

CNEARC/ESAT

CENTRE NATIONAL
D'ETUDES AGRONOMIQUE
DES REGIONS CHAUDES
CYCLE D'ETUDES SUPERIEURES
D'AGRONOMIE TROPICALE DE
MONTPELLIER

INRA/SAD-LECSA

INSTITUT NATIONAL
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
LABORATOIRE D'ETUDES
COMPAREES DES SYSTEMES
AGRAIRES

CIRAD/SAR

CENTRE DE COOPERATION
INTERNATIONALE EN RECHERCHE
AGRONOMIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT
SYSTEMES AGROALIMENTAIRES ET RURAUX

**AIDE A LA DECISION EN RIZICULTURE
INONDEE EN CAMARGUE :
MODELISATION DES CALENDRIERS
DE TRAVAIL DES AGRICULTEURS PENDANT
LA PHASE D'INSTALLATION DE LA CULTURE**

Mémoire de fin d'études

par

KEDA Ballah

Pour l'obtention du Diplôme

d'Ingénieur d'Agronomie Tropicale

Spécialité : Agronomie et Développement

Présenté et soutenu le 19 décembre 1994 devant le Jury composé de :

MM. BARBIER J.M.	Directeur de Mémoire
JOUVE Ph.	
MOURET J.C.	Maître de stage
LE GAL P.Y.	Maître de stage
JAMIN J.Y.	

CNEARC/ESAT

CENTRE NATIONAL
D'ETUDES AGRONOMIQUE
DES REGIONS CHAUDES
CYCLE D'ETUDES SUPERIEURES
D'AGRONOMIE TROPICALE DE
MONTPELLIER

INRA/SAD-LECSA

INSTITUT NATIONAL
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
LABORATOIRE D'ETUDES
COMPAREES DES SYSTEMES
AGRAIRES

CIRAD/SAR

CENTRE DE COOPERATION
INTERNATIONALE EN RECHERCHE
AGRONOMIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT
SYSTEMES AGROALIMENTAIRES ET RURAUX

**AIDE A LA DECISION EN RIZICULTURE
INONDEE EN CAMARGUE :
MODELISATION DES CALENDRIERS
DE TRAVAIL DES AGRICULTEURS PENDANT
LA PHASE D'INSTALLATION DE LA CULTURE**

Mémoire de fin d'études

par

KEDA Ballah

Pour l'obtention du Diplôme

d'Ingénieur d'Agronomie Tropicale

Spécialité : Agronomie et Développement

Présenté et soutenu le 19 décembre 1994 devant le Jury composé de :

MM. BARBIER J.M.	Directeur de Mémoire
JOUVE Ph.	
MOURET J.C.	Maître de stage
LE GAL P.Y.	Maître de stage
JAMIN J.Y.	

REMERCIEMENTS

Je tiens à témoigner toute ma gratitude à

M. Jean-Marc Barbier, qui a dirigé ce travail. Grâce à son appui pédagogique, ce stage a pu être réalisé.

MM Jean-Claude Mouret et Pierre-Yves Le Gal qui ont encadré ce travail.

M. René Antoine, M. Bernard Roche et M. Gilles Roussel, riziculteurs qui m'ont facilité les enquêtes et m'ont fait part de leurs expériences.

M Jean Pluinage, Directeur du Laboratoire d'Etudes comparées des Systèmes Agraires (LECSA-SAD) de l'INRA de Montpellier pour m'avoir permis de réaliser mon stage au sein de son laboratoire.

M. Jean-Yves Jamin de s'être intéressé à mon travail et d'avoir accepté de participer au jury d'examen de ce travail.

M. Philippe Jouve, Directeur scientifique du Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes (CNEARC), pour sa participation au jury d'examen.

MM. Roy Hammond et André Bouchier pour avoir contribué à la réalisation de ce document.

Aussi, je tiens à dire toute ma reconnaissance aux enseignants-chercheurs et à l'administration du CNEARC, mon école.

Enfin, je tiens à remercier tout le personnel du LECSA-SAD pour sa contribution au bon déroulement de ce stage.

RESUME

En Camargue, les contraintes du milieu physique liées aux basses températures de l'air, aux fortes pluies, aux vents fréquents, aux types de sols, et le système de production basé sur la riziculture posent aux agriculteurs des problèmes d'organisation du travail pour l'installation du riz.

Pour analyser cette phase déterminante pour la réussite de la culture, un suivi particulier a été effectué sur trois exploitations rizicoles de Camargue.

La démarche utilisée consiste à identifier les modèles d'action des agriculteurs. Pour ce faire, des entretiens et un suivi des chantiers ont été réalisés. Les entretiens ont eu lieu avant, pendant et après le suivi. Des simulations réalisées à partir du logiciel OTELO (Organisation du travail et Langage à Objet) ont été élaborées. Les résultats obtenus montrent que le modèle est globalement bien adapté pour cette analyse. Ils révèlent que l'organisation actuelle du travail des exploitations suivies ne permettrait pas, dans des conditions climatiques particulières, de réaliser le semis du riz aux dates optimales.

La simulation des calendriers de travail soulève par ailleurs certains points qui nécessitent des approfondissements à travers des expérimentations agronomiques. On citera par exemple la mise en place d'expérimentations permettant d'élaborer des références climatiques en relation avec les états de praticabilité des rizières (incidence de la pluie et du vent) et des investigations visant la réduction des charges de mécanisation (fusion ou suppression de certaines interventions culturales, etc.).

Par ailleurs cette démarche a fédéré un débat interne au sein même de la profession rizicole, initiateur d'un mode de développement nouveau et original.

Mots clés : Camargue, riziculture inondée, organisation du travail, règles de décision, modèles d'action.

SOMMAIRE

Remerciements	
Résumé	
Introduction.....	1
Ière Partie : Position du problème et méthodes.....	4
I. Elément de la problématique.....	5
1.1. Quelques caractéristiques climatiques.....	5
1.1.1. La pluviométrie.	5
1.1.2. La température.....	6
1.1.3. Le vent.....	7
1.2. Les sols.....	7
1.3. Les itinéraires techniques d'implantation du riz en Camargue.....	7
1.3.1. Le brûlage des pailles de la culture précédente.....	8
1.3.2. Le travail profond du sol.....	8
1.3.3. La reprise du travail profond du sol.....	8
1.3.4. Le surfaçage.....	8
1.3.5. L'épandage et l'enfouissement de l'engrais de fonds.....	9
1.3.6. La mise en eau et le semis.....	9
1.4. Les contraintes pour l'implantation de la culture.....	10
1.4.1. Un calendrier de travail "serré".....	10
1.4.2. Les problèmes d'installation de la culture.....	11
1.4.3. Une diversité de milieu et de pratiques intra et inter-exploitation.....	13
II. Méthode.....	13
2.1. Cadre général d'analyse et de simulation.....	13
2.1.1. Le concept de modèle d'action.....	13
2.1.2. Cadre de la représentation du processus de décision des agriculteurs.....	14
2.1.2.1. Les chantiers.....	14
2.1.2.2. Les enchaînements.....	15
2.1.2.3. Les périodes.....	15
2.1.3. Simulation : le logiciel OTELO.....	17
2.2. Protocoles suivis.....	17
2.2.1. Echantillonnage.....	17
2.2.2. Protocole d'enquête.....	19
2.2.2.1 Enquête sur l'histoire des exploitations.....	19
2.2.2.2.. Description des structures des exploitations retenues.....	19

2.2.2.3. Suivi quotidien du déroulement des chantiers.....	19
2.2.2.4. Identification des modèles d'action des agriculteurs.....	21
2.2.2.5. Analyse manuelle de l'organisation du travail à partir des observations.....	22
2.2.2.6. Première simulation et restitution des résultats aux agriculteurs.....	22
2.2.2.7. Deuxième simulation et analyse des résultats.....	22
2.2.2.8. Réunion-discussion avec les 3 agriculteurs (restitution finale des résultats).....	22
2ème Partie : L'organisation du travail actuelle des agriculteurs pour l'installation du riz.....	23
2.1 SITUATION ET OBJECTIF DES EXPLOITATIONS.....	24
2.1.1. Historiques des exploitations	24
2.1.2. Structures actuelles et assolement des exploitations.....	24
2.1.2.1 Structures actuelles.....	24
2.1.2.2. Assolement et variétés de la campagne.....	26
2.1.2.3. Autres activités	31
2.2 Les modèles d'action des agriculteurs.....	31
2.2.1. L'exploitation Beta.....	31
2.2.2. L'exploitation Gamma.....	35
2.2.3. L'exploitation Delta.....	40
2.2.4. Synthèse.....	43
2.3. Mise en oeuvre du modèle d'action des agriculteurs au cours de la campagne 1994.....	45
2.3.1. L'exploitation Beta.....	45
2.3.2. L'exploitation Gamma.....	51
2.3.3. L'exploitation Delta	51
2.3.4. Synthèse.....	51
3ème Partie : Evaluation de la sensibilité des modèles d'action des agriculteurs aux risques climatiques.....	58
3.1. Utilisation d'OTELO.....	59
3.2. Les indicateurs utilisés	60
3.3 La validation du modèle.....	62
3.4. Simulation des calendriers des travaux des agriculteurs suivant plusieurs scénarios climatiques.....	62
4e Partie : Discussion et conclusion.....	65
1. Discussion des résultats de la simulation.....	66

2. Limite de la démarche.....	67
2.1. Le choix des indicateurs.....	67
2.2. Rigidités liées à l'utilisation du logiciel OTELO.....	67
2.3. Identification des pistes d'investigation pour la recherche.....	67
3. Conclusion générale.....	68
Bibliographie consultée.....	71
Liste des sigles utilisés.....	75
Liste des figures et tableaux.....	76
Liste des annexes.....	78

INTRODUCTION

La riziculture Camarguaise a fait l'objet de nombreuses études ; on doit les plus récentes au Laboratoire d'Etudes Comparées des Systèmes Agraires (LECSA). Le laboratoire, depuis sa création en 1983, a concentré ses efforts sur la mise au point de nouvelles techniques culturales adaptées aux contextes socio-économique et environnemental actuels. Les études réalisées ont porté essentiellement sur les points suivants :

- L'amélioration de la phase germination-levée du riz par l'obtention d'états structuraux du lit de semence plus appropriés (Conesa et al., 1987).
- La mise au point de modes de semis alternatifs : grains enfouis dans le sol et submersion retardée (Barbier et Mouret, 1990).
- L'amélioration de la germination du riz par apport d'oxygène aux semences : enrobage des semences avec du peroxyde de calcium (Barbier et Mouret, 1990 ; Mouret, 1992).
- L'amélioration des pratiques de fertilisation azotée et phosphatée en riziculture inondée (Barbier et Mouret, 1987 et 1992).
- L'analyse des potentialités du milieu et des systèmes de culture les mieux adaptés (Mouret, 1988).

Les résultats de tous ces travaux, réalisés préférentiellement à l'échelle de la parcelle cultivée, ne sont pas toujours bien valorisés par les riziculteurs pour résoudre leurs problèmes, notamment en phase d'implantation de la culture (Mouret, communication personnelle).

L'installation de la culture soulève trois grands types de problèmes étroitement liés :

- Des contraintes techniques, qui sont en particulier :
 - * Les pluies pour les travaux de préparation des sols et pour l'enfouissement des engrais, le froid pour la germination du riz, le vent qui oblige à cesser certaines opérations culturales et provoque l'enfouissement des graines du riz dans le sol de la rizière.
 - * Les contraintes liées aux variétés : en Camargue, dans le souci de produire des riz "de qualité" pour la commercialisation, la plupart des agriculteurs préfèrent cultiver des riz à grains longs plutôt que du riz rond (voir annexe 1). Notons qu'on distingue deux types de riz à grains longs : le riz long A de type japonica et le riz long B de type indica (annexe 1). Le riz de type commercial indica (variété Thaïbonnet par exemple) est le mieux vendu sur les marchés français et européen (2.76 F contre 2.26 F pour le riz rond en 1994). La variété Thaïbonnet correspond mieux pour l'instant au goût des consommateurs nord européens, mais sa culture est délicate à cause de son exigence en température et de la longueur de son cycle.

* Les contraintes liées au nombre de jours disponibles et aux grandes surfaces en riz sur l'exploitation : en effet, les agriculteurs sont obligés de réaliser les opérations culturales (travail du sol, enfouissement, mise en eau et semis) dans une fourchette de temps limitée et doivent donc posséder des équipements nombreux et puissants.

- Des problèmes économiques, en rapport avec les charges de mécanisation (qui ne sont pas développées dans ce travail) et les charges en intrants (eau, semence, fongicides, herbicides etc.).

- Des problèmes environnementaux : par les risques que fait courir l'agriculteur à l'environnement lorsque, en réponse à une mauvaise levée, il utilise une quantité accrue d'engrais azoté et d'herbicide pour favoriser le tallage.

Il faut signaler qu'au LECSA, la parcelle constitue jusque là l'échelle privilégiée des études effectuées. Les itinéraires techniques ont été particulièrement étudiés. La poursuite des objectifs visant à favoriser une large utilisation des acquis du laboratoire impose la nécessité d'élargir la méthode d'approche. Il s'agit de prendre en compte, en plus de la logique temporelle des agriculteurs (raisonnement relatif à la succession des pratiques dans le temps), la logique spatiale (les travaux doivent être réalisés sur une superficie donnée, dans un temps déterminé). On en vient ainsi à privilégier comme objet d'étude les processus de prise de décision des agriculteurs pour la réalisation de leurs objectifs.

Au niveau du conseil technique, de nombreuses questions se posent, dont celle de la recherche d'une méthode de travail plus interactive, prenant en compte la diversité des contraintes et des objectifs des agriculteurs. La recherche d'un outil d'aide à la décision présente dans ces conditions un intérêt majeur.

Mon étude a consisté à :

- Comprendre comment les riziculteurs camarguais organisent leur travail durant la phase d'implantation du riz.
- Expérimenter un outil d'aide à la décision, OTELO (Organisation du Travail et Langage à Objet), déjà appliqué dans la région de Picardie (nord de la France) en grande culture (pomme de terre, blé, betterave sucrière), mais aussi au Sénégal, dans la vallée du Fleuve, en riziculture irriguée.

En ce qui concerne le cadre institutionnel, ce travail a été effectué au Laboratoire d'Etudes Comparées des Systèmes Agraires (LECSA) de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Il s'insère dans son orientation générale qui est la compréhension et la modélisation des systèmes de production des grandes cultures des plaines méditerranéennes (dont la Camargue). Le

LECSA étudie les adaptations des exploitations agricoles aux nouvelles contraintes socio-économiques et environnementales. Ce laboratoire est placé sous la responsabilité du département des Systèmes Agraires et Développement (SAD) de l'INRA.

Ce travail a été codirigé par le département des Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux du Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD-SAR). Le CIRAD-SAR exerce des activités de recherche et de recherche-développement dans les pays tropicaux. Au sein du CIRAD-SAR, l'une des orientations de l'unité de recherche Génie Agronomique et Mécanisation (GAM) est l'étude d'outils méthodologiques pour la gestion de la mécanisation des exploitations agricoles.

Ainsi les deux laboratoires de l'INRA et du CIRAD ont associé leurs efforts pour réaliser cette étude.

Cette étude présente pour moi un double intérêt : un intérêt en terme de formation pratique à une méthode d'analyse du fonctionnement d'une exploitation agricole et un autre en terme d'acquisition d'informations sur la riziculture inondée (riziculture intensive dans le cadre de grands aménagements hydroagricoles), dans un milieu climatique difficile pour le riz. Pour réaliser ce travail, une formation d'une semaine au laboratoire d'Economie et Sociologie Rurale de l'INRA de Grignon, m'a permis de me familiariser avec le logiciel OTELO.

Le travail présenté dans ce document comprend trois parties :

- Une première partie qui présente la problématique de notre travail et la méthodologie utilisée.
- Une deuxième partie consacrée aux résultats du suivi que nous avons effectué.
- Une dernière partie présentant les résultats de la simulation réalisée à partir du logiciel OTELO.

Ière PARTIE

**POSITION DU PROBLEME
ET METHODES**

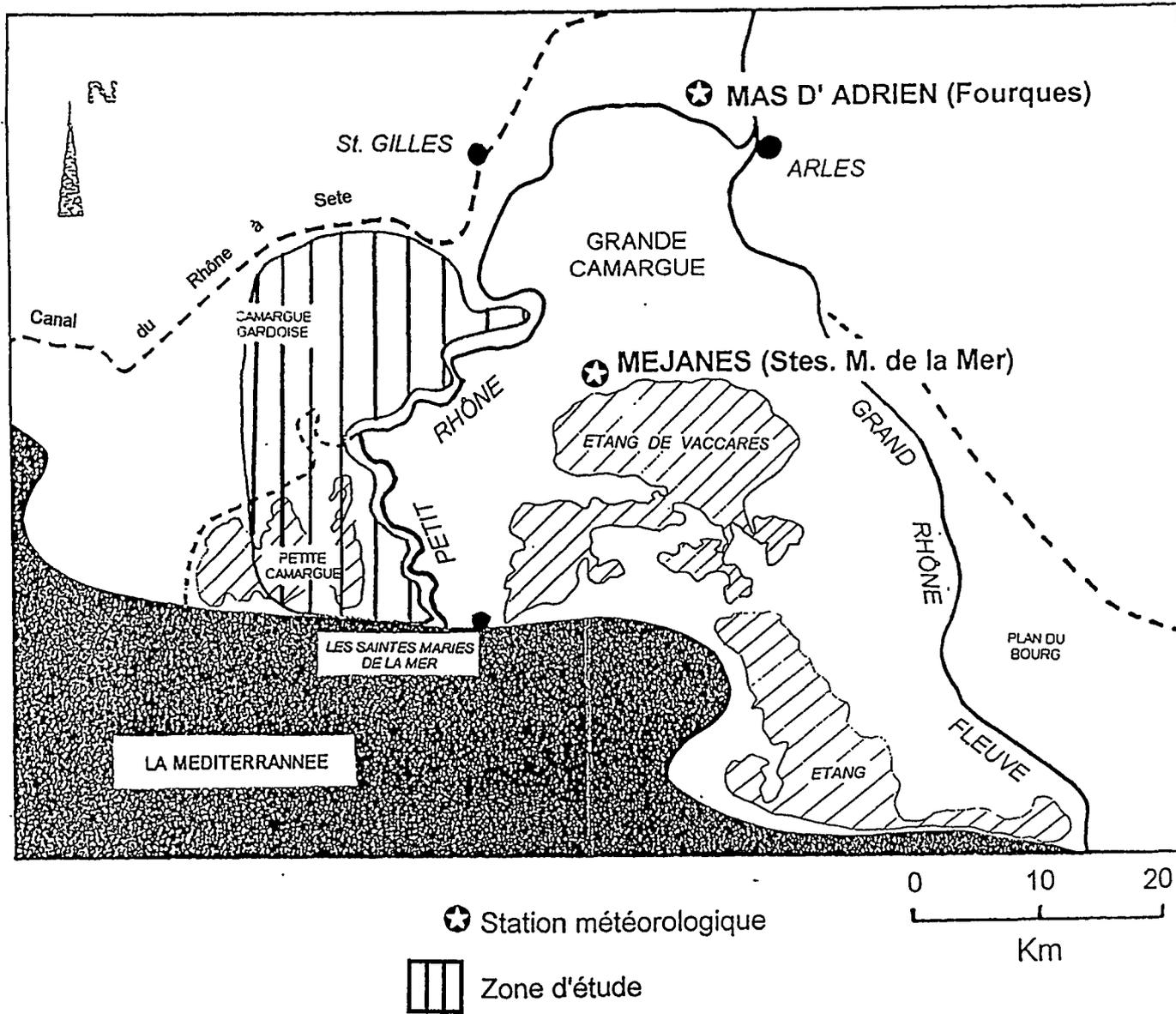


Figure 2 : Localisation des stations météorologiques en Camargue

I. ELEMENTS DE LA PROBLEMATIQUE.

1.1. QUELQUES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES.

1.1.1. La pluviométrie.

En Camargue, la pluviométrie totale est faible : en moyenne 623 mm par an à Arles (D.D.A., 1975) ; La période la plus pluvieuse correspond aux mois de septembre, octobre et novembre (figure 1a). Les pluies à cette période peuvent provoquer des dégâts importants sur le riz qui est alors en maturité (verse des tiges et germination des grains). Après la récolte, ces pluies retardent le brûlage des pailles et perturbent le début de la nouvelle campagne. En retardant, voire en empêchant totalement le travail du sol pré-hivernal (déchaumage et labour), ces retards peuvent se retrouver au printemps et avoir des conséquences sur l'installation du riz.

Les pluies de mars et d'avril correspondent à la période de travail du sol et d'enfouissement des engrais de fonds.

En ce qui concerne l'évolution inter-annuelle de la pluviométrie entre 1975 et 1993 à Fourques (Lecsa-Sad, données météo 1994), on note une fluctuation importante qui varie de 1050 mm/an environ en 1976, 1977 et 1987 à 300 mm/an en 1989 (figure 1b).

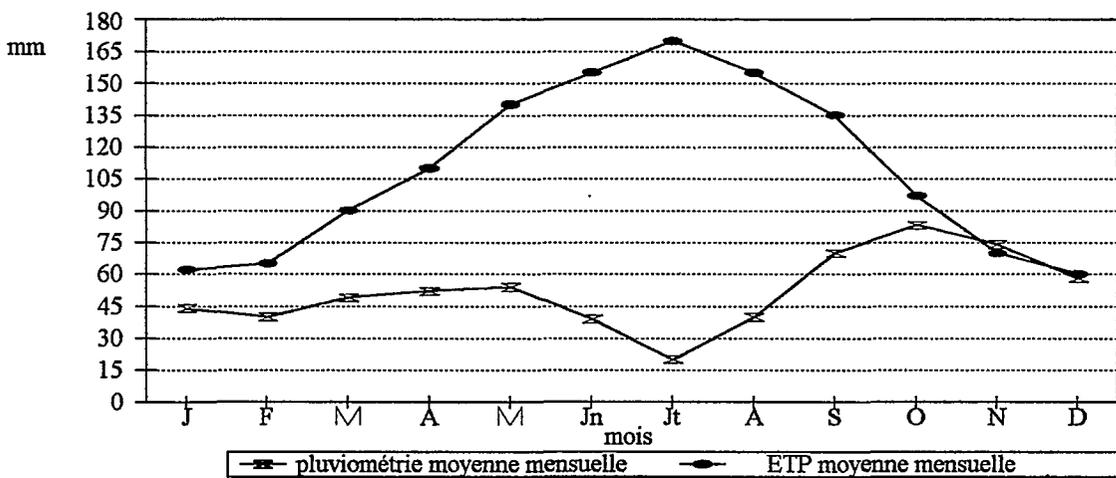


Figure 1a : Pluviométrie et évaporation mensuelle à Arles de 1960 à 1975 (D.D.A - 1975)

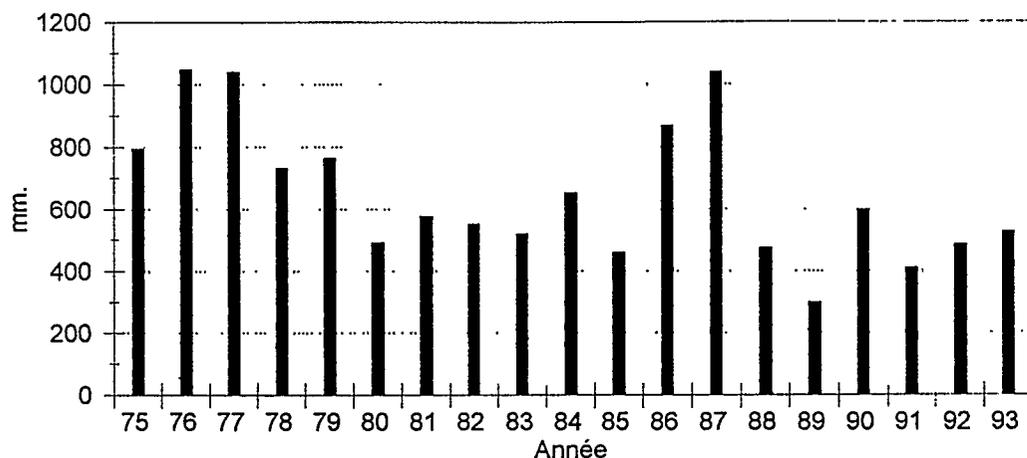


Figure 1b : Evolution de la pluviométrie de 1975 à 1993 à Fourques (Camargue).

1.1.2. La température.

Les températures sont relativement faibles en hiver (6 à 8°C) avec des chutes pouvant atteindre -15°C (Mouret, 1988). Des températures moyennes journalières de 10 à 15°C peuvent se prolonger jusqu'à la fin du mois de mai alors qu'elles sont critiques pour la germination du riz dont le zéro de végétation est de 12 à 13 °C (Angladette, 1966 ; Nishiyama, 1976). En été, les maxima peuvent atteindre 30°C mais on peut observer des chutes de température dues à des orages à partir de la fin du mois de juillet. Ces températures moyennes, si elles sont inférieures à 21-22 °C peuvent compromettre la fécondation du riz (Figure 3).

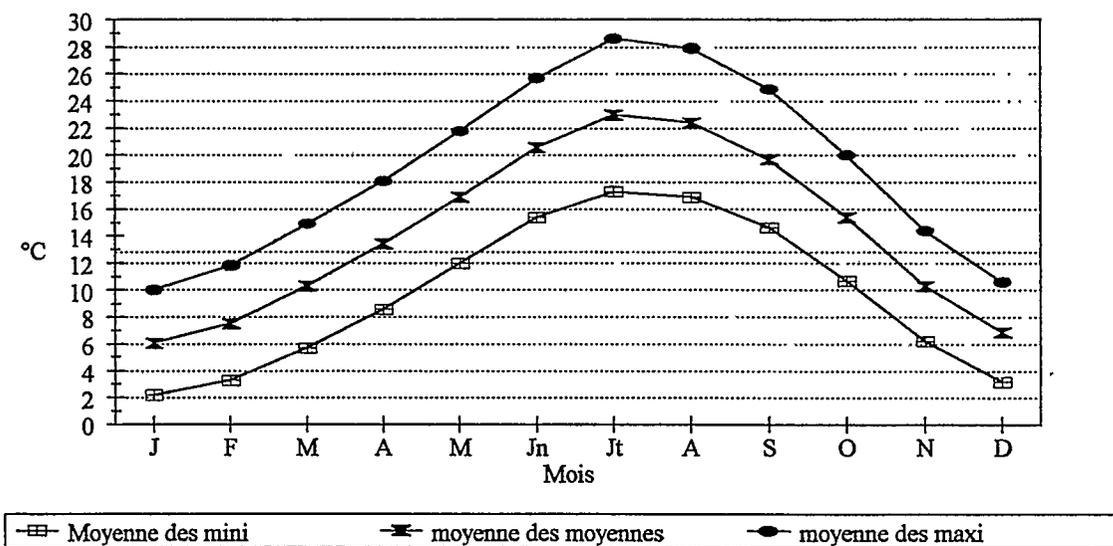


Figure 3 : Températures moyennes en Camargue de 1944 à 1973 (D.D.A., 1975)

1.1.3. Le vent.

La Camargue est une zone connue pour l'importance des vents qui y soufflent.

- Le vent du nord-ouest (le mistral) est le plus important. Il peut atteindre une vitesse de 35 m/s (Sanon, 1986). Il souffle toute l'année, mais surtout d'octobre à avril. Le mistral peut constituer un fléau pour l'installation du riz mais il présente également quelques avantages.

S'agissant des inconvénients, on note : l'évaporation importante qu'il entraîne et par conséquent la remontée rapide des sels en surface du sol. Le mistral dessèche les cultures et pose de grands problèmes de levée liés à l'enfouissement des graines semées à la surface du sol et/ou plus tard par le déracinement des jeunes plantules. Le mistral gêne (voire empêche) la réalisation de certaines opérations culturales : le nivellement et le semis. En ce qui concerne les avantages, on note le séchage rapide des terres après la pluie ; il crée également des conditions défavorables au développement des maladies cryptogamiques.

- Les vents d'est et du sud-est (vents marins) soufflent de la mer avec des vitesses maximales d'environ 15 m/s. Ils apportent souvent de l'humidité et des embruns (donc du sel). Les embruns ont des effets néfastes sur la floraison du riz selon les agriculteurs (coulure) mais le phénomène n'est pas encore bien compris par les physiologistes.

1.2. LES SOLS.

Les sols de Camargue, situés à de très faibles altitudes (entre 0 et 4 m au dessus du niveau de la mer) sont caractérisés par une texture argilo-limoneuse à limono-argileuse sur les bourrelets alluviaux, sableuse sur les sols de dépôts littoraux et argileuse au centre des anciennes dépressions marécageuses. Ces sols sont fréquemment salés. Le phénomène de salure résulte de l'existence d'une nappe phréatique salée proche de la surface. La riziculture irriguée joue un rôle essentiel, car elle permet de lessiver les sels en solution et favorise ainsi la mise en culture des sols de la zone (Durr, 1984). La riziculture favorise ainsi la réussite des cultures sèches qui lui succèdent (Mouret 1988).

1.3. LES ITINERAIRES TECHNIQUES D'IMPLANTATION DU RIZ.

On distingue une multitude d'itinéraires techniques d'implantation du riz en Camargue. L'une des formes les plus fréquentes se présente comme suit :

1.3.1. Le brûlage des pailles de la culture précédente.

Les précédents culturaux sont en général du riz, du blé, des prairies ou de la luzerne. La paille de riz, riche en silice est difficilement biodégradable. L'excès de paille sur la parcelle gêne l'adhérence des tracteurs et le travail superficiel du sol, principalement le surfaçage (Sanon, 1987). Le brûlage quasiment systématique des pailles permet de résoudre en partie ces difficultés.

