



Institut National de la Recherche Agronomique



UMR SAD-APT



Association Conseil Général
et Chambre d'Agriculture de la Somme

Mémoire de DAA Ingénierie Agronomique, Environnement et Gestion de l'Espace :

Mise au point d'outils d'aide à la gestion concertée des assolements à des fins environnementales : application à l'érosion

présenté par
Marie SILVESTRE

pour l'obtention du **Diplôme d'Ingénieur Agronome**
de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse

Soutenu le 28 septembre 2004



Maître de Stage :
Alexandre JOANNON
INRA UMR SAD-APT

Enseignant Tuteur :
Jean-Claude REVEL
ENSAT

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Alexandre Joannon, pour la qualité de l'encadrement et des conseils fournis tout au long de ce stage.

Un grand merci également à Véronique Souchère, Ingénieur de recherche à l'UMR SAD-APT de Grignon.

Merci à Olivier Ancelin, Ingénieur conseil à SOMEA, et Jérôme Tellier, chargé de mission à SOMEA, pour leur accueil à Amiens et leurs conseils avisés quant aux enquêtes auprès des agriculteurs.

Dans l'ordre chronologique de leur apparition au bureau des stagiaires, thésards, mains d'œuvre occasionnelles et autres CDD du SAD, je tiens à remercier Ward, Julien, Lorène, Pierre, Catherine, Elise et Aude. Leur présence aura été d'une grande aide avec les leçons de grammaires françaises de Ward, les leçons de sociologie de Julien, les stratégies de recrutement d'un informaticien de Lorène, l'art de l'organisation selon un polytechnicien, la bonne humeur communicative de Catherine et d'Elise et les "Petits Lu édition spéciale" d'Aude.

Un dernier merci à toute l'équipe du SAD à Grignon pour la bonne ambiance qu'ils font régner dans les couloirs et les bureaux du bâtiment Eger !

Enfin merci, à Cyril, mon voisin, pour sa présence et son soutien pendant ces six mois et sans qui les soirées et les week-ends passés à Grignon auraient été plus tristes !

Table des matières

SIGLES ET ABBREVIATIONS

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE	3
-------------------------------	---

I. LE CONTEXTE DE L'EROSION EN TERRITOIRE AGRICOLE	4
A. <i>Ruissellement et érosion des sols agricoles</i>	4
1) Mécanismes de l'érosion.....	4
2) Formes d'érosion.....	5
3) Conditions de l'érosion dans les plaines limoneuses du nord de l'Europe.....	6
B. <i>Conséquences du ruissellement et de l'érosion</i>	6
1) Dégâts en territoire agricole	6
2) Dégâts sur le territoire non agricole	7
C. <i>Pratiques agricoles et érosion dans les plaines limoneuses</i>	8
1) Choix des productions.....	8
2) Travail du sol	8
3) Structure du parcellaire et éléments linéaires	8
4) Systèmes de culture.....	9
D. <i>Moyen de luttés et prévention des dommages</i>	9
1) Aménagements hydrauliques	9
2) Pratiques culturales	10
II. COORDINATION SPATIALE DES SYSTEMES DE CULTURES.....	11
A. <i>Marges de manœuvre pour la localisation des cultures</i>	11
B. <i>Système de prévision des cultures</i>	12
III. SYNTHÈSE ET PROBLÉMATIQUE	13

METHODOLOGIE	14
--------------------	----

I. LES MARGES DE MANŒUVRE POUR MODIFIER LA LOCALISATION DES CULTURES	15
A. <i>Constitution des règles de succession culturale</i>	15
1) Données nécessaires.....	15
2) Etablissement des règles.....	15
3) Vérification des règles.....	16
B. <i>Détermination des marges de manœuvre</i>	16
II. LES ENQUÊTES	17
A. <i>Le questionnaire d'enquête</i>	17
B. <i>Les Agriculteurs enquêtés</i>	17
III. ANALYSE DES DONNÉES	18
A. <i>Niveaux d'analyse</i>	18
B. <i>Les bases de données</i>	19
IV. LE BASSIN VERSANT DE CRECY EN PONTHEU DANS LA SOMME	20
A. <i>L'étude réalisée par SOMEA</i>	20
1) Demande faite à SOMEA par la commune de Crécy en Ponthieu	20
2) L'étude du bassin versant.....	21
3) Des aménagements en cours de réalisation	21
4) Mise en place des assolements concertés	21
B. <i>Le bassin versant de Crécy en Ponthieu</i>	22
1) Présentation du bassin versant.....	22
2) L'agriculture dans le bassin versant	24
3) Constitution de l'échantillon enquêté.....	27
CONCLUSION.....	29

RESULTATS ET ANALYSES	30
-----------------------------	----

I. AIRE DES PARCELLES.....	31
A. <i>Analyse globale</i>	31
B. <i>Analyse par agriculteur</i>	32
1) Trois groupes d'agriculteurs.....	32
2) Surface des terres labourables et aires des parcelles.....	33
C. <i>Analyse par culture</i>	34

D.	<i>Analyse par années</i>	34
1)	Fluctuation des superficies des parcelles sur les quatre années	34
2)	Liens avec les soles de certaines cultures ?	35
II.	CHRONOLOGIE DE DECISION DES ASSOLEMENTS ET DE LA LOCALISATION DES CULTURES	36
III.	LES MODELES DE SUCCESSIONS CULTURALES	37
A.	<i>Délais de retour et précédents culturaux</i>	38
1)	Des délais de retour éclatés	38
2)	Des précédents culturaux peu spécifiques	39
3)	Bilan	39
B.	<i>Quatre modèles principaux qui se déclinent selon plusieurs variantes</i>	40
1)	Les motifs élémentaires	40
2)	Les déclinaisons des modèles	41
C.	<i>Validation des modèles établis sur l'année de prévision 2005</i>	43
IV.	DETERMINATION DES MARGES DE MANŒUVRE POUR LA LOCALISATION DES CULTURES	44
A.	<i>Analyses des marges de manœuvre par agriculteur</i>	44
1)	Marges de manœuvre moyennes	44
2)	Marges de manœuvre "relatives"	45
3)	Mise en parallèle des deux types de marge de manœuvre établis	47
B.	<i>Analyse par entité géographique</i>	47
V.	MISE AU POINT D'INDICES ET PERSPECTIVES	50
A.	<i>Indices</i>	50
B.	<i>La place du blé dans les successions culturales</i>	51
C.	<i>Amélioration de la méthode d'enquête</i>	51
	CONCLUSION	52
	DISCUSSION SUR LES ASSOLEMENTS CONCERTES	54
I.	RETOUR SUR LES ASSOLEMENTS CONCERTES DE SOMEA EN 2003	55
A.	<i>La permanence de 2003</i>	55
1)	Date et lieu de la permanence	55
2)	La carte des assolements prévisionnels pour la campagne 2003 – 2004	56
3)	Retour sur la permanence de 2004	57
B.	<i>Propositions d'améliorations de la démarche de consultation des agriculteurs</i>	57
1)	Choix de la période de consultation des agriculteurs	57
2)	Lieu de la permanence et de la mise à disposition de la carte	58
3)	Information des agriculteurs	58
II.	PERCEPTION DES ASSOLEMENTS CONCERTES PAR LES AGRICULTEURS DU BASSIN VERSANT	59
A.	<i>Une concertation déjà en cours entre agriculteurs ?</i>	59
B.	<i>Intérêt des agriculteurs pour la démarche</i>	59
1)	Simple curiosité pour la carte	59
2)	Compréhension de la démarche	60
3)	Le désintéressement de certains	60
C.	<i>Doutes des agriculteurs sur les assolements concertés</i>	60
III.	ACTEURS EXTERIEURS AU BASSIN VERSANT	61
A.	<i>Investissement de SOMEA dans la démarche</i>	61
B.	<i>Industriels et agriculteurs</i>	61
	CONCLUSION	62
	CONCLUSION	63
	BIBLIOGRAPHIE	64
	TABLE DES FIGURES	67
	ANNEXE	68

Sigles et abréviations

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
RUFE : Régulation des Usages d'Espaces Ruraux à des Fins Environnementales
SAU : Surface Agricole Utile
SIG : Système d'Information Géographique
SOMEA : Somme Espace et Agriculture
STH : Surface Toujours en Herbe
STREAM : Sealing and Tillage tranfert by Runoff and Erosion related to Agricultural Management
TCS : Technique Culturelle Simplifiée
UMR SAD-APT : Unité Mixte de Recherche Science de l'Action pour le Développement –
Activité produit Territoire

Dans les figures, il est utilisé les abréviations suivantes :

AV : Avoine
BLE : Blé
BS : Betterave sucrière
CAR : Carottes
CH : Culture d'hiver
CP : Culture de printemps
COLZ : Colza
END : Endives
ESC : Escourgeon
Fra : Fraises
JACH : Jachère
L : Lin
Luz : Luzerne
M : Maïs
Mo : Mouton
Oig : Oignon
OP : Orge de printemps
PDT : Pomme de terre
PP : Prairie Permanente
RG : Ray Grass
SAL : Salsifis
T : Trèfle
TAB : Tabac
TL : Terres labourables
VA : Vache allaitante
VL : Vache Laitière

Introduction

Mon stage de fin d'études s'est déroulé à l'UMR SAD-APT du centre INRA de Grignon au sein de l'équipe RUFÉ (Régulation des Usages d'Espaces Ruraux à des Fins Environnementales). Cette équipe travaille notamment sur les problématiques d'érosion en territoire agricole et leurs applications en Haute-Normandie.

Le ruissellement et l'érosion sont courants en territoire agricole et ont bien souvent des conséquences catastrophiques sur les zones d'habitation. La localisation et l'importance des phénomènes de ruissellement ne sont pas aléatoires, mais dépendent à la fois de caractéristiques naturelles du site et de caractéristiques agraires (Ludwig, 2000). En France, ces problèmes se retrouvent dans les régions montagneuses, principalement à cause des fortes pentes, mais également dans des régions de plaine. Ainsi, le nord de la France est devenu en quelques dizaines d'années une des zones les plus touchées par les coulées boueuses, conséquences directes du ruissellement et de l'érosion. Les diverses solutions envisagées concernent d'une part, la mise en place d'aménagements afin de limiter les dégâts causés par les coulées boueuses et d'autre part, l'action en territoire agricole. C'est de cette dernière dont il est question dans cette étude. L'échelle considérée est celle du bassin versant car celui-ci constitue l'entité spatiale adaptée au processus écologique étudié ici : l'érosion.

Dans le cadre de sa thèse, Alexandre Joannon (2004) s'est penché sur la possibilité de changements de localisation des cultures dans un bassin versant et leurs impacts sur le ruissellement et l'érosion. Il s'est avéré que de tels changements sont possibles et réduisent notablement le ruissellement. Ils sont cependant limités par les contraintes liées aux systèmes de culture ce qui restreint alors les marges de manœuvre des agriculteurs pour d'éventuels changements de localisation de leurs cultures.

De son côté, l'association SOMEA (SOMMe Espace et Agriculture), basée à la Chambre d'Agriculture de la Somme, a engagé des études diagnostics depuis 1994 sur de nombreuses communes situées au sein de bassins versants sensibles aux problèmes d'érosion. Elle s'intéresse notamment à la mise au point d'outils d'aide à la gestion des assolements concertés sur un bassin versant.

Ainsi, les références acquises par l'INRA et les travaux entrepris par SOMEA sont complémentaires. Ils peuvent être confrontés en vue d'une amélioration de la démarche des assolements concertés mise en place par SOMEA sur 18 bassins versant de la Somme à ce jour.

L'objet de ce stage est donc multiple. Le premier est de voir ce que peut apporter la détermination des marges de manœuvre à la mise en place d'une concertation des assolements sur un bassin versant et comment la méthodologie développée par Joannon pourrait être simplifiée. D'autre part, il s'agit de tester cette méthodologie dans un autre contexte que celui où elle a été mise au point et, enfin, de faire un premier bilan de la démarche d'assolement concerté mise en place par SOMEA sur le bassin versant étudié.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet de recherche intitulé "Elaboration et mise en œuvre de dispositifs pour la gestion des territoires générant des coulées boueuses" répondant à l'appel à proposition de recherche "Risque Décision Territoire" lancé en avril 2003. Ce projet vise essentiellement à capitaliser et synthétiser les connaissances acquises sur différents territoires en hiérarchisant et en comparant les démarches. L'objectif est de développer des outils utilisables par les gestionnaires, permettant de caractériser l'aléa "ruissellement érosif" à l'origine des coulées boueuses et d'aider à la prise de décisions techniques et socio-économiques visant à le limiter. Il est coordonné dans sa globalité par l'UMR INRA SAD-APT et les différents partenaires impliqués sont des organismes de recherche (l'INRA, l'Université Louis Pasteur de Strasbourg et l'ESITPA) et des gestionnaires de terrains (l'ARAA, l'AREAS, les chambres d'agriculture de Seine-Maritime et SOMEA).

Ce mémoire est structuré en quatre parties. Dans un premier point, le contexte de l'étude avec la présentation des mécanismes de l'érosion à l'origine de coulées boueuses et autres catastrophes est présenté. Nous regardons les moyens de lutte, les possibilités réelles d'agir au niveau agricole et les solutions déjà mises en place par SOMEA sur des bassins versants de la Somme. La problématique est alors établie sur la base de ces constatations. Le deuxième point aborde la méthodologie suivie, présente les outils utilisés et l'objet de l'étude, un bassin versant de la Somme. La troisième partie se penche sur l'analyse des résultats obtenus et les perspectives qui en ressortent. Enfin la dernière partie étudie la démarche de concertation des agriculteurs mise en place par SOMEA et propose quelques pistes d'amélioration sur la base de l'analyse réalisée.

Analyse bibliographique

Dans cette partie, des éléments de compréhension des phénomènes de ruissellement et d'érosion seront exposés. L'accent sera mis sur ces problématiques dans les plaines loessiques du nord de l'Europe. Des solutions agricoles de ces problèmes seront ensuite détaillées et nous nous attarderons tout particulièrement sur les solutions proposées en matière de réorganisation spatiale des cultures. Nous verrons que des études montrent que cette dernière voie est réalisable tout en tenant compte des contraintes qui s'imposent sur la localisation des cultures et que la mise en place de telles solutions est déjà initiée sur des bassins versants de la Somme.

I. Le contexte de l'érosion en territoire agricole

Afin de déterminer les causes de l'érosion et du ruissellement en territoire agricole puis d'envisager les solutions à dispositions pour limiter ces phénomènes, il est nécessaire de se pencher sur la façon dont l'érosion se déclare sur les sols agricoles.

A. Ruissellement et érosion des sols agricoles

1) Mécanismes de l'érosion

L'érosion des sols se déroule en trois étapes principales qui sont dans l'ordre chronologique le détachement, le transport et la sédimentation.

Le détachement se fait soit par l'impact des gouttes d'eau sur le sol qui dépend de l'érosivité des gouttes de pluie et de la résistance des agrégats, soit par l'action mécanique du ruissellement qui dépend des forces de cisaillement du ruissellement et de la résistance du sol.

Le transport se fait soit par rejaillissement lors de l'impact des gouttes de pluie sur le sol (Peyre, 1982) soit, sur une plus grande distance, par écoulement du ruissellement. On distingue deux types d'écoulement : ceux de sub-surface et ceux de surface suite à un refus d'infiltration à la surface du sol (ruissellement hortonien) ou à un dépassement de la capacité de stockage du sol (ruissellement par saturation du sol).

L'érosion sur petite distance se fait lorsqu'il y a détachement puis transport sous l'effet des gouttes de pluie, c'est ce que l'on appelle l'effet splash. L'érosion sur grande distance correspond au détachement par écoulement du ruissellement suivi du transport.

Le ruissellement seul se produit lorsque la résistance du sol est supérieure aux forces de cisaillement de l'écoulement ou lorsque la stabilité structurale du sol est supérieure à l'érosivité des pluies, il n'y a alors pas d'érosion.

Le ruissellement hortonien est souvent dû au phénomène de battance. Cette croûte se forme en plusieurs étapes (Boiffin, 1984) :

- Au cours de la première phase, les gouttes de pluie désagrègent les agrégats de surface qui sont déplacés par effet splash puis se ressoudent entre eux et constituent sur croûte structurale (stade F1). L'infiltrabilité du sol est alors réduite à 2 à 6 mm/h alors qu'elle était de 30 à 60 mm/h pour le faciès de départ (F0).
- Au cours des pluies suivantes les particules de terre sont mises en suspension puis sédimentent dans les flaques en formant une croûte sédimentaire d'une épaisseur pouvant atteindre plusieurs centimètres (stade F2). L'infiltrabilité du sol tombe à 1 mm/h.

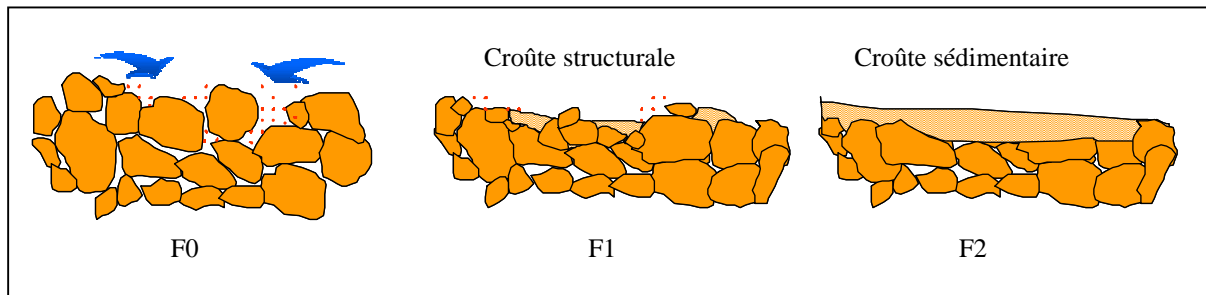


Figure 1: Les différents faciès de dégradation de la surface du sol sous l'action des pluies (d'après Boiffin, 1984)

La sédimentation a lieu lorsque le transport est ralenti par la présence d'un obstacle ou d'une dépression ou encore par une diminution de la pente. Un tri granulométrique s'opère alors et les plus grosses particules sédimentent en premier (Kauark Leite, 1990).

2) Formes d'érosion

L'érosion peut se manifester de plusieurs façons. On peut ainsi en distinguer deux types : l'érosion diffuse et l'érosion linéaire.

- L'érosion diffuse : les particules les plus fines (argileuses) sont entraînées, il s'agit d'un phénomène imperceptible à l'œil nu qui se produit au niveau de la tête des bassins et sur les versants (Auzet, 1990),
- L'érosion linéaire : lorsque le ruissellement se concentre, les forces de cisaillement associées à l'écoulement sont alors supérieures au seuil critique d'incision, l'érosion du sol se produit au passage de l'eau.

D'autres types d'érosion existent selon la situation dans un bassin versant :

- Sur les versants, on trouve une érosion de type rigole / inter-rigole qui est caractérisée par de l'érosion diffuse entre les rigoles et qui ne se produit que lorsque la pente est supérieure à 5%,
- Dans talwegs on trouve de l'érosion concentrée qui ne nécessite ni de pentes supérieures à 5% ni de pluies intenses.

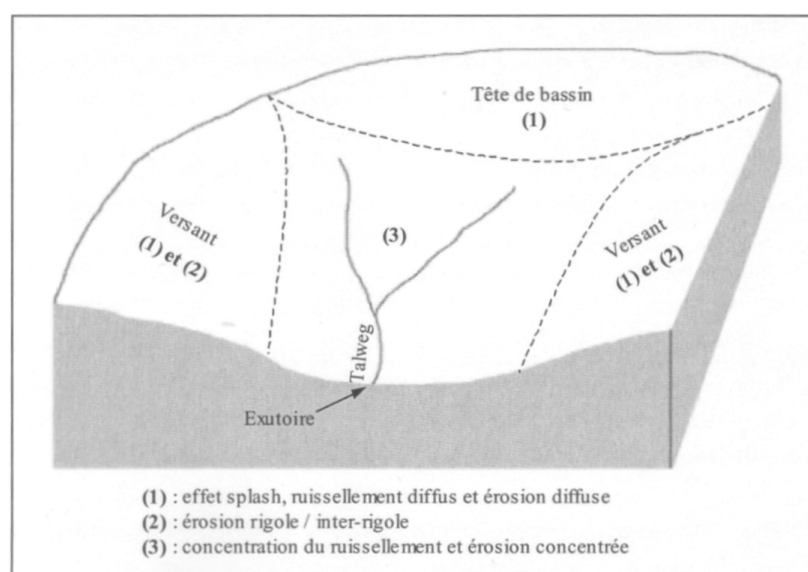


Figure 2 : Organisation spatiale des formes d'érosion dans un bassin versant (Joannon 2004)

3) Conditions de l'érosion dans les plaines limoneuses du nord de l'Europe

La pente est considérée comme le facteur déterminant de l'érosion mais dans les plaines limoneuses du nord de l'Europe, les pentes n'étant pas très marquées, d'autres facteurs jouent sur le ruissellement et l'érosion.

La première condition de l'érosion est la faible capacité d'infiltration ou de stockage dans le sol. Les sols limoneux avec peu de matière organique étant très sensibles à la battance (formation d'une croûte imperméable) ils favorisent l'apparition du ruissellement, même sous des pluies de faible intensité (Le Bissonnais et Gascuel-Oudou, 1998).

Plus le réseau de collecteurs est important, plus le ruissellement est concentré et donc plus il est certain de voir apparaître de l'érosion. Le facteur réseau de concentration du ruissellement est donc important à considérer et il est une des conditions de l'érosion. On observe une concentration rapide et accrue dans des réseaux créés par traces de roues dues aux passages fréquents des engins agricoles (Boiffin et al., 1986 ; Auzet et al., 1998). Ils forment donc une zone privilégiée de concentration du ruissellement. Les territoires du nord de l'Europe, avec la présence de nombreux collecteurs et de grandes parcelles, sont touchés par ces phénomènes.

La texture des sols joue également sur la sensibilité à l'érosion. Les sols limoneux sont particulièrement sensibles à l'érosion due fait de leur faible cohésion et d'un état hydrique généralement saturé. Les sols limoneux loessiques de la ceinture nord de l'Europe sont ainsi particulièrement sensibles au ruissellement et à l'érosion.

On note enfin que la force de cisaillement, dont la valeur est déterminante dans le processus de détachement des particules, est corrélée à la surface contributive au ruissellement à l'amont des collecteurs. En effet plus l'impluvium d'un bassin versant est étendu, plus les volumes d'eau collectés sont importants et donc plus la vitesse de l'écoulement sera élevée.

B. Conséquences du ruissellement et de l'érosion

Ruissellement et érosion des sols causent des dégâts non seulement en territoire agricole mais également sur la voirie et plus généralement en zone urbaine.

1) Dégâts en territoire agricole

(a) Pertes de terre

Sur le territoire agricole une première conséquence de l'érosion est la perte de terre. Cependant les pertes de terre sont comptabilisées à l'exutoire du bassin versant or, plus le territoire du bassin versant est grand, plus les dépôts de sédiments à l'intérieur sont importants donc plus les pertes extérieures sont minimales. Il est donc important de considérer la taille du bassin versant. La quantité de terre perdue par érosion reste modeste. Ainsi, d'après Joannon (2004) et sur la base d'études réalisées sur les sols de la ceinture loessique du nord de l'Europe, les pertes maximales de sol dans un petit bassin versant d'une dizaine d'hectares correspondraient à une épaisseur de 2.6 mm/an. Cette valeur est à comparer avec l'épaisseur des sols. Ainsi elle peut sembler faible pour des épaisseurs de sol de plusieurs mètres comme celles des sols du nord de l'Europe. Mais les sols ne sont pas toujours homogènes et par endroits, les pertes se révèlent significatives. A long terme et quel que soit l'épaisseur du sol, ces pertes de terre ne sont donc pas à négliger.

Les déplacements de terre peuvent également amener au recouvrement des lits de semences, entraînant une perte de récolte.

Enfin il peut y avoir des pertes de produits phytosanitaires ou d'engrais ce qui réduit alors considérablement leur utilité et contribue à la dégradation de la qualité des cours d'eau par leur pollution.

(b) Ravines

L'apparition de ravines est une deuxième conséquence. Les parcelles sont touchées de manière hétérogène par l'érosion. Ainsi les pertes de terres sont plus souvent localisées au niveau des rigoles qui se créent suite aux traces laissées par les tracteurs. Il se forme alors des ravines qui entraînent des gênes à la circulation dans les parcelles avec des risques d'endommagement du matériel et des pertes de récolte si les ravines sont larges. Par ailleurs, les secousses provoquées par le passage des ravines peuvent créer des hétérogénéités dans l'épandage. Enfin, une fois ces ravines en place, elles constituent une zone privilégiée pour le passage des flux de boue et accélèrent alors leur transport.

