

AGROPARISTECH (Etablissement issu du rapprochement de l'INA P-G,
l'ENSIA et l'ENGREF)
En cohabitation avec
Le MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Et l'UNIVERSITE PARIS VII DENIS DIDEROT

Stage de fin d'étude du MASTER 2 recherche EMTS
Environnement, Milieux, Techniques, Sociétés ; parcours Développement
Durable et Agricultures.

CauxOpération®, un outil d'aide à la concertation locale
pour la gestion du ruissellement érosif en bassin
versant :

Quels modes de concertation pour la négociation et
l'émergence d'actions ?
Illustration avec la construction d'un Jeu de rôles.

Mémoire de fin d'étude

Maître de stage : Véronique Souchère,
UMR SAD APT, INRA Grignon

Tuteur de stage : Jean Lossouarn (INA P-G)

Année 2006-2007

Laurent MILLAIR



Resumé

Depuis 1999 et les épisodes de graves inondations en Pays de Caux, les acteurs locaux cherchent à mettre en place des actions pertinentes de lutte contre le ruissellement au sein de bassins versants. Si des solutions efficaces sont connues de la plupart des parties prenantes, leur mise en place reste parfois difficile. Nous avons développé, dans le cadre d'une démarche de Modélisation d'Accompagnement dite « ComMod », un jeu de rôles réunissant agriculteurs, élu et animateur de bassin versant, servant de base à l'émergence d'une réflexion collective. Celui-ci, nommé « CauxOpération® », a été conceptualisé suivant une méthodologie innovante dite de « co-construction » dans laquelle l'équipe scientifique et les principaux acteurs locaux ont collaboré étroitement. Cet outil doit permettre de créer des conditions de concertation et de négociation entre les joueurs, qui, placés dans un bassin versant fictif, sont confrontés à de sévères problèmes de ruissellement et perçoivent la nécessité de mettre en place des aménagements. Ce jeu de rôle a été utilisé par 2 fois. Les résultats de ces 2 parties montrent les processus d'apprentissage s'effectuant chez les participants, la naissance d'une réflexion collective mobilisant les connaissances et les représentations de chacun. L'intérêt fort des participants et des acteurs locaux pour cet outil laisse suggérer des évolutions possibles de celui-ci pour des séances de travail plus pointues. A plus long terme, ce jeu de rôle permettra probablement de créer un Système Multi-Agents pour des simulations développées sur un plus grand nombre d'années.

Summary

Since the disastrous floods in 1999 in « Pays de Caux » (France), the local stakeholders aim to develop efficient actions against the runoff in agricultural catchments. Efficient solutions are well known. However their setting up is still difficult. The objective of this study using the Companion Modelling (ComMod) approach was to create a Role Playing Game (RPG) designed to facilitate collective learning and thought. This RPG gathers farmers, a mayor and a consultant of the organisation which deals with the runoff problem in agricultural catchments. It was named “CauxOpération®” and was created by a scientific team working closely with the local stakeholders. During a game, the players are confronted to disastrous runoff in a fictive agricultural catchments. They are supposed to confer and to negotiate in order to make land settlements against the runoff. The RPG was used two times. The results show the process of collective learning and the appearance of a collective thought using the ideas and the mental-representation of each player. The strong interest of the players and the local stakeholders in this Role Playing Game suggests that it could be developed and then used for accurate working sessions. On the long view, CauxOpération® will permit to create a Multi-Agent System, which will allows to lead simulations on a longer periode.

Remerciements

Ces remerciements ne peuvent pas être, en premier, dirigés vers une autre personne que Véronique. Merci à toi tout simplement de m'avoir fait confiance pour ce stage quand les autres ne répondaient pas à mes appels ou me faisaient déplacer 200 kms pour ne jamais me faire parvenir de réponse. Merci de m'avoir donné carte libre tout en étant à mes côtés pour me conseiller et m'aider dans la réalisation de cet outil dont il va bien falloir qu'on dépose un jour les droits d'auteurs puisque tout le monde veut nous le prendre ! Merci d'avoir été une maîtresse de stage toujours souriante, pleine de dynamisme et d'entrain, de disponibilité (même aux Etats-Unis, même à Montpellier, même à Avignon, même chez toi). Merci de m'avoir fait bosser (dur et beaucoup !) sur une thématique environnementale aussi importante que le ruissellement érosif et par une démarche vraiment novatrice. Merci de m'avoir appelé « pov pomme » ou que sais-je encore ! Merci d'avoir été plus qu'une simple maîtresse de stage en fait ! Je songe sérieusement à t'apporter un fourgon rempli de Michokko mais il paraît qu'on pourrait prendre ça pour une tentative de te soudoyer vu que la soutenance n'est pas encore passée.

Mes remerciements vont aussi à Jean Lossouarn et à François Léger, les responsables pour l'INA P-G du master EMTS qui ont fait preuve d'une grande écoute, de bons conseils et aussi surtout d'un grand soutien pour penser une vie autre que celle à l'Engref... Je sais qu'ils trouvent dommage mon refus de faire une thèse, qui sait, peut être qu'un jour l'envie viendra. Il n'est jamais trop tard !

CauxOpération® n'est pas que la création de Véronique et moi-même. C'est pourquoi je remercie très chaleureusement pour leur investissement, leur aide, leur écoute et leur disponibilité les fameux co-constructeurs : Vincent Martin, Véronique Lecomte, Bénédicte Lapière et Jean François Ouvry. Merci aussi à M. Roussel, maire de Gonzeville d'avoir participé aux réunions quand il le pouvait. Par la même, je remercie tous les participants des parties du 12 juin et du 2 et 3 juillet pour le temps qu'ils nous ont accordé et la bonne humeur dont ils ont su faire preuve, notamment Véronique Lecomte, Lise Aubourg et Bénédicte Lapière pour avoir assuré respectivement la convocation des participants.

Je remercie aussi ceux sans qui mener ce stage à bien aurait été une entreprise beaucoup plus compliquée : François Bousquet et Christophe Le Page (chercheurs au CIRAD-GREEN) dont l'aide (doublée d'une grande gentillesse) a été ô combien précieuse pour réaliser toute la partie informatique de CauxOpération® (nous leur devons une fière chandelle !) ; Elise (même si son stage l'y obligeait !), qui m'a fait réfléchir, par ses questions, à de nouvelles choses et qui nous a beaucoup aidés les 2 et 3 juillet dans l'organisation mais aussi dans la retranscription des données ; Cyrille Auguste qui nous a accompagnés et aidés pour toute la logistique ces mêmes jours ; Alain Havet (chercheur à l'UMR SAD APT) pour ses conseils sur les troupeaux de CauxOpération® (c'est grâce à lui que les vaches ne meurent pas !).

Mes pensées vont aussi vers les turbulentes stagiaires du bout du couloir : Gaëdig, Séverine, Audrey et Chloé et le très calme Ramdan. La vie dans le bureau a été grâce à eux tout à fait supportable bien qu'agitée (si ce rapport devait ne pas être fini à temps, l'entière faute devra leur être attribuée). Bon courage à eux tous pour leurs mémoires. Je n'oublie pas en même temps Marc, qui a déjà terminé son stage et qui nous a abandonné pour partir en vacances !

Pour la raison obscure de m'avoir supporté durant ces 6 mois de doute sur mes futures activités je citerai dans ces remerciements : Emilie, Raphaël, Alex, Apo, Cécile, Amandine, Camille, Maylis et Dorothée (même depuis l'étranger), Jim, Netza.

Et encore une fois Véro ! Parce que !

Sommaire

Resumé	2
Summary	2
Remerciements	3
Sommaire	4
Tables des figures	6
Tables des tableaux	6
Introduction.....	7
I. Méthodologie : une co-construction active pour un outil accepté par tous les acteurs. ...	9
A. Principe de la méthode et rappel sur les travaux précédant la mise en place de la co-construction	9
1. Rappels brefs sur la charte ComMod et la démarche générale de co-construction....	9
2. Janvier 2006 : réunion de lancement du projet	9
3. Avril 2006 à octobre 2006 : Stage de Javier Echeverria, co-construction et informatisation du modèle.....	10
B. Co-construction du JDR	11
1. Acteurs co-constructeurs	11
2. Les cycles successifs de la démarche.....	11
3. Impact de la démarche de co-construction sur les différents aspects du JDR.....	13
C. Impact de la méthodologie sur l'évolution du projet	15
1. Définition des rôles.	15
2. Construction du parcellaire	20
3. Scénario temporel et climatique.....	23
II. CauxOpération® : version finale.....	24
A. Le bassin versant : environnement de base.....	24
B. Les acteurs du jeu : rôles, informations à disposition, marges de manœuvre	25
1. Présentation du rôle du maire	25
2. Présentation du rôle de l'animateur de bassin versant	25
3. Présentation du rôle des agriculteurs.....	27
C. Orchestration de la partie	27
1. Les étapes clés d'une partie.....	27
2. L'aléa climatique.....	27
3. La vente d'une parcelle.	28
D. Paramètres de forçage et supports additionnels	28
1. Paramètres de forçage	28
2. Les supports de jeu (cf Annexe 10 à Annexe 21)	28
E. Actions de lutte contre le ruissellement	29
F. Présentation simplifiée de l'interface informatique de CauxOpération®.....	31
III. Analyse des parties du 2 et 3 juillet 2007	33
A. Présentation des parties réalisées	33
1. Mode de convocation aux parties.....	33
2. Organisation et préparation des parties.	33
B. Biais inhérents aux deux parties.....	35
1. Biais communs aux deux parties.....	35

2.	Biais dans la comparaison entre les 2 parties.....	35
C.	Création de parties de référence : optimale et désastreuse.....	36
D.	Mises en regard des principaux résultats et des stratégies développées	36
1.	Comparaison des volumes ruisselés à l'exutoire.....	37
2.	Comparaison des différentes stratégies développées	37
3.	Comparaison des résultats économiques.....	41
4.	Comparaison des utilisations de budget par le maire et l'ABV	41
E.	Analyse des modes de concertation/négociation.....	43
1.	Modes de concertation/négociation dans la partie du 2 juillet.....	43
2.	Comparaison avec les modes de concertation/négociation du 3 juillet.....	45
F.	Analyse de l'immersion des joueurs dans le JDR	48
G.	Analyse des principaux freins à l'action	48
1.	Le financement.....	49
2.	La perte de terres	49
3.	L'Implication faible d'un acteur	49
4.	Le manque de temps.....	49
5.	Autres facteurs en jeu.....	51
H.	De l'impact de l'animateur.....	51
1.	Statut de l'animateur et comportement tout au long du jeu	51
2.	Impact des interventions sur le rythme du jeu.....	51
3.	Impact des interventions sur les choix des joueurs	52
IV.	Quel avenir pour CauxOpération® ? apports, discussion, améliorations, perspectives.	53
A.	Apports pour les agriculteurs	53
1.	Du point de vue des agriculteurs eux-mêmes.....	53
2.	Du point de vue de l'analyse des parties et du questionnaire.....	54
B.	Apports pour l'animateur de bassin versant.....	54
C.	Améliorations	55
D.	Les perspectives d'utilisation de CauxOpération®.....	55
1.	Discussion sur la portée des premières parties du 2 et du 3 juillet.....	55
2.	Vers non pas un, mais des « CauxOpération® ».....	55
3.	Construire un système Multi-Agents.....	57
4.	Quelques nuances quant à l'avenir de CauxOpération®.....	57
	Conclusion.....	59
	Bibliographie.....	60
	Annexes	63

Tables des figures

Figure 1 : Cycles successifs de la démarche de co-construction.....	12
Figure 2 : Carte du parcellaire du bassin versant de Bourville ayant servi à la construction du bassin fictif.....	18
Figure 3 : Cartes des évolutions successives du parcellaire.....	22
Figure 4 : Aperçu de l'interface informatique de CauxOpération®.....	30
Figure 5 : Aperçu de la feuille « Excel » de rentrée des données d'assolement	30
Figure 6 : Aperçu de l'utilisation de la fonction zoom pour la construction d'un bassin de rétention.....	32
Figure 7 : Dispositions des joueurs lors des sessions du 2 et du 3 juillet (d'après E.Levinson, 2007).....	34
Figure 8 : Evolution des volumes ruisselés à l'exutoire suivant les tours et les parties	38
Figure 9 : Résultats économiques des agriculteurs suivant les années et les parties	42
Figure 10 : Utilisation des budgets par le maire et l'ABV suivant les années et les parties.....	42

Tables des tableaux

Tableau 1 : Evolution des principaux aspects du jeu au cours du processus de co-construction	14
Tableau 2 : Présentation des choix des rôles d'agriculteurs	16
Tableau 3 : présentation du mode de calcul de la réélection du maire	18
Tableau 4 : Surfaces agricoles (en ha) de chacune des exploitations, non présentes dans le bassin versant.....	21
Tableau 5 : Evolution du nombre de parcelles pour chaque exploitant après le 12 juin (en noir le nombre avant le 12 juin, en rouge le nombre après le 12 juin).....	22
Tableau 6 : Détails des exploitations du bassin versant	26
Tableau 7 : Caractéristiques des événements pluvieux suivant le tour de jeu.....	26
Tableau 8 : Evolution des financements (modes et quantité) de Cipan suivant les années et les parties	38
Tableau 9 Présentation des non respects des cultures à contrat.....	44
Tableau 10 : Principaux sujets de discussion lors des réunions du 2 juillet	44
Tableau 11: Principaux sujets de discussion lors des réunions du 3 juillet	46
Tableau 12 : Quelques exemples d'introduction de "réalité" par les joueurs.....	50
Tableau 13 : Analyse des points d'amélioration du jeu.....	56

Introduction

Le travail présenté dans ce mémoire a été financé par l'Agence Nationale pour la Recherche dans le cadre du programme « Agriculture et Développement Durable ». Le projet s'intitule « La modélisation d'accompagnement : une pratique de recherche en appui au développement durable ». L'objectif de ce stage était de co-construire un jeu de rôles (JDR) pour tester les possibilités d'une mise en place concertée d'actions limitant le ruissellement à différentes échelles d'investigation (exploitation agricole et bassin versant).

Nous avons formulé la problématique centrale de ce travail comme il suit : Comment créer un environnement de réflexion suffisamment simple et réaliste pour que tous les participants puissent s'y identifier (y projeter leurs propres façons d'agir et de penser) et accepter d'entrer dans un processus de négociation et concertation, sans, pour autant, que soient mésestimés des facteurs cruciaux liés à la thématique de travail ?

La démarche, les objectifs et la construction « chemin faisant » ont soulevés par ailleurs de nombreuses autres questions auxquelles nous tenterons de répondre le plus précisément possible. La création d'un tel outil de travail engendre aussi une nécessaire réflexion sur les impacts (positifs ou négatifs) de son utilisation, que ce soit par l'équipe scientifique qui l'a conçu ou par des acteurs désirant s'en servir pour leurs propres travaux.

Les phénomènes de ruissellement boueux sont étudiés dans les plaines limoneuses du Nord-ouest de l'Europe (et notamment en Pays de Caux) depuis plus d'une trentaine d'années. Aujourd'hui, le processus de ruissellement ainsi que ses conséquences (inondations, transports de terre et érosion) sont bien connus (Auzet et al., 1990 ; Martin, 1997 ; Delahaye & Hauchard, 1998 ; Cerdan, 2001 ; Cerdan et al, 2002a ; ...). Si les aménagements hydrauliques constituent une réponse curative efficace à la gestion du surplus d'eau, il est apparu comme nécessaire de s'interroger sur les facteurs de contribution au ruissellement. Les recherches, s'inscrivant dans une logique plus préventive, se sont portées naturellement vers les techniques culturales et les pratiques agricoles pouvant favoriser-ou à l'inverse réduire- le ruissellement érosif en bassin versant (Boiffin et al., 1988 ; Ouvry, 1990 ; Gallien et al., 1995 ; Martin, 1999 ; Souchère et al., 1998 ; 2003a ; Joannon, 2004 ; Le Bissonnais et al., 2005, Bonafos, 2006).

D'après Bousquet et al. (2001), l'étude de la gestion des ressources renouvelables, des interactions entre sociétés et environnement, bénéficie, depuis plus d'une dizaine d'années, de progrès significatifs dans la simulation et l'élaboration d'outils informatiques de modélisation. Il n'est donc pas étonnant que, bénéficiant de connaissances de plus en plus pointues sur le phénomène de ruissellement érosif, plusieurs chercheurs se soient consacrés au développement de modèles d'érosion (comprenant par la même un module de ruissellement). Parmi les modèles les plus récents, développés à l'échelle du bassin versant, on trouve LISEM (De Roo et al., 1996), STREAM (Cerdan et al., 2002b) et RuiCells (automate cellulaire développé par Langlois et Delahaye, 2002). Cette liste non exhaustive (et ne contenant pas les modèles développés à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation) montre l'intérêt profond pour un phénomène qui, encore aujourd'hui, entraîne de sévères conséquences pour les habitants du bassin versant (inondations, coulées boueuses sur les infrastructures, morts...) et dans une moindre mesure pour les agriculteurs aussi (ravines, perte de terre, perte de récoltes).

La modélisation se révèle très efficace pour l'élaboration de scénarios ainsi que pour le test de pratiques innovantes (par exemple la modification d'assolements à l'échelle de tout un bassin). Elle permet de visualiser l'impact de différents choix sans comporter les inconvénients d'un test grandeur nature (risques inhérents aux pratiques). Il est par ailleurs très facile de s'affranchir de la barrière temporelle pour noter les effets d'une pratique car la modélisation permet une visualisation sur plusieurs années en l'espace de quelques

minutes. Enfin, les effets positifs du changement sont très souvent difficilement quantifiables par les acteurs eux-mêmes. L'impact des nouvelles pratiques paraît infime par rapport aux efforts qu'elles impliquent. La modélisation (au travers des scénarios) permet effectivement de chiffrer les effets : il est alors aisé de mesurer les conséquences de ses actions et de ses bonnes pratiques.

A l'issu de ces constats, il nous semblait que la communauté scientifique et les acteurs de terrains disposaient d'un ensemble d'outils nécessaires à la prise en main du problème et à son règlement. Or, force est de constater qu'il existe encore des épisodes de ruissellement érosif (notamment en Pays de Caux) à forts impacts. Si ceci est en partie dû au caractère non prévisible des événements climatiques à l'origine des catastrophes, l'acceptation du changement demeure le levier majeur de l'action. Très souvent, les nouvelles techniques de lutte sont encore trop jeunes pour s'imposer d'elles-mêmes. Il devient donc capital de travailler sur des nouveaux modes de négociation et de concertation, d'organisation de réunions de travail entre acteurs du bassin versant sur des supports concrets où peu à peu des nouveaux courants de pensées peuvent s'imposer. La nature circulante de l'eau fait nécessairement apparaître le besoin d'une gestion collective du problème. L'eau ne s'arrête pas à la parcelle ni à l'exploitation. Dans un bassin versant, chaque agriculteur contribue au ruissellement. Tout exploitant subit le ruissellement des parcelles en amont des siennes et toutes ses parcelles sont susceptibles d'impacter de la même manière les terres en aval. Néanmoins, la vision classique et naturelle des acteurs se limite bien trop souvent à l'échelle individuelle.

Il apparaît, par ailleurs, que les acteurs ont besoin de se placer dans une logique « bottom up » où les solutions émergent d'elles-mêmes grâce au concours des scientifiques, plutôt que dans une logique « top-down » où des propositions pointues sont faites par les scientifiques, ne faisant pas forcément sens pour toutes les parties prenantes.

Si la démarche est encore peu classique en agronomie, l'utilisation de jeu de rôles pour la concertation et la négociation est néanmoins déjà fortement répandue. Ses apports en sociologie, thérapie (Moreno, 1923), études des politiques (Mermet, 1991), économie et management/négociation (Usunier, 2005) sont nombreux. Dans notre cas le jeu de rôles a une portée tout autre que celle des RPG (Role Playing Game) connus du grand public. Les objectifs divergent (ludique/intellectuel) mais la base de départ reste la même : la construction d'un univers dans lequel le joueur endosse un rôle qu'il tiendra jusqu'à la fin de la partie. Le joueur est soumis à certaines règles mais dispose d'une liberté suffisante pour rendre toute prédiction du déroulement du jeu impossible. Un des jeux de rôles scientifiques les plus connus à travers le monde, traitant d'une gestion de ressource renouvelable, est « Fishbanks » développé par Meadows et Meadows (1993). C'est l'un des premiers jeux de rôles utilisant un modèle de prédiction (évolution du stock de poissons) comme support principal. Les jeux de rôles développés dans les années suivantes et dans le cadre de la démarche ComMod (Companion Modelling) reprennent ce principe. C'est dans cette droite lignée que nous avons construit CauxOpération®, jeu de rôles sur la maîtrise du ruissellement érosif en bassin versant. Le nom fait référence aux trois grands thèmes étudiés. Le mot « Caux » rappelle la région d'étude. La lettre « O » symbolise le ruissellement qui est le problème (d'eau) central. Enfin le nom global est un homophone du mot « coopération », or ce jeu de rôles est basé sur la coopération de tous les joueurs pour prendre en charge le ruissellement.

Ce mémoire s'articulera autour de 4 parties. La première permet de détailler la méthodologie de la démarche de co-construction ainsi que son impact sur la version finale du jeu de rôle. Dans la seconde, c'est la version finale de CauxOpération® qui est présentée. La troisième partie analyse les deux sessions de jeu organisées avec des acteurs locaux. Enfin la dernière partie regroupe l'ensemble des réflexions sur les points d'amélioration et sur l'avenir du jeu de rôle afin de permettre la constitution d'une base pour l'évolution future de CauxOpération®.

I. Méthodologie : une co-construction active pour un outil accepté par tous les acteurs.

A. Principe de la méthode et rappel sur les travaux précédant la mise en place de la co-construction

1. Rappels brefs sur la charte ComMod et la démarche générale de co-construction

La méthodologie de ComMod (Companion Modelling), définie en 2003 dans une charte par un groupe de chercheurs, repose sur une volonté particulière : celle de travailler au plus proche des acteurs de terrain afin de construire collectivement des outils (modèles, Systèmes Multi-Agents, jeux de rôles) ou des réflexions faisant sens pour tous. Le parti pris est celui de se positionner en tant qu'accompagnateur des acteurs de terrain, et d'aider de manière concrète ceux-ci à disposer d'outils correspondant à leurs attentes et leurs besoins. La réalisation de l'outil ne se fait donc pas de manière isolée par le chercheur. Ce dernier reconnaît la multiplicité des points de vue sur un même sujet comportant, par la même, une incertitude dans la situation de décision (Collectif ComMod, 2005). Son postulat est donc de soumettre à la critique des acteurs de terrain toute hypothèse de travail, de ne conserver aucune hypothèse implicite, d'être conscient de l'impact du processus de recherche sur le terrain et de prévoir une phase de validation de la démarche.

« *L'objectif général de ComMod est de faciliter le dialogue, le partage de connaissances et la décision collective par une recherche impliquée et interdisciplinaire afin de renforcer la capacité de gestion des communautés locales* » (Gurung et al., 2006). Ces principes et objectifs découlent de différentes approches développées dans les dernières années : la gestion adaptative (les écosystèmes étant en perpétuelle évolution, leur gestion doit être flexible et variée), la co-gestion (un groupe d'acteurs partage autorité et responsabilité de la gestion), la gestion patrimoniale (contribution à la compréhension et aux pratiques de co-gestion), (Collectif ComMod, 2006). Pour plus de détails sur la Charte et sur la démarche en général on se reportera au mémoire bibliographique annexé à ce rapport (Millair, 2007).

2. Janvier 2006 : réunion de lancement du projet

En janvier 2006, Véronique Souchère (Ingénieure de recherche à l'UMR SAD APT) a initié une réflexion sur la mise en place d'un projet de type ComMod en Pays de Caux. La réunion s'est déroulée en présence des représentants de l'Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols, de la Chambre d'Agriculture et du Syndicat de Bassin Versant. Les participants ont été sensibilisés à cette occasion à la démarche ComMod. La réflexion s'est portée sur les problématiques du pays de Caux pouvant faire l'objet de la démarche. Des lieux d'application et des porteurs de projets ont aussi été définis. Les 2 principaux problèmes soulevés ont été :

- la difficulté à sensibiliser les agriculteurs aux intérêts des aménagements et à leur faire accepter in fine sa présence sur leurs terres,
- la difficulté à sensibiliser les agriculteurs aux intérêts de nouvelles pratiques culturales réduisant le ruissellement d'une parcelle.

Il a donc été envisagé, de manière générale, de concevoir un jeu de rôles permettant de réfléchir à la maîtrise du ruissellement érosif au sein des bassins versants soit en agissant sur les pratiques, soit en implantant des aménagements, soit en mixant les deux types de solutions.

Quatre étapes ont été nécessaires pour aboutir à CauxOpération®.

- Etape 1 : Co-construction du modèle conceptuel avec les acteurs.
- Etape 2 : Informatisation du modèle conceptuel
- Etape 3 : co-construction du jeu de rôles en s'appuyant sur les étapes 1 et 2
- Etape 4 : Reprise du modèle informatique conçu à l'étape 2 pour l'adapter aux résultats de l'étape 3 / Organisation de plusieurs sessions de jeux de rôles dans différents bassins versants (appartenant au même ou à différents syndicats de Bassin Versant)

Le travail contenu dans ce mémoire correspond aux étapes 3 et 4.

3. Avril 2006 à octobre 2006 : Stage de Javier Echeverria, co-construction et informatisation du modèle.

Lors de son stage, Echeverria s'est basé sur une réunion de co-construction avec les acteurs locaux afin de définir ensemble les éléments conceptuels du modèle à développer. Les participants (représentants de différentes associations locales, maires, agriculteurs) ont répondu à 5 questions essentielles (Echeverria, 2006). Ils ont défini ainsi :

- les acteurs qui, à leur sens, avaient des rôles directs et/ou indirects sur la gestion du bassin versant,
- les ressources essentielles qui devaient être visualisées,
- les dynamiques en jeu,
- l'impact de chacun des acteurs sur les dynamiques et les ressources,
- les échelles d'espace et de temps.

Les acteurs ont aussi proposé et entériné le choix de se baser sur le modèle de prédiction de ruissellement STREAM (Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Management) développé par les équipes INRA de Science du Sol d'Orléans et de l'UMR SAD APT de Grignon. Le modèle STREAM, implémenté dans le Système d'Information Géographique ArcGIS, tourne à l'échelle d'un bassin versant et d'un événement pluvieux. Il permet donc d'estimer le volume d'eau transitant en tout point du bassin versant (et donc aussi à l'exutoire) et de visualiser le réseau d'écoulement et de concentration du flux.

Le module « réseau d'écoulement » calcule la direction prise par le flux d'eau en fonction de la topographie et des pratiques agricoles impactant la structure du sol (Souchère et al., 1998). Le module « ruissellement » calcule un bilan infiltration/ruissellement par parcelle en fonction de la combinaison de l'état de surface du sol, de la rugosité et de la présence d'un couvert végétal, de la quantité d'eau tombée dans les 48 dernières heures et des paramètres de l'événement pluvieux (Cerdan et al., 2002b). STREAM possède de plus 2 autres modules permettant d'évaluer les érosions linéaire (Souchère et al., 2003b) et diffuse (Cerdan et al., 2002a). Pour plus de détails on se référera au mémoire bibliographique (Millair, 2007).

A l'issue de cette réunion de co-construction Echeverria disposait des éléments constituant l'ossature du Jeu de rôles : un modèle de calcul du ruissellement à l'échelle du bassin versant, un ensemble d'acteurs à faire figurer dans le jeu, un ensemble de relations liant ces derniers, un cadre temporel et spatial ainsi qu'un éventail d'actions possibles.

L'ensemble de ces éléments a été incorporé dans le modèle informatique nommé RuisselErosif (Echeverria, 2006). Ce dernier a été développé en SmallTalk dans la plate forme CORMAS (Common-pool ressources and Multi Agent System), développée par l'équipe du CIRAD-GREEN. Le modèle RuisselErosif est couplé à STREAM pour son fonctionnement. STREAM permet, en amont de la simulation, de créer l'environnement (la carte physique du bassin), qui est détaillé en couches d'informations différentes. L'ensemble est répertorié dans un fichier « environnement », pris en compte ultérieurement par RuisselErosif. L'idée est de faire tourner STREAM sur le bassin versant support du JDR. RuisselErosif utilise les résultats de celui-ci pour prendre en compte le réseau d'écoulement et calcule de lui-même le ruissellement selon la méthode de STREAM. Cette technique permet de gagner en rapidité de calcul, mais aussi d'intégrer d'autres aspects dans la simulation (économiques, par exemple). RuisselErosif n'est pas un jeu de rôles, mais par contre son modèle informatique une fois adapté, peut servir de support à un JDR.

B. Co-construction du JDR

1. Acteurs co-constructeurs

La méthodologie développée repose donc sur des échanges dynamiques avec les acteurs de terrain afin de construire ensemble l'outil qui sera utilisé par tous. Dans le cadre de la co-construction les référents représentant les acteurs impliqués ont été :

- Véronique Lecomte, pour la Chambre d'Agriculture de Seine Maritime,
- Bénédicte Lapierre, pour le Syndicat de Bassin Versant du Dun et de la Veules,
- Vincent Martin, pour l'Agence de l'Eau Seine Normandie,
- Jean François Ouvry, pour l'Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols,
- Un élu d'une commune du Pays de Caux,
- Un agriculteur du Pays de Caux,

L'ensemble de ces acteurs, mis à part Vincent Martin non disponible à l'époque, avait déjà participé à la conception du modèle de RuisselErosif.

2. Les cycles successifs de la démarche.

La démarche de co-construction place le chercheur dans une posture de non expert. Nous avons donc fonctionné par cycles successifs où nous avons alterné périodes de réalisation technique du jeu et réunions avec l'ensemble des personnes citées précédemment. Nous proposons lors de ces dernières des hypothèses et des façons d'imaginer l'outil. De plus, nous présentons les premières réalisations concrètes du jeu. Les acteurs, en retour, commentaient, apportaient de nouvelles idées, écartaient certaines hypothèses et faisaient émerger de nouvelles demandes. Pas à pas le JDR s'est construit sur des points d'accord qui ont fait sens pour tous les acteurs.

Les différentes étapes de la co-construction sont répertoriées dans la Figure 1.

Les périodes en « vert » sont celles des réalisations techniques, les périodes en « bleu » sont celles de co-construction et les périodes en rouge celles d'utilisation. On notera dès à présent que chaque réunion de co-construction était suivie par la rédaction d'un compte rendu, envoyé à chaque participant (que celui ait été présent ou absent), afin de valider les décisions prises lors de la séance.

Le premier objectif pour nous fut de proposer aux acteurs de la co-construction une première ébauche du JDR tel que nous pouvions l'imaginer d'après les travaux de Javier Echeverria sur RuisselErosif. Nous avons donc conceptualisé, en utilisant certaines de ses réflexions, une première version de CauxOpération®. Nous avons imaginé un ensemble de propositions (avec parfois plusieurs possibilités pour chaque proposition) que nous avons présenté aux co-constructeurs lors d'une réunion le 15 mars 2007. Celle-ci a permis de valider des paramètres importants du jeu de rôles, à l'unanimité des co-concepteurs : nombre de joueurs, identité des joueurs, actions possibles pour chacun, informations à disposition, définition du bassin versant, déroulement du jeu. Certaines propositions ont été rejetées, d'autres discutées et améliorées. Des nouvelles propositions ont émergées à cette occasion, donnant une ampleur nouvelle au JDR.

Le travail suivant la réunion du 15 mars a été de passer à la concrétisation de la réflexion par la création de supports de jeu. Il n'était pas possible, pour des raisons évidentes de disponibilité et d'éloignement géographique, d'organiser, à chaque nouvelle progression dans le travail sur les supports du JDR, une réunion pour valider les choix que nous faisons. Il a donc été décidé de faire part des avancées du travail par mail à chacun des acteurs afin d'obtenir leurs remarques et le cas échéant leur validation. Les acteurs nous ont aussi fourni un ensemble de données de référence nécessaires à la prise en compte de leurs

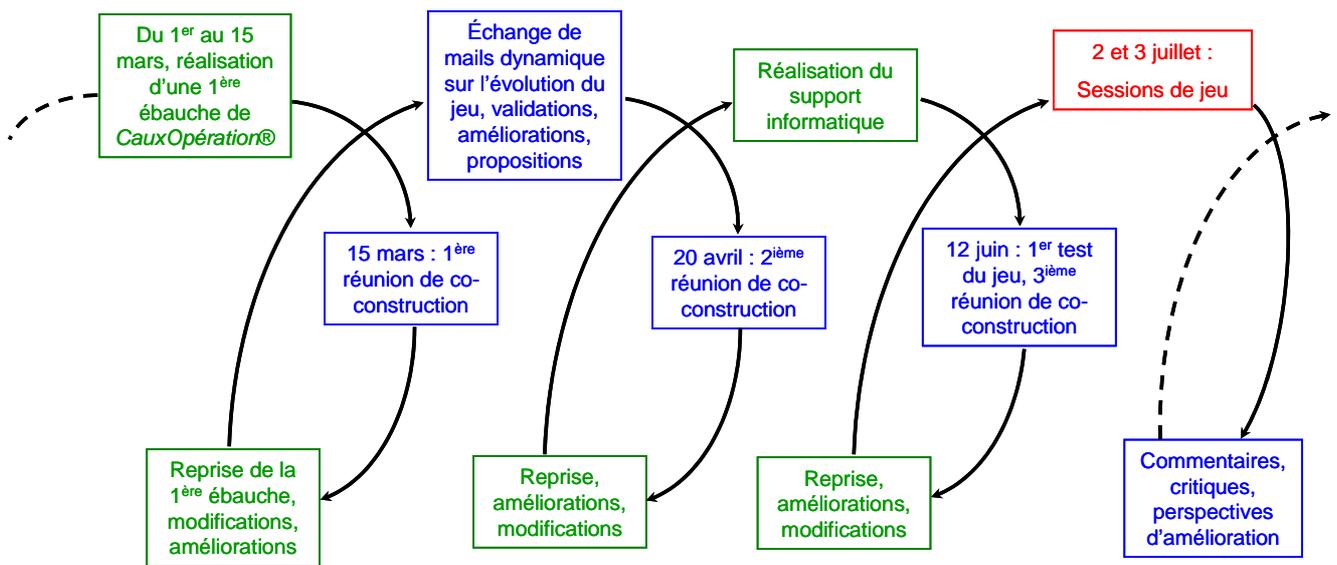


Figure 1 : Cycles successifs de la démarche de co-construction

demandes et à la réalisation des supports. Cette période de réalisation est totalement intégrée à la démarche de co-construction puisque les différentes avancées sont soumises à l'approbation par les acteurs et toute nouvelle idée issue de ce travail est présentée à leur jugement collectif.

Le 20 avril 2007, une réunion avec Véronique Lecomte a été organisée à la Chambre d'Agriculture de Seine Maritime. L'objectif de travail était de déterminer les caractéristiques des événements pluvieux qui seraient utilisés lors du JDR, de valider les capacités d'infiltration des sols que nous avons déterminées et de déterminer celles engendrées par pratiques culturales alternatives que nous voulions introduire dans le jeu. La réflexion s'est aussi portée sur les sites potentiels pour les véritables utilisations du jeu de rôles.

Peu après, le travail de réalisation du JDR a été complété par la modification du programme informatique de RuisselErosif, à l'aide de François Bousquet et de Christophe Le Page (chercheurs au CIRAD-GREEN) afin que celui-ci puisse servir de support à CauxOpération®.

Avant toute utilisation auprès d'agriculteurs et d'élus, nous voulions tester le jeu de rôles en conditions réelles avec les co-concepteurs. Le 12 juin 2007, à la Chambre d'Agriculture de Seine Maritime, Vincent Martin, Bénédicte Lapierre, Véronique Lecomte, Jean François Ouvry, un élu, un agriculteur et 2 stagiaires de la Chambre d'agriculture se sont prêtés au test du jeu. Cette séance a permis de recadrer les objectifs, de supprimer les points faibles, d'améliorer la jouabilité, de déceler les erreurs de fonctionnement et de percevoir ce à quoi il faudrait particulièrement faire attention lors des véritables parties.

La séance a été suivie d'une dernière modification du JDR pour aboutir à la version finale de CauxOpération® utilisée lors des véritables parties du 2 et 3 juillet.

3. Impact de la démarche de co-construction sur les différents aspects du JDR.

La démarche de co-construction implique, à chaque étape du processus de création de l'outil, une remise en question potentielle, par les acteurs ou par l'équipe scientifique, des hypothèses formulées. Tout au long des 4 mois d'élaboration de CauxOpération® celui-ci n'a cessé d'évoluer. Le Tableau 1 résume l'évolution des grandes lignes générales du jeu de rôles. On notera qu'une multitude d'aspects ont été créés, validés, modifiés, rejetés.

L'aspect fractionné du tableau montre l'impact des grandes étapes de la co-construction. Nous pouvons constater que de nombreuses propositions ont été analysées, remises en question. Pour le milieu physique par exemple, la réunion est suivie d'une phase de modification pour répondre à la nouvelle demande. L'ensemble des créations comme on peut le voir est suivi par une phase de validation. On notera que certains aspects du jeu ont pu être modifiés plusieurs fois au cours de la phase de co-construction ce qui dénote une progression par tâtonnement souvent inévitable lorsqu'il s'agit d'inventer un nouvel outil. Par ailleurs, on peut aussi observer que certains aspects du jeu, pourtant validés, ont de nouveau été modifiés suite au test grandeur nature du 12 juin. Il s'agit là d'un exemple de la nature flexible et adaptative de la méthode évoquée par Barnaud et al. (2006). Le tableau n'étant volontairement pas exhaustif, il ne permet pas de montrer tout l'ampleur de l'impact de la co-construction. Certaines propositions particulières ont émergés en cours de réalisation technique des supports du jeu, ou à la suite du test du 12 juin par exemple, et ont été intégrées en conséquence.