1.3.2. Le travail profond du sol.

L'opération se fait à la charrue, aux disques, au chisel ou avec d'autres outils à dents. Le labour est considéré comme une opération coûteuse par beaucoup d'agriculteurs. Il présente également l'inconvénient de déniveler les terres. Certains labourent les sols systématiquement après précédent riz, d'autres font l'impasse quel que soit le précédent. Le labour est souvent remplacé par le chiselage ou le discage à cause de la rapidité de travail que permettent ces outils. Le travail profond est fait avant ou après l'hiver en fonction de l'état d'humidité du sol mais les agriculteurs cherchent à le réaliser le plus tôt possible.

Un travail du sol, dans des conditions d'humidité extrêmes ne peut être réalisé qu'avec un équipement spécifique (tracteurs équipés de roues squelettes ou de roues cage).

1.3.3. La reprise du travail profond du sol.

Le type de sol, le précédent cultural, le type de travail profond réalisé, la date et les conditions (de sol et de climat) de sa réalisation déterminent le type d'outil et le nombre de passages nécessaires pour obtenir un état du lit de semences convenable (mottes de 2 à 3 cm de diamètre mélangées à de la terre fine). Cette opération que nous qualifieront de "reprise" dans la suite du travail est en général réalisée avec des outils à disques (cover crop) ou à dents (rototiller, etc.).

1.3.4. Le surfaçage.

Il s'intègre maintenant régulièrement dans les itinéraires techniques depuis la généralisation de l'utilisation de la lame niveleuse et du laser pour le guidage. L'objectif est de réaliser le surfaçage annuel sur toutes les parcelles cultivées en riz, mais dans les faits l'opération n'est pas systématique. Sa fréquence dépend des soins apportés aux techniques culturales appliquées sur la culture précédente et notamment des conditions de récolte (ornières créées par la moissonneuse-batteuse). Le surfaçage est généralement suivi d'un décompactage de sol. La période de sa

réalisation dépend du précédent cultural. En effet, sur précédent blé, le surfaçage peut être réalisé en été, après la récolte. Sur précédent riz, il est réalisé plus fréquemment au printemps, la récolte étant plus tardive, à l'automne. Un surfaçage mal fait a des conséquences multiples (Sanon, 1987) :

- Une tendance à l'augmentation des temps de mise en eau et de drainage et une mauvaise maîtrise de la lame d'eau.
- Une lutte difficile contre les effets du mistral. Ce qui aggrave par conséquent les risques d'enfouissement des semences du riz.
- Une moindre efficacité des herbicides de contact.

Dans la suite de ce mémoire nous faisons la différence entre le surfaçage et le nivellement car ils sont définis par les agriculteurs enquêtés comme étant deux opérations différentes. En effet, ils entendent par nivellement toute opération de planage qui se fait au laser. Par contre le surfaçage est défini comme étant un planage réalisé simplement à la lame niveleuse, au scraper ou autre. C'est une opération qui se fait "à l'oeil".

1.3.5. L'épandage et l'enfouissement de l'engrais de fond.

Après l'épandage des engrais de fond (NPK ou PK seuls) à l'aide d'un épandeur centrifuge (ou plus rarement d'un épandeur pneumatique), vient l'opération d'enfouissement des engrais qui a une double fonction : une fonction d'enfouissement de l'engrais proprement dit et en même temps une fonction de travail du sol (achever l'affinage du sol pour constituer un lit de semences adéquat). Cela constitue la dernière opération de travail du sol pour la plupart des agriculteurs.

1.3.6. La mise en eau et le semis.

En riziculture camarguaise, il existe plusieurs modes de semis pratiqués par les agriculteurs (Conesa et al., 1987) :

- Le semis à la volée dans l'eau au semoir centrifuge.
- Le semis à la volée dans l'eau par hélicoptère.
- Le semis à la volée à sec au semoir centrifuge.
- Le semis à sec en ligne avec un semoir à blé.
- Le semis à sec en poquet.

Les modes de semis à la volée à sec ou dans l'eau sont les plus couramment pratiqués à cause de leur rapidité d'exécution (annexe I).

En ce qui concerne la mise en eau des parcelles, elle se fait par pompage à partir du Rhône ou d'un canal secondaire. Certains agriculteurs disposent de leur réseau d'irrigation personnel depuis le Rhône alors que d'autres utilisent un réseau collectif.

I.4. LES CONTRAINTES POUR L'IMPLANTATION DE LA CULTURE

Les différences de pratiques observées entre agriculteurs traduisent les adaptations de ces derniers aux différentes contraintes en vue de réaliser l'installation puis la conduite de la culture dans les meilleures conditions. Ces contraintes résultent en général de l'interaction de plusieurs facteurs.

I.4.1. Un calendrier de travail "serré".

La période la plus délicate de la culture du riz en Camargue est celle de son installation. En effet, il est difficile de semer avant le 15-20 avril à cause des basses températures qui posent des problèmes pour la germination et la levée. En dessous de 12-13°C la levée du riz est compromise (Barbier et Mouret, 1993). L'agriculteur est également limité dans le temps pour ses semis. En effet, un semis réalisé au-delà du 10-15 mai accroît les risques de floraison tardive et donc de faibles températures à la floraison au mois d'août (augmentant le taux de la stérilité) ainsi que les excès de pluies lors de la maturation et de la récolte (fin septembre et début octobre). Ces pluies d'automne (orages) accroissent les risques de verse qui, en se produisant dans l'eau, peuvent entraîner une germination sur pied. Cela provoque par ailleurs une mauvaise maturation du grain donc un mauvais rendement à l'usinage. En général l'agriculteur se fixe pour objectif de finir la préparation du lit de semences et l'enfouissement des engrais de fond avant la date optimale pour le début des semis qui est le 20/04 (André, 1993). Il s'efforce aussi de terminer les semis avant une date limite différente selon les variétés, mais voisine du 10 mai. Face à toutes ces contraintes, l'organisation du travail de l'agriculteur est capitale. Il doit effectuer les opérations de préparation du lit de semences et d'enfouissement des engrais de fonds dans le délai qui lui est imposé par le climat et en tenant compte des caractéristiques des sols de son exploitation. Cette organisation du travail doit tenir compte des autres activités productives de l'exploitation (autres cultures, activités non agricoles). Elle est rendue difficile aujourd'hui du fait des grandes surfaces emblavées en riz (de 20 ha à plus de 300 ha). Cette prépondérance du riz, conduisant à une monoculture sur de grandes superficies est liée aux actuels rapports de prix riz/blé très favorables au riz.

I.4.2. Les problèmes d'installation de la culture.

Le taux de levée du riz est très faible en Camargue. Les travaux du LECSA réalisés entre 1984 et 1987 montrent qu'une graine sur trois seulement parvient à donner une plantule viable (tableau 1). Dans l'objectif de compenser ce fait, les agriculteurs sont obligés d'utiliser des doses de semences très élevées : 180 à 250 kg/ha. Plusieurs facteurs expliquent ce faible taux de levée : l'enfouissement des grains dû au vent évoqué plus haut et à une mauvaise structure du lit de semence, les basses températures, la salinité, le vent qui déracine les jeunes plantules, les algues, les champignons parasites, etc.. Notons que des graines enfouies en profondeur dans un sol submergé provoquent des conditions d'anoxie défavorables à leur germination.

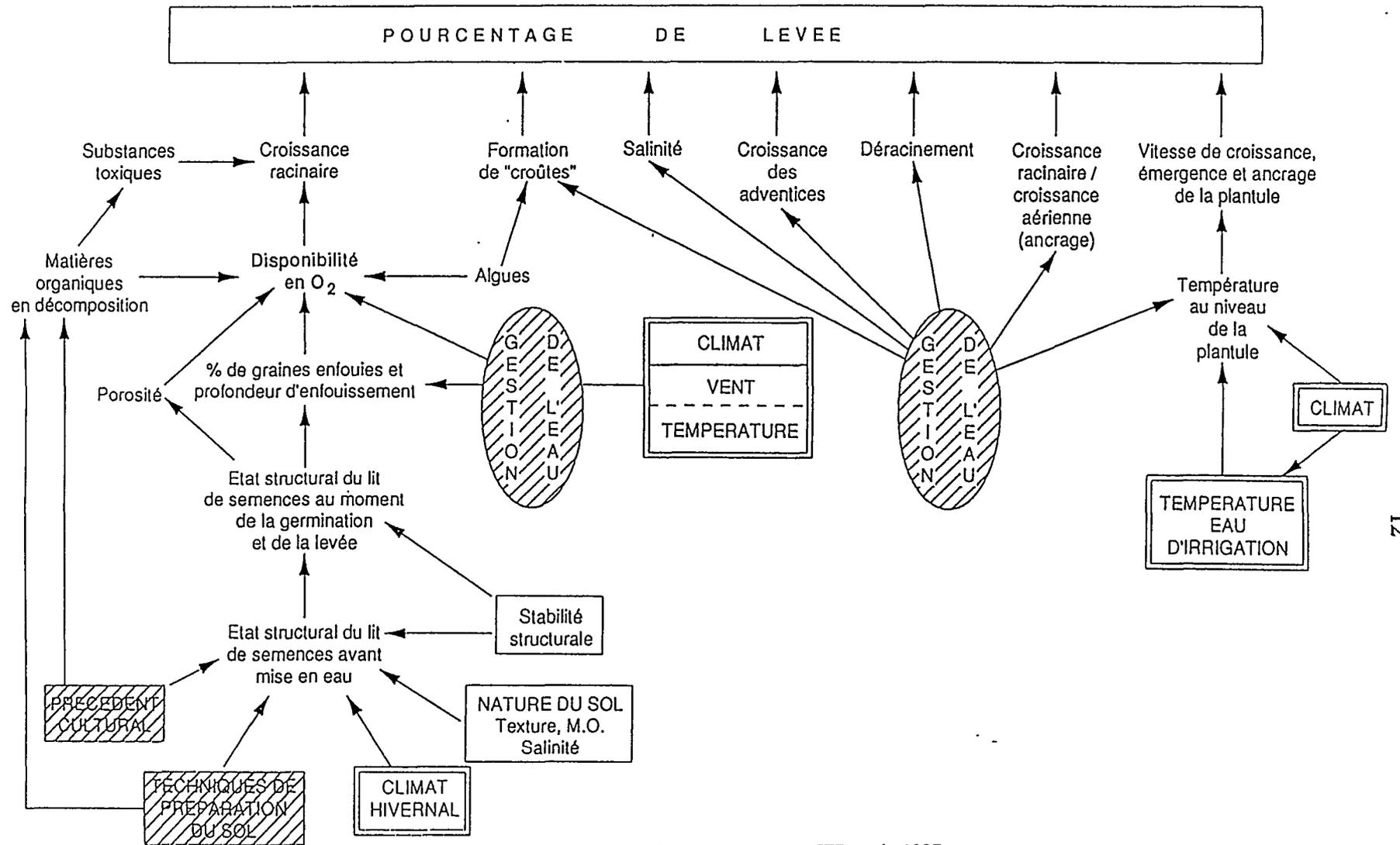
Tableau 1 : moyenne, coefficient de variation du pourcentage de levée et caractéristiques climatiques pour quatre années d'études. Les valeurs climatiques sont des moyennes calculées sur une période de 30 jours après le semis (durée approximative pour atteindre le stade 4-5 feuilles).

	1974	1985	1986	1987
% de levée	26	32	42	20
Coefficient de variation inter-parcellaire (%)	75	38	30	50
Température moyenne de l'air (°C).	13.8	14.5	16.8	14.5
Nb de jours où vitesse moyenne vent > 2.5 m/s	fort	faible	faible	fort

Source : Barbier et al.(à paraître).

Durr (1984) a aussi montré que l'enfouissement des grains dans le sol, suite à des mouvements d'eau sous l'effet du vent et à une mauvaise structure du lit de semences affectait 30 à 70% des grains semés. Barbier et Mouret (1987) ont montré que les mauvaises levées étaient importantes dans les deux cas suivants :

- lorsque le lit de semence avant irrigation présente une forte prédominance de terre fine avec peu ou pas de mottes cohérentes. Ce cas se rencontre fréquemment sur sols alluvionnaires à texture grossière tels que les sols limoneux ou limono-sableux. Il y a alors un fort enfouissement des grains.
- lorsque le lit de semence présente de grosses mottes très cohérentes avec peu ou pas de terre fine. Dans ce cas il y a déficience du contact terre-graine. Lorsque les grains restent à la surface du sol, l'enracinement se fait très difficilement (les racines croissent horizontalement) et les risques de déracinement sont importants en cas d'épisodes ventés. Les facteurs qui influencent le taux de levée sont résumés dans la figure 4.



Source: J. M. BARBIER et al., 1987

Figure 4 : Les principaux facteurs influançant la levée du riz en Camargue

Tous ces résultats sont maintenant plus ou moins connus des agriculteurs. Le problème est de parvenir sur une grande surface à la réalisation d'un lit de semences convenable à temps et ce, en fonction du type de sol et du mode de semis envisagé (semis dans l'eau ou à sec).

I.4.3. Une diversité de milieu et de pratiques intra et inter-exploitation

La variabilité de situations signalée entre agriculteurs se retrouve aussi au sein d'une même exploitation. Cette variabilité pose problème quand on la rapporte à la méthode actuelle de diffusion du conseil technique en Camargue. Le système actuel, basé sur un modèle unique de références techniques pour l'ensemble des riziculteurs, s'adapte en effet mal à la diversité des situations qui existe. Un moyen de l'améliorer ne serait-il pas de prendre en compte cette diversité: pratiques culturelles, milieux physiques, objectifs et mode de prise de décision des agriculteurs ?

Les contraintes évoquées dans cette partie amènent les chercheurs à s'interroger sur la manière dont les agriculteurs s'organisent concrètement pour l'installation de la culture du riz en Camargue. Comment sur cet aspect se différencient-ils les uns des autres ? On est alors amené à réaliser une approche plus globale à l'échelle de l'exploitation agricole, qui prenne en compte les processus de décision des acteurs. Pour cela, un cadre de représentation et d'analyse et des outils de simulation ont fait leurs preuves en Picardie (Chatelin et al., 1993). Cette même démarche, appliquée en Camargue, peut-elle donner des résultats aussi concluants que ce qui est obtenu ailleurs, sachant que les milieux physiques et socio-économiques ne sont pas les mêmes ? Telle est la question que je traiterai dans ce mémoire.

II. METHODE

2.1. CADRE GENERAL D'ANALYSE ET DE SIMULATION.

2.1.1. Le concept de modèle d'action.

Le modèle d'action de l'agriculteur est défini comme étant une organisation préalable des décisions à prendre (Sebillotte et Soler, 1988 et 1990). La définition de ce concept sera illustrée d'exemples tirés des agriculteurs suivis. Le modèle d'action des agriculteurs comprend :

- "Un ou plusieurs objectifs généraux qui définissent le terme vers lequel convergent les décisions des agriculteurs". Par exemple, tous les agriculteurs enquêtés ont pour objectif général de finir tous les semis avant le 10 mai.

- "Un programme prévisionnel et des états-objectifs intermédiaires qui définissent des points de passage obligés et des moments où l'agriculteur pourra faire des bilans en vue de mesurer où il en est de la réalisation de ses objectifs généraux ; se trouvent ainsi fixés les indicateurs qui serviront aux décisions". Par exemple, pour l'agriculteur Bêta, le déchaumage et le travail profond du sol de ses parcelles doivent être réalisés normalement avant la fête de Noël. Si ces deux opérations ne sont pas faites avant cette date (année pluvieuse par exemple), il doit s'attendre à une année moyenne ou une mauvaise année. Il essaie de travailler un peu plus longtemps dans la journée pour gagner du temps. Pour cet agriculteur, la fête de Noël est un indicateur qui lui permet de faire un bilan de l'état d'avancement du travail profond du sol et de mesurer ce qui lui reste à faire. Un autre exemple d'objectifs intermédiaires est : l'agriculteur Gamma prévoit la fin de la préparation du lit de semence avant le 15/04, afin d'avoir du temps pour commencer la mise eau immédiatement après et le semis le 20/04.

- "Un corps de règle qui, en fonction d'un champ d'événements futurs perçus comme possibles par l'agriculteur, définit pour chaque étape du programme, la nature des décisions à prendre pour parvenir au déroulement souhaité des opérations et la nature des solutions de rechange à mettre en oeuvre si, à certains moments, ce déroulement souhaité n'est pas possible". Par exemple, pour l'ensemble des trois agriculteurs la règle de déclenchement du semis est libellée comme suit : si après le 15 avril chacun perçoit qu'il fait au moins 13 °C, ils déclenchent le semis. L'indicateur qui permet aux agriculteurs de prendre la décision de semer est donc la perception de la température de 13 °C qu'ils ont après le 15 avril. En ce qui concerne les règles de changements de règles nous retenons comme exemple : Pour l'agriculteur Delta, si au 10 mai, il n'est pas parvenu à semer toute la superficie prévue en grains longs, il modifie son assolement en semant alors la variété Cigalon (à grains ronds et cycle court).

2.1.2. Cadre de la représentation du processus de décision des agriculteurs en amtière d'organisation du travail.

La compréhension du processus décisionnel des agriculteurs est facilitée par la représentation de la réalité dans un cadre à 3 niveaux de gestion (figure 5) : les chantiers, les enchaînements et les périodes (Chatelin et al, 1990 ; Poussin, 1992).

2.1.2.1. Les chantiers.

Ils désignent les travaux ou groupes de travaux exécutés par les agriculteurs. Par exemple le surfacage de la parcelle. La réalisation de ces travaux dépend des conditions du milieu. Ils sont

caractérisés par les ressources qu'ils mobilisent (main d'oeuvre et matériel), la nature des parcelles sur lesquelles ils s'opèrent et les performances de réalisation. Un chantier correspond à une ou à plusieurs opérations. Par exemple, l'épandage et l'enfouissement de l'engrais de fonds sont considérés comme un seul chantier car ces deux opérations ont lieu quasiment simultanément. Il faut signaler aussi que plusieurs chantiers ayant une finalité commune peuvent être regroupés dans une structure plus englobante appelée famille de chantiers.

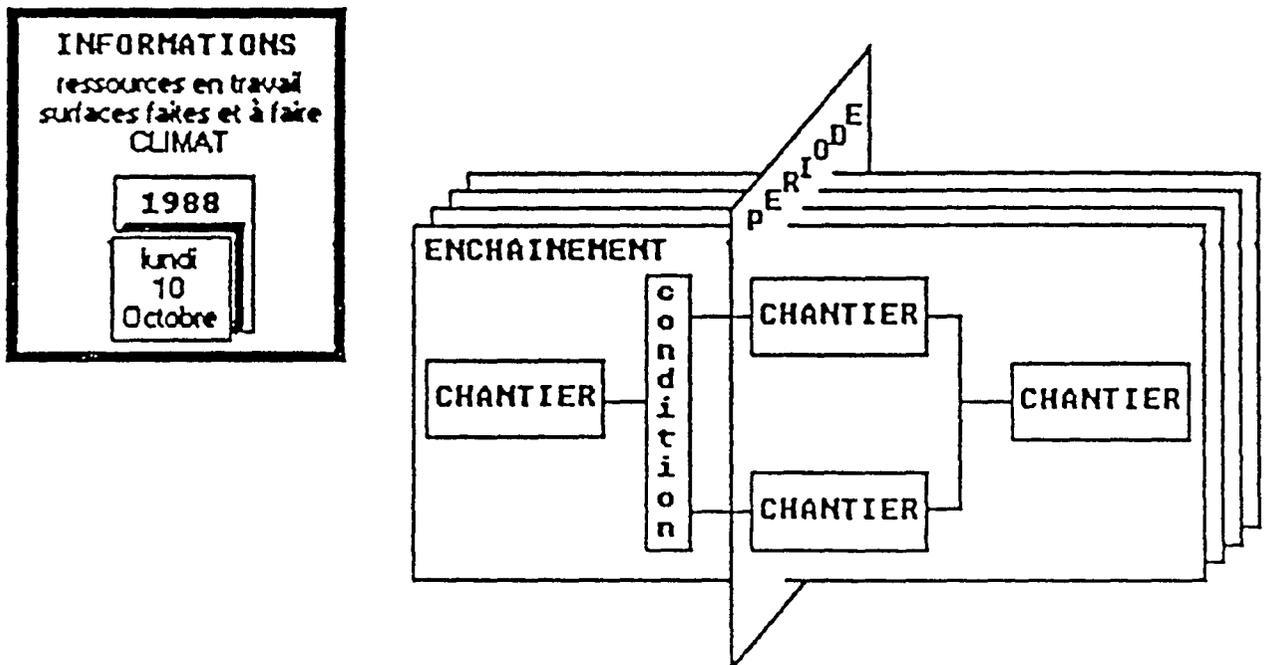
2.1.2.2. Les enchaînements.

C'est le niveau qui gère la succession (ou séquence) de chantiers à exécuter sur un ou plusieurs blocs de parcelles. Dans la réalisation de cette séquence, l'agriculteur met en oeuvre des règles qui lui permettent de passer d'un chantier à un autre. A l'enchaînement est associée la notion des blocs de surface, ensemble de parcelles traités de façon homogène (même enchaînement des chantiers). Par exemple, pour débiter la mise en eau sur l'exploitation Delta, il faut que l'agriculteur ait préalablement surfacé la moitié de la surface totale.

2.1.2.3. Les périodes.

Ayant à conduire plusieurs cultures à la fois et compte tenu des moyens de travail limités, l'agriculteur est amené à gérer des conflits entre plusieurs travaux. Il règle ces conflits en fixant des priorités en fonction de ses objectifs. Par exemple, à l'arrivée d'une certaine date, l'agriculteur accorde la priorité au traitement fongicide sur blé au détriment des travaux sur le riz.

Le découpage de la campagne en phases de priorité différente donne les périodes. La fin d'une période marque un changement de priorité. Il faut signaler qu'il y a une seule période dans notre cas, car nous sommes en monoculture du riz.



Source: J. M. ATTONATY et al., 1990

Figure 5: Organisation des trois niveaux de gestion

2.1.3. Simulation : le logiciel OTELO

Le logiciel OTELO a été mis au point par une équipe pluridisciplinaire associant des agronomes et des économistes de l'INRA-SAD et - ESR en collaboration avec la chaire d'agronomie de l'INA-PG (Attonaty et al., 1990). Basé sur la simulation informatique des modèles d'action des agriculteurs, OTELO est un outil de conseil. Il se base sur l'écriture des modèles d'action d'organisation du travail, qui résultent de l'intégration par les agriculteurs des contraintes qu'ils ont identifiées pour atteindre leurs objectifs. A partir d'un jeu de simulations réalisé avec des scénarios climatiques variés, on peut porter des diagnostics sur l'organisation actuelle du travail puis imaginer ce qu'elle pourrait être en cas de diminution ou d'accroissement de superficies, d'acquisition d'un nouvel équipement, de l'association avec un voisin, etc., (Papy et al, 1993).

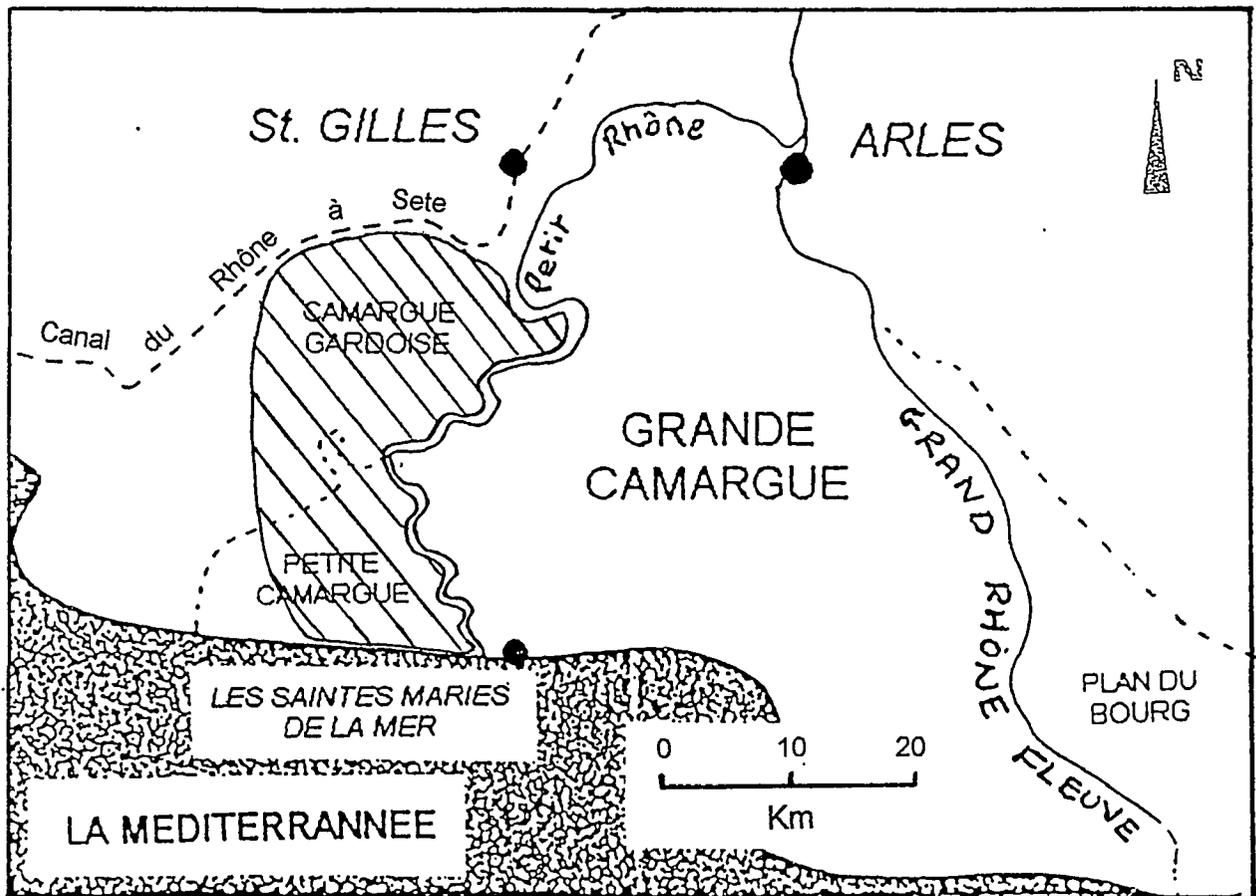
La démarche OTELO est expérimentée depuis deux ans par quelques conseillers dans plusieurs départements, en grandes cultures (blé dur, betterave sucrière, etc.). En Afrique, la démarche OTELO a été expérimentée avec succès dans la vallée du fleuve Sénégal en riziculture irriguée (Le Gal et Havard, 1994).

2.2. PROTOCOLES SUIVIS

2.2.1. Echantillonnage

Dans le souci de réaliser ce travail sans fortes contraintes de déplacement, nous avons choisi de travailler en Camargue gardoise (figure 6). Une autre raison est à l'origine de ce choix : en automne dernier, le Delta du Rhône (en Grande Camargue) a connu de fortes inondations ayant entraîné des dégâts importants ; la Camargue gardoise (petite Camargue), par contre, a été épargnée. Pour éviter d'éventuelles modifications du milieu et des habitudes des agriculteurs par rapport à leurs références habituelles, nous avons donc choisi la petite Camargue comme site d'étude. Par ailleurs, le LECSA-SAD conduit des recherches dans cette zone depuis plusieurs années.

En ce qui concerne le choix des agriculteurs, il est basé essentiellement sur un critère : leur degré de motivation à participer au travail. Nous entendons par motivation, ceux qui se déclarent intéressés par l'investigation du laboratoire concernant l'amélioration de l'organisation du travail. Ce sont aussi des agriculteurs bien connus du LECSA-SAD et sur lesquels des références existent et avec qui la confiance est déjà établie. Quant au nombre d'exploitations retenues, nous l'avons arrêté en fonction de notre capacité de suivi.



 Zone d'étude

Figure 6 : Localisation de la zone d'étude

Aussi, du fait de notre objectif, évaluer l'intérêt du cadre méthodologique sur l'organisation du travail, il n'était pas nécessaire ni souhaitable dans un premier temps de multiplier les exploitations. Mon objectif de connaissance de la riziculture imposait également une présence rapprochée sur les exploitations. Nous nous sommes donc limités à 3 exploitations. Ces 3 agriculteurs représentent une gamme de situations variées s'insérant bien dans la typologie établie par Mendez-Del-Villar en 1987 :

- le grand propriétaire exploitant spécialisé dans la céréaliculture (riz et blé dur), bien motorisé avec une prédominance de main d'oeuvre salariée (classe 3). C'est un agriculteur familiarisé à la culture du riz de longue date (l'agriculteur Gamma).
- Le propriétaire exploitant jeune riziculteur-éleveur de chevaux, encore en recherche de références (classe 4 de la typologie de Mendez Del Villar) (l'agriculteur Bêta)..
- Le régisseur d'un grand domaine de polyactivités appartenant à une société industrielle (l'agriculteur Delta).

2.2.2. Protocole d'enquête

2.2.2.1 Enquête sur l'histoire des exploitations.

L'historique des exploitations a été obtenu à partir de la bibliographie existante puis complété par des données recueillies à travers des entretiens informels pendant le suivi. Ce qui a permis d'avoir une idée de l'évolution de leurs activités, de leurs structures et des pratiques agricoles.

2.2.2.2. Description des structures des exploitations retenues.

Les premiers entretiens avec les riziculteurs ont concerné le recensement des moyens de production : équipement, main d'oeuvre, assolement et autres activités entrant en concurrence avec la riziculture. L'objectif de ce recensement est de déterminer le niveau d'équipement des agriculteurs (matériel et main d'oeuvre) en vue de faire des comparaisons avec les données antérieures existantes. Ce travail a aussi permis de mieux effectuer le suivi du déroulement des chantiers et l'identification des modèles d'action des exploitants.

2.2.2.3. Suivi quotidien du déroulement des chantiers.

Cette phase a constitué l'essentiel du travail de terrain. Le suivi a pour objectif principal de comprendre le fonctionnement des exploitations rizicoles en vue de poser de bonnes questions

pour l'identification des modèles d'action des agriculteurs. Le suivi a duré 3 mois. Compte tenu de l'importance et de la rigueur qu'exige le suivi, un hébergement a été trouvé au sein de l'une de ces 3 exploitations. L'exploitation la plus éloignée était située à 22 km environ de l'hébergement. Un tour de terrain était effectué quotidiennement sur chaque exploitation (50 à 60 km/jour de parcours).