(c) Création de zones d'accumulation d'eau

La stagnation de l'eau dans des dépressions lorsque les capacités d'infiltration de l'eau sont réduites peut avoir des conséquences néfastes sur l'état sanitaire des parcelles avec le développement de maladies. D'autre part, ces accumulations peuvent entraîner des pertes de cultures par immersion complète des semences ou même des plants qui ne se développent alors pas.

Les dégâts qui surviennent sur le territoire agricole sont en général de faible ampleur et très localisés. Cependant ceux occasionnés sur le territoire non-agricole peuvent créer des dommages considérables.

2) Dégâts sur le territoire non agricole

En dehors du territoire agricole les conséquences du ruissellement et de l'érosion sont, pour la plupart, bien connues. En effet, inondations, coulées boueuses et colmatage des réseaux d'évacuation des eaux pluviales ont un coût considérable pour les collectivités locales et les particuliers.

La pollution des nappes phréatiques, plus insidieuse mais bien réelle, est souvent sous-estimée.

(a) Colmatage des réseaux de collecte en eau, inondations et coulées boueuses

L'érosion des sols entraîne des départs de terre et ces particules viennent alors encombrer progressivement les réseaux de collecte des eaux pluviales ce qui fini par les colmater. Ce problème entraîne déjà un coût pour la collectivité au niveau du nettoyage ou du curage. D'autre part, ce problème limite l'efficacité des ouvrages ce qui est bien souvent à l'origine d'inondations ou de coulées boueuses et de dégâts sur la voirie.

(b) Pollution des eaux et dégradation de la qualité eaux

Les eaux de ruissellement peuvent véhiculer des nutriments, des molécules phytosanitaires et peuvent être aussi à l'origine de pollutions bactériennes (Lecomte, 1999). L'entraînement des particules de terre peut augmenter la turbidité. La qualité des eaux s'en trouve alors significativement altérée.

C. Pratiques agricoles et érosion dans les plaines limoneuses

Certaines pratiques agricoles ont des effets importants sur le ruissellement et l'érosion. A l'échelle de la parcelle, elles contribuent au changement d'état de surface et, en interaction avec le climat, peuvent créer les conditions particulièrement propices au ruissellement et à l'érosion.

1) Choix des productions

Le remplacement des systèmes de polyculture-élevage par des systèmes de grande culture implique une diminution des surfaces toujours en herbe. Or les prairies ont un rôle important car elles réduisent à la fois ruissellement et érosion. Plusieurs études ont ainsi montré que des réductions de surfaces en herbes dans les systèmes de production actuels auraient de graves répercussions quant au volume d'eau ruisselée et de terre érodée (Fullen, 1998 ; Souchère *et al.*, 2003 ; Dubreuil, 2001 ; Jankauskas et Jankauskiene, 2003).

2) Travail du sol

Les sols les plus sensibles à la formation d'une croûte de battance ou à l'érosion sont des sols présentant des agrégats de petites tailles. Les sols travaillés finement en vue d'un semis pour améliorer le contact sol-graine, comme pour un semis de pois, sont alors très sensibles à ces phénomènes. Le travail du sol contribue alors au changement d'état de surface des parcelles. La pratique du binage qui peut permettre de casser la croûte de battance n'est cependant pas toujours bénéfique dans la lutte contre l'érosion. En effet cette opération ameublie le sol et favorise donc les pertes de terre. Ainsi dans les zones sensibles à l'érosion (zones de concentration et de forte pente), la pratique du binage est à proscrire.

Par ailleurs le tassement du sol lié aux passages des tracteurs à l'occasion de chaque travail du sol constitue également un facteur défavorable. En effet, le compactage du sol gêne, à faible profondeur, le drainage et favorise ainsi l'apparition d'un excès d'eau en surface. D'autre part, les traces laissées par les roues constituent des zones de concentration préférentielles du ruissellement. Toutefois, le compactage, en augmentant la cohésion du sol, limite aussi les départs de terres. Mais, comme les forces d'incisions des écoulements sont bien souvent supérieures à celles de la cohésion du sol, l'érosion n'est pas empêchée.

3) Structure du parcellaire et éléments linéaires

Une étude menée par Van Oost *et al.* (2000) a montré qu'une augmentation de la taille des parcelles peut être corrélée avec une augmentation du taux d'érosion évalué par le modèle WATEM (Water and Tillage Erosion Model) qui simule l'érosion par l'eau et par le travail du sol. D'autre part, il apparaît que la pente des parcelles aggrave l'érosion.

Outre la taille des parcelles, leur géométrie est un facteur déterminant de part son influence sur le sens du travail du sol. En effet le sens de ruissellement dépend de plusieurs facteurs : l'orientation et l'intensité de la pente et le sens du travail du sol. Or ce dernier peut parfois agir sur le sens de l'écoulement à l'encontre de la topographie (Souchère *et al.*, 1998 ; Takken *et al.*, 2001a et 2001b). Ce facteur n'est donc pas à négliger, surtout lorsque le travail du sol s'effectue de manière parallèle au sens de la pente ce qui accroît la vitesse de ruissellement et donc le risque d'incision.

4) Systèmes de culture

Chaque parcelle n'est pas cultivée indépendamment des autres parcelles exploitées par un agriculteur. Ainsi, il faut les intégrer dans un système de culture. Selon Sebillotte (1990) un système de culture se définit comme "l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur une portion de territoire traitée de manière identique ; chaque système de culture se caractérise par la nature des cultures et de leur ordre de succession, et par les itinéraires techniques appliqués à chacune de ces cultures".

A chaque instant, on peut caractériser une parcelle par son état de surface. Le climat, les itinéraires techniques et les successions de culture qui sont mis en place sur la parcelle font évoluer cet état de surface (Martin, 1997). L'évolution se fait donc en permanence. Les différentes évolutions possibles de chaque état de surface, appelées trajectoires d'état, génèrent des répartitions dans l'espace différentes. Il se crée alors une mosaïque d'états de surface. Selon les trajectoires d'état prises, les effets sur le ruissellement et l'érosion sont différents. En effet, Souchère *et al.* (2001) montrent que le volume d'eau ruisselé à l'exutoire dépend de l'organisation spatiale des états de surface. Il est montré que le volume ruisselé à l'exutoire, calculé pour des événements pluvieux de 36 mm en 14 h par le modèle de ruissellement STREAM (Sealing and Tillage transfert by Runoff and Erosion related to Agricultural Management, Cerdan, 2001 ; Cerdan *et al.*, 2002), passe du simple au double selon la répartition des états de surface sur un bassin versant de 90 ha. La configuration qui produit le plus de volume à l'exutoire est celle où les 30 % de surfaces ruisselantes sont regroupées au centre du bassin versant. Dans l'autre configuration, les 31 % de surfaces ruisselantes sont réparties sur tout le bassin versant et alternent avec des surfaces infiltrantes. L'organisation spatiale des états de surface peut donc augmenter ou diminuer le ruissellement.

Dans le nord de l'Europe, les systèmes de culture à dominante grande culture font que pendant certaines périodes de l'année, les sols agricoles sont peu ou pas couverts. Cette situation peut devenir critique si elle est combinée à des épisodes de pluies abondantes et des états de surface propices au ruissellement et à l'érosion.

L'évolution des états de surface est donc conditionnée non seulement par les techniques culturales appliquées dans le cadre du système de culture mais également par les conditions climatiques. Du fait de cette évolution des états de surface, certaines périodes de l'année sont plus ou moins sensibles à l'érosion. La période hivernale présente le maximum de risques dans les plaines du nord de l'Europe.

D. Moyen de luttés et prévention des dommages

La lutte contre le ruissellement et l'érosion peut se faire à deux niveaux : au niveau des aménagements du territoire d'une part et au niveau des pratiques culturales d'autre part.

1) Aménagements hydrauliques

Ces aménagements ne permettent pas d'éviter les phénomènes de ruissellement et d'érosion mais ils permettent de limiter les dégâts causés. Ainsi des fossés ou des talus peuvent être créés pour canaliser les eaux de ruissellement. Les mares en amont ou aval des parcelles retiennent ces eaux de ruissellement.

Certaines parcelles de prairies permanentes peuvent être mises en zone inondable et recueilleront ainsi les eaux en faisant office de bassin de rétention temporaire.

L'aménagement de buses est également envisageable pour éviter que les eaux de ruissellement traversent les routes.

Cependant tous ces aménagements ont un coût, généralement supporté par les collectivités locales. La tendance est alors à la sous-estimation des besoins pour en réduire le coût. Ainsi les bassins de rétention, mares ou autres ouvrages sont souvent de dimension trop petite pour recueillir les eaux de ruissellement et éviter des inondations. Ils sont calibrés par rapport à un événement pluviométrique de retour décennal. D'autre part, le coût de nettoyage des ouvrages de rétention fait qu'ils ne sont bien souvent pas entretenus assez régulièrement et notamment pour les petits ouvrages chez les agriculteurs.

D'autres aménagements comme la création de bandes tassées ou de bandes enherbées au niveau des zones de concentration du ruissellement sont envisageables. Les bandes tassées permettent alors de limiter l'érosion des sols en les compactant et donc en augmentant de manière artificielle leur cohésion (Ouvry, 1989 ; Pôle de Compétence Sol et Eau de Haute-Normandie, 1998a). Les bandes enherbées permettent d'infiltrer une partie du ruissellement mais également de piéger des sédiments lorsque que le flux d'eau n'est pas trop fort (Van Dijk *et al.*, 1996a).

2) Pratiques culturales

Certaines pratiques culturales peuvent aider à limiter ces risques.

(a) *Assolement et parcellaire*

Comme il a été vu précédemment, la localisation des cultures dans un bassin versant joue un rôle sur le ruissellement et l'érosion. Des études ont montré qu'un réarrangement des cultures sur un bassin versant en tenant compte des contraintes qui s'imposent aux exploitations sont possibles. Selon le but rechercher, différents types de configurations sont possibles : surfaces ruisselantes en amont ou en aval du bassin versant. Papy et Boiffin (1998), Martin (1998) et Joannon (2004) montrent que le réarrangement spatial des cultures peut se faire : en évitant que les surfaces ruisselantes se trouvent en amont de surfaces récemment travaillées, ceci pour limiter l'érosion concentrée ; inversement, en positionnant les surfaces ruisselantes en amont de surfaces infiltrantes pour limiter le ruissellement.

(b) *Travail du sol*

Le travail du sol influe directement sur le stockage de l'eau en surface ainsi que sur l'infiltrabilité du sol. Les opérations techniques ont donc une influence non négligeable sur la formation et le volume du ruissellement. Les techniques culturales simplifiées (TCS) sont alors souvent présentées comme étant "LA" solution idéale. Cependant ce terme désigne un vaste panel d'opérations techniques allant du semis direct à des semis précédés de plusieurs opérations de travail du sol à différentes profondeurs. Le seul point commun est la pratique du non-labour.

Cependant les TCS peuvent également accroître le ruissellement et engendrer de l'érosion linéaire. La réduction de l'érosion dans le cadre des TCS serait principalement due à la pratique du mulch et donc à la présence d'un couvert végétal plutôt qu'au non travail du sol qui, au contraire, en amenuisant la rugosité de surface et en augmentant la compacité du sol, tendrait à provoquer un surplus de ruissellement. De nombreux auteurs ont fait cette constatation (Poesen et Govers, 1990 ; Boiffin et Monnier, 1994 ; Richard *et al.*, 2001).

(c) *Gestion des intercultures*

Entre deux cultures de printemps sur une même parcelle, les sols sont classiquement laissés à nu et non travaillés. Ces surfaces sont alors très propices à la formation de croûtes de battance. Ces surfaces peuvent alors soit être implantées par une culture telle que la moutarde soit travaillées pour recréer une porosité de surface propice à l'infiltration.

La mise en place d'un couvert végétal pendant l'hiver, entre deux cultures de printemps, est bien souvent préconisée. En effet, cela permet le développement d'un couvert végétal qui aura pour effet de réduire le ruissellement. Cependant, il faut que la culture intermédiaire soit implantée assez tôt pour permettre le développement d'un couvert végétal suffisant avant que la croûte de battance ne se forme et alimente le ruissellement (Martin *et al.*, 1997). L'implantation d'un couvert végétal pendant les périodes d'interculture permet donc de maîtriser l'érosion diffuse et le ruissellement. Seulement la destruction de ce couvert végétal par des herbicides pose des problèmes de pollution par les produits phytosanitaires. Selon le contexte général de pollution du bassin versant, ce dernier problème peut rendre l'implantation d'un couvert végétal en interculture peu recommandable.

Le travail du sol, s'il est réalisé en conditions sèches, permet de limiter efficacement le ruissellement (Martin, 1999). Cependant, Martin (1999) montre que le travail du sol en interculture crée de l'érosion diffuse.

(d) Amendements

Des amendements de matière organique et des amendements calcaires peuvent améliorer la stabilité structurale des sols lorsque leurs teneurs en sont faibles.

La faiblesse des apports en calcium ainsi que de faibles restitutions en matière organique sont des facteurs aggravant l'érosion. Il est alors préconisé d'utiliser des amendements calcaires ainsi que des engrais verts pour lutter contre l'érosion (Derancourt, 1982, 1987). C'est également pour cela qu'il est recommandé de ne pas exporter les pailles des céréales.

Que ce soit au niveau des aménagements hydrauliques ou au niveau des pratiques culturales, il semble évident que chaque moyen ne se suffit pas à lui seul pour lutter efficacement contre le ruissellement et l'érosion. Un couplage des deux moyens est donc indispensable. En effet, les changements de pratiques agricoles aide à limiter l'érosion diffuse et surtout l'érosion concentrée par le biais du ruissellement mais ils ont des effets parfois antagonistes et il semble difficile de limiter les deux phénomènes par une seule méthode. Par ailleurs ils ont un effet limité en cas d'événement pluvieux exceptionnel. Les aménagements hydrauliques, lorsqu'ils sont bien dimensionnés, permettent de limiter les dégâts dans ce genre de situation exceptionnelle.

II. Coordination spatiale des systèmes de cultures

A. Marges de manœuvre pour la localisation des cultures

Dans sa thèse, Joannon (2004) montre que la coordination spatiale des systèmes de culture peut aboutir à une diminution du ruissellement. Le changement de localisation des cultures et des pratiques culturales peut diminuer de manière significative le volume d'eau à l'exutoire et donc diminuer les phénomènes de ruissellement et érosion concentrée. Ainsi en simulant ces modifications de système de culture sur le bassin versant de Bourville (Haute-Normandie), le modèle de ruissellement STREAM, donne jusqu'à 31 % de réduction du volume du ruissellement à l'exutoire entre des configurations extrêmes pour l'hiver 2001-2002. D'autre part, les simulations montrent qu'il n'y a pas d'augmentation du ruissellement au printemps et à l'hiver suivant.

La méthodologie suivie pour mener à bien cette étude commence par la détermination des marges de manœuvre des agriculteurs pour le changement de localisation de leurs cultures. Elles ont été déterminées en tenant compte des contraintes qui s'imposent aux agriculteurs. Il s'agit alors de contraintes d'organisation du travail et des contraintes qui jouent sur la localisation des cultures sur le parcellaire de l'exploitation. Ces marges de manœuvre ont ensuite permis de construire différents scénarii de répartition des cultures au sein du bassin versant. Les scénarii ainsi établis ont enfin été testé par le modèle de ruissellement STREAM.

Cette étude a permis de jeter les bases d'une méthodologie de recherche de modification des systèmes de culture afin de limiter le ruissellement et l'érosion au sein d'un bassin versant. Il est très clairement mis en lumière que la détermination des marges de manœuvre nécessiterait d'être automatisée un minimum pour pouvoir alléger cette étape coûteuse en temps et faciliter l'appropriation de la méthode par des conseillers, par exemple.

L'une des perspectives était d'appliquer la méthodologie de recherche des marges de manœuvre dans des contextes agricoles différents. En effet, la méthodologie a été appliquée à des systèmes de culture bien déterminés, ceux du Pays de Caux. Bien que les résultats obtenus intéressent directement les bassins versant voisins de celui de Bourville, il est nécessaire de confronter la méthode à d'autres situations.

Enfin, les scénarii de localisation des cultures les plus intéressants en terme de limitation du ruissellement n'ont pas été proposés aux agriculteurs. La démarche de concertation des agriculteurs n'est pas encore envisagée. Il serait alors intéressant, dans un premier temps, de confronter les agriculteurs aux propositions de localisation des cultures pour une année à venir. Cela constituerait alors un premier pas vers les assolements concertés. Cela serait également un moyen d'évaluer le suivi que les assolements concertés pourraient avoir et l'importance que les agriculteurs donnent à ce moyen de lutte contre le ruissellement et l'érosion.

B. Système de prévision des cultures

L'association SOMEA (SOMme Espace et Agronomie), basée à la chambre d'agriculture de la Somme, a commencé à mettre en place des assolements concertés dans le but de limiter le ruissellement et l'érosion en territoire agricole. Cette démarche est alors couplée avec la construction d'aménagements hydrauliques sur plusieurs bassins versants de la Somme.

Cependant, SOMEA est encore au stade de la mise en place d'une démarche qui se révèle alors très coûteuse en temps. Elle demande un investissement certains des agriculteurs. Elle se caractérise, pour le moment, par la mise en place un système d'affichage des prévisions de cultures des agriculteurs. Ces prévisions sont renseignées par les agriculteurs de manière volontaire. Les agriculteurs sont ensuite informés de ces prévisions mais il n'y a pas de concertation afin de gérer des modifications de localisation des cultures sur un bassin versant.

Par ailleurs, SOMEA se retrouve directement confronté aux problèmes d'intégrations des agriculteurs dans la démarche, d'autant plus que le système qu'ils mettent en place est basé sur la volonté des agriculteurs à y participer.

La méthode utilisée dans le cadre de la mise en place d'aménagements hydrauliques pourrait être reportée sur les assolements concertés. En effet, à partir de propositions d'aménagements élaborées de manière globale sur tout le bassin versant, les conseillers de SOMEA vont consulter les exploitants et propriétaires concernés afin de déterminer quels aménagements ils seraient prêts à mettre en place. Ensuite, sur la base des accords de principes obtenus, SOMEA

vérifie la cohérence des propositions retenues entre elles et, à l'occasion d'une nouvelle visite, confirme définitivement la mise en place d'aménagements. Cependant le temps consacré demande de grandes disponibilités de la part des agriculteurs et de SOMEA. La mise en place d'assolements concertés nécessiterait d'autant plus de temps que la phase préalable de détermination des marges de manœuvre est déjà en elle-même fastidieuse. Des outils d'aide pour la mise en place des assolements concertés seraient alors bienvenus.

III. Synthèse et problématique

L'érosion linéaire des sols agricoles de la ceinture loessique nord de l'Europe est bien souvent à l'origine de graves dégâts causés en territoire agricole comme en zones urbaines ou sur la voirie. Cette érosion linéaire résulte des écoulements d'eaux de ruissellement de l'amont des bassins versants. L'échelle d'analyse à considérer est donc l'unité hydrographique que constitue le bassin versant. Les pratiques mises en cause dans ce phénomène ainsi que les moyens de luttés indiquent clairement que des aménagements hydrauliques ne suffisent pas à régler le problème ni à empêcher les dégâts en zone urbaine ou sur la voirie. En outre, la mise en place d'aménagements hydrauliques, en plus d'être coûteuse et de nécessiter un entretien permanent, ne permet pas vraiment de limiter les dégâts constatés en territoire agricoles. Il semble donc judicieux de s'intéresser aux moyens de lutte au niveau des pratiques agricoles.

Dans les moyens de lutte, les modifications des systèmes de culture à l'échelle du bassin versant se sont révélées efficaces. D'autre part, il a été montré dans le travail de thèse de Joannon (2004) que, sur le bassin versant de Bourville (Pays de Caux) des modifications des systèmes de cultures sont possibles. Ces modifications concernent alors la localisation des cultures sur le bassin versant mais également les itinéraires techniques des cultures. La nouveauté de cette étude est qu'elle prend en compte les contraintes qui s'imposent aux exploitations agricoles ce qui permet de vérifier que des marges de manœuvre existent, rendant alors les modifications possibles. L'application de cette méthodologie à d'autres bassins versants, dans des contextes agricoles différents est maintenant envisagée.

Une association de la chambre d'agriculture de la Somme, SOMEA, met actuellement en place des assolements concertés dans le but de limiter le ruissellement et l'érosion qui touchent les bassins versants de la Somme. Cette démarche se penche donc uniquement sur les modifications de la localisation des cultures au sein d'un bassin versant. Cependant les assolements concertés sont encore à l'état d'ébauche. Il est alors nécessaire d'améliorer et d'engager une réflexion sur les assolements concertés ébauchés par SOMEA.

Cette étude s'intéresse donc à la mise au point d'outils d'aide à la mise en place des assolements concertés sur un bassin versant afin de limiter le ruissellement et l'érosion en partant de la méthodologie de détermination des marges de manœuvre développée par Joannon (2004). En partenariat avec SOMEA, cette étude se focalisera donc sur la localisation des cultures dans un bassin versant plutôt que sur les opérations techniques des cultures. L'objectif principal sera alors de développer une méthode d'évaluation des marges de manœuvre pour la mise en place d'un assolement concerté mais également de fournir des éléments pour faciliter l'évaluation des marges de manœuvre. Un autre objectif est d'évaluer s'il y a des marges de manœuvre avec d'autres systèmes de culture que ceux du bassin versant de Bourville. D'autre part, à la suite du travail de SOMEA, une première évaluation, du point de vue des agriculteurs, du suivi des consultations mises en place pour la campagne 2003-2004 sera faite.

Méthodologie

Plusieurs étapes de dessinent dans la mise au point d'outils d'aide à la mise en place des assolements concertés. Cet objectif se réalise en se basant sur la détermination des marges de manœuvre et sera directement appliqué à un bassin versant de la Somme, objet de l'étude.

I. Les marges de manœuvre pour modifier la localisation des cultures

La détermination des marges de manœuvre nécessite d'avoir, au préalable, recueilli un certain nombre de données. La première étape consiste en la formalisation des règles de succession culturale appliquées par chaque agriculteur. Ensuite ces règles devront être vérifiées pour tester leur validité. Et enfin elles seront appliquées à chaque parcelle afin de déterminer les marges de manœuvre.

A. Constitution des règles de succession culturale

1) Données nécessaires

Les règles de succession culturale sont établies pour chaque agriculteur de manière indépendante. Elles sont établies si possible pour chaque bloc de parcelles qui sont l'ensemble des parcelles où les mêmes successions sont appliquées (Aubry *et al.*, 1998). Deux sets de données sont indispensables à l'établissement de celles-ci. Il s'agit des délais de retour et des précédents de chaque culture. Ces données sont les règles que l'agriculteur dit appliquer. L'assolement global avec le détail des surfaces occupées par chaque culture sera également nécessaire.

D'autre part, d'autres données concernant les contraintes spatiales liées aux cultures sont nécessaires. Elles permettent alors de définir les zones cultivables de chaque culture sur le parcellaire de l'agriculteur. Les contraintes correspondent à des types de sol, des superficies de parcelles, des situations géographiques ou encore des états sanitaires incompatibles avec certaines cultures.

A partir de toutes ces données il est alors possible de construire les règles de succession culturale des agriculteurs.

2) Etablissement des règles

Les règles de succession culturale sont établies pour chaque agriculteur et de manière indépendante. Pour chaque bloc de cultures la règle est établie et tient compte de toutes les contraintes spatiales qui s'y appliquent. Les règles peuvent être de plusieurs types. Ainsi, on peut rencontrer des rotations, qui correspondent à des enchaînements de cultures précises sur une parcelle, des rotations cadres (Maxime *et al.*, 1997) qui sont des successions construites à partir d'une culture pivot et dont les autres cultures peuvent changer. Il peut également se dessiner, pour un même agriculteur, plusieurs modèles qu'il applique de manière générale sur toutes ses parcelles. Les successions identifiées seront alors appliquées sous la forme de motifs, l'agriculteur passant d'un modèle à l'autre. Ce dernier mode de fonctionnement devrait ainsi donner des marges de manœuvre plus importantes que pour des modèles très rigides comme une rotation ou une rotation cadre

3) Vérification des règles

Les règles établies sont ensuite vérifiées sur une année. L'année choisie est l'année de prévision 2005 qui aura été renseignée par les agriculteurs au préalable. Une deuxième année de vérification est prévue, l'année 2004, afin de palier au manque de données dans le cas d'agriculteurs n'ayant pas pu renseigner ses prévisions sur l'année 2005. Les modèles de successions établis sont appliqués sur l'année test. Les résultats peuvent être de deux types : soit une seule culture est alors possible soit un choix de plusieurs cultures se présente. Les résultats sont alors comparés aux données renseignées sur l'année test. La situation où la culture donnée de l'année test ne figure pas parmi le choix ou n'est pas la culture que les modèles avaient prédit est considérée comme une erreur.