Si l'on s'attarde plus sur les chiffres :

- 59 propositions ont été formulées aux participants lors de la réunion du 15 mars, 47 ont été validées telles qu'elles, 12 ont été modifiées, 15 nouvelles propositions ont

Points centraux du JDR	1er au 14 mars	15 mars	16 mars au 19 avril	20 avril	21 avril au 11 juin	12 juin	12 juin au 2 juillet	
Milieu physique : le bassin versant	Création	Critiques, nouvelle demande acceptée	1 ^{ère} Modification			Critiques	2 ^{ème} Modification	validation
Actions de lutte contre le ruissellement modélisées	Propositions	Validation Nouvelles demandes		Création nouvelle demande (1 a été rejetée)	validation			
Rôles présent dans le jeu	Propositions	Critiques, nouvelle demande acceptée	Création	validation				
Action possibles des joueurs	Propositions	Validation, Modification, Nouvelles demandes	Création	validation				
Informations mises à disposition des joueurs	Propositions	Validation, Modification, Nouvelles demandes	Création	validation		critiques	Modification	validation
Aspects économiques	Propositions	Critiques, Modifications, Nouvelles demandes	Création, rejet de certaines demandes			validation		
Déroulement du JDR	Proposition	validation	Création	validation		Critiques	Modification	validation
Scénario du jeu de rôles	Proposition	Rejet complet, Demande d'un scénario précis	Création	validation		Critiques	Modification due à la critique du déroulement	validation
Supports du Jeu de rôles	Quelques propositions	validation	Création	Validation		Critiques	Modification	validation

Tableau 1 : Evolution des principaux aspects du jeu au cours du processus de co-construction

- été formulées par les participants mais seulement 12 ont été retenues comme pouvant être incorporées au JDR.
- 87 nouvelles propositions (ce chiffre impressionnant est du au détail des infiltrations pour chaque culture, soit une soixantaine de propositions) ont été formulées en commun lors de la réunion du 20 avril, 1 seule a été rejetée (il s'agissait d'un choix entre 2 événements climatiques). 5 propositions ont par la suite été modifiées.
- 2 nouvelles propositions ont été formulées le 12 juin, 11 points de modifications ont été déterminés collectivement.

C. Impact de la méthodologie sur l'évolution du projet

L'objectif de ce chapitre est de présenter dans le détail quelques points essentiels de la co-construction du JDR et de montrer l'impact fort de la méthodologie pour aboutir à la version finale de CauxOpération®. Etant donné qu'il n'est pas possible de s'attarder sur chaque aspect, nous avons sélectionné trois grands éléments du jeu qui nous semblent les plus représentatifs et les plus à même de montrer comment les co-concepteurs et nous même avons enrichi l'outil à partir de la 1^{ère} proposition du 15 mars fondée sur le travail d'Eccheverria.

1. Définition des rôles.

Le modèle informatique conçu par Eccheverria (2006) comporte 3 types de joueurs : agriculteur, animateur de bassin versant (ABV), maire. Le type « agriculteur » est sous divisé entre 3 sous types : agriculteur en grandes cultures, agriculteur en élevage laitier, agriculteur en élevage viande.

Dans la construction de CauxOpération®, nous avons décidé de conserver les joueurs « animateur de bassin versant » et « maire » et d'étayer les propositions pour le type « agriculteur ». Nous avons conservé les trois sous types mais nous désirions les détailler et les qualifier plus précisément. Ceci pour deux raisons : parce qu'il nous semblait qu'il y avait une plus grande diversité d'agriculteurs en Pays de Caux et parce que nous cherchions à pouvoir toucher un nombre plus important d'agriculteurs à chaque session. Pour déterminer les nouveaux joueurs de type « agriculteur » nous nous sommes basés sur des données de la Chambre d'Agriculture de Seine Maritime répertoriant les cas types d'agriculteurs de Haute Normandie (version 2004 et 2005).

Nous avons identifié dans un premier temps 6 rôles d'agriculteurs représentatifs selon nous du Pays de Caux. Les 6 rôles ont été isolés suivant la production majeure caractéristique de l'exploitation. Pour chaque agriculteur nous avons déterminé tout d'abord la SAU (répartition entre prairies et terres labourables), l'assolement type (production moyenne par année) et le détail du troupeau pour les éleveurs. L'ensemble des possibilités qui nous étaient offertes ainsi que les raisons de nos choix sont détaillés dans le Tableau 2. Les co-constructeurs ont validé 5 de ces rôles. Le rôle du « céréalier » a, par contre, été rejeté car il n'était pas assez représentatif, selon eux, des agriculteurs du Pays de Caux. De ce fait nous avons évité d'introduire dans le JDR un élément dont la légitimité aurait pu être remise en cause par les joueurs. D'un commun accord les co-constructeurs ont décidé de remplacer le cas type « céréalier » par un rôle supplémentaire de Betteravier-liniculteur. Ce choix a été motivé par la fréquence de ce type d'exploitations sur la zone. La création des cas types des agriculteurs devait, selon nous, s'enrichir d'un aspect économique (ce qui avait été amorcé en partie par Eccheverria) : l'assolement n'est, en effet, pas construit uniquement par rapport au ruissellement érosif, les logiques économiques dominent !

Nous avons proposé de calculer les revenus soit en fonction d'un prix pour chaque culture commun à tous les agriculteurs, soit à l'aide de marges brutes par culture (ou production animale) particulières à chaque agriculteur, permettant ainsi de mieux distinguer les cas types. Cette dernière solution fut préférée par les co-constructeurs. Nous avons utilisé les fiches techniques de la Chambre d'Agriculture ainsi qu'une analyse de groupe réalisée par le

Sous Type		Possibilités différentes	Choix pour le 15 mars	Raisons du choix
Patatier : Au moins 10 ha de pommes de terre destinées à la consommation		<ul style="list-style-type: none"> 180 ha, 2 UHT, présence de moyenne à importante 	<ul style="list-style-type: none"> 180 ha, 2 UHT, présence de moyenne à importante 	Cas type représentatif et intéressant vu l'importance de sa surface et des ses cultures par rapport au ruissellement
Betteravier : Au moins 20 % des terres labourables en betteraves et lin		<ul style="list-style-type: none"> 110 ha, 1 UHT, présence importante en Pays de Caux 200 ha, 2 UHT, présence importante en Pays de Caux 	<ul style="list-style-type: none"> 110 ha, 1 UHT, présence importante en Pays de Caux 	La SAU convenait mieux au bassin versant fictif ainsi qu'à la rapidité du jeu (limitation du temps pour faire l'assolement)
Cérealier : 80 à 100 % des terres labourables en SCOP		<ul style="list-style-type: none"> 95 ha, 1 UHT, Présence moyenne en Pays de Caux 145 ha, 1 UHT, Présence faible en Pays de Caux 240 ha, 2 UHT, Présence faible en pays de Caux 	<ul style="list-style-type: none"> 95 ha, 1 UHT, Présence moyenne en Pays de Caux 	Ce type était le plus présent de tous et sa SAU correspondait mieux au bassin versant.
Eleveur viande	Naisseur	<ul style="list-style-type: none"> 103 ha, 35 Charolaises, 23 ha de prairie, très fréquent en pays de Caux 190 ha, 80 Charolaises sur 60 hectares de prairies, forme sociétaire peu fréquente en Pays de Caux 72 Charolaises sur 70 ha de prairies, fréquence faible en Pays de Caux 	<ul style="list-style-type: none"> 103 ha, 35 Charolaises, 23 ha de prairie, très fréquent en pays de Caux 	SAU raisonnable et fréquence forte, part de prairies adaptées au bassin versant
	Engraisseur	<ul style="list-style-type: none"> 90 ha de SAU, 35 bœufs sur 29 ha de prairies, fréquence moyenne en pays de Caux 120 ha, 90 taurillons, 2 ha de prairies, fréquence faible en pays de Caux 	<ul style="list-style-type: none"> 90 ha de SAU, 35 bœufs sur 29 ha de prairies, fréquence moyenne en pays de Caux 	SAU raisonnable, part de prairies adaptée au bassin versant et fréquence moyenne.
	Naisseur-engraisseur	<ul style="list-style-type: none"> 100 ha, 39 charolais, 36 hectares de prairies, fréquence faible à moyenne en Pays de Caux 157 ha de SAU, 56 blondes d'Aquitaine sur 40 ha de prairie, fréquence faible en pays de Caux 	Aucun	Représentativité trop faible pour le Pays de Caux
Eleveur laitier		<ul style="list-style-type: none"> 150 ha, 67 Prim'Holstein, 22 ha de prairies 100 ha, 63 Normandes, 33 ha de prairie 85 ha, 35 Prim'Holstein, 48 ha de prairies 60 ha, 37 prim'Holstein, 14 ha de prairies 70 ha de prairies, 35 Normandes, 	<ul style="list-style-type: none"> 60 ha, 37 prim'Holstein, 14 ha de prairies 	SAU adaptée au bassin versant, surface en prairie adaptée avec celles des autres éleveurs pour que le bassin versant ait une part raisonnable de surface en prairie. Bonne représentativité.

Tableau 2 : Présentation des choix des rôles d'agriculteurs

Centre Economique Rural de Seine-Maritime pour l'année 2005 (sur 760 exploitations agricoles) pour déterminer : les marges brutes, les charges de structures, les frais financiers, les amortissements et les annuités dans chacune des 6 exploitations.

Pour intégrer le mode d'attribution des primes de la nouvelle PAC et calculer les Droits à Paiement Unique pour chaque agriculteur, nous avons utilisé l'outil « SimulPac2008 » développé par la Chambre d'Agriculture de Seine Maritime (c.f Annexe 1 pour un exemple de calcul). Dans un souci de simplicité, nous avons considéré que les marges brutes par culture et par atelier animal, les charges de structure, les amortissements, les frais financiers et les annuités, les aides (couplées et découplées) ne variaient pas au cours des 4 années du jeu. Il ne s'agissait pas pour nous de faire une analyse économique poussée de l'impact de la mise en place d'actions de lutte contre le ruissellement, mais plus simplement de disposer d'un fonctionnement économique réaliste imposant une contrainte financière logique par rapport à la réalité. Pour éviter cependant une accumulation de l'épargne des agriculteurs, nous avons introduit un coût de la vie. En effet, cette accumulation artificielle d'argent risquait de générer un biais important. Les agriculteurs n'ayant pas la sensation d'être liés par des contraintes économiques auraient pu se révéler beaucoup trop conciliants pour accepter les projets de lutte. Notre proposition d'affecter un coût de la vie différent pour chaque agriculteur a été rejetée après discussion collective. Au final, l'option retenue consiste en l'application d'un pourcentage de prélèvement d'argent identique pour tous. D'un prélèvement de 80 % du revenu nous sommes passés à 95 % après le test du 12 juin, car les sommes accumulées pendant le test étaient encore trop importantes. Nous avons également proposé d'introduire des cartes aléatoires de dépenses supplémentaires. Finalement, nous avons décidé là aussi collectivement d'y renoncer. Celles-ci risquaient d'introduire trop de différences entre 2 sessions de jeu distinctes, rendant difficile la comparaison des stratégies développées à chaque partie. Comment en effet comparer une partie où, par malchance, tous les agriculteurs auraient tiré des cartes diminuant le revenu et une partie où l'inverse se serait produit ?

En utilisant CauxOpération®, les agriculteurs peuvent donc réfléchir en termes de maximisation de leurs revenus. Ils obéissent aux mêmes logiques de marges brutes que dans leur quotidien (cultures à gains plus ou moins élevés). Leurs revenus sont amputés d'un coût de la vie et leurs marges de manœuvre financières sont donc restreintes par rapport au changement, comme dans la réalité. C'est ainsi qu'ils seront amenés, durant le jeu, à réfléchir à ce qu'ils peuvent mettre en place et à fixer leurs priorités. On notera cependant, que nous nous sommes affranchis de quelques aléas pouvant être préjudiciables à l'acceptation économique du changement (perte de revenus due à un rendement faible, à une variation du prix, à un événement faisant augmenter les charges, à un besoin de mobilisation plus forte de capital). En effet, pour toute culture la marge brute est positive. Par ailleurs, même si le revenu est affecté d'un coût de la vie, celui-ci reste toujours positif, on assistera donc toujours à une accumulation de capital au fil des 4 ans (même faible). Ceci est dû à l'un des objectifs du jeu : permettre aux acteurs d'apprendre et de tester des moyens de lutte ainsi que partager leur expérience et leurs sentiments vis-à-vis du problème. Si nous nous retrouvons dans une posture où il n'est plus possible de faire quelque chose (agriculteurs croulant sous les dettes), la partie sera trop limitée et aucune vraie réflexion ne pourra ressortir du jeu.

Nous avons conçu le rôle du maire comme celui du porteur de mécontentement général. Il a donc pour rôle principal d'analyser les problèmes sur la commune et de demander aux acteurs de réagir lorsque les problèmes apparaissent. Nous avons donc prévu qu'il soit au courant d'un grand nombre d'informations sur le bassin : accès à tout le parcellaire et à tous les assolements, avertissement des catastrophes dans le village et sur la route par des cartes figuratives, descriptif bref des agriculteurs. Après discussion, l'option « connaissance de tous les assolements » a été rejetée car peu réaliste. En revanche, il a paru plus logique à tout le monde de fournir au maire des cartes des terres labourées, des prairies, des bois et des altitudes. Initialement, nous avons envisagé que le maire contacte l'ABV afin d'accéder

« Mauvais points » reçus suivant le mécontentement par rapport à la route et au village			Coefficient attribué aux mauvais points reçus suivant le tour de jeu.			
	Route	Village	Tour 1	1	Tour 5	2
Carte mécontentement fort	40	100	Tour 2	1	Tour 6	2
Carte Mécontentement faible	20	50	Tour 3	1	Tour 7	3
Carte Félicitations	- 8	- 20	Tour 4	1	Tour 8	3

Exemple d'un calcul de points reçus au cours du tour n°5 où le maire reçoit une carte « mécontentement faible pour le village » et une carte « Félicitations » pour la route :

Points = 50 * 2 – 8 * 2 ; soit 84 mauvais points.

Plus on s'approche de l'élection (la fin de la partie), plus les problèmes de ruissellement non traités amènent de mauvais points. La réélection dépend du nombre de mauvais points accumulés tout au long de la partie. Nous avons fixé un seuil, à l'aide d'une partie (effectuée par nous même) où beaucoup d'actions sont mises en place. Si le maire est en dessous de ce seuil il est réélu, s'il est au dessus il est battu.

Tableau 3 : présentation du mode de calcul de la réélection du maire

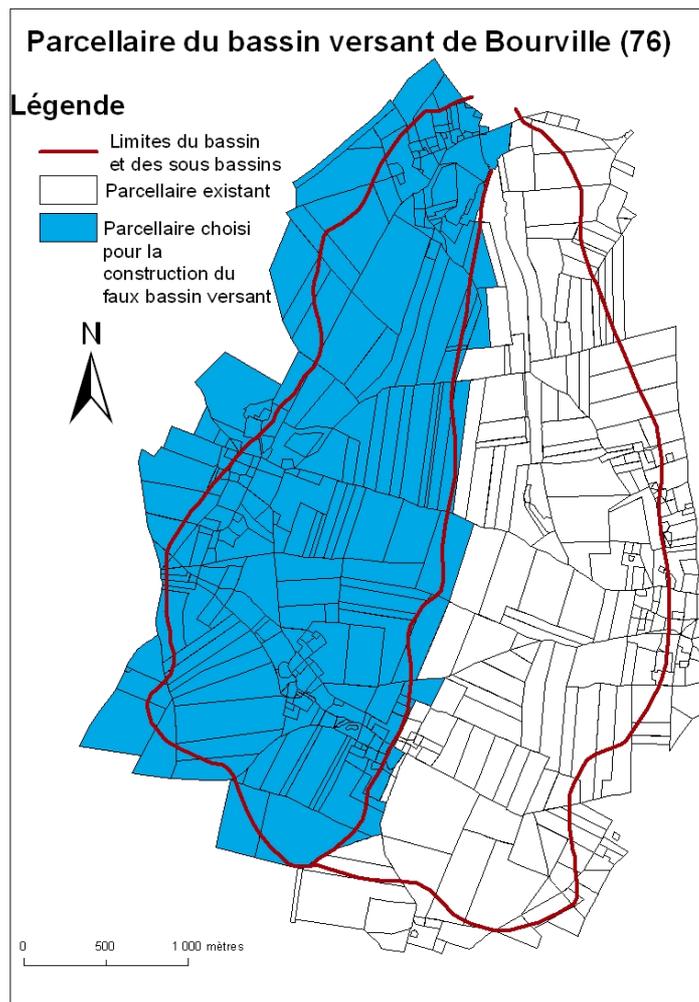


Figure 2 : Carte du parcellaire du bassin versant de Bourville ayant servi à la construction du bassin fictif

aux cartes de ruissellement sur le bassin. L'intervention des co-concepteurs a permis de montrer finalement que ce n'était pas l'ABV qui devait recevoir cette information mais plutôt le maire qui était mieux informé sur le territoire de sa commune. Le personnage du maire nous est apparu très vite limité dans ses actions et ses choix. Mais l'expérience des co-concepteurs nous a confirmé que dans la réalité les marges de manœuvre du maire restent effectivement restreintes. Ceci ne veut pas dire que ce rôle s'avère faible dans la partie. La mairie est le lieu de réunion. Le maire va chercher à y mobiliser l'ensemble des autres joueurs, tout en les informant sur le ruissellement et le mécontentement de la population. Ce rôle s'avère donc essentiel dans la partie et ce d'autant plus qu'à la fin de la séance la réélection du maire est fonction de l'évolution du mécontentement de ses administrés (le mode de calcul de la réélection est présenté dans le Tableau 3). Pour conserver son poste, il est poussé à l'action. Le maire dispose également d'un petit budget pour pouvoir financer au moins une action : l'achat d'une parcelle afin d'effectuer un échange avec un agriculteur et remettre en herbe le talweg. Les co-concepteurs ont validé ce point et proposé de laisser une marge de manœuvre supplémentaire pour d'autres projets ponctuels comme le financement de cultures intermédiaires (ce qui en soit n'est pas absurde mais ne se fait pas en réalité).

Le rôle de l'ABV a été créé comme celui du référent technique par rapport aux problèmes de ruissellement. Il conseille l'ensemble des joueurs sur les actions qu'ils peuvent mettre en place. L'ABV devait avoir à sa disposition les informations sur toutes les techniques de lutte contre le ruissellement présentes dans CauxOpération®. Nous avons choisi de confier à l'ABV la possibilité de : mettre en place des bassins de rétention de différentes capacités, mettre en place des bandes enherbées, financer des cultures intermédiaires (ou CIPAN), conseiller sur des transferts de prairies au sein de l'exploitation. Les co-concepteurs ont validé ces propositions. Ils ont par ailleurs fourni les chiffres principaux des coûts de ces actions d'après leurs propres travaux. A partir de ceux-ci, nous avons recréé des propositions de modalités financières de mise en place des aménagements que les participants ont validé : le coût de la mise en place d'entretien et de curage d'un bassin de rétention (par m³), l'introduction d'une bande enherbée selon 2 modalités (achat de la terre à l'agriculteur ou signature d'une convention de financement entre l'agriculteur et le syndicat de bassin versant), le coût de financement de cultures intermédiaires (par ha).

La possibilité d'introduire d'autres types d'ouvrages comme les haies et les fascines a été demandée, discutée puis rejetée car à l'heure actuelle aucune publication scientifique ne permet de connaître de façon précise l'impact réel de celles-ci. En revanche, la proposition d'intégrer dans CauxOpération® des techniques culturales alternatives a été acceptée. Nous avons donc déterminé, culture par culture, avec les co-concepteurs, les techniques culturales alternatives existantes, leurs impacts sur la capacité d'infiltration du sol, ainsi que leurs impacts économiques pour l'agriculteur, puis nous les avons intégrées dans le modèle.

Au départ, nous voulions que l'ABV dispose d'une connaissance assez complète du bassin. Néanmoins les co-concepteurs ont préféré que l'ABV ne soit pas placé dans une position omnisciente puisqu'il lui faut toujours un certain temps pour connaître le territoire en rendant visite aux agriculteurs du bassin. Au début du jeu, l'ABV dispose d'une information limitée sur le bassin versant. Le parcellaire est incomplet : aucune parcelle n'est renseignée avec le nom du propriétaire. En revanche, l'ABV dispose des cartes des pentes, des prairies et des bois. Initialement, il devait également être dépositaire des cartes de ruissellement mais collectivement il a été décidé qu'il devrait se renseigner auprès du maire pour connaître les passages d'eau. Afin de mieux impliquer l'ABV dès le début de la partie et lui donner une base de réflexion, il a été suggéré qu'un support du type « rapport d'étude hydraulique » lui soit également fourni, comme cela se fait dans la réalité par des commandes auprès de bureaux d'étude. Cette demande ayant été collectivement approuvée, nous avons réalisé ce support qui donne à l'ABV des indications sur les volumes susceptibles de s'écouler sur le bassin versant ainsi que quelques conseils d'aménagements. Ces éléments qui restent purement indicatifs ont été obtenus en faisant tourner STREAM avec différents assolements soumis à différents scénarios climatiques.

2. Construction du parcellaire

La première étape de réalisation du JDR a été de construire un bassin versant suffisamment réaliste pour :

- que STREAM et RuisselErosif puissent calculer le ruissellement érosif à son échelle,
- qu'il soit possible de concentrer sur celui-ci une demi-douzaine d'agriculteurs,
- Que son organisation présente une cohérence pour les joueurs au vu de leurs connaissances et de leur quotidien.

Afin de faire tourner le modèle STREAM, qui est un pré-support pour les calculs effectués dans RuisselErosif, nous devons disposer d'un bassin versant dont la topographie était entièrement connue. La construction d'un bassin versant (création de pentes et d'un exutoire) totalement fictif se serait révélée trop fastidieuse et trop longue. Les impératifs d'efficience nous ont poussés à choisir comme base de travail le bassin versant de Bourville (cf. Figure 2) qui avait déjà été étudié par Joannon (2004). Nous avons à disposition les pentes et un parcellaire préexistant. La surface de ce bassin est de 1086 hectares (d'après Joannon, 2004). Celle-ci s'avérait beaucoup trop importante pour les 6 exploitations que nous comptions créer : elle aurait conduit à une moyenne de 175 hectares environ par ferme (en conservant quelques hectares pour les bois et le village). Or nos cas types ne correspondaient pas à une telle moyenne de SAU. Nous avons donc décidé de nous focaliser seulement sur la partie ouest du bassin de Bourville, le sous-bassin de Gonzeville, d'une surface de 650 hectares, correspondant mieux à nos besoins.

Afin de construire un parcellaire cohérent, nous avons dû traiter plusieurs points.

Quelle répartition donner aux exploitations sur le bassin versant ?

Nous voulions dès le départ éviter de créer des agriculteurs peu concernés par le ruissellement. Le parcellaire ne devait pas déséquilibrer de manière trop forte les responsabilités de chacun. Dès le 15 mars nous avons proposé de placer les parcelles de prairies dans les zones de forte pente, ce qui a été validé par les co-concepteurs. En conséquence, les agriculteurs de type « éleveur » se sont retrouvés majoritairement en aval du bassin versant à cause de leurs prairies tandis que les agriculteurs en grandes cultures se retrouvaient en amont. Afin d'impliquer chaque agriculteur en amont et en aval, nous avons dispersé un certain nombre de parcelles cultivées des agriculteurs sur tout le bassin versant. La disposition de ce fait prend tout son sens. Tout le monde est responsable sur le territoire mais chaque agriculteur est plus concerné sur une zone précise. Certains subissent les conséquences des choix des agriculteurs en amont du bassin plus que d'autres. La situation permet ainsi d'analyser les prises de conscience des échelles globale et locale. Nous avons essayé d'inscrire les parcelles des agriculteurs au maximum dans les limites du bassin versant. En effet, toute parcelle située en dehors de celles-ci ne contribue pas au ruissellement généré dans le bassin et se retrouvant à l'exutoire (dans la réalité ces parcelles contribuent au ruissellement sur un autre bassin versant, mais nous avons décidé de nous limiter ici à un seul bassin, pour que le jeu soit plus simple et donc plus accessible). Tout agriculteur ayant une parcelle de ce type voit son impact minoré par rapport à celui théorique de sa SAU totale. Le patatier (1 parcelle), l'engraisseeur (2 parcelles de prairies), le betteravier n°2 (1 parcelle) et le naisseur (1 parcelle) se retrouvent dans ce cas. Certaines autres parcelles ne sont qu'en partie dans le bassin versant, les limites de ce dernier les coupant en deux. Tous les agriculteurs sont concernés par cet aspect. Les pertes de surfaces potentiellement ruisselantes dans le BV sont réunies dans le Tableau 4.

Comme nous pouvons le constater les pourcentages de surfaces ruisselantes perdues sont plutôt élevés. Si les volumes ruisselés sont effectivement évalués en fonction de la SAU réellement présente dans le bassin versant, les résultats économiques, eux, sont déterminés avec la SAU totale de chaque exploitation. Compte tenu des surfaces de chacun, de la

disposition du bassin versant, de la surface minimale des parcelles, des pentes et des talwegs, il a été difficile de respecter des pourcentages équivalents de perte de surface ruisselante. Si pour l'Engraisseur, le Laitier et les Betteraviers ceux-ci sont très proches, en revanche ceux du Patatier et du Naisseur sont plus forts.

Si l'on regarde du point de vue de l'« importance du ruissellement généré par l'exploitation », on notera que, pour le Naisseur, la perte de surface se fait fortement sur des prairies (presque 15 ha) or ces surfaces ruissellent très peu, l'impact est donc légèrement moindre. Dans le cas du Patatier nous pouvons noter que son exploitation présente une SAU très supérieure à celle des autres et donc un impact sur le ruissellement très fort. Sa plus grande perte de SAU n'est donc pas considérablement dommageable

	Patatier	Naisseur	Engraisseur	Laitier	Betteravier 1	Betteravier 2
SAU (ha)	180	103	90	60	110	103
Surface en ha non présente dans le bassin versant	49.6	32.9	18.3	13.1	22.1	19.1
Pourcentage de la SAU	27.6 %	31.9 %	20.3 %	21.8 %	20.1 %	18.5 %

Tableau 4 : Surfaces agricoles (en ha) de chacune des exploitations, non présentes dans le bassin versant.

Où positionner les corps de ferme ?

Dans la première version du parcellaire que nous avons proposé aux co-constructeurs nous n'avions pas fait apparaître les corps de ferme. Ce manque a été corrigé sur demande des participants qui considéraient ce point comme essentiel pour l'appropriation du bassin versant par les agriculteurs. Nous avons donc créé des micro-parcelles symbolisant les corps de ferme à proximité des parcelles de prairies pour les éleveurs et au cœur du parcellaire pour les autres. Le test du 12 juin nous a confirmé que la visualisation du corps de ferme avait effectivement de l'importance pour les agriculteurs ayant joué. C'était l'une des premières informations qu'ils ont cherchée à repérer sur les cartes.

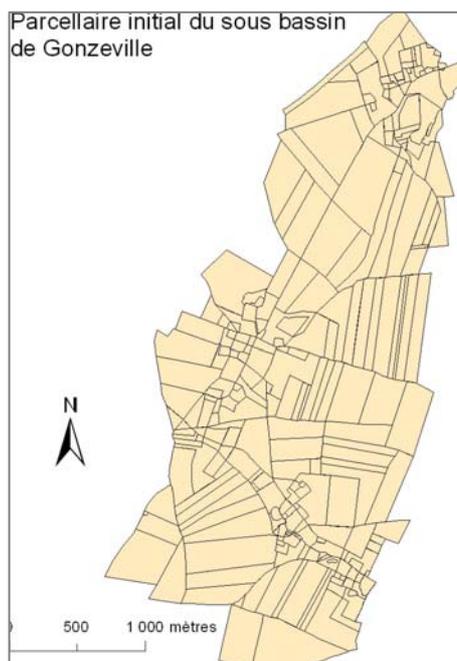
Où situer le village ?

Nous avons tout d'abord envisagé la possibilité de mettre 2 villages dans le bassin versant (1 en amont et 1 en aval) mais il aurait fallu dans ce cas dédoubler le rôle du maire, ce qui pouvait être difficile à gérer étant donné que le maire dispose de moins d'actions que les autres (ennui possible). Les co-concepteurs ont validé la proposition d'un seul village placé directement à l'exutoire. Ce positionnement confère une extrême importance à la maîtrise du ruissellement érosif puisque les populations sont directement concernées.

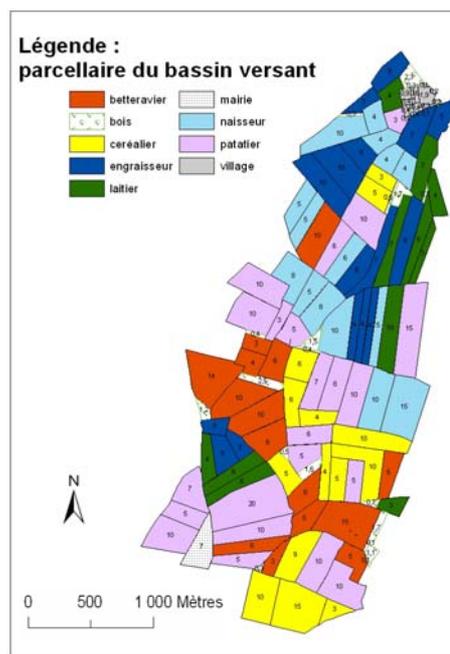
Quelle taille doivent avoir les parcelles ?

Une réflexion poussée sur la taille des parcelles dans chaque exploitation a été menée. Nous gardions à l'esprit que le parcellaire imposé pourrait influencer de différentes manières les choix d'assolements des agriculteurs car :

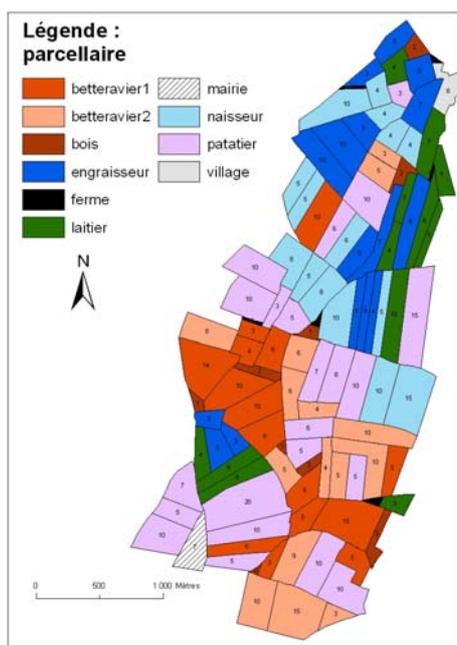
- le nombre total de parcelles dans chaque exploitation confère un degré plus ou moins fort de liberté par rapport à l'assolement (il est possible de faire plus ou moins de combinaisons de parcelles pour obtenir une surface désirée de culture)



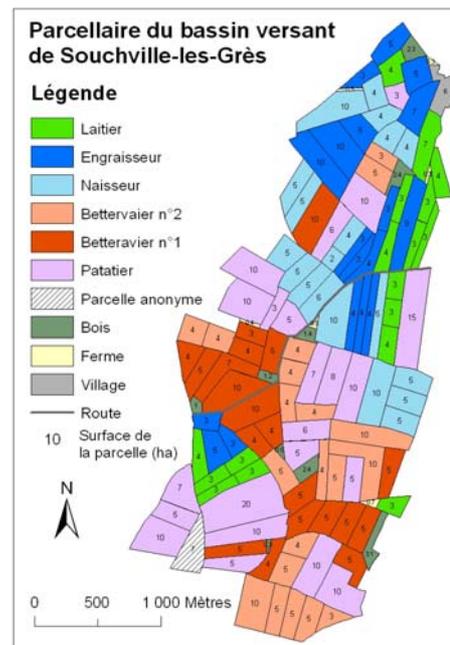
Parcelle initial



Parcelle au 15 mars



Parcelle au 12 juin



Parcelle au 2 juillet

Figure 3 : Cartes des évolutions successives du parcellaire

Taille de parcelle (ha)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	14	15	20														
Patatier	-	-	2	2	-	-	5	5	2	2	2	2	1	1	-	-	8	8	-	-	1	1	-	-	1	1
Betteravier 1	-	-	2	1	1	5	3	10	3	-	-	1	1	-	-	-	3	3	1	-	1	-	-	-	-	-
Betteravier 2	-	-	2	2	2	8	3	7	2	-	-	1	-	1	-	3	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Naisseur	-	1	-	-	4	5	4	9	1	1	-	-	2	-	-	3	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Engraisseur	-	-	3	6	3	4	4	4	1	-	2	1	-	-	1	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Laitier	-	-	1	11	4	5	-	-	3	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 5 : Evolution du nombre de parcelles pour chaque exploitant après le 12 juin (en noir le nombre avant le 12 juin, en rouge le nombre après le 12 juin).

- la taille minimale des parcelles peut déterminer des tailles minimales de surface de production (une fois que la surface d'une parcelle est fixée, il est en effet impossible pour l'agriculteur, au cours de la partie, de décider de la diviser entre deux cultures comme cela se fait souvent au quotidien), ce qui peut être contraignant avec des cultures à contrat.
- le découpage du parcellaire peut ne pas être adapté à des rotations spécifiques, entraînant par exemple, une année, l'explosion de la production d'une culture (particulièrement irréaliste s'il s'agit d'une culture à contrats).
- d'un point de vue pratique, le nombre de parcelles joue sur le temps de chaque tour de jeu. Plus on multiplie le nombre de parcelles plus il faut du temps pour faire ses choix, remplir les formulaires et rentrer les données, or le JDR doit éviter l'ennui et respecter les contraintes horaires des participants (il est toujours difficile de mobiliser chacun tout un après midi et de boucler le jeu sans dépasser les limites de temps).

Afin de construire un parcellaire répondant au mieux à ces points nous avons récupéré des informations sur le sous-bassin de Gonzeville, présentes dans la thèse de Joannon (2004). Nous avons pu constater que les exploitations disposaient en général de 12 à plus de 20 parcelles (ceci néanmoins avec souvent des redécoupages d'une même parcelle à laquelle on affecte 2 à 3 cultures). Nous avons donc décidé de nous placer dans ces ordres de grandeur pour nos 6 agriculteurs. En fonction des assolements moyens de chacun nous avons déterminé des surfaces minimales indispensables et les multiples régissant la taille des autres parcelles. En prenant un nombre de parcelles élevé et un large panel de surfaces différentes nous avons cherché à donner le maximum de latitude possible aux agriculteurs dans leur choix d'assolement, tout en cherchant à limiter le besoin en temps. L'exercice s'est révélé néanmoins difficile car le parcellaire est construit sur des cas types avec des assolements types. Nous avons pour valider ce premier parcellaire réalisé des assolements à partir des rotations identifiées par Joannon dans sa thèse (2004) sur le bassin de Gonzeville. Nous observons qu'il est tout à fait possible de maintenir les surfaces des cultures à contrat (± 2 hectares). De plus les variations des autres cultures sont tout à fait raisonnables (on notera, néanmoins une tendance générale de baisse de la production totale de blé pour une augmentation de la production de pois). Par contre l'utilisation des rotations des cas types montrait une explosion des cultures industrielles certaines années et leur réduction à d'autres. Les variations des cultures dans leur ensemble étaient beaucoup trop fortes donc peu réalistes (c.f Annexe 2). Dans le JDR aucune règle sur les surfaces de production (mis à part celles à contrats) et sur les rotations n'est formulée. Nous n'avons donc aucune information sur les choix faits par les agriculteurs et donc aucun moyen d'être certains, à chaque partie, que le parcellaire conviendra parfaitement aux volontés de chacun. Nous avons conservé ce premier parcellaire pour le test du 12 juin. A cette occasion nous avons pu constater que les joueurs ont eu beaucoup de mal à s'adapter au parcellaire. Ceux-ci, au cours de la discussion organisée après le jeu ont mis en évidence que ce dernier ne leur laissait pas suffisamment de liberté pour l'assolement, l'impossibilité de diviser les parcelles les gênant beaucoup. D'un commun accord, il a été décidé de retravailler le parcellaire en augmentant le nombre de parcelles, c'est-à-dire en réduisant la taille moyenne et en faisant en sorte qu'il y ait plus de parcelles d'un même multiple, afin d'élargir les possibilités pour chaque agriculteur.

La Figure 3 montre la succession de parcellaires qui ont été construits au cours du processus de conception. Le Tableau 5 permet de faire la comparaison du parcellaire de chaque agriculteur avant le 12 juin (en noir) et après le 12 juin (en rouge). On note la disparition des plus grosses parcelles au profit des parcelles de plus petite taille.

3. Scénario temporel et climatique

La première version de CauxOpération® fonctionnait sur 6 années. Nous avons proposé cette option aux co-concepteurs (qui l'avaient validée) d'après les recommandations d'Echeverria et d'après notre propre réflexion. Nous voulions en effet pouvoir réaliser une

partie sur le même temps que le délai de retour du lin dans les rotations types du Pays de Caux (Joannon, 2004). Néanmoins, la méthode de co-construction nous a permis de nous rendre compte que cet aspect était irréalisable. Le test du 12 juin nous a en effet montré qu'une partie sur 6 ans était beaucoup trop longue à mener et d'après les co-concepteurs « *ne permettait pas de suffisamment bien réfléchir sur le problème à chaque étape du jeu* ». Nous avons donc décidé, après le 12 juin, de réduire la partie à 4 années soit 8 tours de jeu (on se reportera au chapitre II.C.1 pour savoir ce qu'est un tour de jeu).

Nous avons, dans un premier temps, imaginé plusieurs façons d'opérer par rapport au climat dans chaque partie. En cherchant à être proche de la réalité nous pensions qu'il fallait rentrer un certain nombre d'événements climatiques caractéristiques de la région dans le programme et d'indiquer à ce dernier de choisir dans la liste de manière aléatoire à chaque tour. Si cette méthode présentait l'intérêt certain de placer toutes les personnes (joueurs comme co-concepteurs) dans une incertitude proche de la réalité, elle nous est parue très vite comme problématique vis-à-vis des analyses comparées entre plusieurs parties. Comment en effet pouvoir comparer 2 parties où dans l'une de nombreux événements de type catastrophiques se seraient produits par malchance et dans l'autre, les événements n'auraient posé que des problèmes mineurs ? Nous pensions donc qu'il était préférable de déterminer un événement pluvieux caractéristique et de le reproduire année après année quelque soit la partie. Nous étions alors beaucoup moins proches de la réalité mais l'analyse en était facilitée. Nous avons tout de même soumis l'ensemble des possibilités aux co-concepteurs en leur expliquant les avantages et les inconvénients. La discussion sur ce point crucial a vite abouti à l'obligation de formuler un unique scénario dans CauxOpération® identique à chaque partie. Pour cela il a été décidé de déterminer un type d'événement classique un peu fort pour générer quelques problèmes de ruissellement et un type d'événement catastrophique (pluie exceptionnelle). Certaines années fonctionnent avec le premier type d'événements, d'autres avec le second type. Leur alternance doit être la même pour toutes les parties : au final une année d'un type alterne avec une année du second type.