Le suivi proprement dit, a consisté :

- Dans une première phase à observer et relever quotidiennement :

- * La répartition des tâches des ouvriers.
- * Les chantiers du jour.
- * Le type des matériels et outils utilisés.
- * Les parcelles et les clos¹ travaillés dans la journée.
- * Les ajustements tactiques et les règles de décision qui les régissent.

- Dans une seconde phase, à suivre l'organisation de la mise en eau des parcelles et les contraintes hydrauliques de ces exploitations. Il faut signaler que, pendant le suivi, une relation étroite a été entretenue avec les ouvriers travaillant sur les exploitations car leurs contributions nous ont permis de préciser nos observations.

2.2.2.3.1. Le suivi de la répartition quotidienne des tâches.

Nous avons fait l'hypothèse que, dans les rizières en général, certains ouvriers sont spécialisés dans tel ou tel type de travaux et d'autres, par contre, sont polyvalents. L'objectif de ce suivi est donc de déterminer la spécialisation des ouvriers à partir de la fréquence du type de travail qui leur est affecté.

Ces observations se justifient par l'analyse des contraintes liées à la force de travail.

2.2.2.3.2. Suivi du déroulement des chantiers au niveau de la parcelle et du clos.

Il consiste à relever avec précision :

- les différents types de chantiers en exécution.
- Les clos et les parcelles travaillés ainsi que les dates des travaux parcelle par parcelle.
- Les parcelles traitées de façon spécifique et la raison de cette spécificité.
- Les matériels et le nombre d'ouvriers par chantier.
- La permutation de la main d'oeuvre au cours de la journée entre les activités du jour.

¹Le clos représente ici des blocs de parcelles.

L'objectif de ce travail est de déterminer la performance des différents chantiers en fonction de la combinaison outil-tracteur, les blocs traités de façon cohérente, les enchaînements et les horaires effectifs de travail. Notons que les vitesses d'avancement des travaux déterminées par les observations permettront de valider les performances obtenues par interview. Sont aussi déterminées les dates de début et de fin de travaux en vue de faire des comparaisons avec les résultats de la simulation.

Il faut signaler que les ajustements quotidiens et les règles de décision qui les régissent ont aussi été enregistrés. Ils sont obtenus par observations et entretiens informels fréquents avec les agriculteurs sans chercher à influencer leurs processus de décisions ; ce qui n'exclut pas que, le fait de poser des questions aux agriculteurs, puisse les amener à réfléchir différemment sur la conduite de leurs exploitations.

2.2.2.3.3. La mise en eau des parcelles.

Cette phase a consisté à relever quotidiennement les parcelles mises en eau, et le temps de remplissage de quelques parcelles à titre indicatif. La détermination du temps de remplissage s'est faite sur des parcelles choisies au hasard en vue d'avoir une idée de la durée de la première irrigation.

Les observations dans cette partie ont porté sur l'identification des contraintes liées aux structures d'irrigation des exploitations (réseaux et pompes).

2.2.2.4. Identification des modèles d'action des agriculteurs.

L'objectif de l'identification du modèle d'action des exploitants est de pouvoir expliciter leurs références techniques et de comprendre les ajustements qu'ils font par rapport aux contraintes de leurs exploitations. La démarche utilisée est la suivante :

- Entretiens ouverts avec chaque agriculteur dans son bureau. Une série d'entretiens a été effectuée avec le concours de MM. Mouret, Barbier et Le Gal.
- Entretiens informels fréquents pendant le suivi, sur le terrain et aux domiciles des agriculteurs, en vue de préciser les informations recueillies.

Ces modèles ont été corrigés avec les données issues des observations de terrain.

Les enquêtes d'identification du modèle d'action des agriculteurs ont aussi été l'occasion de recueillir les données sur les chantiers antérieurs au début du suivi.

2.2.2.5. Analyse manuelle de l'organisation du travail à partir des observations.

Cette première partie de l'analyse consiste à décrire le mode d'organisation du travail de chaque agriculteur puis d'analyser, jour par jour, parcelle par parcelle, la logique de cette organisation par rapport aux contraintes de l'exploitation. Ce travail permet également de comparer les 3 modes d'organisation du travail étudiés. Il faut signaler que l'analyse est basée essentiellement sur les observations de terrain. Une première restitution auprès des agriculteurs a permis une vérification de notre compréhension du fonctionnement de l'exploitation en terme d'organisation du travail, et également une vérification de notre bonne perception du modèle d'action des agriculteurs pris individuellement.

2.2.2.6. Première simulation et restitution des résultats aux agriculteurs.

Les modèles d'action des agriculteurs ont fait l'objet d'une première simulation avec OTELO. Les résultats simulés ont été présentés individuellement aux agriculteurs en vue de valider le travail réalisé. Cette restitution aux agriculteurs nous a permis de recenser des critiques, suggestions et des approfondissements des raisons à l'origine des décisions. Ce qui nous a permis de modifier certains paramètres du modèle pour chaque cas étudié.

La phase de modélisation a également été l'occasion d'enrichir les analyses initiales, en mettant le doigt sur des informations manquantes ou des processus mal compris.

2.2.2.7. Deuxième simulation et analyse des résultats.

Cette analyse permet de dégager les contraintes identifiées à partir de la simulation corrigée et d'expliquer l'origine des ces contraintes. Pour la campagne en cours, une comparaison est faite entre résultats observés et simulés, cette comparaison servant de moyen de validation, en complément de l'opinion de l'agriculteur sur le modèle qu'on lui soumet. Cette même simulation avec un jeu de scénarios climatiques sur plusieurs années nous permet d'intégrer les effets des aléas climatiques sur les modes actuels d'organisation du travail des agriculteurs.

2.2.2.8. Réunion-discussion avec les 3 agriculteurs (restitution finale des résultats).

Cette phase du travail est la dernière de notre démarche, mais elle est essentielle. Son objectif a été de permettre aux agriculteurs de se prononcer sur le travail effectué et sur l'intérêt d'une telle démarche. Cette restitution finale a permis également aux trois agriculteurs d'échanger des points de vue sur leurs pratiques actuelles.

Cette étape a été très importante car elle a permis aux agriculteurs et aux chercheurs de discuter l'intérêt de la démarche en Camargue, et la suite éventuelle du travail.

2ème PARTIE

**L'ORGANISATION DU TRAVAIL
ACTUELLE DES AGRICULTEURS POUR
L'INSTALLATION DU RIZ**

2.1 SITUATION ET OBJECTIFS DES EXPLOITATIONS.

2.1.1. Historiques des exploitations (voir détail en annexe II)

- L'exploitation Bêta

L'agriculteur Bêta est âgé de 41 ans. Il s'est installé sur la propriété familiale en 1980. Sur le plan juridique, l'exploitation Bêta a un régime d'EARL car la mère de l'agriculteur a une part de responsabilités sur le domaine. L'agriculteur Bêta est un riziculteur récent, car le riz n'est présent sur l'exploitation que depuis 1988; avant cette date, le système de production était plus diversifié (blé, oléagineux et maraîchage).

- L'exploitation Gamma

M. Gamma est âgé de 36 ans. Il s'est installé sur la propriété familiale en 1979. Il a bénéficié, au moment de son installation, d'une structure déjà opérationnelle car la rizière a été aménagée entre 1960 et 1980. Depuis son installation, M. Gamma produit essentiellement des céréales (blé et riz).

- L'exploitation Delta

C'est une exploitation à statut particulier car, contrairement aux deux autres, elle appartient à une société industrielle. Elle est gérée par un régisseur.

Avant 1989, l'exploitation Delta ne mettait en culture qu'une partie de sa propriété. L'autre partie, était mise en fermage.

En 1989, les deux exploitations ont été regroupées pour former l'exploitation dans sa structure actuelle. Le riz a toujours été présent sur l'exploitation.

2.1.2. Structures actuelles et assolement des exploitations.

2.1.2.1 Structures actuelles

Les trois exploitations enquêtées sont toute de taille supérieure à la moyenne². Ce sont de grandes exploitations fortement mécanisées, mais avec une main d'oeuvre différente.

²En Camargue, l'exploitation de taille moyenne a 52 ha de SAU (RGA, 1979-1980).

Tableau 2 : Structure des exploitations.

	Exploitation Bêta	Exploitation Gamma	Exploitation Delta
STE (ha)	400	700	2000
SAU (ha)	174	227	500
Tracteurs* utilisés effectivement	3	5	6
Nbre d'ouvriers*	2	3	6
Les atouts des exploitations	- Un clos est à proximité du mas ³ . - Parcelles disposées en listes ⁴ parallèles offrant une grande facilité de travaux mécanisés et d'irrigation.	- terre située autour du mas - Disponibilité en main d'oeuvre - Equipement satisfaisant	-terre situées autour du mas. - Grande disponibilité en main d'oeuvre
Les contraintes	- Un clos ⁵ de 88 ha est situé à 1 km du mas.	Une partie de la SAU est peu praticable en condition humide (terre basse)	- Une partie de la terre est située au bord de la mer, subissant l'effet des embruns

* : L'exploitation Bêta a un permanent et un saisonnier, l'exploitation Gamma a trois permanents et l'exploitation Delta a quatre permanents et deux saisonniers.

En ce qui concerne la force de traction des trois exploitations, le rapport puissance sur SAU est proche : 2.29 cv/ha pour l'exploitation Bêta, 2.07 cv/ha pour l'exploitation Gamma (annexe III). Quant à l'exploitation Delta, sa capacité de traction est de 2.10 cv/ha si on considère la surface strictement mise en culture au cours de cette campagne. Cette capacité se réduit à 1.5 cv/ha si on considère l'ensemble de la SAU

En ce qui concerne la main d'oeuvre, le nombre d'ouvriers mentionné dans le tableau 2 ne concerne pas uniquement la riziculture, car sur l'exploitation Gamma un ouvrier s'occupe uniquement de

³Le mas représente les bâtiments de l'exploitation.

⁴Une liste :représente une bande de parcelles disposées de façon parallèle le long du canal d'irrigation.

⁵Clos : blocs de parcelles.

l'entretien des chevaux et des mas ; sur l'exploitation Delta, un ouvrier est également chargé des activités touristiques (entretien des mas, accueil des touristes, etc.)

2.1.2.2. Assolement et variétés de la campagne

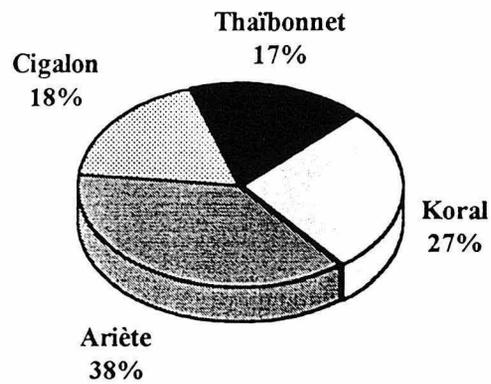
L'exploitation Bêta n'a cultivé que du riz pour cette campagne (168 ha) avec une dominance des variétés à grains longs A (Figure 7)(annexe IV). Quatre variétés ont été semées et réparties selon le raisonnement suivant (figure 8) :

La variété Cigalon a été semée sur les parcelles où l'agriculteur a pratiqué le faux semis⁶ (méthode de lutte contre le riz sauvage). Koral est placée sur des parcelles sans problème d'irrigation. Ariète, considérée comme rustique, n'a pas d'exigence. Thaïbonnet est placée sur des parcelles abritées et peu envahies par les mauvaises herbes car c'est une variété exigeante et plus rémunératrice.

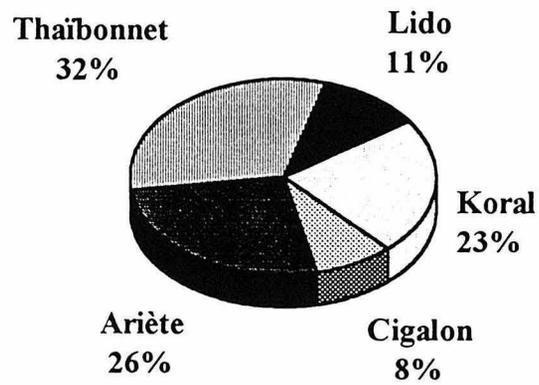
L'agriculteur Gamma a cultivé du riz (205 ha) et du blé (16 ha) Quant aux variétés cultivées, celles à grains longs sont dominantes (figure 7). L'objectif de l'agriculteur quant à l'utilisation des variétés se présente comme suit : Lido pour sa rusticité et la stabilité de son rendement à l'usinage est semé sur des terres difficiles à irriguer (terres basses situées au bout du réseau d'irrigation) (figure 9). Cigalon, pour son cycle court, est semée sur des parcelles qui seront mises en cultures en blé dur la campagne prochaine, l'agriculteur souhaite récolter dès septembre pour libérer précocement les parcelles au profit du blé d'hiver. Quant à Ariète et à Thaïbonnet, le raisonnement est le même que chez l'agriculteur précédent.

En ce qui concerne l'agriculteur Delta, en 1994 il a cultivé du riz (243 ha), du blé (45 ha) et des asperges (16 ha). Comme les autres exploitations, le riz est la culture principale avec une dominance des variétés à grains longs (figure 7). Le raisonnement de l'assolement variétal pour Ariète, Thaïbonnet, Koral est le même que dans les cas précédents. Cigalon est semée sur des parcelles proches de la mer (zone recevant les embruns au mois d'août). L'objectif de l'agriculteur est de tester cette année, si la floraison peut se faire avant l'arrivée de ce phénomène climatique. Si cette vérification se confirme, alors cette zone sera désormais destinée à la variété Cigalon (figure 10).

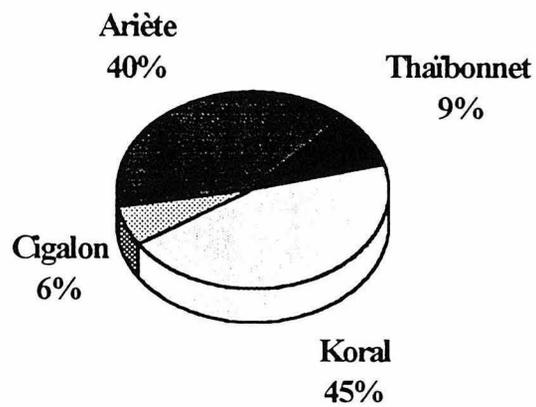
⁶Le faux semis consiste à provoquer la levée des mauvaises herbes par irrigation de la parcelle infestée. Ces mauvaises herbes seront détruites mécaniquement ou chimiquement avant de faire le semis du riz proprement dit.



Exploitation BETA



Exploitation GAMMA



Exploitation DELTA.

Figure 7 : Assolement variétal du riz de la campagne 1994 pour les 3 agriculteurs.

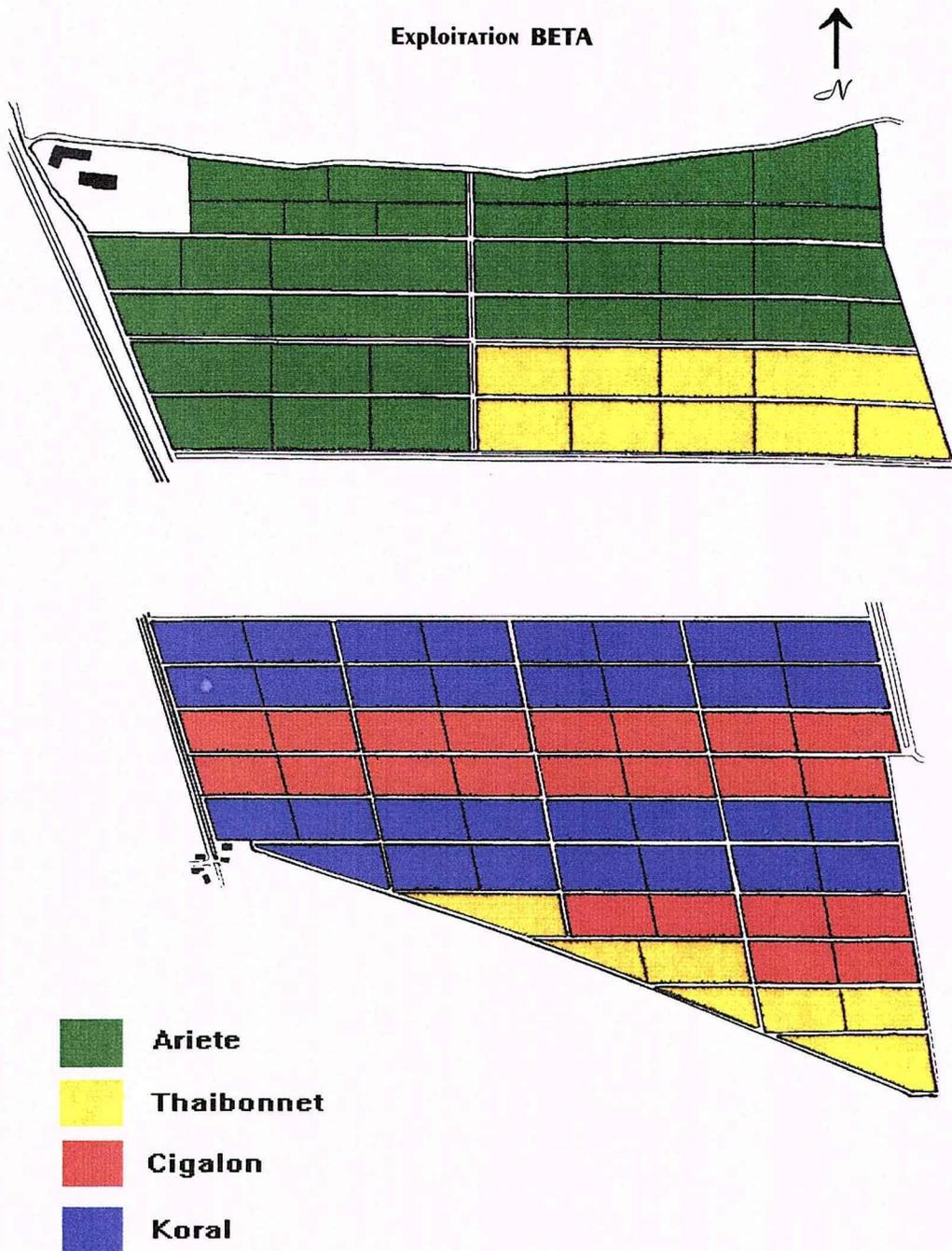


Figure 8 : Assolement variétal, campagne 1994, pour l'exploitation BETA.

Exploitation GAMMA

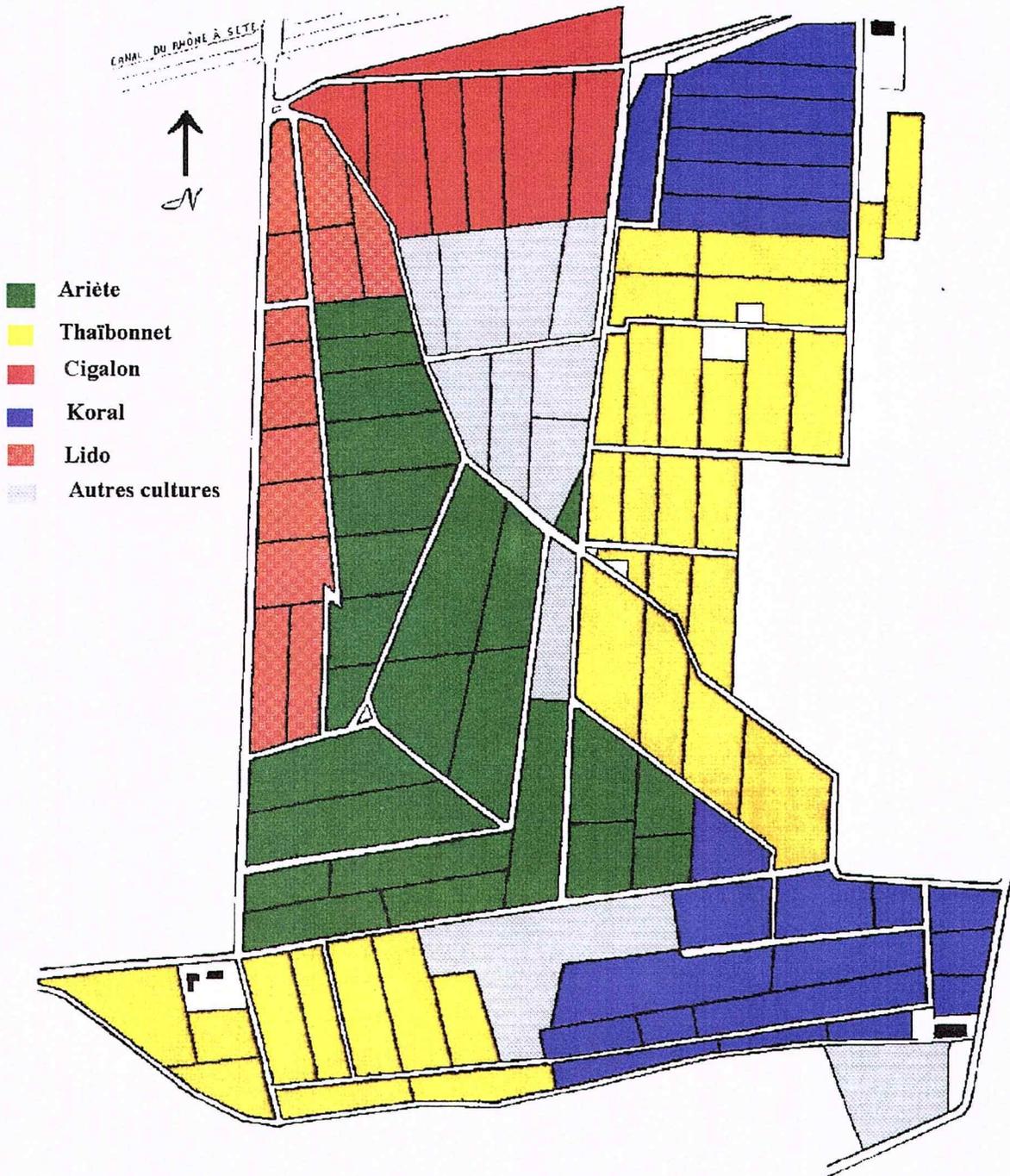


Figure 9 : Assolement variétal du riz, campagne 1994, pour l'exploitation GAMMA

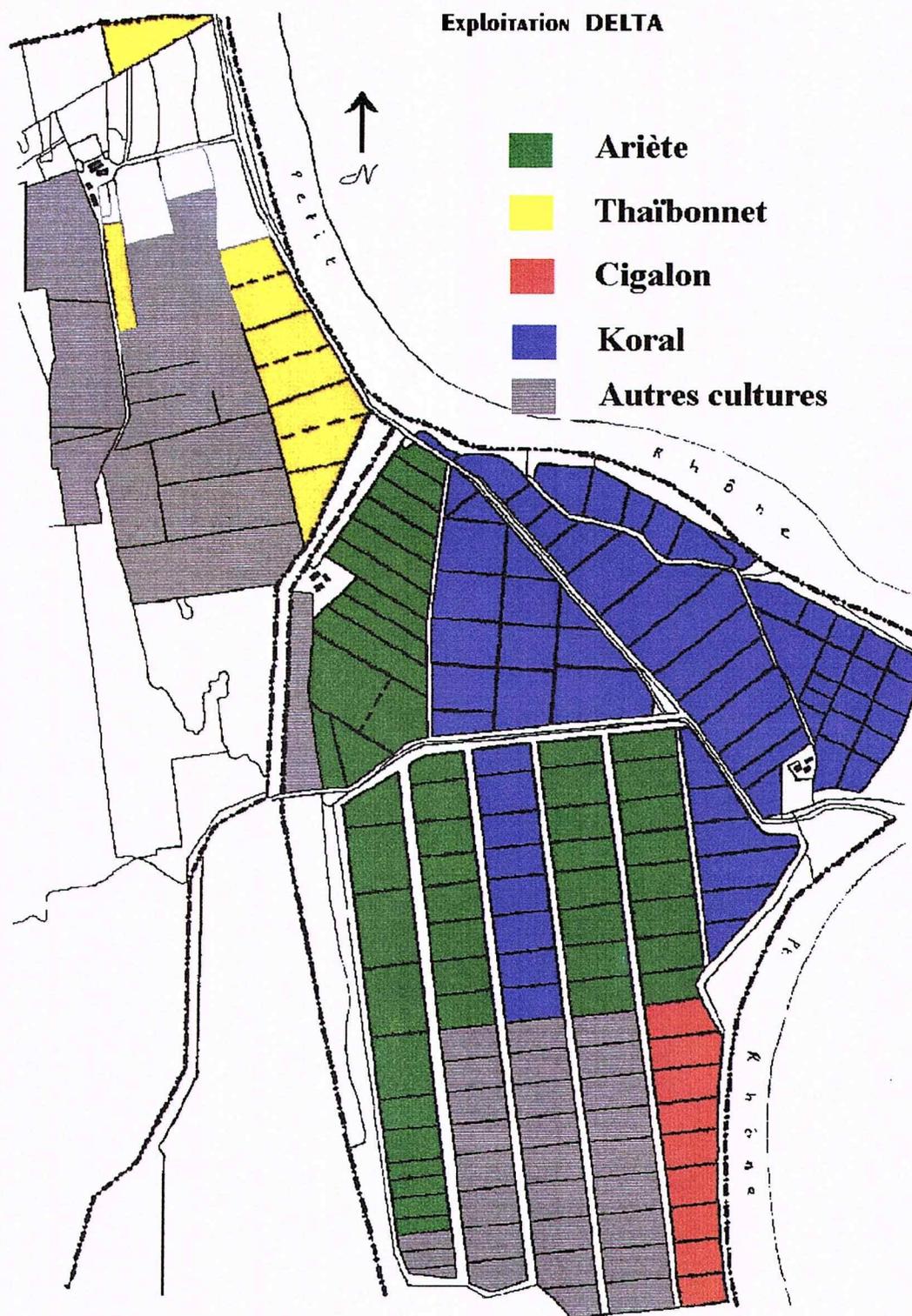


Figure 10: Assolement variétal du riz, campagne 1994, pour l'exploitation DELTA

2.1.2.3. Autres activités

L'exploitation Delta est la seule exploitation où les activités touristiques sont importantes. Il n'est pas rare de voir un ouvrier suspendre les travaux dans les rizières pour s'occuper uniquement des activités touristiques. Pour l'instant, la concurrence entre riz et tourisme est négligeable, mais elle peut devenir gênante pour le riz si le tourisme continue à prendre de l'ampleur sur l'exploitation.

2.2 LES MODELES D'ACTION DES AGRICULTEURS.

Selon leurs objectifs liés à l'assolement, la structure, les atouts et les contraintes de leurs exploitations, on fait l'hypothèse que les agriculteurs enquêtés ont chacun un programme prévisionnel d'organisation du travail pour l'installation du riz. On suppose que le déroulement des travaux de préparation du lit de semences a été l'exécution de ce programme modifié par des ajustements liés aux conditions du climat de l'année 1994. C'est ce qu'on se propose d'analyser dans la partie qui suit.

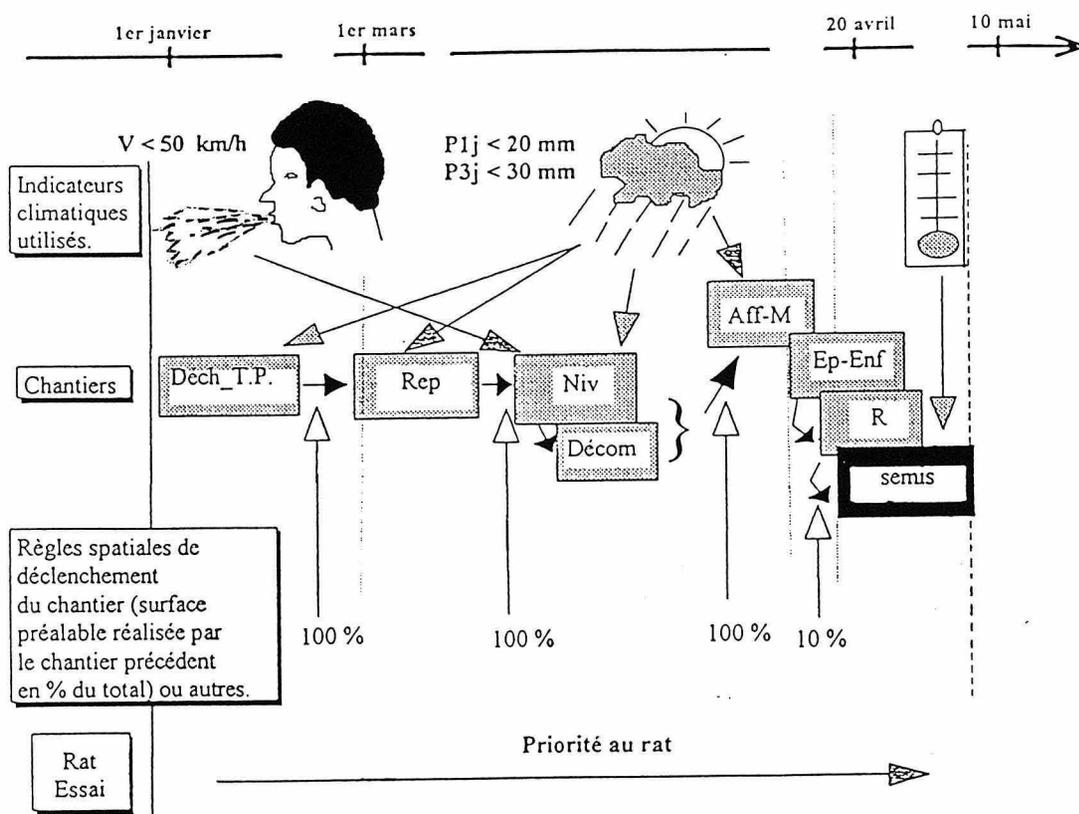
Les modèles d'action des agriculteurs que nous allons décrire sont les résultats d'entretiens préalables avec les agriculteurs, d'entretiens en cours de campagne et d'entretiens pendant les phases de présentation des simulations.

