objects like furs or grease or "coppers" (copper statues). For the counter-gift, that is made usually after a year, it is not just the same object that is given back, but at least twice the original number. The descriptions that were made of this agonistic practice shows that the whole society (or at least all those that were neither women nor slaves) was involved in the interdependent fights renewed all the time. This global dimension, along with the fact that it was the main way to express the power relations, made us use the model of Franz Boas to implement the model.

---

<sup>1</sup>One can note that in a merchant context, the expression of power is expressed by accumulation.

## 2 From interindividual exchanges to a model

### 2.1 two main themes treated

**emergence** The main question that made us build the model is "how the society and the power relations within it are influenced by the way the exchanges are performed ?" An underlying assumption is that the shape of the global organization is defined, at least partly, by some interindividual relations. The repetition of the exchanges would make an organization appear, that would not exist before these actions were performed. That structure cannot be predicted from the definition of an individual agent and of the local dynamics, but does appear when a lot of individuals interact: it is called an emergence.

**local and global observation** An other underlying assumption is that any individual bases his actions on a representation of his environment, that it acquired through observation. His point of view necessarily differs from the one of the other individuals and from a global interpretation as well. A difference also appears when the analysis is made at a given moment or considering a certain length of time. Several points of view thus cohabit in the observation of the same object, depending on the scale of the observation and the involvement in the action.

In the kwakiutl society, what is important for an individual is to have as very few debts as possible. A gift is made so that to show an imbalance in power: being a debtor means that one is dependent and is seen as a humiliating position. Hence, the first aim of a man who is given something is to pay back as soon as possible.

What the sociologist sees when he observes the society is that nobody is free of debt or of debtor among the whole kwakiutl group. Even more, the situation is never settled, always moving, since at any feast, a lot of counter-gifts are made: the humiliating feeling is the base of the dynamics, it is not the end it. Even a powerful actor needs the others (to pay back so that he can get rid his own current dependencies) and the hierarchy appearing through a certain equilibrium is never fixed. This is what implies that all men are linked to a great number of others, being involved in a lot of those never-ending challenging relations. In this society there is no insurance or official guaranty and this mutual and general interdependency is what is important for the dynamics and the individual survival in the group.

**a shared questioning** The MAS research community, and not only social sciences, is interested in these two topics[5].

Firstly MAS relies principally on the emergence phenomenon: it is from local actions that the system is defined. Once the agents and their interactions have been defined, the use of simulations permits to see new phenomena appear. There are two uses for this principle. One can need to see certain types of collective actions being perform and then search for the minimal definition of an agent behavior to get to a certain result [3] [2]. On the other hand, one

can implement agents that have a certain behavior so that to see what kind of collective actions it will lead to[?],[4].

In that situation, one can see that the one who is in charge of building the model and the one who wants to observe it are not in the same position[6]. The one who creates the system has to define the perception, motivation and logic for the action for each agent. Once this dynamics has been set up and the simulations go, the observation has to be organized. As the world is virtual, there is not a single information that can come to the observer that he does not define or look at in a rigorous way. Any information that should be perceived has to be clearly expressed (for example in terms of links, or number of occurrences), and the specific tools for these points of view created (with the use of statistics).

## 2.2 the hypothesis of the model

To build the MAS model, we define the agents' individual dynamics, including its aims and needs, and the way it is in interaction with its environment (with the objects and the other agents surrounding it). A few assumptions were made about these relations, based on the representation we had after reading the Boas description.

**resources** In the descriptions of the kwakiutl society, where potlatch was totally for the whole social life, it is explicitly said that the appropriation of the goods that were to circulate was never a problem. Apparently, the natural environment was very rich and there was no scarcity for any resource. The main point, anyway is that the ones that were spending the goods were not the ones who would work to get them. The free men in the feast had a lot of slaves to accumulate what was needed.

In the way we represent the interaction with the environment in the model, we consider that agents have slaves, which number change since it is possible to buy some. Then, each slave produces the same value, that does not change from one year to another.

**goods** Actually, the goods that circulate in the society described were of different kinds, like copper statues or furs, but the relative value of the object were well known by the kwakiutl, and there were some equivalence between the quantities exchanged. This is why all that circulates in the virtual world is represented by one unique good and expressed by an amount.

**interactions between agents** As we are interested by the influence of the form of the exchanges on the society, so all the relations between individuals in this artificial world are based on exchanges of goods. There is no other kind of relation, no global knowledge on the others, no communication.

Since there is no explicit exchange of information, it could be seen like the agents do not communicate. In the description of the real society it is clear that performing a gift is a way to show disinterest as well as to challenge the

other to do at least the same. Hence whenever an object is given, it is as if a message was sent at the same time. It is the same in the model, since the agent will integrate the action of the other as an information to constitute their knowledge of society.

This knowledge is relative to the meaning that is to be read in actions which is based on the aims of the agents. In the kwakiutl society, the position of debtor is the one that is uncomfortable, hence everyone tries to shorten the time he owes to another, the more powerful he is. In the model an agent evaluates an other by observing their interaction (the exchange) by comparing the time each one takes to give back. We will see these rules in the description. What is definitely interesting is that the knowledge induced by these informations depends entirely of the point of view and may change from one agent to another.

### 3 The implemented model

#### 3.1 description

**definition of an agent** An agent is defined by its name. It knows the name of all the others, and can get in touch with any of them. It has possessions, expressed by a number of "unities" that represents goods. It has slaves, and their number defines how many unities it gets at each time step. It has a memory that is empty at the beginning and built all along the simulation, made of two lists. In the first one are the current debts stocked, being remembered as a couple [name of agent that gave - amount]. The other list in the memory contains the names of the "relations", all the agents met since the beginning of the simulation. For each relation the five last exchanges that took place are stocked, represented as [date - amount - circulation direction], as well as the opinion the agent has of this relation.

**a universe for simulation** In the universe built, there are 100 agents. The simulations performed are successions of 500 time steps. In the initial state, all the agents are identical. They have no possessions, they have five slaves, their memory is empty (they have no debts and the list of relations is empty). Any agent can get in touch with any other one in the society, even if it has never met it, at any moment. There are three different protocols for the simulation, but the succession of actions during each time step is the same.

**actions of the agents** The agent firstly adds to its possessions what it gets proportionally to its number of slaves (10 unities for one slave). When it has enough unities, 200, it buys a slave that costs 50. Then it makes its plans: the counter-gifts and gifts it is going to make. Considering the number of unities it has it first selects the maximum number of debts it can pay back. Then it decides of three gifts of equal value made to agents with whom it is not involved at that moment (none is in debt with the other). There are different kind of choices, which determine the kind of simulation. All the agents make their plan

before any good circulate, so that a gift made at a time step cannot be given back at the same period, and then the goods circulate. For each counter-gift the debts is erased in the agent list. For each gift performed, a new debt is added to the list of the one who receives it. The exchange is noted for the relation concerned in the second list of the memory (if it is a new meeting each agent first adds the other to its relations list).

**agents' criterion** Once all the goods have been given and received for all the agents, each one evaluates those it met at this turn. This evaluation exists only in two kinds of simulations, as we will see. It is based on the memory of the 5 last exchanges performed. Between A and B, the five last exchanges define two series of {gift ; counter-gift}.

If A gives  $s_{ab}^1$  to B, and B gives back after  $t^1$  time steps, we note  $r_{ab}^1$  the ratio of time taken for one unity:  $r = \frac{t}{s}$ . Then the relative mark is  $\text{mark}_a = \log \frac{r_{ab}^1 + r_{ba}^2}{r_{ba}^1 + r_{ab}^2}$ , which is the evaluation that B has of A, and we can deduce immediately that  $\text{mark}_b = - \text{mark}_a$ .

The final evaluation of the other is an average of the ancient evaluation and the mark attributed at this turn, the past evaluation influencing the new one for 25%, the evaluation being 0 before enough exchanges have been performed. At each time the evaluation is made, only the last series of {gift ; counter-gift} is kept in memory and the other erased.

The higher the evaluation, the more powerful the other is thought to be, because the quicker it gives back the gifts. It is from these analysis that the agent calculates its position in the group, by knowing how many others are weaker and how many are more powerful among those it has met.

To recapitulate:  
the agent has

a name

goods

slaves

a memory

the agent knows how to

accumulate goods

plan

give

evaluate the others

evaluate itself

**simulation protocols** For the three kinds of simulation defined, a difference is made in the criteria for the elaboration of plans: the choice for the counter-gifts and the gifts are different between them.

- The first simulation represent the "no memory" way to plan. To do a counter-gift, the agents only have to give back double of the amount received. The counter-gifts are made beginning with the highest amount. When it is not possible to give back anymore, the agent makes gifts by hazard, since there is no memory kept of the other. With that first kind of rule, the agent gets rid of its debt, but does not necessarily make a gift to the same agent at the same time: the first gift received doesn't put the agent in a repeated relation.

There is a variation for this type of simulation, with "limited memory": two of the three gifts made have to concern one of the relations of the agents.

- In the second simulation the counter-gift is made with the "redistribution" process. The agent has to give again immediately to the one it is giving back to. The amount sent is then the double of the one received plus an one chosen by hazard between 0.5 and 2 times the initial amount. The agents chooses as many counter-gifts as it can do, beginning with the one with the highest amount, and chooses randomly the amount of the gift it makes to the agents it is giving back to (the amount is between 0.5 and 2 times the one it had received). After doing all these counter-gifts and gifts in a row, it makes three choices of gifts to do.

The evaluation of the others takes place in this context, but it is not used yet as a base for the action.

- The last simulation protocol is the "redistribution-elimination" one. For this protocol are the "weak" relations recognized by the agent. The evaluations are translated, so that they are all expressed with a number between -10 and 10: the weak ones are those with an evaluation under -7. Then the counter-gift concerning those relations are made in priority, and the agent then forbids itself to get in touch with it anymore. Once these first counter-gifts have been made, the plans are completed with the same methods as for the previous simulation.

### 3.2 observation

As seen before, what the sociologist interprets as important in the society within which the potlatch takes place is the creation of interpersonal links and of a global dependency based on reciprocity. That is why different criteria are observed during the simulations, that try to take into account not only the idea of power but also of integration. What is observed for each agent is:

at each turn:

- the number of debts,
- the number of debtors,
- the number of agents met during the ten preceding time steps,
- the number of unities the agent possesses,

at the end of the simulation:



the average of the number of unities for the last 100 steps,  
the number of slaves (which is possibly increasing).

It is possible to know how each agent evaluates each of its relations. It also has a representation of its own position in the group, which is the "image" of itself : it is a synthesis of all the evaluations of the others. It can be expressed with an average, or can be visualizes as a graphic showing the number of relations for each evaluation attributed (translated between -10 and 10).

### 3.3 results

The simulations were performed with the different protocols, as described in the previous section. It is only after 150 time steps that the differences are very clear, and after 400, the situation is totally stable.

**the "no memory" simulation** In the case of the first simulation, when the agents don't have to make a new gift after they get rid of their debt, two groups can be identified. There is a very strong difference that appears when one observes the three first criteria: number of debts, of debtors and of meetings, along the time. In the first group the "powerful" agents have a lot of debtors (at least 95), have less than 8 debts and meet less than 20 other agents in 10 time steps. Some of them even have an average of zero debts after a time (when there one debt is made it is paid back at the following step). It doesn't take the same time for all the powerful agents to have these characteristics, the minimum being about 150 and the maximum 350 time steps. They are anyway about 20 in the society at the end of each simulation. The others, the "weak" agents have less than 40 debtors, meet about 50-60 other agents in ten steps and have at least 30 debts all the time. So the one with whom the more agents are dependent are at the same time the more lonely, who meet very few other agents.

Regarding the number of slaves that have been bought during the whole simulation: not all the agents can buy some, and actually only less than 15 do. But in that case they do buy a lot, and have at the end between 20 and 150 slaves. The link can be made only in one sense with the characterization we gave of power: all the agents that acquire more than 20 slaves are powerful in regard of the previous criteria, but the rest of the powerful ones don't buy a single one during the simulation.

About the amount possessed, it is amazing to see how much it varies from one step to an other, and that its average is not a relevant indicator of power. It is impossible to predict between two agents which one is going to be regarded as powerful or as weak only by knowing what they possess; at the same time some powerful agents have few unities.

In the case of the "limited memory" protocol, the differentiation is still very clear in regard of the criteria. Only one change appears, which is that the number of agents met in ten time steps is reduced a lot. The powerful agents are then characterized by the number of debts and of debtors, and the number of slaves, that are quite in the same proportion for each category as they were

in the other simulation. The division in two categories concerns approximately the same number of agents, about 20/80.