Cette façon de procéder permet non seulement de comparer plusieurs parties mais aussi de comparer les tours dans une même partie. Très concrètement, dans la version finale de CauxOpération®, les joueurs peuvent voir les progrès accomplis entre la 1^{ère} et la 3^{ème} année (qui fonctionnent avec l'événement climatique de type 1) et entre la 2^{ème} et la 3^{ème} année (qui fonctionnent avec l'événement climatique de type 2).

II. CauxOpération® : version finale.

A. Le bassin versant : environnement de base.

Le bassin versant de Souchville-les-Grès a une surface totale de 675 hectares. Il est découpé en 133 parcelles de tailles hétérogènes. Les agriculteurs possèdent 647 hectares au total, répartis en 122 parcelles (soit 95.8 % de la surface). Cette surface est divisée entre 83 hectares de prairies (12.3 %), qui ont été volontairement placées sur les zones à fortes pentes sauf lorsque nous voulons forcer les agriculteurs à réfléchir sur des transferts de prairies, et 564 hectares de terres labourables (83.5 %). Les agriculteurs « naisseur », « engraisseur » et « laitier » se retrouvent majoritairement en aval du bassin quand les agriculteurs « Patatier » et « Betteraviers-Liniculteurs » le sont majoritairement en amont. Néanmoins aucun agriculteur ne dispose d'une exploitation d'un seul bloc : chacun possède quelques parcelles dispersées dans le bassin ce qui l'implique à l'amont et à l'aval.

Le village, placé à l'exutoire occupe 6 hectares. Il existe une parcelle anonyme de 7 hectares au sud du bassin qui pourra être achetée ultérieurement au cours du jeu. Les parcelles de bois occupent 15 hectares de surfaces. Le relief correspond à celui du sous-bassin versant existant de Gonzeville qui a été notre support d'origine.

La SAU de chaque agriculteur a été répartie entre un nombre de parcelles adapté à chaque cas. Les corps de ferme des exploitations ont été symbolisés par des micro-parcelles. Ceux-ci ont été disposés de façon à se trouver à proximité du plus grand nombre de parcelles ou à proximité des prairies dans le cas des éleveurs.

La monnaie du bassin versant est le Ruidor. Cette monnaie fictive a été introduite afin d'éviter des remises en cause de chaque coût par les joueurs qui disposent tous de références économiques qui leurs sont propres. Un Ruidor correspond environ à 15 €.

B. Les acteurs du jeu : rôles, informations à disposition, marges de manœuvre

CauxOpération® fonctionne avec 8 joueurs : 1 maire, 1 animateur de bassin versant et 6 agriculteurs.

1. Présentation du rôle du maire

Le maire a été élu il y a 2 ans dans la commune de Souchville-les-Grès. L'objectif qui lui est donné dans la fiche de rôle est celui de veiller chaque année à la sécurité de ses concitoyens vis-à-vis du problème de ruissellement. Il sait par ailleurs qu'il sera jugé sur sa capacité à mobiliser les acteurs pour traiter du problème et à impulser des stratégies de lutte. Sa réélection à la fin de la partie dépend entièrement des résultats qu'il obtiendra sur le bassin versant.

Le maire est le représentant des habitants du village. Il sait que le village et la route sont souvent touchés par des problèmes d'inondations. Il est informé à chaque tour de jeu, de l'état de mécontentement des habitants de sa commune vis-à-vis des problèmes de ruissellement. Il a à sa disposition : un parcellaire détaillé (propriétaires et surfaces des parcelles), un bref descriptif des six agriculteurs, une carte présentant les bois, le village, les corps de fermes, la route et les surfaces toujours en herbe ainsi qu'une carte des pentes.

Le maire ne dispose pas d'informations sur les moyens de lutte contre le ruissellement, mais il peut récupérer toutes ces informations grâce à une entrevue avec l'animateur de bassin versant.

Le maire dispose d'un budget de 4500 Ruidors pour toute la partie (soit 67 500 €, cf chapitre II.A) qu'il peut utiliser et répartir comme il le souhaite. Le maire ne dispose pas de tout l'argent dès le départ, le budget lui est donné en 4 fois (1125 Ruidors par année), ce qui le limite à chaque tour dans ses actions possibles. Néanmoins en cas d'urgence et dans le cadre d'un projet à financer particulièrement clair et bien déterminé, il est possible d'accorder une avance sur le budget à hauteur des besoins.

2. Présentation du rôle de l'animateur de bassin versant

L'animateur de bassin versant est le représentant du syndicat de bassin versant qui a en charge le bassin de Souchville-les-Grès. L'animateur apporte l'appui technique qu'il faut à tous les joueurs dans la mise en place d'une stratégie de lutte contre le ruissellement. Le fait de connaître les problèmes récurrents de ruissellement dans la zone doit l'inciter à agir.

L'animateur de bassin versant n'a pas une connaissance complète du territoire et des agriculteurs s'y étant installés. Il a la possibilité de pallier à ce manque d'informations en rencontrant le maire de la commune ou les agriculteurs. En revanche il a à sa disposition : une étude hydraulique, indiquant les volumes ruisselant potentiellement sur le bassin et quelques conseils d'aménagement, une fiche des capacités d'infiltration des sols en fonction de leur occupation, de la saison et des techniques culturales employées (l'impact économique des pratiques sur les marges brutes des agriculteurs est aussi chiffré), une

Aspects de l'exploitation	Patatier	Betteravier-liniculteur 1	Betteravier-liniculteur 2	Naisseur	Engraisseur	Laitier
SAU	180	110	103	103	90	60
<i>Dont surface en prairie</i>	10	7	0	23	29	14
Nombre de parcelles	22	20	20	19	18	17
Troupeau	--	--	--	35 Vaches allaitantes de race Charolaise	72 bœufs + 36 broustards de race Charolaise	37 Vaches Laitières de race Prim'Holstein
Assolement 0 (année précédent le début de la partie)	- Blé 78 ha - Pois 16 ha - Jachère 7 ha - Lin 24 ha - Betteraves Sucrières 20 ha - Pommes de terre 25 ha	- Blé 46 ha - Pois 10 ha - Jachère 5 ha - Lin 17 ha - Betteraves Sucrières 15 ha - Escourgeon 10 ha	- Blé 46 ha - Pois 11 ha - Jachère 5 ha - Lin 16 ha - Betteraves Sucrières 15 ha - Escourgeon 10 ha	- Blé 40 ha - Pois 8 ha - Jachère 8 ha - Betteraves Sucrières 4 ha - Escourgeon 20 ha	- Blé 23 ha - Pois 8 ha - Jachère 3 ha - Colza 11 ha - Betteraves Sucrières 6 ha - Escourgeon 10 ha	- Blé 17 ha - Pois 4 ha - Jachère 4 ha - Maïs 12 ha - Betteraves Sucrières 3 ha - Escourgeon 6 ha
DPU totaux (Ruidors)	2528.5	1780.2	1780.2	1758.7	1876.9	1534.7
Charges de structures (Ruidors)	9292	4490.7	4490.7	2080.7	1933.3	2789.1
Amortissements (Ruidors)	3577.3	1579.3	1579.3	1263.5	1102.1	1181.1
Frais Financiers (Ruidors)	340	234.7	234.7	322.7	285.6	285.6
Annuités (Ruidors)	1148	986	986	1624	1020.3	668.1
Produit de l'atelier animal (Ruidors)	--	--	--	2054.9	1242.1	4124.8

Tableau 6 : Détails des exploitations du bassin verant

Année	Tour de jeu	Saison	Durée	Hauteur de pluie totale	Antécédent pluvieux
1	1	Hiver	2 h	15 mm	20 mm
	2	Été	2 h	15 mm	0 mm
2	3	Hiver	2 h	31 mm	20 mm
	4	Été	2 h	31 mm	0 mm
3	5	Hiver	2 h	15 mm	20 mm
	6	Été	2 h	15 mm	0 mm
4	7	Hiver	2 h	31 mm	20 mm
	8	Été	2 h	31 mm	0 mm

Tableau 7 : Caractéristiques des événements pluvieux suivant le tour de jeu

carte du bassin versant présentant les bois, le village, les fermes ainsi que le parcellaire, une fiche technique recensant les divers coûts d'aménagements pour un bassin de rétention ou la mise en place de bandes enherbées et enfin une carte des altitudes.

L'animateur de bassin versant dispose d'un budget de 22 800 Ruidors pour toute la partie (soit 342 000 €, cf chapitre II.A) qu'il peut utiliser et répartir comme il le souhaite. Cette somme n'est pas intégralement disponible dès le départ, elle est versée en 4 fois (5700 Ruidors par année), ce qui limite à chaque tour les possibilités d'actions. Néanmoins en cas d'urgence et dans le cadre d'un projet à financer particulièrement clair et bien déterminé, il est possible d'accorder une avance sur le budget à hauteur des besoins.

3. Présentation du rôle des agriculteurs

Les agriculteurs, au nombre de 6 ont pour rôle de faire tourner leur exploitation pendant toute la partie du JDR. A cet effet, ils choisissent chaque année leurs productions, déterminent des rotations et un assolement dont ils font part au poste informatique. Ils surveillent leurs résultats économiques chaque année, peuvent discuter librement avec leurs voisins et avec le maire et l'animateur de bassin versant s'ils le décident.

Les informations disponibles pour chaque agriculteur sont résumées dans le Tableau 6. Par ailleurs, les agriculteurs connaissent aussi les marges brutes qu'ils réalisent sur chacune des cultures possibles (mais uniquement les leurs). Ces marges brutes varient suivant les agriculteurs. Ces derniers sont également renseignés sur les coûts d'implantation de cultures intermédiaires et de bandes enherbées au cas où ils décideraient de mettre en place d'eux-mêmes ces deux méthodes de lutte. A chaque fin d'année de campagne culturale, les agriculteurs sont informés sur leurs résultats économiques, le coût de la vie et l'argent qu'ils ont pu épargner.

C. Orchestration de la partie

Dans CauxOpération®, la partie est rythmée par un scénario que seuls les animateurs du jeu connaissent. On entend par scénario, un ensemble d'événements inévitables, des points de passage forcés en quelque sorte, qui se dérouleront à des moments précis du jeu.

1. Les étapes clés d'une partie

Chaque partie se déroule sur 4 années. Les années sont divisées en 2 pas de temps : 1 pour l'hiver et 1 pour l'été. Chaque pas de temps est appelé « un tour de jeu ». Il y a donc 8 tours de jeu dans une partie. Ces tours correspondent à des intervalles de temps dans lesquels les joueurs font leurs choix et interagissent. A chaque fin de tour, les données sont rentrées dans l'ordinateur et les calculs de ruissellement sont effectués. Les calculs économiques (mise à jour des budgets et revenus des agriculteurs) se font tous les 2 tours (en fin de chaque année).

2. L'aléa climatique.

Les événements climatiques de CauxOpération® sont déterminés à l'avance. Le principe repose sur une alternance d'une année présentant des intempéries moyennes classique et d'une année présentant des intempéries catastrophiques (cf Tableau 7). Cette alternance est répétée une seconde fois dans CauxOpération®, ce qui permet de comparer les 2 premières années avec les 2 dernières et de voir quels ont été les impacts des stratégies mises en place. Il faut bien comprendre que si les animateurs de jeu connaissent en détail et par avance les caractéristiques des événements climatiques, il n'en est pas de même pour les 8 joueurs. Ces derniers ne savent jamais quels vont être les aléas climatiques à chaque tour de jeu. De leur point de vue, on reste dans l'inconnu le plus complet comme dans la réalité.

3. La vente d'une parcelle.

Au début du tour 4, tous les joueurs reçoivent une carte les informant qu'une parcelle présente dans le bassin versant est mise en vente par un agriculteur installé sur un autre bassin versant. Tout le monde peut se porter acquéreur, l'utilisation de cette parcelle reste libre. Dans l'esprit des animateurs de jeu, elle doit permettre au syndicat ou à la mairie d'effectuer un échange de parcelle avec un agriculteur sur une zone à risque (remise en herbe) mais rien ne les y oblige : libre cours est laissé à l'imagination des joueurs.

D. Paramètres de forçage et supports additionnels

1. Paramètres de forçage

L'alternance des aléas climatiques à elle seule constitue un paramètre de forçage. La fréquence des événements climatiques est peu réaliste. Généralement, les valeurs choisies pour nos événements catastrophiques correspondent à des pluies décennales. Nous forçons donc les joueurs en les confrontant à des situations exceptionnelles. Par ailleurs, le village est situé directement à l'exutoire du bassin versant ce qui n'est pas forcément le cas. Il reçoit donc l'ensemble du ruissellement ce qui pousse de manière forte à agir.

Le principe de CauxOpération® repose sur la concertation, l'organisation de réunions pour partager les connaissances et les idées d'actions au sujet du ruissellement. A ce sujet, le maire est le personnage central pouvant demander aux agriculteurs de se réunir en mairie. Nous avons créé des paramètres de forçage afin de l'inciter à le faire. Le maire reçoit chaque année, en plus des cartes de ruissellement, des cartes symbolisant le mécontentement de la population. Celles-ci ont pour but de lui faire prendre conscience du problème et de le pousser à l'action. Si le maire reste récalcitrant, perdu, ou tout simplement ne pense pas à une réunion, il existe une autre carte (non systématique, laissée à l'appréciation de l'animateur du jeu) symbolisant l'intervention d'un adjoint du maire le conseiller, suite à la réception d'une pétition de mécontentement, d'organiser une réunion avec les acteurs du bassin versant.

Afin de rythmer le jeu, au départ, et d'aider les joueurs à agir, un petit « semainier » existe pour chacun des joueurs. Il s'agit d'un carnet où sont regroupées dans l'ordre les principales actions que chaque joueur peut mettre en œuvre. Ce semainier force plus ou moins à l'action les différents acteurs dans un premier temps. Il n'est néanmoins pas restrictif.

Enfin, Il faut préciser qu'afin de permettre aux agriculteurs de rentrer plus aisément dans le jeu, nous avons créé l'assolement d'une année (dit année 0) se situant juste avant le début de la partie. Les joueurs disposent ainsi d'un ensemble de précédents culturels pour réaliser l'assolement de l'année 1. Nous avons construit celui-ci selon nos propres critères de façon à ce que, si les agriculteurs suivent les règles simples de précédents culturels (Joannon, 2004), celui-ci conduise à un assolement regroupant les cultures très ruisselantes en aval et les cultures moins ruisselantes en amont. Par ailleurs, le talweg a été volontairement mis en culture et pas en prairie ce qui en général n'est pas le cas. Ces paramètres en conduisant à une situation désastreuse doivent interpeler les joueurs et les pousser à l'action.

2. Les supports de jeu (cf Annexe 10 à Annexe 21)

CauxOpération® repose fortement sur de nombreuses interactions dynamiques : entre les joueurs, mais aussi entre les joueurs et les animateurs de jeu. Si bon nombre de ces interactions sont d'ordre oral, il faut néanmoins pouvoir conserver la trace des choix principaux de chacun et des informations qu'ils reçoivent au cours de la partie. Parallèlement, il faut aussi que les joueurs disposent dès le départ d'un ensemble d'informations suffisantes pour réfléchir et s'immerger dans l'univers du jeu de rôles.

Le formulaire assolement permet aux agriculteurs de réaliser leur assolement année par année et de transmettre ainsi leurs choix de cultures au poste informatique pour que les données soient soumises au modèle. Il s'agit d'une feuille où figure la liste de l'ensemble des parcelles (avec leur numéro d'identifiant et leur surface) de l'exploitation. En face de chaque parcelle, l'agriculteur indique, pour chaque année, l'occupation du sol en hiver et en été.

Le formulaire bancaire existe pour les 8 joueurs. Dans le cas du maire et de l'ABV, ce support permet au poste informatique, en fin de chaque année, de transmettre les mises à jour du budget et le récapitulatif des dépenses effectuées. Dans le cas des agriculteurs, ce support permet au poste informatique, en fin de chaque année, de transmettre le revenu obtenu, le coût de la vie et donc l'épargne réalisée par l'agriculteur.

Concernant le ruissellement, le maire est informé du mécontentement de ses concitoyens par l'intermédiaire de « cartes de mécontentement ». Il en existe une pour le village et une pour la route : le maire reçoit donc chaque année 2 cartes. Ces dernières sont déclinées suivant trois types de mécontentement : mécontentement fort (forte inondation), mécontentement faible (faible inondation), félicitations (pas de problème). Par ailleurs, le maire reçoit à chaque tour, une carte du bassin versant avec les réseaux d'écoulement et de concentration du ruissellement ainsi qu'une indication approximative des volumes par un code couleur (cf Annexe 3).

Pour pouvoir signaler aux joueurs la vente de la parcelle d'une prairie de 7 hectares dans le bassin versant, l'animateur de jeu dispose de 8 exemplaires d'une carte « vente d'une parcelle ». Enfin, dans le cas où un bassin de rétention a été mis en place, l'animateur de jeu renseigne l'animateur de bassin versant sur l'état du bassin par une carte « sédimentation » où figure le volume de stockage perdu à cause de la sédimentation.

L'animateur de bassin versant et le maire dispose d'une carte permettant de matérialiser l'accord passé entre l'ABV (ou le maire) et l'agriculteur sur un financement de CIPAN pour une surface déterminée. La carte est confiée à l'agriculteur qui l'amène avec son formulaire assolement au poste informatique afin de prouver le financement (sans carte le coût est à la charge de l'agriculteur). L'ABV dispose quant à lui d'une deuxième carte qu'il remplit avec l'agriculteur afin de prouver l'accord qu'ils ont conclu sur le montant de la convention assurant le dédommagement de l'agriculteur pour la mise en place d'une bande enherbée.

E. Actions de lutte contre le ruissellement

Les méthodes de lutte contre le ruissellement et leurs effets sur la capacité d'infiltration des sols, intégrées dans CauxOpération®, sont issues directement de la bibliographie disponible des travaux scientifiques portant sur ce sujet.

L'ABV gère les réalisations techniques des actions de lutte contre le ruissellement, il peut mettre en place :

- des financements de cultures intermédiaires couvrant les sols nus l'hiver.
- Des bandes enherbées (Auzet, 1990) chez les agriculteurs, suivant deux modalités (achat de la terre à l'agriculteur et gestion directe ou mise en place de la bande par l'agriculteur mais financement de l'opération et compensation de perte de production par le syndicat).
- Des bassins de rétention (le volume de stockage peut être choisi)
- Du conseil technique pour l'introduction de techniques culturales permettant d'augmenter la capacité d'infiltration des sols (Ouvry, 1990, Le Bissonnais et al., 2002).
- Du conseil technique pour la mise en herbe de parcelles à risque : déplacement des herbages ou des jachères prairies dans des zones à plus fort risque (Van Dijk et al., 1996).

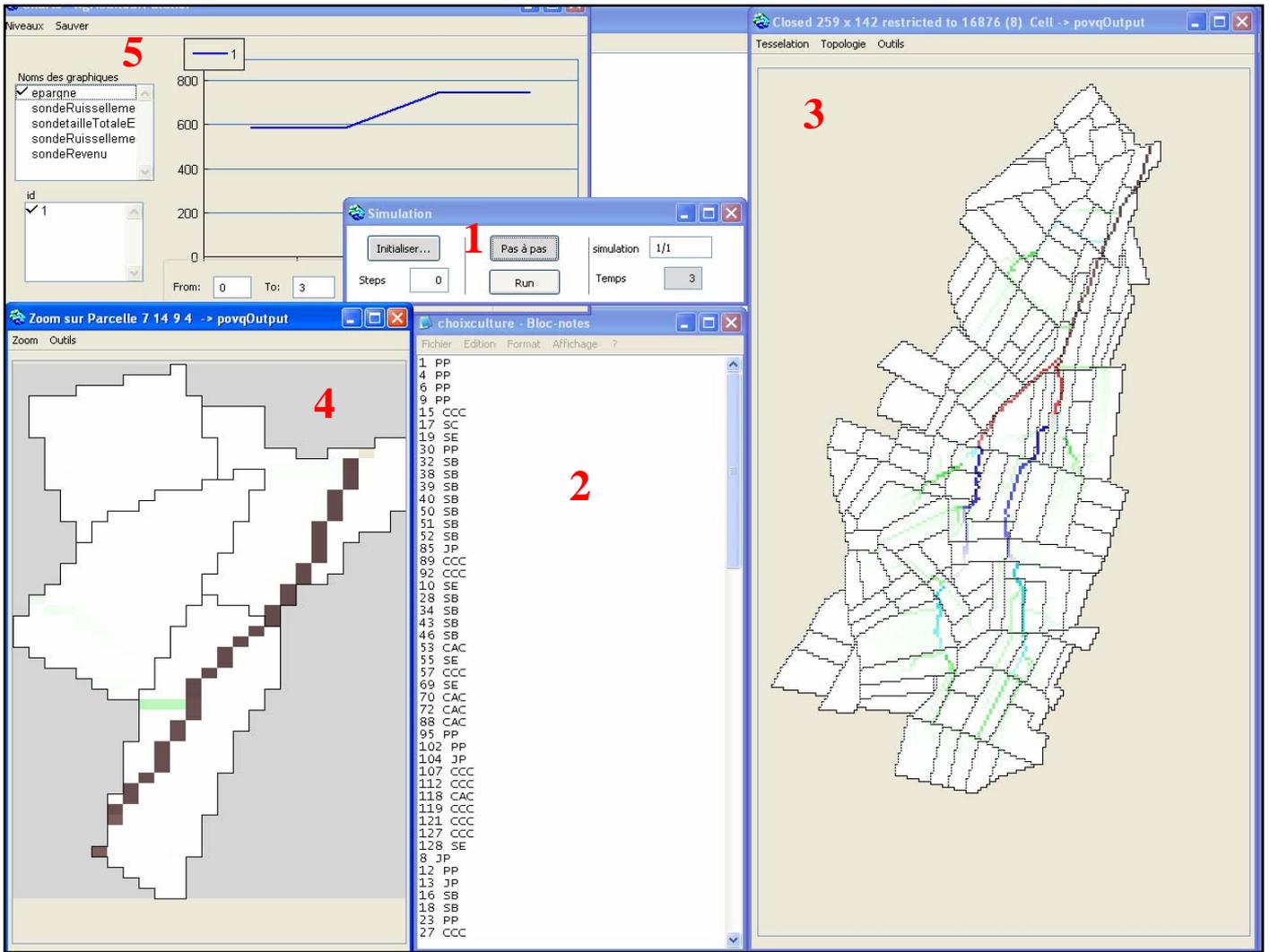


Figure 4 : Aperçu de l'interface informatique de CauxOpération®

AC106		* =SI(OU(W106="JP";W106="sje");C266;0)																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Options de barre d'outils				M	N	O	P	Q
		tour 1				tour 2				tour 3				tour 4				
10																		
11																		
12		1	PP	OK	0	1	PP	OK	0	1	PP	OK	0	1	PP	OK	0	0
13		4	PP	OK	0	4	PP	OK	0	4	PP	OK	0	4	PP	OK	0	0
14		6	PP	OK	0	6	PP	OK	0	6	PP	OK	0	6	PP	OK	0	0
15		9	PP	OK	0	9	PP	OK	0	9	PP	OK	0	9	PP	OK	0	0
16		15	SC	OK	0	15	C	OK	0	15	SB	OK	0	15	B	OK	0	0
17		17	CIPAN_AG	OK	0	17	ME	OK	0	17	SB	OK	0	17	B	OK	0	0
18		19	SE	OK	0	19	E	OK	0	19	CIPAN_EV	OK	0	19	L	OK	0	0
19		30	PP	OK	0	30	PP	OK	0	30	PP	OK	0	30	PP	OK	0	0
20		32	SB	OK	0	32	B	OK	0	32	CIPAN_EV	OK	0	32	BS	OK	0	0
21		38	SB	OK	0	38	B	OK	0	38	SE	OK	0	38	E	OK	0	0
22		39	SB	OK	0	39	B	OK	0	39	CIPAN_EV	OK	0	39	BS	OK	0	0
23		40	SB	OK	0	40	B	OK	0	40	SC	OK	0	40	C	OK	0	0
24		50	SB	OK	0	50	B	OK	0	50	SE	OK	0	50	E	OK	0	0
25		51	SB	OK	0	51	B	OK	0	51	SC	OK	0	51	C	OK	0	0
26		52	SB	OK	0	52	B	OK	0	52	SC	OK	0	52	C	OK	0	0
27		85	JP	OK	3	85	JP	OK	3	85	JP	OK	3	85	JP	OK	3	0
28		89	SC	OK	0	89	C	OK	0	89	SB	OK	0	89	B	OK	0	0
29		92	CIPAN_AG	OK	0	92	BS	OK	0	92	SB	OK	0	92	B	OK	0	0
30		10	CIPAN_AG	OK	0	10	L	OK	0	10	CIPAN_EV	OK	0	10	BS	OK	0	0
31		28	SE	OK	0	28	B	OK	0	28	CIPAN_EV	OK	0	28	L	OK	0	0
32		34	CIPAN_AG	OK	0	34	PDT	OK	0	34	SE	OK	0	34	P	OK	0	0
33		43	SB	OK	0	43	B	OK	0	43	CCC	OK	0	43	P	OK	0	0
34		46	CIPAN_AG	OK	0	46	BS	OK	0	46	SB	OK	0	46	B	OK	0	0
35		53	CCC	OK	0	53	PDT	OK	0	53	SB	OK	0	53	B	OK	0	0
36		55	CIPAN_AG	OK	0	55	L	OK	0	55	CIPAN_EV	OK	0	55	BS	OK	0	0
37		57	CIPAN_AG	OK	0	57	L	OK	0	57	CIPAN_EV	OK	0	57	BS	OK	0	0
38		69	CIPAN_AG	OK	0	69	L	OK	0	69	CIPAN_EV	OK	0	69	BS	OK	0	0
39		70	CIPAN_AG	OK	0	70	BS	OK	0	70	SE	OK	0	70	B	OK	0	0
40		72	SB	OK	0	72	B	OK	0	72	CCC	OK	0	72	P	OK	0	0
41		88	CIPAN_AG	OK	0	88	BS	OK	0	88	SB	OK	0	88	B	OK	0	0
42		95	PP	OK	0	95	PP	OK	0	95	PP	OK	0	95	PP	OK	0	0
43		102	PP	OK	0	102	PP	OK	0	102	PP	OK	0	102	PP	OK	0	0
44		104	SB	OK	0	104	B	OK	0	104	CIPAN_EV	OK	0	104	L	OK	0	0
45		107	CCC	OK	0	107	P	OK	0	107	CAC	OK	0	107	PDT	OK	0	0
46		112	CIPAN_AG	OK	0	112	PDT	OK	0	112	SB	OK	0	112	B	OK	0	0

Figure 5 : Aperçu de la feuille « Excel » de rentrée des données d'assolement

- Des raisonnements sur les assolements : cultures ruisselantes en amont et infiltrantes en aval, limitation des blocs d'une même culture... (Martin et al., 1998, Papy et Boiffin, 1988, Joannon et al, 2006, Le Goff, 2007)

Cette liste de propositions est celle prévue directement dans le programme de CauxOpération®. Elles n'interdisent en rien l'imagination et la proposition de nouvelles actions, bien que celles-ci ne puissent pas être implémentées dans le programme en cours de jeu.

F. Présentation simplifiée de l'interface informatique de CauxOpération®.

Le support informatique est essentiel à toute partie de CauxOpération®. C'est là que sont intégrés les choix des joueurs et là que tous les calculs servant de base aux discussions sont effectués.

La Figure 4 présente l'interface informatique de CauxOpération® grâce à laquelle les animateurs de jeu peuvent entrer les données et obtenir les résultats des calculs. Elle repose sur 5 fenêtres. La fenêtre 1 s'appelle l'interface de simulation. Elle permet de lancer l'ensemble des calculs une fois rentrées toutes les données nécessaires à chaque tour de jeu. La fenêtre 2 permet de gérer les décisions d'assolement des agriculteurs. Les données sont en fait le numéro identifiant de parcelle suivi du code indiquant l'occupation du sol. Le programme lit lignes par lignes les données afin d'effectuer les calculs. Une fois ces derniers réalisés, la carte du bassin versant s'affiche dans la fenêtre 3. Il est possible, dans cette fenêtre, de visualiser différentes cartes : réseaux de concentration du ruissellement et volumes écoulés, répartition des cultures sur le bassin, représentation des parcelles suivant leur caractère ruisselant, carte des propriétaires des parcelles. La possibilité de zoomer sur des endroits précis de la carte (afin de mieux étudier le passage d'eau ou de mettre en place des aménagements de lutte contre le ruissellement) est assurée par la fenêtre 4. Enfin la fenêtre 5 permet de générer des graphiques sur les évolutions des différentes variables suivant les tours ou les années : ruissellement, budgets, revenus, mécontentement, popularité...

Précision sur la fonction zoom (fenêtre 4)

Ce zoom a été créé par Christophe Le page (chercheur au CIRAD-GREEN) de façon à faciliter et à accélérer l'introduction dans le programme des aménagements de lutte contre le ruissellement et leurs prises en compte dans les calculs au cours de la partie. La fenêtre 3 dispose d'une fonction permettant de changer les caractéristiques des pixels qui sont sélectionnés. La Figure 6 présente un exemple d'utilisation de cette fenêtre dans le cadre de la mise en place d'un bassin de rétention. Le principe d'implémentation d'une bande enherbée fonctionne de la même manière mais avec une valeur différente à indiquer au programme (1 : si l'agriculteur met en place de lui-même la bande enherbée, 2 s'il s'agit d'un achat par le syndicat, 3 s'il s'agit d'une convention entre l'agriculteur et le syndicat de bassin versant).

Afin de minimiser le temps de rentrer des données, « CauxOpération® » est utilisé avec un fichier Excel où les assolements sont rentrés (cf Figure 5). Cela permet d'avoir des éléments fixes comme le numéro identifiant des parcelles (qu'il ne faut pas ainsi recopier à chaque fois), d'avoir un classement des parcelles suivant le propriétaire ce qui évite de perdre du temps à retrouver les parcelles de chacun mais aussi, et surtout, d'avoir des macros de contrôle nous permettant de nous indiquer si nous avons fait une erreur dans les codes que nous avons rentrés. En effet, chaque occupation du sol possède son propre code ce qui permet au programme de la reconnaître : si on entre un code qui n'existe pas, le programme indique un message d'erreur qui peut perturber la simulation et donc une partie entière.

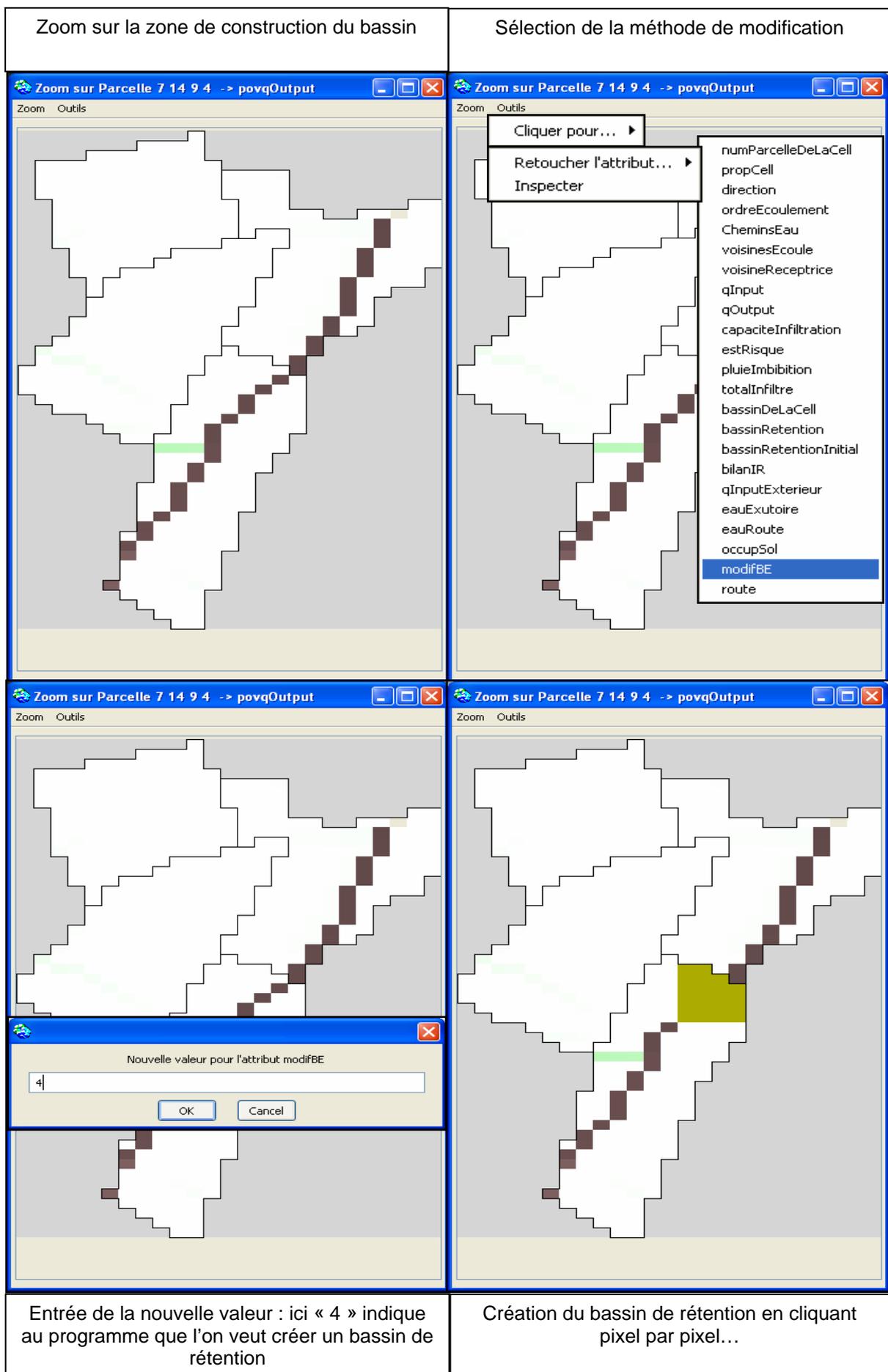


Figure 6 : Aperçu de l'utilisation de la fonction zoom pour la construction d'un bassin de rétention

Cette méthode permet aussi de conserver une trace informatique des assolements à chaque tour, pour une analyse à posteriori.

La transcription en langage informatique respecte scrupuleusement les choix effectués lors de la co-construction. La programmation a été réalisée dans le souci de traduire point par point les éléments que nous voulions voir apparaître dans CauxOpération®. L'Annexe 4 présente un exemple de cette traduction.

III. Analyse des parties du 2 et 3 juillet 2007

A. Présentation des parties réalisées

1. Mode de convocation aux parties.

Deux parties ont été réalisées depuis la finalisation de CauxOpération®. Nous désirions, en effet, pouvoir comparer deux séances de jeu dans l'analyse de notre outil. Pour organiser les tests du JDR nous voulions disposer d'une forte légitimité car il n'est pas toujours simple d'obtenir l'accord des agriculteurs pour tester un outil qui peut déstabiliser par sa nouveauté. Nous avons donc demandé aux syndicats de bassin versant d'être les porteurs du projet et de la réunion. Le Syndicat du Bassin Versant du Dun et de la Veules a été choisi car, Bénédicte Lapierre, sa représentante avait participé depuis le début au projet, montrant ainsi son intérêt pour l'outil. Par ailleurs, Bénédicte Lapierre nous a orientés vers le Syndicat Mixte des Bassins Versants de la pointe de Caux, dont l'animatrice, Lise Aubourg avait présenté son intérêt lors d'une discussion avec Bénédicte. Ce sont donc deux syndicats présentant une envie forte d'utiliser le JDR qui ont été les porteurs des deux projets de parties. Nous avons donné comme consigne aux animatrices de choisir des agriculteurs et des élus situés dans le même bassin versant car l'objectif de CauxOpération® est de réunir aussi des personnes issues de la même zone géographique. L'idée est que des agriculteurs voisins dans le jeu et dans la réalité auront plus de facilité (et peut être même d'envie) d'amorcer sur leur territoire des stratégies qu'ils auront testées lors d'une session de jeu.

2. Organisation et préparation des parties.

La première partie a eu lieu le 2 juillet à la salle des fêtes d'Angerville l'Orcher. 6 agriculteurs du bassin versant ont joué le rôle des agriculteurs, l'adjoint au maire d'Angerville l'Orcher (le maire n'ayant pu se libérer) a endossé le rôle du maire et Lise Aubourg a joué son propre rôle.

La seconde partie s'est déroulée le 3 juillet à la mairie de St Pierre-le-Viger. 5 agriculteurs ont endossé le rôle des agriculteurs, 1 rôle d'agriculteur a du être joué par un animateur agricole d'un autre bassin versant en raison de la défection d'un agriculteur, le rôle du maire a été tenu par un délégué de la commune, Bénédicte Lapierre a joué son propre rôle. On notera que dans cette dernière partie, un agriculteur venait d'un bassin versant voisin, il ne connaissait donc pas les 4 autres.