2.2.1. L'exploitation Bêta.

a) Les chantiers

Dans son programme prévisionnel, l'agriculteur Bêta ordonne les opérations culturales comme suit : le brûlage des pailles de la récolte précédente, le déchaumage et le travail profond du sol, les travaux de reprise superficielle, le nivellement, le décompactage du sol après le nivellement, l'affinage des mottes, l'épandage et l'enfouissement de l'engrais de fond, le semis et la mise en eau (figure 11).

Le brûlage des pailles, préliminaire au déchaumage et au travail profond du sol, est une opération purement manuelle. L'agriculteur le réalise lui-même. L'opération s'effectue en journée sèche (sans pluie) et sur sols ressuyés (principal indicateur de l'agriculteur).



Opérations	Tracteurs (désignés par leurs puissance en CV)				OUTILS							OUVRIERS				Performance (ha/jour)
	Nbre	90	120	140	lem-ken	Herse rotative	roto-lame	Epan-deur	Rou-leau	Lame + laser	Nbr	J	P	Beta		
Déch TP	1		0	0	x						1	0	0		12 à 15	
Rep	2		x	x		x	x				2	x	x		25 à 30	
Niv	1		0	0						x	1			x	1,8 à 2	
Décom	1		0	0		0	0				1	0	0		12 à 15	
Aff-M	2		x	x		x	x				2	x	x		25 à 30	
Ep-Enf	3	x	x	x		x	x	x			3	x	x	x	20 à 25	
R	1		0	0					x		1	0	0		20 à 25	
Semis	1	x						x			1			x	24 à 25	
Mise en eau											1			x	10 à 12	

Légende : x : Tracteur, outil ou ouvrier spécifié au chantier ; 0 : Tracteur, outil, ou ouvrier à choisir parmi ceux cochés.
 Déch-TP : déchaumage et travail profond du sol au cultivateur (type lemken) (photo) ; Rep : reprise ; Niv : nivellement ;
 Aff_M : affinage des mottes ; Décom : décompactage ; Ep-Enf : épandage-enfouissement ;
 R : affinage des mottes au rouleau (photo) ; Sem : semis ; M-E : mise en eau ; T.P : travail profond du sol au lemken ;
 P1j : pluie d'une journée ; P3j : pluies cumulatives sur 3 jours ; t° : température.

Figure 11: Modèle d'action de l'agriculteur BETA.

Le déchaumage et le travail profond du sol : Cette opération est réalisée au cultivateur de type Lemken. L'agriculteur choisit cet outil parce qu'il crée peu de grosses mottes. Le chantier se décompose en deux étapes : un premier passage de l'outil se fait immédiatement après le brûlage des pailles, nous l'avons appelé déchaumage; un second passage est réalisé immédiatement après la fin du premier, nous l'avons appelé travail profond du sol. L'opération n'a lieu qu'en condition sèche car la pluie est le principal facteur limitant. Les terres basses (le clos du Rat) issues d'anciens marais, donc riches en matières organiques, sont travaillées en priorité pour éviter d'éventuels arrêts en cas de pluie car ces sols présentent une faible praticabilité. Cette règle est aussi valable pour le reste des opérations de travail du sol. Les indicateurs qui permettent à l'agriculteur de prendre la décision de travailler ou non par rapport à l'humidité du sol (pluie et vent) n'ont pas été bien identifiés. Nous avons simplement constaté que l'agriculteur se base sur des hauteurs de pluie observées dans un pluviomètre mais aucun seuil critique n'est connu de façon précise. En ce qui concerne la performance du chantier, elle varie de 12 à 15 ha par jour en fonction de l'humidité du sol, et du chauffeur.

La reprise superficielle des terres : Le chantier mobilise deux engins de traction donc deux chauffeurs. Elle est réalisée au rotolame et à la herse rotative. Sa performance est de 25 à 30 ha/jour. Le facteur limitant principal de l'opération est la pluie comme dans le cas précédent.

Le nivellement : Il mobilise un tracteur et un chauffeur. L'agriculteur lui même s'occupe de ce chantier. Le nivellement est le chantier le plus lent car sa performance est de 1,8 à 2 ha par jour. L'agriculteur essaie de rectifier toutes les parcelles présentant des dénivellements importants. Le chantier est arrêté si la violence du vent perturbe la réception du rayon laser au niveau du tracteur.

Le décompactage : Ce chantier est réalisé uniquement sur les parcelles nivelées, avec du lemken. Il occupe un ouvrier. Sa performance est quasiment identique à celle du travail profond du sol.

L'affinage des mottes : le chantier se déroule de façon identique à la reprise superficielle des terres : deux tracteurs avançant à une vitesse globale de 25 à 30 ha/jour.

L'épandage et l'enfouissement des engrais de fond : Ces deux interventions sont considérées comme une seule opération car l'agriculteur et ses ouvriers les réalisent simultanément. L'épandage, effectué avec un épandeur centrifuge polyvalent, et le jalonnage (accessoire à l'épandage et au semis), sont réalisés par l'agriculteur lui même. Les deux ouvriers de l'exploitation s'occupent de l'enfouissement. L'ensemble du chantier avance de 20 à 25 ha/jour.

Le jalonnage est une opération qui consiste à matérialiser par un piquet ou une présence d'un ou de deux ouvriers, la direction du tracteur en chantier. Les techniques de jalonnage observées diffèrent d'un agriculteur à un autre et également d'une opération à une autre.

Chez M. Bêta, les jalons sont des anciens sacs de semences de riz dans lesquels sont mises quelques mottes de terre. Ces sacs sont déposés à des distances régulières le long des deux bordures par lesquelles se font les tours du tracteur.

Le roulage : C'est la dernière opération de travail superficiel du sol (dernier affinage des mottes). Elle est effectuée par un ouvrier. Sa vitesse d'avancement est de 20 à 25 ha /jour.

Le semis et la mise en eau : Le semis est réalisé par le même chauffeur et le même matériel que ceux utilisés pour l'épandage des engrais de fond. Il avance à une vitesse de 24 à 25 ha/jour. Quant à la mise en eau, l'agriculteur la réalise au fur et à mesure que le semis avance. C'est une opération annexe au chantier de semis. Sa vitesse d'avancement est de 10 à 12 ha/jour. L'agriculteur pratique un mode de semis à sec en raison des problèmes de portance du sol (particulièrement faible chez lui) ; son équipement actuel ne lui permet pas de travailler dans l'eau.

b) Les enchaînements

Le brûlage des pailles a lieu fin novembre-début décembre à la fin des récoltes. Il est suivi immédiatement du déchaumage et du travail profond du sol. La fin du déchaumage déclenche le travail profond du sol. En bonne année (année sèche), le déchaumage et le travail profond du sol sont réalisés avant Noël. En mauvaise année (pluvieuse), l'opération peut durer jusqu'à mi-mars.

La reprise (travail superficiel du sol) ne commence qu'à la fin du travail profond du sol.

Le nivellement suivi du décompactage au lemken est réalisé de mars à début avril. Ces deux opérations commencent à la fin de la reprise et sont conduites simultanément. Du fait de la différence de vitesse des deux chantiers (le nivellement est relativement lent), le décompactage ne démarre que lorsqu'une superficie suffisante a été nivelée.

L'affinage des mottes : L'opération est réalisée début avril, à la fin du nivellement et du décompactage. Elle est conduite sans chevauchement important avec les autres chantiers.

Pour l'épandage et l'enfouissement, l'agriculteur ne commence pas les opérations avant le 10 avril même si les chantiers précédents sont terminés plus tôt. L'indicateur utilisé pour le déclenchement de la règle est donc la date prédéterminée ci-dessus.

Quant au roulage, il est conduit simultanément avec l'enfouissement : l'utilisation du rouleau étant nouvelle cette année, il n'a pas été possible d'extraire une règle d'enchaînement de ces chantiers.

Pour le semis, l'opération a lieu si les trois indicateurs suivants sont satisfaits : la date du 15-20 avril, l'enregistrement de la température de l'air (supérieure ou égale à 13°C) et le roulage du sol sur une surface correspondant à au moins une liste (20 ha, soit 10% de la surface totale). Il faut noter que les observations de température sont faites par l'agriculteur.

Pour la mise en eau, l'irrigation se fait au fur et à mesure qu'une liste est semée.

2.2.2. L'exploitation Gamma

a) Les chantiers

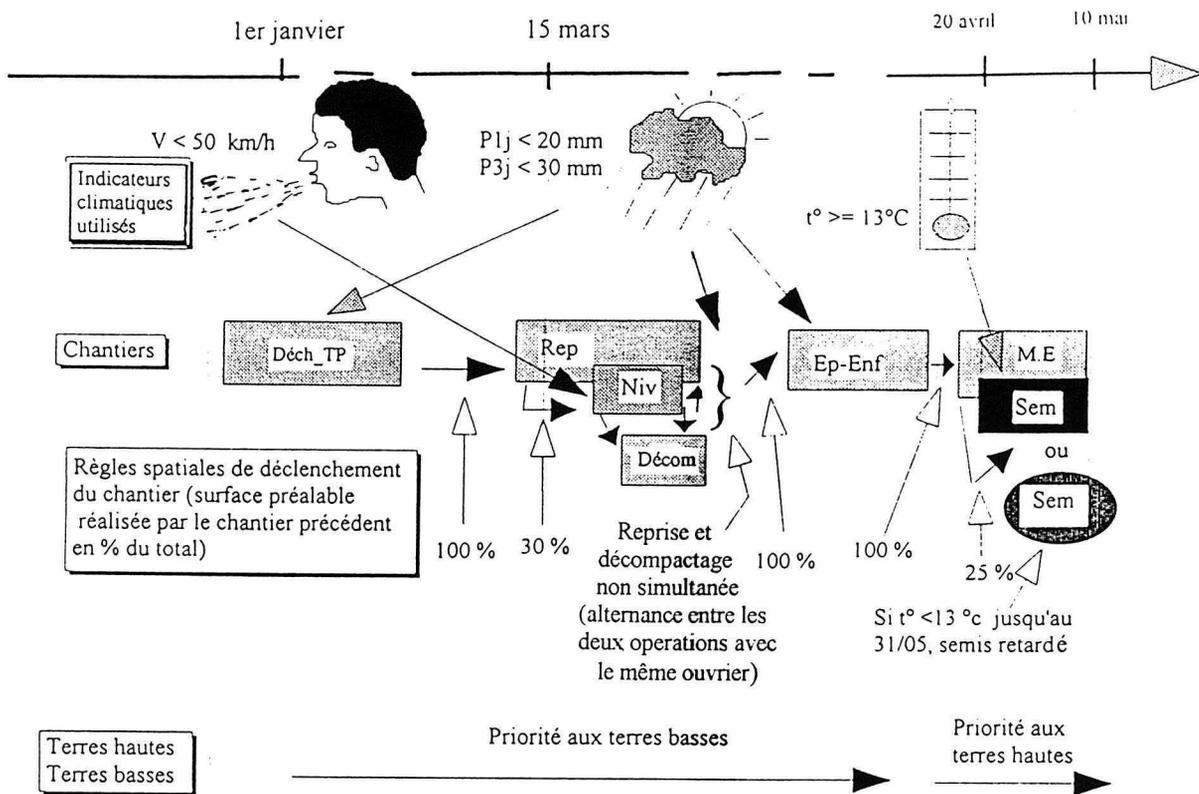
L'agriculteur Gamma ordonne ses interventions culturales comme le précédent excepté pour le semis qui ayant lieu dans l'eau suit la mise en eau : brûlage des pailles, travail profond du sol, reprise superficielle des terres, nivellement, décompactage des terres nivelées, épandage-enfouissement de l'engrais de fonds, mise en eau et semis (figure 12).

Le brûlage des pailles de la récolte précédente : Le chantier se réalise de la même manière que celui de l'agriculteur précédent (travail manuel réalisable en conditions sèches). La vitesse du chantier est d'environ 25 à 30 ha/jour.

Le déchaumage et le travail profond du sol : Le chantier se fait au chisel. La charrue est seulement utilisée en plus du chisel, avec un second tracteur, quand il y a nécessité d'achever rapidement le chantier (cas d'ajustement par exemple). La charrue est peu utilisée à cause de la difficulté d'utilisation de l'outil sur sols lourds et du fait des coûts qu'elles engendrent (augmentation de temps de travail, de carburant, etc.). De plus, selon l'agriculteur Gamma, un labour mal fait dénivelle le sol.

En ce qui concerne le type de sol, les terres basses sont travaillées en priorité pour les mêmes raisons qu'indiquées précédemment. Cette règle s'applique aussi aux travaux superficiels du sol.

La performance du chantier varie de 8 à 10 ha/jour pour le chisel. Elle est de 12 à 16 ha si la charrue intervient en plus (4 ha/jour pour la charrue).



Opérations	TRACTEURS (désignés par leurs puissances en CV)				OUTILS							OUVRIERS				Performance (ha/jour)		
	Nbre	60	90	110	160	Char- rue	Chisel	roto- tiller	Epan- deur	Cover- crop	Rou- leau	Scra- per + laser	Nbr	CH	B		C	Gam- -ma
Déch TP	2			x	x	x	x						2		x	x		8 à 10
Reprise	2			x	x			x		x			2		x	x		25 à 30
Niv	1			0	0							x	1		0	0		2 à 4
Décom	1			0	0		x						1		x			12 à 16
Ep-Enf	2	x							x	x			4	x	x	x	x	25 à 30
Mise en eau													1			x		10 à 12
Semis	1			x					x				4	x	x	x	x	25 à 30

Légende : x : Tracteur, outil ou ouvrier spécifié au chantier ; 0 : Tracteur, outil, ou ouvrier à choisir parmi ceux cochés

Déch_TP : déchaumage et travail profond du sol ; Rep : reprise superficielle du sol ; Niv : nivellement ; Décom : décompactage. Ep-Enf : épandage et enfouissement de l'engrais de fond ; M.E : mise en eau ; Sem : semis ; P1j : pluie d'une journée P3j : pluies cumulatives sur 3 jours ; t° : Température de l'air

Figure 12 : Modèle d'action de l'agriculteur Gamma

En ce qui concerne la main d'oeuvre, un ouvrier suffit quand on utilise seulement le chisel. Deux ouvriers sont nécessaires quand il y a à la fois chisel et labour.

La reprise superficielle des terres : L'opération se fait au cover crop et au rototiller. Elle occupe deux ouvriers. Sa vitesse d'avancement varie de 25 à 30 ha/jour.

Les indicateurs liés à la pluie ne sont pas connus comme dans le cas des chantiers précédents.

Le nivellement et le décompactage : Ces deux opérations vont de paire car chaque parcelle nivelée est décompactée. Le nivellement se fait au scraper (matériel portant une lame nivelleuse) avec guidage au laser. Quant au décompactage, il se fait avec l'aide du chisel.

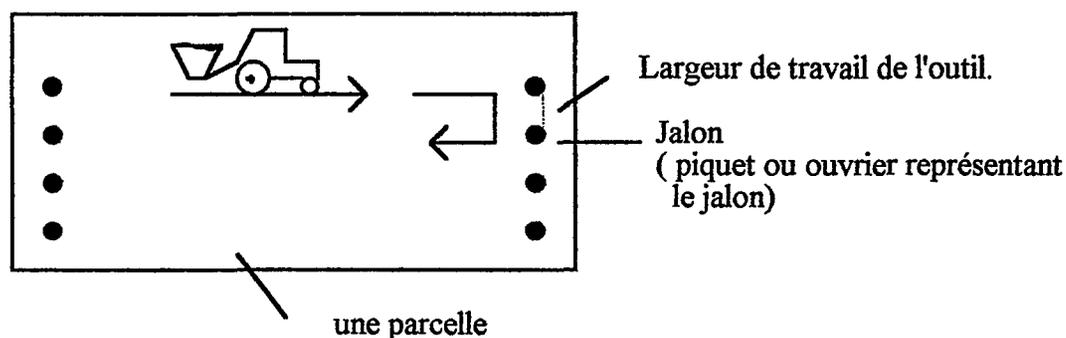
Le vent et la pluie sont deux facteurs qui peuvent gêner ou stopper le nivellement. Comme la pluie, l'indicateur relatif au vent utilisé par l'agriculteur n'est pas connu.

L'épandage et l'enfouissement : L'épandage et l'enfouissement sont considérés comme un seul chantier car ils commencent le même jour et se terminent quasiment à la même date. Les deux opérations avancent à la même vitesse (25 à 30 ha/ha).

L'épandage est effectué par un seul tracteur mais avec deux ouvriers (le chauffeur et un autre ouvrier pour le transport des engrais). L'enfouissement par contre est assuré par deux tracteurs et deux ouvriers. C'est l'un des chantiers qui nécessite le plus de main d'oeuvre et de matériel.

Les règles liées au type de sol sont les mêmes que dans les cas précédents (la priorité est aux terres basses). Quand à la pluie, l'indicateur qu'utilise l'agriculteur est la mesure de la profondeur de saturation du sol après la pluie. En effet, si les terres basses, après la pluie, sont humidifiées sur au moins 5 cm de profondeur, on ne peut plus y entrer pour enfouir l'engrais de fond.

En ce qui concerne le jalonnage, l'opération se fait avant l'épandage d'engrais de fond. Les mêmes jalons servent aussi au semis mais cette fois-ci, l'opération demande la présence de 2 ouvriers à chaque bout de la parcelle pour mieux guider le tracteur opérant difficilement dans l'eau (comme l'indique le schéma ci-dessous).



Exemple : Schéma indiquant la technique du jalonnage (exploitation Gamma).

La mise en eau : La mise en eau est une opération manuelle nécessitant un aiguadier⁷. Contrairement à la règle précédente, la mise en eau commence par les terres hautes et finit par les plus basses. Pour l'agriculteur, les terres basses sont irriguées avec le "reste" des eaux. Cela permet d'éviter tout problème de fuite à travers des porteaux défectueux (figure 13).

La vitesse d'avancement de la mise en eau est de 10 à 12 ha/jour.

Le semis : C'est aussi une opération qui consomme beaucoup de main d'oeuvre (quatre ouvriers) car elle exige deux jaloneurs, un chauffeur et un aide au chauffeur pour le transport des semences et l'approvisionnement du semoir. L'opération présente une performance de 25 à 30 ha/jour.

b) L' enchaînements des chantiers

Quelques règles sont fondamentales dans l'enchaînement des chantiers de l'agriculteur :

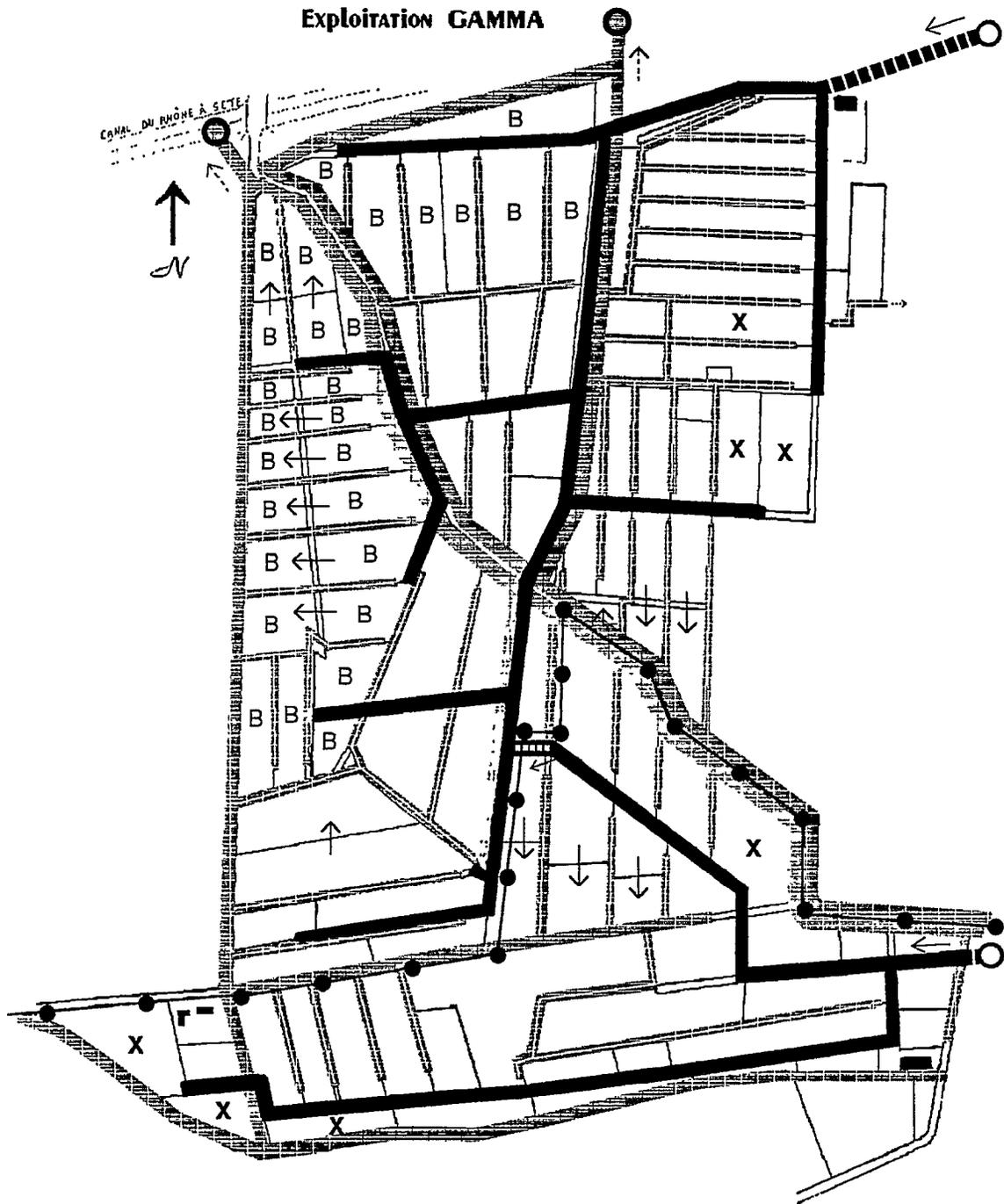
M. Gamma essaie de finir complètement un chantier avant d'en déclencher un autre, sauf pour l'enchaînement reprise-nivellement ou il y a superposition (reprise, nivellement et décompactage). C'est une mesure qui vise à éviter le retard dans l'exécution des chantiers (figure 12).

Les week-ends sont en général des journées de repos des ouvriers, sauf cas de retard majeur dans l'avancement des opérations. Cette règle a également un intérêt économique : l'agriculteur évite de payer ainsi les heures supplémentaires qui lui reviennent cher. Il faut souligner que l'exception à cette règle a lieu pour la mise en eau, car cette opération nécessite un suivi permanent de la part de l'aiguadier.

Le brûlage des pailles de la récolte précédente est réalisé fin novembre ou au début de décembre. Le déchaumage et le travail profond du sol commencent à la fin du brûlage des pailles.

La reprise, le nivellement et le décompactage sont conduits quasiment simultanément. Deux jours de reprise (30% de la sole de riz) suffisent en général pour déclencher le nivellement. L'opération s'effectue seulement sur des parcelles très dénivelées. Il faut souligner qu'une même parcelle est nivelée tous les deux ans. Quant au décompactage, il est réalisé en alternance avec la reprise.

⁷Aiguadier : personne chargée de la gestion de l'eau.



- | | |
|---|---|
| B Terre basse | Terre haute |
| ▬▬▬▬ Canal d'aménée | ▬▬▬▬ Porteau |
| ●—● Limite des réseaux | ▬▬▬▬ Jonction des 2 réseaux utilisée en cas d'urgence |
| ▬▬▬▬ Roubine primaire | ▬▬▬▬ Roubine secondaire |
| ○ Station de pompage | ⊗ Station d'assainissement |
| → Sens de l'irrigation | ---→ Sens du drainage |
| X Parcelles difficiles à irriguer (terre haute par rapport au porteau) | |

Figure 13 : Réseau d'irrigation et parcelles difficiles à irriguer de l'exploitation GAMMA

En ce qui concerne le semis, outre la température de l'air (13 °C observé par l'agriculteur lui-même), la décision de démarrer le chantier dépend aussi d'autres critères : l'arrivée d'une date prédéterminée (le 20 avril) et le minimum de surface préalable de mise en eau (25% de la sole).

2.2.3. L'exploitation Delta

a) Les chantiers

L'exploitation Delta ordonne ses chantiers de la même manière que le précédent.

Le brûlage des pailles : L'agriculteur Delta le réalise de la même façon que les agriculteurs précédents (opération manuelle occupant un ouvrier).

Le déchaumage et le travail profonds du sol : le chantier se réalise à la charrue. Il occupe deux ouvriers (car deux tracteurs et deux outils). Sa performance est de 20 à 25 ha/jour (figure 14).

En ce qui concerne les indicateurs liés à la pluie, le principal facteur limitant de l'opération, ils n'ont pas été identifiés comme dans les cas des autres exploitations et cela pour l'ensemble des opérations de la préparation du lit de semence.

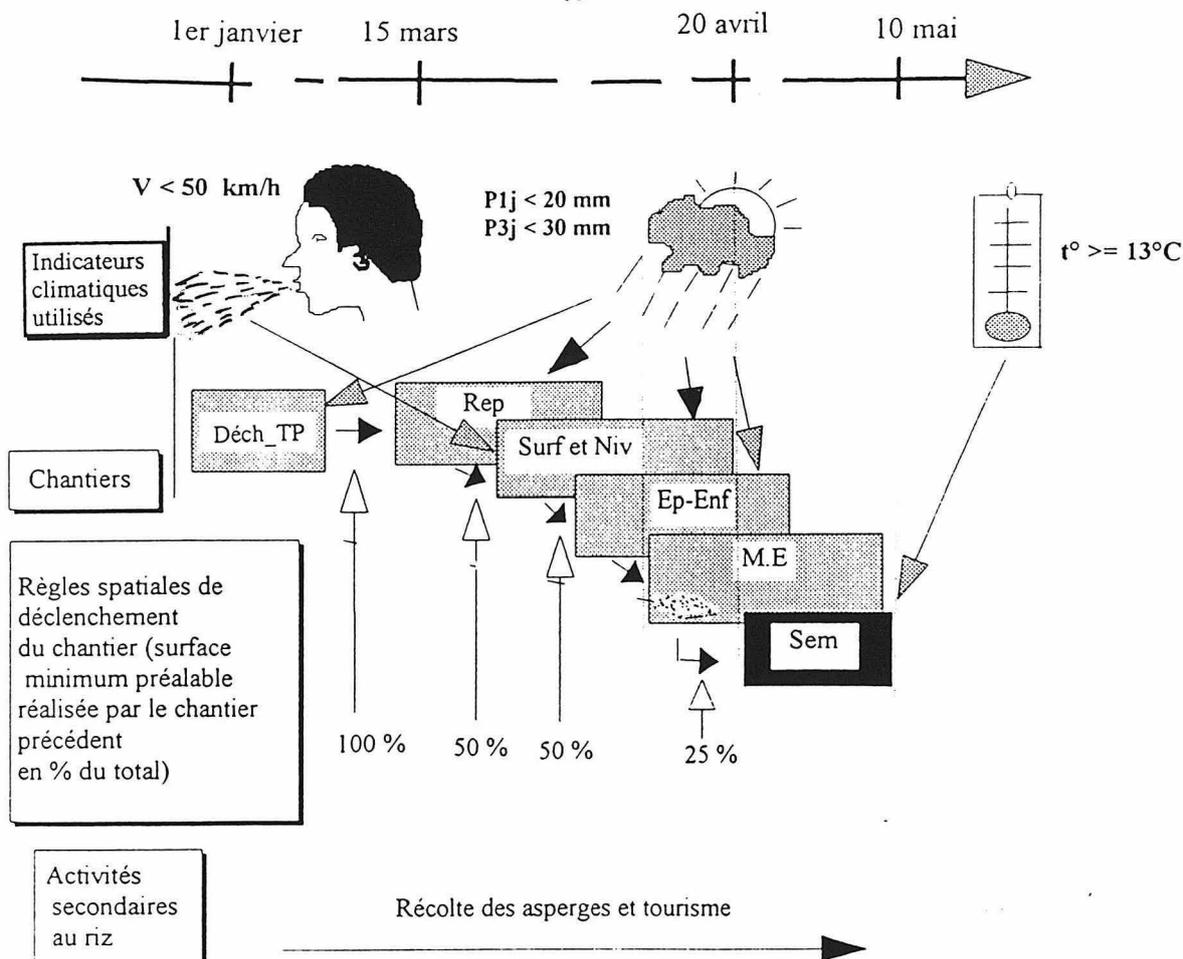
La reprise superficielle des terres : Le chantier est réalisé au rototiller et au cover-crop. Il est réalisé par deux ouvriers.

Le surfaçage et le nivellement : Les parcelles les plus endommagées sont nivelées ; les autres surfacées. Les deux opérations sont réalisées par un même ouvrier, à la lame niveleuse guidée ou non par le laser selon l'opération (nivellement ou surfaçage). Le nivellement est gêné par le vent mais l'agriculteur n'exprime pas d'indicateurs bien précis pour ce phénomène.

La performance du surfaçage est variable suivant le précédent cultural :

- 14 à 16 ha/jour sur une parcelle précédemment en riz.
- 25 à 30 ha/jour sur parcelle en jachère (non dénivelée).

L'épandage et l'enfouissement de l'engrais de fond : l'épandage occupe 3 ouvriers : un chauffeur pour l'épandage, un autre pour le transport de l'engrais et un troisième pour le jalonnement. L'enfouissement est réalisé par deux tracteurs, aux disques et au rototiller. La performance des chantiers se présentent comme suit : 35 à 40 ha/jour pour l'épandage, 25 à 30 ha/jour pour l'enfouissement.