**the "redistribution" simulation** When the agents have to make a gift as soon as they get rid of a debt, the differentiation between agents is not as clear as before. Actually they all have a number of debts that oscillates between 50 and 60 and a numbers of debtors that is between 40 and 50. The meetings are much less numerous than: they just meet 15 other agents in 10 turns after a time. The only difference that can be identified between the agents is their number of slaves. In that case, all of them are able to buy at least one slave during the simulation, but the maximum of slaves bought is about 20. For the amount of money possessed, again, there is nothing that does appear.

Then it is possible to consider the image that the agents have of themselves. What is amazing is that there is no correlation between the only "objective" criterion that shows some differences and these results. The agents that bought a lot of slaves sometimes have a very bad image of themselves. What is regarded as a bad image is when the agent evaluates more agents as stronger than him than weaker, when the average of the evaluation is positive. During the same simulation, among the agents that bought only one or two slaves, half of them feel strong compared to their relations.

**the "redistribution-elimination" simulation** In this simulation, the change in the strategy occurs after the 150. time step, when the opinion already exists, and it is quite close to the "redistribution" one. After this moment, there is an important change in the results.

There is still no great difference appearing between the agents, the only one being the number of slaves possessed. The results themselves change: 20 time step after they began selecting the ones with which they get in touch, the agents meet much more agents in 10 time steps (about 80). Their number of debts and debtors has still the same average but there are very important oscillations around the medium number. One point is then linked to the idea of power: the one that have more slaves than the others, have smaller oscillations, with an amplitude of 5 instead of 15.

The image of themselves in the society has a value that is much nearer 0 than in the other simulations, which means that they have a vision of a more homogenous society, and this is true for all the agents.

## 4 Discussion

### 4.1 What we saw

The observation was based on 6 criteria for each agents. Three of them had regular values, and it was possible with them to recognize the emergence of certain local behaviors, and then to distinguish different classes for the agents. This global observation gave an analysis of the results while considering each

simulation separately but also while comparing between the protocols, each one defining a specific behaviors for the agents. The differences between protocols that imply differences in the results concern various questions: the redistribution (that distinguish the two first simulation from the others), the use of memory in choices. What was quite predictable was the difference that could appear between scales in the observation, about the points of view and about the time scale of the criteria.

**redistribution** The first difference between the protocols was the obligation to make a gift for any counter-gift performed. It has a huge influence on the results. In the simulations where the link is stopped by giving back, there is a real differentiation between agents: some are not very dependant, but at the same time are put out of the social net, with only very few regular relations. In the other type of simulation the agents are all very well integrated and no one is so powerful that it is out of debts.

Actually this can be put in correlation with an observation that Godelier made in his last book [8]. He exhibit that the potlatch, as the expression of opposition, is specific among the non-merchant exchanges: the opportunity is let not to keep on exchanging. He remarks that in the societies where potlatch exists the hierarchy is not well-settled and is actually built by the repeated exchanges, whereas the gift and counter-gift classical dynamic is to be seen where hierarchies are already stable. The results in the artificial world are thus interesting: the social difference appears in the simulations where the redistribution is not forced, like in potlatch, an the society stays homogeneous when the agents have to keep on immediately with the links. In any case, the power is associated with an exclusion from the exchange dynamics.

**accumulation and time** There were two criteria that had something to do with the goods possessed: firstly the quantities of unities and their average, and the number of slaves. The fact that an agent buys slaves means that it has the ability to have a lot of good unities at one given moment. It does not imply that it is regularly wealthy: the two criteria consider the same fact but not in the same time length. What we saw in the simulations is that the number of slaves was correlated with the situation of power in the first simulations, whereas the number of unities were not.

What Weber shows is that the economic power in the societies observed is shown by the ability of getting the goods when needed, but not necessarily to accumulate in time. This punctual accumulation is possible because of the number of dependants: giving to someone is thus a real investment, in both economic and social dimension[11].

**incoherence between points of view** The two ways of observing the artificial world, from the local and global points of view, are based on the idea of dependency in the interaction. It is related to a question of time or the agent and to a question of number of relations for the observer. The results

of these observations differ, with almost no correlation between the local and global points of view, and even sometimes opposition. Anyway, it was used in the "elimination" protocol to influence the actions of the agents.

**elimination** In the simulation with redistribution, it is then interesting to evaluate the impact of the elimination of a relation. It does not have an effect on the differentiation. There is only a small difference between the agents on an "objective" level: those regarded as weak have a less stable position regarding the debts. However, the effect is important on the image that the agents have of themselves. While acting all the agents stop the relations with the weakest one: the effect is that their society seems more homogenous to them. By changing a behavior because of the image, it is principally the image that we changed.

## 4.2 to go further

**a global point of view for the agent** In this model we were trying to describe a model of some humans' actions. The fact is that in the real society, even if the sociologist and the actors have different points of view, it doesn't prevent the actor to look at his own society globally. The ethnomethodology developed this important point, saying that the main characteristic of man is to take in account the structures it belongs to, and, recognizing its rules, to act in the sense of its reproduction [7][9].

The agents in the model did not have the ability to get global information and their image of the society was a kind of an emergence based on a purely individual knowledge. It would be possible to put in an other simulation a larger memory for the agents that would integrate some global remarks we made during the observation.

**building a common point of view** It would be even more interesting to allow the agent to identify the global vision they share with their own criteria. However, in most simulations the evaluations that the agent has of each of the others are very different. This implies directly that the evaluation the others have of it are also very variable<sup>2</sup>. Hence, it is not possible for the moment to have an efficient global image of an agent that would be built with the agents' points of view. It would anyway be very interesting to find criteria on the group agreed by all the agents and motivating their actions.

## 5 Conclusion

This virtual world was built on a social issue: the role of specific interactions in the society, that the model was describing. Then some observation criteria were built in order to take into account the eco-anthropological analysis of the

---

<sup>2</sup>In the relation between A and B,  $eval_a = - eval_b$

phenomenon. It was then possible to observe an emergence, exhibiting differentiations between groups of agents. These emergence were different, depending on the dynamics chosen for the simulations. At the same time the criteria had not the same value, some being useless to distinguish these appearing phenomenon.

The second questioning was about this criteria for observation within the system. Several points of view on the same object, the links created, were established, and the agents' point of view used as a base for their choices. The coordination of these different observations and analysis was not very easy to use for the moment, but the building of individual representations is still studied.

## References

- [1] F. Boas. *Kwakiutl Ethnography*. The University of Chicago Press, Chicago, 1966.
- [2] J. Doran. Collective memory and emergent human social complexity. In *Mémoire Collective. Dialogue Entre Les SMA Artificiels (IAD) et Les Sciences Humaines et Biologiques.*, Compiègne, 1994. Centre de recherche de Royallieu.
- [3] A. Drogoul. *La mémoire collective dans les SMA réactifs : l'exemple de Manta*. 1994.
- [4] J. Epstein and R. Axtell. *Growing Artificial Societies: Social Sciences from the Bottom Up*. Complex Adaptive Systems Series. MIT press, Cambridge and London, 1996.
- [5] J. Ferber. *La Kénétique : Des systèmes multi-agents à une science de l'interaction*, volume vol 8. 1994.
- [6] J. Ferber. *Coopération, intention et interaction. Une réponse à la "pelouse fourmilière" de Brassac et Pesty*. Hermès, 1996.
- [7] N. Gilbert. 'Emergence' in social simulation. 1993.
- [8] M. Godelier. *L'énigme du don*. Fayard, 1996.
- [9] B. Lahire. *Précisions sur la manière sociologique de traiter du "sens" : quelques remarque concernant l'ethnométhodologie*, volume 59 - les enjeux de l'ethnométhodologie. 1992.
- [10] M. Mauss. *Sociologie et anthropologie*. PUF (4eme édition), 1968.
- [11] J. Weber. C=R-i, my god, my gold ! (réflexion sur la porte du concept de consommation). *revue du MAUSS*, 13, 1985.

## L'INTERDISCIPLINARITE POUR LA MODELISATION DANS LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT

### COMPTE-RENDU D'UNE EXPERIENCE EN COURS

#### UNE APPLICATION AU PASTORALISME SOUDANO-SAHELIEN

Cette communication décrit la formation d'un projet interdisciplinaire au CIRAD dans le cadre de deux thèses conduites autour d'un thème commun : l'élevage itinérant à l'Extrême-Nord du Cameroun. La première recherche entamée est celle d'économie, qui a été suivie, un an plus tard, par celle de modélisation. L'entrée choisie pour analyser la pratique pastorale a été définie par le travail préalable d'économie, et c'est celle de l'accès à la ressource commune (eau et fourrage). L'hypothèse de départ est que les rapports sociaux qui s'expriment au travers de cet accès sont déterminants lorsqu'on analyse les évolutions de la ressource naturelle<sup>1</sup>.

Les deux recherches s'appuient sur des données bibliographiques et de terrain à propos des rapports entre les éleveurs itinérants et les populations sédentaires. Elles s'articulent autour de la réalisation d'un modèle, qui est développé en un système multi-agent et sera utilisé pour effectuer des simulations. Plus que la simple élaboration de ce modèle, c'est une méthodologie de travail interdisciplinaire la "modélisation d'accompagnement" [Bousquet, 94] qui est au centre de la recherche. Dans cette perspective, le pont entre les deux disciplines prend la forme d'un aller-retour entre la réalité perçue et le monde virtuel construit. Observation et formalisation se remettent ainsi en cause respectivement pour atteindre une meilleure compréhension du système réel. Cette collaboration vise donc deux objectifs. Au plan de la recherche et du développement, il s'agit de comprendre comment s'organise la mobilité des troupeaux et de voir sous quelles conditions elle peut être appelée à perdurer. D'un point de vue méthodologique, c'est l'utilisation d'un système multi-agent [Ferber, 95] comme aide à la construction collective d'un objet de recherche, qui est étudiée.

Après avoir expliqué le choix du système multi-agent pour la description de systèmes sociaux et l'enjeu de la collaboration pour la recherche économique, nous présenterons le premier modèle réalisé. C'est dans le déroulement chronologique de l'expérience d'interdisciplinarité et ses implications en retour pour les deux chercheuses que nous rechercherons alors l'intérêt de la méthode, en concluant sur les développements envisagés.

## 1. Sujet et outils

### 1.1. Le sujet

#### 1.1.1. la mobilité des troupeaux

La mobilité des troupeaux est une pratique ancienne à l'Extrême-Nord du Cameroun, en particulier chez les éleveurs de brousse d'ethnie *fulbe*<sup>2</sup>. Cette mobilité est une réponse aux

<sup>1</sup> Cette hypothèse repose sur le point de vue de Maurice Godelier, concernant le rapport des hommes à leur environnement : "le rapport des hommes au milieu naturel est d'abord l'expression des rapports qu'entretiennent les hommes entre eux." [Godelier, 74]

<sup>2</sup> "...tels qu'ils avaient quitté le Mallé à la suite de leur troupeau, tels qu'ils vivaient dans les temps anciens, ainsi sont-ils demeurés dans le monde d'aujourd'hui" [Mohammadou, 76].

variations de la disponibilité en eau et en pâturages selon les lieux et les saisons<sup>3</sup>. La mobilité des troupeaux n'est pas l'apanage des seuls éleveurs de brousse dits nomades, itinérants ou pasteurs mais aussi des éleveurs sédentaires qui font transhumer leur troupeau en saison sèche. Dans la région de l'étude, en particulier dans la plaine du Diamaré, la transhumance de saison sèche est une pratique courante de gestion du bétail pour les agro-éleveurs sédentaires. Elle repose sur des déterminants écologiques précis : à partir de décembre, l'abreuvement des troupeaux devient difficile en raison de l'assèchement des mares, la culture du muskwari<sup>4</sup> oblige les troupeaux à quitter les zones agricoles de saison sèche et les zones sableuses ne peuvent plus nourrir les troupeaux. La plupart des agro-éleveurs sédentaires dont le troupeau dépasse 50 têtes de bétail sont contraints à la transhumance tandis que les pasteurs ou itinérants font de la mobilité leur mode de vie<sup>5</sup>.

L'eau est présente sous la forme de *mayo*<sup>6</sup>, de mares artificielles et naturelles ou de puits individuels et collectifs selon la saison : elle est abondante en saison des pluies, en brousse et dans les villages. Pendant la saison sèche lorsque l'eau devient rare et que son extraction nécessite un effort important, son usage fait l'objet d'une réglementation ou d'une rémunération de la main d'oeuvre employée.