A chaque partie, Véronique Souchère assurait l'animation du jeu (explication, tirage des rôles des agriculteurs, transmission des informations aux joueurs, rythme du jeu, réponse aux questions) tandis que j'assurais toute la part informatique de la partie (rentrée des données, production des résultats, indications à Véronique pour la transmission des informations, archivage des données et des résultats, prise de notes). Nous disposions à chaque fois des mêmes supports de jeu et du même programme. Nous placions 2 caméras fixes aux angles de la salle afin de pouvoir analyser à posteriori les déplacements pendant le jeu et repérer les grandes phases de chaque partie. Une caméra portable permettait de filmer les moments forts des négociations et des décisions. Nous étions pour cela assistés d'Elise Levinson, stagiaire à l'INRA (réalisant son stage de deuxième année de l'INA P-G sur l'analyse de la co-construction de CauxOpération® et de l'impact de ce dernier) ainsi que de

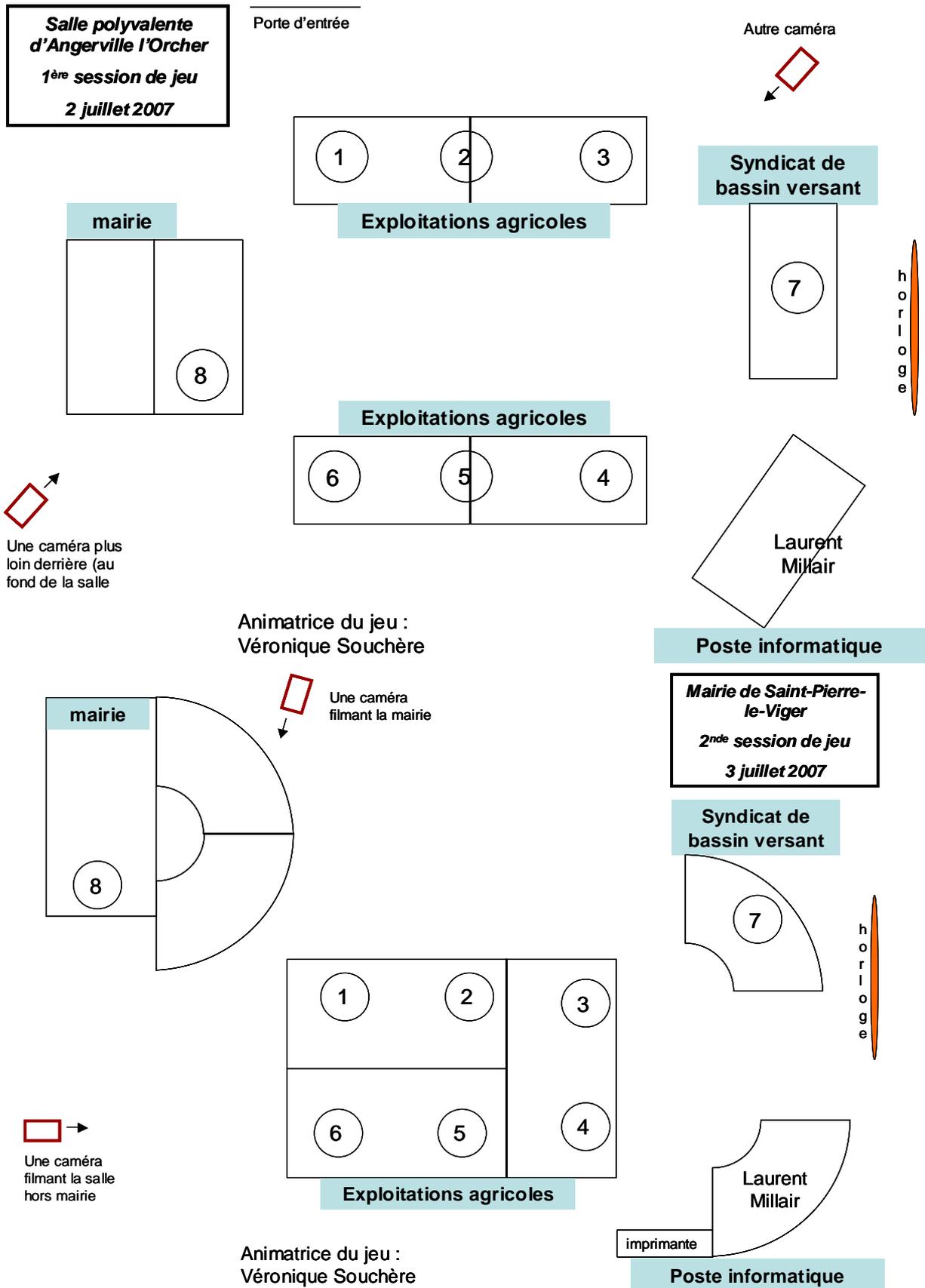


Figure 7 : Dispositions des joueurs lors des sessions du 2 et du 3 juillet (d'après E.Levinson, 2007)

Cyrille Auguste technicien au sein de l'UMR SADAPT. Lors de la partie du 2 juillet étaient présents en tant que simple observateurs : Jean François Ouvry de l'AREAS, Vincent Martin de l'Agence de l'Eau Seine Normandie, Audrey Le Goff, stagiaire de Véronique Lecomte (Chambre d'Agriculture de Seine-Maritime). Lors de la partie du 3 juillet, deux collègues de Bénédicte Lapière étaient aussi présentes, ainsi que Mélanie Lheriteau de l'AREAS

B. Biais inhérents aux deux parties

1. Biais communs aux deux parties.

Le principal biais commun aux deux parties est du au statut des agriculteurs. Dans les 2 cas, les agriculteurs participant au JDR, étaient des personnes déjà fortement sensibilisées au ruissellement érosif. Ce biais était malheureusement peu évitable pour plusieurs raisons :

- la date retenue pour le test du JDR tombait dans une période où la disponibilité des agriculteurs était fortement réduit par les moissons (s'il n'avait pas plu dans les jours et les nuits précédents les parties, un bon nombre d'agriculteurs ne se seraient pas déplacés), il fallait donc des agriculteurs vraiment prêts à travailler sur le sujet,
- le JDR est véritablement une nouvelle façon de travailler qui peut surprendre : son nom à lui seul joue contre lui car on lui accorde peu de crédibilité, les agriculteurs devaient être donc prêts à tester une nouvelle façon de réfléchir,
- le ruissellement érosif se révèle être dans certains secteurs un sujet de très forte tension, chaque acteur rejette la faute sur l'autre et ne cherche pas à prendre ses responsabilités, il fallait donc que les agriculteurs soient un minimum sensibilisés.

Les animatrices de bassin versant se sont donc naturellement tournées vers des agriculteurs avec qui elles ont l'habitude de travailler. La plupart des refus sont venus de personnes peu sensibles au sujet en lui même. Les agriculteurs présents aux parties étaient donc depuis plusieurs années déjà dans une logique de lutte contre le ruissellement érosif soit en travaillant avec le syndicat de bassin versant, soit en étant engagés dans des Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE). Nous avons donc testé un outil dont l'un des objectifs est de sensibiliser et de mobiliser, auprès des agriculteurs qui en avaient peut être le moins besoin dans un premier temps. Ce biais sera nécessairement pris en compte dans l'analyse des stratégies mais néanmoins nous verrons (d'après les choix effectués et d'après les propos formulés lors des débriefings) que ce biais s'est révélé très enrichissant.

Le second biais isolé après analyse des 2 parties tient en la personne de l'animateur de jeu. Il constitue à la fois un biais interne à la partie et un biais entre les parties. En effet, lors d'une partie l'animateur essaye de rester le plus neutre possible pour orienter le moins possible les actions et fausser l'analyse. Néanmoins, il n'est jamais aisé d'appliquer cette recommandation dans une partie. L'animateur peut donc avoir des impacts qui modifieront plus ou moins les données. Entre 2 sessions, un animateur aura pu faire évoluer son expérience et donc son comportement, il n'agira pas 2 fois de la même manière. Théoriquement celui-ci est meilleur de partie en partie ce qui naturellement biaise les comparaisons entre les parties. Nous analyserons le comportement de Véronique Souchère au cours des 2 parties dans le paragraphe III.H.

2. Biais dans la comparaison entre les 2 parties.

Le premier biais dont il faudra tenir compte lorsque nous voudrions comparer les 2 parties est celui du lieu où les séances se sont tenues. Nous ne pouvions pas pour des raisons pratiques réaliser les 2 parties dans la même salle (Les agriculteurs ne pouvant se déplacer trop loin de chez eux). Si la salle des fêtes d'Angerville l'Orcher s'est révélée suffisamment vaste pour pouvoir répartir convenablement les personnes dans l'espace, cloisonner les informations et obliger les déplacements, la salle de réunion de la mairie de St Pierre-le-Viger était trop petite pour procéder de la même façon. Ceci a pu avoir des impacts sur l'échange d'informations, les déplacements et l'organisation de réunions (cf Figure 7).

Deuxièmement, si les 6 rôles des agriculteurs ont été tenus par des exploitants agricoles le 2 juillet, le 3 juillet un des rôles d'agriculteur dut être donné à un collègue de Bénédicte Lapierre. Si celui-ci a très bien endossé le rôle et s'est comporté : « à la façon des agriculteurs avec qui [il] travaille », ce point particulier ne devra pas être oublié dans l'analyse (se reporter au chapitre III.E.2 pour son impact en tant qu'agriculteur engraisseur). Enfin, le dernier biais est dû à la méthode de co-construction. Bénédicte, ayant participé à l'élaboration du jeu et l'ayant déjà testé le 12 juin, connaissait plusieurs éléments du scénario et plusieurs possibilités. En revanche, Lise, qui n'a été contactée que tardivement, ne connaissait rien de CauxOpération® : elle a donc abordé la partie en novice. Ce très fort biais a naturellement impacté la stratégie et le comportement de Bénédicte par rapport à celui de Lise comme nous le montrerons. Néanmoins, cet aspect sera riche d'enseignements quant à la progression dans les connaissances et l'appropriation du jeu.

C. Création de parties de référence : optimale et désastreuse.

Après le test du 12 juin, nous nous sommes rendus compte qu'il était difficile pour les participants de mesurer l'impact de leur stratégie vis à vis du ruissellement érosif. Nous nous sommes donc mis d'accord avec les co-constructeurs sur le fait qu'il fallait disposer de résultats de référence par rapport à des parties sans actions de lutte et avec actions de lutte. Nous avons donc effectué deux simulations de parties. La première correspondait à un cas où rien n'était fait. Les assolements tournaient avec des rotations types (d'après la thèse de Joannon, 2004), le syndicat de bassin versant ne faisait aucun aménagement, les agriculteurs n'introduisaient pas non plus de techniques alternatives. Par ailleurs, l'assolement de l'année 0 conduit à une situation catastrophique en année 1 (cf II.D.1). La deuxième simulation, fonctionnant sur les mêmes assolements que la précédente, correspondait à ce qu'on pourrait appeler une « très bonne partie » (et ce dans le respect des budgets du maire et du syndicat). Dans ce cas le syndicat de bassin versant mettait en place : 2 bassins de rétention (7200 m³ et 6400 m³ de stockage), 3 ha de bandes enherbées en convention, le financement de 956 hectares de CIPAN sur les 4 années conjointement avec la mairie. Par ailleurs la mairie faisait l'acquisition de la parcelle de 7 hectares pour l'échanger avec les 2 parcelles de l'engraisseeur situées dans le talweg et remettre celui-ci en herbe. De leur côté, les agriculteurs mettaient en place des techniques alternatives sur des surfaces raisonnables (limitation du coût économique pour eux mêmes) et déplaçaient leurs jachères-prairie de façon à les rendre utile vis à vis de la limitation du ruissellement. Nous avons réalisé ici des parties sans joueurs : c'est à dire sans l'âme du JDR. Celles-ci ne correspondent absolument pas à des parties de jeu de rôles et restent limitées dans leur comparaison avec des parties réelles car elles viennent d'une construction effectuée par nous même dans un unique but : dans un cas maximiser le ruissellement à l'exutoire, dans l'autre le minimiser, afin d'avoir des valeurs extrêmes de comparaison. Ces parties reposent donc sur un objectif unique dénué de toute autre considération (nous n'avons pas fait attention aux résultats économiques des agriculteurs par exemple) ce qui naturellement n'est absolument pas le cas dans le cadre d'une véritable partie. Notre raisonnement ici ne tient pas compte des représentations des joueurs, ni de leurs préoccupations, de leurs priorités ou de leur degré d'acceptation. Les deux parties se placent en quelque sorte dans un monde où tout irait mal et un monde où tout irait bien. Ceci permet néanmoins de cadrer les résultats de nos deux véritables parties.

D. Mises en regard des principaux résultats et des stratégies développées

Nous avons pris soin de conserver pour chaque partie tous les résultats obtenus (ruissellement, popularité, assolement, mise en place d'aménagements). Afin de suivre plus en détail les différentes stratégies, les cartes d'occupation du sol des 2 parties ont été mises en regard à l'Annexe 5.

1. Comparaison des volumes ruisselés à l'exutoire.

La Figure 8 répertorie les volumes ayant ruisselé jusqu'à l'exutoire pour chaque tour et chaque partie. Les résultats des simulations « partie désastreuse » et « partie idéale » (cf chapitre III.C) sont aussi présentés.

Les années catastrophiques (tours 2 et 4, 7 et 8) sont très vite reconnaissables par l'ampleur des volumes ruisselés. Nous observons que les joueurs du 2 et 3 juillet se situent la plupart du temps dans une zone intermédiaire (entre une partie catastrophique et une partie idéale). Nous avons donc des résultats montrant que le problème de ruissellement érosif est traité et ce sur les 4 années ! Nous pouvons aussi constater que nos participants n'ont pas atteint non plus la réduction maximale du ruissellement qu'il est possible de faire à chaque tour.

Dès le premier tour, le ruissellement a été diminué de manière forte, en raison du biais explicité au paragraphe III.B.1 (1^{er} biais) : les agriculteurs ont introduit de manière naturelle des techniques de lutte dont ils ont l'habitude. Les tours 2 et 6 correspondent à des événements d'été peu inquiétants vis-à-vis du ruissellement, c'est pourquoi les volumes ruisselés apparaissent comme très faibles. Dans le tour n°4, les participants des 2 parties atteignent un volume ruisselé identique à celui de la partie désastreuse. En effet, à ce moment les acteurs n'ont mis en place que des stratégies opérant l'hiver : si on se focalise sur l'été seulement les acteurs sont comme dans une situation où rien n'a encore été fait. En revanche à l'été du tour n°8, on note la profonde différence entre les parties de juillet et la partie désastreuse suite à la mise en place d'aménagements. Cette même constatation se fait pour les tours 3 et 7 où les participants ont tout de même réussi à réduire le ruissellement d'environ 30 000 m³ puis d'environ 40 000 m³, ce qui en soit est déjà considérable. Si sur les 7 premiers tours, les deux groupes se sont situés à des niveaux de volume ruisselé comparables (pas plus de 4000 m³ de différence sur les plus gros événements), le dernier tour est marqué par une forte disparité entre la partie du 3 juillet, où les participants ont réussi à limiter le ruissellement à 6 325 m³ quand les joueurs du 2 juillet l'ont limité à 17 516 m³.

2. Comparaison des différentes stratégies développées

Stratégie vis à vis des CIPAN.

Dès le premier tour de jeu les agriculteurs ont introduit des CIPAN sur leurs sols nus sans consulter le syndicat de bassin versant parce qu'ils ont l'habitude de le faire. La discussion suivante (3 juillet) avec un agriculteur au poste informatique en est un exemple marquant.

Moi : « *Vous avez mis des CIPAN donc c'est vous qui financez* »

Agriculteur : « *Ah non c'est le Syndicat de Bassin Versant !* »

Moi : « *Vous êtes allé le voir pour savoir s'il vous finançait ?* »

Agriculteur : « *Ben tous les ans il le fait !* »

Moi : « *Ah oui mais moi là j'ai pas été mis au courant qu'il acceptait* »

Agriculteur : « *Non je suis pas allé voir* »

Moi : « *Donc moi tant que j'ai pas confirmation du syndicat, je vous les impacte, à la limite vous pouvez reprendre votre feuille et aller le voir* »

Agriculteur : « *Et ben je vais reprendre ma feuille alors... où il est le syndicat ?* »

Le même type de discussion s'est produit lors de la partie du 2 juillet. Les agriculteurs ont transposé leur propre réalité au JDR dès le départ : ils étaient prêts, avant même les premiers résultats, à mettre en place la mesure financée par le syndicat de bassin versant dans la réalité : l'offre de semences d'intercultures. On peut aussi constater un point qui sera récurrent tout au long des parties : les CIPAN ne sont mis en place par les agriculteurs que s'il existe un financement de la part du syndicat.

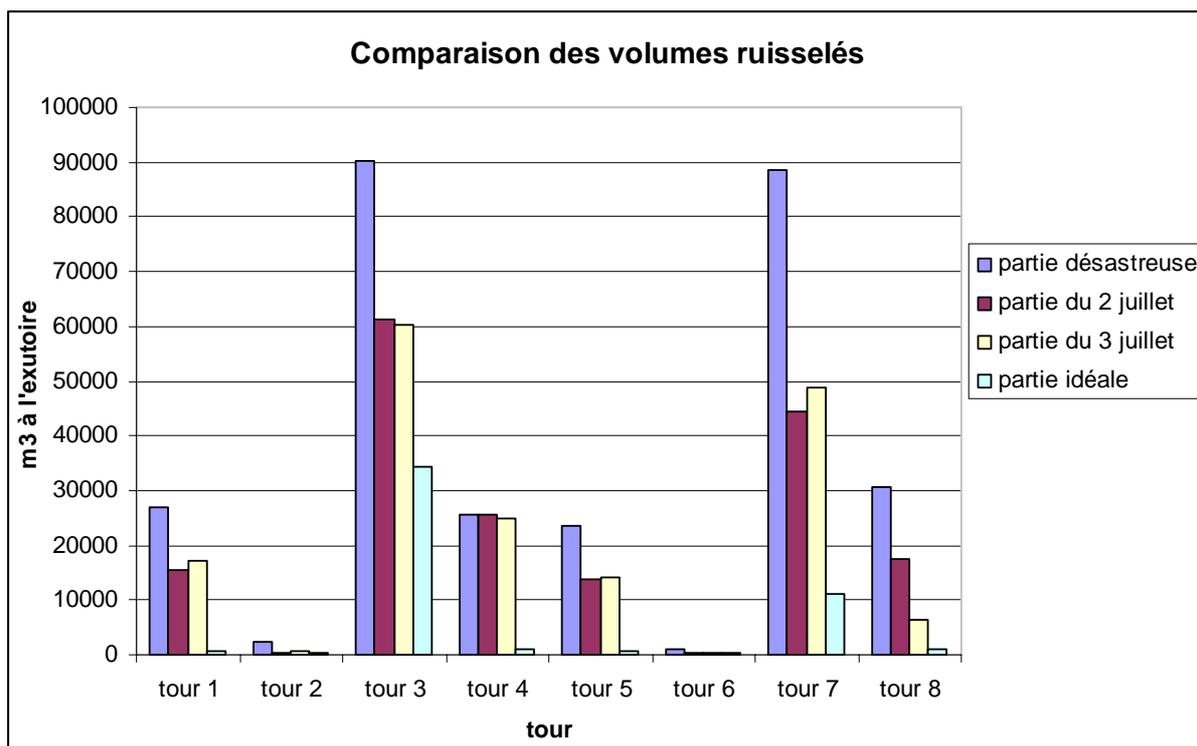


Figure 8 : Evolution des volumes ruisselés à l'exutoire suivant les tours et les parties

		Partie du 2 juillet	Partie du 3 juillet
Année 1	Surface mise en inter-culture	165 ha financés par les agriculteurs contre leur volonté	21 ha financés par les agriculteurs contre leur volonté
	Surface restée en chantier de récolte	82 ha soit 33 % des surfaces potentielles	76 ha soit 29.3 % des surfaces potentielles
Année 2	Surface mise en inter-culture	153 ha financés par l'ABV	114 financés par l'ABV
	Surface restée en chantier de récolte	102 ha soit 40 % des surfaces potentielles	55 ha restés en sols nus soit 22.9 % des surfaces potentielles
Année 3	Surface mise en inter-culture	103 ha financés par l'ABV 60 ha financés par le maire	138 financés par l'ABV
	Surface restée en chantier de récolte	89 ha soit 35,3 % des surfaces pouvant potentielles	37 ha restés en sols nus soit 15,7 % des surfaces potentielles
Année 4	Surface mise en inter-culture	105 ha financés par le maire	126 financés par l'ABV
	Surface restée en chantier de récolte	99 ha soit 48,5 % des surfaces potentielles	43 ha restés en sols nus soit 19.3 % des surfaces potentielles
Total sur la partie		586 ha de Cipan financés soit 61 % des surfaces potentiellement en chantier de récolte	399 ha de cipan financés soit 41,7 % des surfaces potentiellement en chantier de récolte
		372 ha restés en chantier de récolte soit 38 % des surfaces potentielles	211 ha restés en chantier de récolte soit 22 % des surfaces potentielles

Tableau 8 : Evolution des financements (modes et quantité) de Cipan suivant les années et les parties

Dans les deux parties, Véronique a dû forcer le passage du premier tour et empêcher la négociation sur les CIPAN entre les agriculteurs et l'ABV car les contraintes horaires ne permettaient plus de s'éterniser. Plusieurs agriculteurs ont changé leur assolement, enlevant les CIPAN faute de financement. Quelques uns ne l'ont pas fait faute de temps, les CIPAN leur ont donc été impactées. Lors de la partie du 3 juillet, les agriculteurs ont remplacé une partie des CIPAN par des déchaumages à disque ou à dent (un peu moins efficace que les CIPAN) et quelques uns ont laissé les cultures intermédiaires qu'ils avaient placées. Par rapport à ce qui était prévu initialement le résultat a donc été moindre mais néanmoins on peut déjà noter l'impact d'une telle pratique lorsqu'elle est mise en place systématiquement. Si la première année, les intercultures n'ont pu être financées directement, cette méthode a été mise en place dès l'année suivante et reconduite à chaque fois. Le Tableau 8 permet de comparer le recours à cette méthode entre les deux parties. On notera que le terme « surface potentielle de chantier de récolte » indique l'ensemble des surfaces qui pourraient être dans cet état du fait qu'une culture non semée en hiver est prévue sur la parcelle. Dans ces surfaces certaines peuvent faire l'objet d'une introduction de cultures intermédiaires et d'autres ne s'y prêtent pas forcément (suivant notamment la date de récolte de la culture précédente).

Nous pouvons noter que le recours aux CIPAN a été plus fort le 2 juillet que le 3 (61 % des sols potentiellement en chantier de récolte au total ont été couverts en CIPAN contre 41,7 %). Pourtant nous observons qu'une plus grande surface est restée en chantier de récolte lors de la première partie que lors de la seconde. Ceci est en fait dû à un comportement particulier des agriculteurs du 3 juillet qui ont eu recours de manière forte au déchaumage à disque et à dents (153 ha en année 1 ; 63 ha en année 2 ; 32 ha en année 3 ; 53 ha en année 4), ce qui n'a jamais été le cas le 2 juillet. Si dans la deuxième partie, les CIPAN ont toujours été financés par le syndicat de bassin versant, dans la première partie, le maire a participé au financement jusqu'à devenir l'unique financeur en dernière année. Nous observons donc ici une différence de comportement chez les agriculteurs vis-à-vis du règlement des problèmes de sols nus. Il est possible que les agriculteurs du 3 juillet aient été plus sensibilisés au déchaumage et ainsi y auraient recouru de manière naturelle.

Stratégie vis-à-vis des techniques alternatives.

Bien que les co-constructeurs aient demandé de manière forte que des techniques culturales alternatives puissent être mises à disposition dans CauxOpération®, le recours à celles-ci a été nul lors des parties. Le 2 juillet, aucune technique alternative n'a été mise en place. Cet aspect est dû à la vitesse du jeu qui selon Lise « *ne [lui] a pas permis d'envisager les techniques car tout allait beaucoup trop vite* ». Les agriculteurs n'ont pas non plus évoqué d'eux-mêmes ces pratiques culturales, mais selon Lise ceci est uniquement de son ressort : « *si j'avais eu assez de temps pour passer voir tout le monde j'aurais pu envisager au cas par cas l'introduction de techniques, car c'est mon rôle* ». Contrairement au 2 juillet, Bénédicte a réussi à proposer quelques unes de celles-ci en réunion collective. Néanmoins elle s'est heurtée à la conception des agriculteurs indiquant que ces pratiques ne sont pas systématiques (elles dépendent d'un grand nombre de variables dont notamment le temps). Bénédicte n'a eu que le temps d'évoquer ces possibilités sans pouvoir suivre leur introduction ni opérer un travail de fond et de négociation avec chacun.

Stratégie vis-à-vis des bandes enherbées

Les surfaces de bandes enherbées sont sensiblement les mêmes dans les 2 parties (1.8 hectare dans la première et 1.68 hectare dans la seconde). A chaque partie, 4 bandes enherbées différentes ont été installées. Le choix du placement de celles-ci s'est fait par 2 fois au même endroit dans les 2 parties. Ceci indique une même perception du risque dans la zone et une même façon de combattre le ruissellement : à savoir la disposition de la bande enherbée directement sur l'axe de ruissellement. Pour les autres bandes enherbées,

la fonction est la même : constituer un barrage le long des limites de grandes parcelles appartenant à des agriculteurs spécialisés en cultures industrielles (patatier et betteraviers). En revanche, le placement a été différent pour celles-ci suivant les parties. On notera par contre que ces bandes enherbées sont présentes dès le tour n°6 le 2 juillet quand celles du 3 juillet n'ont été mises en place qu'au tour n°8.

Stratégies vis-à-vis des bassins de rétention.

Dans les 2 parties, les joueurs ont abouti à la construction de deux bassins de rétention. Pour la première partie les volumes de stockage étaient de 7200 m³ et 800 m³. Pour la seconde ceux-ci étaient de 8000 m³ et de 4800 m³. Les joueurs de la seconde partie ont donc eu plus massivement recours aux bassins de rétention. Dans les faits, les joueurs de la première partie ont mis en place au tour n°6 une capacité totale de stockage de 8000 m³ tout comme les joueurs de la seconde partie. Néanmoins, le 3 juillet, le bassin de 8000 m³ a été construit tout juste en amont du village pour protéger ce dernier. Le 2 juillet, le bassin de 7200 m³ a été construit en amont de la route pour protéger celle-ci et le village en même temps. Le bassin de 800 m³ constituait un appoint pour le village. Pour la seconde partie, c'est le bassin de 4800 m³ qui a été construit dans l'optique de protéger la route (ce bassin n'a été terminé qu'au tour 8 en raison d'une négociation difficile et de l'attente du budget).

Stratégie vis-à-vis du raisonnement des assolements.

Contrairement à ce que nous aurions pu espérer aucune réflexion n'a été menée sur les assolements concertés. Tout au long des parties les agriculteurs ont déterminé de manière isolée leur propre assolement. Il semblerait notamment que les agriculteurs aient besoin d'un meneur pour mettre en place une telle méthode : « *sinon, on va s'arranger avec un voisin, mais ça n'ira pas plus loin, en fait il faut toujours qu'il y ait un leader un rassembleur pour cela, comme le syndicat de bassin versant* ». Selon Bénédicte il est quasiment impossible de mettre en place un assolement concerté car « *les agriculteurs ont déjà 25 000 raisons avant le ruissellement de faire l'assolement qu'ils font* », c'est pourquoi elle ne l'a pas tenté. De plus, le rythme du jeu a révélé selon Bénédicte : « *nos propres automatismes* ». L'assolement concerté n'en étant pas un, les animateurs de bassin ne lui ont pas consacré le temps dont ils disposaient, temps déjà trop court pour mener à bien les méthodes habituelles.

On notera pourtant que dans toutes les réunions durant lesquelles l'ensemble des agriculteurs étaient conviés, il y a eu un partage d'assolement. Chaque agriculteur présentait les cultures faites et envisagées sur les parcelles à risques sans gêne particulière par rapport aux voisins. Par ailleurs, quelques raisonnements de l'assolement ont été menés de manière isolée sur les exploitations (déplacements de jachères prairies, transfert de prairies au sein de l'exploitation).

Par rapport à l'assolement global, il existe un deuxième point qui reste difficile à analyser mais dont l'impact sur le ruissellement peut être considérable : il s'agit de l'importance globale de chaque culture dans le bassin versant. Suivant leurs choix intuitifs personnels, les agriculteurs ont déterminé les surfaces de chacune de leurs cultures dans leur exploitation. A l'échelle du bassin versant, les combinaisons de choix aboutissent à une surface totale de chaque culture conduisant à une présence plus ou moins grande d'une production. Or chaque culture détermine une capacité d'infiltration plus ou moins forte du sol. La sur ou sous représentativité de chaque culture dans le bassin versant conduit à un potentiel global plus ou moins fort d'infiltration des volumes ruisselant. Des graphiques de comparaison des surfaces des cultures à l'échelle du bassin par année et par partie sont présentés à l'Annexe 6.

Stratégie vis-à-vis de la remise en herbe du talweg.

Cette stratégie n'a jamais été envisagée dans les 2 sessions. Pour le 2 juillet il faut néanmoins préciser que ceci est du à notre oubli d'informer les joueurs de la vente de la parcelle anonyme. Néanmoins, dans la partie du 3 juillet, la parcelle de 7 ha achetée a été utilisée d'une tout autre manière que nous l'escomptions. Le maire et l'ABV l'ont échangée contre une parcelle appartenant au laitier afin de pouvoir construire un bassin de rétention sans avoir à exproprier en partie un agriculteur. La parcelle a donc servi de levier à la négociation et non de moyen de lutte en soi.

3. Comparaison des résultats économiques

L'objectif de CauxOpération® n'est pas de permettre aux agriculteurs de maximiser leurs revenus économiques. L'intérêt est d'intégrer une contrainte économique afin que la lutte contre le ruissellement ne soit pas envisagée sans ce facteur majeur.

La comparaison des revenus montre très peu d'homogénéité chez un même rôle entre 2 parties (cf Figure 9). Les revenus dépendant directement des assolements, il n'est pas étonnant de faire une telle constatation. Néanmoins les différences entre chaque type d'agriculteur restent conformes à la réalité : les revenus des agriculteurs spécialisés en cultures industrielles sont toujours plus élevés que ceux des éleveurs. On notera enfin la même tendance présente chez tous les agriculteurs : celle de maximiser le revenu et ceci parfois en ne respectant pas les contrats de cultures (cf. Tableau 9). Cette tendance est défavorable à la lutte contre le ruissellement puisqu'elle implique l'introduction surnuméraire de cultures potentiellement très ruisselantes. A chaque partie les agriculteurs, en raison du non respect des contrats sur les cultures industrielles, ont obtenu des résultats économiques bien supérieurs aux cas types. A deux occasions seulement les productions ont été inférieures au contrat, mais ceci est du uniquement à une erreur des agriculteurs qui ont oublié d'introduire la culture dans leur assolement.

4. Comparaison des utilisations de budget par le maire et l'ABV

Dans les 2 parties, les maires et les animateurs de bassins versants disposaient des mêmes budgets respectifs et des mêmes modes d'attribution des dits budgets. Une analyse des dépenses effectuées au cours du 2 et du 3 juillet nous permet de mieux visualiser les stratégies mises en place.

Nous pouvons voir, que lors de la partie du 3 juillet, le syndicat a mobilisé une plus grande part de son budget que lors de la partie du 2 juillet (90 % contre 52 %). La même constatation est faite pour les maires (46.20 % contre 11.7 %).

Ces différences de mobilisation sont dues parallèlement à des stratégies différentes (cf. Figure 10). Dans la première partie, aucune coordination ne s'est opérée entre le maire et l'ABV au sujet des financements. Lise Aubourg a d'abord financé l'ensemble des opérations. L'intervention du maire dans le financement des CIPAN est uniquement du à une réduction des sommes d'argent accordées par Lise en 3^{ième} et en 4^{ième} année. Ceci a poussé les agriculteurs à se tourner vers le maire dès qu'ils ont su que la mairie pouvait subventionner les cultures intermédiaires. L'ensemble des ouvrages de lutte ont été pris en charge par le syndicat de bassin versant.

Pour la partie du 3 juillet, nous pouvons constater en revanche une implication plus forte du maire dans le financement des ouvrages. Son effort ne s'est néanmoins pas porté vers les CIPAN comme dans la première partie. Les années 2 et 4 marquent un partage des financements entre les deux acteurs. En année 2, le maire et l'ABV ont acheté la parcelle anonyme de 7 ha ensemble (aux proportions respectives de 1/5 et 4/5) et en année 3 ceux-ci ont procédé de la même manière pour le financement du second bassin de rétention. Ici le maire s'est donc révélé un appui non négligeable pour l'animateur de bassin versant.

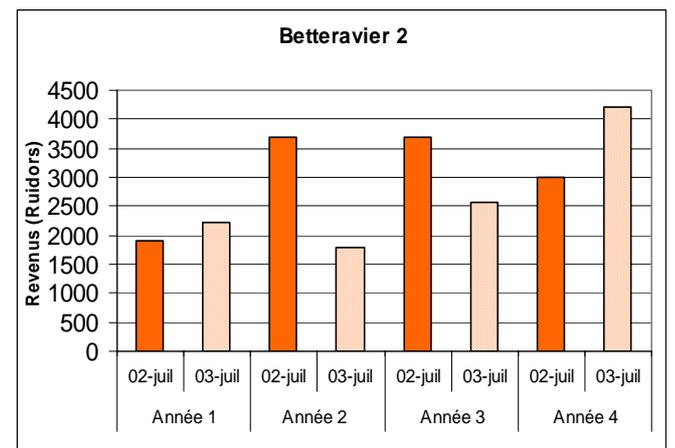
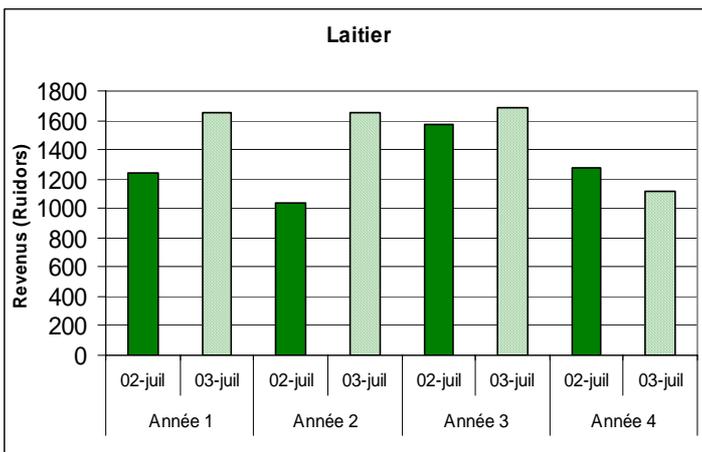
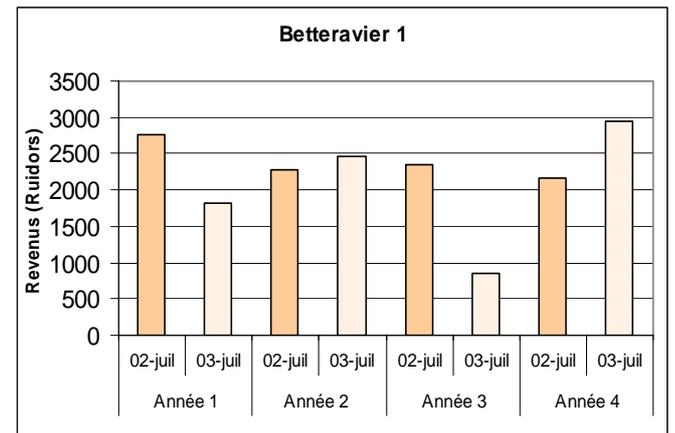
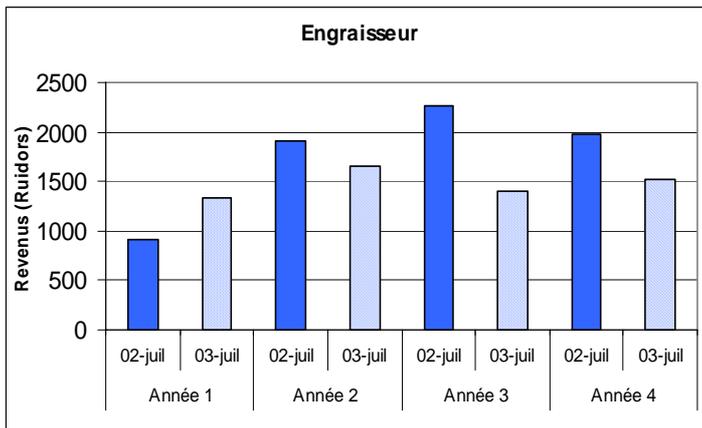
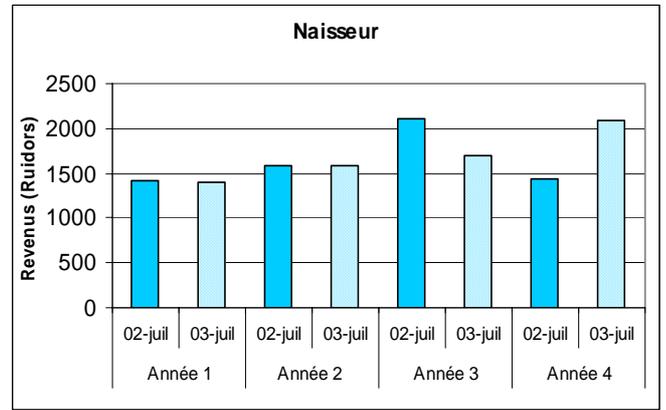
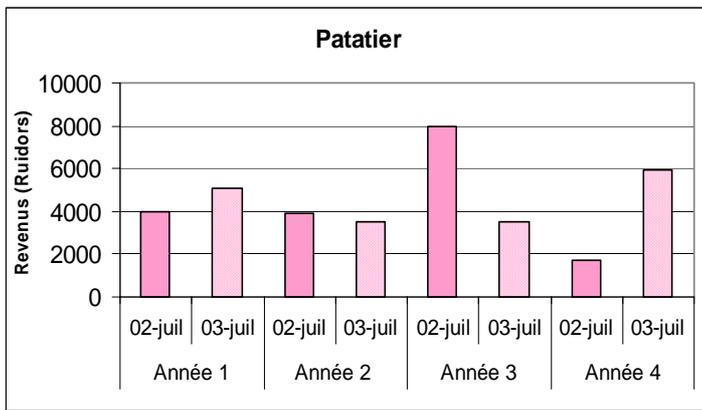


Figure 9 : Résultats économiques des agriculteurs suivant les années et les parties

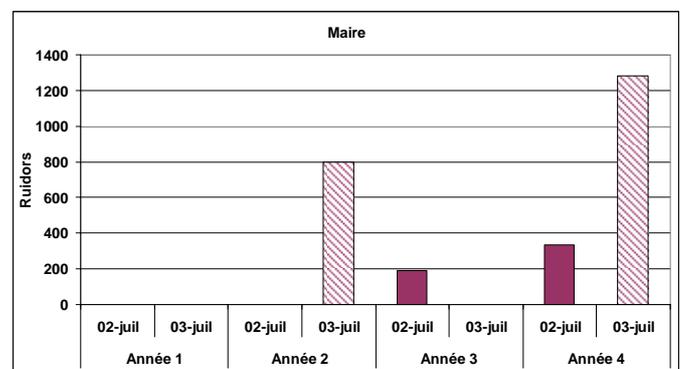
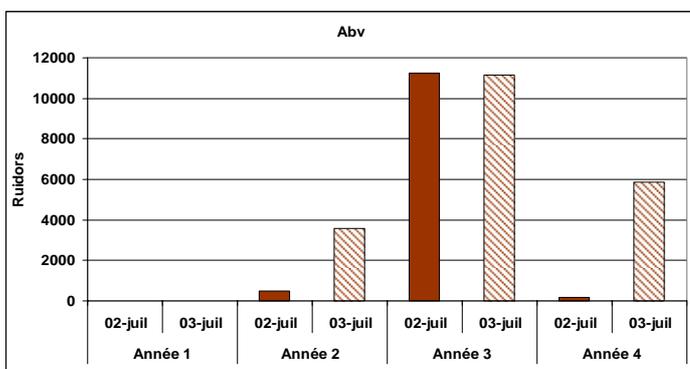


Figure 10 : Utilisation des budgets par le maire et l'ABV suivant les années et les parties

La stratégie de Lise Aubourg est sensiblement différente de celle de Bénédicte Lapierre et du maire du 3 juillet. Lise a commencé par financer des mesures simples pour l'hiver (CIPAN). Les événements catastrophiques de la seconde année ont déclenché chez elle la volonté de mettre en place des ouvrages plus élaborés (bassins et bandes enherbées) qu'elle a réalisés en 1 seule fois à l'année 3 tout en poursuivant la stratégie des CIPAN. L'année 4 s'est révélée une année sans grande action pour la lutte contre le ruissellement. La perception probable de la fin de la partie a du influencer les joueurs : on n'agit plus puisque il ne va plus rien se passer ensuite. Pourtant dans la réalité, les mêmes problèmes se reposeront l'année suivante...