L'établissement des règles de succession culturale permet alors de déterminer, pour chaque parcelle, en tenant compte de toutes les contraintes qui s'y appliquent, les cultures qui seraient possible d'implanter une année donnée. Ces possibilités de cultures permettent alors de déterminer les marges de manœuvre au niveau de chaque parcelle.

B. Détermination des marges de manœuvre

Les marges de manœuvre peuvent être déterminées de plusieurs façons différentes selon ce que l'on cherche à mettre en évidence. Il est en effet possible de déterminer deux types de marge de manœuvre : le premier type s'intéresse simplement au nombre de cultures possibles et le deuxième regarde les types de cultures possibles vis-à-vis des risques de ruissellement.

- Le premier type consiste donc en un comptage du nombre de cultures que le modèle de succession culturale propose. Des catégories de marge de manœuvre se déterminent en fonction de leur valeur. Une valeur de 1 sera associée à un niveau de marge de manœuvre nul. Ensuite, plus les valeurs seront élevées, plus les niveaux de marge de manœuvre le seront. Ces niveaux de marge de manœuvre permettent de comparer les agriculteurs entre eux mais ne permettent pas réellement de juger du niveau d'exigence de chaque agriculteur. En effet, ils sont basés sur nombre de cultures que chaque agriculteur peut implanter sur chacune de ses parcelles en 2005. Or un agriculteur possédant plus de cultures aura potentiellement un choix plus grand et donc des marges de manœuvres plus grandes. Pour juger du niveau d'exigence des agriculteurs puis les comparer les uns aux autres en confrontant ces niveaux aux successions culturales, il est alors plus pertinent de calculer des "marges de manœuvre relatives", c'est-à-dire :
nombre de cultures possibles sur la parcelle / nombre de cultures total de l'agriculteur
- Le deuxième type de marge de manœuvre sera directement en lien avec les risques de ruissellement et d'érosion associés à chacune des cultures. Des niveaux peuvent être déterminés. Ces niveaux permettront de mieux mettre en évidence les agriculteurs qui ont les moyens d'agir pour limiter le ruissellement sur les parcelles par des changements de localisation de leurs cultures.

Quel que soit le type considéré, les marges de manœuvre surestimeront toujours les marges de manœuvre réelles. En effet, la contrainte de l'assolement n'est pas considérée. Par exemple, une culture dont la sole est inférieure à la superficie d'une parcelle mais qui ne présente pas d'autres contraintes pour sa localisation sur cette parcelle sera comptabilisée dans les marges de manœuvre. Sans envisager de changements dans l'assolement, l'agriculteur se verrait alors dans l'obligation de re-découper sa parcelle. Cette donnée est alors signalée mais elle n'est pas prise en compte dans le calcul.

La construction des règles de successions culturales, étape indispensable pour des marges de manœuvre, nécessite donc un certain nombre de données. Des enquêtes chez les agriculteurs ont permis de les rassembler.

II. Les enquêtes

Les enquêtes commencent par la préparation du questionnaire qui sera la base de l'enquête mais il faut également déterminer à qui va s'adresser le questionnaire.

A. Le questionnaire d'enquête

Le questionnaire se base sur plusieurs modèles de questionnaire et notamment celui utilisé par Alexandre Joannon pour ses propres enquêtes au cours de sa thèse.

Une seule enquête a été suffisante pour recueillir toutes les informations.

Il est constitué en quatre parties (voir Annexe)

- La première partie concerne **les renseignements généraux** de l'exploitation : le nom de l'exploitation, l'adresse, le type juridique ainsi que des informations telles que la SAU, la STH et la main d'œuvre. Cette partie a principalement pour but d'introduire l'enquête mais aussi de cerner le contexte dans lequel l'activité est exercée.
- Une deuxième partie est consacrée aux **productions de l'exploitation** : le type d'élevage, s'il y en a un ainsi que les effectifs annuels moyens, la liste des productions végétales avec leur sole moyenne de ces dernières années et la tendance pour les années à venir. Des informations plus précises sont demandées au sujet des cultures : les rendements moyens ainsi que les dates de semis et de récolte. Les rendements permettent de donner une indication de l'importance relative de chaque culture ou du moins permet d'introduire ce sujet, souvent en lien avec la sole de la culture concernée. Les dates de semis et de récolte peuvent mettre en lumière des successions impossibles du fait des dates de récolte et de semis incompatibles entre un précédent et sa culture. Enfin, au vu des cultures présentes dans l'assolement, il est demandé pourquoi d'autres cultures, communes dans la région, ne sont pas utilisées. Des informations sur la pratique de cultures intermédiaires ainsi que sur le type de jachère cultivée figurent également dans cette partie du questionnaire.
- La troisième partie se focalise sur **les cultures et les successions culturales**. Les contraintes agronomiques (délai de retour et précédents) et de zone cultivable qui s'appliquent sur chaque culture sont détaillées. A partir de ces contraintes, les successions culturales appliquées par l'agriculteur se dessinent. La localisation des parcelles sur le bassin versant et la petite région agricole vient ensuite ainsi que l'historique des assolements. La prévision pour l'année 2005 est alors renseignée dans le tableau de l'historique de l'assolement. Les contraintes liées spécifiquement aux parcelles (situation géographique, taille, type de sol, etc.) figurent également dans ce tableau. De ce tableau se dégagent alors les différents blocs de culture de l'exploitation. Une chronologie de décision des assolements est demandée afin de déterminer dans quel ordre la localisation des cultures est décidée. Ceci permet en outre de mettre en évidence d'autre type de contraintes qui agissent directement sur la construction des assolements.

Enfin, cette troisième partie se termine sur des questions à propos de la démarche d'assolements concertés : les périodes les plus adaptées à une consultation, la manière d'organiser la consultation ainsi que des questions plus globales sur l'intérêt porté à une telle démarche.

- La quatrième et dernière partie se concentre uniquement sur la gestion par l'agriculteur **des problèmes de ruissellement et d'érosion rencontrés** sur ses parcelles qui font différents types dégâts ainsi que les moyens mis en œuvre par l'agriculteur pour résoudre ces problèmes. Il pourra être également discuté des solutions que l'agriculteur juge inefficaces. Cette partie permet alors de discerner la place que les agriculteurs font à des solutions telles que les assolements concertés dans la lutte contre le ruissellement et l'érosion.

B. Les Agriculteurs enquêtés

Le nombre d'agriculteurs qui exploite un bassin versant est bien souvent très élevé. Certains agriculteurs n'exploitent que quelques parcelles dans le bassin versant et ne représentent alors pas une assez grande surface pour jouer un rôle significatif vis-à-vis du ruissellement ou de l'érosion. Cependant il se peut que les quelques parcelles exploitées se situent dans un secteur critique vis-à-vis de l'érosion.

Il est possible de fixer un pourcentage minimal de surface de terres labourable à renseigner mais il faut donc bien veiller à ne pas exclure des parcelles et donc des agriculteurs ayant un rôle critique.

D'autre part, pour des bassins versants présentant un parcellaire très découpé dans le sens où de trop nombreux agriculteurs l'exploitent, il est parfois difficile d'atteindre une valeur seuil fixée. Dans ces cas, il est judicieux de s'intéresser à des unités hydrologiques de plus petites tailles : les sous bassins versants.

Le nombre d'agriculteurs à enquêter peut également être un moyen de limiter le nombre d'enquêtes. Mais le choix de ce nombre revient finalement à choisir une surface minimale à enquêter tout en incluant les parcelles les plus touchées par des problèmes d'érosion.

Les données recueillies par les enquêtes sont ensuite analysées afin de déterminer les marges de manœuvre.

III. Analyse des données

L'analyse des données se fait tout d'abord à plusieurs niveaux selon les facteurs considérés. Chaque niveau d'analyse apporte alors des informations différentes. D'autre part, cette multitude d'analyses différentes fait que les données doivent être structurées de telle sorte que leur analyse en soit facilitée : la constitution de bases de données est donc indispensable.

A. Niveaux d'analyse

Quatre grands niveaux d'analyse sont à distinguer : les analyses par agriculteurs, les analyse par culture, les analyses par sous bassin versant et les analyses par années :

- Les analyses par agriculteurs apportent des informations quant aux règles de successions culturales. Elles permettent également de regrouper les agriculteurs entre eux, selon des types d'exploitation rencontrés.
- Les analyses par cultures sont nécessaires pour pouvoir mettre en place des indices. La présence de cultures et leur importance relative dans l'assolement de chaque agriculteur sont des éléments d'information très simples à obtenir. Elles donnent des informations quant au niveau d'exigence de chaque agriculteur vis-à-vis de chaque culture.
- Les analyses par sous bassin versant ont leur intérêt au niveau des phénomènes de ruissellement et d'érosion. En effet le bassin versant est une entité géographique dont les délimitations sont définies par le sens des écoulements des eaux ruisselantes. Ce niveau d'analyse sera donc indispensable afin de juger sur le territoire de l'ampleur des risques ou des conséquences.
- Un dernier niveau d'analyse, moins utilisé, est l'analyse par année considérée. Ce niveau se révèle intéressant pour étudier les facteurs qui fluctuent d'une année selon les années. Il s'agit là principalement de la sole de chaque culture

Enfin, tous ces niveaux d'analyse peuvent être croisés entre eux, ce qui fournit une multitude de champs d'analyse possibles.

De ces différents types d'analyse, pourra alors ressortir des indices dans le but de faciliter la détermination des marges de manœuvre ou plus globalement pour mettre en évidence des situations à risques vis-à-vis du ruissellement et de l'érosion.

B. Les bases de données

La constitution de bases de données a deux objectifs principaux : le stockage des données en vue de multiples analyses ainsi que la production de cartes afin de mieux visualiser les résultats et de rendre les enquêtes plus accessibles aux agriculteurs.

Pour pouvoir représenter spatialement les résultats mais également pour pouvoir faciliter le travail d'enquête par la création de cartes détaillées, une base de données sous le logiciel de SIG Arcview 3.2 a donc été utilisée, celle établie par SOMEA que nous avons complétée.

Chaque enregistrement de la base de données correspond à la plus petite entité cultivée. C'est-à-dire qu'une parcelle cultivée en un bloc une année n et re-découpée en deux blocs l'année suivante sera rentrée en deux enregistrements correspondant aux re-découpages observés à l'année $n+1$. L'utilisation d'Arcview a permis de calculer de manière exacte les surfaces de chaque parcelle et de leur re-découpage.

Cette base de données permet donc la représentation spatiale des éléments d'informations relatifs à chaque parcelle. Cependant, l'appartenance à une même parcelle est difficile à mettre en place au sein d'une telle base de données. D'autre part, les analyses selon les différents niveaux cités précédemment et leurs combinaisons sont rendues difficiles sous ce logiciel. Une autre base de données sous Access a ainsi été créée.

Cette base de données sous Access permet alors de simplifier et de rendre les analyses des données plus rapides. Elle a été organisée différemment de celle constituée sous Arcview mais utilise les mêmes informations de base. Chaque niveau d'analyse se traduit par une table différente. Les tables sont ensuite mises en relation les unes aux autres. Par exemple, une table

a été créée pour lister les agriculteurs présents dans le bassin versant, une autre pour lister toutes les cultures possibles. Ces deux tables sont ensuite mises en relation de telle sorte que chaque agriculteur enregistré est relié aux cultures qu'il possède et chaque lien détermine la sole de la culture considérée.

Ce "jonglage" entre deux bases de données aurait certainement pu être évité mais les connaissances et les outils à disposition ne permettait pas de regrouper le tout sous une même base de données.

Après avoir vu la méthodologie de détermination des marges de manœuvre et comment des indices pourront être développés, il semble judicieux d'introduire ici l'objet de l'étude : le bassin versant de Crécy en Ponthieu dans la Somme.

IV. Le bassin versant de Crécy en Ponthieu dans la Somme

L'objet recherché sur lequel la méthodologie va être appliquée est un bassin versant qui présenterait les caractéristiques suivantes :

- Une sensibilité marquée face aux problèmes de ruissellement et d'érosion et donc un besoin particulier de trouver des solutions pour les limiter,
- Un contexte agricole différent de celui du Pays de Caux afin de pouvoir étendre la méthodologie développée par Alexandre Joannon,
- Des références quant à l'étude du contexte naturel et agricole du bassin versant déjà acquises et une problématique de gestion déjà engagée.

Nous allons voir que le bassin versant de Crécy-en-Ponthieux dans la Somme, répond à toutes des attentes.

A. L'étude réalisée par SOMEA

1) Demande faite à SOMEA par la commune de Crécy en Ponthieu

Suite à de violents orages et des pluies abondantes survenus au printemps 2001, la commune de Crécy en Ponthieu a subi d'importants dégâts. Ces dégâts furent principalement dus à des coulées boueuses. La commune a également été touchée par des inondations mais dans une moindre mesure. Les voiries ont été endommagées et certaines habitations ont été sévèrement atteintes par ces coulées boueuses. Les dégâts en territoire agricoles ne furent pas des moindres avec l'apparition de ravines et de zones d'accumulation d'eau.

L'origine de ces coulées boueuses fut clairement identifiée. La conjonction de plusieurs facteurs explique ce phénomène : la présence de parcelles cultivées en pomme de terre ou autres cultures de printemps ainsi que les pluies abondantes ont suffi pour déclencher ce phénomène.

Une réunion réunissant les acteurs concernés (maires, conseillers généraux, municipaux, propriétaires et exploitants agricoles) a alors été organisée. Des travaux ont été demandés par la commune afin d'éviter, dans le futur, la répétition de cette catastrophe. La commune de Crécy en Ponthieu, bien qu'étant à l'instigation de ce projet, ne pouvait cependant pas en être le maître d'ouvrage. En effet, les solutions concernent le territoire du bassin versant et il s'étend

sur plusieurs communes. Le maître d'ouvrage choisi fut donc le Syndicat Intercommunal de Développement Economique et d'Aménagement du Ponthieu-Marquenterre. Une convention a ensuite été passée entre le Syndicat et SOMEA pour l'assistance à la mise en œuvre d'aménagements.

L'étude du bassin versant et la mise en place de solutions par SOMEA comprend trois étapes principales :

- L'identification des causes des problèmes,
- La formulation de propositions visant à résoudre les problèmes,
- L'appui auprès des différents acteurs pour aider à la réalisation des propositions et le suivi.

2) L'étude du bassin versant

Avant toutes choses, une première phase de compréhension du fonctionnement hydraulique précis, c'est-à-dire à l'échelle de la parcelle, était nécessaire. Cette phase a permis d'étudier l'occupation du sol, la texture des sols, la topographie et l'influence des voiries, chemins et zones habitées sur l'écoulement général.

SOMEA a ensuite réalisé des enquêtes auprès des agriculteurs du bassin versant de Crécy en Ponthieu. Ces enquêtes portaient d'une part sur les renseignements généraux concernant les exploitations et d'autre part sur les productions animale et végétales, ainsi que les pratiques culturales (matériel, façons de l'utiliser, dates d'interventions, assolements, rotations...). Cette enquête avait également pour but de déterminer les causes du ruissellement, les problèmes de ruissellement ont été vus en détail ainsi que le point de vue des agriculteurs sur l'érosion.

Le nombre d'agriculteurs à enquêter a été déterminé de la manière suivante : chaque agriculteur devait exploiter au minimum 10 ha dans BV et la surface totale à renseigner était de 80% du bassin versant. 23 agriculteurs ont donc été enquêtés.

Ces enquêtes ont débouché sur de nombreuses propositions concrètes et précises. Elles étaient de deux types :

- Des propositions de type agronomique concernant l'implantation de jachère dans des zones pertinentes, la mise en place de cultures intermédiaires et le travail du sol. Il s'agissait ici de donner des conseils permettant de maximiser la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol. Un des objectifs poursuivis par SOMEA concerne la réorganisation des parcelles de manière à atteindre des tailles de parcelles de 8 à 12 ha. Ce qui correspond globalement à une diminution de la taille des parcelles.
- Des propositions d'aménagement du bassin versant comme la mise en place de marre, de fossés ou de talus ou encore l'implantation de haies et de bandes enherbées. L'objectif était de prévoir des aménagements les plus petits possibles et répartis sur tout le bassin versant pour profiter de l'effet d'addition de leur rôle tampon pour réduire le volume à l'exutoire.

La mise en place d'assolements concertés sur le bassin versant est alors évoquée mais cela reste à l'état de projet.

3) Des aménagements en cours de réalisation

En dernière étape, SOMEA assiste à la prise de décision et à l'étude du financement des propositions d'aménagements, les propositions agronomiques étant des conseils dont l'application réside dans la volonté des agriculteurs.

SOMEA aide également à la réalisation des travaux, suit le bassin versant pour l'entretien des ouvrages et donne des conseils individuels et collectifs auprès des agriculteurs. SOMEA prévoit de commencer les travaux d'aménagement du bassin versant en 2005 et de les achever en 2006.

Au mois de mars 2004, les propositions d'aménagements avaient reçu soit des accords de principe soit des accords signés dans 75 % des cas. De nombreux aménagements ont déjà été mis en place par les agriculteurs eux même. SOMEA est maintenant dans une phase de validation de la cohérence globale des propositions retenues, suivi d'un retour auprès des agriculteurs des dernières modifications souhaitables.

Des réunions "bilan" informant sur l'état d'avancement des aménagements sont prévues tous les ans avec l'organisation de l'assolement concerté.

4) Mise en place des assolements concertés

Les assolements concertés sont évoqués dans l'étude comme proposition pour lutter contre le ruissellement et l'érosion. D'autre part, dans le cadre du suivi des aménagements, les assolements concertés sont prévus lors de réunions annuelles. La volonté de mettre en place cette démarche de concertation est donc bien présente.

En 2003, SOMEA a commencé à mettre en place la concertation. Dans le cadre d'une réunion de suivi des aménagements, les assolements prévisionnels pour l'année 2004 ont été demandés. Il s'en est ensuite suivi la production d'une carte des assolements concertés qui représentait les prévisions de culture des agriculteurs. Les prévisions ont été renseignées soit lors d'une permanence organisée en mairie de Crécy en Ponthieu soit lors de réunion soit en appliquant les règles de successions culturales relevées au cours des enquêtes de 2001 et appliquées sur les cultures en place constatées. Dans ce dernier cas, les prévisions informaient seulement sur le type de culture prévu (culture de printemps ou culture d'hiver). Des avis et conseils ainsi qu'une note explicative des risques de ruissellement accompagnaient l'affichage de cette carte à la mairie de Crécy en Ponthieu. La carte est alors restée à disposition des agriculteurs sur simple demande. Il n'a pas été fait de visites systématiques chez les exploitants.

B. Le bassin versant de Crécy en Ponthieu

1) Présentation du bassin versant

Le bassin versant de Crécy en Ponthieu est situé dans la petite région agricole du Ponthieu dans la Somme (figure 3), à 24 km des côtes de la Manche. Il couvre une surface de 1990 ha. Mais la forêt de Crécy en occupe 150 ha. Le bassin versant s'étend sur les territoires communaux de Crécy en Ponthieu, Dompierre sur Authie, Estrées les Crécy, Fontaine sur Maye et Froyelle.

Le cours d'eau permanent qui irrigue le bassin versant est La Maye. Elle a entaillé le plateau selon une direction est/ouest jusqu'à la mer où elle s'écoule après un parcours de 27 km. La Maye prend sa source sur le territoire de Brailly Cornehotte à une altitude supérieure à 70 m. Le bassin versant de Crécy en Ponthieu fait donc parti du bassin versant de La Maye.

Le bassin versant fait parti d'une zone de plateaux culminant à une altitude de 82 m. Le plateau est incliné du nord-est au sud-ouest et la majorité des surfaces se trouve à une altitude



Figure 3 : Situation du bassin versant de Crécy en Ponthieu dans la Somme et découpage en sous bassins versants

comprise entre 30 et 82 m. Le relief est assez marqué avec des pentes parfois supérieures à 10 %.

On distingue deux types de sols principaux : les sols principalement à texture limoneuse et les sols des vallées sèches. Les sols limoneux sont parfois enrichis en fragments de silex et présentent régulièrement des cailloux. Les sols des vallées sèches sont soit crayeux sur les versants des talwegs, soit constitué de limons de colluvion dans le creux des talwegs. Ces derniers possèdent des potentialités agronomiques intermédiaires entre les deux autres types de sols (SOMEA, 2001).

Plus globalement, les sols du Ponthieu apparaissent en moyenne bien plus sableux, bien moins chargés en colloïdes que ceux du reste de la Picardie. Ils le doivent beaucoup moins à un lessivage plus prononcé en relation avec une pluviosité plus forte qu'à leur développement à partir de roche mère sableuse. Ces sols sont également mieux pourvus en humus que ceux du reste du département. Ceci interdit notamment à un grand nombre de sols, par ailleurs sableux et acides, d'être battants et ce qui augmente considérablement leur fertilité (Joret *et al.*, 1958).

Le climat dont bénéficie cette région a pour principale caractéristique d'être modéré du point de vue des températures mais également du point de vue des précipitations. Le printemps et l'automne durent.

En moyenne, les précipitations sur Estrées les Crécy sont de 1017 mm par an. La répartition mensuelle des pluies est caractéristique de l'influence océanique. Le mois de décembre est le plus arrosé avec 120 mm et les mois de mai, juin et juillet, qui reçoivent quand même plus de 60 mm, sont les moins pluvieux. On distingue deux grandes périodes de pluie : les pluies printanières et estivales, qui sont brèves et intenses (pluies orageuses) et les pluies hivernales qui sont de faible intensité, durent longtemps et sont abondantes. Les orages des mois de mai et juin sont alors ceux qui peuvent causer le plus de dégâts car ils tombent sur des sols fraîchement travaillés et encore peu couverts par la végétation. Les pluies d'hiver sont à craindre car, de par leur abondance, elles peuvent entraîner la formation d'une croûte de battance. Cette situation intervient alors à partir d'une hauteur de pluie cumulée de plus de 50 mm en dix jours. Le poste climatique d'Abbeville nous renseigne alors sur le nombre de jours à risques : le maximum est de cinq jours au mois de novembre mais les mois de septembre à décembre présentent tous des valeurs comprises entre quatre et cinq (SOMEA, 2001).