Les pâturages sont constitués par des espaces résiduels de brousse appelés réserves forestières<sup>7</sup>, des jachères ou des champs non cultivés. D'un point de vue historique, ces réserves forestières font partie du territoire des chefferies coutumières ; d'un point de vue juridique, ils sont la propriété de l'Etat centralisé. Ces espaces de brousse servent à des usages multiples, principalement à l'alimentation des troupeaux du terroir, à la collecte journalière du bois de feu et à la cueillette de plantes sauvages, alimentaires ou médicinales ; enfin, ils constituent l'espace de vie privilégié et saisonnier des pasteurs itinérants et de leurs troupeaux. La multiplicité des usages par des acteurs différenciés donnent de fait à l'eau comme aux pâturages un statut de ressources communes. D'un point de vue économique, eau et pâturages sont des Communs parce que l'usage d'une unité de ces ressources par un acteur donné rend cette unité indisponible à d'autres acteurs : l'usage des Communs est par nature exclusif.

Avec l'accroissement des surfaces cultivées<sup>8</sup>, les espaces de brousse diminuent, une évolution qui accroît la concurrence entre les agro-éleveurs et les éleveurs itinérants sur les pâturages : les conflits potentiels pour l'usage de cette ressource s'accroissent. L'existence d'accords entre populations sédentaires et itinérantes semble être un élément-clé pour éviter l'apparition récurrente de conflits et pour permettre la gestion de la ressource commune<sup>9</sup>. Ces accords, qui prennent la forme de taxes, sont passés entre les chefferies locales et les pasteurs. D'autres comme les contrats de fumure évoquent un lien direct entre les éleveurs itinérants et les agriculteurs sédentaires : les troupeaux des éleveurs itinérants fument les terres agricoles en échange d'un droit de pâturage des résidus agricoles ou contre une rémunération monétaire [Boutrais, 74], [Landais et al, 90]. L'instabilité de ces accords semble être la règle : M. Dupire oppose la pérennité des échanges de bétail à l'intérieur d'un système pastoral de parenté élaboré à la précarité des arrangements entre transhumants et sédentaires pour l'accès à l'eau et aux

<sup>3</sup> "lorsque les ressources sont dispersées et imprévisibles, la dispersion et la mobilité des utilisateurs, appelés nomadisme sont des comportements appropriés" [Dyson-Hudson, 80].

<sup>4</sup> ou mil de saison sèche.

<sup>5</sup> Donner des ordres de grandeur sur le cheptel sédentaire et sur le cheptel transhumant et itinérant est difficile car, d'une part les statistiques officielles à l'échelle de la région de l'Extrême-Nord ne font pas cette différenciation et d'autre part, parce qu'il existe de grandes disparités entre la somme des chiffres relevés à l'échelle des terroirs et ceux à l'échelle de la région.

<sup>6</sup> bras de rivière saisonnier.

<sup>7</sup> loi sur l'environnement de 1995. ces réserves forestières sont en fait des savannes arbustives à arborées.

<sup>8</sup> Dans la région de l'étude, les surfaces mises en culture en saison sèche comme en saison des pluies augmentent en superficie [Dugué, 94].

<sup>9</sup> Les traces de ces accords jalonnent ponctuellement la littérature sur l'élevage transhumant et se retrouvent dans les manuscrits historiques [Zeltner, 53], [Eldridge, 83].

pâturages [Dupire, 62]. La possibilité de se garantir un accès dans tous les lieux voulus semble alors un point crucial à la survie de l'élevage itinérant<sup>10</sup>.

### 1.1.2. *L'angle d'approche économique : l'accès aux pâturages*

L'accès aux pâturages et à l'eau renvoie à un ensemble de contraintes pour l'activité pastorale. La contrainte écologique est définie par la quantité et par la qualité des ressources communes présentes sur un lieu donné. La contrainte sociale s'exprime par le droit ou non d'utiliser ces ressources et à quelles conditions, ce droit pouvant être différencié en fonction des usagers ou de l'état de la ressource. L'accès désigne l'installation des pasteurs dans un pâturage, près d'un point d'eau pour une période donnée. Ce sont les conditions de cet accès que nous cherchons à identifier : comme point de repère à l'observation de terrain, nous en cherchons une interprétation économique préalable.

Pour la théorie économique standard, c'est la raréfaction de la ressource commune ou la contrainte écologique qui conduit à la réglementation de son accès possible : le constat de la rareté d'une ressource conduit à sa marchandisation, c'est à dire à son apparition dans la sphère des biens économiques. Elle n'y existe que lorsque qu'elle est dotée d'un prix. Ainsi peut se décrire le passage d'un pâturage commun libre ou sans contrainte d'accès à un bien pâturage dont l'accès est soumis à une contrepartie monétaire. Dans ce cadre, l'accès est identifié comme la confrontation d'une offre et d'une demande pour l'usage de la ressource commune. Cette confrontation donne lieu à la détermination d'un prix appelé coût d'accès où l'offre de pâturage dépend de l'état de la ressource et où la demande dépend de la taille du cheptel.

L'identification des coûts d'accès et de leur évolution selon les lieux de pâture et les usagers temporaires est le fil directeur du premier terrain d'enquête. Le questionnement en terme d'accès interroge la forme du lien entre différents utilisateurs pour l'usage d'une même ressource ainsi que son impact sur l'état de la ressource. En économie, cette forme est celle d'une transaction économique sur le marché d'une ressource. D'autres formes sont pressenties, en particulier au travers des échanges non marchands, des prêts ou des dons en bétail qui caractérisent les sociétés pastorales. Par ailleurs, on se demande si l'existence des coûts d'accès permet la survie du système pastoral dans son ensemble, c'est à dire à la fois du mode de production et de la ressource commune.

## 1.2. Système multi-agent et modélisation en sciences sociales

### 1.2.1. *système multi-agent*

Le système multi-agent est un système informatique qui permet de mettre en place des univers virtuels à des fins de simulations [Lenay, 94] [Doran, 94]. Les modèles créés s'organisent autour d'entités, appelées des objets ou des agents, placées dans un univers dynamique. Au cours du temps, ces entités évoluent, du fait de leurs caractéristiques propres et de l'ensemble des interactions qu'elles ont avec leur environnement. Parmi ces entités, les agents sont celles qui sont capables d'agir sur ce qui les entoure, à la fois les autres agents et les objets.

C'est principalement à la définition de ses actions que l'on s'attache pour un agent, en décomposant le mécanisme en trois étapes : perception - délibération - action. En général, l'agent est doté d'un champ de perception limité, qui lui permet d'obtenir des informations sur son environnement. A partir de ces connaissances et d'objectifs qui lui sont donnés, il procède durant ses délibérations à des choix entre un certain nombre d'actions prédéfinies. Ensuite, en agissant, il va transformer son environnement, et donc la perception qu'il en a et il devra reconsidérer ses connaissances pour choisir de nouvelles actions.

---

<sup>10</sup> Nous ne discutons pas ici de l'efficacité des systèmes d'élevage mobiles. Cette question a été abordé par plusieurs auteurs avec des réponses différentes en fonction des contextes [Benhnkes et Scoones, 93]. Pour une comparaison des systèmes sédentaires et mobiles en terme de coûts de production dans la zone de l'étude, voir [Requier-Desjardins, 97].



Ce processus itératif est d'autant plus complexe que l'agent n'est pas seul à influencer sur ce qui l'entoure et qu'à chaque pas de temps l'univers est modifié par les actions de tous les agents conduites de façon simultanée. Il y a plusieurs façons pour les agents de s'influencer les uns les autres : en transformant directement les autres, en communiquant avec eux par des envois de messages (et donc en transformant ses connaissances, ou ses objectifs), et en modifiant l'environnement commun et donc la perception que chacun en a [Bousquet, 96].

Ces systèmes informatiques donnent lieu à deux utilisations très différentes. La première est celle de la résolution de problèmes : la distribution des capacités de calculs entre des intelligences autonomes capables de communiquer permet d'arriver plus vite à des solutions face à des questions très complexes qu'avec des gros calculateurs centralisés. Le second usage est celui qui nous intéresse : il s'agit de la simulation au sein de mondes virtuels, afin de tester, comme en laboratoire, des hypothèses abstraites qui concernent des systèmes réels.

### 1.2.2. *simulations de sociétés*

Pour définir un système à partir duquel effectuer des simulations, il faut décrire les caractéristiques des objets et des agents, les dynamiques de leur évolution et les modalités d'actions des agents. On lance alors la simulation à partir d'un état initial en répétant à chaque pas de temps une succession de transformations et d'actions. L'univers et les agents évoluent jusqu'à ce que des situations d'équilibre apparaissent dans leurs caractéristiques ou que des régularités soient repérables dans les actions. On parle en général d'émergence pour décrire ces phénomènes globaux qui se mettent en place dans les univers à partir d'un grand nombre de dynamiques locales [Cariani, 91], [Baas, 94], [Doran, 94].

Considérant l'importance donnée à l'interaction dans la modélisation en multi-agents, celle-ci est très souvent utilisée pour décrire des sociétés, que celles-ci soient animales ou humaines. La plupart du temps, c'est la capacité d'auto-organisation des sociétés qui est ainsi mise à l'épreuve et les processus supposés sont testés. Par exemple, des sociétés de fourmis artificielles ont été créées où une différenciation s'opère entre les agents : partant d'une société parfaitement homogène, on voit les rôles se répartir dans la population au cours de la quête de nourriture des caractéristiques et des rôles dans la quête de nourriture [Drogoul, 94]. Pour décrire l'apparition de hiérarchie chez les humains, c'est également la quête de ressource qui est en général simulée, avec l'apparition de groupes dépendant de chef, qui perdurent ou non au delà d'une action commune [Doran et al., 93, 94]. Le cadre multi-agent permet alors de chercher les conséquences d'actions locales, relatives à des logiques explicitement décrites, sur la forme du collectif.

Face à ces simulations émergentistes où l'agent ne "comprend" pas le collectif auquel il participe dans ses actions, d'autres usages du système multi-agent se basent sur l'existence d'un groupe social prédéfini et de la capacité de chaque agent à percevoir les autres et à vouloir s'engager à leur égard [Rao et Georgeff, 95], [Castelfranchi, 95]. Il est également possible de définir un agent-groupe qui représente des caractéristiques du collectif et interagit avec des agents-individus [Barreteau, 98]. Ainsi, l'influence du groupe social sur les comportements individuels, peut être mis en scène.

Différentes hypothèses peuvent ainsi être testées dans des simulations pour ce qui concerne les informations reçues par l'agent, ses objectifs individuels, ainsi que les diverses formes d'influence du collectif sur ces critères. C'est cette définition du modèle à travers des règles locales de comportement qui rend la simulation dans les systèmes multi-agents intéressante pour l'économie et la sociologie [Gilbert, 93].

## 1.3 Comment organiser l'interdisciplinarité ?

Dès le début de la collaboration, de nombreux problèmes dans la coordination des connaissances et la mise en commun du travail ont été mises en avant. Ainsi, avant de pouvoir construire un modèle, il fallait que la modélisatrice comprenne la problématique de l'économiste au regard de l'objet et du terrain d'étude.

Le travail a commencé par un partage de "propositions bibliographiques", où les références essentielles étaient réciproquement fournies. Déterminer quels sont les ouvrages nécessaires à la construction ou à la compréhension de son sujet est un exercice qui s'est révélé

en soi intéressant, par exemple en forçant à justifier des appartenances théoriques jusqu'alors sous-entendues. Ensuite, il a fallu mettre en accord les usages du vocabulaire. Très souvent les disciplines, pour le même terme, font référence à des idées très différentes et c'est pour chaque terme que les hypothèses et les limites d'usage ont dues être posées.

C'est finalement sur des champs d'intérêt commun que nous nous sommes entendues : il fallait que les résultats à venir puissent être utilisés pour répondre à des questionnements de chacune des disciplines. Ainsi, les questions de réseaux sociaux, d'échanges marchands et non marchands de biens, de circulation de l'information se sont retrouvées au centre de la problématique commune.

Le passage à un modèle informatique devait alors être le second exercice. De grandes attentes en terme de clarification et de fixation des hypothèses y était liée. C'est par l'épuration que nous comptons mettre à jour des erreurs ou des simplifications grossières.