La stratégie de Bénédicte repose aussi sur la mise en place rapidement de CIPAN. Néanmoins dès l'année numéro 2, la parcelle de 4 ha est achetée conjointement avec le maire en prévision de la construction dès l'année suivante d'un bassin de rétention. La mobilisation en année 3 se révèle donc sensiblement la même que celle de la partie du 2 juillet. Par contre, les actions développées au cours de la 4^{ème} année par Bénédicte et le maire lors du 3 juillet montrent une détermination à mener jusqu'au bout leur politique de lutte contre le ruissellement puisque c'est dans cette période que sera construit le second bassin et que les bandes enherbées seront mises en place.

L'analyse des enregistrements des parties nous a permis de déterminer pour les 2 séquences, les principaux modes de concertation et de négociation développés par les acteurs afin de mettre en place les projets évoqués précédemment.

E. Analyse des modes de concertation/négociation

En Annexe 7 figurent les schémas d'analyse des réseaux de concertation/négociation des parties du 2 et 3 juillet. En Annexe 8 des photos illustrent les différents modes de négociation/concertation

1. Modes de concertation/négociation dans la partie du 2 juillet

La relation maire / syndicat de bassin versant.

Lors du 2 juillet, le rôle du maire est resté faible probablement en raison de la difficulté de la personne à s'immerger dans l'univers de CauxOpération® et à faire abstraction des réalités de sa propre commune. Les interventions du maire sont inexistantes dans les premiers tours et les impulsions de réunions de concertation reviennent au syndicat de bassin versant. Durant les réunions c'est d'ailleurs Lise qui s'est chargée de parler et de communiquer l'ensemble des informations de ruissellement et de mécontentement aux agriculteurs (informations pourtant données au maire dans un premier temps). Il lui a fallu déterminer toute seule les premières stratégies et leurs financements. En raison de la timidité du maire, perdu dans ses informations et son rôle, Lise n'a pu avec celui-ci, ni construire des plans de financements particuliers, ni discuter les stratégies mises en place, ni recevoir de réel appui dans les réunions.

La relation maire / agriculteurs

Les interventions du maire sont restées minimales auprès des agriculteurs, même lors des réunions où celui-ci n'a quasiment pas pris la parole. Une seule réunion a été demandée à son initiative et ceci après avoir demandé conseil à l'animateur de bassin versant et à l'animateur de jeu. Le maire a généralement été consulté par les agriculteurs dans les 2 dernières années au sujet d'un financement de CIPAN. Celui-ci a réglé cas par cas les attributions de financement, les refusant pour certains lors de la 3^{ème} année afin « *d'en garder pour la dernière année* ». Le maire est donc resté dans une posture attentiste, sans pour autant bloquer l'information (transmise à Lise quand cette dernière le demandait et aux agriculteurs quand ceux-ci voulaient savoir quel était le mécontentement dans le village).

Lin								
	Année 1		Année 2		Année 3		Année 4	
	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil
Patatier	+7 ha	+ 5 ha	+ 1 ha	+ 10 ha	+ 13 ha	respect	+ 10 ha	respect
Betteravier 1	+ 13 ha	respect	+6 ha	respect	+ 7 ha	respect	+ 2 ha	+ 5 ha
Betteravier 2	+11 ha	respect						
Engraisseur	respect	respect	+ 6 ha	respect	+ 3 ha	respect	+ 4 ha	respect
Naisseur	respect	respect	+ 6 ha	respect	+ 1ha	respect	+3 ha	respect
Laitier	respect							

Betteraves								
	Année 1		Année 2		Année 3		Année 4	
	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil
Patatier	respect	+ 9 ha	respect	respect	respect	respect	respect	respect
Betteravier 1	- 14 ha	respect	+ 5ha	respect	+ 2 ha	respect	+ 3 ha	respect
Betteravier 2	respect	respect	respect	respect	respect	- 13 ha	respect	respect
Engraisseur	respect							
Naisseur	respect							
Laitier	respect							

Pommes de terre								
	Année 1		Année 2		Année 3		Année 4	
	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil	02-juil	03-juil
Patatier	respect	respect	respect	respect	+ 3 ha	respect	+ 4 ha	respect
Betteravier 1	respect							
Betteravier 2	respect	respect	respect	respect	respect	+ 1 ha	respect	+ 1 ha
Engraisseur	respect							
Naisseur	respect							
Laitier	respect							

Tableau 9 Présentation des non respects des cultures à contrat

	Lise	Agriculteurs
Réunion 1	<ul style="list-style-type: none"> Exposé des problèmes et du mécontentement sur l'année Proposition de financement d'intercultures Amorce de l'idée d'un bassin 	<ul style="list-style-type: none"> Définition de parcelles à risques Visualisation de leur implication dans la concentration du ruissellement Echange de leurs assolements et de leurs cultures prévues Conseils échangés, discussion sur les prairies à maintenir
Réunion 2	<ul style="list-style-type: none"> Exposer des problèmes et du mécontentement sur l'année Reconduite des CIPAN Proposition de bandes enherbées et de bassin de Rétention Félicitations pour les efforts 	<ul style="list-style-type: none"> Proposition de mise en place d'une digue Détermination du placement du bassin Discussion sur les mises en herbe Conseils sur la manière de construire les bassins (petits bassins échelonnés, arbres plantés sur le dessus)
Réunion 3	<ul style="list-style-type: none"> Exposé des problèmes et du mécontentement sur l'année Maintenir les efforts Félicitations pour les efforts 	<ul style="list-style-type: none"> Maintenir les subventions Curer les bassins

Tableau 10 : Principaux sujets de discussion lors des réunions du 2 juillet

La relation animateur de bassin / Agriculteurs

Lise a utilisé conjointement la réunion de concertation globale avec l'ensemble des acteurs et les visites individuelles pour traiter du problème. Chaque réunion de concertation permettait de faire un point sur les principaux résultats de ruissellement, puis d'isoler avec les agriculteurs les zones à risques et enfin de discuter collectivement des actions à mettre en place pour lutter contre le phénomène. Au cours de ces réunions, chacun apportait ses propres idées et visions des choses et partageait son assolement ainsi que les cultures futures. Les grandes idées générales étaient donc déterminées lors des réunions collectives comme résumé dans le Tableau 10. Par la suite, les rendez-vous individuels permettaient de préciser tous les aspects des actions prévues. Lise a négocié individuellement avec 5 agriculteurs différents. 4 de ces négociations ont abouti à un accord (soit de bandes enherbées, soit de bassin de rétention, voire les deux), la dernière n'a pu être finalisée faute de temps. En ce qui concerne les bandes enherbées, Lise a toujours choisi la convention qui est mieux acceptée par les agriculteurs. Les négociations sur le montant de celle-ci ont toujours porté sur une révision à la hausse par les agriculteurs (montant indexé sur la marge brute du blé). Le souci de Lise était aussi d'intéresser les agriculteurs quand au placement de la bande enherbée : positionnement et longueur étaient décidées ensemble. Au fil des négociations, Lise a développé des arguments plus précis pour convaincre les agriculteurs sur les bandes enherbées (temps de travail en moins, moins de gêne dans les travaux aux champs, effet positif pour la récolte...). On notera néanmoins que jamais Lise n'a essayé de convaincre un agriculteur de mettre en place une bande enherbée de lui-même. La subvention est toujours annoncée dès le début de la négociation.

La relation Agriculteur / Agriculteur

Les relations directes entre agriculteurs restent pour beaucoup cantonnées à celles du pseudo voisinage créé par la disposition des tables. Lorsque les agriculteurs discutent, ils le font généralement par 2 (voir 3), directement avec le voisin de table et sur des sujets très simples. Dans un premier temps il s'agit surtout de questions portant sur le remplissage du formulaire d'assolement (« *Tu fais quoi toi ? Est-ce que j'ai le droit de faire ça ? Du lin sur du lin ça marche ? Pour ça, à ton avis, je mets quoi ?* »). Progressivement, on assiste à des discussions sur les revenus et même à des implications de certains agriculteurs dans les négociations s'opérant entre l'Animateur de Bassin Versant et un autre agriculteur (soit pour donner des arguments permettant à l'agriculteur d'élever le montant du financement, soit pour l'inciter à accepter la proposition de l'ABV, généralement quand l'agriculteur génère un ruissellement qui gêne ses voisins).

Les réunions de concertation sont les moments où les agriculteurs échangent le plus d'informations (sur leurs assolements et leurs exploitations), le plus leurs visions du problème et définissent ensemble les actions qu'il convient de mener.

2. Comparaison avec les modes de concertation/négociation du 3 juillet

La relation Maire / Animateur de bassin versant

La relation maire / animateur de bassin versant a été beaucoup plus développée dans la partie du 3 juillet. Bénédicte s'est déplacée pour se rendre en mairie dès le premier tour du jeu et n'a plus quitté celle-ci de toute la partie (à une unique exception en année 2 pour accorder des financements de CIPAN). L'action commune a donc été totale entre le maire et l'ABV. Toutes les stratégies développées pendant la partie, l'ont été par le duo après de longues phases de réflexion. Celles-ci alternaient avec des échanges d'informations complets (données à disposition de chacun sur le bassin versant, résultats de ruissellement et évolution des budgets). La relation maire / ABV par rapport au problème de ruissellement a créé une véritable synergie qui a permis d'élaborer un plan d'action cadré (définition de la

	Maire et ABV	Agriculteurs
Réunion 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echange d'informations sur le statut de chacun ▪ Présentation des résultats, isolement des problèmes sur la route et le village ▪ Proposition de financement des CIPAN afin d'agir avant la mise en place de plus gros projets ▪ Mise en garde sur les possibilités financières qui restent limitées (les financements ne seront pas automatiques chaque année !) ▪ Amorce des pratiques alternatives (à discuter au cas par cas) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demande de connaissances des parcelles à risque ▪ Discussion sur les pratiques alternatives, exposé des autres facteurs déterminant leur utilisation ou non
Réunion 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faire le point sur les avancées ▪ Renseignements sur les résultats ▪ Poursuite d'identification des zones à risque ▪ Tentative de relance des pratiques alternatives ▪ Proposition de mise en place de bandes enherbées 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demande de participation des habitants ▪ Après la construction du bassin de 8000 m3 (négociée en petit comité et annoncé seulement lors de la réunion 2) les agriculteurs proposent d'en construire d'autres. ▪ Partage des marges brutes de chacun pour définir un montant de convention pour les bandes enherbées commun à tous ▪ Quelques échanges de conseils
Réunion 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Information sur les résultats de ruissellement ▪ Félicitations et encouragement à la poursuite des efforts ▪ Avertissement de la non pérennité des ouvrages impliquant d'autres solutions 	---

Tableau 11: Principaux sujets de discussion lors des réunions du 3 juillet

zone de risques par les passages d'eau, détermination des marges de manœuvre de chacun, chiffrage prévisionnel des dépenses, isolement des agriculteurs concernés par leurs choix, développement de stratégies de négociation pour faire accepter les projets). Par ailleurs, toutes les réunions avec les agriculteurs (cf Tableau 11) ont été lancées de manière conjointe par les deux joueurs. A l'occasion de celles-ci, le temps de parole était tout à fait équilibré entre le maire et l'ABV, chacun apportant les informations et les arguments pour la mise en place d'actions. De plus, des réunions en petit comité (impliquant de 1 à 3 agriculteurs) ont été menées par les deux acteurs, ce qui a chaque fois conférait à la demande plus de poids et aux acteurs une plus grande marge de manœuvre pour répondre aux arguments des agriculteurs ou à leurs demandes particulières. Maire et ABV ont systématiquement communiqué ensemble au poste informatique leurs intentions de construire les ouvrages.

La relation animateur de bassin versant / Agriculteurs

D'un point de vue temporel, le temps passé en réunion a été beaucoup plus important par rapport à la partie du 2 juillet car le duo Maire / ABV avait de nombreuses choses à proposer et aussi de longues négociations à mener. On notera que Bénédicte a rencontré seule, une seule fois les acteurs, au cas par cas. Lors de l'année 2, au syndicat, elle a pu discuter avec chaque agriculteur à propos des accords de financement de CIPAN (par la suite ceux-ci ont été accordés collectivement à la mairie). Les rencontres individuelles ont permis à Bénédicte de sensibiliser dans le même temps chaque joueur aux projets qui allaient les concerner et encore une fois aux pratiques culturales alternatives. Ces entrevues n'ont jamais abouti à un choix arrêté concernant un projet mais ont permis de préparer le terrain pour les futures négociations en présence du maire. Par ailleurs, on notera malheureusement que de nombreuses idées ayant émergé au cours de ces discussions n'ont par la suite pas été concrétisées par oubli et manque de temps de la part des joueurs (par exemple l'achat en commun d'une bineuse par 4 agriculteurs intéressés pour mettre en place la pratique de binage sur les betteraves sucrières).

La relation Agriculteur / Agriculteur

Il est important de souligner que l'attitude dynamique du couple d'acteurs a eu un effet tout à fait contraire à la partie du 2 juillet : les agriculteurs ont été plus dans une position attentiste. Sans faire obstacle aux propositions, ceux-ci ont été beaucoup moins dans une posture de propositions et d'analyse des risques sur le bassin car l'ensemble des réflexions et des projets avaient déjà été pensés en amont. Si lors du 2 juillet, après l'exposé de Lise sur les dégâts, les agriculteurs embrayaient directement sur l'analyse de ce qui a été fait et de ce qui pourrait être fait, le 3 juillet, le maire et l'ABV proposaient directement, après avoir mis au courant les agriculteurs des résultats, différentes possibilités qui étaient négociées. Cette façon d'opérer n'a pas néanmoins empêché les agriculteurs d'échanger des informations sur leurs propres exploitations et leurs assolements. Les échanges directs entre eux étaient cependant moins nombreux (par rapport au 2 juillet), probablement en raison du temps passé aux réunions collectives ainsi qu'en petit comité.

La relation ABV + Maire / Agriculteurs

Ces dernières réunions ont été particulièrement importantes dans la stratégie du maire et de l'ABV. En tout, 5 réunions en petit comité (concernant 4 agriculteurs en tout) ont été organisées par le duo d'acteurs. La première devait permettre de convaincre l'agriculteur naisseur vis-à-vis de l'implantation d'un bassin de rétention sur ses terres proches de la route. Si le naisseur n'était pas contre l'idée, celle-ci n'a jamais aboutie en raison de l'évolution des projets du couple d'acteurs qui s'est centré finalement sur une autre zone. La seconde a permis de mettre en place une stratégie pour la construction du premier bassin : acheter la parcelle anonyme pour opérer un échange avec le Patatier et l'Engraisseur.

L'engraisneur n'étant pas d'accord pour perdre une partie de ses terres en prairie, il avait été imaginé par le maire et l'ABV que le Patatier donne une prairie de 3 hectares à l'engraisneur qui céderait 3 hectares de ses prairies en échange pour le bassin (la parcelle du Patatier étant située près de son corps de ferme, l'échange arrangeait l'Engraisneur). Le Patatier était indemnisé en recevant 3 hectares de la parcelle anonyme. Si cette subtile négociation a permis de faire sauter la réticence de l'engraisneur, elle s'est révélée finalement inutile puisque le maire et l'ABV se sont rendus compte que l'axe de ruissellement ne passait pas finalement dans les terres de l'engraisneur. Une troisième réunion a donc été organisée en présence du laitier cette fois-ci qui a accepté un échange standard d'une de ses parcelles de 7 ha contre la parcelle anonyme afin que le syndicat puisse construire sans gêne le bassin juste en amont du village. Théoriquement cette négociation aurait dû se révéler plus ardue car si le joueur avait été laitier dans la vraie vie il aurait perçu d'un mauvais œil cette échange qui le contraignait à disposer une prairie de 7 hectares à l'autre extrémité du bassin versant ce qui généralement en conduite de troupeau s'avère être particulièrement gênant. Enfin, il a fallu 2 réunions en tête à tête avec l'engraisneur pour que le maire et l'ABV finissent par le convaincre de donner son accord pour l'installation d'un bassin sur ses terres en amont de la route. La première de ces réunions a d'ailleurs conduit à l'organisation de la réunion collective n°2 afin de faire part des angoisses de l'engraisneur et de la condition sine qua non à son accord : « *que tous les agriculteurs en amont se mettent à agir contre le ruissellement pour qu'il ne soit pas le seul à tout recevoir et à faire des efforts.* »

F. Analyse de l'immersion des joueurs dans le JDR

Notre premier souci dans CauxOpération® a été de créer un environnement suffisamment proche de la réalité pour que les participants soient immergés dans des situations faisant appel à leurs propres perceptions des problèmes, leurs propres représentations du monde qui les entoure.

Il s'avère qu'après analyse des 2 parties, les résultats dépassent nos espérances puisque la légitimité d'aucun paramètre du jeu de rôles n'a été remise en cause par les joueurs. Les grandes composantes du JDR : bassin versant, exploitations, acteurs en présence, rôle de chacun, impact des différentes actions de lutte contre le ruissellement, n'ont posé aucun problème d'acceptation par les participants.

Les principales remarques formulées, concernant le réalisme du jeu, ont plus valeur d'amélioration, de modification que de rejet pur et simple.

Selon les agriculteurs eux-mêmes : « *au début on a été surpris, on croyait qu'on allait avoir une réunion normale et puis sur notre bassin, et ben finalement on s'est pris au jeu et on est allé jusqu'au bout.* » Les animateurs eux-mêmes ont noté le réalisme de CauxOpération® qui sait reproduire au final l'urgence dans laquelle ils travaillent parfois et leur impossibilité de tout voir ni tout faire. Très souvent cette phrase évocatrice (notamment le 3 juillet) est revenue en cours de partie : « *et le pire c'est que dans la vraie vie ça se passe comme ça !* ». L'environnement créé a donc permis à chacun de s'identifier aux rôles du jeu et de faire des choix identiques à ceux de leur quotidien.

Il est même tout à fait intéressant de noter que les acteurs ont d'eux-mêmes réintroduit de la réalité à partir du support, que ce soit lors de négociations ou lors de l'analyse de résultats. Quelques exemples répertoriés dans le tableau Tableau 12 illustrent ce point particulier.

G. Analyse des principaux freins à l'action

D'après l'étude des différentes stratégies ainsi que des comportements lors des deux parties, nous avons pu identifier les principaux freins à l'action contre le ruissellement érosif.

1. Le financement

Le premier de ces freins est celui qui paraît le plus évident : le manque d'argent. Comme nous avons pu le constater à plusieurs reprises, sans subventions, les agriculteurs ne sont pas prêts à se lancer dans des techniques, même simples, de lutte contre le ruissellement (mises en place de cultures intermédiaires ou de bandes enherbées). L'arrêt de financement ou l'impossibilité pour le syndicat d'étendre son budget pour couvrir de telles pratiques, signent tout simplement l'arrêt de ces mesures, bien que quelques agriculteurs aient laissé entendre qu'ils pourraient poursuivre les intercultures en raison de l'apport en azote pour la culture suivante et donc d'un retour d'investissement sur le rendement final. Il faut en outre noter que dans CauxOpération®, les budgets sont déjà trop élevés et donc les possibilités plus larges que dans bien des cas. Il est particulièrement difficile d'imaginer comment faire jouer ce levier, car ce n'est en introduisant toujours plus d'argent pour financer les différentes opérations. D'un côté les agriculteurs ne veulent pas perdre d'argent, de l'autre les financeurs perçoivent les limites de leurs budgets ainsi que la menace de voir celui-ci baisser. Un JDR comme CauxOpération® pourrait permettre d'étudier plus en détail les réactions possibles par rapport à ce point précis (ceci sera discuté dans le chapitre IV).

2. La perte de terres

Si des fonds ont pu être débloqués pour le projet, ce dernier n'est pourtant pas assuré d'être mis en place. En effet dans la lutte contre le ruissellement, la surface joue un rôle très important. La majeure partie de cette surface est possédée par les agriculteurs qui ne sont pas forcément prêts (et c'est naturel) à se séparer de plusieurs ares (voire hectares) pour permettre la construction d'un ouvrage. Dans certains cas, la perspective de perdre tout une partie d'une parcelle pour un agriculteur a constitué un frein à la démarche de lutte contre le ruissellement. L'achat de la parcelle ne suffit pas toujours à débloquent la situation et dans ce cas précis les échanges de terre ont pu permettre de débloquent des situations de négociation qui s'éternisaient.

3. L'Implication faible d'un acteur

Comme nous l'avons vu dans la partie du 2 juillet, le peu d'implication du maire dans les négociations s'est révélé être une faiblesse pour la stratégie de lutte globale. La mise en regard des 2 parties nous montre comment une relation d'échanges et de réflexion intense parmi le couple maire/ABV permet d'envisager beaucoup plus de possibilités, d'avoir plus de poids dans les négociations et aussi plus de marges de manœuvre. De même dans la partie du 3 juillet, un agriculteur n'est jamais rentré dans les logiques de CIPAN et de bandes enherbées ce qui bien entendu limitait les possibilités d'action.

La non implication des acteurs dans les stratégies globales de lutte affaiblit donc de deux manières l'action : en constituant une barrière -rien n'est fait- et aussi en empêchant de partager des connaissances et des idées, c'est alors tout une gamme d'actions potentielles qui est ainsi perdue.

4. Le manque de temps

Le quatrième levier à l'action n'est pas des moindres. Il s'agit du temps dont chacun dispose pour prendre en charge le problème. CauxOpération®, par son rythme effréné (imposé pour terminer les 8 tours de jeu à temps) a, de l'avis même des participants, particulièrement bien rendu l'urgence dans laquelle chacun se trouve vis-à-vis de ses propres responsabilités. Tous les participants ont donc affecté des priorités aux diverses actions possibles. Le manque de temps s'est ainsi révélé particulièrement paralysant pour l'action : difficulté à imaginer de nouvelles choses, impossibilité de se rendre compte d'une action aussi simple que déplacer sa jachère, mise en place directe des techniques les plus connues au détriment des nouvelles pratiques culturelles par exemple...

Phrases	Commentaire
<ul style="list-style-type: none"> ▪ « <i>Moi je fais de la moutarde en interculture, »</i> ▪ « <i>moi j'ai mis du ray-gras »</i> ▪ « <i>Je voulais faire une crucifère »</i> ▪ « <i>moi je me suis posé la question, il y a un petit bois au bout de ma jachère, on est dans un endroit haut, il peut y avoir de l'argile du silex du machin, on sait pas tout ça, et nous nos jachères ont les place aussi en fonction de la qualité des sols donc on va pas les mettre n'importe où »</i> 	<p>Les cultures intermédiaires n'étaient pas détaillées chacun a donc choisi son espèce habituelle qu'il a transposé au jeu.</p> <p>Quand bien même aucune indication n'est donnée sur les potentialités du sol, les agriculteurs ont réintroduit leurs propres connaissances et raisonnement.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ « <i>Le bassin doit être avec un talus et puis avec des arbres plantés dessus »</i> ▪ « <i>et un talus busé, là aussi chez le patatier »</i> 	<p>Aucun détail des bassins n'est en fait donné, chacun a pu donc transférer sur ceux-ci les modèles qui lui semblait les plus sensés.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ « <i>ah moi j'ai baissé cette année en revenus, mais bon il a plu hein ! il a plu au moment de la floraison, c'est ça »</i> 	<p>Les agriculteurs disposent seulement du montant de leurs revenus, les hypothèses qu'ils font sur son évolution proviennent directement de leur imaginaire.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>ABV : « Et en plus, ça vous fait une fourrière où vous pouvez faire demi-tour, où il y a plus de problème d'eau là, parce que là, vous devez être gênés pour récolter à ce niveau-là ; alors que là, vous n'avez plus de terre sur la route, les riverains qui se plaignent plus »</i> ▪ <i>Maire : « de toute façon, tu ne le cultive pas, puisque tu commences à relever la charrue... »</i> <i>Agriculteur : « Moi je travaille le sol comme ça et comme ça, »</i> <i>Maire : «ben voilà de toute façon t'as bien 30 m ou tu travailles rien le temps de relever l'engin »</i> 	<p>Ces phrases tirées de la négociation entre l'ABV, le maire et des agriculteurs au sujet de bandes enherbées montrent comme peu à peu les acteurs ont su développer des arguments tirés de leur propre expérience et qui ne figurent en rien dans le jeu.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ « <i>on aimerait vraiment, aussi, vous inciter à mettre en place des techniques culturales qui sont intéressantes par rapport à la lutte contre l'érosion »</i> ▪ « <i>J'imagine que vous aussi vous avez sûrement des ravines dans vos champs on pourrait trouver un point d'entente »</i> 	<p>Quand bien même le problème d'érosion ne figure pas dans CauxOpération®, les acteurs l'ont réintroduit d'eux-mêmes dans leurs négociations ou leurs volontés de faire des aménagements.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ « <i>Il faut pas faire un gros, parce qu'un gros qui pète je vous souhaite pas d'être dessous »</i> ▪ « <i>Est-ce qu'il y a des risques que la digue pète ? »</i> ▪ « <i>Si près et si large ? » « vous avez pas peur des accidents ».</i> 	<p>Il n'a pas été prévu dans le JDR de simuler un accident vis-à-vis des bassins de rétention et rien ne le laisse supposer dans les informations mises à disposition aux joueurs, pourtant ces derniers ont envisagé de manière sérieuse une telle possibilité.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ « <i>je vais avoir mon nom dans le journal ! »</i> ▪ « <i>les gens sont contents on va être invités à la fête du village »</i> 	<p>Si les remarques sont liées souvent à la bonne humeur des participants, elles traduisent néanmoins l'attente de reconnaissance de ceux-ci. Elles marquent aussi l'effort consenti par ces derniers : « accepter un tel projet sur mes terres est quelque chose d'extraordinaire qui m'a coûté, j'aimerais qu'on en soit conscient »</p>

Tableau 12 : Quelques exemples d'introduction de "réalité" par les joueurs

5. Autres facteurs en jeu

Le ruissellement érosif n'est pas la seule donnée qui dirige le mode de production des agriculteurs. Les choix d'assolement et de pratiques culturales ne sont pas automatiques. Ils sont aussi adaptés à la conjoncture économique, au climat, à la nature des sols, aux possibilités du parcellaire... Chaque année une multitude de facteurs rentrent en jeu, qui, couplés au manque de temps, peuvent conduire à une situation où rien ne sera fait, non pas par mépris, mais par la force des choses.

H. De l'impact de l'animateur

1. Statut de l'animateur et comportement tout au long du jeu

Daré (2005) indique que l'influence de l'animateur de jeu peut être très forte. Il peut répondre aux questions et favoriser les discussions sans pour autant orienter les débats : il est en effet indispensable que l'animateur conserve la plus grande neutralité (la partialité étant préjudiciable aux apports du JDR). Sa capacité à gérer les imprévus est aussi mise à rude épreuve. Daré présente comme possible une appropriation du rôle de l'animateur par un joueur lui-même, néanmoins la neutralité semble constituer rapidement un problème insurmontable, c'est pourquoi nous avons décidé que ce rôle serait tenu par un co-constructeur de CauxOpération®. Dans le cadre des parties, du 2 et 3 juillet, c'est Véronique Souchère qui a assuré l'animation du jeu.

Nous avons décidé d'analyser l'impact qu'a pu avoir Véronique sur le déroulement des parties. Une partie de celui-ci est due à ce qui a été décidé en co-construction, le reste est dû à des erreurs qu'il est tout simplement difficile d'éviter lorsqu'il faut gérer pendant 4 heures 8 participants qui veulent tous poser des questions en même temps...

Avant toute analyse en détail nous constaterons qu'au fil du jeu, les interventions de Véronique se sont considérablement réduites, voir même ont disparu en raison de l'appropriation du jeu par les participants et de l'apprentissage rapide des mécanismes. Cet apprentissage et cette appropriation se sont aussi logiquement produits chez Véronique dont la maîtrise de la partie a été beaucoup plus forte le 3 juillet.

Véronique a respecté toutes les fonctions de l'animateur de base : répondre aux questions, donner des précisions sur les données lorsque celles-ci n'étaient pas comprises, transmettre les résultats, récupérer les supports de jeu au cours de la partie. Le but ici n'est pas d'analyser ces aspects qui font partie de CauxOpération®. L'objectif est de voir comment des comportements de Véronique non prévus par le jeu ou induits par le déroulement de la partie, ont pu influencer le comportement des joueurs.

2. Impact des interventions sur le rythme du jeu

Une grosse part de l'impact de Véronique a porté sur le rythme du jeu. En co-construction, nous avons identifié les possibles dérives des parties et la dispersion quasi naturelle qui pouvaient conduire à une partie s'éternisant, voir ne se finissant pas. Pour éviter cela nous avons décidé que l'animateur devrait intervenir pour rythmer beaucoup plus la partie, définir des temps maximum de tour et au besoin forcer les participants à passer à un nouveau tour. Véronique s'est particulièrement bien appliquée à cette tâche. Quelques unes de ses interventions listées ci-dessous sont typiques de sa façon de faire respecter les délais.

-« Alors, je vais vous presser un petit peu, je m'en excuse par avance, mais si on veut aller jusqu'au bout, donc, de la simulation qui dure 4 ans, il va falloir que vous soyez... rapides dans la première version que vous aurez à faire. Je vais être extrêmement rigoureuse sur le temps que vous allez avoir à consacrer à chaque activité... »

- « Je vous annonce qu'une année est bientôt passée, il va falloir recommencer à faire... l'année suivante, à réfléchir à rejoindre vos fermes »

- « Ils vous reste 3 minutes »

Si de nombreuses fois les interventions marquent les passages à un nouveau tour de jeu, il est aussi arrivé fréquemment, que Véronique, en voulant qu'un tour soit terminé, intervienne dans une négociation et mette fin à celle-ci. C'est très concrètement ce qui s'est passé pour le financement de CIPAN la première année : « *Pour la première année s'est fini il va falloir semer vos cultures d'hiver sinon ce sera plus possible donc pour le financement des CIPAN c'est vous ou personne d'autre pour la première année* » ; lors d'une réunion en mairie : « *la réunion en mairie, elle est finie, maintenant. Il faudrait retourner chez vous, pour essayer de faire l'assolement suivant ; la troisième année* » ; ou au milieu d'une négociation ABV/maire : « *y a plus le temps maintenant on sème donc pas le temps de négocier le projet, vous verrez ça l'année prochaine* ». Si l'impact est alors certain, il est difficile de quantifier à quel point celui-ci a pu être préjudiciable. Cet impact, si nous faisons référence à ce qui a déjà été dit au sujet du facteur temps, est considérablement minimisé puisqu'il introduirait en fait plus de correspondance avec la réalité.

3. Impact des interventions sur les choix des joueurs

En revanche, certaines interventions de Véronique ont introduit un biais certain dans le développement d'actions pour prendre en charge le ruissellement.

Les premières sont dues à l'attitude du maire dans la première partie. Devant l'incompréhension de celui-ci par rapport au jeu et sa relative timidité vis à vis des autres joueurs, Véronique a tout d'abord incité celui-ci à organiser des réunions ou des rencontres individuelles : « *vous devriez aller voir l'animateur pour lui en faire part, pour voir éventuellement ce que vous pouvez faire* », « *Il serait bien de mettre au courant les autres participants, de faire une réunion peut être* ». Mais devant l'incapacité du maire à mettre en place ses conseils, Véronique a fini parfois à se substituer à lui directement : en donnant les infos qu'il a à disposition directement à Lise (informations sur le bassin versant et cartes de ruissellement). Il y a ici un biais non négligeable puisque Véronique n'a pu se résoudre au fait que l'information soit bloquée et qu'il y ait une certaine apathie vis-à-vis des problèmes de ruissellement. Cette attitude est en partie justifiée par l'incapacité du maire à rentrer dans le jeu, à faire abstraction de sa propre réalité pour réfléchir sur le bassin versant fictif. Cet aspect s'étant atténué au fil de la partie, Véronique n'a plus eu à introduire ce type de biais.

La même chose s'est produite avec Lise qui semblait au départ perdue dans l'ensemble des informations qu'elle avait à disposition. Afin de presser un peu la partie, Véronique a eu le dialogue suivant avec elle :

- Véronique : « *Je te propose de discuter collectivement avec les agriculteurs, tu peux discuter des cipan et des bandes en herbe* »
- Lise « *mais j'ai pas tout pour le faire* »
- Véronique : « *si ! tu as chez le maire une carte qui te permet de le faire. Tu peux éventuellement faire une annonce à voix haute* »

A la suite de ce dialogue Lise a lancé la première réunion collective en mairie, ce qui montre effectivement le biais important introduit par Véronique.

Le même type d'implication s'est reproduit 2 fois par la suite dans une moindre mesure. Véronique a annoncé très fort, dans le feu de l'action, sûrement ravie que les choses bougent : « *réunion en mairie !* » avant même que le maire ou l'ABV ne puisse le faire. Par ailleurs, Véronique n'a pas pu s'empêcher d'intervenir de manière très ponctuelle dans des réflexions stratégiques sur les modes de lutte. Il est en effet difficile pour l'animateur qui dispose d'une certaine expertise par rapport aux moyens de lutte, de ne pas donner son avis. Ainsi, lorsque le maire et l'ABV réfléchissaient à un échange de parcelles déséquilibré (3 hectares contre 7 hectares), Véronique a conseillé d'imposer des contraintes culturelles à l'agriculteur sur la parcelle de 7 ha afin de rééquilibrer l'échange. Ces 2 impacts n'ont été que faibles, étant donné que la réunion devait de toute manière être organisée et que le maire et l'ABV n'ont visiblement pas intégré la suggestion de Véronique sur la parcelle.

Il est possible aussi que quelques interventions de Véronique aient donné des libertés ou au contraire des contraintes aux agriculteurs. A quelques agriculteurs posant la question, Véronique a interdit de retourner les prairies alors que CauxOpération® ne l'interdit pas (l'erreur vient du fait que Véronique voulait préciser aux éleveurs seulement qu'il fallait conserver un minimum de prairies pour nourrir leurs animaux, même s'ils n'ont pas à gérer véritablement le troupeau). De même, en ce qui concerne les cultures à contrats et leur dépassement, Véronique en répondant n'a pas mis en garde les agriculteurs et leur a laissé comprendre que nous tolérions les dépassements étant donné que le parcellaire était fixe. Ce qui en fait était faux puisque les limites de surface figuraient sur les formulaires. Il est possible que les explosions de cultures industrielles aient pu venir de cette erreur.

Les impacts de Véronique sur les choix des participants sont à relativiser par rapport à l'ensemble des fonctions qu'elle a dû assurer pendant 4 heures deux fois de suite. Mis à part les quelques orientations involontaires, il faut tout de même rappeler que le reste du temps, Véronique en tant qu'animatrice a gardé une neutralité parfaite, retenant au maximum toute information qui pourrait orienter les joueurs. Les erreurs qui sont présentées ici, sont là pour rappeler l'impact inévitable de l'animateur dans les séances. Le tout est de conserver cet aspect en mémoire lorsque sont réalisées les analyses des parties.

IV. Quel avenir pour CauxOpération® ? apports, discussion, améliorations, perspectives

Il était essentiel pour nous de déterminer quel pouvait être l'impact des séances de JDR sur les participants. Nous voulions savoir de quelle manière CauxOpération® jouait sur les connaissances, les visions du problème, la perception de la responsabilité locale et globale... Pour cela nous avons soumis les agriculteurs à un questionnaire comportant 5 questions (cf Annexe 8), rempli 2 fois par les participants : avant et après la partie, et à une phase de débriefing afin de récupérer leurs sentiments, leurs interrogations et leurs conseils. Les idées développées dans ce chapitre reposent donc sur l'analyse croisée des avis formulés à chaque partie et par chaque participant. Cette analyse ne peut rester que partielle car l'intérêt à long terme est de voir si le JDR a pu faire naître des nouveaux comportements chez les agriculteurs ayant participé aux séances. Or ces changements s'évaluent sur le long terme.

A. Apports pour les agriculteurs

1. Du point de vue des agriculteurs eux-mêmes

L'apport pour les agriculteurs est peut être celui qui peut le plus décevoir par rapport aux séances de jeu. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, les agriculteurs qui ont participé aux séances sont déjà bien sensibilisés au problème de ruissellement érosif. Certains ont intégré des mesures dans des CTE depuis déjà 7 ou 8 ans et tous travaillent avec le syndicat de bassin versant de manière plutôt complaisante (leurs présences les 2 et 3 juillet en sont la preuve). Les agriculteurs se sentent concernés et considèrent qu'ils font déjà tout ce qui est possible sur leurs propres parcelles : « *A priori ça [le jeu] ne me fera pas réfléchir dans les prochaines semaines, peut être plus tard il faut voir* ». Il semble donc qu'ils n'aient rien appris de nouveau lors de la session. En revanche, interrogés sur les effets possibles du jeu sur des agriculteurs non sensibilisés, les participants ont indiqué que les impacts du JDR seraient forts et permettraient de faire entrer des personnes réticentes dans au moins une démarche de réflexion.

2. Du point de vue de l'analyse des parties et du questionnaire

L'analyse des questionnaires nous montre tout de même une évolution dans la perception du problème de ruissellement. Après la partie, les participants recentrent les problèmes de ruissellement et d'érosion comme étant important sur le territoire. Ils perçoivent aussi plus nettement que ces problèmes concernent à la fois les habitants des communes, les infrastructures pour tous mais aussi leur propre exploitation. Par ailleurs, nous pouvons observer que les participants citent une plus grande quantité de méthodes de lutte contre le ruissellement après la partie. Ceci ne veut pas forcément dire qu'ils ont fait l'apprentissage de ces techniques, mais tout du moins que le jeu a permis de leur rappeler que d'autres solutions existent en plus de celles qu'ils ont l'habitude de mettre en place. On pourra noter de plus que les bandes enherbées, peu citées dans les méthodes de lutte connues, ont été plébiscitées après chaque séance, ce qui semble indiquer que le JDR a eu le mérite de montrer les effets d'une méthode qui a mis du temps à se mettre en place dans les parties. Enfin on notera, notamment pour la partie du 3 juillet, qu'un nouveau levier à l'action a été identifié par les acteurs : celui de la communication et de la réflexion collective.