Opérations	TRACTEURS (désignés par leurs puissances en CV)						OUTILS						OUVRIERS						Performance (ha/jour)		
	Nbr	80	105	130	185a	185b	Char-rués	Roto-tiler	Epan-yeur	Cover-crop	Herse rotative	Lame nivel-leuse	Lame + laser	Nbr	F	A	Y	H		D	M
Déch TP	2				x	x	x							2	0	0		0	0	0	20 à 25
Reprise	2			x	x	0		x		x				2	0	0		0	0	0	12 à 20
Surfaçage	1				0	0					x			1	0	0		0	0	0	14 à 16* 25 à 30**
Nivellement	1				0	0							x	1	0	0		0	0	0	non connue
Epandage	1	x							x					3	x	x		0	0		35 à 40
Enfouis	2			x	x	0		x		x				2				0	0	0	25 à 30
Mise en eau														1		x					12 à 14
Semis	1		x											1		x					35 à 40

* Sur une parcelle précédemment en riz.

** Parcelle en jachère ; pas dénivelée.

Légende : x : Tracteur, outil ou ouvrier spécifié au chantier ; 0 : Tracteur, outil, ou ouvrier à choisir parmi ceux cochés

Déch_TP : déchaumage et travail profond du sol ; Enfouis : enfouissement de l'engrais de fond ; Rep : reprise du travail profonds du sol ; Surf et Niv : surfaçage et nivellement ; Ep-Enf : épandage et enfouissement de l'engrais de fond ; M.E : mise en eau ; Sem : semis ; P1j : pluie d'une journée ; P3j : pluies cumulatives sur 3 jours ; t° : Température de l'air

Figure 14 : Modèle d'action de l'agriculteur Delta

En ce qui concerne le type d'engrais, contrairement aux agriculteurs Bêta et Gamma qui utilisent l'engrais complet (10-15-20), l'agriculteur Delta a utilisé de l'engrais sans azote (0-25-25). En effet, l'absence de l'azote dans la formule choisie le libère de l'obligation de l'enfouissement en cas de retard dans l'avancement des travaux.

En ce qui concerne le jalonnage, l'opération est réalisée par des ouvriers munis de longues tiges servant à guider le tractoriste.

La mise en eau et le semis : La mise en eau est assurée par un aigudier qui peut être aidée par l'agriculteur Gamma en période de pointe (première irrigation de la parcelle) La mise en eau commence par les parcelles les plus proches des pompes pour finir par les plus éloignées (une règle permettant d'éviter les fuites à travers les porteaux défectueux) (figure 15).

Le semis se fait dans l'eau et le cheminement du chantier suit le plan de mise en eau. Il est réalisé avec le même matériel que l'enfouissement. Il occupe 4 ouvriers dont 2 jalonneurs un chauffeur et son aide.

Un vent violent provoque l'arrêt du chantier semis.

Les performances des deux chantiers se présentent comme suit : 12 à 14 ha/jour pour la mise en eau ; 35 à 40 ha/jour pour le semis.

b) L'enchaînement des chantiers

Le travail profond du sol se fait à sec : il se fait sur sol bien ressuyé. L'indicateur qui permet à l'agriculteur de démarrer l'opération est une appréciation visuelle et par toucher, de l'état de ressuyage du sol. Le travail profond du sol se réalise en décembre-début janvier en bonne année (année sèche). Sinon, il peut se prolonger jusqu'en mars (année très pluvieuse).

En ce qui concerne la reprise, elle se déclenche après le travail profond du sol. Le surfacage par contre n'a lieu que quand la reprise est faite au moins sur la moitié de la surface totale.

En ce qui concerne l'épandage et l'enfouissement de l'engrais de fond, le chantier ne commence généralement que lorsque la moitié de la surface totale est surfacée.

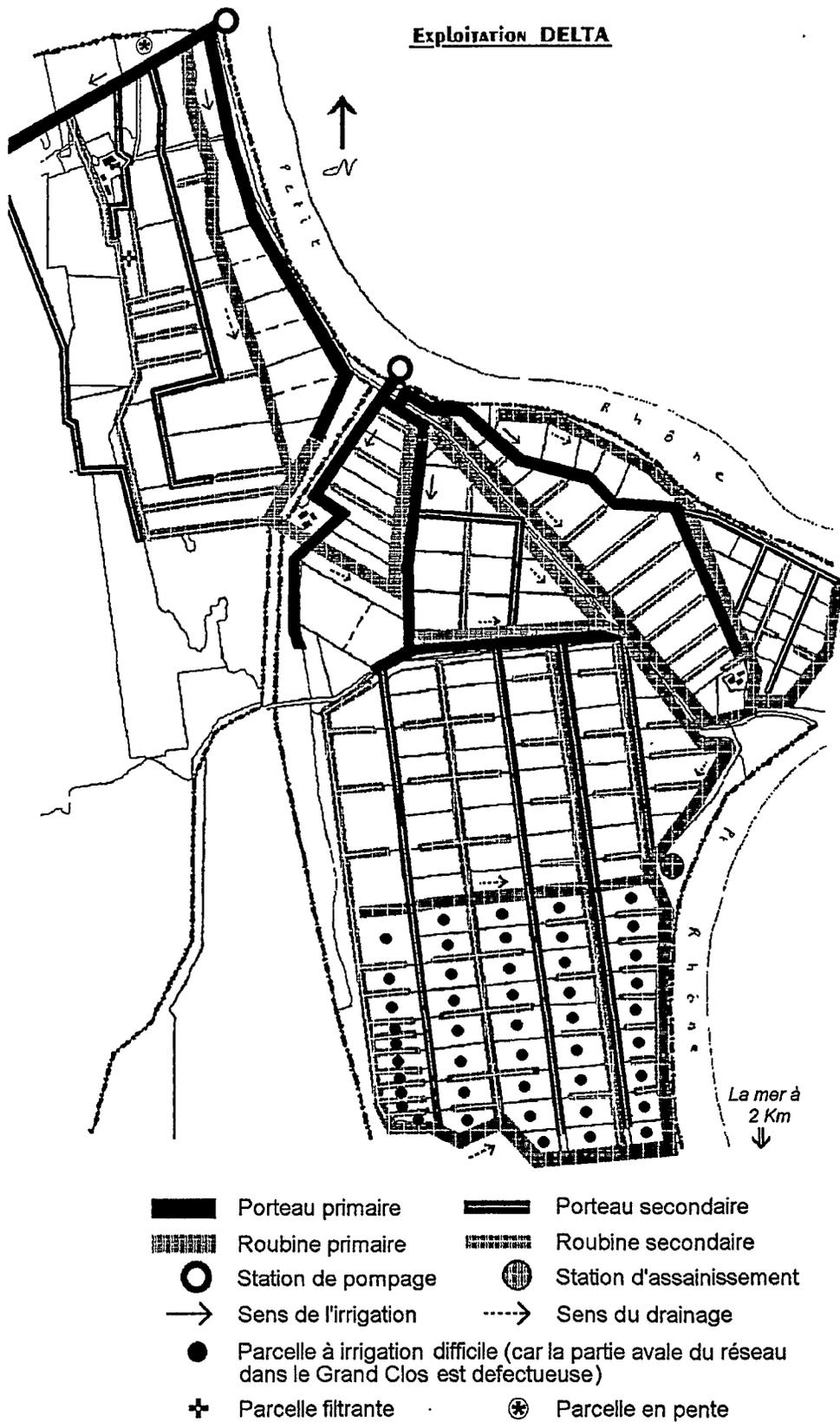


Figure 15 : Réseau d'irrigation et parcelles difficiles à irriguer de l'exploitation DELTA

Quant à la mise en eau, la règle principale du déroulement du chantier est la suivante : l'opération débute par les clos les plus proches des stations de pompage pour finir par les plus éloignés. C'est une règle de gestion du risque hydraulique.

Pour le semis, en plus de l'indicateur climatique (température des eaux du Rhône), une mise en eau préalable sur environ 50 ha est exigé pour permettre au moins 2 à 3 jours successifs de travail. A cela s'ajoute la date prédéterminée du déclenchement de l'opération (le 20 avril)

2.2.4. Synthèse

La comparaison des modèles d'action des agriculteurs pour l'implantation du riz montre que malgré les différences qui existent entre les modes d'organisation du travail prévisionnels des uns et des autres, un même objectif est visé par chacun, celui de réaliser le semis entre le 15-20 avril et le 10-15 mai (date reconnue limite de semis). A l'intérieur de cette période, les objectifs de chacun en termes de dates objectives par variétés, de surfaces par variétés, diffèrent (Tableau3). Cette différence est fonction de la perception des contraintes, pour chaque agriculteur, liées au climat, au type de sol, aux structures d'irrigation, etc..

Tableau 3 : Préviation variétale du riz pour la campagne 1994 en terme de surface (en %) et dates de début et de fin de semis prévues des agriculteurs.

	Exploitation Bêta					Exploitation Gamma						Exploitation Delta				
	Thaï	Cig	Kor	Ar	total	Thaï	Cig	Kor	Lid	Ar	total	Thaï	Cig	Kor	Ar	total
surf %	17%	18%	27%	38%	100	32%	8%	23%	11%	26%	100	9%	6%	45%	40%	100
Date début	30/4	20/4	20/4	20/4		1/5	15/4	15/4	15/4	15/4		21/4	21/4	20/5	20/4	
Date fin	3/5	20/5	15/5	15/5		10/5	10/5	10/5	10/5	10/5		5/5	10/5	7/5	7/5	

Légende : Surf : surface ; Thaï : variété Thaïbonnet ; Kor : variété Koral ; Ar : variété ariète ; Cig : variété Cigalon ; Lid : variété lido.

Le tableau 3 montre qu'en termes de date limite de semis par variété, l'agriculteur Bêta se donne un certain délai après la date limite, qui peut aller jusqu'au 20 mai pour la variété Cigalon. Il est par contre beaucoup plus rigoureux pour la variété Thaïbonnet, de plus grande longueur de cycle

(semis calé entre le 30 avril et le 3 mai). L'agriculteur Gamma, contrairement à l'agriculteur Bêta, ne se donne pas de marge en terme de date de semis et accorde une place à la variété Thaibonnet (32 % de la sole) pour sa grande valeur sur le marché. Quant à l'agriculteur Delta, il se limite entre le 20 avril et le 10 mai quel que soit la variété.

2.3. MISE EN OEUVRE DU MODELE D'ACTION DES AGRICULTEURS AU COURS DE CAMPAGNE 1994.

Les calendriers des travaux, présentés dans les figures 16 et 17 mettent en relief la mise en oeuvre des modèles d'action des agriculteurs.

2.3.1. L'exploitation Bêta

L'objectif de l'agriculteur en termes d'utilisation du matériel prévu n'a pas été satisfait, car un des tracteur est tombé en panne au cours de l'enfouissement de l'engrais de fond. L'ajustement réalisé à ce niveau a été la location d'un autre tracteur pour maintenir l'enchaînement des chantiers prévu.

Il faut souligner que l'affinage des mottes (à la herse rotative et au rotolame) et le roulage (figure 12) sont considérés comme des ajustements tactiques de l'agriculteur car ils n'ont été introduits dans le calendrier de travail que du fait des états structuraux du sol jugés défavorables (grosses mottes) après le travail de décompactage. Les pluies seraient responsables de ces états structuraux.

En ce qui concerne le semis, on note une différence de trois jours entre la date de démarrage prévue et ce qui a été réalisé. Ce retard s'explique par les basses températures observées par l'agriculteur après le 20 avril.

Un autre ajustement a été réalisé au cours : il s'agit d'un faux semis réalisé sur deux listes infestées de riz sauvage (figure 16); mais cette opération n'a pas perturbé fortement l'organisation du travail de l'agriculteur car le semis y a été réalisé avant la date butoir fixée pour cette variété (trois jours avant la date limite).

En ce qui concerne la mise en eau, une partie de l'"Essai" a été irriguée par repompage dans le porteau⁸. Une pompe Italienne a été installée occasionnellement pour l'opération car les parcelles sont hautes en cet endroit (figure 18).

⁸Porteau : canal d'irrigation (par opposition au canal de drainage, appelé roubine).

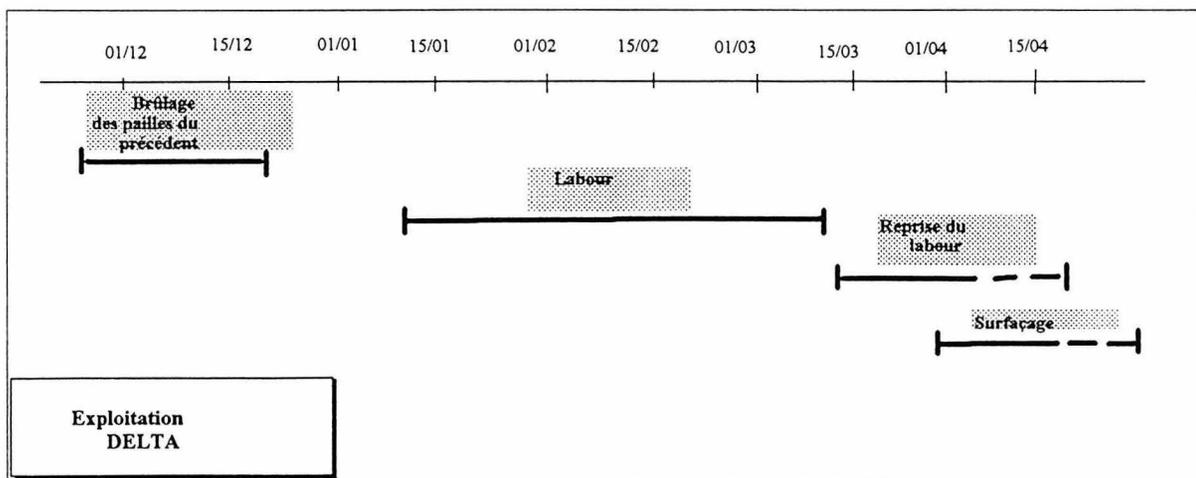
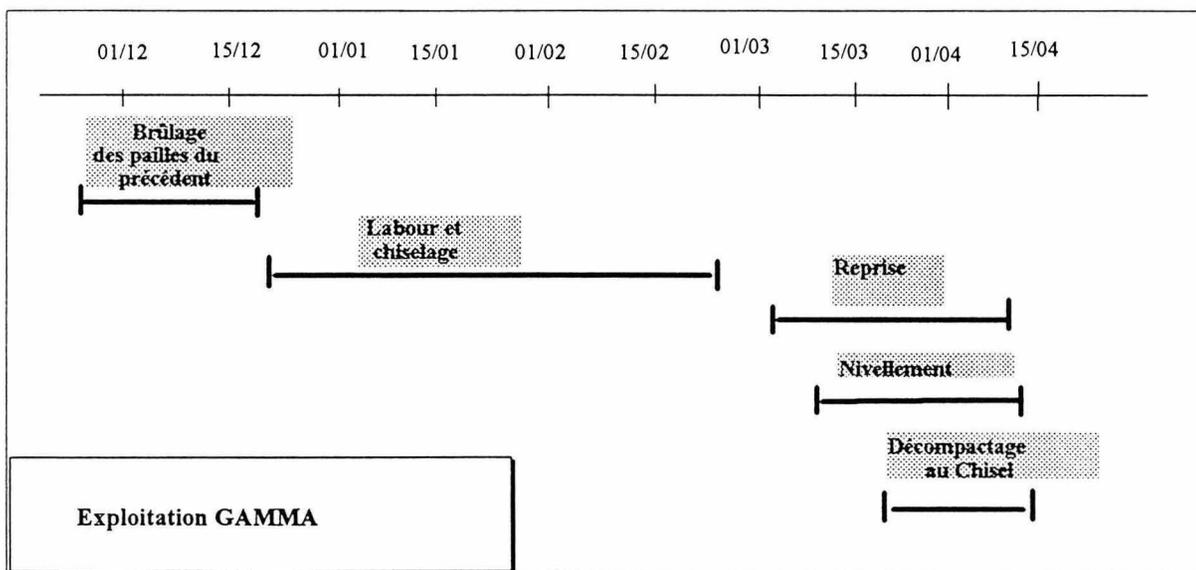
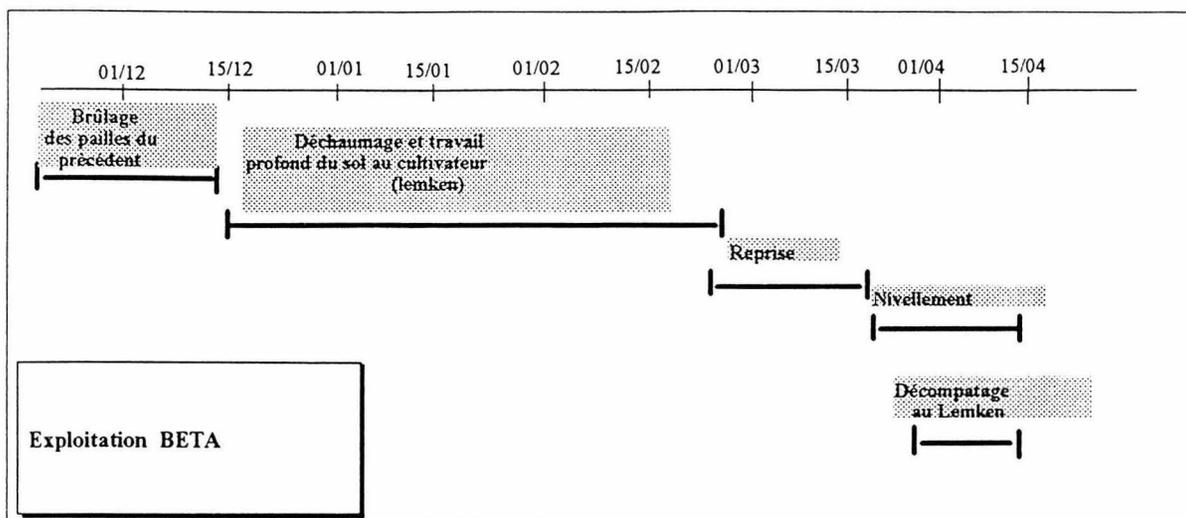


Figure 16 : Calendrier des travaux antérieurs au stage des 3 exploitations .

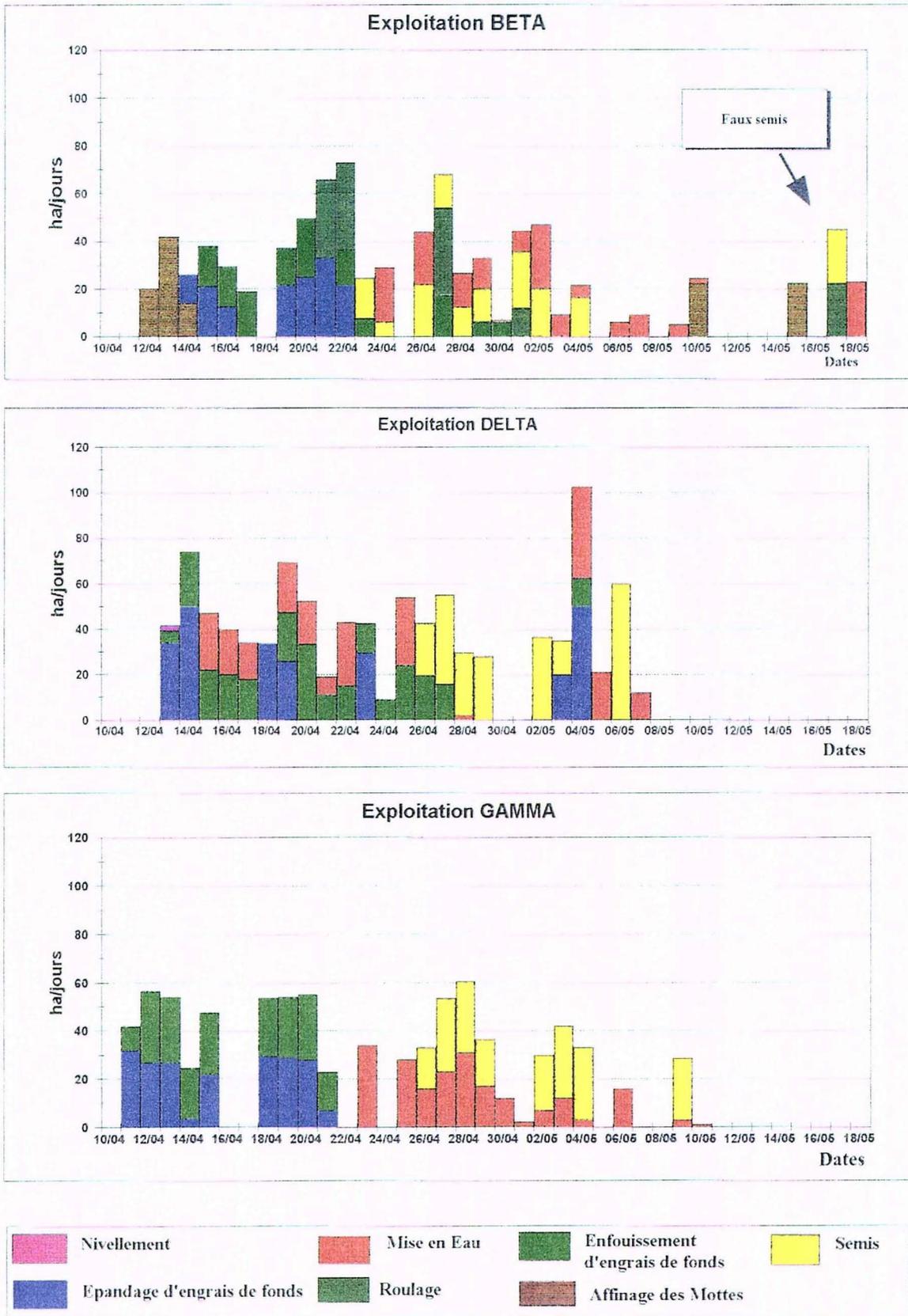


Figure n° 17 : Calendrier des travaux suivis des 3 exploitations

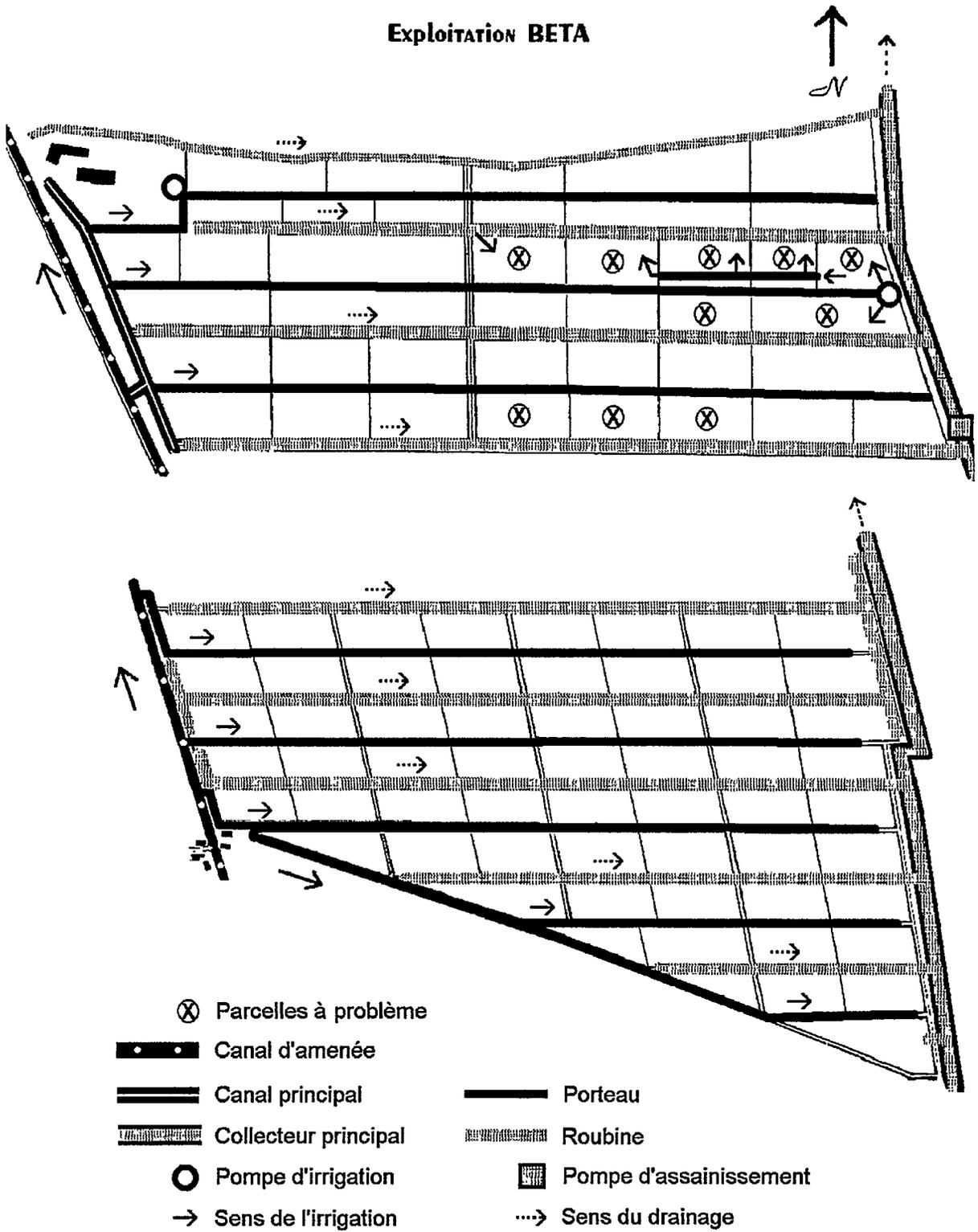


Figure : Réseau d'irrigation et parcelles difficiles à irriguer de l'exploitation BETA

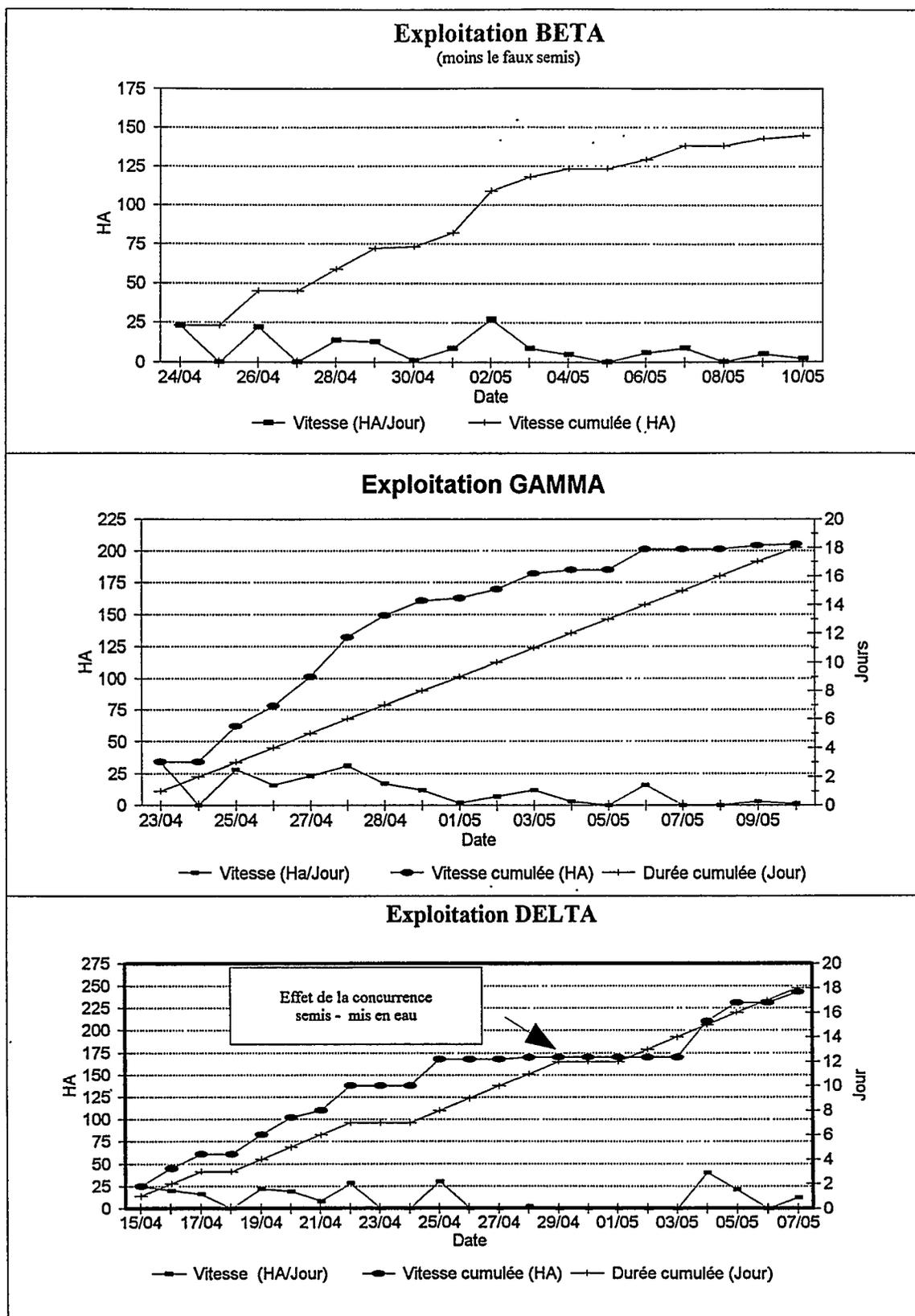


Figure 19 : Déroulement du chantier mise en eau des 3 exploitations

2.3.2. L'exploitation Gamma

Les objectifs de l'agriculteur en terme d'utilisation de matériel ont été atteints car aucun ajustement n'a été observé. L'absence prolongée d'un des ouvriers a modifié le mode d'organisation de l'agriculteur, il l'a remplacé personnellement en cumulant ainsi le "bureau" (gestion de l'exploitation) et les chantiers.