## 2. Historique

### 2.1. Premier modèle, traduction du premier terrain

#### 2.1.1. des conclusions de terrain

Le premier terrain est celui que l'économiste a effectué préalablement à la conception du modèle (du 16 novembre au 31 décembre 1996). L'analyse a été menée à partir du concept de *coût d'accès*, défini comme : l'ensemble des dépenses qu'il est nécessaire de faire pour avoir accès à la ressource. Trois points principaux sont ressortis de cette analyse, pour établir une description du système :

1. Les règles d'accès en vigueur sont, de fait, celles définies par le système coutumier : les éleveurs se présentent au chef coutumier et lui demandent l'autorisation de s'installer sur les terres de son territoire pour une période donnée pour bénéficier de l'eau et des pâturages communs. Cette règle a changé et l'autorité relève de l'administration, mais on note que celles-ci délèguent aux chefs la responsabilité des accès. Le chef est donc l'interlocuteur principal pour les éleveurs qui arrivent sur un territoire.

2. L'installation ou l'accès donne généralement lieu à un prélèvement monétaire, et il y a également de nombreux prélèvements supplémentaires, auxquels l'éleveur peut difficilement se soustraire (taxes vétérinaires, des eaux et forêts au Tchad). En général les éleveurs vendent une ou plusieurs bêtes lorsqu'ils ont à déboursier ces sommes qui sont assez importantes. Les montants sont néanmoins très variables selon les années et les interlocuteurs qui négocient : tout paiement est traité au cas par cas<sup>11</sup>. L'étude de cette variabilité montre l'existence d'une règle, qui relie l'ancienneté du passage des bergers aux montants prélevés : pour schématiser, dans une zone donnée, le coût d'accès est une fonction décroissante de l'ancienneté.

3. Il existe un autre ensemble de rapports entre les individus des communautés sédentaires et transhumantes, sans lien avec les réglementations autour de l'accès ou de l'élevage. Ils sont matérialisés par de nombreux échanges : des dons, des échanges de lait contre des céréales, des ventes de bêtes. La bibliographie fait également état de contrats de fumure et de gardiennage. En ce qui concerne les premiers, il semble y en avoir très peu, voire pas du tout, dans la zone observée. En ce qui concerne le gardiennage, très important en nombre de services rendus et de main d'oeuvre employée, les mécanismes relationnels en jeu sont très complexes et n'avaient pas été très bien explicités lors du premier terrain.

Deux constats semblaient un peu contradictoires et un approfondissement de la réflexion à ce sujet était nécessaire. Les routes de transhumance sont des axes très stables, empruntés globalement par l'ensemble des éleveurs. Cependant, des modifications sont perceptibles en permanence. Elles peuvent être légères : parfois, la composition des campements se transforme du fait du départ d'un des éleveurs qui s'attache à un autre groupe ; elles sont parfois plus importantes, un lignage entier décidant de quitter définitivement une zone et de résider dans une

<sup>11</sup> Il arrive que des sommes globales soient demandées pour des troupeaux, là où la taxe devrait être payée par tête ; souvent des cadeaux personnels peuvent faire oublier la taxe officielle.

nouvelle région pour toute la saison. Les deux faits mis en parallèle posaient la question des motivations dans les choix de parcours et des rencontres.

Deux comportement type ont alors été envisagés : l'un utilitaire, relevant de la pure économie, à la recherche du moindre coût ou du gain maximum ; l'autre fondé sur une fidélité dans les relations et sur une bonne entente. Dans la perspective économique, la survie des troupeaux relevait d'une bonne utilisation des revenus de la vente du bétail, identifiée comme le moyen principal d'obtention de liquidités. C'est en voulant utiliser ces différents points que le système artificiel a été défini.

### 2.1.2. la traduction

Le premier modèle informatique a été construit pour traduire celui, conceptuel, présenté par l'économiste. Il s'organise donc autour des notions de coût et de fidélité. Les besoins pour un troupeau ont été schématisés par deux ressources distinctes (eau et fourrage), et les responsables face à la ressource ont été différenciés. L'eau est alors en propriété commune, et la terre, sous la forme de pâturages et de champs en propriété individuelles. Il y a alors trois catégories d'agents : 40 sédentaires, qui possèdent des terres, répartis en 5 villages, responsables de l'eau, et 20 transhumants, avec leurs bêtes. Il y a une interdépendance des agents, chacun ayant besoin des autres, ce qui les force à communiquer : les transhumants doivent accéder à l'eau et aux pâturages, les sédentaires assurer la fertilisation de leur terrain en accueillant un nombre minimum de bêtes, et les villages accumuler de l'"argent"<sup>12</sup> pour assurer la cohésion du groupe. Toutes les relations se traduisent dans des accords entre agents où sont échangés un accès (accès à l'eau ou en quantité de fourrage) contre de l'argent<sup>13</sup>.

Ce sont les transhumants qui font les premiers choix en demandant un accès, tout d'abord à l'eau dans trois villages et ensuite au fourrage à des sédentaires de ce village. Ayant décidé des rencontres possibles, ils évaluent leur besoin en argent et vendent des bêtes en conséquence. Les villages acceptent forcément la présence des transhumants en leur signalant le prix à payer. Les sédentaires peuvent refuser, si d'autres contrats déjà passés leur font craindre la dégradation de leur terre à cause de la présence de trop de bêtes, et proposent également le prix d'accès. C'est selon les réponses que les transhumants décident de leurs actions pour l'année à venir.

Les agents dans chaque catégorie sont identiques au début et ne connaissent rien sur leur univers. Ainsi, les coûts d'accès de chaque sédentaire ou village, le nombre de bêtes de chaque transhumant, sont des données qui ne sont découvertes qu'au cours des rencontres. De plus, comme elles évoluent au cours du temps, les agents peuvent posséder des données erronées, ce qui peut, entre autre, les amener à être déçus<sup>14</sup>.

Tous les choix de demande des transhumants sont déterminés par les savoirs accumulés, et sont définis par deux types de logique dans la recherche d'accès<sup>15</sup>. La première est celle de type "utilitariste", qui est d'aller demander au sédentaire que l'on connaît comme le moins cher. L'autre critère est la fidélité, le transhumant essayant de revenir sur les mêmes terres chaque année. Comme on a vu, les autres catégories n'utilisent pas les connaissances qu'ils ont des transhumants pour leurs réponses.

Une année se déroule donc selon l'ordre suivant : les transhumants vendent des animaux et font des demandes d'accès, les autres agents leurs répondent et les transhumants choisissent définitivement leurs passages dans les villages et sur les terres. Ensuite, chacun fait un bilan de sa production : les éleveurs voient si la ressource qu'ils ont réussi à récupérer a suffit pour que

<sup>12</sup> Un seul type de biens circule dans cette société artificielle, et a donc été appelé "argent".

<sup>13</sup> L'inspiration, pour cette traduction était le modèle des contrats de fumure [Boutrais, 73].

<sup>14</sup> Une "déception pour un transhumant sera de se faire refuser un accès ou de le payer plus cher que prévu. Pour un sédentaire ou un village, ce sera d'être face à un transhumant qui refuserait de venir sur sa terre alors que celle-ci doit être fertilisée ou qui viendrait avec trop d'animaux, ce qui la dégraderait.

<sup>15</sup> En fait les transhumants ne demandent pas tous leurs accès en fonction de ces critères : un village sur les trois est choisi au hasard ainsi que un sédentaire dans chaque village : c'est ce qui permet la connaissance de la plupart de la population. dans certaines des simulations, on a rajouté pour le transhumant une liste de sédentaires avec qui il ne veut plus entrer en communication.

leurs bêtes se reproduisent ou si des bêtes sont mortes ; les sédentaires voient si un nombre correct d'animaux (ni trop ni trop peu) sont passés sur leur terre et s'ils ont assez d'argent pour payer leur taxe au village (dans le cas contraire, ils augmentent leur coût d'accès pour l'année suivante ; enfin, les villages voient s'ils ont reçu assez de biens. En fonction des pertes éventuelles ou des succès, chacun évalue si les agents rencontrés lors de ce tour ont été décevants ou non, ce qui permet d'établir un "avis", et stocke les informations pertinentes (nombre de bêtes et coûts d'accès). Ce que l'on observe chaque année est l'évolution des coûts d'accès, de la qualité de la terre (qui détermine combien de fourrage sera produit l'année suivante), de la taille des troupeaux et des "avis" à propos des relations (savoir si globalement, les agents sont satisfaits ou non).

Lors la définition des protocoles de simulation, nous voulions tout d'abord tester l'influence du type de motivation. Les critères ne varient pas au long de la simulation et sont les mêmes pour tous : au début on définit donc le critère (fidélité ou dépense minimale) pour la façon de choisir l'accès à l'eau et la façon de choisir l'accès au fourrage. Un autre facteur qui peut varier est le nombre d'accès demandés : le transhumant va toujours dans trois villages, mais demande en tout 6 ou 9 accès au fourrage. Nous avons donc défini huit protocoles distincts, définissant des simulations de 50 années. Le dernier facteur sur lequel nous agissons est le rapport entre les coûts : le prix d'une bête, les coûts des accès ou de l'unité de fourrage. Ceci permet d'étudier l'importance de ces rapports pour la perpétuation des troupeaux et donc du pastoralisme.

On peut récapituler les présupposés forts qui ont été introduits lors de la création du monde artificiel. Tout d'abord, on a posé que les savoirs sur la ressource ne sont pas utilisés dans les choix des agents. Ensuite, toutes les connaissances sont acquises à travers des relations entre les agents, de façon totalement distribuée et locale. De plus, ces relations existent seulement entre des agents de type différent. Enfin, les logiques qui président à l'action ne peuvent pas varier au cours du temps.

## 2.2. Nouvelles observations

Même si le travail de simulation n'avait pas été mené au moment du départ sur le terrain, de nombreuses questions avaient été soulevées par l'élaboration du modèle, qui donnaient des pistes pour l'observation lors des séjours dans les campements. Déjà, l'étude bibliographique sur les sociétés pastorales avait montré que les relations pour l'accès aux ressources communes s'inscrivent dans des systèmes de relations sociales établies. De plus, sur le terrain, il avait été constaté que des cadeaux de grande valeur s'échangent, sans que le lien avec l'accès puisse être fait. Ainsi, nous manquions d'informations sur l'articulation entre les relations que pouvaient entretenir un transhumant avec les communautés locales et la garantie d'un accès pour les années suivantes.

Nous sommes alors parties au Cameroun pour une durée de 3 mois. Une faible partie du travail de terrain a été faite ensemble, pour la plupart du temps, nous avons élargi au maximum les enquêtes, en rencontrant des populations différentes, dans des villages et des zones distincts. Nous avons fait des observations qui ont mené à une redéfinition de l'objet commun d'étude.

### 2.2.1. la prise en compte de la ressource

L'environnement naturel influence en fait de façon première tous les mouvements de troupeau. Ce facteur a réellement une importance première, qui avait été un peu sous-estimée dans la première modélisation : il doit y avoir suffisamment d'eau et de fourrage accessible et de bonne qualité pour que le troupeau puisse s'installer dans une zone. Ainsi, pour des déplacements sur de petites distances, c'est la qualité du fourrage que le berger étudie pour décider des meilleurs emplacements. Pour le départ ou le retour de transhumance, les choix dépendent également de l'état de la ressource ou de l'arrivée des pluies<sup>16</sup>. Comme ces données

---

<sup>16</sup> Les problèmes d'épizooties et la présence de parasites explique également parfois l'abandon d'une zone par les éleveurs.

varient énormément d'un lieu à l'autre et selon les années<sup>17</sup>, les éleveurs doivent à tout moment se tenir au courant pour connaître les lieux les plus propices à leur activité. En général, les informations sont transmises lors des discussions entre les éleveurs, de façon informelle, au marché ou en brousse<sup>18</sup> ; il arrive également que des messagers soient envoyés du village pour signaler l'arrivée de la pluie.

### 2.2.2. *l'environnement social*

Nous avons pu constater que les éleveurs sont soumis à des pressions tout au long de leur route : en saison des pluies, l'accès à la ressource se fait dans des zones où les cultures ne sont jamais loin du fourrage et chaque vagabondage d'une bête peut abîmer le champ d'un paysan et compromettre sa récolte. Certains sédentaires empiètent sur les zones de pâturages pour installer leur champ, laissant les éleveurs sans lieu pour s'installer. Dans la zone où nous avons travaillé, la brousse est le lieu le moins bien contrôlé par les autorités. Les transhumants y sont quotidiennement exposés aux agressions des voleurs. Leur situation marginale fait d'eux les premières victimes des abus de pouvoir ou des accusations de vol. Ces situations où les conflits sont plus ou moins latents sont plutôt inconfortables pour les pasteurs. Par certains comportements, ils peuvent se prémunir contre une partie des pressions susceptibles d'être exercées sur eux.