Quand bien même les agriculteurs indiquent être déjà particulièrement sensibilisés nous pouvons voir que des processus d'apprentissage n'existant pas dans le quotidien se sont mis en place. L'exemple le plus marquant est le partage des assolements de chaque agriculteur en mairie pour raisonner sur le problème de ruissellement ! Les réunions collectives où les 6 agriculteurs conseillent aussi le syndicat sur les actions qui pourraient être mises en place, n'ont rien d'habituel. Parallèlement, le jeu a créé des occasions d'aborder des techniques (nouvelles ou non) auxquelles les agriculteurs ne pensent pas forcément. Les discussions ont permis des échanges de savoir qui pourront se révéler profitables ultérieurement. Enfin, des explications de Véronique données en réponses à des questions des agriculteurs ont permis de mieux cerner le problème du ruissellement érosif (notamment en ce qui concerne les effets de concentration du ruissellement et donc de transmission à l'aval, les limites d'une méthode de lutte ou les effets d'une autre solution).

B. Apports pour l'animateur de bassin versant

Il semble que CauxOpération® se soit révélé dans les parties du 2 et 3 juillet comme un révélateur des automatismes du syndicat de bassin versant. L'apport selon Bénédicte est considérable du point de vue de la connaissance de soi et de sa manière de fonctionner avec les autres. Le jeu permet de montrer les stratégies mises en place de manière classique et celles qui ne sont jamais envisagées par préjugés. Le jeu permet donc de réinterroger l'impression chez les animateurs que tout est acquis et qu'il n'y a rien de nouveau à mettre en place.

De plus, le JDR a amorcé un début de quantification des pratiques qui sont des apports très intéressants pour l'animateur de bassin versant. Par ailleurs, les parties ont permis aux animateurs de tester les réunions collectives regroupant l'ensemble des agriculteurs concernés pour envisager les différents projets possibles, ce qui permet d'aller plus loin avec eux.

Nous soulignerons en dernier l'apport de ces deux parties qui à notre sens semble le plus considérable : en ayant fait réfléchir pendant près de 4 heures sur un bassin fictif tous les participants, des conseils et des idées sont nées par rapport au jeu même et à son évolution. Les participants se sont tellement appropriés l'outil qu'en fin de partie ils sont devenus d'eux-mêmes des co-concepteurs pour des versions futures de CauxOpération®.

L'ensemble des réflexions et des propositions sur l'avenir de CauxOpération®, nées à la suite de ces débriefings, figure dans les chapitres suivants.

C. Améliorations

Les phases de débriefing ont permis d'interroger les participants sur les points du jeu qui leur avaient posé problème. Très rapidement une nouvelle co-construction s'est mise en place. Le dialogue entre les participants et nous a permis non seulement d'identifier les problèmes, mais aussi de définir des solutions pour les résoudre. Par ailleurs, certaines remarques des participants nous ont conduits plus tard à envisager des modifications particulières à mettre en place dans les prochaines versions de CauxOpération®.

L'ensemble des remarques listées dans le Tableau 13 permettent d'améliorer l'ergonomie du jeu et sa prise en main par les différents participants. On notera que certaines amorcent aussi des modifications de scénario. C'est ce que nous allons étudier par la suite.

D. Les perspectives d'utilisation de CauxOpération®

1. Discussion sur la portée des premières parties du 2 et du 3 juillet.

CauxOpération® était vu d'abord comme un outil de sensibilisation, l'objectif étant d'analyser comment dans un univers fictif mais réaliste, les acteurs allaient se mobiliser, discuter puis faire leurs différents choix. Au final il était prévu de déterminer les principaux freins à l'action et d'analyser comment les joueurs s'étaient entendus, avaient coordonné leurs actions et avaient agi pour traiter le problème. Notre jeu était tourné vers l'apprentissage collectif de solutions pour la lutte contre le ruissellement ainsi que vers la création d'un espace d'échange et de réunion collective pour la prise en charge du problème. En raison de l'implication déjà forte des participants dans des démarches de lutte contre le ruissellement au quotidien, l'aspect sensibilisation du jeu a nettement été diminué lors des parties du 2 et du 3 juillet.

De nombreux aspects du jeu avaient été déterminés par rapport à des agriculteurs que nous percevions comme peu sensibilisés au problème. Il en est résulté parfois une inadéquation de nos supports par rapport aux connaissances des agriculteurs et aux pratiques implicites qu'ils mettent en œuvre dans leur quotidien. Paradoxalement, c'est alors que nous pensions que le test de CauxOpération® était faussé par ce biais que nous nous sommes aperçus que celui-ci était une source d'enrichissement considérable pour l'outil.

Nous pouvons considérer que le jeu dans son état actuel n'est absolument pas une fin en soi mais un état transitoire. Les parties du 2 et 3 juillet sont au final à considérer comme un test "grandeur nature" faisant partie intégrante de la co-construction, nous permettant in fine de nous interroger sur l'avenir du JDR.

2. Vers non pas un, mais des « CauxOpération® »

A travers les deux parties nous pouvons voir que les agriculteurs, déjà sensibilisés, veulent passer à une étape supérieure : celle de réfléchir de manière plus quantitative sur des méthodes précises de lutte contre le ruissellement et qui plus est, sur leur propre bassin versant ! Mais nous pouvons aussi constater d'après les remarques que CauxOpération® apparaît aux participants comme un formidable outil de communication.

Ainsi le JDR semble pouvoir prendre deux déclinaisons.

La première déclinaison serait tournée vers la « sensibilisation » d'agriculteurs peu informés ou réticents (la version du jeu serait alors proche de celle du 2 et du 3 juillet, en apportant toutes les nouvelles modifications qui s'imposent, suite aux remarques formulées au chapitre IV.C). L'intérêt serait donc de disposer d'un outil permettant de montrer à des agriculteurs réticents ce qu'il est possible d'envisager de manière raisonnable sur un bassin versant avec des résultats tangibles en sortie. Elle constituerait le premier support pour des groupes de sensibilisation animés par les syndicats de bassin versant.

Point concerné	Commentaires	Objectifs
Supports de jeu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jouer sur le véritable bassin versant et le véritable parcellaire des agriculteurs ▪ Donner des informations plus précises sur les pentes (plutôt des courbes de niveau ou une maquette du bassin versant) et supprimer certaines informations qui ne servent à rien. ▪ Il manque les axes de ruissellement dès le début du jeu (nous avons envisagé que nous pourrions donner les résultats de ruissellement avec l'année 0 au premier tour après cette remarque) ▪ Pour les cartes de mécontentement il faudrait une information qui quantifie plus les impacts (nombres de maisons inondées, dégâts aux infrastructures) ▪ Donner les caractéristiques des événements pluvieux quand le tour est passé ▪ Réintroduire l'érosion dans le jeu ▪ Commentaire venant de notre propre initiative : donner de façon plus précise les volumes ruisselants aux joueurs sur différents points stratégiques du bassin 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aller plus vite sur les assolements, se concentrer plus sur le ruissellement et surtout pouvoir réfléchir sur un territoire qui intéresse les agriculteurs ▪ Accélérer les décisions d'assolement, mieux visualiser l'espace ▪ Le premier tour pourrait ainsi être consacré directement à l'analyse des problèmes (cela comblerait le vide d'informations au départ) ▪ Ces deux points permettraient aux participants de se rendre mieux compte des choses comme dans la réalité ▪ Ce point doit permettre d'impliquer plus fortement les agriculteurs qui eux aussi ont des problèmes sur leurs parcelles ▪ Ceci permettrait aux participants de mieux se rendre compte des effets de leurs projets.
Déroulement du jeu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tout va trop vite, il faudrait allonger le temps pour chaque tour de jeu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pouvoir tester l'ensemble des solutions de lutte
Marge de manœuvre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les budgets du syndicat et du maire sont trop élevés, c'est idéal comme situation ▪ Les résultats économiques des agriculteurs devraient être moins élevés ▪ Faire un système de pénalité pour les cultures industrielles : ne pas comptabiliser les surfaces quand il y a dépassement du contrat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En réduisant l'ensemble de ces disponibilités financières, l'objectif serait de resserrer les marges de manœuvre pour voir ce qu'il est encore possible de faire.

Tableau 13 : Analyse des points d'amélioration du jeu

La deuxième déclinaison plus pointue serait destinée à des groupes de travail. Elle permettrait de réunir autour de la table les agriculteurs d'un même bassin versant désirant étudier et tester des actions précises sur leur territoire. On formulerait alors à chaque nouvelle partie un nouveau scénario sur lequel travailler, par exemple : pas de CIPAN subventionnés pendant toute la partie, étude des effets d'une nouvelle MAE, impact des techniques alternatives seulement, réflexion uniquement sur l'assolement par coordination/concertation. Les tests sur plusieurs années amèneraient à déterminer la meilleure stratégie par rapport à une méthode de lutte particulière. Dans ce cas les résultats (volume en m³ ruisselés) seraient beaucoup plus comparés et valorisés. CauxOpération® deviendrait alors le support de base de réunions de travail en collectif pour décider ensemble et en amont des projets, des solutions convenant à l'ensemble des acteurs.

Par ailleurs les agriculteurs, constatant que seulement 6 agriculteurs peuvent à chaque fois participer à une séance, ont évoqué l'idée de faire un film sur les séances de jeu (puisque les caméras étaient là). Celui-ci à terme pourrait être diffusé, selon eux, à un grand nombre d'agriculteurs au cours d'une réunion classique, afin de sensibiliser un plus grand nombre de personnes. Les séances de projection permettraient ainsi de montrer aux personnes réticentes que certains de leurs collègues travaillent sur le sujet et qu'ils pourraient en faire de même. Enfin, les agriculteurs aimeraient que les habitants puissent visionner le film, voir même assister aux séances de travail afin que ces derniers se rendent compte des efforts fait par les agriculteurs (l'outil participerait ainsi suivant deux manières à la réduction du manque de communication entre les deux mondes).

3. Construire un système Multi-Agents

L'organisation d'un nombre important de sessions de jeu, avec des agriculteurs situés en Pays de Caux, permettrait à long terme de collecter une grande quantité d'information par rapport au comportement des agriculteurs vis-à-vis du ruissellement érosif. En analysant les assolements effectués, les rotations utilisées et les décisions par rapport à chacune des techniques de lutte contre le ruissellement, il sera possible de déterminer des règles de comportement des acteurs. Ces comportements identifiés pourront être implémentés dans le programme de RuisselErosif afin de créer un Système Multi-Agents complet (Cf rapport bibliographique, Millair, 2007, chapitre II.3). Nous disposerions alors d'un outil permettant d'effectuer des simulations avec cette fois-ci des acteurs virtuels, c'est-à-dire les agents appliquant les comportements caractéristiques identifiés à partir des sessions de jeu de rôles. Le Système Multi-Agents nous permettrait ainsi de visualiser, sur des périodes beaucoup plus longues que les 4 années des parties de CauxOpération®, les évolutions dans la prise en compte du ruissellement érosif. Il serait aussi plus facile de tester des scénarii particuliers plusieurs fois de suite.

4. Quelques nuances quant à l'avenir de CauxOpération®

L'ensemble des propositions confère une importance forte à l'outil que nous avons développé. Il n'est pas exclu d'imaginer que ce dernier pourrait être utilisé par différents syndicats de bassin versant de la région pour mettre en place une nouvelle façon de travailler avec les agriculteurs.

Néanmoins, dans son état actuel, la version de CauxOpération® n'est pas aisée à prendre en main. L'animation d'une séquence de simulation avec les agriculteurs nécessite au minimum deux personnes et une maîtrise complète de l'interface informatique (présentée au chapitre II.F). Par ailleurs, l'élaboration de nouveaux scénarii, impliquant l'introduction d'éléments encore non implémentés dans le modèle, pour les groupes de travail, demanderait un très gros travail de préparation en amont à chaque fois pour réadapter le JDR.

De plus il faut garder à l'esprit que d'un point de vue « calcul de ruissellement et prédictions » CauxOpération® fonctionne sur une dégradation partielle du modèle original STREAM. Les prédictions de volumes ruisselés obtenues au cours des parties, seront toujours à relativiser. Pour une précision beaucoup plus fiable il serait nécessaire de refaire tourner les choix des groupes de travail (obtenus avec CauxOpération®) avec le véritable modèle STREAM, puis de rediscuter au vu des résultats indiqués. Cependant la procédure deviendrait compliquée étant donné le temps de calcul nécessaire à STREAM (environ une demi heure par calcul).

Enfin, il nous semble important que les co-constructeurs de CauxOpération® conservent un droit de regard sur l'utilisation de cet outil. Aussi puissant que celui-ci puisse être, il apparaît nécessaire d'en contrôler les utilisations toujours au regard des calculs qui y sont opérés et qui ne doivent pas avoir valeur de référence absolue.

C'est donc vers l'ensemble de ces points d'amélioration et d'évolution qu'un travail faisant suite à ce mémoire devrait s'orienter afin de concrétiser les apports potentiels d'un outil comme CauxOpération®

Conclusion

Depuis plus de 30 ans, de nombreux chercheurs ont développé des programmes visant à étudier le phénomène de ruissellement érosif : son principe, ses effets mais aussi sa limitation par différentes techniques. Si aujourd'hui la société dispose d'un large panel de méthodes de lutte contre ce phénomène, il n'en reste pas moins que de nombreux épisodes d'inondations continuent de générer des dégâts, particulièrement en Pays de Caux, car les solutions sont encore trop peu souvent mises en application.

Il nous a donc semblé particulièrement intéressant de travailler sur des modes d'acceptation du changement, de travail collectif et d'actions concertées. Pour ce faire, nous avons choisi de mettre en œuvre une démarche de modélisation d'accompagnement (ComMod) pour développer un outil d'aide à la négociation et la concertation en prélude à l'action collective. Cet outil a été développé suivant une méthodologie innovante reposant sur des interactions fortes entre l'équipe scientifique et les acteurs de terrain. Cette démarche participative ou «démarche de co-construction» a permis d'aboutir à un outil dont la légitimité n'a jamais été remise en question au cours des utilisations différentes. Les cycles successifs de construction et de modification ont conduit à un jeu de rôles dont les points essentiels font sens pour l'ensemble des co-constructeurs sans pour autant dégrader la valeur scientifique de l'outil.

La version finale de ce jeu de rôles appelé CauxOpération® a été utilisée deux fois avec des agriculteurs du Pays de Caux. Ces sessions ont été l'occasion pour les joueurs de tester diverses stratégies de lutte contre le ruissellement, de participer à des réunions de partage de leurs informations, de leurs idées et de leurs visions du problème dans un souci de gérer de manière collective la thématique du ruissellement érosif. Le jeu de rôles est apparu comme un puissant révélateur des automatismes de la vie quotidienne ainsi que des nouveaux modes de concertation. Cette nouvelle façon de travailler, d'identifier des possibilités d'action et de partage des connaissances a été très bien accueillie par les participants qui ont formulés en fin de séances leurs intérêts pour organiser des groupes de travail sur des modes d'action précis en utilisant le jeu de rôles comme support.

Les parties organisées en juillet 2007 ont été l'occasion d'envisager les futures applications du jeu de rôles. Ce dernier a révélé de grandes potentialités non seulement pour mobiliser des agriculteurs peu sensibilisés, mais aussi pour permettre à des groupes d'agriculteurs motivés de réfléchir sur leur propre territoire et leurs propres capacités d'action. A plus long terme, CauxOpération® pourrait aussi permettre de collecter un ensemble de règles d'action des acteurs. Celles-ci, une fois analysées pourraient être implémentées dans un Système Multi-Agents permettant de réaliser des simulations sur plusieurs années afin d'étudier sur le long terme les effets de différentes mesures. C'est un vaste champ d'applications qui s'ouvre à la suite de ce travail. Il existe donc une réelle opportunité de développer cet outil pour que des acteurs tels que l'Agence de l'Eau Seine Normandie, la Chambre d'Agriculture, l'AREAS et les Syndicats de bassin versant puissent l'utiliser dans leurs propres travaux de sensibilisation et de lutte contre le ruissellement érosif.

Bibliographie

Pour une bibliographie plus détaillée on se référera au mémoire bibliographique annexé à ce rapport (Millair L., 2007).

Auzet A.V., Boiffin J., Papy F., Maucorps J. & Ouvry J.-F., 1990. An approach to the assessment of erosion forms and erosion risk on agricultural land in the northern Paris Basin, France. In Boardman et al. Soil erosion on agricultural land. John Wiley & Son Ltd, 383-400

Auzet A.V., 1990. L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects agronomiques. Rapport Ministère de l'environnement / Ministère de l'agriculture. CERAG-URA 95 CNRS, 60 p.

Barnaud C., Promburom P., Bousquet F. & Trebuil G., 2006. Companion modelling to facilitate collective land management by Akha villagers in upper northern Thailand. *Journal of World Association of Soil and Water Conservation Paper No. J1-4*, p 38-54.

Boiffin J., Papy F. & Eimberck M., 1988. Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I. Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion. *Agronomie*, **8**(8), 663-673.

Bonafos A., 2006. Enquête européenne sur les pratiques culturales limitant le ruissellement diffus sur grandes cultures. Mémoire de fin d'études de l'AgroCampus Rennes, 132 p.

Bousquet F., Trébuil G., Boissau S., Baron C., d'Aquino P. & Castella J.C., 2001. Knowledge Integration for Participatory Land Management: The Use of Multi-Agent Simulations and a Companionable Modelling Approach. Workshop on "Participatory Technology Development and Local Knowledge for Sustainable Land Use in Southeast Asia", Chiang Mai.

Cerdan O., 2001. Analyse et modélisation du transfert de particules solides à l'échelle de petits bassins versants cultivés. Thèse, Université d'Orléans, 163 p.

Cerdan O., Le Bissonnais, A., Souchère V., Martin P. & Lecomte V., 2002a. Sediment concentration in interrill flow : interactions between soil surface conditions, vegetation and rainfall. *Earth surface Processes and Landforms*, **27** (2), 193-205.

Cerdan O., Souchère V., Lecomte V., Couturier A. & Le Bissonnais Y., 2002b. Incorporating soil surface crusting processes in an expert-based runoff model : STREAM (Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Management). *Catena*, **46**, 189-205.

Collectif ComMod, 2005. La modélisation comme outil d'accompagnement. *Nature Sciences Sociétés*, **13** (2) : 165-168.

Collectif ComMod, 2006. Modélisation d'accompagnement. In Amblard F. & Phan D., Modélisation et simulation multi-agents. Application pour Sciences de l'Homme et de la société. Collection science informatique et SHS, Hermes Science Publication, 414 p.

Daré W., 2005. Comportements des acteurs dans le jeu et dans la réalité : indépendance ou correspondance ? Analyse sociologique de l'utilisation de jeux de rôles en aide à la concertation. Thèse, Engref, Paris, 383 p.

Delahaye D. & Hauchard E., 1998. Analyse spatiale des processus de ruissellement en Pays de Caux au travers de quelques épisodes critiques. *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, **3** : 306-315.

De Roo A.P.J., Wesseling C.G., Jetten V.G. & Ritsema C.J. 1996. LISEM: a physically-based hydrological and soil erosion model incorporated in a GIS. In Kovar and Nachtnabel (eds.), Application of Geographic Information systems in Hydrology and Water Resource Management, HydroGIS96 conference Vienna. IAHS Publication, 235 : 395-404.

Echeverria J., 2006. Modélisation d'accompagnement et gestion des problèmes de ruissellement érosif en Haute-Normandie. Mémoire de fin d'étude, Master Economie du Développement Durable de l'Environnement et de l'Energie, 114 p.

Gallien E., Le Bissonnais Y., Eimberck M., Benkhadra H., Ligneau L., Ouvry J.-F & Martin P., 1995. Influence des couverts végétaux de jachère sur le ruissellement et l'érosion diffuse en sol limoneux cultivé. Cahiers Agricultures, 4 : 171-183.

Gurung T.R., Bousquet F. & Trébuil G., 2006. Companion Modeling, Conflict Resolution, and Institution Building : Sharing Irrigation Water in the Lingmuteychu Watershed, Bhutan. *Ecology and Society* 11(2): 36.
[online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art36/>

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 P-G, Paris-Grignon, 393 p.

Joannon A., Souchère V., Martin P., Papy F., 2006. Reducing runoff by managing crop location at the catchment level, considering agronomic constraints at farm level. *Land Degradation & Development*, Volume 17, Issue 5 : 467 - 478

Langlois P. & Delahaye D., 2002. RuiCells, automate cellulaire pour la simulation du ruissellement de surface. *Revue International de Géomatique*, 12(4) : 461-487.

Le Bissonnais Y., Thorette J., Bardet C. & Daroussin J., 2002. L'érosion hydrique des sols en France. INRA / IFEN. Synthèse, 106 p.

Le Bissonnais Y., Cerdan O., Lecomte V., Benkhadra H., Souchère V. & Martin P., 2005. Variability of soil surface characteristics influencing interrill erosion processes in cultivated catchment. *Catena* 62 (2-3), 111-124.

Le Goff A., 2007. Mise en œuvre d'une démarche de concertation des assolements sur un bassin versant. Évaluation de l'intérêt de la démarche pour la maîtrise du ruissellement érosif. Mémoire de Master, 48 p.

Levinson E., 2007. Conception, mise en place et impacts d'un jeu de rôle dans la lutte contre le ruissellement érosif dans le Pays de Caux. Mémoire de fin de deuxième année à l'INA P-G. 25 p (titre et pagination provisoires).

Martin P., 1997. Pratiques culturales, ruissellement et érosion diffuse sur les plateaux limoneux du nord ouest de l'Europe : application aux intercultures du Pays de Caux. Thèse, INA P-G, Paris, 184 p + annexes.

Martin P., Papy F., Souchère V. & Capillon A., 1998. Maîtrise du ruissellement et modélisation des pratiques de production. Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures, 7 (2) : 111-119.

Martin P., 1999. Reducing flood risk from sediment-laden agricultural runoff using intercrop management techniques in northern France. *Soil & Tillage research*, 52 : 233-245.

Mermet L., 1991. Les exercices de simulation de politiques face aux prévisions de changements climatiques : analyse des expériences effectuées de 1987 à 1990. Rapport final, Secrétariat d'Etat à l'environnement, Groupe de prospective, 60 p.

Millair L., 2007. RuisselErosif, un outil d'aide à la concertation locale pour la gestion du ruissellement érosif en bassin versant : Quels modes de concertation pour la négociation et l'émergence d'actions ? Illustration avec la construction d'un Jeu de rôles. (Mémoire bibliographique de Master2), 33 p.

Ouvry J.-F., 1990. Effet des techniques culturales sur la susceptibilité des terrains à l'érosion par ruissellement concentré. Expérience du Pays de Caux (France). Cahiers ORSTOM, série Pédol., 25 (1-2) : 157-159.

Souchère V., King D., Daroussin J., Papy F. & Capillon A., 1998. Effect of tillage on runoff directions : consequences on runoff contributing area within agricultural catchments. *Journal of Hydrology*, 206 : 256-267.

Souchère V., King C., Dubreuil N. Lecomte-morel V., Le Bissonnais Y. & Chalot M., 2003a. grassland and crop trends : role of the European Union Common Agricultural Policy and consequences for runoff and soil erosion. *Environmental Science & policy*, 6 (1) : 7-16.

Souchère V., Cerdan O., Ludwig B., Le Bissonnais Y., Couturier A. & Papy F., 2003b. Modelling ephemeral gully erosion in small cultivated catchments. *Catena*, 50 (2-4) : 489-505.

Usunier J-C., 2005. Enseigner la négociation par les jeux de simulation. A paraître en 2005 dans la *Revue Française de Gestion*. HEC, université de Lausanne, 30 p.

Van Dijk P.M., Kwaad F.J.P.M & Klapwijk M., 1996. Retention of water and sediment by grass strips. *Hydrological processes*, 10 : 1069-1080.

Sites consultés sur Internet :

- Fish Banks : www.fish.washington.edu/classes/fish210/data/labs/Briefing.ppt

Annexes

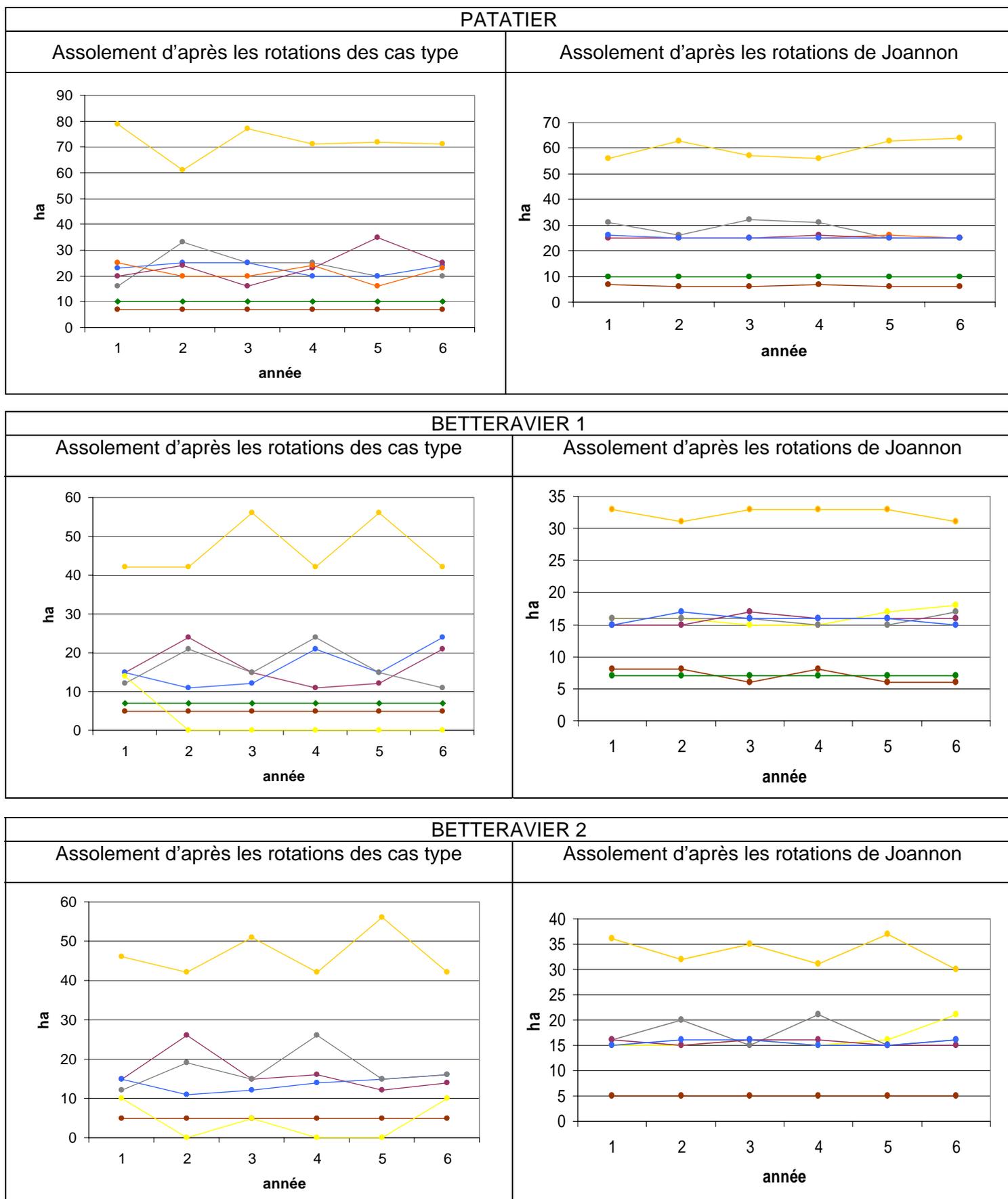
Annexe 1 : Exemple du calcul des Droits à Paiement Unique de l'agriculteur Patatier avec l'outil SimulPac2008 de la Chambre d'Agriculture de Seine-Maritime.	64
Annexe 2 : Evolution des principales cultures chez chaque exploitant en fonction des rotations des cas type ou de celles identifiées par A.Joannon (2004).....	65
Annexe 3 : un exemple d'une carte du réseau d'écoulement transmis au maire (ici la carte de l'hiver de l'année 2 lors de la partie du 3 juillet).....	67
Annexe 4 : Deux exemples de la transcription en langage informatique d'aspects particuliers du jeu de rôles.....	68
Annexe 5 : Cartes d'occupation des sols des parties du 2 et du 3 juillet ainsi que des parties optimale et désastreuse, tour par tour (la légende figure à la suite des cartes)	69
Annexe 6 : Graphiques de comparaison des surfaces allouées aux cultures suivant les parties et les années.....	78
Annexe 7 : Schémas des réseaux de négociation des parties du 2 et du 3 juillet. ..	79
Annexe 8 : Photos illustrant les différents modes de négociation/concertation lors des parties du 2 et du 3 juillet.....	80
Annexe 9 : Questionnaire distribué aux participants du 2 et du 3 juillet (celui-ci fut rempli 2 fois : avant et après la partie)	82
Annexe 10 : Un exemple de formulaire d'assolement (ici celui du laitier)	83
Annexe 11 : Un exemple de formulaire bancaire (ici celui de l'ABV)	85
Annexe 12 : Un exemple d'une fiche de poste donnant les informations principales à un joueur	86
Annexe 13 : La pendule permettant de rythmer le jeu, une flèche mobile permet d'indiquer à tous les participants où ils se situent dans la partie.	87
Annexe 14 : Cartes de transmission d'informations entre les participants	88
Annexe 15 : Cartes des bois et des prairies à disposition des joueurs.....	92
Annexe 16 : Cartes des altitudes à disposition des joueurs.....	93
Annexe 17 : Exemple d'une carte d'exploitation mise à disposition d'un agriculteur (ici le betteravier 1).....	94
Annexe 18 : L'étude hydraulique mise à disposition de l'ABV	95
Annexe 19 : Le détail des capacités d'infiltrations des sols suivant leur couverture fourni à l'ABV.....	96
Annexe 20 : Détail du coût de mise en place des bassins de rétention fourni à l'ABV	97
Annexe 21 : Détail du coût des aménagements de bandes enherbées fourni à l'ABV	98
Annexe 22 : Mémoire bibliographique	99

Annexe 1 : Exemple du calcul des Droits à Paiement Unique de l'agriculteur Patatier avec l'outil SimulPac2008 de la Chambre d'Agriculture de Seine-Maritime.

Calcul des aides PAC						
Surfaces 2000 à 2002						
Cultures	Surfaces				Référence 2000-2002 (M)	Montant aides découplées
	2000	2001	2002			
1 - Surfaces ouvrant droits au paiement/ha (admissibles)						
Surfaces primées CDP						
- blé tendre	78.00	78.00	78.00	75.81	23651	
- orge				0.00	0	
- avoine				0.00	0	
- triticale				0.00	0	
- maïs grain				0.00	0	
- autres céréales				0.00	0	
- colza alim.				0.00	0	
- pois	16.00	16.00	16.00	15.55	4852	
- lin		24.00	24.00	23.37	7291	
- maïs fourr.				0.00	0	
-				0.00	0	
-				0.00	0	
Totaux	94.00	118.00	118.00	114.72	35794	
Gel						
- dont gel obligatoire	7.00	7.00	7.00	6.80		
- dont gel volontaire	10.10	12.50	12.50	11.37	4731	
-	-3.10	-5.50	-5.50	-4.57	-1426	
Totaux	7.00	7.00	7.00	6.80	3305	
Surfaces fourragères						
- céréales				0.00		
- maïs fourrage				0.00		
- betteraves fourragères				0.00		
- prairies temporaires				0.00		
- prairies naturelles	10.00	10.00	10.00	10.00		
- autres surfaces fourragères				0.00		
Totaux	10.00	10.00	10.00	10.00		
2 - Autres surfaces (admissibles)						
- betteraves sucrières	20.00	20.00	20.00			
- lin 2000	24.00					
Totaux	44.00	20.00	20.00			
3 - Autres surfaces (non admissibles)						
- autres utilisations						
- fruits et légumes						
- vergers						
- autres cultures permanentes						
- pommes de terre conso.	25.00	25.00	25.00			
-						
Totaux	25.00	25.00	25.00			
Totaux surfaces et aides	180.00	180.00	180.00		39099	
				Montant total	Surface	Montant / ha
Droits à paiement "gel obligatoire"				4590	11.37	404
Droits à paiement (D.P.U.) avant découplage aide laitière				33337	120.15	277
Droits à paiement (D.P.U.) après découplage de l'aide laitière				33337	120.15	277

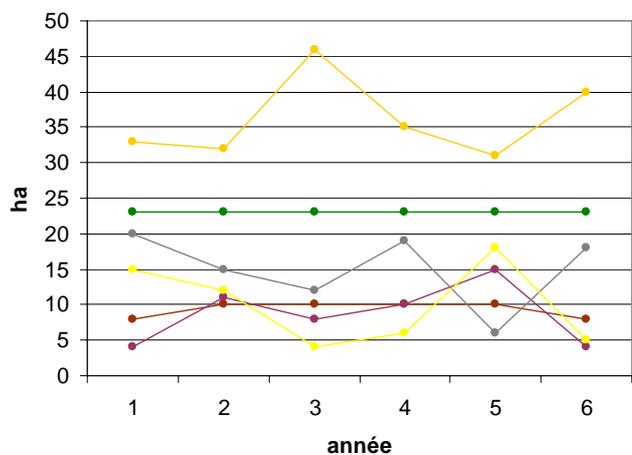
Dans ce calcul nous utilisons l'assolement du cas type du Patatier que nous reportons identiquement sur les 3 années : 2000, 2001, 2002 (les DPU sont en effet calculés par rapport à ces 3 années de référence). Les montants sont ici en euros.