Pour le semis, l'indicateur fixé par l'agriculteur, lié à la température de l'air, a retardé, par rapport à la date prédéterminée, le déclenchement de cette opération.

2.3.3. L'exploitation Delta

En ce qui concerne le travail profond du sol, la forte pluviométrie de l'année a amené l'agriculteur à modifier la chaîne de matériel prévue pour le travail profond du sol. Le labour a été fait dans l'eau en utilisant un tracteur sur roues squelettes.

Un autre écart important entre le modèle d'action de l'agriculteur et le semis est celui entre les dates de démarrage prévues et les dates observées (6 jours). Cet écart s'explique par l'attente qu'a connu l'agriculteur pour l'arrivée des températures idéales pour le semis.

Il faut signaler qu'en matière de travail du sol, le modèle d'action de l'agriculteur est en pleine évolution. Le labour dans l'eau réalisé cette année est en voie de devenir une référence pour l'agriculteur et sera introduit dans le modèle d'action pour les prochaines campagnes. De même le labour sur toute la sole de riz pendant cette campagne vise une modification ultérieure de travail du sol (le labour sera fait une année sur deux en alternance avec le rototiller)

Le modèle d'action de l'agriculteur Delta est donc en pleine évolution .

2.3.4. Synthèse

Les trois exploitations étudiées présentent des modes d'organisation du travail différents. Les principales caractéristiques qui les distinguent et leurs contraintes se résument comme suit :

L'exploitation Bêta :

- Un nombre de chantiers plus élevé que les deux autres avec la plupart des travaux conduits en parallèle. Ce nombre semble être lié au mode de semis (à sec) et au type de sol du domaine argileux et riche en matière organique).

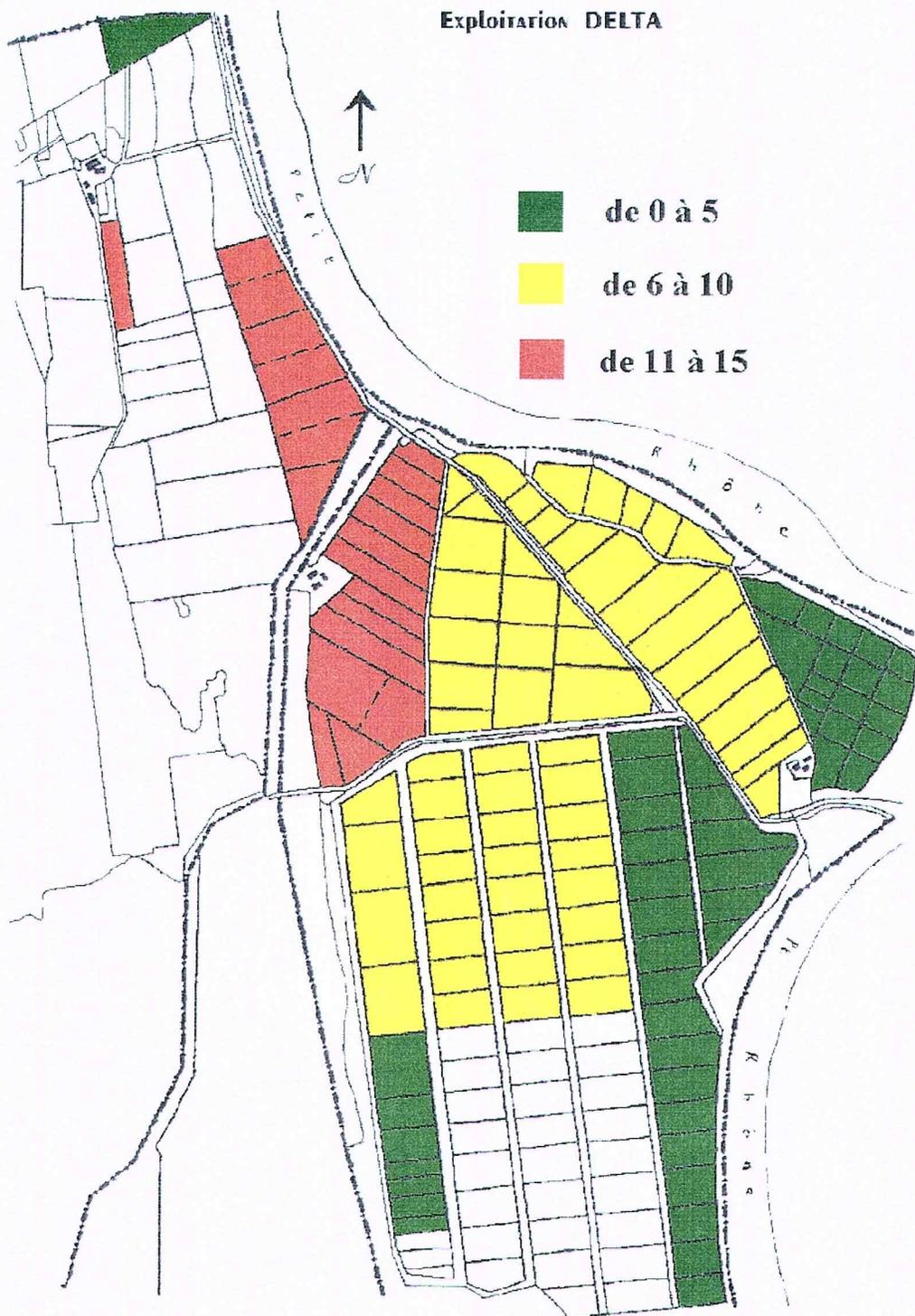


Figure 20: Ecart entre dates de début de mise en eau et dates de semis pour la campagne riz 1994 pour l'exploitation DELTA (en jours).

- Une main d'oeuvre limitée et par conséquent un investissement personnel important de la part du chef de l'exploitation, principalement en période de pointe (épandage-enfouissement et semis).

Les contraintes de cette exploitation se présentent comme suit :

- Les contraintes ponctuelles de main d'oeuvre :

L'insuffisance de la main d'oeuvre a été observée pour l'épandage des engrais de fond et pour les semis. L'agriculteur s'adapte par une prolongation du temps de travail journalier (de 9 à 10 heures, on passe à 12 ou 13 heures/jour, travail en continu, etc.).

* Autres contraintes liées aux chantiers :

. Pour la mise en eau : la vitesse de l'opération a été lente suite à des contraintes hydrauliques (figure 19). Cela s'est traduit par un écart important observé entre le début de mise en eau de certaines parcelles et celui du semis. De ce fait, les risques des dégâts liés aux flamants roses et aux oiseaux granivores étaient accrus. Un écart important sur certaines parcelles a aussi été noté entre la date d'épandage et celle de l'enfouissement. Il faut souligner que ces types de contraintes ont été aussi observées sur les exploitations Gamma et Delta (figures 20 et 21).

L'exploitation Gamma

L'exploitation Gamma se caractérise par un nombre limité de chantiers avec une organisation assez régulière et des règles d'enchaînement simples. L'exploitation présente aussi une charge journalière en temps de travaux assez régulière (inférieure ou égale à 8 heures/jour).

Les week-ends sont respectés, sauf pour l'aiguadier qui travaille à mi-temps. Il faut souligner que par rapport à l'ensemble du calendrier suivi, nous n'avons pas observé de période de crise de travaux.

Sur l'exploitation, les contraintes observées au cours du suivi ont été plus d'ordre structurel qu'organisationnel. En effet, la contrainte majeure de l'exploitation Gamma a été la difficulté de la mise en eau des parcelles compte tenu de leur position topographique et de l'état défectueux de certains porteaux. La rizière se divise en terres hautes difficiles à mettre en eau (plus de la moitié de la sole) et en terres basses. L'irrigation a commencé par les terres hautes comme les années précédentes, mais la lenteur du chantier a retardé le semis et a créé de ce fait un écart important entre l'épandage et la mise en eau (de 5 à 25 jours suivant la position de la parcelle (figure 22). Ce qui constitue un risque de perte d'azote par lessivage.

Exploitation GAMMA

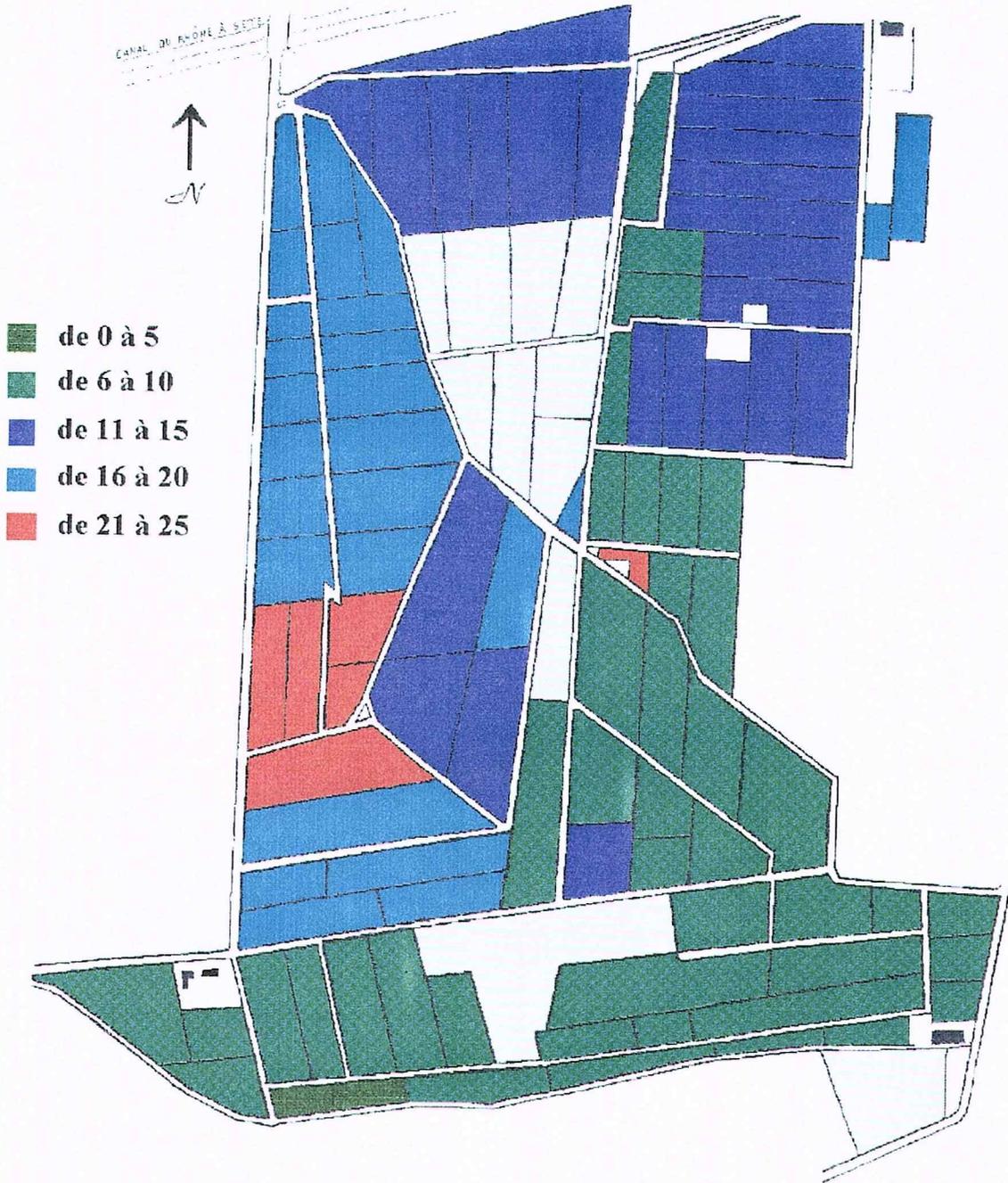


Figure 21: Ecart entre dates de début d'épandage des engrais et dates de début de mise en eau pour la campagne riz 1994 (en jours)

Exploitation GAMMA

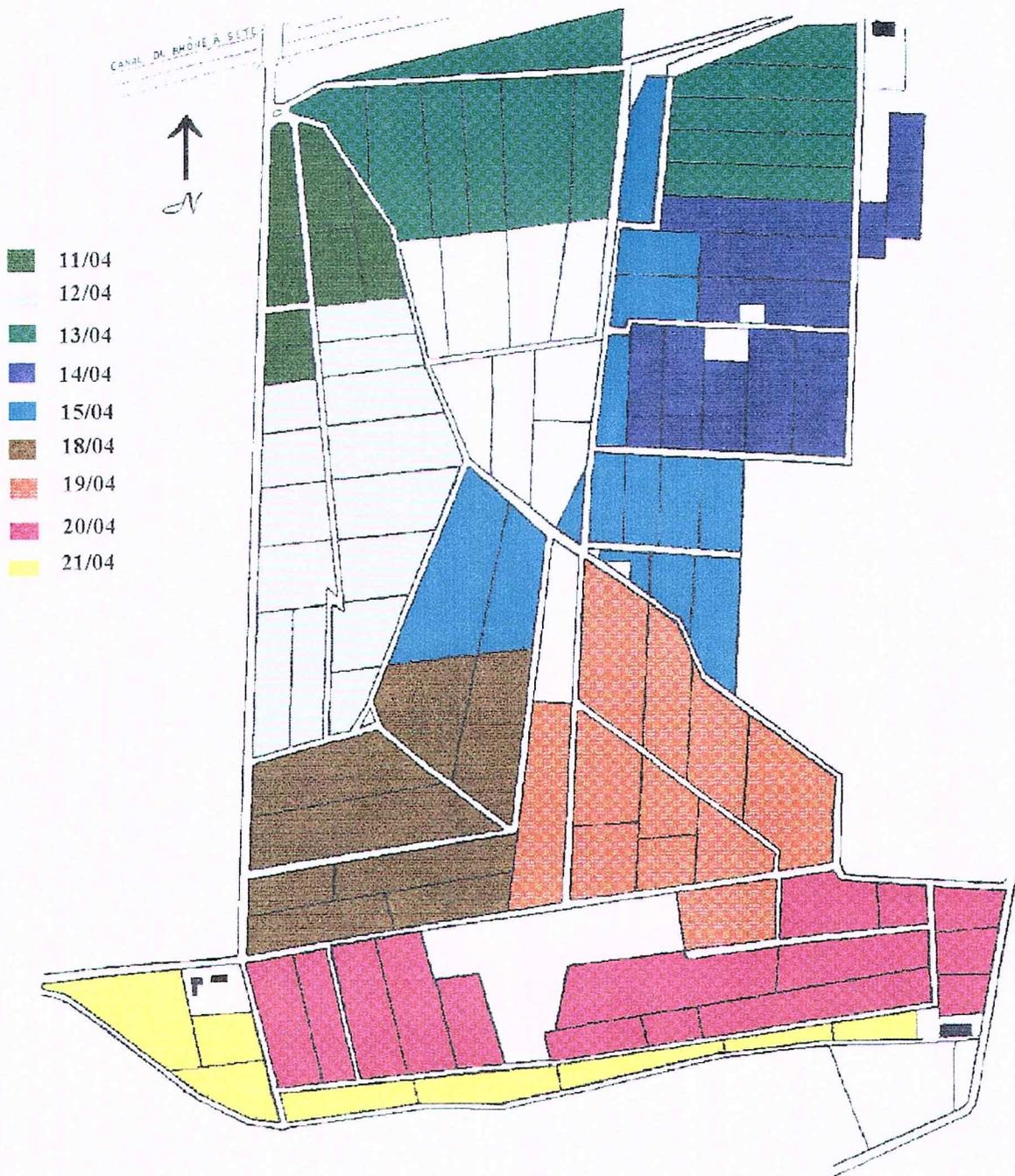


Figure 22 : Date d'enfouissement des engrais de fond en fonction de la position des parcelles pour la campagne riz 1994

L'exploitation Delta :

Elle se distingue des autres par sa pluri-activité (riz, blé, asperge, tourisme) mais sans conflit particulier entre activités. Nous avons plutôt noté une complémentarité entre les travaux sur asperges et l'installation du riz. En effet les ouvriers saisonniers chargés des asperges sont en quelque sorte une réserve en force de travail pour le riz en période de pointe. L'inverse a seulement lieu quand il y a du buttage à faire sur asperge, en période ventée principalement. En ce qui concerne le tourisme, la seule chose qu'on peut dire est qu'un ouvrier du riz donne quelquefois un coup de main à l'ouvrier "tourisme" dans l'entretien des mas ou des chevaux. En compensation, on a pu observer que la plupart des entretiens du matériel sont assurés par l'ouvrier chargé du tourisme.

On a également observé que :

- la plupart des travaux ont été conduits de façon simultanée avec une période de pointe pendant l'épandage-enfouissement des engrais de fonds et les semis.
- Une capacité importante en main d'oeuvre avec une large possibilité de l'augmenter en période difficile grâce à l'équipe travaillant sur les asperges.

En ce qui concerne les contraintes de l'exploitation Delta, elles sont aussi d'ordre hydraulique et topographique (en interaction avec le climat) comme dans les cas précédents.

Contraintes liées aux structures d'irrigation : le clos situé du côté de la mer (côté sud) connaît des problèmes à la floraison (selon l'agriculteur) dus au phénomène d'embruns provenant de la mer à la mi-août. L'agriculteur s'est proposé de travailler cette partie avant les autres et d'y semer des variétés à cycle court. Ceci n'a pu être réalisé à cause des problèmes d'irrigation que connaît cette partie. En effet, l'état défectueux du réseau a imposé un cheminement du chantier de mise en eau. Il doit irriguer les parcelles les plus proches des pompes avant de s'occuper du reste pour éviter les fuites à travers des porteaux défectueux (figure 15).

Contrainte liée à la position topographique des parcelles et au climat de l'année : En automne dernier, plus de 30 % des rizières ont été submergées. Le travail profond du sol a par conséquent été impossible durant une bonne partie de janvier (17 jours d'attente). Bien que l'agriculteur ait ajusté la situation en faisant un labour dans l'eau, avec un tracteur équipé de roues squelettes ; le retard accusé s'est répercuté sur les travaux ultérieurs.

A la période des semis, les basses températures de mi-avril ont entraîné un écart important entre le semis et la mise en eau (figure 20). Les conséquences ont été d'ordre agronomique et économique : infestation précoce des rizières par les adventices et par conséquent une multiplication du nombre de désherbages chimiques.

3ème PARTIE

**EVALUATION DE LA
SENSIBILITE DES MODELES
D'ACTION DES AGRICULTEURS
AUX RISQUES CLIMATIQUES**

3.1. Utilisation d'OTELLO.

La simulation est faite sur les modèles informatiques, traduction des modèles d'action des agriculteurs. La procédure de l'opération est la suivante (pour détail voir annexe V).

a) **Choix du scénario climatique** : le choix se fait dans le fichier météo préalablement créé sur le logiciel. Le fichier comprend les données sur les températures minimales, maximales et moyennes ; les hauteurs des pluies journalières, la vitesse journalière du vent, etc. Par exemple, pour notre simulation, nous avons utilisé les données climatiques de 1974 à 1994 (relevées à la station de Méjanes). Le choix du scénario doit s'accompagner de la date de début et de fin de la simulation que l'on veut réaliser.

b) **Les structures de l'exploitation**

Ce compartiment du modèle comprend :

- Les surfaces déjà travaillées, celles qui doivent être travaillées et les caractéristiques des différents blocs des parcelles. Par exemple, des terres planes, des terres dénivelées etc.
- Le matériel utilisé (tracteurs et outils), la main d'oeuvre et les horaires de travail : jours de la semaine, heures de début et de fin des travaux du matin et du soir. Les ouvriers peuvent être nommés pour telle ou telle opération s'ils sont spécialisés.

c) **Les indicateurs utilisés** : Il s'agit des indicateurs traduits des modèles d'action des agriculteurs. Par exemple, s'il fait moins de 13 °C au mois de mai, le semis est arrêté (cf annexe VI).

e) **Les chantiers** : ce compartiment du modèle comprend toutes les opérations sur lesquelles se fait la simulation, le nombre d'ouvriers, le matériel utilisé (les tracteurs et outils sont repérés par des codes pour être bien identifiés par le simulateur). La vitesse d'avancement des chantiers doit être insérée avec les indicateurs des facteurs limitants du climat ou du sol.

d) **Les enchaînements des chantiers** : toutes les règles d'enchaînements des chantiers sont saisies dans cette partie. Par exemple, une fois la mise en eau réalisée sur 60 ha, on déclenche le semis.

La simulation est basée sur les données climatiques de cette année. L'objectif est de tester la validité du modèle en comparant les résultats simulés avec la réalité observée.

Pour cela des calendriers de travail actuels des agriculteurs sont simulés d'abord avec le climat de 1994 pour valider le modèle puis sur 21 scénarios climatiques en vue de mesurer les risques liés aux modes d'organisation du travail quant à l'atteinte de l'objectif fixé, à savoir des semis terminés avant une date déterminée.

3.2 Les indicateurs utilisés

Les indicateurs utilisés par les agriculteurs dans leurs règles relatives au facteurs climatiques (la pluie, le vent et la température) n'ont pas été bien identifiés. Ces indicateurs sont en général basés sur des observations physiques qui sont transformés en indicateurs agronomiques qui seront intégrés dans le modèle. Par exemple, pour l'exploitant Gamma, si les terres basses, après la pluie, sont saturées sur au moins 5 cm de profondeur, on ne peut plus y entrer pour enfouir les engrais de fond. Un tel indicateur doit être traduit en un indicateur simple de type "résevoir" du sol avant d'être utilisé dans les simulations.

Dans notre cas, comme les agriculteurs n'ont pas exprimé clairement ces indicateurs, nous faisons des hypothèses comme suit :

On a considéré qu'une pluie de 20 mm en un jour ou 30 mm cumulés sur trois jours empêchaient le travail du sol quelque soit le type de sol et la saison. Il faut dire que la règle peut être nuancée suivant la taille des mottes ; pour la reprise des terres, après le labour (présence de grosses mottes), une pluie de 20 mm n'a pas une grande incidence sur l'organisation de travail. Une bonne partie de l'eau semble être ressuyée à travers les fissures laissées par les grosses mottes.

Pour le vent, nous avons choisi comme indicateur un vent maximum journalier supérieur à 50 km/h qui entraîne un arrêt du nivellement pour les trois agriculteurs. Cet indicateur est aussi valable pour le semis sur l'exploitation Delta. (semis dans l'eau).

3.3 La validation du modèle

Les figures 23a et 23b présentent les différences entre les dates de début des semis observées et simulées, et entre les dates de fin de l'opération. On constate globalement une bonne simulation de dates de début et de fin des semis.

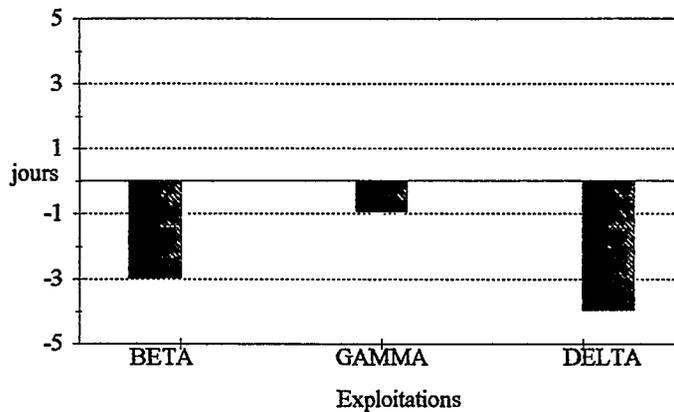


Figure 23a : Ecart date de début de semis observée - date de début de semis simulé.

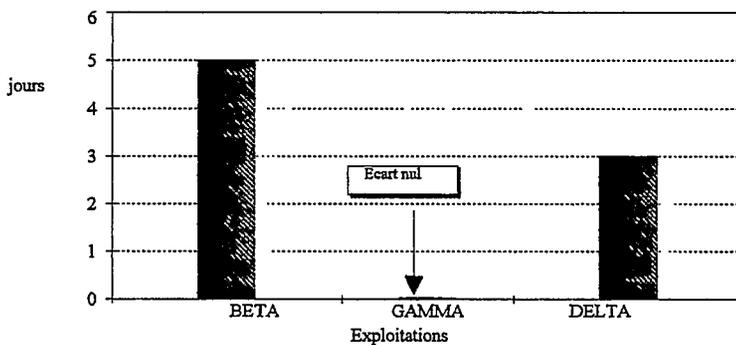


Figure 23 b : Ecart date de fin de semis observée moins date de fin de semis simulée.

En ce qui concerne le début du semis, les différences sont de -4 à -1 jours. Cela veut dire que la simulation fait débuter les semis 4 jours plus tôt que la réalité observée en 1994.

En ce qui concerne la date de fin de semis, pour les exploitations Bêta et Delta, les différences de dates obtenues sont de +3 à +5 jours. Ce qui signifie que les semis simulés finissent 3 à 5 jours plus tard que les semis observés. La simulation démarre plus tôt que la réalité mais elle progresse plus lentement. Ces différences ont été considérées comme relativement faibles par les agriculteurs eux-mêmes. Elles s'expliquent par les faits suivants :

Pour M. Delta : celui-ci utilise la température de l'eau dans la rizière (qu'il mesure tous les jours) pour déclencher le début des semis. Cette donnée utilisée par l'agriculteur est différente de l'indicateur climatique utilisé dans le modèle (température de l'air observé à la station de Méjanès).

Pour M. Bêta : l'indicateur de température perçu par l'agriculteur Bêta correspond à des températures froides, pris comme défavorables pour le semis dans la simulation.

C'est une règle de M. Bêta de ne pas attendre au delà du 23/04 (date prédéterminée) si les températures à cette date sont perçues inférieures à 13°C.

Pour l'exploitation Gamma, les différences sont négligeables.

3.4. Simulation des calendriers des travaux des agriculteurs suivant plusieurs scénarios climatiques.

Les calendriers de travaux des agriculteurs simulés sur 21 scénarios climatiques, présentent en terme de risques, des situations qui s'expriment de façon différente (figures 24a et 24b) :

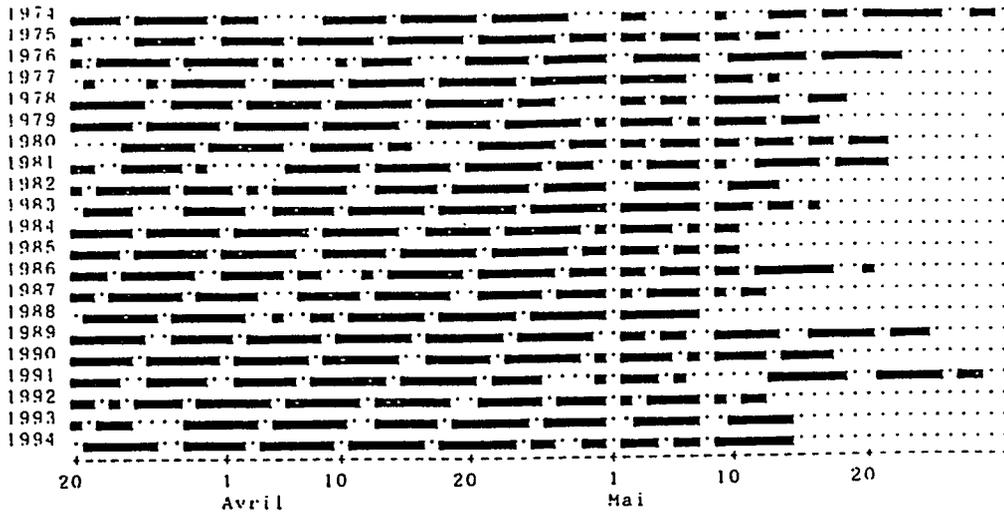
M. Bêta : 12 années sur 21, le semis commence avant le 23 avril (date limite d'attente si les températures sont froides). Quant à la fin du semis, 9 années sur 21, il finit après le 10 mai donc après la date butoir annoncée. Il faut préciser que les semis qui commencent tôt ne finissent pas forcément tard. Le facteur limitant important est la température de l'air inférieure à 13 °C..

M. Gamma : Il ressort de la figure 24a que la plupart du temps la mise en eau commence avant le 21 avril (trait continu, figure 24a de l'exploitation Gamma). Ce qui montre que l'exploitation a en général peu de retard dans le déroulement du travail du sol.

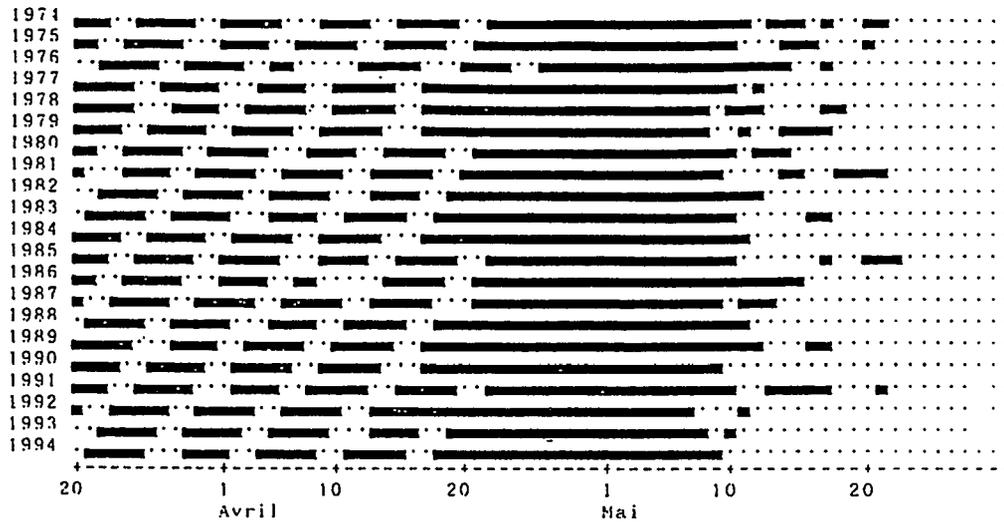
Pour 9 années sur 21, le semis commence avant le 28 avril. La température et la faible vitesse de mise en eau en sont la principale cause sachant que l'agriculteur déclenche le semis après avoir préalablement rempli au moins 25 % des surfaces en eau. En ce qui concerne la fin du semis, le plus précoce a lieu le 09/05, correspondant au climat de 1990 et 1994 (favorable) et le plus tardif, le 22/05 (climat de 1985).