La sécurité est une donnée fondamentale pour les transhumants puisque les troupeaux peuvent autant leur être soustraits par des attaques nocturnes que par des aléas environnementaux. Pour ne pas être accusé de façon infondée ou pour être soutenu en cas de litige, une règle de conduite consiste à ne pas se dissimuler en brousse (beaucoup le font pour garder leur indépendance). En venant se présenter au chef coutumier dès l'arrivée, les pasteurs se placent officiellement sous sa protection. Les dons faits à cette occasion, en fonction de la richesse de l'éleveur, peuvent influencer les décisions lord du règlement des conflits. Il est d'usage d'avoir par ailleurs une vie sociale fournie : être connu de tous, en particulier être connu comme riche, est la meilleure protection contre tout abus de pouvoir. Les nouveaux arrivants ont tout intérêt à être introduit par un éleveur déjà apprécié : la notoriété peut se construire, mais également se transmettre. De nombreuses relations se matérialisent dans les rencontres au marché, lors de la vente d'animaux ou du lait par les femmes. On note également que la richesse, qui est toujours à peu près bien évaluée pour un éleveur, puisqu'elle est difficile à cacher (la taille et la santé du troupeau), ajoute au prestige de l'éleveur et de ses amis.

### 2.2.3. *l'appartenance à une communauté*

Dans les villages, les pasteurs entretiennent des relations individuelles avec les sédentaires, qui peuvent être liées à l'accès ou sont des relations d'amitié. Tous ces rapports ne peuvent pas être abstraits d'un contexte social plus large. Chaque éleveur en appartenant à un ethnie, à un lignage, en est le représentant au moment où il arrive dans un village. Il a un statut social et une place dans la hiérarchie de ce lignage, et de ce fait, il est attaché à des devoirs et possède des droits déjà établis par des codes en vigueur. Ainsi, il existe des systèmes de solidarité au sein des familles, ou des façons d'affirmer l'autorité pour le chef, qui ne laissent pas le choix aux individus : ceux-ci se doivent de faire des dons pour lesquels la réciprocité s'exprime d'une façon très différente des échanges du système marchand [Godelier, 96].

On a noté à cet égard que la différence entre utilitarisme et fidélité, que nous avons défini dans le premier terrain, se retrouvait, mais articulée d'une façon différente de ce que nous avons postulé pour le premier modèle. Les deux comportements coexistent chez la même personne et se manifestent selon le contexte, la nature de l'interaction en jeu et la position sociale des interlocuteurs : le même éleveur peut choisir un marché parce qu'il pourra y obtenir les meilleurs prix, négocie âprement avec le vétérinaire, alors qu'il fera le même jour don d'une

<sup>17</sup> voir en particulier les nouvelles approches écologiques qui définissent les pâturages des zones arides et semi-arides comme des systèmes écologiques incertains et en déséquilibre, [Benkhe et Scoones, 92].

<sup>18</sup> "le recueil et la vérification de l'information concernant l'état des pâturages et des points d'eau, (...) la conduite des négociations qui permettront de conclure et de sceller les alliances nécessaires pour accéder à [ces] informations...." [Digard et al., 92].

bête à un éleveur sédentaire qu'il connaît depuis longtemps et avec qui il a également des relations commerciales.

### 3. Discussion

#### 3.1. Reconstruction de l'objet commun

##### 3.1.1. L'objet commun

Le travail interdisciplinaire engendre une nouvelle représentation du monde pastoral au travers de la redéfinition de la notion d'accès. Ce qui importe n'est plus seulement la possibilité de s'installer là où se trouve la ressource pastorale mais les conditions dans lesquelles a lieu l'installation : les pasteurs privilégient les lieux où leur sécurité est assurée et où les pressions sociales sont réduites. La recherche du moindre coût d'accès n'est pas plus l'objectif principal des pasteurs que la recherche du maximum de points de chute possible sur leur parcours. Dans un environnement écologique et social incertain, il leur est indispensable de conserver des possibilités d'accès dans le maximum de lieux possibles : les stratégies identifiées dans ce sens obéissent à des codes sociaux pré-établis autant qu'à des initiatives individuelles. Deux logiques semblent contradictoires mais qui coexistent : un système d'échange marchand et un système d'échange non-marchand, qui répondent à des mécanismes différents de réciprocité, dont il semble impossible de dissocier les effets ou les raisons qui y président. C'est cette imbrication dans des contextes divers, au sein des familles ou dans des relations individuelles, que nous plaçons dorénavant au centre de notre travail : nous pensons que réussir à expliciter l'articulation des deux niveaux nous permettra de comprendre en quoi elle est fondamentale pour la reproduction du système transhumant.

##### 3.1.2. Quelques éléments pour le modèle SMA

C'est cette idée *d'articulation* que nous allons tenté de traduire dans un système multi-agent, en mettant en avant les quelques points qui nous ont le plus marquées lors de la plus récente observation. C'est ainsi que l'environnement et les agents dans le monde artificiel auront des caractéristiques très différentes du premier modèle<sup>19</sup>.

**deux types de "biens" qui circulent** Dans les relations entre les individus, sur le terrain, nous avons constaté l'importance des transferts d'informations (à la fois parce que les éleveurs en dépendant, et parce qu'ils peuvent exprimer des liens privilégiés). C'est pour cela que, dans le système, en plus des biens de type monétaire, les informations : elles s'échangeront, créant des liens réciproques entre les agents, et étant utilisés par ceux-ci dans leur production.

**deux logiques d'échanges** C'est cette alternance des logiques dans les échanges que nous tenons spécifiquement à mettre en avant, et donc chaque agent pourra faire recours aux deux systèmes en fonction du contexte, en donnant ou en vendant des biens.

**deux types de lien social** Parmi les relations que l'on a pu observer sur le terrain, il y en avait de nombreuses qui étaient définies d'une façon automatique du fait même du statut de la personne. C'est pour cela que pour définir l'ensemble des relations, il semble qu'il faille superposer deux types de relations différentes : certaines sont prédonnées et créent des réseaux sociaux où des obligations apparaissent, et l'autre est le lien créé lors d'un échange.

##### 3.1.3. L'objet commun, un éclairage pour chaque discipline

###### Systèmes multi-agents

Les conclusions que l'on peut tirer pour la modélisation en système multi-agent, sont de deux types. Tout d'abord, le résultat et la traduction que l'on voudrait en faire nous semble un point important. Ainsi, accepter un pluralité de logiques, de biens échangés et de contraintes nous semble, en soi un résultat. En effet, dans la plupart des systèmes construits la complexité finit par être réduite à des alternatives simples, comme dans notre premier modèle : par

---

<sup>19</sup> Le système sera élaboré sur la plate-forme de l'équipe Green, CORMAS [Bousquet , 98], où deux "couches" se superposent dans la définition de l'agent (sa position sur la ressource et les modalités de sa communication avec les autres agents).

exemple, les biens échangés ne sont plus que traduits en terme monétaires [Balzer, 97] ou les motivations des agents sont toutes retraduites par un seul but synthétique.

Ce qui semble intéressant, c'est que c'est par la démarche elle-même que ces exigences sont ressorties pour la modélisatrice : c'est à partir du moment où les deux membres de l'équipe ont été familiarisés avec l'autre discipline que la pensée a commencé à s'unifier, et qu'une vision s'est élaborée. Pour la modélisatrice, il semble dorénavant impossible de demander à l'économiste de réduire les mécanismes de l'accès au pâturage à une logique. Or, ce n'est qu'à partir de la vision du terrain que cette "évidence" de la complexité a permis qu'elle ne soit plus remise en cause par la modélisatrice, et que sa traduction soit recherchée. Le modélisateur ne doit pas rester éloigné de son sujet et celui-ci doit être appréhendé à travers une bonne connaissance des cadres des systèmes multi-agents, non pas retraduit à partir d'une vision intermédiaire. C'est une conclusion du travail d'interdisciplinarité qui a eu lieu.

### **Economie**

Nous nous situons dans le champ de la nouvelle économie institutionnelle qui veut expliquer l'existence d'institutions dans une société donnée : une institution est définie comme un ensemble de règles en usage<sup>20</sup>. En utilisant les bases de la théorie économique standard, la nouvelle économie institutionnelle dont le représentant est O. Williamson [Williamson, 94] construit un modèle hypothético-déductif dans lequel les comportements individuels expliquent l'apparition d'institutions efficaces, c'est à dire au moindre coût pour ou au meilleur bénéfice des agents économiques.

L'expérience interdisciplinaire nous contraint à approfondir la notion économique d'accès et à la relier à celle d'institution. Une série de prix d'accès différents et négociables existent pour un même pâturage qui ne semblent pas garantir un usage optimal de la ressource commune. Les déterminants de l'accès ne sont pas seulement économiques sous la forme d'un prix d'accès mais dépendent aussi d'un système social contraignant : des dons et des échanges non marchands matérialisent des obligations sociales et garantissent la sécurité d'un accès donné. Ils participent d'un échange avec le monde non humain [O'Connor et Arnoux, 92], le milieu naturel ou pâturages, en l'occurrence la brousse.

Cet ensemble de constatations sur le terrain, traduites dans un modèle de simulation multi-agent permet de se situer dans une branche particulière de l'économie institutionnelle, celle de D.C. North [North, 90]. Il constate la permanence d'institutions non efficaces dans la société : les institutions sont issues de choix individuels donc maximisateurs mais elles peuvent devenir inefficaces sur le moyen terme. Elles sont aussi des contraintes pour les individus.

La plupart des observations faites sur le don et le contre-don dans les sociétés dites primitives les décrivent comme des institutions sociales qui participent au maintien de la vie dans toutes ses formes. L'expérience interdisciplinaire, par la définition d'un objet commun ou l'articulation entre un niveau individuel et collectif d'analyse interroge la nature des institutions au sens de D. C. North et la place que peuvent y trouver les échanges non marchands. L'économiste se propose de faire le lien avec les évolutions d'une ressource en propriété commune.

### **3.2. L'objet commun dans l'expérience d'interdisciplinarité**

Les attentes de la construction du modèle ont été en grande partie réalisées. En effet, nous avons bien réussi à mettre en commun un grand nombre de concepts et d'axes de recherches communs.

En outre, le passage à un modèle informatique a effectivement mis en avant les fortes hypothèses qui se dissimulaient sous certaines définitions. Par exemple, c'est lorsque nous avons décrit de façon précise les processus de choix des agents qu'est apparue la supposition que les individus agissaient selon deux modèles de pensée parfaitement distincts.

Ce qui a été plus fondamental encore dans la démarche, est l'apparition de ce que nous avons nommé l'objet commun. C'est le passage nécessaire d'un travail d'éclairage mutuel et non plus un ensemble d'hypothèses agrégées venues de deux disciplines. Plutôt que de faire un aller-retour entre deux disciplines, nous avons établi un campement au milieu.

---

<sup>20</sup> " a set of rules in use" [Schlager et Ostrom, 92].