Annexe 2 : Evolution des principales cultures chez chaque exploitant en fonction des rotations des cas type ou de celles identifiées par A.Joannon (2004)

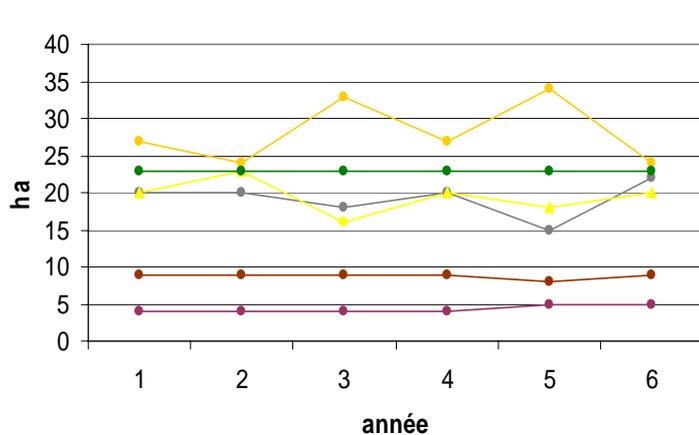


NAISSEUR

Assolement d'après les rotations des cas type

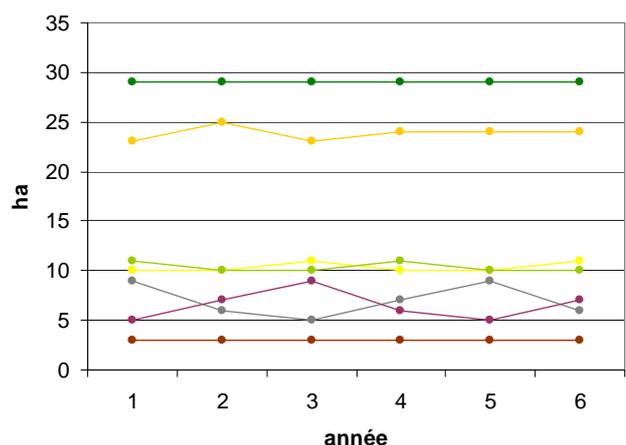


Assolement d'après les rotations de Joannon

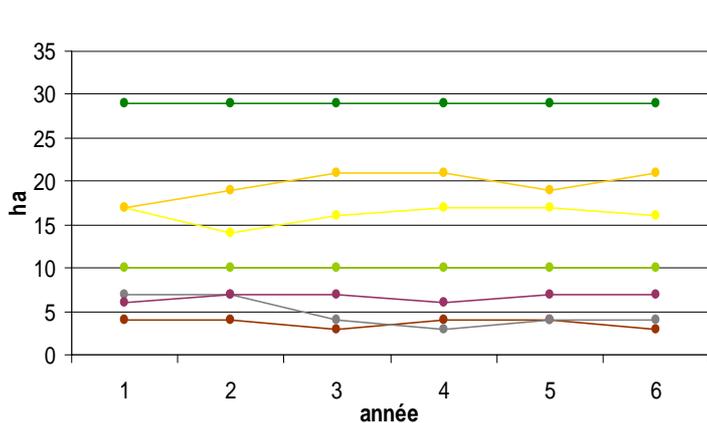


ENGRAISSEUR

Assolement d'après les rotations des cas type

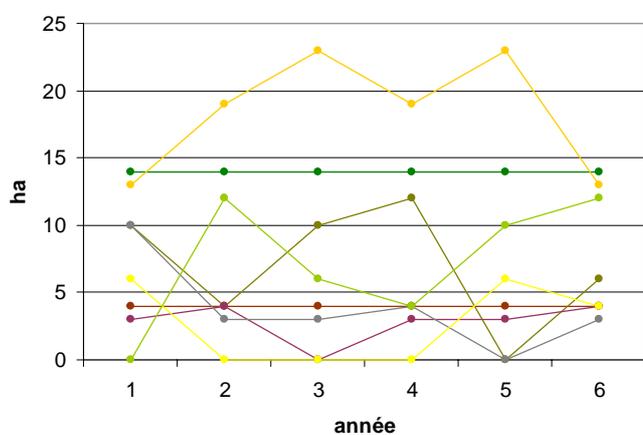


Assolement d'après les rotations de Joannon

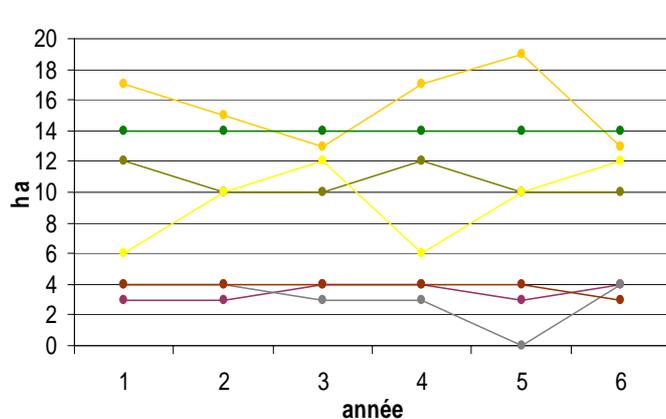


LAITIER

Assolement d'après les rotations des cas type

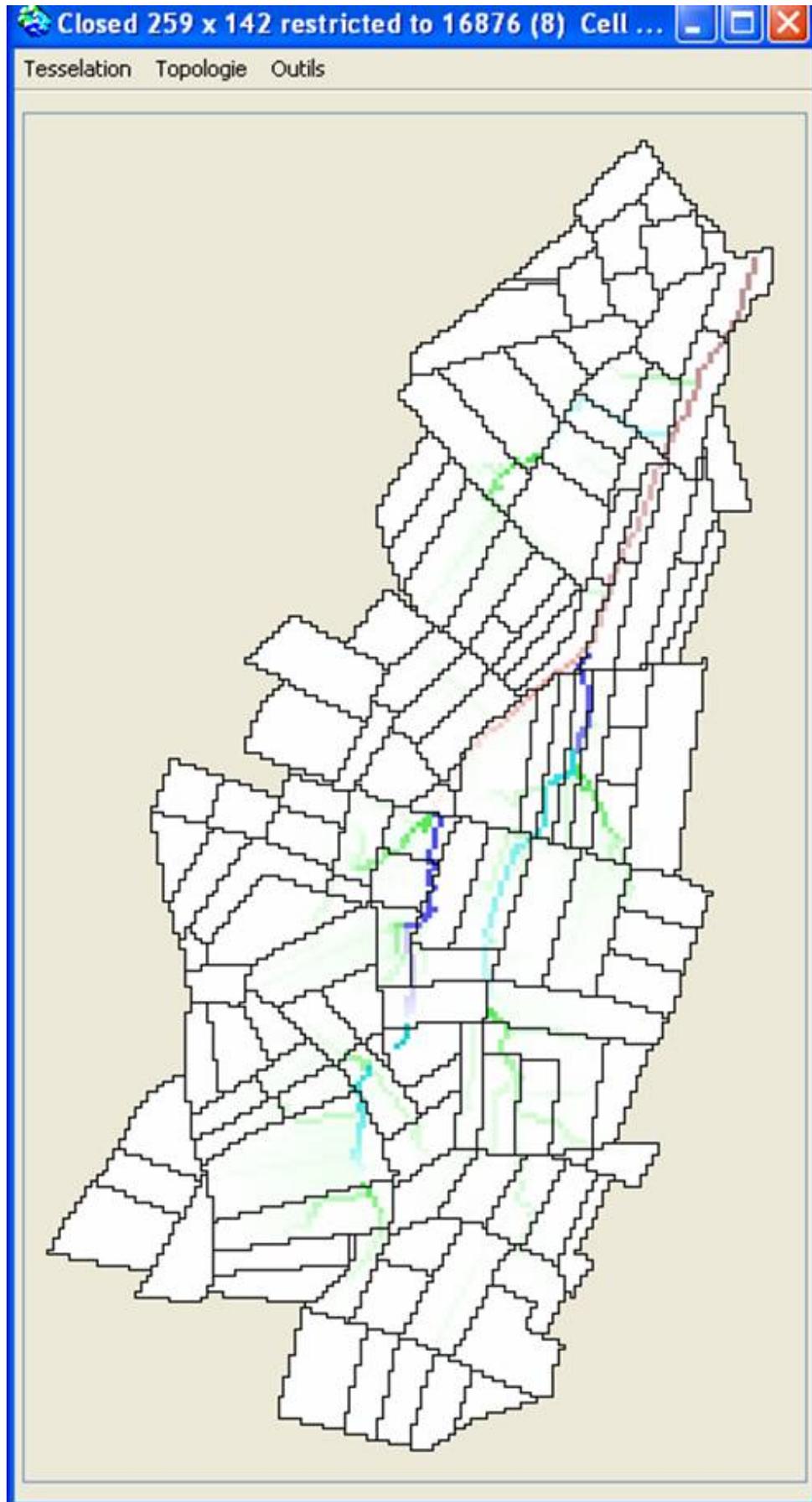


Assolement d'après les rotations de Joannon



Légende : ● blé | ● pois | ● betteraves | ● escourgeon | ● prairie
 ● jachère | ● colza | ● pommes de terre | ● lin | ● maïs

Annexe 3 : un exemple d'une carte du réseau d'écoulement transmis au maire (ici la carte de l'hiver de l'année 2 lors de la partie du 3 juillet)



Annexe 4 : Deux exemples de la transcription en langage informatique d'aspects particuliers du jeu de rôles.

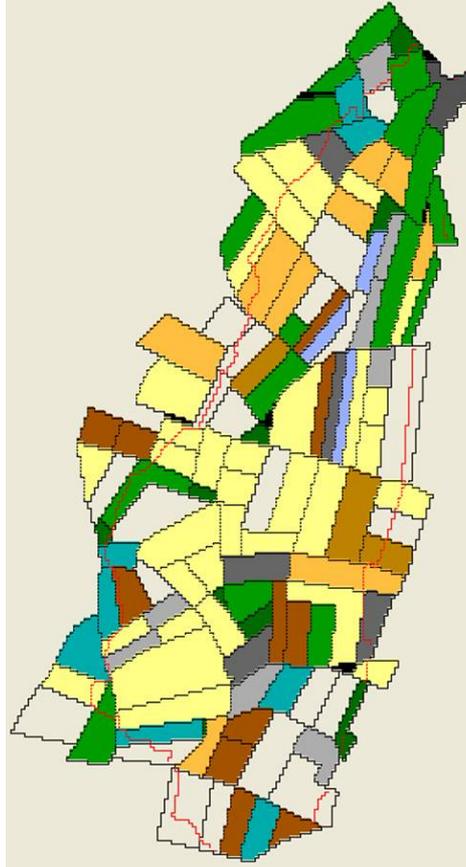
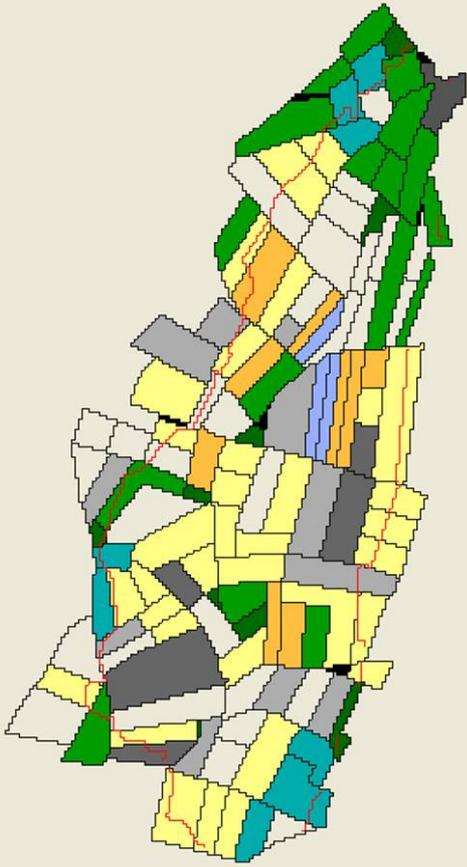
Transcription de l'attribution de capacités d'infiltrations différentes aux sols en fonction de leur occupation	
Code informatique	Explication
<pre> defineEntitesCulturale: aString c aString = 'SB' "Semis blé" ifTrue: [c := OccupationSol new. c type: aString. c coefInf: 2]. aString = 'SBA' "Semis blé motteux" ifTrue: [c := OccupationSol new. c type: aString. c coefInf: 5]. </pre>	<p>Liste de la définition des occupations du sol (les éléments sont des lettres)</p> <p>Si le code lu est 'SB' alors le pixel est reconnu en semis de blé et la capacité d'infiltration nouvelle du sol est de 2 mm/h</p> <p>Si le code lu est 'SBA' alors le pixel est reconnu en semis de blé « technique alternative » et la capacité d'infiltration nouvelle du sol est de 5 mm/h</p> <p>(la même procédure est répétée pour toutes les occupations du sol possibles)</p>

Transcription de l'attribution des mauvais points de popularité au maire en fonction des volumes ruisselés	
Code informatique	Explication
<pre> mesureDegats: t m route cpt0 cpt1 cpt2 cpt3 m := self theMaires first. self exutoire qInput < 5000 ifTrue: [Dialog warn: 'Pour l'exutoire donner au maire une carte 0'. (m cartes at: t) add: -20]. (self exutoire qInput between: 5000 and: 25000) ifTrue: [Dialog warn: 'Pour l'exutoire donner au maire une carte 1'. (m cartes at: t) add: 50]. self exutoire qInput > 25000 ifTrue: [Dialog warn: 'Pour l'exutoire donner au maire une carte 2'. (m cartes at: t) add: 100]. route := self theCells select: [:c c route = 3]. cpt0 := 0. cpt1 := 0. cpt2 := 0. cpt3 := 0. route do: [:c c qInput < 3000 ifTrue: [cpt0 := cpt0 + 1]. (c qInput between: 3000 and: 10000) ifTrue: [cpt1 := cpt1 + 1]. (c qInput between: 10000 and: 18000) ifTrue: [cpt2 := cpt2 + 1]. c qInput > 18000 ifTrue: [cpt3 := cpt3 + 1]. cpt3 > 0 ifTrue: [(m cartes at: t) add: 40. Dialog warn: 'Pour la route donner au maire une carte 2'.^nil]. cpt2 > 15 ifTrue: [(m cartes at: t) add: 40. Dialog warn: 'Pour la route donner au maire une carte 2'.^nil]. cpt2 > 0 ifTrue: [(m cartes at: t) add: 20. Dialog warn: 'Pour la route donner au maire une carte 1'.^nil]. cpt1 > 15 ifTrue: [(m cartes at: t) add: 20. Dialog warn: 'Pour la route donner au maire une carte 1'.^nil]. (m cartes at: t) add: -8. Dialog warn: 'Pour la route donner au maire une carte 0'. </pre>	<p>Si le volume d'eau à l'exutoire est inférieur à 5000 m3 un message « Pour l'exutoire donner au maire une carte 0 » s'affiche et on retire 20 mauvais points au maire</p> <p>Si le volume d'eau à l'exutoire est entre 5000 et 25000 m3 un message « Pour l'exutoire donner au maire une carte 1 » s'affiche et on ajoute 50 mauvais points au maire.</p> <p>Si le volume d'eau à l'exutoire est supérieur à 25000 m3 un message « Pour l'exutoire donner au maire une carte 2 » s'affiche et on ajoute 100 mauvais points au maire.</p> <p>Repérage de tous les pixels de la route</p> <p>Initialisation des compteurs Cpt0, Cpt1, Cpt2 et Cpt3 à la valeur 0.</p> <p>Pour chaque pixel de la route</p> <p>Si le volume entrant est inférieur à 3000 on ajoute 1 au compteur cpt 0. Idem pour Cpt1, Cpt2 et Cpt3 avec des valeurs différentes.</p> <p>Si le compteur Cpt3 est supérieur à 0 on donne 40 mauvais points au maire et le message suivant s'affiche « Pour la route donner au maire une carte 2 » Idem pour les autres compteurs avec des valeurs différentes</p> <p>Si nous ne sommes pas dans les cas précédents alors on retire 8 mauvais points au maire et le message suivant s'affiche : « Pour la route donner au maire une carte 0 »</p>

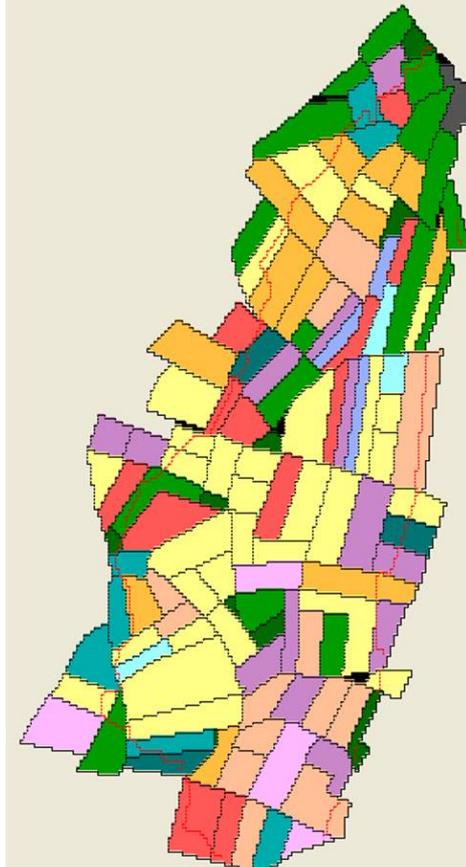
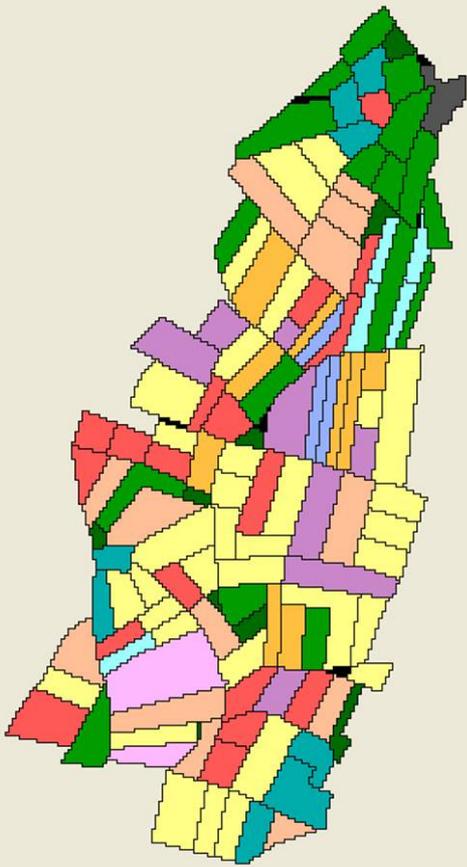
Annexe 5 : Cartes d'occupation des sols des parties du 2 et du 3 juillet ainsi que des parties optimale et désastreuse, tour par tour (la légende figure à la suite des cartes)

	Occupation du sol partie du 2 juillet	Occupation du sol partie du 3 juillet
Tour n°1		
Tour n°2		

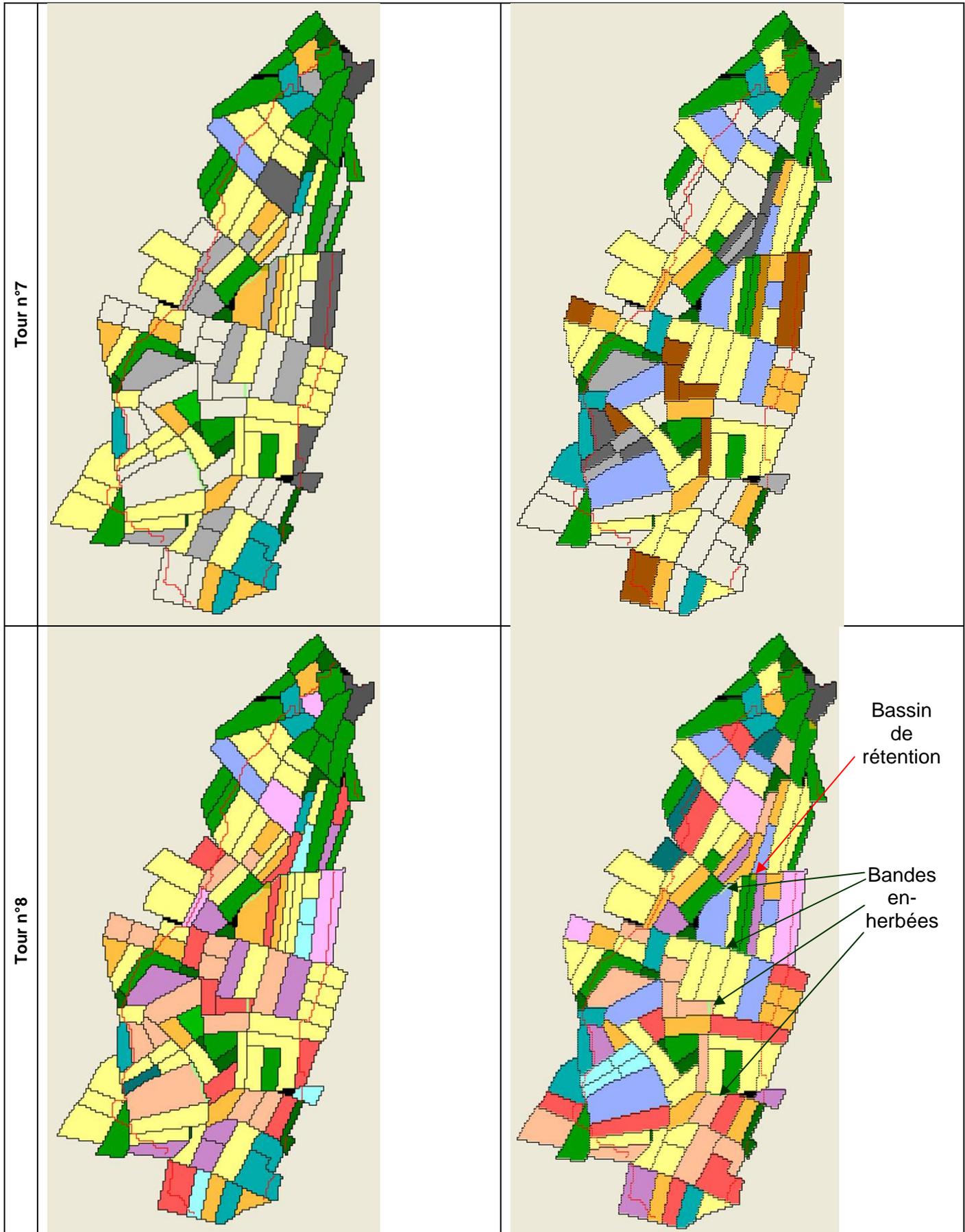
Tour n°3



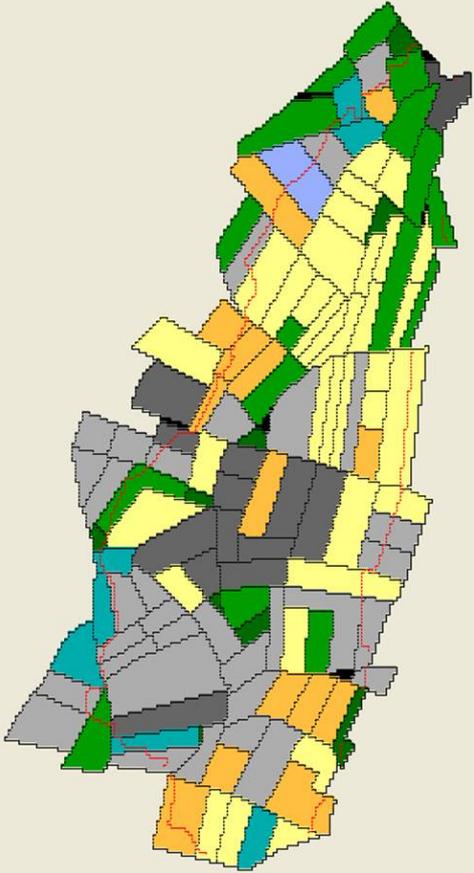
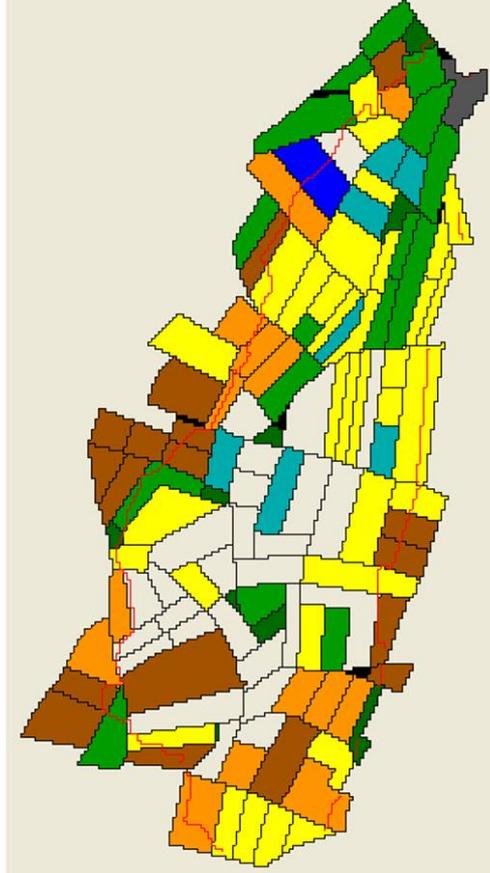
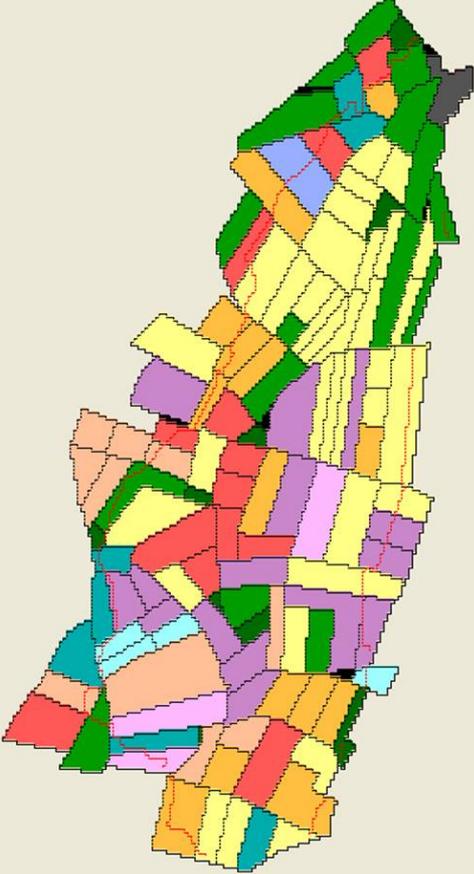
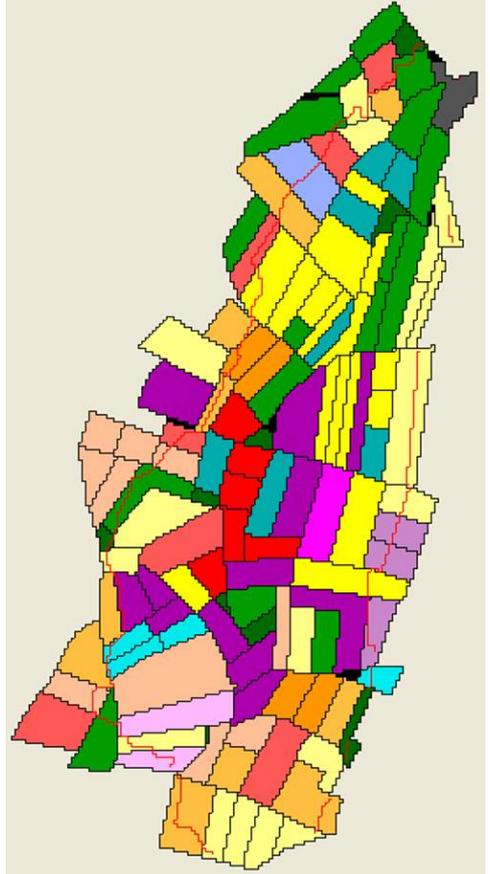
Tour n°4

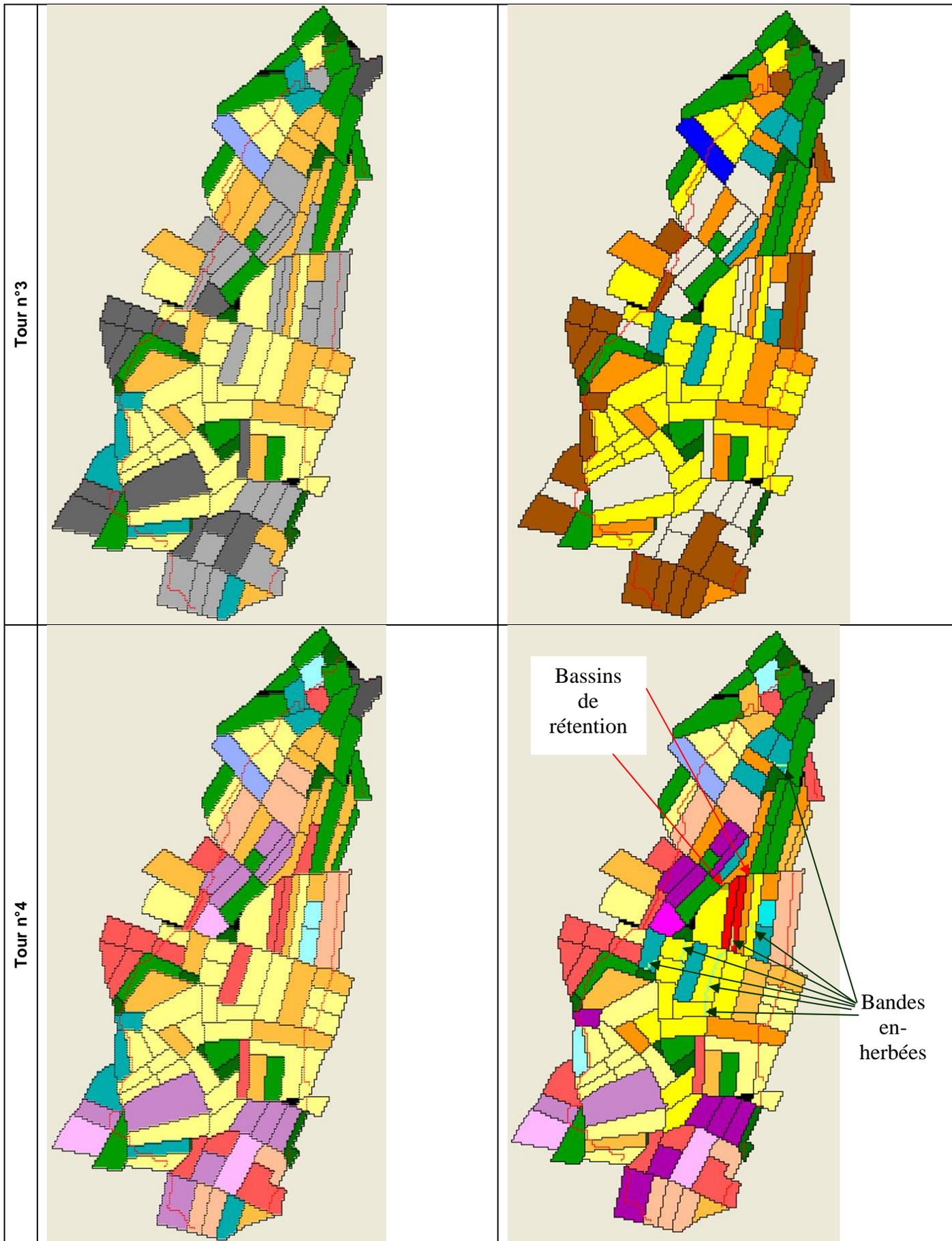




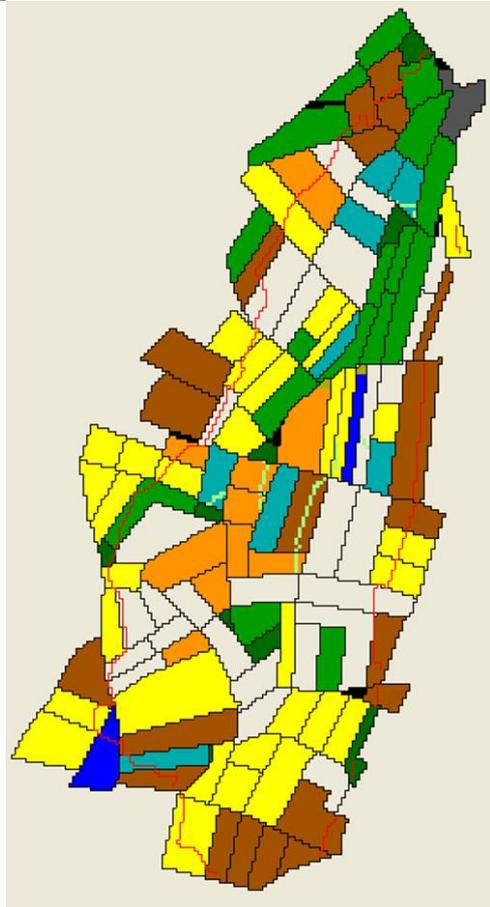
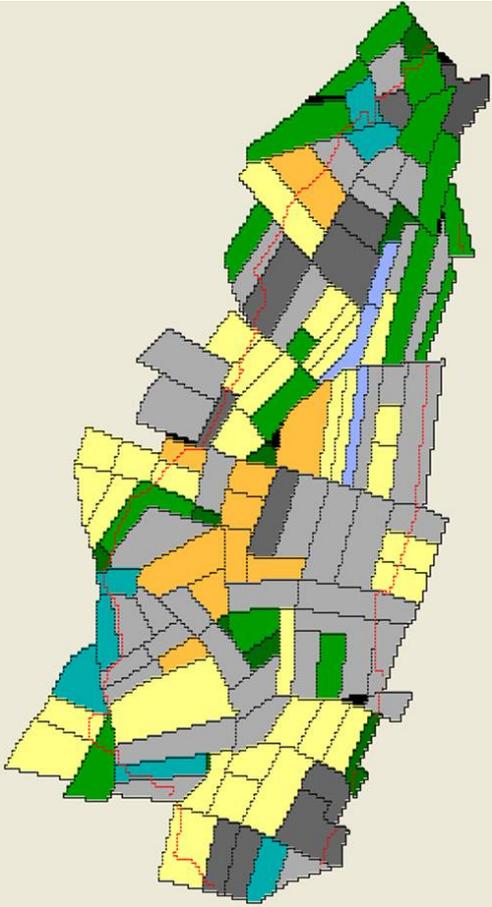


SemisBle	Yellow
SemisBleAlternatif	Yellow
Ble	Yellow
BleAlternatif	Yellow
SemisEscourgeon	Orange
SemisEscourgeonAlternatif	Orange
Escourgeon	Orange
EscourgeonAlternatif	Orange
SemisColza	Light Blue
SemisColzaAlternatif	Dark Blue
Colza	Light Blue
Betterave	Red
BetteraveAlternative	Red
Lin	Light Orange
PommeDeTerre	Pink
PommeDeTerreAlternative	Magenta
Pois	Purple
PoisAlternatif	Purple
Mais	Cyan
MaisAlternatif	Cyan
ChantierRecolteCerealesColza	Grey
ChantierRecolteAutresCultures	Dark Grey
DechaumageSoc	Brown
DechaumageDent	Brown
DechaumageDisque	Brown
JachereEnergetique	Teal
JachereHerbe	Teal
PrairiePermanente	Green
PrairieTemporaire	Green
BandeEnherbeeAGRI	Light Green
BandeEnherbeeBV	Bright Green
BassinRetention	Olive
Bois	Dark Green
Village	Dark Grey
CorpsDeFerme	Black

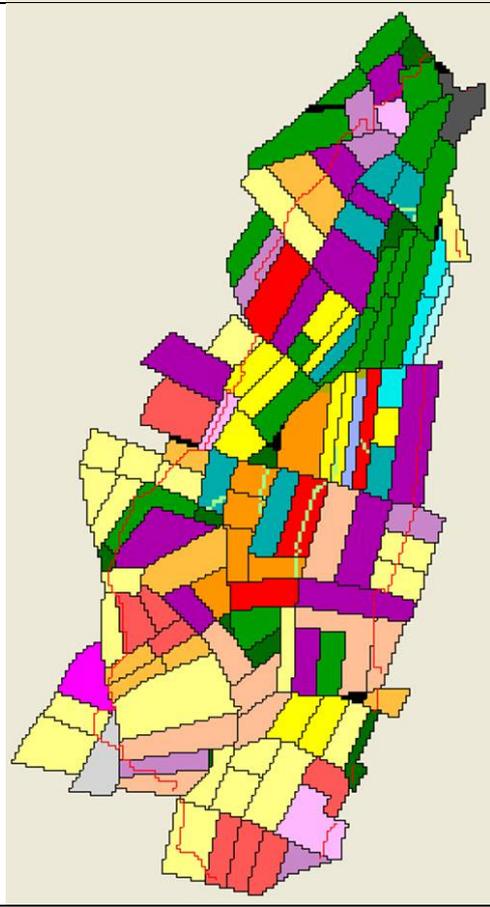
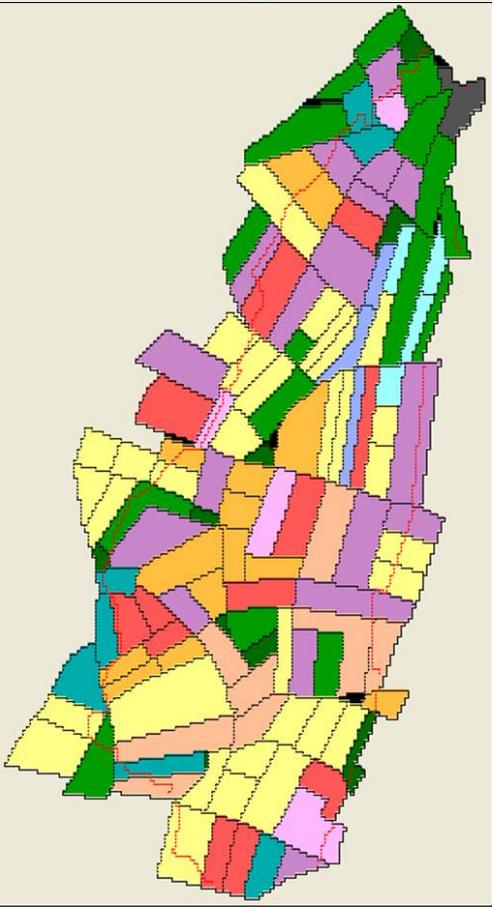
	Occupation du sol partie désastreuse	Occupation du sol partie optimale
Tour n°1		
Tour n°2		



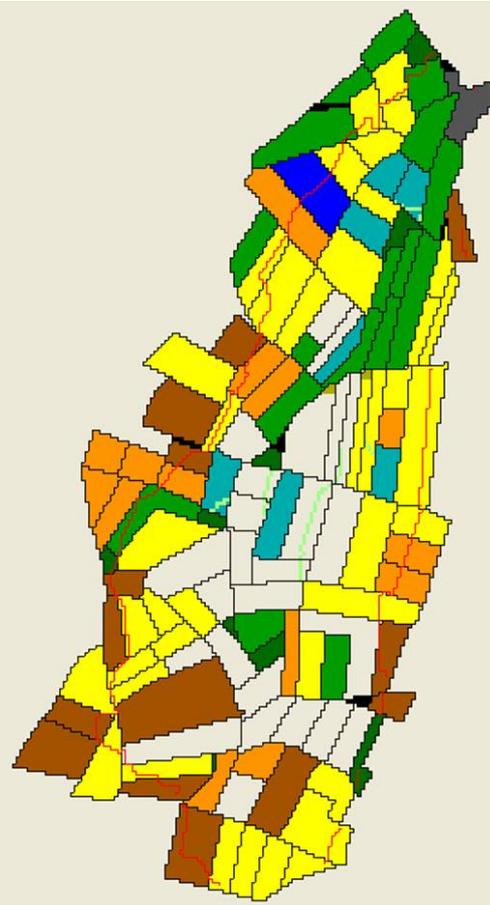
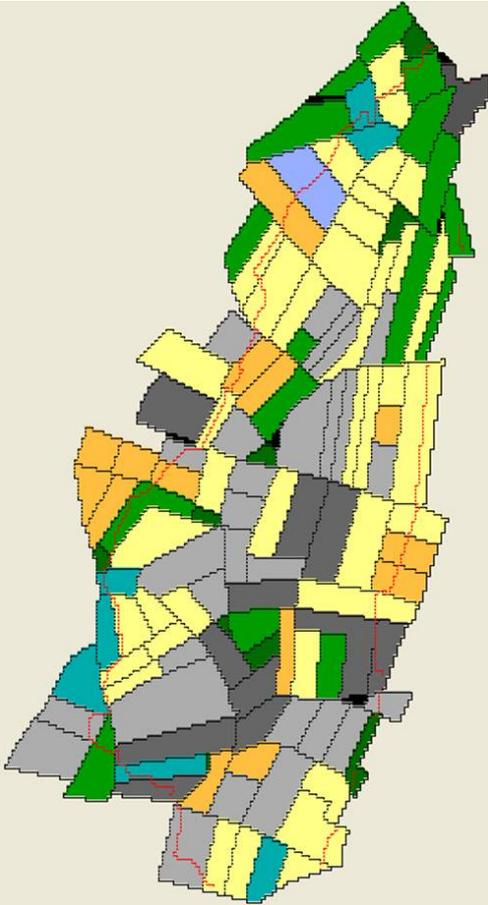
Tour n°5



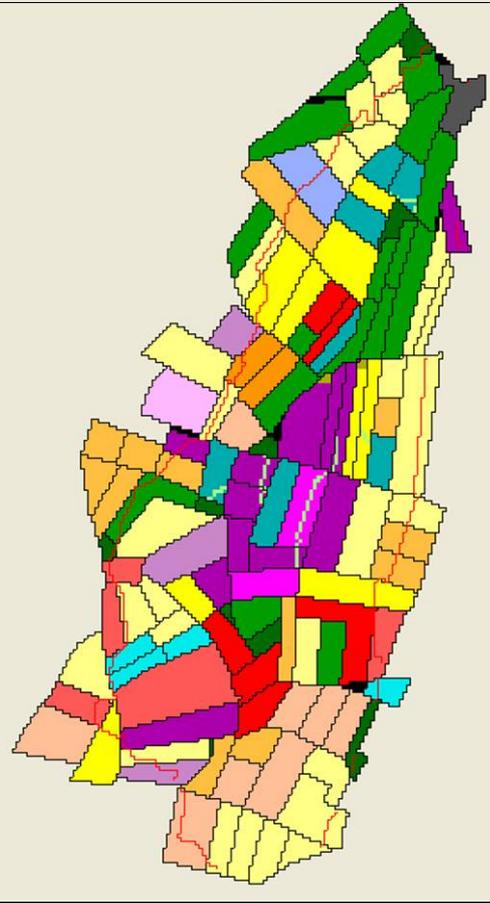
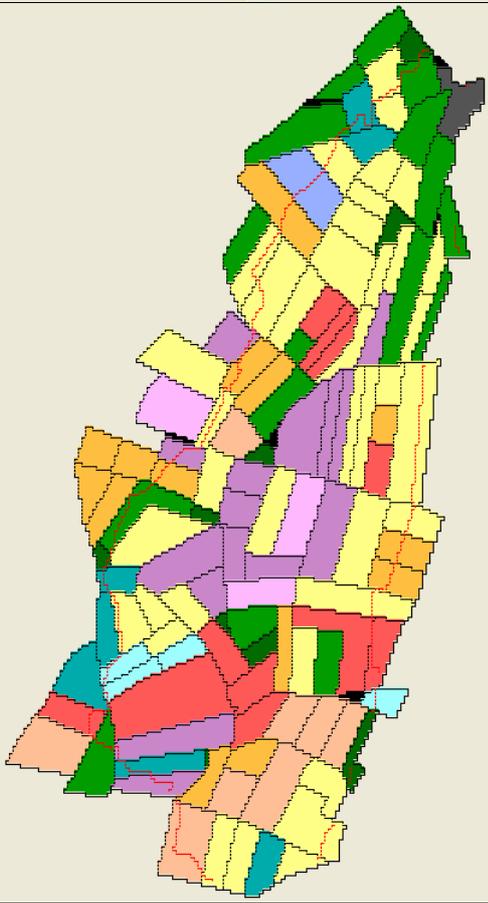
Tour n°6