M. Delta : le semis le plus précoce prend fin le 05/05 en 1993 et le plus tardif le 27/05 en 1991. Les facteurs limitants de M. Delta sont semblables à ceux de M. Gamma, c'est à dire, la lenteur de la mise en eau et la perception des basses températures que se fait l'agriculteur.

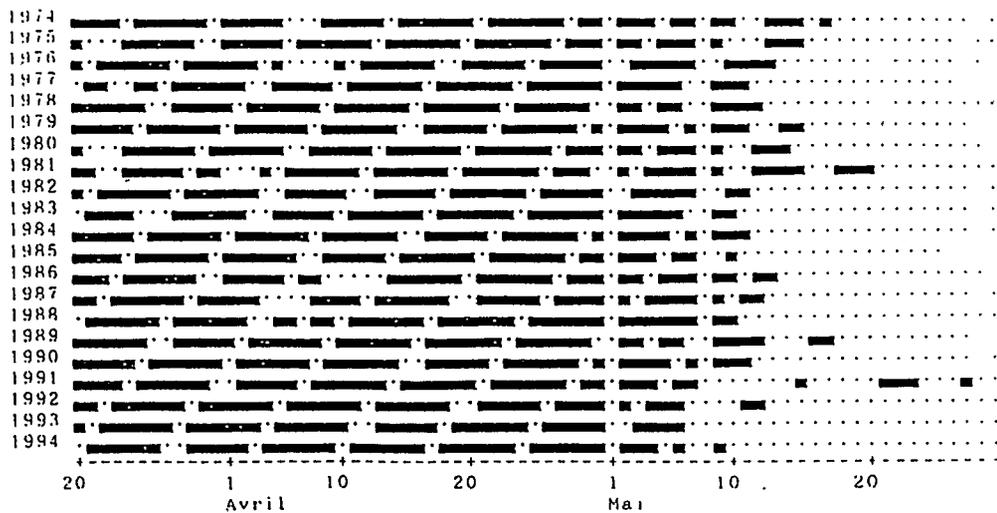
BETA.



GAMMA.



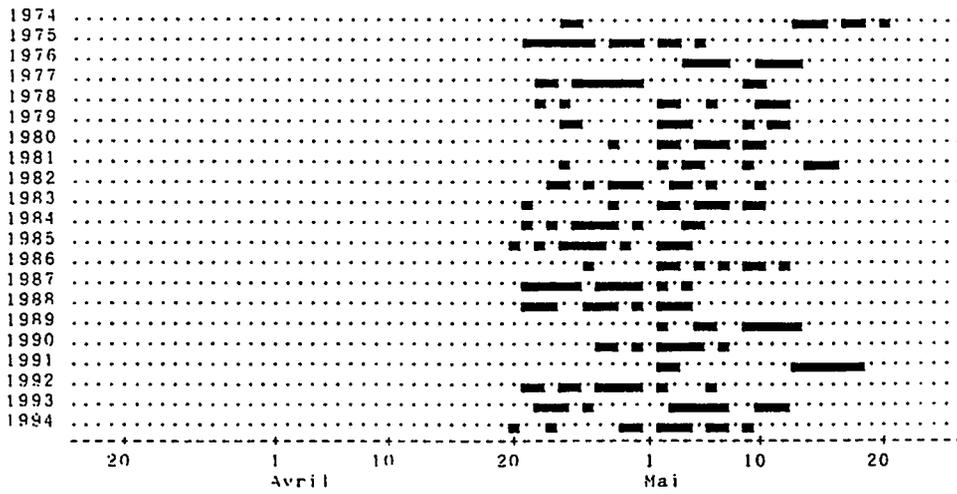
DELTA.



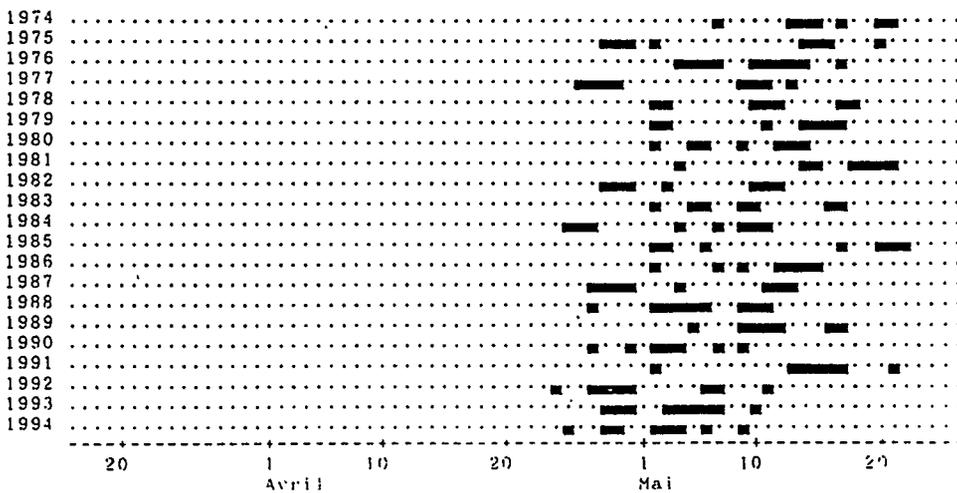
Légende : ■ : Journée travaillée. • : Journée non travaillée.

Figure 24a : CALENDRIER DE TRAVAIL SIMULE DES AGRICULTEURS SUIVIS SUR 20 ANNEES.

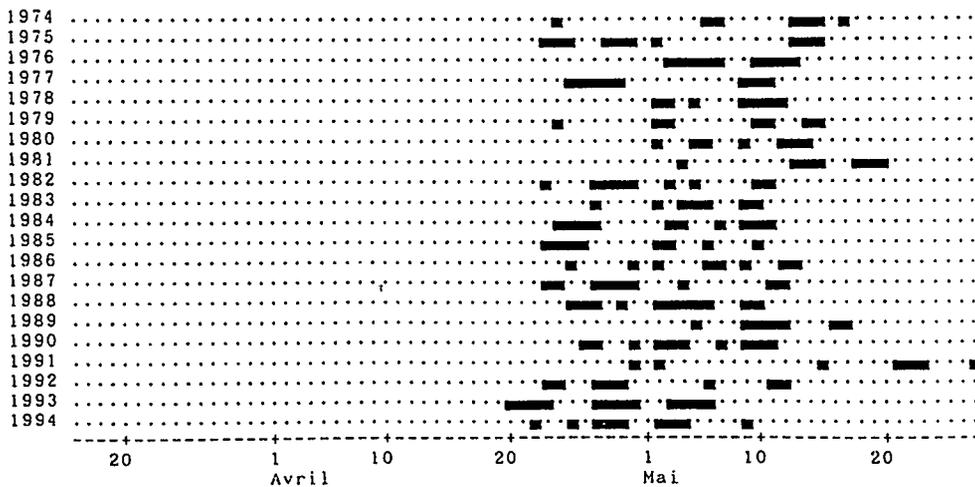
BETA.



GAMMA.



DELTA.



Légende : ■ : Journée travaillée. • : Journée non travaillée.

Figure 24b : SEMIS DU RIZ DES AGRICULTEURS SUIVIS :
SIMULATION SUR 20 ANNEES.

4ème Partie

**DISCUSSIONS
ET CONCLUSION**

1. Discussion des résultats de la simulation.

L'analyse de la simulation sur 21 années climatiques laisse apparaître en terme de risque, la fragilité de chaque mode d'organisation des agriculteurs. Les principaux facteurs qui les exposent à ces risques diffèrent selon l'exploitation.

On distingue :

L'exploitation Bêta : son calendrier de travail actuel semble être surchargé. En effet, avec une main d'oeuvre très limitée, l'agriculteur met en place un système intensif d'interventions culturales sur les parcelles (7 à 8 passages d'outil en travail du sol). Par ailleurs, du fait des semis en sec, l'exigence de la préparation du sol est plus forte. C'est ce qui le pénalise en mauvaise année climatique. Il faut souligner que l'insuffisance de la main d'oeuvre est compensée par un investissement physique important de la part de l'agriculteur. Les voies d'amélioration suggèrent d'augmenter la capacité de l'exploitation en main d'oeuvre ou de modifier le mode de semis (semis dans l'eau) pour diminuer le nombre d'interventions culturales.

L'exploitation Gamma : Le problème se pose en termes de surface en riz qui semble atteindre sa limite critique compte tenu des moyens et du mode d'organisation actuel de l'agriculteur. Pour conserver une marge de sécurité sans modification de structure, la voie qui semble la plus évidente est celle de réduire la surface en riz. Sinon il maintiendra difficilement son rythme actuel de travail en mauvaise année. Il faut souligner que M. Gamma est d'accord avec cette proposition (validation faite à la restitution générale de ce travail).

L'exploitation Delta : En plus des problèmes de température et de vent pendant le semis, il faut noter la contrainte hydraulique (réseau défectueux des Grands clos) et la concurrence ponctuelle entre semis et épandage des engrais qui perturbe de temps en temps le déroulement du chantier semis. Il faut dire que sur le plan organisation du travail, c'est l'exploitation la plus sécurisée compte tenu de sa grande capacité en main d'oeuvre liée aux autres activités. Mais en termes de risque général, on peut dire que le danger éventuel de la riziculture sur l'exploitation est le développement ultérieur des activités tertiaires.

La concurrence risque d'être forte à l'avenir entre riz et tourisme.

2. LIMITES DE LA DEMARCHE.

2.1. Le choix des indicateurs.

Certains indicateurs n'ont pu être suffisamment précisés : il s'agit de la pluviométrie et du vent. En effet, les seuils critiques des hauteurs de pluies (journalières et cumulatives sur plusieurs jours) qui empêchent effectivement les travaux nous semblent un peu sous-estimés car ce sont des paramètres qui ne sont pas bien définis par les agriculteurs. Le problème est le même pour la vitesse du vent qui peut perturber le déroulement de certaines opérations.

2.2. Rigidités liées à l'utilisation du logiciel OTELO.

Concernant les limites de l'outil, quelques points méritent d'être signalés :

- Certaines dates fériées introduites dans l'outil ne correspondent pas forcément à la réalité de l'agriculteur. Comment modifier de telles données? Le problème pourrait être résolu en rendant plus accessibles les bases paramétrées du logiciel.

2.3. IDENTIFICATION DES PISTES D'INVESTIGATION POUR LA RECHERCHE

Pour améliorer le travail que nous avons engagé, les pistes d'investigation qui se dégagent sont multiples :

- Des investigations en terme de praticabilité des rizières : pour prendre en compte de façon plus précise l'incidence de la pluie et du vent sur l'organisation du travail des agriculteurs, il s'avère nécessaire de déterminer par type de sol et par saison (automne et printemps) la quantité minimale critique de pluie additionnelle à la réserve du sol créant des problèmes de praticabilité. Des expérimentations pourraient être menées dans ce sens. Les observations qui s'en suivront tiendront compte non seulement des variations saisonnières de la période d'installation du riz mais aussi des différentes opérations de travail du sol. Il faut signaler que ce type de problème se rencontre particulièrement sur les exploitations Gamma (pour les terres basses) et Bêta (pour le clos du Rat).

- La détermination par suivi régulier de la vitesse des rafales du vent en vue d'identifier le seuil minimal critique de ce facteur.

- L'évaluation des pertes de rendement du riz liées aux pertes d'azote en raison des écarts importants entre l'épandage d'engrais et la mise en eau. Notons qu'à ce sujet, les travaux du LECSA-SAD (Barbier et Mouret, 1992) ont montré que l'impasse d'azote en fond était possible sans compromettre pour autant le rendement.

- Une autre proposition suggérée par les agriculteurs eux mêmes concerne le couplage du logiciel OTELO avec un autre logiciel. Il s'agit du modèle de développement du riz, déjà utilisé par Le Gal et Havard dans la vallée du fleuve Sénégal en 1993. Il faut signaler que ce modèle s'applique à l'étude du développement phénologique du peuplement de riz. Le couplage de ces deux outils permettra d'évaluer les risques non seulement en termes de date de semis mais aussi en termes de date et taux de stérilité à la floraison, de date de récolte et donc de rendement en riz paddy.

- La dernière proposition entre dans le cadre de la réduction des charges de mécanisation. Il est envisageable d'expérimenter la fusion ou la suppression de certaines interventions culturales en matière de travail du sol sur certaines exploitations telle que l'exploitation Bêta. La proposition dans ce cas porte sur :

* l'association de l'enfouissement d'engrais de fond et du roulage car ces deux opérations paraissent faciles à fusionner.

* L'impasse sur l'affinage des mottes, qui peut être compensée par l'opération d'enfouissement de l'engrais.

3. CONCLUSION GENERALE.

Au terme de ce travail, il se dégage que l'outil d'aide à la décision OTELO, que nous avons expérimenté, semble bien s'appliquer aux modes d'organisation du travail des agriculteurs qui ont fait l'objet du suivi, mais de façon différente pour chacun.

Le modèle informatique, traduction du modèle d'action des agriculteurs et sur lequel nous avons fait des simulations, a été restitué individuellement aux agriculteurs. Cette restitution nous a permis de corriger nos données pour la simulation finale.

La restitution finale devant les trois agriculteurs réunis, a permis de soulever quelques points importants :

- Des échanges de point de vue ont eu lieu entre les agriculteurs sur leurs propres connaissances en matière de pratiques culturales et sur leurs modes d'organisation du travail.

- Des souhaits ont été émis par les agriculteurs pour les points suivants :

* L'évolution du système de conseil technique actuel vers un autre système plus interactif entre agriculteurs eux-mêmes et entre agriculteurs et techniciens.

* Le couplage de OTELO avec un autre logiciel traitant des aspects physiologiques de la plante en vue de déterminer les risques en terme de taux de stérilité et de baisse de rendement. Ce couplage permettra aussi d'appréhender le problème des conditions de la récolte comme le cas de cette année où la récolte est faite dans des conditions pluviométriques difficiles.

* Le souhait émis par un agriculteur d'avoir le logiciel OTELO sur son ordinateur qu'il pourrait manipuler lui même au lieu de passer par un conseiller.

* Le désir des agriculteurs de continuer à collaborer avec les chercheurs pour l'aboutissement de la démarche sur des projets visant la réduction des charges de mécanisation. Il souhaitent également que des rencontres comme celle-ci entre agriculteurs se poursuivent

Pour les trois agriculteurs étudiés, la démarche a permis de montrer la vulnérabilité de leurs modes d'organisation du travail actuel pour l'installation de la culture confrontés aux fluctuations climatiques de la région. A cause des facteurs (structurels et fonctionnels) suivants, les exploitants s'exposent aux risques climatiques (les basses températures essentiellement) :

- la faiblesse de la main d'oeuvre et le nombre élevé de passage d'outils sur la parcelle pour l'exploitation Bêta.

- la surface élevée en riz et la structure défectueuse de certaine partie du réseau d'irrigation pour l'exploitation Gamma. Cette contrainte hydraulique est aussi valable pour l'exploitation Delta.

En ce qui concerne les perspectives d'amélioration de la démarche, il se dégage des principaux points suivants :

- Des investigations en terme de praticabilité des rizières sont nécessaires en vue de déterminer de façon assez précise l'incidence de la pluie et du vent sur l'organisation du travail des agriculteurs.

- Des investigations visant la réduction des charges de mécanisation paraissent intéressantes : des fusions ou des suppressions de certaines interventions culturales peuvent être envisagées sur certaines exploitations.

Il faut par ailleurs reconnaître que l'on évalue mal les risques réels encourus sur la production finale, lorsque l'agriculteur est contraint de réaliser une opération culturale en dehors des conditions optimales fixées (ajustements tactiques par modification d'une règle). Notre simulation n'a pas intégré ces ajustements (règles de changement de règle) qui font, que même en année difficile, l'agriculteur s'efforcera de terminer ses semis avant une certaine date. La recherche a par ailleurs peu de réponses à fournir sur comment conduire par la suite la culture pour rattraper des situations initialement compromise.

Le logiciel OTELO, qui privilégie le conseil individuel et qui peut aussi fédérer un certain nombre d'agriculteurs (fonction pédagogique collective), est - il un système de conseil technique indiqué pour remplacer le système en place basée sur une approche collective? La réponse à cette question implique de continuer le travail que nous avons initié avec un nombre plus important d'agriculteurs, et avec les conseillers agricoles de la région.

BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE

ANGLADETTE M., 1986. Le riz. G.P. Maisonneuse et Larose Ed., Paris, 930 p.

André F., 1993. La calendrier de conduite du riz. Perspective agricole n° 183, p XIV.

ATTONATY J.M., CHATELIN M.H. POUSSIN J.C., SOLER L.G., 1990. Un simulateur à base de connaissance pour raisonner équipement et organisation du travail en agriculture. In "Economics and Artificial Intelligence". P. BOURGINE et B. WALISER Eds, Paris, pp. 291-297.

ATTONATY J.M., SOLER L.G., 1992. Aide à la décision et gestion stratégique : un modèle pour l'entreprise agricole. In : Revue Française de gestion, mars-avril-mai, pp. 45-54.

AYOUBA M., 1992. Essai d'utilisation des boues résiduaires sur le riz en Camargue. Mémoire CNEARC (EITARC), Montpellier, 67 p. + annexes.

BARBIER J.M., CONESA A.P., MOURET J.C., NOUGAREDES B., STUTTERHEM N., 1990. Méthode d'étude des facteurs et conditions limitant les rendements d'une culture : applications au cas du riz en Camargue. Euroryza n° 1, pp 15-26.

BARBIER J.M., 1992. Itinéraires techniques et fertilisation azotée du riz irrigué : le cas des rizières du sud de la France. L'agronomie tropicale, 46-4, pp. 295-309.

BARBIER J.M., 1993. Bilan et perspectives des activités de recherche et de développement menées dans le cadre du Centre Français du Riz (1988-1993). Communication présentée à la commission du riz de l'ONIC, Arles, 7 septembre 1993, 16 p.

BARBIER J.M., MOURET J.C., SAUSSE C. Amélioration de la levée du riz inondé avec semis direct : Démarche et conséquences pour l'expérimentateur et le conseiller agricole. A paraître.

CHATELIN M.H., AUBRY C., LEROY p., PAPY F., POUSSIN J.C., 1993. Pilotage de la production et aide à la décision stratégique. Le cas des exploitation en en grande culture, Cahiers d'économie et sociologie rurales n° 28, PP 120-138.

CHAYA ROMERO C, 1993. Etudes comparées de la production rizicole dans deux régions européennes : Camargue (France) et Séville (Espagne). Thèse de Master CIHEAM, Montpellier, 119 p. + annexes.

CERF M., SEBILLOTTE M., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse de la prise de décision technique. C.R. Acad. Fr., 74(4), pp.71-80.

CFR, 1993. Rapport de campagne 1993, Dossier technique 1994, Mas du Sonnailler Arles, 32 p.

CONESA A.P. et al., 1987. Etude des itinéraires techniques de la culture du riz et du potentiel phosphaté des sols de rizières en Camargue. LECSA, Montpellier, 81 p.

DIA C.T., 1992. Organisation collective des récoltes mécanisées en double riziculture mécanisée : Cas de l'aménagement hydro-agricole de Diawar dans le Delta du fleuve Sénégal. Mémoire de DAT CNEARC, Montpellier, 49 p.+ annexes.

DUR C., 1984. Système de culture et élaboration du rendement du riz en Camargue. Thèse Docteur Ingénieur, INA-PG, Paris, 204 P.+ annexes.

DURU M., PAPY F., SOLER L.G., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. C.R. Agric. Fr., 74(4), 81-93.

FAYE S., 1991. Organisation du travail en double riziculture irriguée : Cas d'un aménagement hydro-agricole du Delta du Sénégal (Thiagar). Mémoire DIAT CNEARC, Montpellier, 73 p. + annexes.

ITCF, CFR, 1993. RIZ : Du débouché à la culture. Perspectives agricoles n° 183, septembre 1993, 32 p.

LANDAIS E., DEFFONTAINES J.P., 1989. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. Etudes Rurales, PP. 31-64.

LECSA, 1987. Etude des itinéraires techniques de la culture du riz et du potentiel phosphaté des sols de rizières en Camargue. Rapport 1987, Montpellier, 81 p.

Processus de décision et innovation : l'exemple de la double riziculture dans le delta du fleuve Sénégal. Séminaire Innovations et Sociétés, Montpellier.

LEGAL P.Y. et al., 1994. Prise de décision et aide à la décision en agriculture : présentation d'une démarche. Acte de l'atelier de Montpellier du 1er au 2 février 1994, p. 3.

MENDEZ DEL VILLAR P., 1987. Economie des systèmes rizicoles en Camargue. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier I, 201 p. + annexes.

MILLEVILLE P., 1972. Approche agronomique de la notion de parcelle en milieu traditionnel africain : la parcelle d'arachide en moyenne-Casamance (Sénégal), Cahier ORSTOM sér. biol., n° 17, pp 23-27.

MILLEVILLE P., 1976. Comportement technique sur une parcelle de cotonnier au Sénégal. Cahier ORSTOM XI(4) (série biologiques), pp 263-275.

MOURET J.C., 1988. Etude de l'agrosystème rizicole en Camargue dans ses relation avec le milieu et le système cultural : aspects particuliers de la fertilité. Thèse d'université, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 191 p.+ annexes.

MOURET J.C., BARBIER J.M., PHAM VAN CHINH, NOUGAREDES B., HAMMOND R., 1993. Analyse comparée de deux modes d'implantation du riz en Camargue : semis et conduite de l'eau traditionnel, semis enfouis avec submersion retardée. Rapport d'étude INRA-SAD-LECSA, Montpellier, 45 p. + annexes.

MOURET J.C., 1992. Effet du peroxyde de calcium (CaO_2) sur l'implantation et la croissance du riz (*ORYZA sativa L.*). Mémoire , ENSAM, 56 p.

MOUSSET J., CHATELIN M.H., GANDON H., GROELL F., HOPQUIN J.P., KLEIN D., MASSET B., QUIEVREUX D., SOLER L.G.. Le conseil agro-équipement en grandes cultures : enjeux et méthodes (à paraître).

NISHIYAMA I., 1976. Effects of temperatures on the vegetative growth of of rice plants. Proceedings of the symposium on climate and rice. International Rice Research Institute : 159-166.

PAPY F. et al., 1993. Nouveau contexte, Nouveau conseil. Sadoscope n° 66, pp. 11-17.

POUSSIN J.C., 1992. OTELO (Organisation du Travail Et Langage à Objet). Document de travail, 60 p.

PAPY F., 1993. Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision. First European Convention on Farming System research/Extension 6-9/10/1993, Edinburgh, 6 p.

SANON M., 1987. Etude des itinéraires techniques de la culture du riz en Camargue. Mémoire de DIAT CNEARC, Montpellier, 97 p. + annexes.

SAUSSE C., 1993. Contribution à l'étude du fonctionnement des exploitations rizicoles en Camargue : analyse des pratiques culturelles et leurs conséquences agronomiques. Mémoire de DEA INA-PG Université Paris XI Université Paris VI, 38 P + annexes.

SEBILLOTTE M., SOLER L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. In: Modélisation systémiques et système agraire. Décision et organisation. J. BROSSIER, B. VISSAC, J.L. LEMOIGNE, Eds. INRA. pp 93-101.

SEBILLOTTE M., SOLER L.G., 1988. Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur. CR ACAD.Agric.Fr, 74, 4, 59-70.

VAQUER C., 1993. Analyse conceptuelle et validation d'un modèle de données agronomiques dans le cadre du système d'information transdisciplinaire ECORDE : le cas de la riziculture en Camargue. DESS CNAM, Montpellier, pp. 2-10.

LISTE DES SIGLES UTILISES

INRA :Institut National de la Recherche Agronomique.

LECSA :Laboratoire d'étude comparée des Systèmes Agraires.

SAD : Département Systèmes Agraires et Développement.

CIRAD : Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le développement.

SAR : Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux.

OTELO : Organisation du Travail Et Langage à Objets

SAU : Surface Agricole Utile.

STE : Surface totale exploitable.

EARL : Exploitation à Responsabilité limitée.

Cv : Cheval-vapeur.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

1. Liste des figures

Figure 1a : Pluviométrie et évaporation mensuelle à Arles de 1960 à 1975 (D.D.A. - 1975).....	5
Figure 1b : Evolution de la pluviométrie de 1975 à 1993 à Fourques (Camargue).....	6
Figure 2 : Localisation des stations météorologiques en Camargue..	
Figure 3 : Températures moyennes en Camargue de 1944 à 1973 (D.D.A. - 1975).....	6
Figure 4 : Les principaux facteurs influençant la levée du riz en Camargue.....	12
Figure 5: Organisation des trois niveaux de gestion.....	16
Figure 6 : Localisation de la zonz d'étude.....	18
Figure 7 : Assolement variétal du riz de la campagne 1994 pour les trois agriculteurs.....	27
Figure8: Assolement variétal, campagne 1994, pour l'exploitation Bêta.....	28
Figure 9: Assolement variétal du riz, campagne 1994, pour l'exploitaion Gamma.....	29
Figure 10: Assolement variétal du riz, campagne 1994, pour l'exploitation Delta.....	30
Figure 11: Modèle d'action de l'agriculteur Bêta.....	32
Figure 12 :Modèle d'action de l'agriculteur Gamma.....	36
Figure 13: Réseau d'irrigation et parcelles difficiles à irriguer de l'exploitation Gamma.....	39
Figure 14: Modèle d'action de l'agriculteur Delta.....	41
Figure 15 : Réseau d'irrigation et zone d'irrigation difficile de l'exploitation Delta.....	43

Figure 16 Calendrier des travaux antérieurs au stage des trois exploitations.....	47
Figure 17: Calendrier des travaux suivis des trois exploitations.....	48
Figure 18 : Réseau d'irrigation et parcelles difficiles à irriguer de l'exploitation BETA.....	49
Figure 19: Déroulement du chantier mise en eau des trois exploitations.....	50
Figure 20: Ecart entre dates de début de mise en eau et dates de semis pour la campagne riz 1994 pour l'exploitation DELTA(en jours).....	52
Figure 21 : Ecart entre dates de début d'épandage des engrais et dates de début de mise en eau pour la campagne riz (en jours) pour l'exploitation Gamma.....	54
Figure 22: Date d'enfouissement des engrais de fonds en fonction de la position des parcelles pour la campagne riz 1994.....	55
Figure 23a et 23b : Comparaison des écarts de dates de début et de fin des semis observées et simulées entre les trois agriculteurs suivis.....	61
Figure 24a : Calendrier de travail simulé des agriculteurs suivis sur 21 années.....	63
Figure 24 b : Semis du riz des agriculteurs suivis: simulation sur 20 années.....	64

2. Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyenne, coefficient de variation du pourcentage de levée et caractéristiques climatiques pour quatre années d'études. Les valeurs climatiques sont des moyennes calculées sur une période de 30 jours après le semis (durée approximative pour atteindre le stade 4-5 feuilles.....	11
Tableau 2 : Structure des exploitations.....	25
Tableau 3 : Prévision variétale du riz pour la campagne 1994 en terme de surface (en %) et dates de début et de fin de semis des agriculteurs.....	44

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I.1 : Principaux éléments intervenant dans le choix du mode de semis à sec (arguments avancés par les agriculteurs).....	79
ANNEXE I.2. Observation sur le semis dans l'eau et le semis à sec.....	80
ANNEXE II. Historiques des exploitations enquêtées.....	81
ANNEXE III : Le matériel des exploitations enquêtées.....	84
ANNEXE IV : Classification des variétés du riz en fonction de la dimension de la graine (Source : MRH spécial-ONIC, 1994).....	86
ANNEXE V : Fichier des règles de l'agriculteur Gamma (annexe V.1 à V.5)	87
ANNEXE VI à VIII. Données brutes d'organisation des chantiers dans le temps, obtenues par suivi. (1994).....	92

ANNEXE.I. 1

Principaux éléments intervenant dans le choix du mode de semis à sec (arguments avancés par les agriculteurs)

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
SEMIS A LA VOLEE	<ul style="list-style-type: none"> . rapidité d'exécution (4 à 5 ha/heure) 	<ul style="list-style-type: none"> . perte de semences sur les bordures . nécessité de jalonnage (2 à 4 personnes) . pas de maîtrise de la structure du peuplement
SEMIS EN BANDES	<ul style="list-style-type: none"> . assez rapide (4 ha/heure) . pas de jalonnage avec le semoir à blé . meilleur contrôle de la dose de semis 	<ul style="list-style-type: none"> . pas de maîtrise de la structure du peuplement
SEMIS EN LIGNES	<ul style="list-style-type: none"> . possibilité de binage mécanique (lutte contre les riz spontanés et les plantes vivaces) . herbicide (ORDRAM) enfoui au semis . association herse rotative + semoir possible . matériel polyvalent . meilleur contrôle de la dose et de la répartition, d'où amélioration de la pénétration de la lumière solaire dans le couvert . assez bonne résistance à la verse 	<ul style="list-style-type: none"> . lenteur d'exécution (1,75 à 2 ha/heure) . dénivellement au niveau des tournières (ensemble lourd à cause du train d'outils, semoir + herse + épandeur de produits phytosanitaires)
SEMIS EN POQUETS	<ul style="list-style-type: none"> . mêmes remarques que le semis en lignes . bonne maîtrise de la structure du peuplement . limite la verse 	<ul style="list-style-type: none"> . impossibilité d'associer la herse rotative . matériel spécifique . lenteur d'exécution (1,75 à 2 ha/heure)

Source : A.P. CONESA et al. 1987

ANNEXE.I. 2

Observations sur le semis dans l'eau et le semis à sec

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
SEMIS DANS L'EAU	<ul style="list-style-type: none"> . rapidité d'exécution . semences mouillées (prégermées) avant semis et donc gain de temps pour la germination . réchauffement de l'eau avant le semis . possibilité de rectifier le planage . semences non traitées au mouillant . non tributaire des conditions climatiques . bon compromis en cas de mauvaise maîtrise de l'eau (planage défectueux) 	<ul style="list-style-type: none"> . beaucoup de main d'œuvre (3 à 4 personnes) . maîtrise difficile d'homogénéité du semis (impossible de vérifier la répartition des semences) . mise en eau parfois longtemps avant semis, ce qui favorise l'installation précoce des adventices (riz spontanés, panics, plantes vivaces) . mobilisation d'un tracteur pour cette seule opération (roues squelettes sur le tracteur) . usure du matériel travaillant dans l'eau . dépôt de boue sur les semences
SEMIS A SEC	<ul style="list-style-type: none"> . possibilité de rapprocher le semis de la préparation finale du lit de semences . possibilité d'enfouir l'ordram avant semis . possibilité d'utiliser le tracteur semeur pour d'autres opérations (roues pneumatiques) . meilleur contrôle de la densité de semis . nécessité moindre en main d'œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> . tributaire des conditions climatiques (retard en cas de fortes pluies) . nécessité d'une très bonne maîtrise de l'eau (planage, bon réseau d'irrigation et drainage, rapidité d'approvisionnement en eau) . nécessité de traiter les graines avec un produit mouillant

Source : A.P. CONESA et al. 1987

ANNEXE II

HISTORIQUE DES EXPLOITATIONS ENQUETEES

1. L'EXPLOITATION BETA

Tableau 1 : Quelques éléments portant sur l'historique de l'exploitation Beta

1980 à 1988 : Investissement dans le matériel et stratégie de production orientée vers une certaine diversité de cultures depuis l'installation de l'agriculteur.			
<u>Surface totale : 400 ha.</u>	<u>Matériel.</u>	<u>Main d'oeuvre</u>	<u>Cultures .</u>
* 226 ha de marais. * 174 ha de SAU dont : . 88 ha au clos d'essai exploités par M Beta. . 86 ha au clos du rat en fermage.	* 3 tracteurs en bon état (de 50 CV, 70 CV et 90 CV). * 1 rampe géante d'irrigation. * Quelques outils de travail du sol et autres	* Familiale : 2 actifs * Salariés 1 à 2 saisonniers.	Oignon, tomate blé dur, maïs, soja, tournesol.
Depuis 1988 : Introduction de la riziculture dans l'exploitation et nouveaux investissements dans le matériel.			
Mise en culture du clos du rat précédemment mis en fermage.	1 tracteur de 160 CV ; en 1989 ; 1 tracteur de 120 CV en 1988 ; 1 laser et de la lame niveleuse en 1989 ; 1 cultivateur de type ; lemken ; en 1992 ; (photo) ; 1 herse rotative en 1994 ; 1 rouleau cambridge (en 1994 ; voir photo).	Pas de modification	Abandon progressif des cultures sèches au profit de la riziculture.