#### 4. Bibliographie

- Baas N.A., 1994, Emergence, hierarchues and hyperstructures, *Artificial Life*, numéro III, vol. XVII, Langton C.G. ed. , Addison-Wesley, pp 515-537.
- Balzer, 1997, SMASS: A Serial Multi-Agent System for Social Simulation, sur site www.
- Barreteau O., 1998, *Un système multi-agent pour explorer la viabilité des systèmes irrigués : dynamique des interactions et modes d'organisation*, thèse de doctorat, Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.
- Benkhe R.H. et Scoones I., 1992, Repenser l'écologie des parcours : implications pour la gestion des terres de parcours en Afrique, IIED, Programme Réseaux des Zones Arides, London, England, dossier n°33 mars 92, 46 pages.
- Bonfiglioli A.M., 1988, *Dudal, histoire de famille et histoire de troupeau chez un groupe de Wodaabe du Niger*, MSH, Cambridge University Press, 187 p.
- Bousquet F., 1994, *Des milieux, des poissons, des hommes : étude par simulations multi-agents*, thèse de doctorat, Orstom.
- Bousquet F., Bakam I, Proton H., Le Page C., 1998, Cormas : Common-Pool Resources and Multi-Agent Systems, *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, vol 1416, 826-837.
- Bousquet F., 1996, Systèmes multi-agents et action sur l'environnement, *Actes du colloque : "Mémoires, inscriptions, actions, individuelles et collectives" 22-26/01/96 Centre de recherche de Royallieu, Compiègne*
- Boutrais J., 1973. *La colonisation des plaines par les montagnards au nord du Cameroun*. Travaux et documents de l'ORSTOM, n° 24, 277 p.
- Cariani P., 1991, Emergence and artificial life, *Artificial Life* n° II, vol. X, Langton C.G. ed., Addison-Wesley, pp 775-.
- Castelfranchi C., 1995, Commitment: from individual intention to groups and organizations, *Actes du colloque ICMAS'95*, V.Lesser ed., MIT Press, pp 41-48.
- Digard J-P, Landais E. , Lhoste P., 1993. La crise des sociétés pastorales, un regard pluridisciplinaire, *Revue Elev. Méd. Vet. Pays Trop.*, 46(4) : 683-692.
- Doran J., Palmer M., 1993, The EOS project :Integrating two models of Paleolithic social change, *Artificial Societies*, N. Gilbert & R. Conte ed., UCL Press
- Doran J., 1994, Collective memory and emergent human social complexity, *Mémoire Collective. Dialogue Entre Les SMA Artificiels (IAD) et Les Sciences Humaines et Biologiques*, Centre de recherche de Royallieu, Compiègne.
- Doran J., Palmer M., Gilbert N., Mellars P.,1994, The EOS project : modelling Upper Paleolithic social change, *Simulating societies. The computer simulation of social phenomena*,
- Drogoul A., 1992, *L'éthomodélisation*. Institut Blaise Pascal, Jussieu, Rapport n°92/20.
- Dugué et al., 1994. *Projet Garoua, diversité et zonage des situations agricoles et pastorales de la zone cotonnière du Nord-Cameroun*. IRA-IRZV-CIRAD, 84 p.
- Dupire M., 1962, Des nomades et leur bétail, *l'Homme* n°1, pp. 22-39.
- Dupire M., 1970. *Peuls nomades, étude descriptive des Wodaabe du Sahel nigérien*, Karthala réed., 1996, 336 p.
- Eldridge Mohammadou ed, 1976, L'histoire des Peuls Férôbe du Diamaré, Maroua et Petté, *African Languages and Ethnography III*. Institute for the study of languages and cultures of Asia and Africa (ILCAA), 409 p.
- Dyson-Hudson R.N., 1980. Nomadic Pastoralism, *Annual rev. of Anthropology*, 9, London, pp.15-64
- Ferber J., 1995, *Les SMA : vers une intelligence collective*, Inter Editions.
- Gilbert N., 1993, 'Emergence in social simulation', prepared for Sim Soc 93, Cartosa di Pontignano, Siena.
- Godelier M., 1996, *L'énigme du don*, Fayard, 315 p..
- Godelier M., 1974, Considérations théoriques et critiques sur le problème des rapports entre l'homme et son environnement . *Information sur les sciences sociales*, 13 (6), p31-60.
- Lenay C., 1994, Intelligence Artificielle Distribuée : modèle ou métaphore des phénomènes sociaux, *Revue Internationale de systématique* , vol 8, n°1, p1-11.
- North D.C., 1990. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press, 152 p.



O'Connor M., Arnoux R., 1992. Ecologie, échange inéluctable et éthique de l'engagement, sur le don et le développement durable, *revue du MAUSS*, n° 15 et 16, pp. 288-308.

Rao A.S., Georgeff M.P., 1995, BDI, *Actes du colloque ICMAS'95*, V.Lesser ed., MIT Press, pp

Requier-Desjardins M., 1997. L'accès aux pâturages, une approche économique de la mobilité, *Actes du colloque Méga-Tchad, L'homme et l'animal dans le bassin du lac Tchad*, 17p., à paraître.

Schlager E., Ostrom E., 1992. Property-rights regimes and natural resources : a conceptual analysis, *Land Economics*, 68(3), pp. 249-262.

Williamson O. E., 1994. *Les institutions de l'économie*. Interéditions, 404 p.

Zeltner J-C., 1953. Notes relatives à l'histoire du Cameroun, *Bulletin d'Etudes Camerounaises*, n°35-36, p.5-18

# Evolution and co-evolution of individuals and groups in environment

Juliette Rouchier, Olivier Barreteau, François Bousquet  
Cirad-Green, Campus de Baillarguet  
BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France  
{rouchier, barreteau, bousquet}@cirad.fr

Hubert Proton  
Laboratoire Systèmes Coopératifs, Ecole des Mines de Saint-Etienne,  
158 cours Fauriel, 42023 StEtienne, France  
proton@emse.fr

## Abstract

*To study the social organisation of sets of agents managing common property goods, we use multi-agent simulations. This paper describes how the idea of group is analysed in this context. On the one hand agents build constantly themselves and the community, through their actions on their common environment and their different interactions with others. On the other hand the group preexists to the agents and compels their actions. To move beyond this dualism we explore different ways to take in account both organisation levels at a same time. Two approaches of that idea have been implemented and are presented here. The first, modeling the potlatch, deals with emerging collective structures that are observed by the model user and by the agents themselves. The second, simulating irrigated systems, defines both organisation levels as autonomous agents that coevolve in their environment. A tool was specially created to stick together these two approaches and is described in the discussion.*

The simulation of societies of agents is used in cognitive sciences to implement distributed problems, and in social sciences to represent the world. Being used as metaphors, the modelization of those societies raises questions that are common to both disciplines : between autonomy, control and social norms, what are the role of individuals within the group and the relations between them ?

In the research we lead about common property resources, it is the co-ordination between actors about appropriation and uses of these resources that we consider. Each actor, individual or group, acts on the environment and communicate with the others about these actions. We

chose MAS as a tool of representation and experiment to analyse these interactions.

To explain this choice, we will first examine the different ways of handling the existence of several levels of organisation in societies and conclude on Giddens' structuring theory [15]. Then, following on from connectionism in the cognitive sciences [31] and from Habermas' "Theory of communicative action" [20] in the social sciences [26], we assume that human phenomena should be analysed in terms of actions and interactions, both from individual and collective points of view.

To illustrate two ways of considering the collective as built out of individuals, we will then describe two approaches of societies that have been implemented, showing the creation of a collective or describing societies with predefined rules. We will conclude with a tool, created to help to take superposition of organisations and points of view into account.

## 1. From individual to collective

### 1.1. Society and the place of the individual

In social sciences there are different ways of considering human groups and the different levels of organisation that coexist in societies. It is not possible to restrict the observation to local individual actions, because some entities do exist that predate the individuals, have their own dynamics and provide frameworks serving as a basis for human action. But at the same time the society expresses itself only through the actions of its members. It is thus the aim of social sciences to question the relations between the macro-social phenomena and the implications of the society mem-

bers [19].

### 1.1.1 A society built from individuals

One way of interpreting these phenomena is to adopt the point of view of methodological individualism. As the individual is the sole component of society, all understanding is based on him: it is thanks to the actions of all members of the group, determined by preferences, that a balance is created, thus giving rise to macro-social phenomena. This analysis is based on a somewhat tautological presupposition: it defines individuals as having intrinsic interests and preferences which are independent of contexts or which can be explained by social meta-preferences [6]. The other base which limits the explanatory value of this approach is the idea of this balance, which is obtained ideally via the cumulative actions of individuals and which has a somewhat magical quality [21].

Another vision of society as built from a set of individuals is developed in interactionism. It differs radically from that of methodological individualism in that it avoids postulating any pre-established meaning or preferences for the individual. It is by interaction with the others and with his environment that the individual, who is constantly evolving, defines his action, the purpose and form of which are never fixed. This adjustment to others no longer produces "a balance of actions but of meaning" [29].

### 1.1.2 The macro-social point of view

The other approach to society tends to remove the global entities entirely from a human context and to find explanations for dynamics and tendencies at this level. We thus observe that these entities develop according to fairly general mechanisms, such as a tendency to reproduce themselves [17]. This highly abstract analysis can be used to grasp a large number of phenomena, but is problematic in that it does not provide answers to the immediate and intuitive questions about the group, such as, for example: where does the sense of belonging to a community come from? [6].

Because the society needs a material support to express its rules, their existence is manifested through the individuals' actions. That is why rules are not simply constraining and orienting actions (which is the point of view of Dupuy's complex individualism [22]), they also provokes them, and their reproduction partly constitutes their purpose. Thus each action helps to maintain the social fabric and the conditions of its own existence: "through action, the agents reproduce the structuring properties of the society" [15]. While not ignoring the specificity of the macro-social scale, this analysis reaffirms the idea that society is made of independent and creative agents interacting.

### 1.1.3 Moving beyond this dualism

Several currents of thought in the social sciences and in the field of multi-agent systems have identified this dualism and sought to move beyond it. Ethnomethodology sees man as a permanent sociologist in his own group [8] who makes theories about the frameworks of his action. Interpenetration between the two levels of organization, global and local, is reaffirmed by the meaning arising from the identification of structures by the actors.

However, in order to establish explanatory generalization, we must detect the unconscious structures which, by their very nature, do not appear directly in the discourse of players and must be identified [28]. We see therefore that two ways of apprehending the world must be taken into account simultaneously, the one of social actors and the one of an outside observer [25].

What we can conclude of this brief sum up is that the complexity of human society is of different natures. There is first a multiplicity of autonomous entities (at different scales: individuals or groups), with their own dynamics and rules, that coexist and which influence and command each other actions. Then the importance of the perception that each of these entities has of the others is crucial in its decision-making, but not enough to understand the global dynamics, for which an external point of view is also needed.

It seems to us that MAS might be a way to express that complexity, in the ability to model several scales for the agents and have them interact, and to build internal and external points of view of the system. For the moment, the question of the apparition of the group is solved by two main means: either there is pre-existence of groups as entities distinct from the agents which constitute them, capable of evolving in response to the behavior of their members [16], or the methods use shared plans which can be attributes of the environment or even complete social agents [35].

The help that MAS could bring to this conception is to help us see the interactions between the entities, their co-evolution, as the very base of the society.

## 1.2. Me and the others, what interactions ?

The reason why we decide to use multi-agents system to help the understanding of human social groups is because we see actions and interactions as the main point to understand human sociability, more than individual characters, and that an agent in MAS is mainly defined as autonomous and active.

### 1.2.1 Interactions via the environment

An individual in the world, be it human or animal, gets only two types of minimal information: inside feeling and stimuli. It knows the reaction of its environment to the actions it knows he has performed. By doing correlations, it learns about its influence on the world around and thus builds its representation of its environment along the time, through repeated experiences [36] [37]. In the world of multi-agent systems, agents act upon their environment according to their perceptions of it [14]. For the domain that use cognitive agents, it is also assumed that these representations are, in turn, transformed by modifications induced in the environment [13][27]: their internal knowledge is based on past actions.

All actions by individuals are thus materialized in an environment. Since it is common to all of them, each individual finds out what the others are doing via the traces that they leave, intentionally or otherwise, in this environment. Hence, because it is shared, the environment is necessarily a place of interaction and as the Palo Alto school expresses it: "it is impossible to not communicate" [38]. This mode of interaction or communication via the environment is used in many multi-agent systems: simulation of ant societies [10], of robot societies [14] or of Paleolithic human societies organized around resources [9]. The shared environment leads us to consider a level of organization different from that of the individual, i.e., the community of individuals acting on this environment and thereby in interaction. The image of society is similarly built up via a circular "active process of reconnaissance and appropriation of situations" [39], based on repeated and compulsory interactions.

### 1.2.2 Direct interactions

These interactions do not necessarily take place via the environment, and may also take the form of aware communication. In that case, the individual acts directly upon the other, and it can take several forms, that we usually all consider as exchanges. The exchanges of messages, using a symbolic language, is a basic form of direct interactions. Another one can be the exchange of goods, which has not only an economic interest but can have an implicit meaning<sup>1</sup>. For example, a gift, by establishing an asymmetrical relationship, creates a binding obligation on the part of the receiver: he must repay the gift [30]. His debt forces him to maintain his link with the other and by accomplishing this act he imposes the same duty upon his interlocutor.

Research in distributed artificial intelligence uses this

<sup>1</sup>"Every exchange event is a communication from one person to another of both an artifact (item exchanged) and a social message. The movement of artifact makes exchange important economically. The participant's interpretation of social messages makes exchange important symbolically" [23].

metaphor for co-ordination between agents and the various communication protocols constitute one of its main areas of investigation [32]. These protocols correspond to a choice made by the modeller, they must be known and understood by all agents communicating in this way, thus creating levels of organisation other than that of the individual.