2) L'agriculture dans le bassin versant

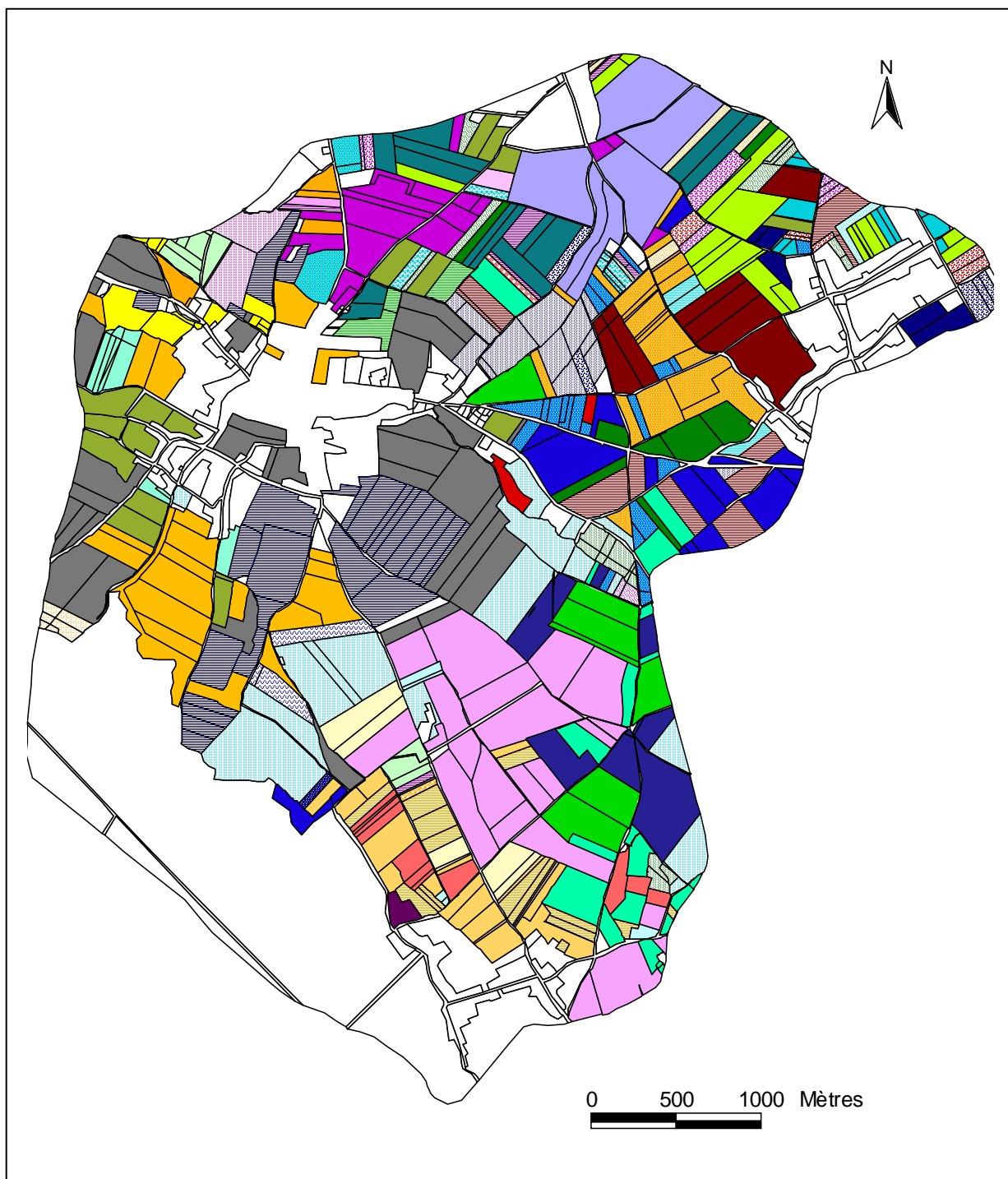
Le bassin versant est exploité par 51 agriculteurs au total qui se partagent une SAU totale de 1351 ha (figure 4). La SAU moyenne de chaque agriculteur est de 150 ha mais ils exploitent chacun en moyenne moins de 26 ha au sein du bassin versant.

Les données suivantes sont issues de l'étude réalisée par SOMEA en 2001.

Parmi les exploitants, on rencontre une moitié d'éleveurs, les autres étant des céréaliers et des producteurs de légumes sur de grandes surfaces. La majorité des éleveurs possède des élevages de bovins allaitants et ils pratiquent également en majorité la polyculture-élevage. Un éleveur possède un troupeau de moutons de 70 têtes.

Les cultures présentes sur le bassin versant en 2001 étaient :

- Le blé pour 42.7 % : tous le cultivent.
- L'escourgeon pour 7.8 % : cette culture concerne les trois quarts des agriculteurs du bassin versant.



Les zones en blanc correspondent aux zones d'habitation, aux routes et aux bois.
Pour les autres zones, chaque motif correspond à un agriculteur

Figure 4 : Carte du parcellaire du bassin versant de Crécý en Ponthieu

- L'orge de printemps pour 3.8 % : une proportion d'agriculteurs identique à celle de l'escourgeon la cultive. On note que tous les agriculteurs cultivent soit l'orge de printemps soit l'escourgeon.
- La betterave pour 13.2 % : tous les agriculteurs la cultivent.
- Le maïs grain pour 6.8 % est majoritairement cultivé par les éleveurs. Les non éleveurs possèdent de plus petites surfaces de maïs.
- Le lin pour 6.4 % : une grande majorité des agriculteurs le cultive.
- Le pois ne représente que 5.3 % de la surface et fait partie des cultures pratiquées par un nombre restreint d'agriculteur, principalement des céréaliers ou des producteurs de légumes
- La pomme de terre représente 4.7 % des cultures. Elle est cultivée par un tiers des agriculteurs et sur des surfaces très variables.
- L'endive représente également une petite surface avec moins de 1 % et est cultivée par le même type d'exploitants que le pois
- Le salsifis avec moins de 1 % de la surface présente le même cas de figure que le pois et les endives.

Les carottes et les oignons sont également cultivés sur le bassin versant, mais sur des surfaces réduites, telles que celles des endives et du salsifis, si bien que, selon l'année, elles peuvent être présentes ou absentes du bassin versant.

Les terres labourables occupent 89 % de la SAU, soit 1200 ha. La répartition des surfaces se fait de la manière suivante :

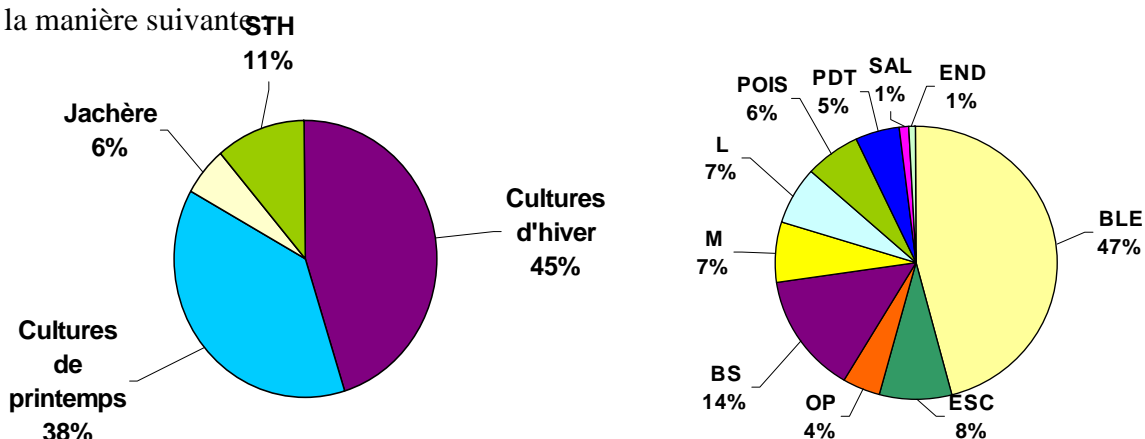


Figure 5 : Proportions des cultures sur le bassin versant

L'étude de SOMEA a par ailleurs mis en évidence les pratiques culturales suivantes : les rotations les plus fréquemment rencontrées sont de deux types : BS / BLE / ESC et BS / Blé / PDT.

Au niveau des opérations culturales, la majorité des agriculteurs pratique le labour et la herse rotative est la plus employée pour retravailler les sols.

En moyenne, les agriculteurs font des apports de craie tous les 10 ans sur leurs parcelles mais la fermeture des carrières a entraîné des apports moins systématiques

La gestion des périodes d'interculture consiste le plus souvent en un travail mécanique plutôt qu'en l'utilisation de désherbants totaux. D'autre part, le déchaumage est préféré par rapport à la mise en place de cultures intermédiaires. En effet, 30% des agriculteurs ont recours à des cultures intermédiaires et il s'agit surtout de non éleveurs.

Enfin, on notera pour quelques pratiques plus ou moins favorables au ruissellement que 40% des producteurs de betterave ont recours au binage, 50% roule leur pois après semis et 80% utilisent pneus à basse pression ou roues jumelées.

3) Constitution de l'échantillon enquêté

L'échantillon d'agriculteurs enquêté a pu être constitué grâce au parcellaire du bassin versant renseigné, par la chambre d'agriculture de la Somme, sur Acrview avec le nom des exploitants de chaque parcelle. La figure 6 montre la répartition des surfaces exploitées par agriculteur dans le bassin versant.

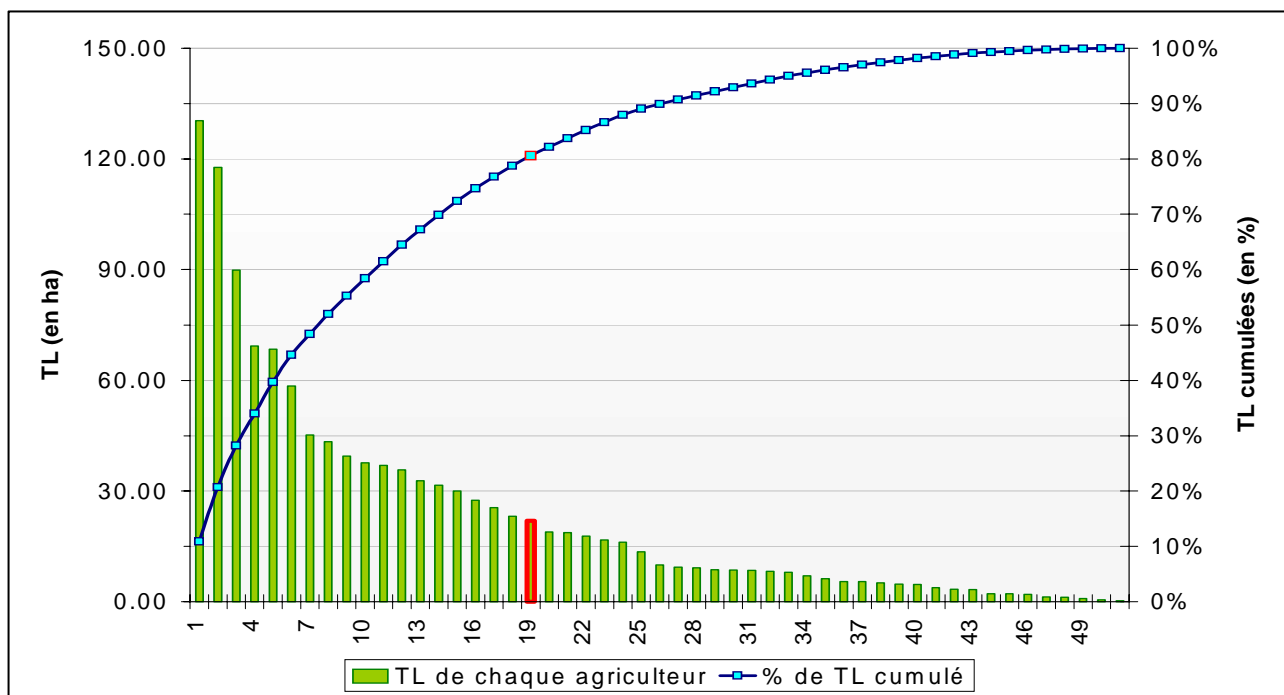


Figure 6 : Surfaces de terres labourables exploitées par chaque agriculteur du bassin versant.

Il a été choisi d'enquêter de manière à renseigner une surface du bassin versant de 80 % minimum. Cet objectif correspondait à 19 enquêtes à effectuer. Cependant, plusieurs agriculteurs n'ont pas pu être enquêtés par manque de disponibilité ou même parfois par refus de participer à l'étude. 17 agriculteurs ont finalement été enquêtés et ils exploitent 75 % de la surface des terres labourables du bassin versant et 66 % de la SAU totale du bassin versant. Ils font tous partis de ceux qui avaient été enquêtés en 2001 par SOMEA, leurs caractéristiques d'assolement sont alors très similaires à celles énoncées précédemment (Figure 7).

Agriculteurs	SAU	TL	PP	Autre	Ani	B	Esc	OP	BS	L	M	PDT	Pois	End	Sals	Car	Oig	Colz	Tab	RG	T	Luz	Avoi	Jch.f	Jch.t	
BAS	122.4	122.4		0.0		37.7	5.0	16.2	9.0	19.1	13.0			5.8				16.5								
BUP	45.0	35.0	10	0.0	30	VL	10.0	4.0	3	4.5	10.0								3.5							
DEP	276.0	272.0	4	0.0			137.8	5.7	13	29.0	36		11.3	6.8	18.0						14.4					
DUM	96.3	91.8	1.5	6.3	70	Mo	32.0		14	6.0	11.5	2.0	6.5	9					2	5.8				3.0	3	
ECR	116.9	87.8	25.9	0.1	55	VL	35.9		3.7	10.7		17.4	17.4											2.7	3.2	
EGO	126.1	89.8	25.0	0.0	35	VL	33.3	5.8	3.9	10.5	10.8	14.5	6.1		2.6										11.4	
GHA	247.6	209.4	38.2	5.0	70	VA	90.0	25.0		38.9	36.8	2.7		10.5						5.5						
GDV	132.3	87.9	38.3	3.8	75	VA	31.5	8.5		9.5	8.5	14.6		7.9										6		
GDO	155.4	126.0	29.4	0.5	60	VL	59.8	8.4	2.3	11.7	15.8	22.2													5.89	
GDC	236.3	171.5	58	0.7	125	VL	81.0	27.0		8.7		51.8													6.9	
GMI	203.9	151.1	52.8	0.1	100	VL	75.0	4.6		20.5	17.7	26.6														
GRI	244.5	243.5	1	45.5			90.0		10	37.5	12.5		50		10	5	3.5			25						
JOP	133.4	117.1	16.3	3.4	30	VA	37.5		18.2	16.5	17	4.7		7.3						6.0						
MID	48.9	37.2	10.9	0.1	41	VA	13.6		7.06	1.6		5.3					6.5							0.9	3.01	
REC	191.7	152.2	26	0.0	50	VA	62.0	24.5	25	22.5	14	5.0												13.5	1.2	
SCT	498.6	474.7		2.7			169.5	16.5	41.4	70.5	33	33.2		8.7										8.9	28	23.8
TRP	48.2	36.6	10	0.0	30	VL	16.3	1.7		3.9	3.8	10.0													1.61	

Nb d'agriculteurs	15	13	17	12	12	17	13	15	5	6	4	2	2	1	1	1	5	5	3	1	9	4
-------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Autre = friche, etc.

Jch f. = Jachère fixe

Jch t. = Jachère tournante dont la culture n'a pas été détaillée

Figure 7 : Tableau des caractéristiques principales de chaque exploitation enquêtée

Conclusion

La méthodologie mise en place va ainsi permettre de déterminer les marges de manœuvre de chaque agriculteur pour la localisation de leurs cultures. L'analyse qu'il sera fait des données recueillies par les enquêtes chez les agriculteurs permettra également de faire ressortir des indices qui auront pour but de faciliter le processus de détermination des marges de manœuvre.

L'objet de cette étude, le bassin versant de Crécy en Ponthieu, présente plusieurs caractéristiques qui justifient son choix :

- Les problèmes de ruissellement et d'érosion entraînant la formation des coulées boueuses y sont fréquents et favorisés par la présence de sols à texture limoneuse ainsi que de précipitations abondantes,
- Il s'agit d'un contexte agricole différent de celui étudié dans la thèse d'Alexandre Joannon (2004) : par exemple, la culture de colza y est très peu présente et inversement, la culture d'orge de printemps et les cultures de légumes sont assez développées,
- Enfin, l'avancée des travaux effectués par SOMEA, notamment au niveau de la connaissance du contexte agricole mais également au niveau du fonctionnement hydraulique est un véritable atout et fait que l'étude de ce bassin versant en particulier se prête particulièrement bien à un travail de six mois dans le cadre d'un stage de fin d'études.

Analyses et résultats

Les résultats des enquêtes traitent de plusieurs aspects : le premier est l'aire des parcelles qui apporte des premiers éléments utiles à l'appréciation des risques de ruissellement et d'érosion, le second point concerne la chronologie de décision des assolements, facteur important dans l'établissement des règles de successions culturales qui suivent dans la troisième partie et enfin, après avoir déterminé les marges de manœuvre un bilan, de ce que l'étude apporte en terme de perspectives pour aider à la mise en place des assolements concertés. Les deux aspects, analyse de la superficie des parcelles et analyse des successions culturale suivies de la détermination des marges de manœuvre sont traités selon les différents niveaux d'analyses annoncés dans la méthodologie.

I. Aire des parcelles

Dans l'étude bibliographique, il a été montré que l'aire des parcelles joue un rôle important en matière de ruissellement et d'érosion. En effet, un parcellaire morcelé présente plus de freins à l'érosion qu'un parcellaire dont la superficie des parcelles est trop importante. Le redécoupage des parcelles est alors souvent préconisé en matière de limitation du ruissellement. Il est donc intéressant d'étudier les aires des parcelles dans le bassin versant.

Cette analyse suivra plusieurs axes : premièrement, la surface des parcelles tout agriculteur, culture et année confondu, ensuite, je me pencherai sur des analyses plus détaillées, à savoir par agriculteur, par culture et par année.

Pour ces analyses, la base de données utilisée est la base de données Access.

A. Analyse globale

L'analyse porte sur toutes les parcelles renseignées de 1994 à 2004, ce qui représente un total de 18 579 ha, sur 3165 parcelles. Il faut bien souligner que dans ce total une même parcelle figure autant de fois que le nombre d'années qui a pu être renseignées quant à la culture en place sur cette parcelle.

L'aire moyenne de l'ensemble des parcelles est de 5.58 ha. Nous remarquons ensuite que plus du tiers des parcelles a une superficie comprise entre 3 et 5 ha. 85% des parcelles ont une superficie inférieure à 10 ha. Seules trois parcelles font plus de 50 ha et il s'agit de la même parcelle mais trois années différentes.

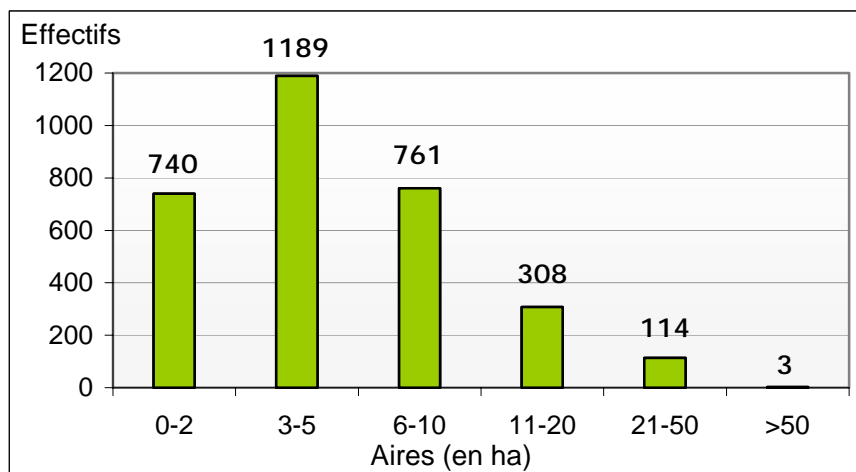


Figure 8 : Histogramme des aires des parcelles dans le bassin versant

B. Analyse par agriculteur

1) Trois groupes d'agriculteurs

En gardant les mêmes classes de superficie des parcelles que pour l'analyse globale, il semble que les agriculteurs se regroupent en trois types de parcellaire :

- Le premier groupe d'agriculteurs est constitué par ceux dont les parcelles n'excèdent pas 10 ha. Il réunit cinq agriculteurs (BAS, BUP, ECR, MID, TRP) et les histogrammes sont tous du type de celui de TRP:

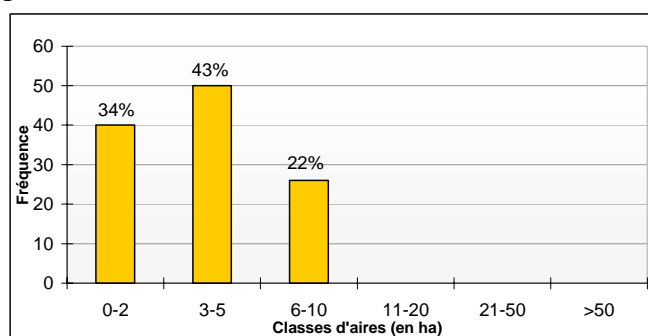


Figure 9 : Histogramme des aires des parcelles de TRP

- Un deuxième groupe de neuf agriculteurs (DUM, EGO, GDC, GDO, GDV, GMI, GRI, JOP, REC) présentent les caractéristiques suivantes : ils possèdent une majorité de parcelles de moins de 10 ha mais de 1 à 17 % de parcelles d'une superficie de 11 à 50 ha. L'histogramme de REC est assez représentatif de ce groupe :

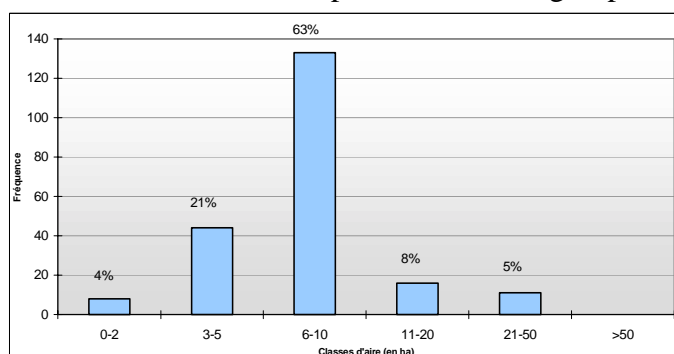


Figure 10 : Histogramme des aires des parcelles de REC

- Enfin un dernier groupe d'agriculteur correspond à celui dont plus des deux tiers des parcelles ont une superficie de plus de 10 ha. Trois agriculteurs s'y retrouvent (DEP, GHA, SCT) et l'histogramme de SCT les représente bien :

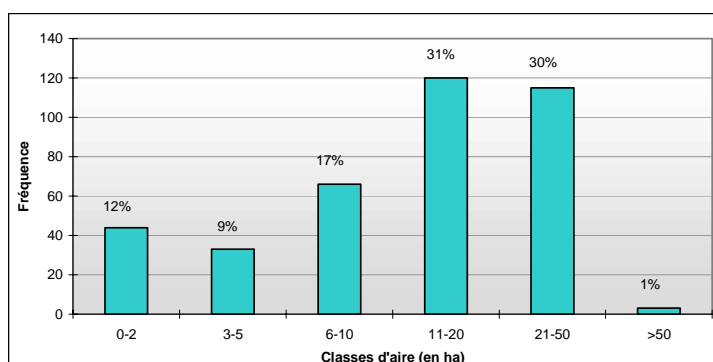


Figure 11 : Histogramme des aires des parcelles de SCT

En se penchant sur la composition des trois groupes d'agriculteurs et en regardant le type de chaque exploitation, nous remarquons que des types d'exploitations communs se retrouvent dans les mêmes groupes présentés ci-dessus.

En effet, nous constatons que les agriculteurs du premier groupe, dont la superficie des parcelles ne dépasse pas 10 ha, sont en majorité des éleveurs, dont la taille du cheptel est relativement petite par rapport aux agriculteurs du bassin versant. Ainsi, par exemple, BUP est un éleveur laitier possédant un cheptel de 30 vaches. Dans ce premier groupe d'agriculteur, il y a également BAS qui n'est pas éleveur mais qui, produit, en plus des productions classiques dans le bassin versant (blé, escourgeon, orge de printemps, betterave, lin et maïs), des endives et du colza.

Le deuxième groupe d'agriculteurs rassemble aussi bien de petits éleveurs (30 vaches allaitantes pour JOP) que de grands éleveurs (125 vaches laitières pour GDC). GRI, non éleveur mais grand producteur de légumes fait également parti de ce groupe.

Enfin le troisième groupe rassemble les deux plus importants producteurs de légumes du bassin versant (DEP et SCT) ainsi que GHA qui possède un élevage de taille relativement importante (70 vaches allaitantes) et la troisième plus grande SAU du bassin versant (247.6 ha).

La superficie moyenne des parcelles semble donc liée au type d'exploitation agricole. Les petits éleveurs ont plus souvent des parcelles de petite surface alors que les grands producteurs de légumes ont plutôt des superficies moyennes de parcelle importantes. Cependant nous avons pu noter qu'un éleveur possédant une grande SAU se distingue des autres éleveurs par l'aire moyenne des parcelles qu'il cultive. La SAU semble donc avoir un effet notable sur la superficie moyenne des parcelles.

2) Surface des terres labourables et aires des parcelles

La représentation des moyennes des aires de parcelles en fonction de la surface en terre labourable totale met en évidence une corrélation forte entre ces deux paramètres :

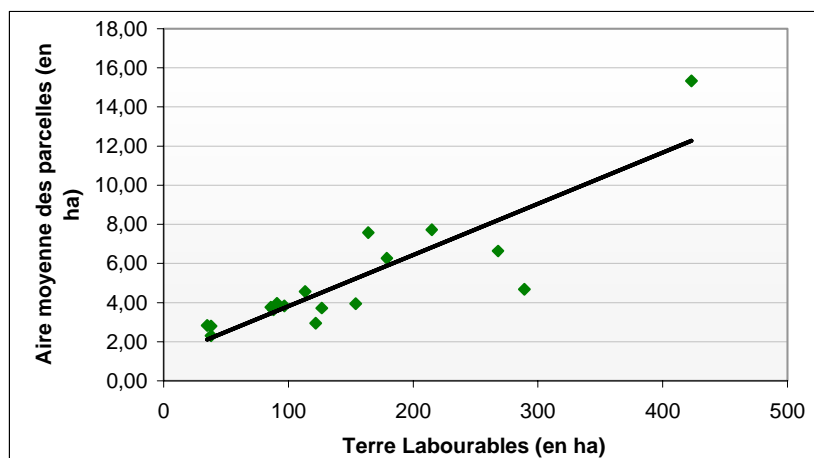


Figure 12 : Aire moyenne des parcelles de chaque exploitant en fonction de sa surface en terres labourables totale.