2. L'EXPLOITATION GAMMA

Tableau 2: Quelques éléments relatifs à l'historique de l'exploitation Gamma

Période	Surface	Matériel et évolution des techniques	Main d'oeuvre	Assolement
A l'installation de M. Gamma.	700 ha de STE dont 205 ha de SAU et 450 ha de marais.	* 2 tracteurs dont 1 de 60 CV et 1 autre de 50 CV. * Quelques outils.	* Familiale : 2 actifs environ * Salariée : 3 à 4 actifs.	Pratique de la rotation blé-riz.
De 1980 à 1985.	Aucun changement	* Modification importante du parc du matériel avec l'acquisition de : .1 tracteur de 110 CV en 1984,.1 autre de 90 CV. * Amélioration du surfaçage avec l'acquisition du laser et du scraper en 1985.	Pas de changement notable.	La rotation blé-riz se fait sur 1 des superficies de moins en moins réduites
De 1985 à 1994	Aucun changement	* Renforcement du parc du matériel avec une moissonneuse-batteuse (en 1988), 1 tracteur de 160 CV et 1 rototiller en 1989 * Le chisel se substitue progressivement à la charrue en travail profonds du sol.	aucun changement.	Régression importante du blé au profit du riz Annexe

3. L'EXPLOITATION DELTA

Tableau 3 : Quelques aspects de l'évolution de l'exploitation Delta

Période	Surface.	Matériel et évolution des techniques.	Main d'oeuvre	Cultures
Avant 1989.	2000 ha de STE dont : 144 ha de SAU (au Pin Fourcat seul). Le reste en marais de hasse, pinède etc..	* 3 tracteurs en bon état et un rapport puissance sur SAU de 1,9 CV/ha. * Quelques outils.	2 à 3 salariés permanents et quelques saisonniers.	Riz, blé, pomme de terre, asperge tournesol et rotation blé-riz.
Période après 1989.	Regroupement des 2 exploitations : le Pin Fourcat et le Sauvage. Nouvelle SAU: 500 ha.	* Restructuration du parc du matériel conduisant à la structure actuelle de l'exploitation (voir § structures actuelles des exploitations suivant).	L'exploitation Delta a mis à sa disposition les anciens ouvriers de l'exploitation le Sauvage.	* 3 cultures sont seulement retenues : blé, riz et asperge * Suspension de la rotation blé-riz au profit du riz.

ANNEXE.III.

LE MATERIEL DES EXPLOITATIONS ENQUETEES

1 Exploitation BETA

Tableau 4: Matériel actuel de l'exploitation Beta

Tracteurs		Outils	
Nbre	Puissance (en CV)	Types	Largeur de travail (en m).
1	140	1 cultivateur de type lemken	3
1	120	1 rotolame (axe de rotation horizontal)	4
1	90	1 Herse rotative (axe de rotation vertical)	4
1	50	1 lame niveleuse	3
		1 laser	-
		1 scraper	-
		1 rouleau de type cambridge	6
		1 semoir pneumatique	12

2. Matériels de l'exploitation GAMMA

Tableau 5 : Matériel actuel de l'exploitation Gamma

Tracteurs		Outils	
Nbre	Puissance (en CV)	Types	Largeur de travail (en m).
1	160	1 charrue à socs	2,5
1	110	1 chisel (outil à dents)	3,5
1	90	2 cover crops (pulvérisateurs)	2,5
1	60	1 cultivateur de type rototiller (outil à socs fouilleurs)	4
1	50	1 laser	-
		1 scraper	3
		2 rouleaux packer (différentes largeurs de travail)	3 et 4
		1 semoir centrifuge pour semis à la volée	12
		1 moissonneuse batteuse	-

3. Matériel de l'exploitation DELTA.

Tableau 6 : Matériel actuel de l'exploitation DELTA

Tracteurs		Outils	
Nbre	Puissance (en CV)	Types	Largeur de travail (en m).
2	185	2 charrues à socs réversibles	2,5 et 1,2
1	105	2 cover crops (pulvérisateurs) de largeur de travail identique	3,5
1	130	1 cultivateur de type rototiller (outil à socs fouilleurs)	4
1	80	1 lame niveleuse	4
1	75	1 laser	-
		1 semoir centrifuge pour semis à la volée	24
		1 herse rotative	

ANNEXE IV

CLASSIFICATION DES VARIETES DU RIZ EN FONCTION DE LA DIMENSION DE
LA GRAINE (Source : MRH spécial - ONIC, 1994).

La nouvelle classification européenne est applicable depuis le 1^{er} Septembre 1988. Elle comprend 3 catégories distinguées comme suit (MRH spécial, Vade-mecum 1994/1995) :

- *Grains ronds* :

- . longueur supérieure ou égale à 5.2 mm.
 - . Rapport longueur sur largeur inférieur à 2.
- Exemple : le cigalon.

- *Grains moyens* :

- . Longueur supérieure à 5.2 mm et inférieure à 6 mm
 - . Rapport longueur sur largeur inférieur à 3.
- Exemple : le lido.

- *Grains longs* :- *Grains longs A* :

- . Longueur supérieure à 5.2 mm et inférieure à 6 mm.
 - . Rapport longueur sur largeur inférieure à 3 mm et supérieure à 2 mm.
- Exemple : le koral, l'ariète.

- *Grains longs B* :

- . Longueur supérieure à 6 mm.
 - . Rapport longueur sur largeur supérieure ou égale à 6 mm.
- Exemple : le thaïbonnet.

ANNEXE V. 1

Fichier des règles de l'exploitation GAMMA (1er Partie)

HORAIRE : Normal					
Ouvrier	nb	M/S	semaine	Horaires de Travail	
				samedi	dimanche/j. férié
CL	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	- -	- -
CHL	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	- -	- -
BA	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	- -	- -
GR	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	- -	- -

MATERIEL DE L'EXPLOITATION

Materiel	nb	Materiel	nb	Materiel	nb	Materiel	nb
J90	1	J160	1	S110	1	Scrap_lase	1
Epond_Sem	1	Chisel	1	Charrue	1	Disque	2
Rototiller	1	Herse_rot	1				

SURFACES DE L'EXPLOITATION

Enchaînement	Caractéristiques			Surface ou Quantité			Rendmt
	Culture	Terrain	Autre	S/Q	total	à faire	
Rep_semis		Plat		S	155.0	155.0	
Rep_semis		Bosse		S	50.0	50.0	

ANNEXE V. 2

Fichier des règles de l'exploitation GAMMA (suite)

CHANTIER : Repr_1_2 Famille : Reprise Unité vitesse : ha/j Plage horaire : 08:00 - 17:00 Temps minimum : 2.0 Ouvriers : 2 Matériel : (S110 et Disque) et (J160 et Rototiller)
Caractéristiques
Cultures : Terrains : Autres :
Performances
Si (pluie_défavorable) vitesse = 0 Sinon vitesse = 25
CHANTIER : Reprise Famille : Unité vitesse : ha/j Plage horaire : - Temps minimum : 2.0 Ouvriers : Matériel :
Caractéristiques
Cultures : Terrains : Autres :
Performances
Si (FAIT (Reprise) <= 60) CHANTIER = Repr_1_2 Sinon CHANTIER = Reprise_2
CHANTIER : Reprise_2 Famille : Reprise Unité vitesse : ha/j Plage horaire : 08:00 - 17:00 Temps minimum : 2.0 Ouvriers : 1 Matériel : (J160 et Rototiller)
Caractéristiques
Cultures : Terrains : Autres :
Performances
Si (pluie_défavorable) vitesse = 0 Sinon vitesse = 12
CHANTIER : Semis Famille : Unité vitesse : ha/j Plage horaire : 08:00 - 17:00 Temps minimum : 2.0 Ouvriers : 3 SAUF (CL) Matériel : J90 et Epan_Sem
Caractéristiques
Cultures : Terrains : Autres :
Performances
Si (temp_air_ok) vitesse = 30 Si((J < 15_04) ou (FAIT(M_Eau)<=40)) vitesse = 0

ANNEXE V . 4

Fichier des règles de l'exploitation GAMMA (suite)

ENCHAINEMENT : Rep_semis Culture :
Chantiers à exécuter
Reprise Si (TERRAIN = Bosse) { Nivellemt Chiselage } Si (FAIT (Chiselage) = 50) { Epend_enf } M_Eau Si (temp_air_ok) Semis Sinon ATTENTE

PERIODE : P_1	Horaire : Normal
Chantiers et Enchaînements prioritaires	
Si (Fin (Epend_enf)) HORAIRE = Mise_eau Sinon HORAIRE = Normal Rep_semis (Bosse,Plat)	

INDICATEUR : pluie_défavorable Type d'indicateur : Condition	Type de condition : Vérif. chaque jour
Expression de l'Indicateur	
PLUIE (J) >= 20 OU PLUIE (J-3, J) >= 30	

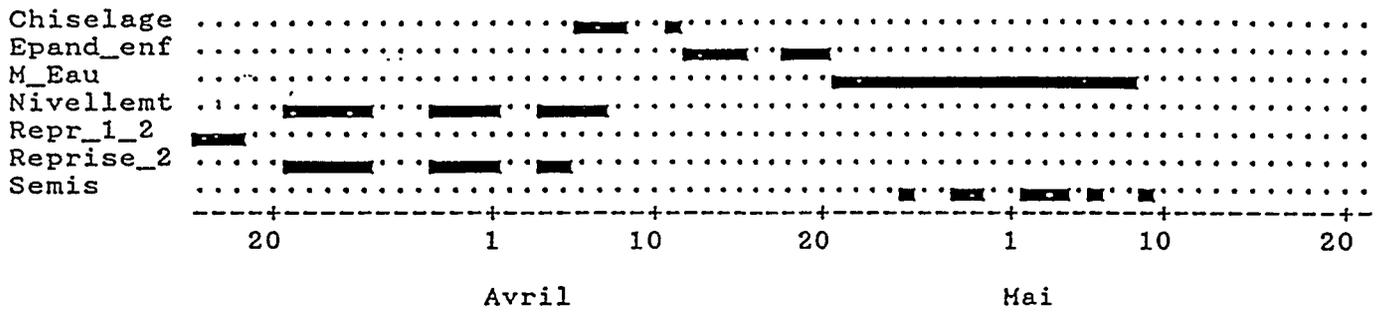
INDICATEUR : temp_air_ok Type d'indicateur : Condition	Type de condition : Vérif. chaque jour
Expression de l'Indicateur	
J >= 15_4 et TMOY (J) >= 13	

HORAIRE : Mise_eau				Horaires de Travail	
Ouvrier	nb	M/S	semaine	samedi	dimanche/j. férié
CL	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00
CHL	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	- -	- -
GR	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	- -	- -
BA	1	matin soir	08:00 - 12:00 13:00 - 17:00	- -	- -

ANNEXE V.5

Résultat de la simulation sur le climat de 1994

Enchain. : Rep_semis 1994



ANNEXE VI

EXPLOITATION DELTA: Données brutes d'organisation des chantiers dans le temps, obtenues par suivi.

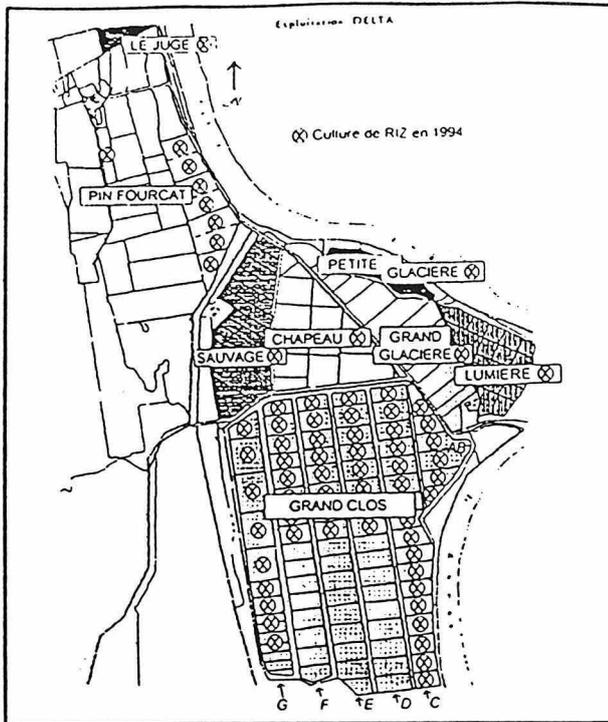
CAMPAGNE 1994 (13 avril au 09 mai)

BLOCS		DATES												
		13	14	15	Samedi		Dimanche		AVRIL				Samedi	
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
I	PIN FOURCAT THAI 20 Hectares	Epan. 1 A D-80cv	Epan. 1 A D-80cv	Enfoui. 1 D F1-185cv Enfoui. 2 H C-130cv	Mise en Eau									
II	LE JUGE THAI 1,75 Hectares	Nivel'mt 1 M F2-105cv		Rototiller D F1-180cv										
III	SAUVAGE ARIETE 25 Hectares	Epan. 1 A D-80cv Enfoui. 1 D F1-185cv	Enfoui. 1 D F1-185cv	Enfoui. 1 D F1-185cv	Mise en Eau									
IV	CHAPEAU Koral 27,5 Hectares					Epan. 1 A D-80cv		Enfoui. 1 D F1-185cv Enfoui. 2 H C-130cv Mise en Eau	Mise en Eau					
V	Grande et petite GLACIERE Koral 37 Hectares		Epan. 1 A D-80cv	Enfoui. 2 H C-130cv Enfoui. 1 D F1-185cv	Enfoui. 2 H C-130cv Enfoui. 1 D F1-185cv Mise en Eau		Mise en Eau							
VI	GRAND CLOS G,F,E,D,C,A,B Koral et Anete 111 Ha		Surfaç'ge M F2-185cv	Surfaç'ge M F2-185cv		Surfaç'ge M F2-185cv	Surfaç'ge M F2-185cv	Surfaç'ge M F2-185cv		Surfaç'ge M F2-185cv				
VI.1	1/2G,F,E,D Anete et Koral					Epan. 1 A D-80cv	Epan. 1 A D-80cv	Enfoui. 1 D F1-185cv	Enfoui. 1 D F1-185cv	Enfoui. 1 D F1-185cv Mise en Eau	Epan. 2 H D-80cv Enfoui. 1 D F1-185cv Enfoui. 2 H C-130cv	Enfoui. 1 D F1-185cv	Enfoui. 1 D F1-185cv	Enfoui. 2 H C-130cv
VI.2	1/2G,C,A,B Koral et Anete													
VI.2.1	A,B					Reprise 1 D F-185cv								
VII	LUMIERE Koral 21 Hectares													
VII.1	LUMIERE S					Reprise 1 D F-185cv	Reprise 1 D F-185cv							
VII.2	LUMIERE N													
AUTRES TRAVAUX														
RIZ														
Transport engrais		F	F				F	F						
Irrigation riz				A							A		A	
Jallonnage							H	H						
Reflection reseau d'irrigation									A,F	A,F,H				
Transport semence														
Divers														
AUTRES CULTURES														
Asperge		H	H	H										
Buttage asperge				F										
Engrais blé										F				
Aide traitement blé														
Irrigation blé														
DIVERS														
Atelier														
Toussme										M			M	
Entretien Mas											H			

LEGENDE

A,D,F,H,M	Code ouvrier
D-80cv etc.	Code tracteur avec puissance
Epan. 1	Epanage d'engrais (suivi par le code de chaîne de travail)
Enfoui. 1	Enfouissement d'engrais (suivi par le code de chaîne de travail)
F. Enfoui. 1	Faux enfouissement d'engrais (suivi par le code de chaîne de travail)
Nivel'mt 1	Nivellement (suivi par le code de chaîne de travail)
Semis 1	Semis (suivi par le code de chaîne de travail)
Surfaç'ge 1	Surfaçage (suivi par le code de chaîne de travail)
Reprise 1	Reprise (suivi par le code de chaîne de travail)
I,II,...	Code bloc. Voir autre schéma
VI.2.1	Code bloc avec code sous-bloc (et sous-sous-bloc). Voir autre schéma
A,B,C,...	Liste, ou partie d'une liste ou groupe de rizières qui constituent le bloc ou sous-bloc etc. Voir autre schéma

Samedi					
25	26	27	28	29	30
				Semis 1 M C-105cv	
			Mise en Eau	Semis 1 M C-105cv	
		Semis 1 M C-105cv	Semis 1 M C-105cv		
			Semis 1 M C-105cv		
	Semis 1 M C-105cv	Semis 1 M C-105cv			

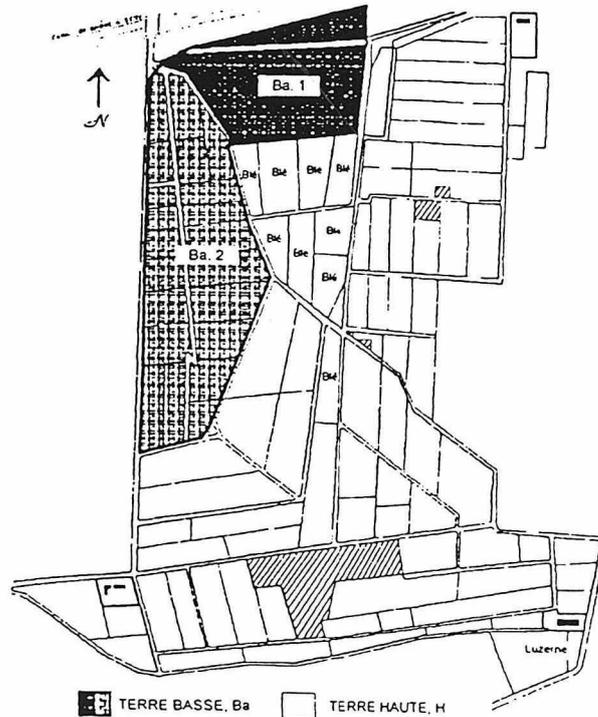


DATES											
MAY											
Dimanche			Samedi						Dimanche		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Semis 1 M C-105cv	Semis 1 M C-105cv			Semis 1 M C-105cv			Semis 1 M C-105cv			Semis 1 M C-105cv
Mise en Eau											
Enfoui. 1 D F1-185cv											
Enfoui. 2 H C-130cv											
F.Enfoui 1 D F1-185cv	F.Enfoui 1 D F1-185cv	F.Enfoui 1 D F1-185cv			Epan. 3 M D-80cv	Epan. 3 M D-80cv					
F.Enfoui 2 H C-130cv	F.Enfoui 2 H C-130cv	F.Enfoui 2 H C-130cv			Mise en Eau	Mise en Eau			Mise en Eau		
			Surfaçage D F2-185cv	Surfaçage D F2-185cv		Epan. 3 M D-80cv	Mise en Eau	Semis 1 M C-105cv			
			Reprise 1 D F-185cv			Mise en Eau					
					F.Enfoui 1 D F1-185cv	F.Enfoui 1 D F1-185cv					

	A	A				A	F	F	A	A		A
						H	A	A	A	A		D,H
A,F	F	F	A,F	A,F		F	F					D,H
			H	H								
							H					
									F	F		F
H							D			D,M,H		

Dimanche						MAI									Samedi		Dimanche	
24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	X X X X X X X																	
	X X X	Semis B J-90cv																
	X X X X X		Mise en Eau			Mise en Eau			Semis B J-90cv	Semis B J-90cv Mise en Eau								
	Mise en Eau X X X X X X	Mise en Eau	Mise en Eau Semis B J-90cv	Mise en Eau Semis B J-90cv	Mise en Eau Semis B J-90cv	Mise en Eau	Mise en Eau	Mise en Eau Semis B J-90cv	Semis B J-90cv			Mise en Eau			Mise en Eau Semis B J-90cv			
		H	H	H	H			H	H	H					H			
	H										H	H						

Exploitation GAMMA



ANNEXE VII

EXPLOITATION GAMMA : Données brutes d'organisation des chantiers dans le temps, obtenues par suivi.

CAMPAGNE 1994 (11 avril au 09 mai)

BLOCS		DATES													
		11	12	13	14	15	Samedi 16	Dimanche 17	18	19	20	21	22	Samedi 23	
		AVRIL													
Ba	TERRE BASSE 53 Hectares	Epan. B I-60cv	Epan. B I-60cv												
		Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv											
		Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv											
Ba.1	Cigalon 17 Hectares													Mise en Eau	
Ba.2	Lido et Ariete 72 Hectares														
H	TERRE HAUTE Thaibonnet, Ariete et Koral 152 Hectares	Epan. B I-60cv	Epan. B I-60cv	Epan. B I-60cv	Epan. B I-60cv				Epan. B I-60cv	Epan. B I-60cv	Epan. B I-60cv	Epan. B I-60cv		Mise en Eau	
		Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv					Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv	Enfoui. 1 C S-110cv		
		Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv					Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv	Enfoui. 2 R J-160cv		
AUTRES TRAVAUX RIZ															
Aide avec semis															
DIVERS															
Entretien mas, chevaux		H	H	H	H	H			H	H	H	H	H		

LEGENDE

- B,C,H,R Code ouvrier
- I-60cv etc. Code tracteur avec puissance
- Epan. Epanchage d'engrais
- Enfoui. 1 Enfouissement d'engrais (suivi par le code de chaine de travail)
- X Aucun travail envisageable au cause de la pluie (sauf mise en eau où notée)
- Ba,H Code bloc (voir autre schema)
- Ba. 1, Ba.2 Code bloc avec sous-bloc (voir autre schema)

ANNEXE VIII

EXPLOITATION BETA : Données brutes d'organisation des chantiers dans le temps, obtenues par suivi.

CAMPAGNE 1994 (12 avril au 19 mai)

BLOC		DATES												
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
		AVRIL												
							Samedi	Dimanche						Samedi
B1	80 Hectares	Herse R. P J-120cv	Herse R. P J-120cv Rot. + Ro. J J-140cv	Rot. + Ro. J J-140cv										
B1.1	Ariete 68,4 Hectares A,B,C,D,E,F, G,H,I,J								Epan. R J-90cv Enfoui. 1 P J-140cv Enfoui. 3 J Fd-125cv	Epan. R J-90cv Enfoui. 1 P J-140cv Enfoui. 3 J Fd-125cv		Roul C. 2 P Fe-140cv Enfoui. 3 J Fd-125cv	Enfoui. 2 J J-140cv	
B1.2	Thaibonnet 17,6 Hectares K,L										Epan. R J-90cv	Epan. R J-90cv		
B1.1.1	Ariete A,B,C,D,E,F, G,H													
B1.1.1.1	Ariete 20 Hectares A,B,G,H													
B1.1.1.2	Ariete 16,3 Hectares I,J													
B2														
B2.1	Koral 44,5 Hectares			Epan. R J-90cv	Epan. R J-90cv Enfoui. 1 P J-140cv	Epan. R J-90cv Enfoui. 1 P J-140cv	Enfoui. 2 J J-140cv				Roul C. 1 J Fd-125cv		Semis R J-90cv	
B2.2	Thaibonnet 20,4 Hectares (resemis sur 12 hectares)										Roul C. 1 J Fd-125cv	Epan. R J-90cv		
AUTRES TRAVAUX RIZ														
Pelle mecanique					J	J								
Jallonnage								P						
Entretien reseau d'eau														
Atelier														
NOTA DIVERS														
Panne tracteur J-120cv				II										
Jour congé							P	J						
Absent										P			P	
Fin contrat ouvrier P														

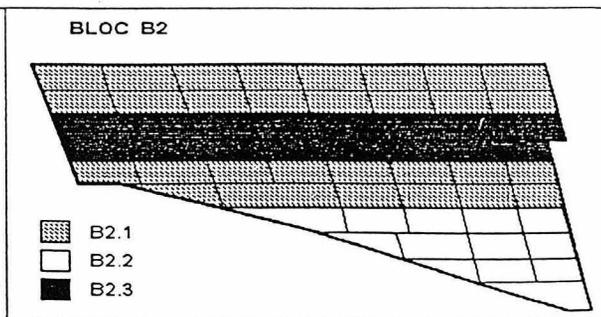
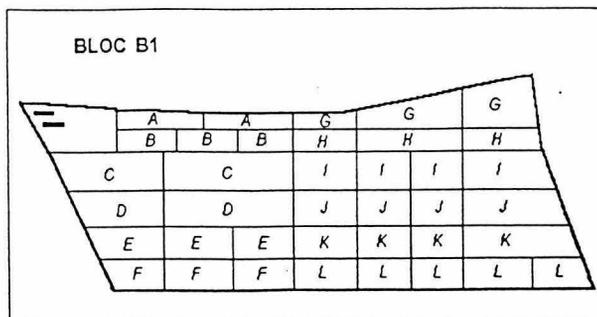
LEGENDE

- J,P,R Code ouvrier
- J-120cv etc. Code tracteur avec puissance
- Epan. Epanage d'engrais
- Enfoui. 1 Enfouissement d'engrais (suivi par le code de chaine de travail)
- Herse R. Herse rotative
- Roul C. 1 Rouleau Cambridge (suivi par le code de chaine de travail)
- Rot. + Ro. Rotolame + rouleau Packer
- B1,B2 Code bloc. Voir autres schemas
- B1.2.1 etc. Code bloc avec code sous-bloc (et sous-sous-bloc). Voir autres schemas
- A,B,C,... Liste, ou partie d'une liste ou groupe de rizières qui constituent le bloc ou sous-bloc etc. Voir autre schema
- X Aucun travail envisageable au cause de la pluie

NOTA Une chaine de travail = même conducteur, même tracteur, même materielle

MAY						MAY										
Dimanche	25	26	27	28	29	Samedi	30	Dimanche	1	2	3	4	5	6	Samedi	7
	X X X X X															
	X X X X X X X		Roul C. 2 P Fe-140cv													
	X X X X X		Enfoui. 2 J J-140cv Roul C. 2 P Fe-140cv					Semis R J-90cv			Mise en Eau	Mise en Eau				
	X X X X X		Semis R J-90cv	Semis R J-90cv	Semis R J-90cv			Semis R J-90cv			Mise en Eau	Mise en Eau				
	X X X X X		Rotolame J J-140cv	Rotolame J J-140cv												
	X X X			Roul C. 3 P Fe-140cv												
	X X X										Rotolame J J-140cv	Semis R J-90cv				Mise en Eau
	X X X X X	Mise en Eau														
	X X X X X				Enfoui. 2 J J-140cv	Enfoui. 2 J J-140cv		Roul C. 3 J J-140cv	Semis R J-90cv							Mise en Eau
		J														
		P			P							J				
										J						
							II									

DATES		MAY												
Dimanche		MAY											Dimanche	
BLOCS		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
B1.1.1.2 (suite)			Mise en Eau	Mise en Eau										
B2.3 (Faux semis)	Cigalon 22,5 Ha.			Herse R. J J-140cv	Herse R. J J-140cv				Herse R. J J-140cv	Herse R. J J-140cv	Roul C. 3 J J-140cv	Mise en Eau	Mise en Eau	
											Semis J J-90cv			



LA GOUTTE D'ENCRE

34 000 MONTPELLIER FRANCE

TEL : 67. 65. 30. 96.