Of course, to be an efficient way of communicating, a group must already exist, including all the implied actors, who share a common understanding of the actions. We call mediating objects the tool the people use for this communication [5]. Language (Maturana, 1996) and the notion of exchange [18] are particular cases of such objects which federate these interactions and make them possible. Actually, before any joint action, humans must first agree on a representation of the common world, placing themselves in the same setting [4] and then reaching agreement via repeated communication. A model can also constitute this mediating object as the representation of the world common to various parties [5].

We saw that the gift, by creating a debt, establishes a momentary link. Then, the duty of reciprocity that it brings with, constitutes a social bonding mechanism which guarantees that these links are maintained over time [7]. The forced interactions implied are thus repeated and lead to an agreement on a new mutual understanding [29] about the signification of the action: this is the emergence of new supra-individual organisations.

### 1.2.3 Instituted collective frameworks

Both the environment and the mediating objects are collective frameworks required for the interactions to take place. Other more formalised frameworks may emerge from interactions between individuals as a result of repeated negotiations. They stabilise in the form of social objects which exist in their own right and which, no longer needing to be discussed, become the framework of interactions. Thus the agreements with which economic agents co-ordinate, [12] or institutions, in the sense of "a set of rules in use" [33] are recognised places of interaction which permit co-ordination between players.

The emergence of these collective frameworks is found in multi-agent systems. Co-operative behaviours appear spontaneously in groups, depending on the size and structure of these groups [16]. Collective frameworks are not necessarily sub-groups of the set of individuals of the society in question: the environment and sets of rules also constitute collective frameworks. Shared knowledge may also constitute such frameworks by guaranteeing the content of the communication between one agent and another. Indeed, this is one of the means used to find winning strategies in the game of the prisoner's dilemma [24].

We go back to the conclusion we had: many types of

supra-individual organisation levels thus exist and define most of the behaviours of the individuals by the means of rules, that are partly identified by the agents themselves. Through the examples of implemented societies, we will then study some interactions between different organisation levels and points of view.

## 2. Simulations

In practice, the purpose of our work is to study the social organization of sets of agents managing common property. Common property management is often seen from the angle of what economists call externalities. Each human perceives his environment, acts upon it and thereby transforms it. The others are then confronted with a new environment. To study environmental problems in more detail and understand the relations between humans and things we must thus focus on the relations between humans about things as well.

As seen in section 1 these interactions are influenced by the norms that take place in the society and the relations between the individual and the collective structures he belongs to. Two multi-agent systems will briefly be described, each experiment treating the question of the existence of collective. The first focuses on social hierarchies and the point of view from which they are observed. The second example shows how the viability of common property management can be seen as a coevolution of two different levels of organization.

### 2.1. The potlatch or the construction of a hierarchy

Here, the subject of human interactions in a society was first viewed from the angle of a system of non-market exchanges, involving more than the simple circulation of goods [18]. To judge the structuring power of this system for society, simulations were performed using multi-agent systems. A description of the potlatch by Franz Boas [3] was used to provide the dynamics of interactions in the implemented artificial world. The constructed universe comprises a resource and 100 agents who act upon the environment through work and upon others via material gifts. Each agent has possessions and slaves who work for him. He acts according to fixed protocols, by offering either gifts or counter-gifts with a value double that of the gift received, the priority being to repay the debt incurred. At each turn, the agent does or does not buy slaves, draws up a plan of envisaged counter-gifts and gifts and offers them.

Each interaction that take place is then stocked in the memory. The agent has no initial knowledge of the others, it can just communicate with them and learn who they are by the way they answer to it. Its memory is thus built at each turn, and there exists criterias that help him judge of the other agents that it met. Then, for the choice of gifts,

three behaviours are possible: random, by reciprocity or according to his assessment of others. Several series of simulations have been performed on the basis of each of these three behaviour patterns.

For observation, two points of view co-exist: the one of an external observer on the structure and the one of the agents on the hierarchy they perceive. What makes sense for the agents of the world remains limited to a local point of view. They judge their relations solely on the basis of individual interactions (the duration of their debts) and it is via the superposition of these local views that they understand society as a whole. For the outside observer, it is the place of the individual defined by his links within the group, and his debts, seen as social bonding agents, which is important. Hence are observed, at each time step, the number of meetings during ten turns (sign of social integration), possessions, the number of debtors and debts, the number of slaves.

Different structures appear during simulations, being simply a result of the iteration of exchanges and thus depending on the behaviour chosen. As we saw the overall observation is based on the social integration (the number of regular relations) and the society can show varying degrees of homogeneity in reference to this criterion. It is interesting to compare this judgement with the way it sees its own position in the group. As a general rule, major disparities are revealed: dependency is not experienced in the same way depending upon the level at which it is observed.

These observations shed light on the question of how society should be observed and on the need to superimpose various modes of analysis for a single object. Of course, we do not want the agents to be omniscient, and it is this construction of world views via local actions which we see as interesting. However, analysis on several levels, producing contradictory conclusions, illustrates the risk that agents will construct their actions on the basis of distorted representations of their society if we do not provide them with the option of taking several levels of observation simultaneously into account.

### 2.2. Irrigated systems or the coevolution of organization levels

On the basis of real cases in the middle Senegal River valley, we built a multi-agent system, called SHADOC<sup>2</sup> to study the viability of a virtual irrigated system [1]. The example of irrigated systems provides a good illustration of the problem examined in this paper: firstly, the water and common infrastructures giving rise to the existence of externalities between farmers constitute a shared resource, and secondly, the farmers belong to a variety of groups and or-

<sup>2</sup>Simulateur Hydro-Agricole Décivant les modes d'Organisation et de Coordination

ganizations set up to grant loans, to manage common infrastructures or to share out water resources. These structures internal to irrigated systems are not the only forms of association existing on a local level. Other external associations also affect the dynamics of irrigated systems. A preliminary version of the model produced simulations which revealed that the social networks to which the farmers belong are more important for the viability of the system represented than the collective water attribution rule [5].

SHADOC was designed with this in mind. It comprises an Agent class inherited by a Farmer class and a Group class. Groups are thus defined as distinct entities, not just as a set of farmers. The Farmer and Group classes have several common attributes at the Agent super-class level. These attributes notably concern economic aspects (kitty, ongoing loans and credits), mail management (in and out mailbox), a list of rules corresponding to what the agent is able to do and a criterion of satisfaction. This satisfaction is calculated with respect to the progress of a cropping season, a representation of the agents with whom the agent is related, especially what it believes that the others can do. In particular, each farmer makes a representation of the rules implemented by the groups to which it belongs and acts accordingly. In principle, the two organization levels formed by these two classes are autonomous. Collective actions are not an emergence of individual behaviors: they depend on the consequences of individual agents' actions and of other groups'. Similarly, individuals are influenced by collective actions as much as the actions of the other Farmer instances. They are not under the exclusive control of a collective framework.

Among the rules available to each Agent instance, there is one called #assessment, associated with the criterion attribute, that has a special role. It is a meta-rule regulating the evolution of rules from a cropping season to the following one. At the end of each season, the indicator corresponding to the criterion attribute is evaluated locally by each agent and compared with its associated threshold. If the agent is satisfied, it keeps the same set of rules for the next season. If not, it inquires about the results obtained by the other agents of its network, regarding this indicator. For a group, this network comprises the other groups with the same objective (water attribution, access to credit or pumping management). For a farmer, it comprises the farmers belonging to the same social affinity network, restricted in some cases to those belonging to the same groups within the perimeter<sup>3</sup>.

Depending on how his #assessment rule operates, the agent will either keep his set of rules even if unsatisfactory, or adopt the rules of another agent, among those in-

<sup>3</sup>Each farmer instance is in fact a member of three Group instances: a groups whose role is to provide access to credit, another whose role is to attribute water and third which manages the pumping station.

terviewed the whose result is satisfactory: either the one who obtained best result for the criterion or the one whose set of rules is the least different from its own. Once each agent has updated its set of rules, he implements them the following season.

Viability is evaluated with the number of cropping seasons a simulation lasts and with the rate of cultivated plots for each season. Simulations are based on scenarios describing patterns of rules for agents in the model, groups and farmers, and a few parameters concerning their environment.

We have thus set up a multi-agent system in which two different levels of organization are implemented. These two levels interact by communicating and by acting within the same space. They co-evolve through repeated evaluations which enable them to learn and to adapt to what the others are doing on the basis of their own satisfaction criteria. This multi-agent system is used to test the effect of the different simulated coordination mechanisms on the viability of irrigated systems.

A first series of simulations, which consisted in random scenarios, showed that no rule, neither collective nor individual, seemed to explain by its own of the system's viability. In a second step, we described a scenario as a set of three "chromosomes": one gathers parameters relatives to collective rules, a second one gathers parameters relatives to individual behaviors and the third one gathers parameters relatives to the environment. In some cases, swapping a chromosome from a viable scenario to another one and vice-versa leads to two non viable scenarios[2]. This shows that there is neither good or bad set of collective rules nor good or bad sets of individual behaviors. These simulations lead us to raise the hypothesis that viability of irrigated systems may depend on the coherence between sets of rules from collective and individual levels.

### 3. Towards a simulation tool: CORMAS

We concluded the first part of this article by showing that one method to enrich the analyse of acts of individuals in society was to take into account the point of view of the actors and the explanations it gives of its social environment. At the same time we know that it is possible to identify several levels of agregation that structure the group. In both models we described, one size of this complexity is taken into account. In the one that concerns the potlatch, different representations of the same emergent object are built during the simulations, these perceptions being potentially contradictory. In the one concerning irrigated systems, the relations between the individual agents and the agentified group are real interactions, each one influencing the other: the group with its rules, the individual by changing the level of satisfaction. However, both approaches are hard to synthetise.

In problems of common property management, we most study the viability of a system in terms of a balance between the autonomy of individuals and control by a collective level. Both of these levels interact with a dynamical environment. As we saw, two approaches can be used to identify and model the collective level: either the notion of collective is considered as the viewpoint of an observer outside the system, the agents being unaware of it; or it is created and agentified by the modeller since the beginning of the simulation. That is why we built a tool, based on MAS to coordinate at the same time different levels of agregation, some of them being emergent, and different points of view (and to compare individuals' perception of the collective to what it actually is).

Cormas tool was built using VisualWorks. It uses and proposes Smalltalk as a development language. Cormas is used to develop multi-agent simulation models. Different types of programs are proposed to the modeller. The first type of program concerns the agents and the interactions between agents are defined in space or through communication. The environment is represented by a spatial grid. The dynamics of the environment is simulated like a cellular automata. The principles of the tool are similar to the Sugarscape principles [11]. Different types of agents are defined: situated agents, communicating agents, and group agents. The situated agents possesses a spatial reference and has as a perception range. A communicating agent possesses a mailbox. The group agent is defined as a communicating agent which is composed of other agents or cells of the environment.

The second set of programs concerns overall control of the dynamics while the third set seeks to define an observation of the simulated system. Three interfaces are proposed: first scientific graphs, second a grid to visualize all the cells and situated agents. The third layer is a link observer which is used to observe the communicating agents and communication graphs which structure the networks [34]. Figure 1 presents an example of this tool. Two groups of communicating agents are observed.

Thus the Cormas environment proposes two tools at the same time. It helps the observer to identify and describe the sets of communicating agents which can be considered as groups and their dynamics. Cormas also offers the possibility to implement group agents.

Hence Cormas enables the user to interact with the simulation going: once the structure is analyzed in terms of links and dynamics, it is then possible to define the community as an agent of the multi-agent system. Then are its operations and rules described as well as the way several organization levels coordination. Taking into account some results observed, we have already implemented a range examples which can be used by any modeller: it is possible to choose between different instances of Group, and of relations between

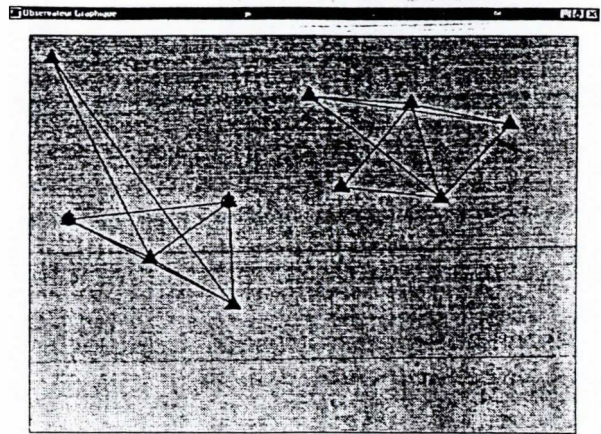


Figure 1. The triangles represent the agents. A line is displayed between interacting agents. After some time steps one can observe on the interface that the set of agents has been structured in two groups

tween these groups and the individuals that constitute them.