La tendance est donc à une aire moyenne des parcelles croissantes pour une surface en terres labourables croissantes. Les agriculteurs dont l'aire moyenne des parcelles est supérieure à la moyenne générale de 5.87 ha ont tous des surfaces de terres labourables de plus de 190 ha. Un agriculteur se détache très nettement des autres avec une surface en terre labourable et des aires moyennes de parcelles très importantes, il force un peu la tendance mais ne la fausse pas pour autant.

C. Analyse par culture

La superficie moyenne des parcelles est très différente selon la culture considérée. Ainsi, on observe les tendances suivantes :

- Les endives et le pois sont exploités sur des parcelles de surface importantes 13.60 ha et 11.47 ha respectivement,
- Les cultures de blé, de betterave, de pomme de terre et de lin sont implantées sur des parcelles de superficie allant de 8.84 à 6.84 ha, ce qui est supérieur à la moyenne générale de 5.58 ha,
- Enfin les cultures d'escourgeon avec 5.54 ha, de salsifis avec 5.48 ha, de carottes avec 4.98 ha se placent en dessous de la moyenne. Le maïs est cultivé sur les plus petites parcelles : 3.97 ha en moyenne.

Les écarts types sont très grands et ont des valeurs proches des moyennes. Ainsi il apparaît que les tailles des parcelles en fonction des cultures sont d'une trop grande variabilité pour être exploitables.

D'autre part, il faudrait tenir compte de la sole globale de chaque culture et le nombre de parcelles qui participent à ces moyennes. Pour la culture d'endives par exemple, la moyenne n'est représentative que des parcelles cultivées par SCT et pas des trois autres exploitations concernées. La moyenne est alors très élevée car, comme il a été vu précédemment SCT cultive des parcelles de très grande superficie.

Cette analyse par culture, toutes années confondues, doit donc être complétée par une deuxième analyse par année.

D. Analyse par années

Les soles de chaque culture ne sont pas fixes et d'une année sur l'autre des fluctuations sont observées. Ainsi il est intéressant de voir si, par exemple, une année dite "à blé", c'est-à-dire où la sole du blé est importante, les superficies des parcelles sont supérieures à celles constatées les autres années. Seules les données brutes des années 2001 à 2004 sont réellement exploitables car c'est seulement à partir de 2001 que l'occupation de toutes les parcelles est renseignée.

1) Fluctuation des superficies des parcelles sur les quatre années

Les superficies moyennes des parcelles passent de 6.06 ha en 2001 à 4.24 ha en 2004. Il y a donc une diminution au cours des quatre années considérées. La moyenne est à son maximum en 2002 avec 6.50 ha. Les écarts types pour ces données ont assez élevés mais ils restent moins importants que pour les données toutes années confondues. Les résultats sont alors exploitables.

Le détail par culture présenté sur le graphique de la figure 13 confirme bien la tendance générale à la baisse de 2001 à 2004.

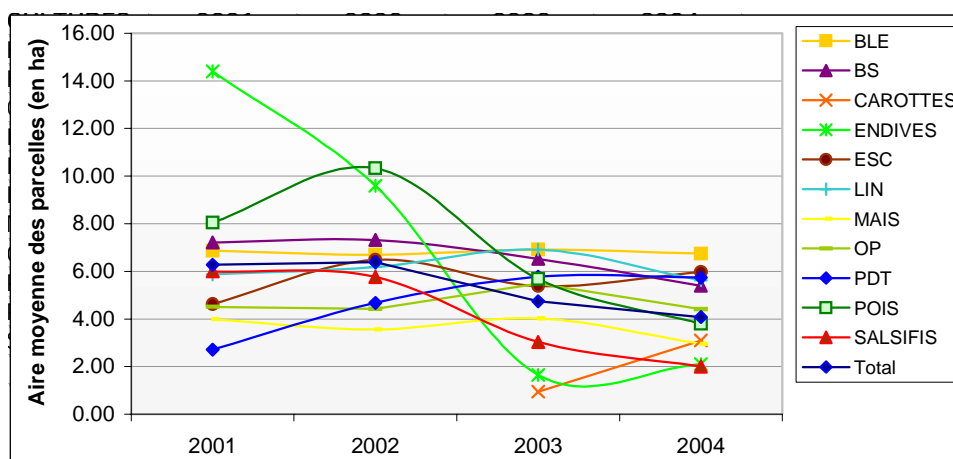


Figure 13 : Graphique des Aires moyennes des parcelles par année et par culture

La diminution est très marquée pour les cultures d'endives et de pois. En effet pour les endives, la superficie passe de 14.40 ha en 2001 à 2.11 ha en 2004. De même pour le pois, elle passe de 8.06 ha en 2001 à 3.79 ha en 2004. Cependant, le problème de la culture d'endive est qu'elle est représentée par seulement quatre agriculteurs, dont SCT. Or selon les années, les parcelles d'endives de SCT se trouvent sur le bassin versant ou en dehors ce qui vient alors lourdement influencer la moyenne. Ainsi en 2001 et 2002, les endives de SCT ont été cultivées sur le bassin versant contrairement à 2003 et 2004, qui correspondent aux années où les moyennes sont les plus faibles.

Les parcelles cultivées en pomme de terre sont les seules qui voient leur superficie augmenter significativement. Elles passent de 2.71 ha en 2001 à 5.74 ha en 2004.

Enfin, beaucoup de cultures (BLE, BS, ESC, LIN, MAIS, OP) voient leur superficie restée stable sur les quatre années.

2) Liens avec les soles de certaines cultures ?

La sole importante d'une culture peut être un indicateur de la taille des parcelles constatée et donc du niveau de re-découpage des parcelles. Il semble donc intéressant de regarder les soles des cultures sur les quatre années considérées et de voir si elles peuvent être mises en relation avec les superficies moyennes des parcelles.

L'année 2002 voit les moyennes des superficies des parcelles les plus élevées. Or cette même année, les soles des cultures de betteraves, de pommes de terre et de salsifis sont également les plus élevées. Inversement, en 2002, les soles d'orge de printemps et de pois sont les plus basses.

Pour l'année 2004 qui présente la moyenne des superficies des parcelles la plus faible, les constatations inverses à l'année 2002 sont observées pour la betterave, le salsifis et l'orge de printemps. La sole du pois n'est pas la plus élevée en 2004 mais reste importante.

Il semble donc qu'une année où la sole de la culture de betterave est importante et que la sole de l'orge de printemps est faible, les parcelles aient des superficies plus élevées.

Cependant ces analyses se basent sur quatre années seulement, il est alors nécessaire de nuancer ces résultats et des analyses complémentaires sur un nombre plus important d'années et sur la totalité des parcelles du bassin versant seraient bienvenues.

Bilan :

Les analyses des aires des parcelles, selon différents angles apportent des éléments intéressants. Le premier constat est que les aires des parcelles sont relativement peu importantes et le re-découpage parcellaire qui nous intéresse dans ce contexte ne semble pas être prioritaire. Les actions en matière de re-découpage sont à cibler sur quelques parcelles seulement. L'analyse par agriculteur a pu mettre en évidence un lien entre le type d'exploitation et la superficie des parcelles. Les analyses par cultures sont complétées par des analyses plus détaillées par année qui fait ressortir que la sole de la culture de betterave, associée à la sole des cultures d'orge de printemps, donnerait une indication quant aux superficies des parcelles sur le bassin versant et donc du niveau de re-découpage. Toutefois, le peu de données sur lequel s'appuie ce résultat pousse à le nuancer.

II. Chronologie de décision des assolements et de la localisation des cultures

Cette chronologie de décision est la manière dont se construisent dans le temps les assolements de chaque agriculteur mais également les périodes pendant lesquelles la localisation des cultures se décide. Cette chronologie est intéressante car, d'une part elle, permet de mieux comprendre comment les règles de successions culturales sont établies en offrant une approche différente de celle classique des délais de retour et des précédents culturaux et, d'autre part, elle récapitule les contraintes qui s'appliquent à chaque exploitation.

Les chronologies de décision des assolements sont assez similaires d'un agriculteur à l'autre et dépendent fortement des cultures. Dans l'ensemble, une idée des assolements de l'année suivante se forme dès le mois de juin, voir mai pour certains.

On observe premièrement une différence entre les cultures d'hiver et celles de printemps. En effet, les cultures d'hiver étant implantées bien avant celles de printemps, elles sont alors logiquement les premières dont l'assolement est connu exactement.

La culture de blé suivant généralement les cultures de printemps, il est assez facile de localiser cette culture pour l'année suivante. Les agriculteurs sont alors une majorité à pouvoir localiser leurs parcelles de céréales d'hiver dès le mois de juin. Il est donc possible de connaître la répartition des cultures de printemps par rapport à celles d'hiver sur le bassin versant dès ce mois ci.

Pour les cultures de printemps, plusieurs particularités font que les situations sont plus diverses. En effet, les cultures de printemps soumises à des contrats de récolte entre les agriculteurs et un industriel sont dépendantes des dates de signature de ces contrats. Or la majorité des contrats ne sont signés qu'en début d'année, au mois de janvier au plus tôt, donc bien après les semis des cultures d'hiver. Pour prévoir leurs assolements, les agriculteurs se basent alors sur les contrats de l'année précédente. Il y a généralement peu de variations mais celles-ci peuvent entraîner des re-découpages de parcelles ou des changements de localisation d'une culture, ce qui bouleverse alors parfois les successions mises en place.

Par ailleurs, lorsque les surfaces en contrats dans une culture sont inférieures à ce que l'agriculteur avait prévu, il est alors dans l'obligation de remplacer cette culture par une autre de printemps. Il s'agit principalement des cultures de légumes telles que les endives mais également les cultures de pomme de terre et de lin. Le choix porte alors sur des cultures telles que l'orge de printemps qui sont peu exigeantes en terme de précédents et de délais de retours. Cependant certaines cultures de printemps particulièrement exigeantes en terme de délais de retour et de précédents ont des assolements connus beaucoup plutôt dans l'année à savoir, au mois de juin ou même avant les cultures d'hiver. Par exemple, la culture de lin nécessite un délai de retour assez élevé (plus de six ans en moyenne chez les agriculteurs du bassin versant). D'autre part, cette culture est assez exigeante en matière de précédent : son unique précédent est le blé et les futures parcelles de lin ne doivent pas avoir reçu d'apports en matière organique l'année précédente. Ainsi, après les moissons, au moment des apports de fumure, les agriculteurs déjà doivent décider de l'emplacement des cultures de lin.

Enfin il est à préciser que les agriculteurs dont les rotations sont prédéfinies et respectées sont ainsi capables de prévoir la localisation de leurs cultures plusieurs années à l'avance, sous réserve que les assolements ne soient pas modifiés. Mais cette situation ne s'est rencontrée que chez un agriculteur. Cependant la localisation effective des cultures ne suivait pas toujours ce qui avait été annoncé du fait de l'augmentation de la SAU, l'abandon et l'introduction de cultures.

III. Les modèles de successions culturales

Etablir des modèles de successions culturales est indispensable dans la démarche de détermination des marges de manœuvre. Chaque exploitant, selon son assolement, son parcellaire et les contraintes qu'il s'impose aura des types de successions culturales propres. Ces modèles ne peuvent être établis que de manière indépendante pour chaque agriculteur et des comparaisons a posteriori permettent de les regrouper selon plusieurs grands types de succession culturale. Les variantes de chaque modèle type ainsi établi se font alors selon les contraintes de zone cultivable et les assolements de chaque exploitation.

Les données nécessaires à ces analyses n'ont pas été recueillies à 100 % auprès de tous les agriculteurs. Ainsi, on peut calculer un pourcentage pour évaluer le niveau de manque de données : il s'agit de la somme des surfaces des cultures (en pourcentage de la surface des terres labourables de chaque exploitant) pour lesquelles le délai de retour et / ou les précédents culturaux n'ont pas été donnés. Les cultures pour lesquelles il manque des informations n'entrent donc pas dans les modèles de successions culturales. Les "manques de données" s'échelonnent alors de 1 à 23 % de la surface des terres labourables selon les agriculteurs. Seuls deux agriculteurs ont des pourcentages supérieurs à 4 % : GRI avec 11 % et BAS avec 23 %. Ces deux derniers n'ont donc pas été pris en compte dans les analyses. ECR présente un manque de donnée de 4 % seulement mais le peu de parcelles renseignées faisant que le modèle de succession culturale établi ne pourra être vérifié, cette exploitation a, elle aussi, été exclue de l'analyse.

D'autre part, la jachère a été exclue de ces analyses. Huit agriculteurs pratiquent la jachère tournante et implantent du trèfle, du ray grass, du colza ou encore de la betterave dans ce cadre. Lorsqu'il s'agissait de la betterave ou du colza, les cultures ont été prises en compte. Cependant les cultures de trèfle et de ray grass ne sont pas prises en compte car leur localisation ainsi que le nombres d'années de culture sont difficilement prévisibles.

Dans les figures de cette partie, des codes de quelques lettres représentent les cultures. La correspondance entre un code et une culture se trouve dans la liste des sigles et abréviations utilisées.

A. Délais de retour et précédents cultureux

Les modèles se construisent d'abord par l'étude des règles de délai de retour et de précédent propre à chaque culture et donc à chaque agriculteur. A partir de cela il est ensuite possible de déterminer des modèles de successions culturales.

1) Des délais de retour écartés

Pour les cultures principales, nous observons les tendances générales suivantes :

Cultures	Principaux délais de retour
BLE	2 – 3
ESC	2 – 4
OP	2 – 3
BS	3 – 7
L	4 – 7
M	2 – 4
PDT	5 – 6
POIS	4 – 7
END	3 – 7
SAL	NC*
CAR	5 – 6

(*NC=Non Communiqué)

Figure 14 : Tableau des délais de retour des cultures

Pour un même agriculteur, nous constatons une tendance générale à des délais plutôt courts ou plutôt longs pour toutes les cultures. Ceci explique les grandes latitudes dans les délais principaux du lin, de la betterave sucrière, du pois et des endives. Les délais de retour du lin et de betterave sucrière pourraient faire office d'indicateurs pour les délais de retour toutes les autres cultures à ce sujet. En effet les agriculteurs qui ont des délais de retour longs pour la betterave (supérieurs à sept ans) et pour le lin (supérieurs à six ans), ont des délais de retour élevés pour les autres cultures et notamment pour celles dont la fourchette de délais de retour est la plus étalée. Le même type de constatation ne peut être faite avec des délais de retours courts.

Cependant il apparaît que le délai de retour du lin seul puisse donner une indication quant à la tendance générale de l'agriculteur à appliquer des délais de retours plutôt courts ou plutôt longs. Par exemple, DEP applique les délais de retour suivants :

Cultures	Délais de retour
BLE	2
ESC	4 – 5
OP	NC*
BS	7 – 8
L	6 – 7
PDT	5 – 6
POIS	4 – 5
END	6

(*NC=Non Communiqué)

Figure 15 : Tableau des délais de retour des cultures de DEP

Les délais de retour du pois chez DEP se situent tout de même plutôt dans la fourchette basse générale qui était de quatre à sept ans.

Une autre exception est à signaler : SCT applique un délai de retour de 8 ans pour le lin mais seulement de quatre ans pour la betterave, les délais des autres cultures se situent dans la fourchette haute des délais principaux constatés à la figure 14.

Enfin, les quatre exploitations ne cultivant pas le lin, ont toutes des délais de retour courts, notamment pour la betterave avec des délais de trois à quatre ans.

2) Des précédents cultureux peu spécifiques

De la même manière que les délais de retour, le nombre de précédents cultureux de chaque culture permet de dégager les cultures les plus exigeantes. Ainsi le tableau suivant récapitule le nombre de précédents par culture :

Cultures	Principaux précédents
BLE	Toutes les cultures de printemps
ESC	BLE, (cultures de printemps)
OP	BLE, (cultures de printemps)
BS	BLE, ESC, OP, (AV)
L	BLE, (ESC), (OP)
M	BLE, ESC, OP, (AV)
PDT	BLE, ESC, OP, BS
POIS	BLE, ESC, OP, (AV)
END	BLE, ESC, OP, (AV)
SAL	BLE, BS, PDT
CAR	BLE, OP

Les cultures entre parenthèses sont utilisées comme précédent de la culture par un nombre d'agriculteur ne représentant pas la majorité (trois à quatre).

Figure 16 : Tableau des précédents des cultures

Les cultures de céréales sont donc les moins exigeantes. Cependant seuls 4 agriculteurs sur les 17 enquêtés utilisent les cultures de printemps comme précédents des cultures d'escourgeon et d'orge de printemps. Pour les cultures de printemps, les situations sont assez peu contrastées et on peut simplement différencier une culture plus exigeante que les autres, le lin, et une culture moins exigeante, la pomme de terre. Les différences sont dues notamment aux contraintes liées à la nécessité d'avoir une céréale à paille comme précédent. Le salsifis ne présentant pas cette exigence a ainsi des précédents possibles plus variés.

3) Bilan

Un tableau croisé permet de confronter les exigences en matière de délais de retour et de précédents cultureux :

		Délais de retour	
		<i>Peu exigeants</i>	<i>Très exigeants</i>
Précédents cultureux	<i>Peu exigeants</i>	BLE, (ESC), (OP)	PDT, SAL
	<i>Très exigeants</i>	ESC, OP, M	BS, L, POIS, END, CAR

Figure 17 : Niveaux d'exigence des cultures selon leurs délais de retour et le nombre de leurs précédents cultureux

Il en ressort que :

- Le lin, le pois, les endives et les carottes sont des cultures très exigeantes avec des délais de retour long et un nombre de précédents culturels limités. La betterave est également exigeante mais dans une moindre mesure au niveau des précédents culturels,
- L'escourgeon et l'orge de printemps sont des cultures plus ou moins exigeantes selon les agriculteurs au niveau des précédents culturels mais pas au niveau des délais. Une majorité d'agriculteur a alors des exigences élevées au niveau des précédents culturels de ces cultures.
- Le maïs est une culture peu exigeante au niveau des délais et beaucoup plus pour les précédents culturels,
- La pomme de terre et le salsifis sont moyennement exigeant avec des délais de retour plutôt longs mais des précédents culturels nombreux,
- Enfin le blé est la culture présentant le moins d'exigences sur les précédents culturels mais également sur les délais de retour.

B. Quatre modèles principaux qui se déclinent selon plusieurs variantes

1) Les motifs élémentaires

Tous les agriculteurs appliquent au moins deux motifs de succession culturale et ce, souvent sur une même parcelle. Ils possèdent tous au moins un motif de deux ans et un autre de trois ans.

- Le motif sur deux ans suivant, commun à tous les agriculteurs, peut être dégagé :

CP / BLE

Ce modèle est le plus communément appliqué mais tous les agriculteurs n'utilisent toutes leurs cultures de printemps dans ce modèle, les variantes sont propres à chaque agriculteur selon leurs contraintes notamment de zone cultivable comme nous le verrons par la suite.

- Un motif de trois est également suivi par tous les agriculteurs mais les variantes pour ce modèle sont plus nombreuses :

CP / BLE / ESC
OP

Les successions faisant intervenir la pomme de terre, le pois ou les endives avec l'escourgeon ne sont jamais pratiquées. De même, les successions faisant intervenir les endives et l'orge de printemps ne sont jamais pratiquées.

- Quatre agriculteurs utilisent de l'escourgeon, l'orge de printemps et l'avoine de deux ans, selon le même schéma que le blé de deux ans :

CP / ESC
OP
AV

Lorsque les agriculteurs ont le choix entre l'escourgeon et l'orge de printemps, ils les utilisent indifféremment. Le lin est exclu de ce motif pour tous les agriculteurs. Les autres cultures de printemps tête de rotation qui entrent dans ce motif ne sont pas les mêmes pour tous les agriculteurs. Le motif se décline donc en plusieurs versions.

Il est à noter que seul SCT utilise l'avoine sur des successions de deux ans avec toutes ses cultures de printemps tête de rotation (SCT est le seul à cultiver l'avoine).

- Enfin un dernier modèle concerne les producteurs de pomme de terre et de salsifis. Des motifs de trois ans avec la betterave sont souvent mis en place :

$$BS \ / \ \begin{array}{c} PDT \\ SAL \\ M \end{array} \ / \ BLE$$

2) Les déclinaisons des modèles

Les quatre modèles cités se déclinent selon les agriculteurs de plusieurs manières différentes. Ces déclinaisons dépendent principalement de deux facteurs : le type d'assolement de l'agriculteur et les contraintes imposées par les zones cultivables relatives à chaque culture.

(a) Influence de l'assolement sur les types de motifs appliqués

On constate des différences marquées entre les exploitations d'élevages qui nécessitent une sole de maïs importante pour l'alimentation du troupeau et les exploitations spécialisées dans la production de légumes.

- Les exploitations dont la sole en maïs en pourcentage des terres labourables est importante ont des modèles de succession culturale qui intègrent tous le maïs. Des successions semblables se retrouvent chez les trois agriculteurs dont la sole de maïs représente un tiers des terres labourables. Ainsi, GDC, TRP et BUP mettent en place les deux motifs suivants :

$$\begin{array}{c} M \\ BS \\ L \end{array} \ / \ BLE \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} M \\ BS \end{array} \ / \ BLE \ / \ ESC$$

TRP est le seul à cultivé le lin.

BUP utilise également trois autres motifs dans lesquelles intervient le maïs : un de deux ans avec l'orge de printemps et l'escourgeon et un autre de trois ans : BS / M / BLE. Les deux principalement utilisés restent cependant ceux citées ci-dessus.

A ces trois agriculteurs, s'ajoute ensuite GMI qui, avec 18 % de maïs sur ses terres labourables, met en place exactement les mêmes motifs que TRP.

GDV, EGO et REC pratiquent également les mêmes successions que TRP si ce n'est qu'ils n'utilisent pas le lin dans les motifs de trois ans. Il est à noter que REC n'a que 2 % de ses terres labourables cultivées en maïs et met également en place une succession sur trois ans faisant intervenir les betteraves et le lin avec l'orge de printemps.

Un huitième agriculteur, GDO à des motifs semblables à ceux de TRP mais il n'utilise pas la betterave comme tête de rotation sur trois ans.

Ces 8 agriculteurs font parti des 13 éleveurs enquêtés : six sont éleveurs laitiers et deux allaitants. Trois des plus importants éleveurs du bassin versant sont représentés ici mais les cinq autres agriculteurs ont des élevages de taille moyenne avec 60 à 50 vaches laitières ou allaitantes voir de taille relativement petite pour la région avec une trentaine de vaches laitières pour trois d'entre eux.

La proportion de maïs parmi les cultures semble donc être plus déterminant que la taille de l'élevage quant à la détermination du type de successions culturales mises en place par les agriculteurs.

Enfin GHA, éleveur allaitant de taille relativement importante, a des motifs très proches de ceux des huit éleveurs cités ci-dessus : un avec du blé de deux ans et un avec du blé de trois ans suivi de l'escourgeon. Cependant avec seulement 1 % de maïs dans son assolement, cette dernière culture n'entre que très occasionnellement dans des successions culturales. Il a donc semblé judicieux de l'écartier du groupe d'éleveur constitué essentiellement sur la base de la sole du maïs dans l'assolement.

- DEP et SCT font partis des agriculteurs exploitants qui possèdent les plus grandes SAU : 276 ha et 498 ha. Ils cultivent le pois et les endives qui occupent au total 10 % et 16 % de leur assolement, respectivement. DEP cultive également la pomme de terre. Tous deux cultivent l'escourgeon aussi bien que l'orge de printemps et dans des proportions similaires. Ils diffèrent nettement sur un point : la proportion de blé dans leur assolement. Alors que DEP cultive 51 % de blé, SCT n'en cultive que 36 %. Cette différence expliquerait les utilisations que fait SCT de l'orge de printemps et de l'escourgeon à savoir que seul SCT utilise ces deux cultures sur des motifs de deux ans. Ils diffèrent également sur les têtes de rotations utilisées dans les motifs de trois ans : DEP n'utilise pas le pois mais le lin et la betterave alors que SCT n'utilise pas le lin mais le pois et la betterave. Les cultures de maïs, pomme de terre et endives sont exclues de ces successions chez les deux agriculteurs.

(b) Les contraintes de zones cultivables

Les contraintes liées au territoire déterminent les zones cultivables de chaque culture. Il s'agit de contraintes de sols et de parcelles (géométrie, éloignement...).

Le type de contrainte le plus rencontré et qui limite la zone cultivable du lin est la présence de sols crayeux ou trop peu argileux.

Ainsi, par exemple sur certaines parcelles, GMI met en place la succession suivante : BS / BLE / M / BLE alors que sur les autres parcelles, le lin intervient dans des motifs de deux et trois ans.

La présence de sols séchants tels que des sols sableux ou crayeux limite également les cultures de légumes comme la carotte chez JOP où cette culture n'entre jamais dans des successions faisant intervenir du blé de deux ans. De même, DEP n'implante pas de pomme de terre sur ses parcelles trop crayeuses et met en place des enchaînements de motifs de deux et trois ans avec la betterave et le maïs.

Les contraintes liées à la distance au siège de l'exploitation ou aux bâtiments de stockage ont été rencontrées chez quelques agriculteurs enquêtés. Par exemple, GDC possède des parcelles à deux endroits bien distincts géographiquement : Hiermont et Fontaine. Il identifie une zone préférentielle pour la culture du maïs sur les terres situées à proximité des bâtiments de corps de ferme, lieu de stockage de l'ensilage, à savoir à Hiermont. Les motifs utilisés sur ces parcelles sont des motifs de deux ans (M / B) alors que sur les parcelles situées à Fontaine, des motifs de trois sont utilisés et font intervenir la betterave.

Par contre, les contraintes liées à des surfaces de parcelles trop petites n'ont été rencontrées que chez GRI qui a été exclu de l'analyse. Il considère que des parcelles de moins de 2 ha sont trop petites pour être cultivées en légumes tels que les carottes ou le salsifis. Il a également des contraintes sur certaines parcelles qui sont difficilement irrigables et sur lesquelles il ne cultive alors jamais de légumes.

C. Validation des modèles établis sur l'année de prévision 2005

Les modèles de succession culturale spécifique à chaque agriculteur ont été appliqués sur l'année 2005 afin de vérifier leur validité. En comparant les prévisions des agriculteurs pour 2005 et ce que les modèles de succession prévoient pour cette même année, nous obtenons 11 parcelles pour lesquelles la culture prévue par l'agriculteur ne fait pas partie des cultures envisagées par le modèle sur 212 parcelles testées qui représentent une surface de 1038 ha. Nous appellerons ce cas de figure une erreur. Il y a alors 5.2 % d'erreurs soit une surface de 54 ha. Ces résultats ne concernent pas les agriculteurs qui n'ont pas donné leurs prévisions pour l'année 2005 lors de l'enquête.

Les erreurs dues aux prévisions de jachère par les agriculteurs semblent difficiles à expliquer par des erreurs dues au modèle en lui-même. En effet les règles de successions quant à la jachère (cultivée en trèfle ou en ray gras la plus part du temps) sont souvent très lâches et n'imposent pas de précédent particulier).

Les parcelles sur lesquelles des erreurs ont été constatées sont récapitulées dans le tableau suivant :

Agriculteur concerné	Prévision de l'agriculteur	Prévision des modèles
BUP	BLE	MAIS
DEP	JACH	ESC
DEP	ESC	OP, POIS
DEP	BS	LIN, JACH
DUM	OP	BLE
EGO	BS	ESC, MAIS, LIN, SAL, PDT
GHA	JACH	BLE
GHA	JACH	BLE
GMI	MAIS	BLE
MID	END	MAIS
REC	BLE	ESC, OP, LIN, [MAIS]

Figure 18 : Tableau récapitulatif des erreurs de prévision des modèles de successions culturales pour l'année 2005

D'autre part les erreurs dues aux prévisions de blé par les agriculteurs sont générées par des successions de type Céréale / BLE à savoir OP / BLE pour BUP et BLE / BLE pour REC. Elles ne sont donc pas normalement mises en places par les agriculteurs et correspondent à des situations exceptionnelles.

Enfin les erreurs dues à des prévisions de culture de printemps par les agriculteurs sont générées soit par des successions de type CP / CP, soit par des délais de retour appliqué plus courts que ceux annoncés.

Les modèles de succession culturale peuvent donc être validés.

On pourrait également calculer la précision du modèle par rapport aux prévisions des agriculteurs. Ce calcul se ferait de la manière suivante :

Nombre de cultures prévues par l'agriculteur / Nombre de cultures prévues par le modèle qui correspondent à celles prévues par l'agriculteur

La valeur ainsi obtenue est toujours supérieure à zéro (on ne teste pas les erreurs lorsque l'agriculteur n'a pas renseigné les prévisions). On pourra alors attribuer la valeur zéro au cas où le modèle ne proposerait aucune des cultures que l'agriculteur prévoit. Des valeurs supérieures

à 1 indiqueraient que l'agriculteur se donne le choix entre plusieurs cultures dont certaines qui ne figurent pas parmi les cultures trouvées par le modèle.

IV. Détermination des marges de manœuvre pour la localisation des cultures

Pour chaque unité de culture, c'est-à-dire pour le plus petit niveau de re-découpage parcellaire, et pour l'année de prévision 2005, il a été déterminé les marges de manœuvre quant au choix de la culture à y implanter. Deux types de marges de manœuvre sont alors attribués aux parcelles : les marges de manœuvre simples, correspondant au nombre de cultures envisageables et des marges de manœuvre "relatives", correspondant au nombre de cultures possibles par rapport au nombre total de cultures que pratique l'agriculteur concerné.

Le nombre de cultures possibles envisagées sur chaque parcelle en 2005 a été fait sans tenir compte de la sole de chaque culture : par exemple lorsque l'une des cultures possibles a une sole nettement inférieure à la taille de la parcelle, la culture est prise en compte de la même manière que les autres sous Arcview mais il est noté dans la base de données Access que le choix de cette culture nécessitera un re-découpage de la parcelle. Un autre cas de figure peut se présenter : lorsque que la sole de la culture est légèrement inférieure à la taille de la parcelle, un re-découpage de cette parcelle ne serait pas envisageable et la solution serait plutôt d'augmenter la sole de la culture. Cet événement est pris en compte de la même manière que le précédent. Dans les deux cas envisagés ci-dessus, il est évident qu'un dialogue devrait s'établir avec les agriculteurs concernés afin de ne pas exclure ces situations de la détermination des marges de manœuvre.

D'autre part, la détermination risque d'être légèrement faussée. Pour certains agriculteurs, l'historique des assolements ne remonte qu'à l'année 2001. Or dans ce cas de figure, la prévision par les modèles de successions culturales ne peut écarter les cultures dont les délais de retour sont supérieurs à quatre ans de la prévision alors qu'elles le seraient peut-être si les informations sur les assolements allaient au-delà de quatre ans. On aboutit alors à une surestimation des marges de manœuvre pour ces agriculteurs. Il s'agit ainsi des marges de manœuvre de sept agriculteurs qui risque d'être surestimées. Les cultures les plus touchées par ces surestimations sont donc les cultures de lin, de pois et enfin de betterave.

A. Analyses des marges de manœuvre par agriculteur

Les marges de manœuvre ainsi calculées ont des valeurs comprises entre un et sept. Sur chaque parcelle du bassin versant, selon les modèles de successions culturales établis précédemment, il y a entre une et sept possibilités de culture. En moyenne sur toutes les parcelles, on obtient une marge de manœuvre de 2.21, ce qui signifie qu'en moyenne, sur chaque parcelle un choix est possible entre deux cultures.

1) Marges de manœuvre moyennes

Les calculs de marges de manœuvre moyennes pour chaque agriculteur se font en arrondissant à 0.5 près. Le graphique présenté sur la figure 19 montre la répartition des valeurs obtenues.

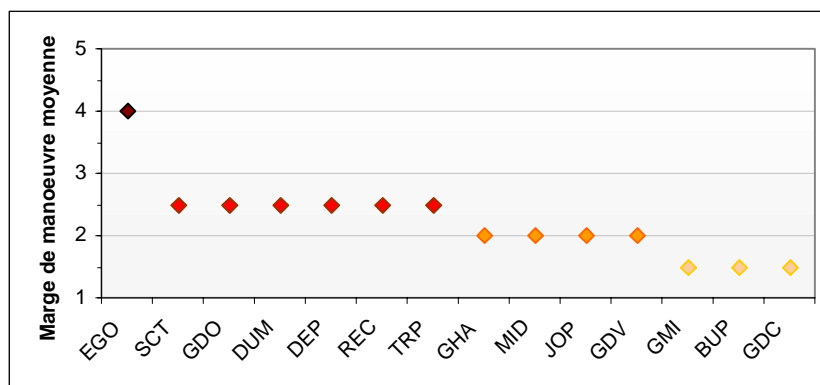


Figure 19 : Marges de manœuvre moyennes par agriculteur

Ce graphique permet de classer les agriculteurs en quatre groupes selon leur niveau de marge de manœuvre moyen :

- Niveau 4 : marge de manœuvre de supérieure à 3 : EGO
- Niveau 3 : marge de manœuvre de 2.5 : SCT, GDO, DUM, DEP, REC, TRP,
- Niveau 2 : marge de manœuvre de 2 : GHA, MID, JOP, GDV, GMI
- Niveau 1 : marge de manœuvre de 1.5 : BUP, GDC

Chaque niveau de marge de manœuvre est alors représenté par une couleur sur le graphique de la figure 19.

Les groupes d'agriculteurs qui se dessinaient à la suite de la construction des modèles de successions culturales se retrouvent sensiblement sur le graphique :

- Il apparaît que les deux grands producteurs de légumes, SCT et DEP ont des niveaux de marge de manœuvre élevés : niveau 3,
- Les grands éleveurs se retrouvent majoritairement dans les niveaux de marge de manœuvre les plus faibles : niveaux 1 et 2,
- Le dernier groupe d'agriculteurs éleveurs et producteur de légumes présente des niveaux de marge de manœuvre moyens à élevés: niveau 2, 3 et 4 pour EGO.

Ces calculs de niveau de marge de manœuvre sont intéressants pour interpréter de manière géographique la répartition des marges de manœuvre sur le bassin versant. Ils s'avèrent bien moins pertinents pour juger du niveau d'exigence de chaque agriculteur. Par exemple, un agriculteur avec deux de marge de manœuvre et possédant deux cultures n'aura pas le même niveau d'exigence qu'un autre agriculteur avec deux de marge de manœuvre et dix cultures dans son assolement. Il est donc pertinent de calculer les marges de manœuvre proportionnelles au nombre de cultures de chaque agriculteur.

2) Marges de manœuvre "relatives"

Les marges de manœuvre "relatives" sont calculées de la manière suivante :

$$100 * \text{nombre de cultures possibles sur la parcelle} / \text{nombre de cultures total de l'agriculteur}$$

Avec ces nouveaux calculs, les marges de manœuvre vont de 10 % à 80 %. D'autre part, on obtient une moyenne générale de 31.7 %. C'est-à-dire, qu'en moyenne, les agriculteurs ont le choix entre un peu moins d'un tiers de leur culture.

Le graphique de la figure 20 présente les marges de manœuvre relatives par agriculteur.

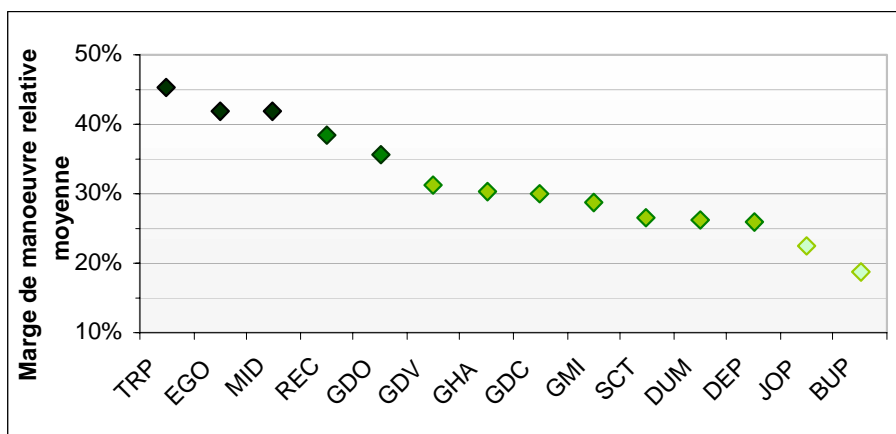


Figure 20 : Marges de manœuvre relatives moyennes par agriculteur

Des niveaux de marge de manœuvre relative peuvent être définis ainsi :

- Niveau 4 : marges de manœuvre relative supérieure à 40 % : TRP, EGO, MID,
- Niveau 3 : marges de manœuvre relative entre 35 et 40 % : REC, GDO,
- Niveau 2 : marges de manœuvre relative entre 25 et 35 % : GDV, GHA, GDC, GMI, SCT, DUM, DEP,
- Niveau 1 : marges de manœuvre relative inférieure à 25 % : JOP, BUP.

Certains résultats sont cependant à nuancer. En effet deux choses peuvent influencer ces résultats:

- Ces marges de manœuvre prennent en compte les parcelles sur lesquelles l'implantation d'une culture entraînerait le re-découpage de la parcelle. Ainsi, ce problème affecte tout particulièrement TRP et REC. TRP obtient 45.5 % de marge de manœuvre en moyenne mais si l'on ne tenait pas compte des cultures qui entraîneraient des re-découpages, sa marge de manœuvre moyenne tomberait alors à 25 %. De même REC passerait de 38.3 % à 29.2 %. Cependant pour TRP, les surfaces qui seraient à re-découpées font déjà parti, pour la grande majorité, d'une parcelle re-découpée, un tel cas de figure entraînerait une réorganisation du re-découpage de la parcelle. Cela ne serait pas impossible à mettre en place pour TRP alors que pour REC, il s'agit le plus souvent de parcelles entières isolées et un re-découpage amènerait sans doutes trop de contraintes pour être envisagé. Les marges de manœuvre relatives à considérer pour REC seraient alors plutôt celle tenant compte des soles des cultures, à savoir 29.2 %,
- Pour certains agriculteurs, seules les parcelles situées sur le bassin versant sont prises en compte car l'assolement n'a pas pu être renseigné dans sa totalité. Les parcelles du bassin versant "représentent" seules un agriculteur. Il se peut alors que, pour des raisons diverses, les parcelles du bassin versant soient toutes cultivées par des cultures occupant la même place dans les successions culturales. Ceci entraîne soit une surestimation du niveau d'exigence de l'agriculteur pour 2005 lorsque les parcelles étaient cultivées avec des têtes de rotation en 2004 et le choix pour 2005 est très souvent réduit à la culture de blé ; soit une sous-estimation de ce niveau d'exigence lorsque les parcelles étaient cultivées avec du blé par exemple. Il pourrait alors être évaluer l'erreur due aux fluctuations inter-annuelles des soles des cultures en comparant simplement la surface en blé prévue avec la surface totale en blé de l'agriculteur.

3) Mise en parallèle des deux types de marge de manœuvre établis

Un tableau croisant les valeurs obtenues pour les deux types de marge de manœuvre permet de visualiser les résultats :

		Marge de manœuvre			
		Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Marge de manœuvre relative	Niveau 1	BUP	JOP		
	Niveau 2	GMI, GDC	GHA, GDV	SCT, DUM, DEP, REC*	
	Niveau 3			GDO	
	Niveau 4		MID	TRP	EGO

*REC est classé dans le niveau 2 de marge de manœuvre relative pour des problèmes de re-découpages impossibles, voir 2) Marges de manœuvre "relatives".

Figure 21 : Tableau croisé des deux types de marge de manœuvre

Les deux types de marges de manœuvre calculés permettent d'évaluer le niveau d'exigence de chaque agriculteur qui sont alors inversement proportionnels à ces dernières.

- Ainsi, alors que les deux agriculteurs grands producteurs de légumes, DEP et SCT, avaient des marges de manœuvre supérieures à la moyenne générale, on constate que finalement, ces marges sont dues au nombre de cultures totales qu'ils possèdent plus qu'à des règles de succession peu exigeantes ou peu diversifiées,
- Les marges de manœuvre faibles de plusieurs agriculteurs dont MID par exemple s'expliquent par le faible nombre de cultures qu'ils ont à leur "disposition", se concentrant sur leur atelier d'élevage,
- Le cas de EGO est spécifique avec 41.9 % de marge de manœuvre relatives et des marges de manœuvre moyennes de 3.8. Ceci s'explique premièrement par la diversité des rotations qu'il met en place, lui offrant alors plus de possibilités de cultures et deuxièmement par le nombre de cultures à sa disposition, à savoir huit.

Les marges de manœuvre à disposition des agriculteurs sont dans l'ensemble assez importantes puisque aucun n'a de marges de manœuvre nulles. Cependant pour la maîtrise du ruissellement et de l'érosion, le changement de localisation d'une culture n'est utile que s'il s'agit d'une culture qui se comporte de manières différentes vis-à-vis du ruissellement. Il serait alors intéressant d'étudier les marges de manœuvre concernant non plus la localisation d'une culture mais concernant la localisation d'un type de culture.

B. Analyse par entité géographique

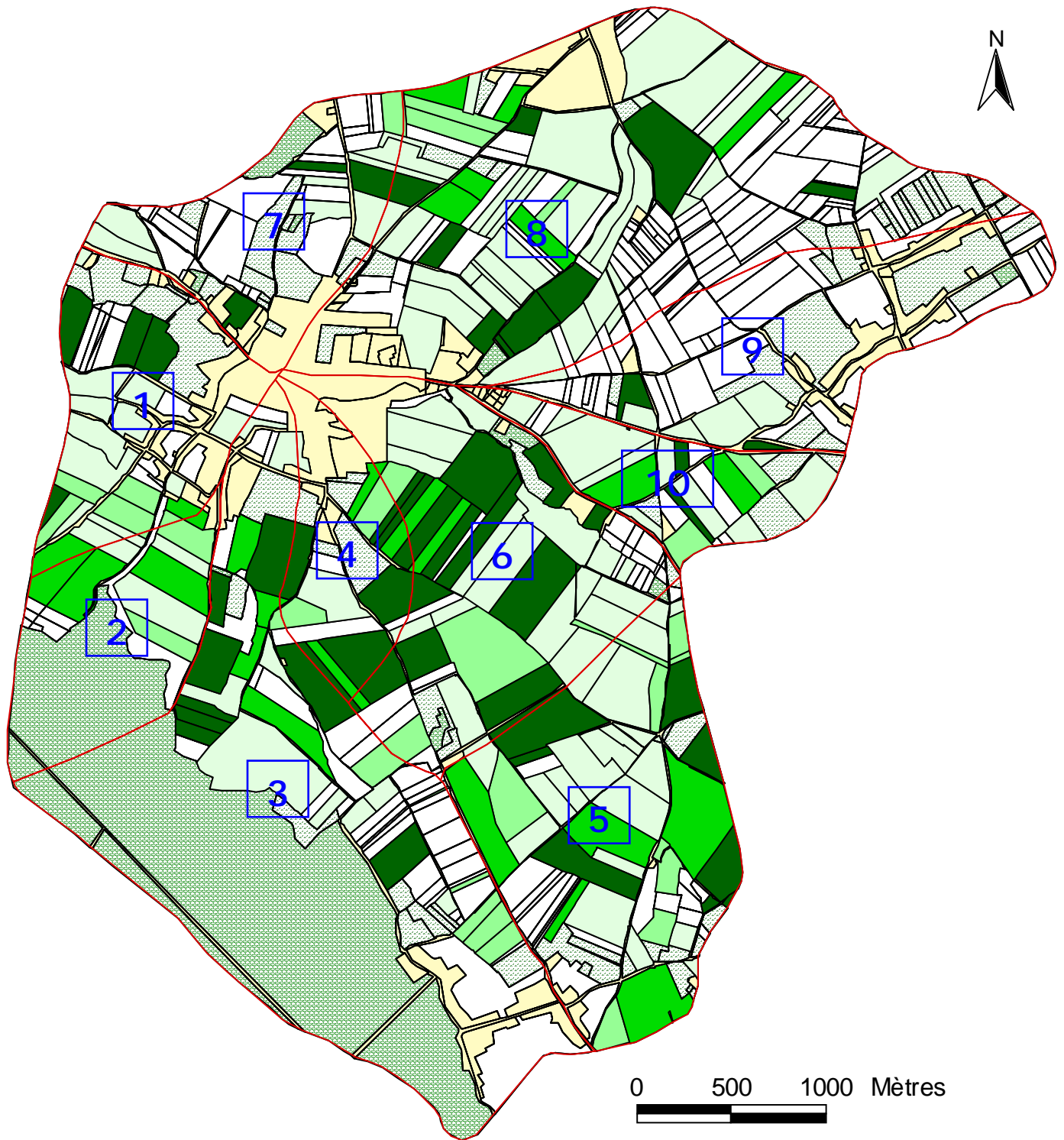
Les marges de manœuvre utilisant les cultures sont représentées de manière géographique sur la carte du parcellaire du bassin versant (figure 22). Sur cette figure, les surfaces non concernées telles que les zones d'habitations et les routes sont représentées couleur crème sur la carte. Les zones de prairies, de jachère fixe et de bois ont été représentées par des figurés spécifiques afin de bien les démarquer. Enfin les terres non renseignées figurent en blanc et le niveau 0 de marge de manœuvre leur a été attribué.

Selon les sous bassins versants considérés, il se présente plusieurs cas de figure :

- De nombreuses parcelles n'ont pas de marge de manœuvre ou ont des marges de manœuvre faibles pour changement des cultures. Les marges de manœuvre élevées se situent sur des parcelles en amont de prairies permanentes, surface infiltrante, un changement de culture sur ces parcelles n'aurait alors pas une grande incidence sur le ruissellement. Sur ce bassin versant, malgré les possibilités de changements de cultures, il semblerait qu'une concertation des assolements ne puisse pas apporter beaucoup dans la lutte contre le ruissellement. C'est le cas par exemple des sous bassins versants 1, 3 et 4,
- Quelques parcelles présentent des marges de manœuvre moyennes et sont assez proches les unes des autres. Le choix des cultures sur ces parcelles, exploitées par des agriculteurs différents, se fait entre des cultures de printemps et de l'escourgeon ou de l'orge de printemps. Il serait intéressant de concerter ces agriculteurs pour que certains choisissent plutôt une céréale, moins génératrice de ruissellement que les cultures de printemps telle que la pomme de terre. Les autres parcelles ont des marges de manœuvre faibles voir nulles, Les sous bassins versants 2, 6, et 8 présentent ce cas de figure,
- Des parcelles présentant des marges de manœuvre nulles ne se trouvent en aval et aucune prairie ne permet d'infiltrer les écoulements en aval de ces parcelles. Des parcelles en amont avec des marges de manœuvre moyennes ou élevées, permettraient de créer une alternance dans les cultures afin de réduire le ruissellement. Ceci concerne les sous bassins versants 5 et 10,
- Le sous bassin versant est peu renseigné pour ce qui est des terres labourables. Cependant, la présence de prairies permanentes ou de jachère fixe, réduit le ruissellement. C'est le cas des sous bassins versants 7 et 9.

Pour l'interprétation de la carte des prévisions de localisation des cultures de 2003, SOMEA a défini certains critères comme étant à risque vis-à-vis du ruissellement. La présence de cultures de printemps sur plus d'une dizaine d'hectares contigus, l'absence de prairie permanente ou de jachère fixe est le niveau de risque maximum. Avec la carte du fonctionnement hydraulique du bassin versant ainsi que la carte topographique, les marges de manœuvre peuvent être mises en relation avec les zones à risque définies selon les critères de SOMEA. Ainsi, quelques situations où des changements de localisation des cultures sont possibles (marges de manœuvre moyennes à élevées) dans des zones à risques sont mis en évidence. Dans le sous bassin versant 8, par exemple, quelques parcelles proches de l'exutoire et contiguës pourraient faire l'objet d'une concertation efficace. Cependant, dans ce même sous bassin versant et également proche de l'exutoire, des parcelles avec aucune marge de manœuvre sont situées dans une zone de risques et qui est très régulièrement touchée par des problèmes de ruissellement et d'érosion.

L'étude de la répartition géographique des marges de manœuvre montre que certaines zones, parmi les plus sensibles aux problèmes de ruissellement et d'érosion, pourraient faire l'objet de changement de localisation de certaines cultures. Les zones de marges de manœuvre élevées comme celles de marges de manœuvre nulles sont clairement mises en évidence sur la carte. Leur utilisation est donc un premier pas intéressant pour aborder une concertation entre les agriculteurs.