Considering these characteristics, Cormas seems to be a simulation environment adapted our way to consider the question of system viability. The coadaptation of the different levels and the quality of the representations of one level with respect to another are really taken into account and can be used to treat different subject.

## References

- [1] O. Barreteau, F. Bousquet, and J. Weber. Modes de gestion et viabilité des périmètres irrigués: questions de représentation. In F. Blasco, editor, *Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement*, pages 153–159. Paris, 1997. Elsevier.
- [2] O. Barreteau and J. Weber. Cohérence entre règles collectives et comportements individuels dans des systèmes irrigués. In *Journées de L'association Française de Sciences Économiques - Économie de L'environnement et Des Ressources Naturelles*, 1998.
- [3] F. Boas. *Kwakiutl Ethnography*. The University of Chicago Press, 1966.
- [4] L. Boltanski and L. Thevenot. *De la Justification. Les Économies de la Grandeur*. Gallimard, 1991.
- [5] F. Bousquet. Usages des ressources renouvelables et modélisation des représentations: une approche par les systèmes multi-agents. In F. Blasco, editor, *Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement*, pages 187–193, Paris, 1997. Elsevier.
- [6] A. Caillé. *Philosophie et Anthropologie*, chapter Sujet individuel et sujet collectif. Editions du centre de Pompidou, 1992.

- [7] A. Caille. *Don, Intérêt et Désintéressement. Bourdieu, Mauss, Platon et Quelques Autres.* La Découverte/M.A.U.S.S., 1994.
- [8] A. Coulon. *L'ethnométhodologie.* Puf, 1987.
- [9] J. Doran and M. Palmer. The EOS project : Integrating two models of paleolithic social change. In N. G. . R. Conte, editor, *Artificial Societies.* UCL Press, 1993.
- [10] A. Drogoul. La mémoire collective dans les sma réactifs : L'exemple de manta. In *Mémoire Collective. Dialogue Entre Les Sma Artificiels et Les Sciences Humaines et Biologiques.* Centrede recherche de Royallieu, Compiègne, 1994.
- [11] J. Epstein and R. Axtell. *Growing Artificial Societies. Social Science from the Bottom Up.* Brookins Institution Press: The MIT Press, 1996.
- [12] O. Favereau. Règle, organisation et apprentissage collectif : Un paradigme non-standard pour trois théories hétérodoxes. *La revue économique*, 40:113-137, 1989.
- [13] J. Ferber. La kénétique : Des systèmes multi-agents à une science de l'interaction. *Revue internationale de systémique*, 8:13-27, 1994.
- [14] J. Ferber. *Les Systèmes Multi-Agents. Vers une intelligence collective.* InterEditions, Paris, 1995.
- [15] A. Giddens. *La Constitution de la Société.* PUF, 1987.
- [16] N. Glance and B. Huberman. Organizational fluidity and sustainable cooperation. *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 957:89-103, 1995.
- [17] M. Godelier. *L'idéal et Le Matériel.* Fayard, 1986.
- [18] M. Godelier. *L'énigme Du Don.* Fayard, 1996.
- [19] G. Granger. *L'explication dans les sciences sociales.* nouvelle bibliothèque scientifique flammariion, 1973.
- [20] J. Habermas. *The Theory of Communicative Action. Vol 1. Reason and the Rationalization of Society.* Clambridge Press, 1986.
- [21] J. Habermas. Sciences cognitives et tradition sociologique. *Revue internationale de systémique*, 8:79-89, 1994.
- [22] J. Habermas. Cognition et théorie sociologique de l'action. In J. Lévy, editor, *Memories. Inscriptions. Actions Individuelles et Collectives.* UIC, 1996.
- [23] J. Habermas. *Culture and Intercence. A Trobriand Case study.* Harvard University Press, 1980.
- [24] A. Harsanyi. How do autonomous agents solve social dilemmas? *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 1209:177-188, 1997.
- [25] B. Lahire. Précisions sur la manière sociologique de traiter du sens : Quelques remarques concernant l'ethnométhodologie. *Langage et société*, 59:73-89, 1992.
- [26] D. Layder. *Understanding Social Theory.* SAGE Publications, 1994.
- [27] C. Lenay. *JFIADSMA 96.* chapter Coopération et intentionnalité. pages 265-271. Hermès, 1996.
- [28] C. Lévi-Strauss. *Sociologie et Anthropologie*, chapter Introduction. PUF, 1968.
- [29] P. Livet and L. Thévenot. Les catégories de l'action collective. *Revue économique*, 40:139-167, 1989.
- [30] M. Mauss. *Sociologie et Anthropologie.* PUF, 1968.
- [31] M. Minsky. *La Société de L'esprit.* Interéditions, 1988.
- [32] J. Muller. *The Design of Intelligent Agents.* Springer, 1996.
- [33] E. Ostrom. *Governing the Commons.* Cambridge University Press, 1990.
- [34] H. Proton, F. Bousquet, and P. Reitz. Un outil pour observer l'organisation d'une société d'agents. le cas d'une société d'agents chasseurs-agriculteurs. In J. Quinqueton, M. Thomas, and B. Trousse, editors, *Actes des 5èmes journées francophones sur l'IAD et les SMA*, pages 159-172, Paris, 1997. Hermès.
- [35] A. Rao, M. Georgeff, and E. Sonnenberg. *Decentralized AI,* chapter Social plans: a preliminary report. Elsevier, 1992.
- [36] J. Tabary. Représentation mentale, biologie et constructivisme radical. In *Les Modèles de Représentation : Quelles Alternatives?*, Neuchatel, 1997. Colloque interdisciplinaire.
- [37] F. Varela, E. Thompson, and E. Rosch. *L'inscription Corporelle de L'esprit. Sciences Cognitives et Expérience Humaine.* Seuil, 1993.
- [38] P. Watzlawick, J. Beavin, and D. Jackson. *Une Logique de la Communication.* Seuil, 1972.
- [39] A. Weill-Fassina, P. Rabardel, and D. Dubois. *Représentations Pour L'action.* Octares editions, 1993.



## RAPPORT D'ACTIVITES 1998

Gaucher Séverine

### I. IDENTIFICATION

#### I.1. IDENTIFICATION DU CHERCHEUR

- Nom : GAUCHER Séverine
- Programme : canne à sucre
- Lieux d'affectation :
  - INRA-ESR, 78 850 THIVERVAL GRIGNON
  - CIRAD, BP20 , 97408 St DENIS Messag., cedex 9, LA REUNION
- Fonction : Thésarde (allocataire de recherche du ministère inscrite à l'école doctorale de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris)

#### I.2. CADRE DE TRAVAIL

Au niveau de l'INRA ESR Grignon, cette thèse s'inscrit dans le cadre du thème « Organisation industrielle » développé en association avec le laboratoire d'Econométrie de l'Ecole Polytechnique dont le champ d'application général concerne l'organisation des filières agro-alimentaires. L'objectif poursuivi consiste à repérer les inefficacités induites par les comportements stratégiques des firmes (ou des acteurs parties prenantes des décisions au sein de celles-ci) puis de concevoir les moyens d'intervention privés (systèmes de gestion et de régulation) visant à y remédier. L'un des axes de recherche s'intéresse notamment à l'organisation productive et aux stratégies des firmes agro-alimentaires. L'organisation d'une chaîne compétitive de production-transformation-distribution impose en effet des choix pour les entreprises en matière de politique d'approvisionnement, de stockage et de logistique qui conditionnent la nature des relations à promouvoir entre fournisseurs, producteurs et distributeurs. Les exigences de qualité, de régularité de cette qualité, d'étendue de gamme offerte et de réactivité aux variations de la demande compliquent considérablement les problèmes de planification auxquels doivent faire face les transformateurs de produits agro-alimentaires. Il s'agit ici de caractériser et d'évaluer les conditions d'efficacité de différents systèmes de production et d'en tirer les conséquences en matière de degré d'intégration nécessaire, de marchés accessibles, de besoins d'investissements (équipements industriels) et de procédures de coordination (systèmes d'information, outils de planification).

Au niveau du CIRAD, programme canne à sucre, des préoccupations similaires sont apparues dans l'organisation de l'approvisionnement des sucreries réunionnaises et mauriciennes : restructuration de

bassins d'approvisionnement, arbitrages durée des campagnes sucrières/ dimensionnement des équipements ... Les objectifs poursuivis dès lors ont été de :

- analyser et porter un diagnostic sur l'organisation de l'approvisionnement des sucreries mauriciennes et réunionnaises, en termes de sources d'inefficacités ou de dysfonctionnement.
- concevoir un outil de simulation permettant de tester l'impact de modifications de cette organisation sur le fonctionnement global du système et ses performances notamment en termes de sucre produit
- évaluer et comparer différents scénarios d'évolution de l'organisation afin de fournir un support à la réflexion des acteurs et à leurs décisions quant aux choix à réaliser.

## **II. FAITS SAILLANTS DURANT L'ANNEE 1998**

### II. 1. EVOLUTION INSTITUTIONNELLE

### II.2. EVOLUTION SCIENTIFIQUE

### II.3. CHOIX STRATEGIQUE

⇒ Néant

## **III. ACTIVITES**

### III.1. ACTIVITES MENEES

#### RECHERCHE

- Travail de terrain :

Plusieurs missions à la Réunion et à l'île Maurice ont été menées sur une durée totale d'environ 5 mois. Elles ont permis de :

- définir le champ de recherche, notamment à l'île Maurice ; et prendre contact avec l'ensemble des industriels et acteurs institutionnels participant au projet de recherche.
- recueillir les données nécessaires au développement et à la validation du modèle d'organisation de l'approvisionnement de sucreries.
- concevoir des scénarios à tester en interaction avec les acteurs

- restituer les résultats de simulation et orienter les recherches

Les trois derniers points ont été traités de façon itérative, à savoir que chaque mission a permis de recueillir de nouvelles données, tester de nouveaux scénarios et au vu des résultats, d'identifier de nouveaux besoins se traduisant par une autre étape de recueil de données etc.

- Travail théorique :

Des recherches plus théoriques ont également été lancées dans le domaine de la Recherche Opérationnelle et du Management Science, visant à construire un modèle théorique éclairant les questions clés de l'approvisionnement de firmes agro alimentaires. La bibliographie effectuée a permis de formuler une première version de ce modèle théorique qui doit être enrichie et étudiée de façon approfondie en 1999.

- Conférences :

En 1998, j'ai participé à deux congrès :

- Biodécision (Montpellier, février 1998)

- Troisième conférence internationale sur la gestion des filières en agro alimentaire (Wageningen, mai 1998)

## ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT

Une activité d'enseignement a été menée en février 1998 au sein du département AGER de l'INAPG (encadrement de TD). D'autres enseignements (cours et TD réalisés en janvier/ février 1999) ont été préparés pour la chaire d'Economie et Gestion Industrielle de l'INAPG.

## III.2. PRODUITS

### Publications :

Gaucher S., Leroy P., Soler L.G., Tanguy H. (1998), « *Modelling as a support for diagnosis and negotiation in the redesign of agro-food industries supplying organisation* », Proceedings of the third international conference on chain management in agribusiness and food industry, pp.679-689.

Gaucher S., Soler L.G., Tanguy H. (1998), « *Modelling as a support for diagnosis and negotiation in the redesign of agro-food industries supplying organisation* », Proceedings of Bio-decision 1998.

#### IV. PERSPECTIVES 1999

- Travail de terrain :

L'exploitation du modèle d'approvisionnement des sucreries de canne va être poursuivie auprès des acteurs locaux selon le schéma d'intervention décrit précédemment. Une stagiaire viendra en appui du projet pour développer un modèle plus précis visant à caractériser la dimension logistique de l'approvisionnement et l'impact des scénarios testés sur le dimensionnement des équipements de transport.

- Travail théorique :

Le modèle théorique va faire l'objet de recherches plus approfondies et j'espère être en mesure d'avoir des résultats dès le début du deuxième semestre.

- Enseignement :

Des cours et TD ont été réalisés pour les départements AGER et Economie et Gestion de l'INAPG.

- Publications / conférences :

A l'heure actuelle une proposition de communication a été soumise pour la conférence triennale de l'International Federation Of Operations Research.