- Limites de sous bassin versant
- Routes, chemins et zones d'habitation
- Prairies permanentes et jachères fixes
- Bois et vergers

Niveaux de marge de manoeuvre :

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

- 1 Numéro de sous bassin versant

Figure 22 : Répartition des marges de manoeuvre sur le bassin versant de Crécý en Ponthieu

V. Mise au point d'indices et perspectives

Une des sorties de l'analyse des règles de successions culturales est la mise au point d'indices, chiffrés ou non, permettant de juger du niveau d'exigence des cultures et, par extension, des agriculteurs. D'autre part, ces analyses offrent plusieurs perspectives. Il a été vu que le blé occupe souvent une place centrale dans les successions culturales. Or étant donné l'importance de cette culture et de sa localisation pour la maîtrise du ruissellement, analyser sa place dans les successions culturales ouvre de nouveaux horizons. Enfin, dans la méthode d'enquête, le relevé de l'historique des assolements pourra être simplifié par la prise en compte des délais de retours de chaque culture.

A. Indices

Un indice se basant sur les délais de retours des cultures et les nombres de précédents est assez simple à mettre en évidence et à utiliser. En se basant sur les soles de chaque culture par rapport à la surface totale de terre labourable, il est alors possible de donner une indication quant au niveau de marge de manœuvre pour la localisation des cultures. Cette indication peut être donnée à plusieurs niveaux : au niveau des agriculteurs, pour pouvoir mieux cibler ceux qui ont des possibilités de changement de localisation de certaines de leurs cultures ou au niveau du bassin versant et de chaque sous-bassin versant pour prévoir de manière globale si des changements de localisation sont envisageables.

Un autre indice peut être calculé sur la base des renseignements donnés au sujet des précédents de chaque culture et de leur sole dans l'assolement. Cet indice renseigne sur le niveau d'exigence de chaque culture et le met en évidence de manière chiffrée. Cependant cet indice calculé nécessite d'avoir à dispositions les assolements complets sur plusieurs années et d'établir les soles moyennes de chaque culture en gommant alors les fluctuations inter-annuelles.

L'indice, "I-prec", se calcule pour chaque culture de la manière suivante :

$$I\text{-prec}(\text{culture } n) = \frac{\sum (\% \text{ précédent de la culture } n)}{\% \text{ culture } n}$$

"% culture n" et "% précédent de la culture n" sont respectivement les pourcentages de la sole de la culture n et d'un précédent de cette culture n par rapport à la surface labourable totale.

Cette valeur est normalement comprise entre 1 et $\frac{1}{\% \text{ Culture } n} - 1$

Une valeur inférieure à 1 signifie alors que l'agriculteur ne peut pas suivre ses règles de précédents telle qu'il les a annoncés. Ce genre de valeurs met en évidence des règles erronées. Des valeurs croissantes supérieures à 1 correspondent à des flexibilités croissantes alors qu'une valeur de 1 indique une flexibilité nulle.

L'analyse de la superficie des parcelles permet également de dégager un indice qui, à partir de données telles que la surface des terres labourables informe quant à la superficie moyenne des parcelles.

B. La place du blé dans les successions culturales

Dans les modèles de successions culturales, le blé intervient dans des motifs de deux ans et de trois ans. Il revient donc tous les deux ou trois ans sur une même parcelle. Il s'agit également d'une culture peu exigeante du point de vue des délais de retour et des précédents. Or le rôle de la culture de blé vis-à-vis du ruissellement et de l'érosion est central et sa localisation sur le bassin versant est alors d'autant plus importante qu'il est présent dans la grande majorité des successions culturales.

Les agriculteurs du bassin versant n'appliquent pratiquement jamais de rotation régulière sur leurs parcelles mais plutôt des successions de culture dans lesquelles on discerne des motifs qui se retrouvent d'une parcelle à l'autre. Ils jonglent alors régulièrement sur une même parcelle entre des motifs de deux et trois ans. Il leur est alors possible de briser un cycle de successions de blé de deux ans en intercalant un ou plusieurs motifs de trois ans. Or, dans un secteur du bassin versant où, une année, une trop forte concentration de cultures de printemps potentiellement ruisselantes est prévue la présence de parcelles de blé serait alors souhaitable pour limiter ce ruissellement. Il faut alors que, deux ans avant "l'année à problème", sur les parcelles où il serait souhaitable d'implanter du blé pour limiter le ruissellement, il soit mis en place des motifs de trois ans au lieu de ceux de deux ans. Plus concrètement, si un agriculteur prévoit une succession du type : BLE / CP / BLE / **CP** ("l'année à problème" figure en rouge), il devrait être incité à changer pour une succession de trois ans de ce type : BLE / ESC / CP / **BLE**. Les cycles de culture sont alors décalés par rapport aux autres parcelles, ce qui augmente donc la diversité des cultures sur le territoire pour une même année.

Mais les arguments en faveur de la synchronisation des cycles de culture sont nombreux. Il est compréhensible que les agriculteurs préfèrent regrouper leurs cultures pour des raisons d'économie de temps et d'énergie : ils ont moins de déplacements à effectuer lors des opérations culturales si les parcelles d'une même culture sont à proximité les unes des autres. Toutefois ceci n'est valable que si les agriculteurs ont le matériel leur permettant de travailler plusieurs parcelles dans la même journée. Quelques agriculteurs appliquent tout de même ce principe de désynchronisation des cycles de culture car ils donnent la priorité à la lutte contre le ruissellement et l'érosion. Toutefois, ils le font de manière individuelle et ne se coordonnent pas entre eux.

Par ailleurs, on constate qu'il est nécessaire et suffisant de regarder seule l'année antérieure à celle des prévisions pour pouvoir prévoir les parcelles sur lesquelles du blé sera implanté. Le blé est alors la culture la plus simple à prévoir, lorsque l'agriculteur n'utilise pas l'escourgeon ou l'orge de printemps dans des successions culturales de deux ans.

C. Amélioration de la méthode d'enquête

La réalisation d'enquêtes chez les agriculteurs nécessite des disponibilités importantes, de la part de la personne qui enquête mais également de celle qui est enquêtée. En effet, les enquêtes que j'ai effectuées avaient une durée d'une heure pour les plus courtes et jusqu'à trois heures pour les plus longues. La partie la plus fastidieuse était alors de retranscrire l'historique des assolements. Pour simplifier cette étape des enquêtes et pour limiter la quantité d'informations demandées à l'agriculteur au strict nécessaire, il est alors préférable de ne pas relever plus d'années qu'il n'en faut pour vérifier les règles de successions et prévoir les marges de manœuvres. Il est donc recommandé de relever autant d'années que le délai de retour le plus élevé annoncé.

Ainsi, par exemple, pour des agriculteurs dont les délais de retour les plus élevés sont de six ans, il était nécessaire de relever l'historique des assolements depuis 1999 pour les prévisions de l'année 2005.

Par ailleurs ceci implique une disposition des éléments dans le questionnaire différente de ce que l'on trouve dans la bibliographie. En effet, les délais de retour de chaque culture doivent être connus avant de remplir l'historique des assolements. Le tableau des contraintes par culture vient alors avant celui de l'historique des assolements. Les précédents mais également les contraintes géographiques à la localisation des cultures sont alors demandés en premier. Les agriculteurs expliquent alors leur règles de successions culturales puis, par l'intermédiaire de l'historique des assolements, ces règles sont alors vérifiées. Ceci est bien souvent l'occasion de préciser certains points traités un peu trop vite précédemment ou d'expliquer les écarts entre ce qui a été annoncé et ce qui est réellement pratiqué.

Cependant, lorsque que les délais de retour maximaux sont très longs, comme 8 ans pour le lin, cette méthode n'apporte pas d'améliorations quant à la rapidité de l'enquête. Il est alors envisageable de préciser la localisation des cultures dans l'historique des assolements uniquement pour les cultures à délais de retour longs. Par exemple lorsque que les délais de retour sont de quatre ans pour un bon nombre de culture mais de 7 ans pour le lin, il est préférable de noter l'historique des assolements jusqu'en 2001 et ne noter que la localisation des parcelles de lin en 1999, 1998 et 1997. Cette méthode est donc recommandée pour toutes les cultures à délais longs. La longueur des délais est à juger relativement aux délais des autres cultures.

Conclusion

L'analyse des données recueillies au cours des enquêtes a donc conduit à différents constats. L'analyse de l'aire des parcelles indique que le niveau de re-découpage des parcelles semble être suffisant pour ne pas avoir à envisager prioritairement ce type de mesure afin de limiter le ruissellement et l'érosion. Quelques parcelles appartenant à un même agriculteur pourraient cependant faire l'objet de re-découpages.

L'établissement des modèles de successions culturales grâce aux règles de succession culturelle des agriculteurs, étape indispensable dans la détermination des marges de manœuvre, a mis en évidence des relations entre la sole de la culture de maïs, et les types de successions culturales appliquées. D'autre part, l'analyse des deux grands types de successions culturales avec du blé de deux et du blé de trois ans apporte un élément intéressant pour prévoir sa localisation et met en évidence le fait que la réflexion doit se faire deux années auparavant. Dans le Pays de Caux, ce genre application ne semble pas possible. En effet, malgré des motifs principaux identiques (avec le blé de deux et trois ans), les agriculteurs ne se donnaient pas autant de flexibilité pour passer d'un motif à l'autre.

L'analyse des règles de successions culturales aide à établir différents indices du niveau d'exigence des agriculteurs qui permettent de mieux appréhender la détermination des marges de manœuvre.

La détermination des marges de manœuvre pour chaque parcelle renseignée lors des enquêtes montre que les agriculteurs ont tous des possibilités de changement de localisation de leurs cultures. Cependant, il faut souligner que les marges de manœuvre sont globalement surestimées du fait du manque de données quant aux parcelles extérieures au bassin versant. La détermination des marges de manœuvre "relatives" est une étape intéressante qui aide à mieux cerner les exigences des agriculteurs en matières de règles de successions culturales. Ces marges de manœuvre sont tout de même supérieures à celles rencontrées dans le Pays de Caux,

où, comme il a été dit précédemment, les successions de cultures sur une même parcelle sont plus rigides.

Enfin, la représentation spatiale des marges de manœuvre et les analyses à l'échelle des sous bassin versants permet concrètement de mettre en évidence les situations où des changements de localisation de cultures sont possibles et souhaitables afin de limiter les risques de ruissellement et d'érosion. Cette analyse nous fait alors voir comment la détermination des marges de manœuvre peut aider dans la mise en place des assolements concertés sur un bassin versant.

Discussion sur les assolements concertés

Les assolements concertés mis en œuvre par SOMEA sur le bassin versant de Crécy en Ponthieu depuis 2001 ne semblent pas être très suivis par les agriculteurs. La méthode employée peut être améliorée que ce soit au niveau de la date, du lieu ou encore des moyens de communications choisis. Cependant nous verrons que l'investissement de tous les acteurs, agriculteurs, encadrant mais également industriels, est indispensable à la mise en place d'une véritable concertation dans le but de limiter ruissellement et érosion dans ce bassin versant de la Somme.

I. Retour sur les assolements concertés de SOMEA en 2003.

La démarche dite d'assolements concertés engagés par SOMEA en 2003 a été très peu suivie. Il s'agissait de la simple diffusion des prévisions d'assolements des agriculteurs. Il a donc été organisé une permanence afin de recueillir ces prévisions, suivi de la diffusion de ces informations sous forme de carte. Un retour sur ce qui a été fait en 2003 par SOMEA est indispensable dans l'optique d'y apporter des améliorations.

A. La permanence de 2003

En 2003, SOMEA avait donc organisé une permanence en Maire de Crécy en Ponthieu. 50 agriculteurs y étaient conviés mais seuls deux s'y sont rendus. La très faible fréquentation de cette permanence peut s'expliquer par de nombreuses raisons mais deux semblent avoir été déterminantes : la date et le lieu choisi. Nous verrons que la consultation de la carte des assolements prévisionnels ne semble pas avoir été concluante non plus et enfin nous verrons que les modalités mises en œuvre pour la permanence de 2004 n'ont pas attiré plus d'agriculteurs qu'en 2003.

1) Date et lieu de la permanence

La date de la permanence, par problème de disponibilité des personnes en charge de la consultation, fut plutôt mal choisie : le 7 juillet 2003. Nombreux agriculteurs se sont ainsi étonnés d'une telle date. Six agriculteurs ayant déjà commencé leurs moissons, trois autres étant partis en vacances avant leurs moissons, seuls deux agriculteurs se sont alors rendus à cette permanence. Les autres agriculteurs n'ont, soit pas précisé la raison de leur absence, soit ne s'y sont délibérément pas rendu par désintérêt.

En ce qui concerne le lieu de la permanence en mairie de Crécy en Ponthieu, il semblerait bien choisi, l'assolement concernant le bassin versant de Crécy en Ponthieu. Les deux agriculteurs qui se sont rendus à la permanence habitaient sur la commune d'Estrées-les-Crécy. Cependant, dans les enquêtes que j'ai réalisées, deux agriculteurs mettent en avant le fait que, n'ayant pas pour habitude de se rendre dans la mairie de communes sur lesquelles ils n'habitent pas, ils ne se sont pas rendus aux permanences tenues à Crécy. Un autre pense que si la permanence avait eu lieu dans la mairie de sa commune, il s'y serait effectivement rendu. Le choix de Crécy en Ponthieu n'est peut-être pas judicieux comme nous le verrons en détail par la suite.

La date choisie semble donc avoir été le facteur le plus contraignant, neuf agriculteurs l'ont mentionné alors que le choix du lieu n'a été mentionné que par trois. Le choix de la date doit donc être choisie en tenant compte des contraintes de calendrier des agriculteurs.

2) La carte des assolements prévisionnels pour la campagne 2003 – 2004

(a) Réalisation de la carte et de la note d'accompagnement

A la suite la permanence du 7 juillet 2003, SOMEA a donc pu renseigner les parcelles exploitées par deux agriculteurs, ce qui représentait 5 % des terres labourables du bassin versant. Des visites individuelles aux agriculteurs ont été effectuées chez certains exploitants. Les autres parcelles ont été renseignées en appliquant des règles de successions établies d'après l'enquête de 2001 et à partir des cultures en place observées en 2003. Cependant, en renseignant les assolements 2004 auprès des agriculteurs j'ai pu m'apercevoir que les prévisions sont parfois très loin de la réalité comme par exemple pour des inversions CP / CH.

La carte, une fois produite, a été commentée et donc accompagnée d'une note détaillant le niveau de risque d'érosion et de ruissellement par sous bassin versant. Le niveau de risque de ruissellement se basait uniquement sur l'analyse de la répartition des cultures de printemps par rapport aux cultures d'hiver. Les cultures ont ainsi été classées de la manière suivante :

- Cultures d'hiver : blé, escourgeon, colza, qui couvrent le sol au printemps et assurent par conséquent une bonne protection contre le ruissellement et l'érosion ;
- Cultures de printemps : maïs, betterave, lin, légumes, ... dont le développement n'est pas suffisant pour assurer une bonne protection du sol lors des orages de printemps ;
- Le pois et l'orge de printemps ont été classés dans les cultures de printemps maïs, étant, implantées tôt dans la saison et leur développement au moment des orages de printemps leur confère un niveau de risque moyen.

L'alternance de culture d'hiver et de printemps était alors définie comme le niveau de risque de ruissellement le moins élevé. Le critère principal pour juger de l'alternance des cultures est la sole de chacun des trois types de culture. L'objectif de SOMEA est d'atteindre des soles maximales de 8 à 12 ha pour un même type de culture.

Des conseils d'implantation de jachère, avec leur localisation pertinente vis à vis des problèmes d'érosion sont également donnés. Une appréciation sur la sensibilité à l'érosion de chaque sous-bassin versant était fournie.

(b) Diffusion de la carte

Fin septembre, avant le début de la période de semis des cultures d'hiver, cette carte a été mise à disposition des agriculteurs, sur demande, en mairie de Crécy en Ponthieu. Des deux agriculteurs qui s'étaient rendus à la permanence, seul un est allé consulter la carte. Un autre agriculteur n'était pas au courant de l'existence de cette carte mais a pu la consulter "à domicile" lors d'une visite d'un membre de SOMEA. Enfin, un autre agriculteur était au courant de l'existence de cette carte et est allé la consulter. Finalement, 3 agriculteurs sur les 17 que j'ai enquêtés ont consulté la carte et seuls 3 étaient au courant de son existence.

Les deux agriculteurs qui l'ont consulté sont des communes de Froyelle et d'Estrées-les-Crécy. Le lieu de consultation de la carte semble alors poser un problème et plusieurs agriculteurs de la commune d'Estrées iraient consulter la carte des assolements prévisionnels si elle était mise à disposition en mairie de d'Estrées. D'autres souhaiteraient en recevoir un exemplaire.

3) Retour sur la permanence de 2004

En 2004, la permanence à Crécy n'a pas été beaucoup plus attractive que celle de 2003. En effet, seuls deux agriculteurs s'y sont rendus. Celle-ci s'est pourtant tenue au mois de mai, période où les charges de travail ne sont pas encore trop élevées. Cependant, beaucoup d'agriculteurs étaient encore en période de traitements phytosanitaires de leurs cultures (après un épisode pluvieux). D'autre part, la permanence s'est déroulée le matin de 10h à 12h et il se trouvait que ce même jour un tour de plaine était "au programme". Très peu d'agriculteurs étaient alors disponibles.

B. Propositions d'améliorations de la démarche de consultation des agriculteurs

Sur la base des remarques que les agriculteurs m'ont formulées, plusieurs améliorations peuvent être proposées.

1) Choix de la période de consultation des agriculteurs

Le choix de la période de consultation des agriculteurs doit tenir compte de deux facteurs principaux. Le premier est bien évidemment les périodes de disponibilité des agriculteurs et le deuxième est l'avancement de leur réflexion sur leurs assolements de l'année suivante.

En ce qui concerne le premier facteur, il semble se dégager que, pour la majorité des agriculteurs, la période du mois de juin est celle où les disponibilités sont les plus grandes. En effet, les agriculteurs ont fini leurs traitements phytosanitaires sur les cultures et les moissons n'ont pas encore commencé. Trois agriculteurs sur les 17 enquêtés m'ont déclaré partir en vacances à la fin du mois de juin et revenir pour leurs moissons au mois de juillet. Seul un agriculteur cultivant les fraises, ne peut absolument pas se libérer au mois de juin, période de cueillette des fraises.

Ensuite, au niveau de la chronologie de décision des assolements, il ressort qu'au mois de juin, tous les agriculteurs sont capables de prévoir la répartition des cultures d'hiver et de printemps sur leur parcelle. Pour un assolement plus détaillé, notamment au niveau de la répartition des cultures de printemps, 9 agriculteurs sur les 17 enquêtés attendent la fin des moissons. Ainsi entre la fin des moissons et le début du mois de septembre, les assolements se finalisent pour plus de la moitié des agriculteurs. On peut noter par ailleurs que 8 les agriculteurs n'ayant pas leur assolement décidé à 100% au mois de septembre cultive au moins un légume (endive, carottes, pois ou salsifis) ou des pommes de terre. Il s'agit là de contraintes liées aux contrats

Compte tenu de la précision actuelle qui est nécessaire à l'évaluation du risque de ruissellement et d'érosion sur chaque sous bassin versant, la répartition des cultures d'hiver et de printemps sur le bassin versant semble suffire. Quant au rôle particulier que joue le pois, on peut noter que trois des six agriculteurs concernés par cette culture font parti de ceux qui peuvent donner leur assolement détaillé au mois de septembre.

Le mois de juin et plus précisément la première quinzaine du mois de juin semble donc pouvoir réunir le plus d'agriculteurs. Cependant des facteurs comme les conditions météo ou l'organisation d'autres réunions seraient à intégrer dans le choix plus précis de la date.

2) Lieu de la permanence et de la mise à disposition de la carte

Seuls six agriculteurs sur les 17 enquêtés ont leur siège d'exploitation sur la commune de Crécy en Ponthieu. Ainsi, dans l'étude réalisée par SOMEA en 2001, on comptait ceci :

Commune	Nb d'agriculteurs	Distance Crécy-Commune
Crécy en Ponthieu	6	0 km
Estrées les Crécy	8	3.7 km
Dompierre sur Authie	3	7.1 km
Fontaine sur Maye	3	4.2 km
Froyelle	1	4.9 km
Vironchaux	1	5.8 km
Noyelle en Chaussée	1	9.4 km
Total	23	

D'après l'Etude des ruissellements et de l'érosion sur le bassin versant de Crécy en Ponthieu, SOMEA, 2001.

Figure 23 : Localisation des sièges d'exploitation du bassin versant de Crécy en Ponthieu

La commune d'Estrées semble regrouper le plus d'agriculteurs concernés par les assolements concertés. Mais la raison pour laquelle la commune de Crécy a été choisie est que c'est cette dernière qui a commandé l'étude à SOMEA et il semblait alors plus logique que ce soit également elle qui mette à disposition des locaux pour la consultation des agriculteurs. Cependant, comme il a été dit précédemment, les agriculteurs ont l'habitude de se rendre à la mairie de leur commune mais pas dans celle des communes voisines. Un agriculteur m'a d'ailleurs fait part de son souhait de voir une permanence se tenir à Estrées.

On pourrait envisager deux heures de permanence en fin de matinée dans l'une des deux mairies et deux heures en début d'après-midi dans l'autre mairie. Faire se tenir une permanence dans chacune de deux mairies ne serait certainement pas superflu mais le problème serait alors celui de la disponibilité des agents de SOMEA.

En ce qui concerne la carte des assolements prévisionnels, dû fait de la répartition des sièges d'exploitations et des remarques des agriculteurs, il serait certainement plus profitable de la mettre à disposition en mairie de Crécy en Ponthieu ainsi qu'en mairie d'Estrée-les-Crécy.

D'autre part, un agriculteur se plaint du système de mise à disposition de la carte sur demande et préférerait un simple affichage de la carte, accessible à tous et non dépendant des horaires d'ouverture de la mairie de Crécy en Ponthieu.

Quant à la demande de certains agriculteurs de recevoir cette carte à domicile, il est évident qu'il s'agirait d'une opération trop coûteuse et non envisageable.

La carte des assolements prévisionnels pour 2005 devrait être mise à la disposition des agriculteurs comme en 2004 à savoir fin septembre. Cette date est peut-être trop tardive et un affichage plus tôt, avant même les récoltes, serait plus profitable.

3) Information des agriculteurs

Un grand nombre d'agriculteurs, 11 sur 17, n'était pas au courant de la mise à disposition de la carte des assolements prévisionnels en mairie.

Bien qu'annoncé dans la lettre d'invitation à la permanence, il serait utile de renvoyer un courrier aux agriculteurs au moment de la publication de cette carte pour les en avertir.

Cependant, on peut espérer qu'après les enquêtes effectuées sur ce thème, les agriculteurs soient plus au courant de la démarche de SOMEA. En effet, il semblerait que le processus

de concertation des assolements n'ait pas été exposé de manière détaillée aux agriculteurs d'où leur méconnaissance de la carte par exemple. Cependant, les agriculteurs une fois informés de la démarche devraient en prendre l'habitude. SOMEA ne devrait alors plus avoir recours à ce double envoi de lettres qui s'avère encore nécessaire.

II. Perception des assolements concertés par les agriculteurs du bassin versant

Lors des enquêtes auprès des agriculteurs j'ai pu percevoir leurs sentiments vis-à-vis des assolements concertés. On découvre également que la plupart discutent déjà entre eux de la localisation de leurs cultures et des conséquences que cela peut avoir sur le ruissellement et l'érosion.

A. Une concertation déjà en cours entre agriculteurs ?

Au cours des enquêtes, je me suis aperçue que chaque agriculteur est assez attentif à ce qu'il se met en pratique dans les terres voisines des siennes. Lorsque les agriculteurs entretiennent de bons rapports entre eux, ils peuvent même aller jusqu'à se concerter quant à la localisation de leurs cultures sur un secteur. Cela dit, il ne s'agit pas d'une concertation dans le sens où les agriculteurs décident ensemble des localisations des cultures sur un même secteur mais plus de conseils donnés par un agriculteur à un autre. Ces conseils prennent plus la forme de remarques concernant par exemple le fait qu'une parcelle risque de ruisseler sur les cultures de l'agriculteur dont provient la remarque.

On constate donc que les secteurs où les rapports sont les meilleurs et où les agriculteurs se concertent déjà un peu sont des secteurs où les risques de ruissellement et d'érosion sont les moindres. Les secteurs correspondent globalement à des ensembles de sous bassin versant ou parfois à des zones bien précise à l'intérieur d'un sous bassin versant.

Par contre des agriculteurs dont les parcelles sont voisines et très régulièrement sujettes à des problèmes de ruissellement voire d'érosion ont généralement plus de difficultés à communiquer. Ainsi dans ces secteurs à problèmes et à cause des problèmes de voisinage que cela entraîne, les concertations sont rendues plus difficiles. Pour ces agriculteurs et pour mettre en place une concertation entre eux, il semble alors nécessaire de faire intervenir une tierce personne qui ferait le "médiateur" entre les agriculteurs.

B. Intérêt des agriculteurs pour la démarche

1) Simple curiosité pour la carte

La grande majorité des agriculteurs m'ont exprimé leur désir de consulter la carte des assolements prévisionnels. Mais pour la plupart d'entre eux il s'agit simplement d'une simple curiosité et pas d'un désir de concertation, après consultation de la carte, entre les agriculteurs. Ils voient alors la carte comme un moyen d'information des agriculteurs et non pas comme un moyen d'action, source d'une véritable interaction entre eux. Ceci est peut-être dû au fait que la démarche manque de lisibilité pour eux.

2) Compréhension de la démarche

(a) Le "comment"

Le manque de lisibilité de la démarche pour les agriculteurs se situe surtout au niveau de la méthode employée. En effet il semble que la plupart des agriculteurs ne voit pas comment des assolements concertés peuvent être mis en place. Ils se posent des questions sur la façon dont la concertation peut se faire. Ils se demandent si ce genre de projet ne va-t-il pas leur prendre trop de temps, s'ils seront obligés d'y participer. Deux agriculteurs craignent même que des cultures leur soient imposées.

(b) Le "pourquoi"

Ayant déjà eu à subir les dégâts causés par le ruissellement et l'érosion, la majorité des agriculteurs est sensible à ces problèmes. Ils sont nombreux à avoir déjà adapté certaines de leurs pratiques culturales comme par exemple le changement du sens de culture, la mise en place de bandes enherbées ou le re-découpage de certaines parcelles. Ils sont conscients que malgré ces changements de pratiques et la mise en place d'aménagements, les problèmes de ruissellement et d'érosion persisteront.

Beaucoup comprennent alors l'utilité d'une concertation. Ils donnent même des exemples de situations passées où la concertation aurait vraiment dû avoir lieu. Cependant cette compréhension de l'utilité des assolements concertés se fait toujours a posteriori. Les agriculteurs mettent souvent en avant une conjonction de faits peu ordinaires qui entraîne les problèmes de ruissellement et cette conjonction est de fait exceptionnelle. Quelques agriculteurs préfèrent alors prendre le risque de ne pas concerter les assolements.

3) Le désintéressement de certains

Il est à souligner que deux agriculteurs avouent se désintéresser complètement des assolements concertés. D'une part car la surface des terres labourables qu'ils occupent dans le bassin versant leur semble négligeable et d'autre part, ils déclarent ne rencontrer aucun problème de ruissellement et d'érosion sur les terres qu'ils exploitent.

C. Doutes des agriculteurs sur les assolements concertés

Bien que les agriculteurs comprennent la nécessité d'une concertation, très peu y croient... En effet, la majorité des agriculteurs me fait part de leurs difficultés à construire leurs propres assolements. Ils se demandent alors comment une concertation entre tous les agriculteurs pourrait être possible. En plus de leurs interrogations sur la méthode, ils se posent donc la question de leur réelle capacité à participer à des assolements concertés.

D'autre part, les agriculteurs ont déjà été beaucoup sollicités pour la mise en place d'aménagements hydrauliques sur le bassin versant. Bien que tous reconnaissent qu'ils ne sont pas suffisants pour résoudre le problème du ruissellement et de l'érosion, il apparaît très nettement qu'ils estiment en avoir fait assez.

Bien que compréhensifs, les agriculteurs apparaissent donc plutôt réticents à la mise en place d'assolements concertés et elle serait vécue comme une nouvelle incursion de l'état dans leurs affaires...

III. Acteurs extérieurs au bassin versant

Dans la démarche d'assolements concertés les agriculteurs ne sont pas les seuls acteurs. En effet, d'une part, SOMEA encadre mais d'autre part des agents extérieurs tels que les industriels ont un rôle à jouer non négligeable.

A. Investissement de SOMEA dans la démarche

La coordination des agriculteurs entre eux est essentielle dans les assolements concertés. D'autre part, il est absolument nécessaire que ce rôle d'encadrement soit tenu par une instance extérieure au bassin versant.

Il semble évident que SOMEA soit le mieux placé pour coordonner les agriculteurs entre eux. Cependant, l'association doit investir des moyens pour pouvoir mettre en place de véritables assolements concertés. Il apparaît déjà très nettement que l'association manque de temps pour pouvoir consulter tous les agriculteurs au sujet des aménagements hydrauliques à mettre en place dans le bassin versant de Crécy en Ponthieu. La mise en place des assolements concertés n'est peut-être donc pas la priorité de SOMEA actuellement mais, si l'association souhaite continuer dans cette voie, il lui faudra investir du temps.

Par ailleurs, le syndicat intercommunal du Ponthieu Marquenterre pourrait participer de manière active à ces assolements concertés. Mais il s'agit également là un problème de temps et de moyens insuffisants.

B. Industriels et agriculteurs

Les problèmes les plus graves de ruissellement et d'érosion sont rencontrés sur les parcelles de culture de printemps qui généralement sont sous contrat passé avec un industriel. Or les contrats passés entre agriculteurs et industriels le sont à des dates très avancées dans la campagne de cultures. Les agriculteurs se basent alors sur les contrats des années précédentes pour pouvoir prévoir un minimum leurs assolements. J'ai ainsi relevé que les contrats sont signés entre le mois de janvier et le mois de mars.

Ainsi, alors que les agriculteurs prévoient, avant les semis des cultures d'hiver au plus tard et en se basant sur les contrats des années précédentes, la surface qu'ils réserveront à chaque culture, la confirmation n'arrive qu'au mois de janvier, au plus tôt. Au moment des signatures des contrats, il y a donc parfois des variations dans la sole de certaines cultures. Les agriculteurs s'adaptent alors et sont souvent obligés de changer leurs assolements au "dernier moment". Ils n'ont alors plus la possibilité d'implanter des cultures d'hiver et choisissent alors parmi les autres cultures de printemps pour remplacer les surfaces "perdues". Six agriculteurs sur les 12 qui cultivent l'orge de printemps l'utilisent alors à cet effet. Cependant les agriculteurs n'ayant pas à disposition cette culture se retrouvent alors "coincés" et mettent alors parfois en place des successions qui n'auraient pas lieu d'être, tel que BLE / ESC / OP au lieu de BLE / ESC / CAR.

Par ailleurs, il est à noter que les industriels imposent aux agriculteurs, dans leur cahier des charges, des techniques culturales assez peu favorables à la maîtrise du ruissellement et de l'érosion. Par exemple, pour la culture de pomme de terre, certains cahiers des charges imposent des taux de matière organique très bas ce qui favorise la perte de cohésion du sol et donc le rendent plus sensible à l'érosion. Les agriculteurs ne renonceraient pas à ces cultures pour autant mais craignent que désormais, cultures de pomme de terre riment systématiquement avec bandes enherbées, haies, talus, fossés ou mares.

Les industriels auraient donc un rôle à jouer d'une part au niveau de la chronologie de décision des assolements et donc dans les assolements concertés dans la mesure où, pour chaque agriculteur, la sole de nombreuses cultures est déterminée par les contrats passés avec les industriels et d'autre part au niveau des pratiques culturales. Ils pourraient par exemple proposer des contrats à signer deux ans à l'avance. Une discussion reste à établir, même s'il semble bien difficile de faire peser les impératifs environnementaux face aux impératifs économiques.

Conclusion

Les consultations engagées par SOMEA n'ont pas eu de réelles répercussions sur des changements éventuels de localisation des cultures. Le système de permanence en mairie est une bonne base pour la concertation des agriculteurs mais il mériterait d'être quelque peu amélioré. La date semble être le facteur le plus déterminant quant à la venue des agriculteurs. Le choix de deux lieux de permanence, la mairie de Crécy en Ponthieu et celle d'Estrées les Crécy, permettrait également d'attirer plus d'agriculteurs mais la disponibilité des agents de SOMEA entre alors en ligne de compte. L'implication de SOMEA qui encadre ces assolements concertés est primordiale. Cependant, par manque de temps, la mise en place de la concertation ne fait pas, pour l'instant, parti de leurs priorités. D'autre part, une explication plus détaillée de la démarche d'assolement concerté auprès des agriculteurs par SOMEA pourrait inciter les agriculteurs à participer.

Enfin les industriels pourraient jouer un rôle en proposant des contrats sur deux ans au lieu de un an mais cette proposition semble beaucoup plus difficile à mettre en œuvre.

Conclusion

L'objectif était de proposer des outils d'aide à la mise en place des assolements concertés à des fins environnementales, la maîtrise de l'érosion. Pour ce faire la détermination des marges de manœuvre pour le changement de localisation des cultures s'est révélée indispensable. La méthodologie proposée par Joannon (2004) a été suivie et appliquée au bassin versant de Crécy en Ponthieu, sujet à de fréquents problèmes de ruissellement et d'érosion voir même d'inondation sur la commune de Crécy en Ponthieu. Ce bassin versant faisait déjà l'objet d'études et SOMEA avait déjà mis en place un système de consultations des agriculteurs afin de renseigner leurs prévisions. Un deuxième objectif était l'analyse du travail effectué par SOMEA en matière de consultation des agriculteurs.

Les résultats des analyses concernent plusieurs points. Tout d'abord, l'analyse des aires des parcelles montre que finalement, l'objectif de SOMEA, qui est d'inciter à des re-découpages afin d'obtenir des parcelles de 8 à 12 ha, ne concernerait que quelques parcelles dont certaines sont en zone très sensible vis-à-vis des risques de ruissellement (pente importante et située juste en amont de la commune de Crécy en Ponthieu). Ensuite, la diversité des motifs de succession culturale mis en place par les agriculteurs a pu se résumer en quatre grands modèles. La place du blé dans ces successions est alors apparue prépondérante mais celle des céréales secondaires, à savoir l'escourgeon, l'orge de printemps et l'avoine, présente un intérêt tout particulier dans la lutte contre le ruissellement. La détermination des marges de manœuvre met ensuite en évidence de nombreuses possibilités de changements de localisation des cultures. Ces possibilités se sont révélées plus nombreuses que ce qui avait été rencontré dans le Pays de Caux. Les motifs appliqués sont similaires mais la souplesse dans leur choix est beaucoup plus réduite. Enfin, la spatialisation des marges de manœuvre est utile pour cerner les zones où des changements seraient souhaitables dans l'optique d'une diminution du ruissellement et de l'érosion.

Les indices présentés sont à développer et à tester de manière plus approfondie. Ceci nécessiterait des informations plus précises et complètes au sujet des assolements et de la localisation des cultures sur le territoire. D'une manière générale, l'établissement de prévisions précises et donc de marges de manœuvre non surestimées, nécessiterait également ces compléments d'information. L'amélioration proposée de la méthode d'enquête va dans ce sens mais ne permet pas toujours de résoudre le problème.

Le retour les assolements concertés organisés par SOMEA en 2003 montre que des améliorations sont possibles et que de nombreux agriculteurs sont prêts à participer à cette démarche. Ils sont conscients de l'intérêt de la mise en place d'une telle concertation mais se posent des questions sur la méthode utilisée. Cependant tout cela nécessite l'investissement principalement de SOMEA alors que l'association manque déjà de temps pour les actions en cours telles que la mise en place d'aménagements et l'activité de conseil auprès des agriculteurs. Par ailleurs, le Syndicat Intercommunal de Développement Economique et d'Aménagement du Ponthieu-Marquenterre pourrait également s'investir plus dans la démarche mais le même problème de disponibilités réduites freine la mise en place d'une réelle concertation. Enfin les industriels pourraient prendre part à la réflexion et accorder plus de souplesse aux agriculteurs au niveau des surfaces mises en contrat.

Finalement, la spatialisation des marges de manœuvre semble être un outil intéressant à disposition de SOMEA pour accompagner leur démarche de consultation des agriculteurs. Ceci leur permettrait de mieux cibler les zones où des changements sont possibles et donc d'engager une discussion avec les agriculteurs directement concernés.

Bibliographie

- Auzet, A.V. (1990) *L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grandes cultures : aspects agronomiques*. Rapport ministère de l'Environnement / ministère de l'Agriculture, CERAG-URA 95 CNRS, 39 pages.
- Auzet, A.V. *et al.* (1998) Effects of agricultural land use on spatial and temporal distribution of soil erosion in small catchments: implications for modelling. In: *Modeling Soil Erosion by Water* (Ed. by J. Boardman & D. Favis-Mortlock), Springer, Berlin. *NATO-ASI Series I-55*. 309-338.
- Boiffin, J. (1984) *La dégradation des couches superficielles du sol sous l'action des pluies*. Thèse, INA P-G, Paris, 320 pages + annexes
- Boiffin, J. *et al.* (1986) *Systèmes de production, systèmes de culture et risques d'érosion dans le Pays de Caux*. INRA / INA-PG, 154 pages + annexes.
- Boiffin, J. & Monnier, G. (1994) Suppression de labour et érosion hydrique dans le contexte agricole français : bilan et possibilité d'application des références disponibles. In: *Simplification du travail du sol*, vol. 65, Editions INRA, Les Colloques, Paris (France). 85-103.
- Cerdan, O. (2001) *Analyse et modélisation du transfert de particules solides à l'échelle de petits bassins versants cultivés*. Thèse, Université d'Orléans, 175 pages + annexes.
- Cerdan, O. *et al.* (2002) Incorporating soil surface crusting processes in an expert-based runoff model: Sealing and transfer by runoff erosion related to agricultural management. *Catena*, 46, 189-205.
- Decorte, D. (2000) Champs ravinés à Saint-Gratien : Face à l'érosion, modifier les pratiques culturales, *L'action Agricole Picarde*, 3 mars 2000, 20.
- Derancourt, F. (1982) *L'érosion des terres agricoles dans le secteur Canche-Authie. Etudes réalisées, orientation du programme, techniques de lutte, approche des incidences économiques*. Rapport. 45 pages.
- Derancourt, F. (1987) *Essais mis en place dans le cadre des programmes de lutte contre l'érosion des sols dans le Pas-de-Calais*. Programme Hydro-sol. Chambre d'agriculture du Pas-de-Calais, doc.mult.
- Dubreuil, N. (2001) *Utilisation régionale d'un modèle de ruissellement : STREAM*. Rapport de DESS, Université d'Orléans, 49 pages + annexes.
- Fullen, M.A. (1998) *Effect of grass lay set-aside on runoff, erosion and organic matter levels in sandy soil in east Shropshire, UK*. *Soil & Tillage Research*, 46, 41-49.

- IGN, Département de télédétection (1984) *Erosion des terres agricoles d'après photographies aériennes. Ligescourt – Somme*. IGN France, 23 pages.
- IGN, Département de télédétection (1985) *Région Picardie : Inventaire de l'érosion. Rapport de synthèse*, Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie, IGN France, 20 pages.
- Joannon, A. (2004) *Coordination spatiale des systèmes de culture pour la maîtrise de processus écologiques. Cas du ruissellement érosif dans les bassins versants agricoles du Pays de Caux, Haute-Normandie*. Thèse, INA-PG, Paris, 229 pages + annexes.
- Jankauskas, B. & Jankauskiene, G. (2003) Erosion-preventive crop rotation for landscape ecological stability in upland regions of Lithuania. *Agriculture Ecosystems & Environments*, 95, 129-142.
- Joret G. *et al.* (1953), Les sols du ponthieu. In: *Annales de L'INRA*, livraison du N°4 de 1953, 471-517.
- Le bissonais, Y. & Gascuel-Oudou, C. (1998) L'érosion hydrique de sols cultivés en milieu tempéré. In: *Sol: Interface fragile* (Ed. by P. Stengel & S. Gelin), INRA Editions, Coll. Mieux Comprendre, Paris, 129-144.
- Lecomte, V. (1998) *Transfert de produits phytosanitaires par le ruissellement et l'érosion de la parcelle au bassin versant : processus, déterminismes et modélisation spatiale*. Thèse, ENGREF, Paris, 242 pages + annexes.
- Lilin, C. & Paulet, B. (1987) L'érosion des sols cultivés en France : Développement actuel et actions entreprises, *B.T.I.*, 417 – 1987, 71-93.
- Luce, M., De Francqueville, I. (1997) *Lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols. Bassin Versant de Ponches Estruval-Dompierre sur Authie. Enquête sur les pratiques agricoles des exploitants du Bassin Versant. Premiers renseignements. Recommandations*. SOMEA, mai 1997, 24 pages.
- Luce, M. & Tellier, J. (2002) *Etude des ruissellements et de l'érosion des sols sur le bassin versant de Crécy en Ponthieu. Caractéristiques du bassin versant. Pratiques culturales, Critiques et solutions alternatives. Propositions en matière d'agronomie et d'aménagements hydrauliques*. Rapport SOMEA, 106 pages + annexes.
- Ludwig, B. (2000) Les déterminantes agricoles du ruissellement et de l'érosion. De la parcelle au bassin versant. *Ingénieries*, 22, 37-47.
- Martin, P. (1997) *Pratiques culturales, ruissellement et érosion diffuse sur les plateaux limoneux du nord ouest de l'Europe : applications aux intercultures du Pays de Caux*. Thèse, INA-PG, Paris, 184 pages + annexes.
- Martin, P. *et al.* (1997) Mesure du ruissellement et de l'érosion diffuse engendré par les pratiques culturales en Pays de Caux (Normandie). *Geomorphologie*, 2, 143-154.

- Maxime, F. et al. (1998) Donner de la souplesse aux choix dans les rotations-cadres. In: *Actes du colloque : aide à la décision et choix de stratégie dans les entreprises agricoles; 10-11 décembre 1996*, INRA-ESR, Grignon. 85-99.
- Ouvry, J.F. (1989) *Bulletin d'information de l'AREAS N°5*.
- Pôle de Compétence Sol et Eau de Haute-Normandie. (1998) *Bandes de terre retassées et chemin d'eau enherbé – Conception pour l'AREAS et les chambres d'agriculture de l'Eure et de la Seine Maritime*. 4 pages.
- Poesen, J. & Govers, G. (1990) Gully erosion in the loam belt of Belgium : typology and control measures. In: *Soils erosion on agricultural land* (Ed. by J. Boardman, I.D.L. Foster & J. A. Dearing), John Wiley & Son Ltd. 513-530.
- Richard, G. et al. (2001) *Fonctionnement physique des sols cultivés : labour, non labour, structure et érosion*. In: *Du labour au semis direct : enjeux agronomiques*, INRA / ITCF. 21-23.
- Sebillote, M. (1990) Le système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In: *Les systèmes de culture* (Ed. by L. Combe & D. Picard), INRA Editions – Coll. Un point sur, Paris. 165-196.
- Souchère, V. et al. (1998) Effect of tillage on runoff directions: consequences on runoff contributing area within agricultural catchments. *Journal of Hydrology*, 206, 256-267.
- Souchère, V. et al. (2001) Incorporating surface crusting and its spatial organization in runoff and erosion modelling at the watershed scale. In: *Sustaining the Global Farm, selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting, May 24-29, 1999, Purdue University* (Ed. by D.E. Stott, R.H. Mohtar & G.C. Steinhardt). 888-895.
- Souchère, V. et al. (2003) Grassland and crop trends: role of the European Union Common Agricultural Policy and consequences for runoff and soil erosion. *Environmental Science & Policy*, 6, 7-16.
- Takken, I. et al. (2001a) The prediction of runoff directions on tilled fields. *Journal of Hydrology*, 248, 1-13.
- Takken, I. et al. (2001b) The effect of tillage-induced roughness on runoff and erosion patterns. *Geomorphology*, 37, 1-14.
- Van Dijk et al. (1996) Retention of water and sediment by grass strips. *Hydrological Processes*, 10, 1069-1080.
- Van Oost, K., Govers, G. & Desmet, P. (2000) Evaluating the effect of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology*, 15, 577-589.

Table des figures

<i>Figure 1: Les différents faciès de dégradation de la surface du sol sous l'action des pluies (d'après Boiffin, 1984).....</i>	5
<i>Figure 2 : Organisation spatiale des formes d'érosion dans un bassin versant.....</i>	5
<i>Figure 3 : Situation du bassin versant de Crécy en Ponthieu dans la Somme et découpage en sous bassins versants.....</i>	23
<i>Figure 4 : Carte du parcellaire du bassin versant de Crécy en Ponthieu.....</i>	25
<i>Figure 5 : Proportions des cultures sur le bassin versant.....</i>	26
<i>Figure 6 : Surfaces des terres labourables exploitées par chaque agriculteur du bassin versant.....</i>	27
<i>Figure 7 : Tableau des caractéristiques principales de chaque exploitation enquêtées.....</i>	28
<i>Figure 8 : Histogramme des aires des parcelles dans le bassin versant.....</i>	31
<i>Figure 9 : Histogramme des aires des parcelles de TRP.....</i>	32
<i>Figure 10 : Histogramme des aires des parcelles de REC.....</i>	32
<i>Figure 11 : Histogramme des aires des parcelles de SCT.....</i>	32
<i>Figure 12 : Aire moyenne des parcelles de chaque exploitant en fonction de sa surface en terres labourables totale.....</i>	33
<i>Figure 13 : Graphique des Aires moyennes des parcelles par année et par culture.....</i>	35
<i>Figure 14 : Tableau des délais de retour des cultures.....</i>	38
<i>Figure 15 : Tableau des délais de retour des cultures de DEP.....</i>	38
<i>Figure 16 : Tableau des précédents des cultures.....</i>	39
<i>Figure 17 : Niveaux d'exigence des cultures selon leurs délais de retour et le nombre de leurs précédents culturaux.....</i>	39
<i>Figure 18 : Tableau récapitulatif des erreurs de prévision des modèles de successions culturales pour l'année 2005.....</i>	43
<i>Figure 19 : Marges de manœuvre moyennes par agriculteur.....</i>	45
<i>Figure 20 : Marges de manœuvre relatives moyennes par agriculteur.....</i>	46
<i>Figure 21 : Tableau croisé des deux types de marge de manoeuvre.....</i>	47
<i>Figure 22 : Répartitions des marges de manœuvre sur le bassin versant de Crécy en Ponthieu.....</i>	49
<i>Figure 23 : Localisation des sièges d'exploitation du bassin versant de Crécy en Ponthieu..</i>	58

Annexe

Questionnaire d'enquête utilisé en 2004

Questionnaire enquêtes 2004

RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Nom :

Adresse :

Tel :

• Caractéristiques de l'exploitation

Forme juridique :

SAU totale :

SAU dans le BV :

STH :

Main d'œuvre :

Nombre d'UTH, type :

PRODUCTIONS

• Productions Animales

Type d'élevage (bovins, ovins...) et effectif :

• Productions Végétales

⇒ Tableau Productions végétales

Parmi les cultures possibles dans la région, lesquelles ne sont jamais cultivées ? Pourquoi ?

Mise en place de cultures dérobées ou de cultures intermédiaires ?

Jachère : quel type ? Localisation ?

Prairies : Type ? Localisation ?

- **Localisation des parcelles sur la carte**

Détail des parcelles : nom d'usage, distance au siège de l'exploitation, pente, type de sol, culture "interdite", présence de cailloux, etc.

⇒ Tableau liste des parcelles

Successions culturales

⇒ Tableau Contraintes sur les cultures

⇒ Tableau Historique des assolements (depuis la campagne 2000 jusqu'à 2003-2004 et prévisions assolement pour la campagne 2004-2005)

Chronologie de décision des assolements :

- **Retour sur les assolements concertés de SOMEA en 2003-2004**

Période de consultations adaptée ? Carte consultée ? Suivi des conseils ?

Ruissellement et érosion

- **Manifestations du ruissellement et de l'érosion :**

Localisation sur la carte des ravines, zones de dépôts, etc. avec leur fréquence d'apparition, période, ampleur, conséquences, origines.

- **Actions**

Actions entreprises par l'agriculteur pour limiter l'érosion et le ruissellement ou en diminuer les conséquences ?

Actions supplémentaires envisagées ? Pourquoi pas déjà mises en place ?

Solutions ne pouvant pas être mises en place ?

Solutions jugées inefficaces ?