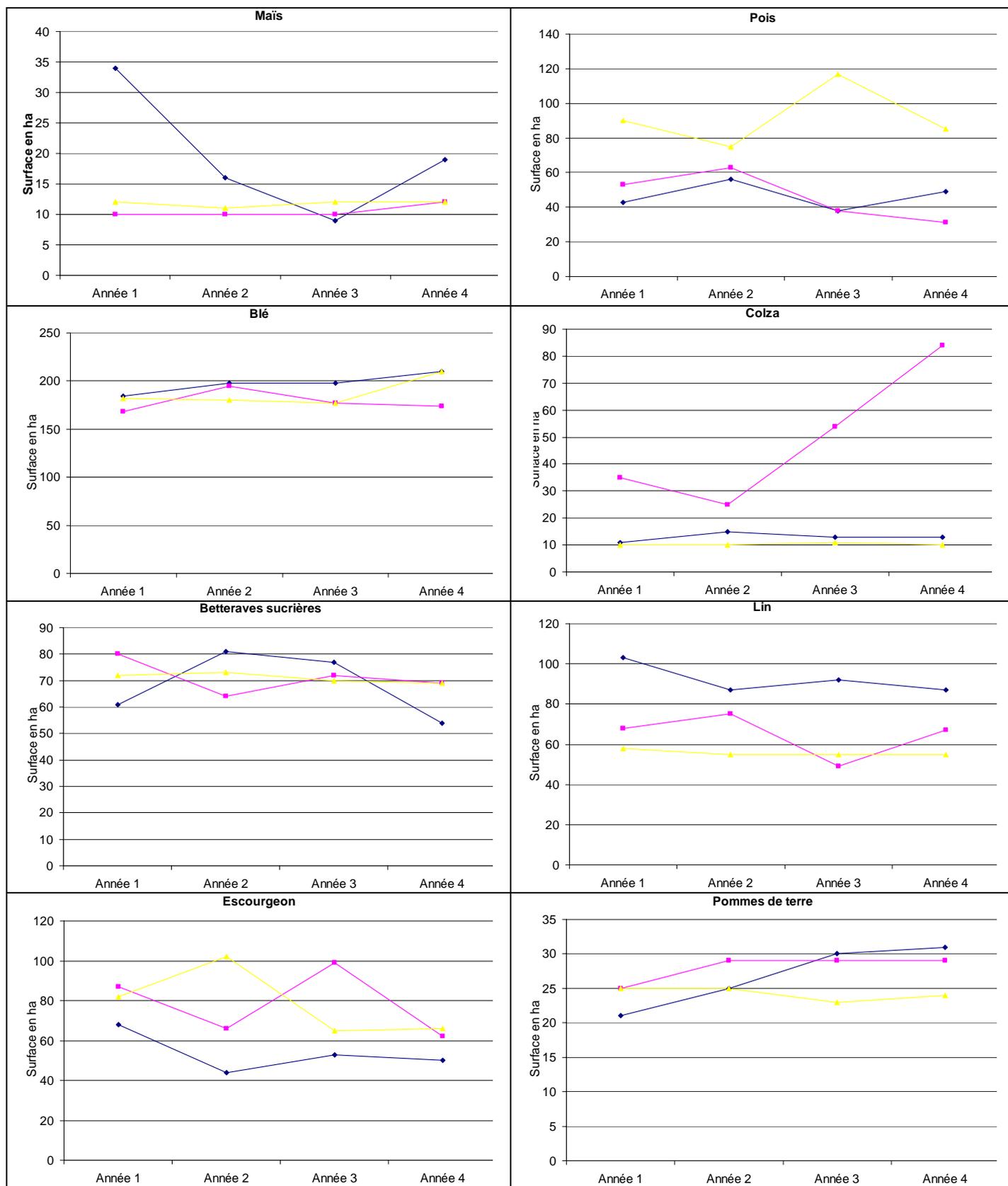
Tour n°7



Tour n°8

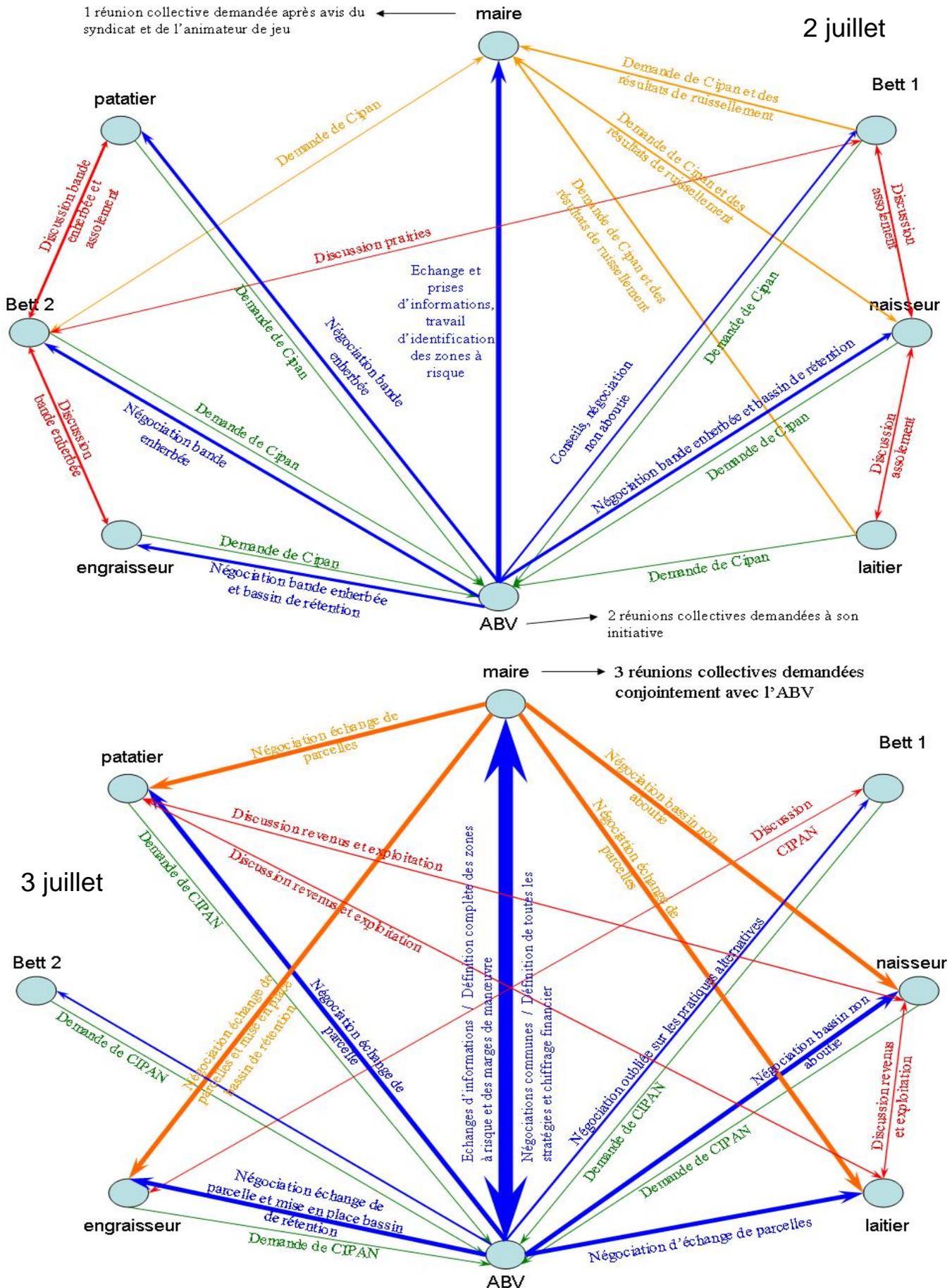


Annexe 6 : Graphiques de comparaison des surfaces allouées aux cultures suivant les parties et les années.



Légende : —◆— Partie du 2 juillet | —■— Partie du 3 juillet
—▲— Fausses parties

Annexe 7 : Schémas des réseaux de négociation des parties du 2 et du 3 juillet.



Annexe 8 : Photos illustrant les différents modes de négociation/concertation lors des parties du 2 et du 3 juillet.

Partie du 2 juillet

<p>Réunion collective en mairie</p>	
<p>Discussion d'agriculteur à agriculteur</p>	
<p>Négociation ABV/Agriculteur</p>	
<p>Négociation Maire/Agriculteur</p>	
<p>Travail ABV/Maire</p>	

Partie du 3 juillet

Réunion collective en mairie



Discussion d'agriculteur à agriculteur



**Négociation
ABV/Agriculteur**



**Négociation
ABV + Maire / quelques
agriculteurs**



**Travail
ABV/Maire**



Annexe 9 : Questionnaire distribué aux participants du 2 et du 3 juillet (celui-ci fut rempli 2 fois : avant et après la partie)

Questionnaire introductif

Quels sont selon vous les enjeux prioritaires de la gestion du territoire ?

.....
.....

Est-ce que le ruissellement érosif constitue un problème sur le territoire ? Pour qui ? Pourquoi ?

.....
.....

Quelles solutions connaissez-vous pour traiter ce problème ?

.....
.....

Quelles sont celles qui vous semblent les mieux adaptées ? Pourquoi ?

.....
.....

Quelles sont celles que vous pensez ou penseriez mettre en œuvre et pourquoi ?

.....
.....

Quelles sont d'après vous les principales contraintes à la mise en place d'une gestion du ruissellement érosif sur le bassin versant ?

.....
.....

Annexe 10 : Un exemple de formulaire d'assolement (ici celui du laitier)

Année 0		année 1		année 2		année 3		année 4	
		Occupation du sol en décembre	Occupation du sol en juin	Occupation du sol en décembre	Occupation du sol en juin	Occupation du sol en décembre	Occupation du sol en juin	Occupation du sol en décembre	Occupation du sol en juin
n°de parcelle	Surface (ha) de la parcelle								
3	4	B							
14	7	PP							
21	4	PP							
26	3	ME							
29	3	ME							
33	3	PP							
36	3	ME							
37	4	P							
47	3	ME							
56	3	BS							
63	4	B							
91	4	JP							
97	3	B							
103	3	E							
105	3	B							
108	3	B							
109	3	E							



FORMULAIRE ASSOLEMENT

Exploitation n° 1

Type Laitier

codage décembre		codage juin		PRODUCTION ANNEE 0 (en ha)	
PP	Prairie Permanente	PP	Prairie Permanente	Blé	17
SB	Semis Blé	B	Blé	Pois	4
SE	Semis Escourgeon	E	Escourgeon	Jachère	4
SC	Semis Colza	C	Colza	Prairie Permanente	14
CCC	Chantier de récolte de céréales ou colza	BS	Betteraves sucrières	Mais	12
CAC	Chantier de récolte autres cultures	L	Lin	Betteraves Sucrières	3
PT	Prairie Temporaire	P	Pois	Escourgeon	6
JP	Jachère prairie	ME	Mais Ensilage		
SJE	Jachère énergétique (Colza seulement)	PDT	Pommes de terre		
CIPAN	Interculture	JP	Jachère prairie		
DD	Déchaumage disque	JE	Jachère énergétique (colza seulement)		
DDE	Déchaumage dents	PT	Prairie Temporaire		
DS	Déchaumage soc				
Variations possibles cultures à contrats					
				Betteraves sucrières	3 ± 2 ha
				Lin	max 3 ha
				Pommes de terre	Pas de possibilité
Informations économiques					
				Charges de structure	2789.1
				Amortissements	1181.1
				Frais financiers	285.6
				Annuitées	668.1
				Produit net de l'atelier animal	4124.8
Coûts des actions de lutte contre le ruissellement en Roulertha					
				Mise en place CIPAN sans financement extérieur	3.2
				Mise en place d'une bande enherbée sans financement extérieur	31.5 pour installation + 6/an pour entretien + diminution de la surface de production de la parcelle donc du revenu
Ajout au code culture possible					
A	Ajouter A à la fin du code culture si vous employez la technique alternative				
Marges brutes (Roulertha) sur les cultures possibles					
	Blé	30.4			
	Escourgeon	25.2			
	Colza alimentaire	19.7			
	Vente d'herbe	15.3			
	Colza diester	23.1			
	Lin	74.9			
	Betteraves Sucrières	99.5			
	Pois	19.6			
	Jachère	-0.9			

Annexe 11 : Un exemple de formulaire bancaire (ici celui de l'ABV)

FORMULAIRE BANCAIRE		 			
		année 1	année 2	année 3	année 4
Type	Syndicat de bassin versant				
HISTORIQUE DU COMPTE					
Cotisations reçues pour l'année	5700.0				
Argent en banque après perception des cotisations	5700.0				
Dépenses Construction bassin					
Frais entretien bassin (fauche/curage)					
Achats de terres (mise en place bandes enherbées) + frais d'entretien					
Frais conventions bandes enherbées					
Argent empruntable	17100.0				
Emprunt					
Argent en banque en fin d'année					

Annexe 12 : Un exemple d'une fiche de poste donnant les informations principales à un joueur

FICHE DE RÔLE

MAIRE DE SOUCHVILLE-LES-GRÈS



Descriptif

Vous êtes le maire de Souchville-les-Grès, élu depuis 2 ans.

Le territoire de la commune s'étend sur 673 hectares. 90 hectares sont recouverts par des prairies permanentes.

Le territoire communal a connu par le passé de forts événements pluvieux ayant engendré des dégâts dans le village, situé à l'exutoire et sur la route. Votre premier objectif est donc de veiller chaque année à la sécurité de vos concitoyens vis-à-vis du problème de ruissellement dans le bassin versant.

Votre objectif final est d'être réélu à la fin des quatre années par vos concitoyens qui vous jugeront sur votre capacité à mobiliser les acteurs pour traiter du problème.

Informations à disposition :

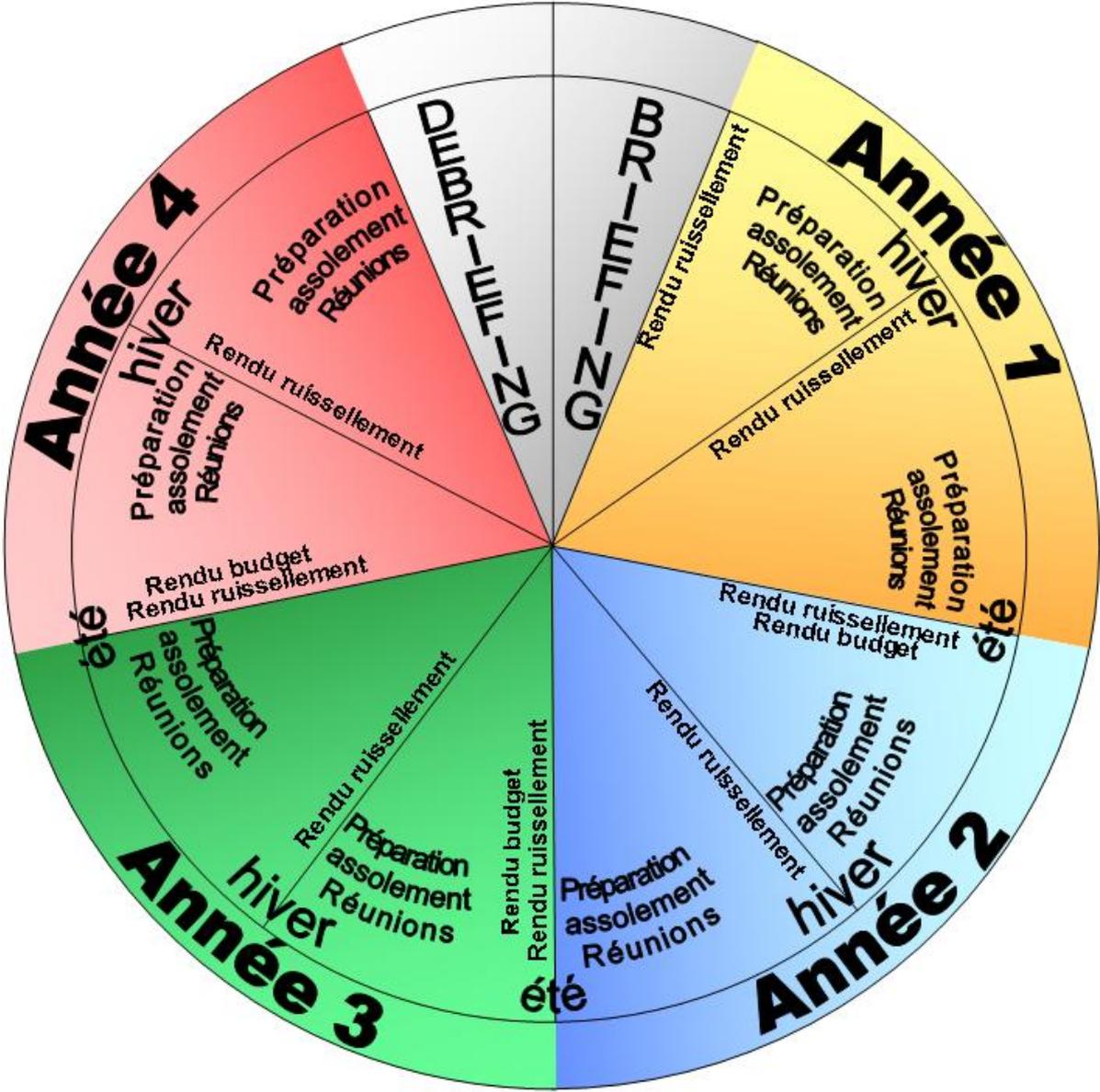
Vous disposez des informations suivantes, constituant une base essentielle (mais non exhaustive) pour prendre en main le problème :

- Un parcellaire détaillé du bassin versant précisant les propriétaires des parcelles ainsi que les surfaces de celles-ci,
- Un bref descriptif des six agriculteurs présents sur le bassin versant,
- Une carte du bassin versant présentant les bois, le village, les fermes des agriculteurs, la route principale et les surfaces toujours en herbe,
- Un support pouvant servir à un partage d'assolement entre agriculteurs,
- Une note résumant le degré de contentement ou de mécontentement de vos concitoyens chaque année.
- Une carte des pentes et des talwegs

Budget :

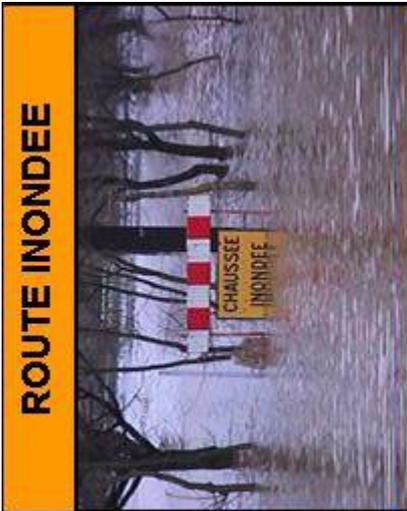
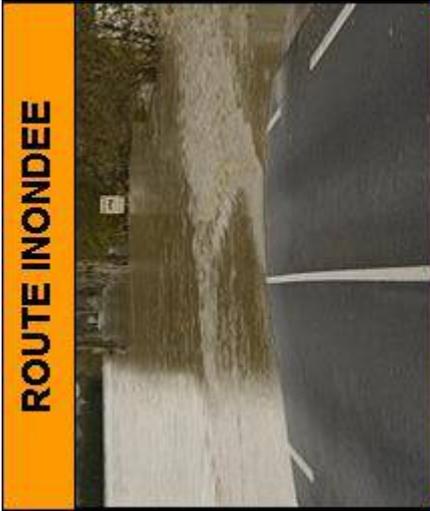
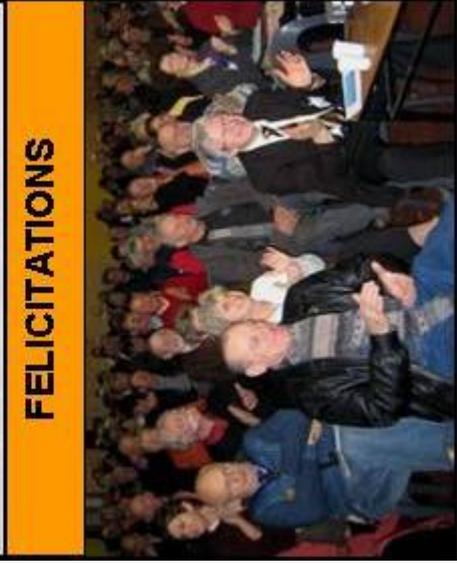
Vous recevez, chaque année, la somme de 1125 Ruidors qui correspond à un surplus du budget global de la mairie de Souchville-les-Grès, soit 4500 Ruidors sur toute la partie. Il est possible, en cas d'urgence de recourir à un prêt pour disposer par avance de tout ou une partie du budget.

Annexe 13 : La pendule permettant de rythmer le jeu, une flèche mobile permet d'indiquer à tous les participants où ils se situent dans la partie.



Annexe 14 : Cartes de transmission d'informations entre les participants





Accord de financement



L'agriculteur

a passé un accord avec le
maire pour un financement
de CIPAN.

Modalités	
année	surface aidée

Accord de financement



L'agriculteur

a passé un accord avec le
syndicat pour un financement
de CIPAN.

Modalités	
année	surface aidée

Convention de financement de bandes enherbées



Par le présent accord, le syndicat de bassin versant s'engage à verser à l'agriculteur de _____ la somme de _____ Ruidors/ha/an pour compensation de perte de production suite à la mise en place de bandes enherbées sur les parcelles n° _____

**VENTE D'UNE PARCELLE
EN PRAIRIE DU BASSIN
VERSANT**



Un agriculteur installé dans un bassin versant voisin a décidé de mettre en vente une parcelle de 7 hectares (en prairie permanente) située dans le sud du bassin de Soucheville-les-Grès.

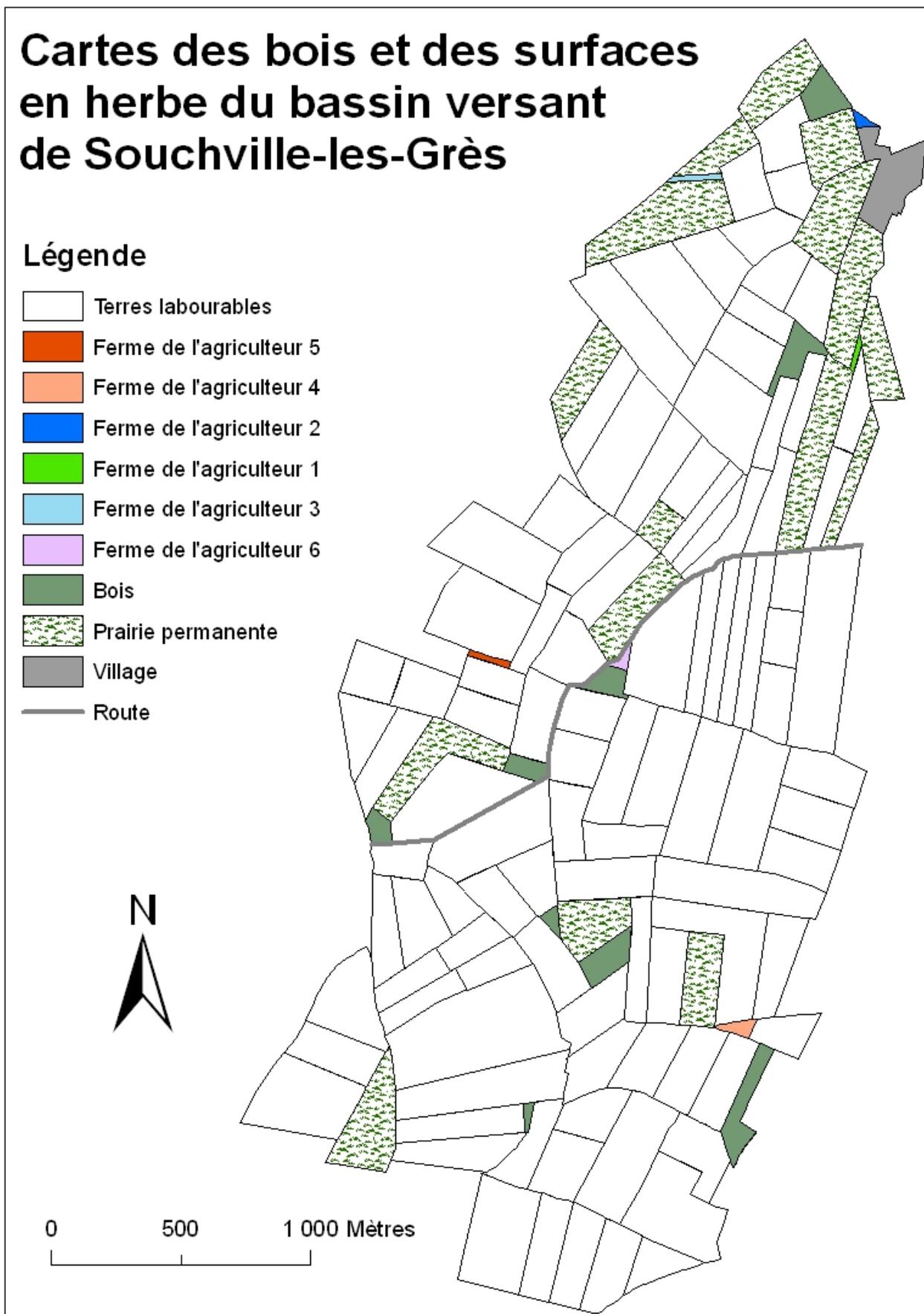
Prix : 4000 Ruidors.

AVERTISSEMENT

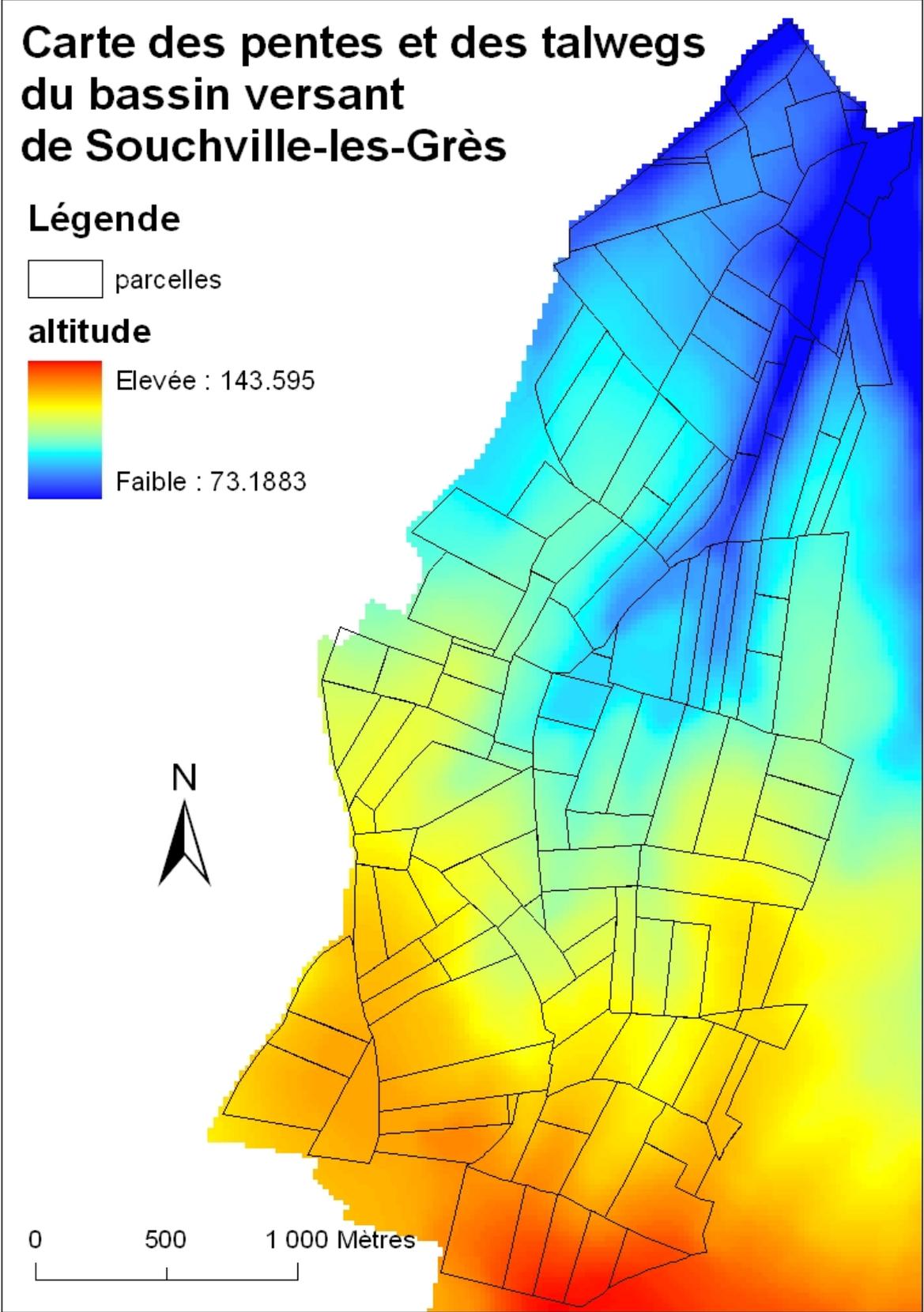


Cette saison, les événements pluvieux ont provoqué une sédimentation dans le bassin de rétention. La capacité de stockage de ce dernier a diminué de _____ m³

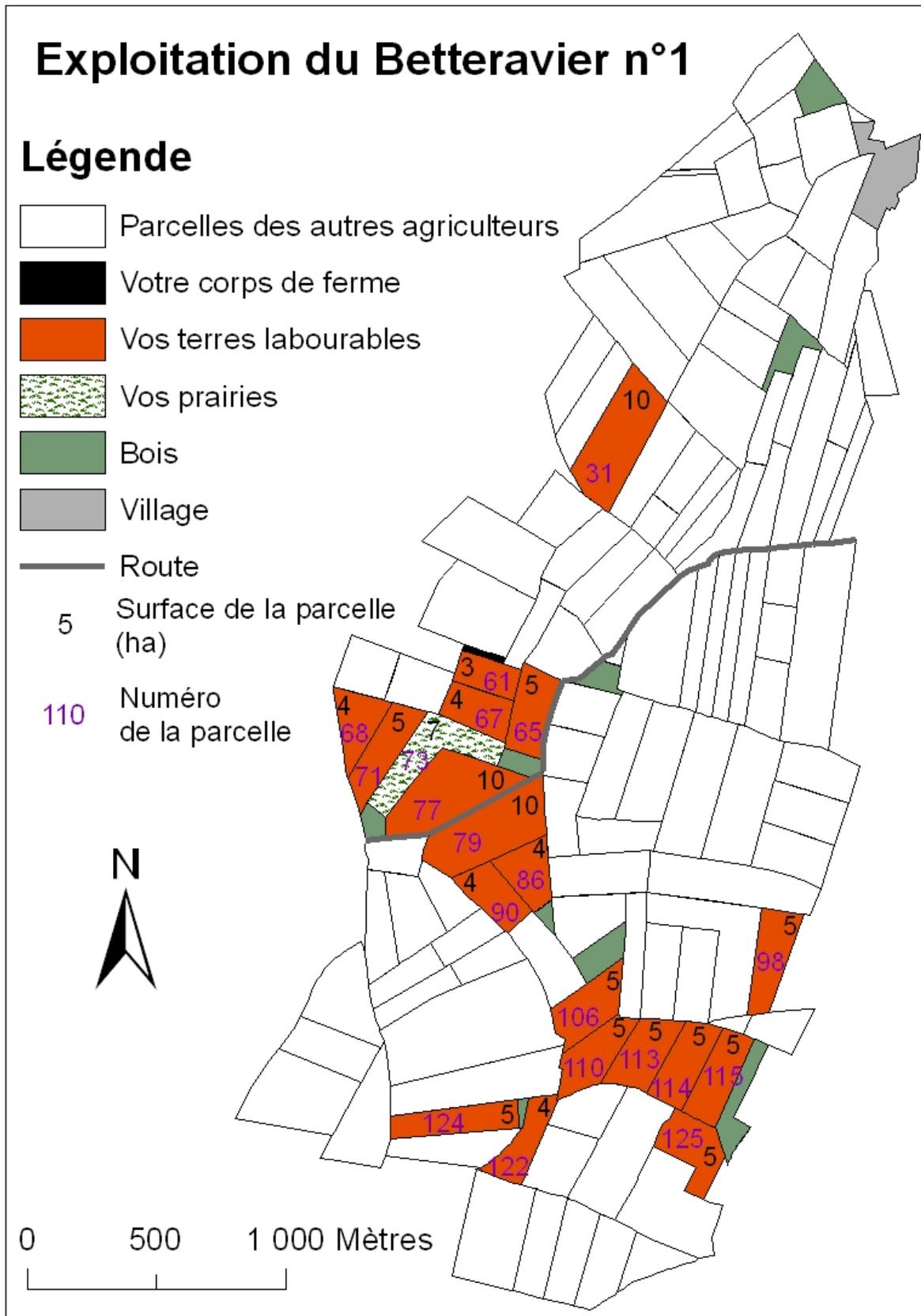
Annexe 15 : Cartes des bois et des prairies à disposition des joueurs



Annexe 16 : Cartes des altitudes à disposition des joueurs



Annexe 17 : Exemple d'une carte d'exploitation mise à disposition d'un agriculteur (ici le betteravier 1)



Annexe 18 : L'étude hydraulique mise à disposition de l'ABV

RESULTATS DE L'ETUDE HYDRAULIQUE MENEES SUR LE BASSIN VERSANT DE SOUCHVILLE-LES-GRES

RAPPORT FINAL



Rappels des caractéristiques du bassin versant :

- Bassin versant de 675 hectares.
- 15 hectares de bois.
- 90 hectares de prairie.
- Un village situé à l'exutoire du bassin versant.

Etat des lieux :

Sur le bassin versant, on constate une diversité de types d'agriculteurs : élevage, élevage/polyculture, polyculture.

Facteur de contribution au ruissellement :

L'étude des sols a permis de caractériser ces derniers. Il s'agit de sols limoneux à fort potentiel de ruissellement.

La production totale comporte des cultures à risque favorisant fortement le ruissellement : pois, betteraves sucrières, lin, pommes de terre, en été, et chantiers de récoltes de cultures et semis de blé, escourgeon, colza, en hiver.

Diagnostic :

Compte tenu du relief, de l'occupation des sols, des rotations typiques et de l'absence d'ouvrage de lutte sur le bassin versant, les ordres de grandeur de ruissellement potentiel à l'exutoire vont :

- de 30 000 à 100 000 m³ pour l'hiver
- de 2000 à 20 000 m³ pour l'été

Les valeurs minimales correspondent à des données de pluviométrie d'un événement classique de tendance moyen/fort. Les valeurs maximales correspondent à un événement catastrophique de grande ampleur.

Préconisations :

Etant donné les risques potentiels démontrés par l'étude hydraulique et afin de prévenir les cas extrêmes, nous conseillons de prévoir les aménagements suivants :

- Un bassin de rétention de capacité de 15 000 m³ situé suffisamment en amont de la zone urbaine,
- 3 à 5 hectares de bandes enherbées judicieusement placées.

Annexe 19 : Le détail des capacités d'infiltrations des sols suivant leur couverture fourni à l'ABV

Impacts des techniques alternatives

En été

Cultures	CI techniques standards mm/h	CI techniques alternatives mm/h	Impact économique de la technique alternative sur la MB/ha
Lin	5	Pas d'alternative	Pas d'impact
Maïs	10	Binage : 20	-1.07 Ruidor / ha
Betteraves sucrières	5	Binage : 20	-0.95 Ruidor / ha
Pois	2	Non roulé : 5	Pas d'impact
Blé/orge/escourgeon	10	Houe rotative : 20	- 1.7 Ruidor / ha
Colza	20	Pas d'alternative	Pas d'impact
Pommes de terre	2	Micro-barrages : 10	CUMA : 9.7 Ruidors sur une année
Prairie Permanente	50	Pas d'alternative	Pas d'impact
Jachère Prairie	50	Pas d'alternative	Pas d'impact
Jachère énergétique	20	Pas d'alternative	Pas d'impact

En hiver

Cultures	CI techniques standards mm/h	CI techniques alternatives mm/h	Impact économique de la technique alternative sur la MB/ha
Blé/orge/escourgeon	2	Semis plus fin : 5	0
Colza	5	Semis précoce : 10	0
Chantier non déchaumé de céréales/colza	5	cf déchaumages ou CIPAN	cf déchaumages ou CIPAN
Chantier non déchaumé BS/Lin/Pois/Maïs/PDT	2	cf déchaumages ou CIPAN	cf déchaumages ou CIPAN
Déchaumage à disque	--	5	- 0.78 Ruidor / ha
Déchaumage à dent	--	10	- 0.38 Ruidor / ha
Déchaumage à soc	--	20	- 1.18 Ruidor / ha
Prairie Permanente	50	Pas d'alternative	Pas d'impact
Jachère Prairie	50	Pas d'alternative	Pas d'impact
CIPAN	--	20	3.2 Ruidor/ha à financer par l'agriculteur ou potentiellement par la mairie ou l'ABV
Jachère énergétique	5	Pas d'alternative	Pas d'impact

Annexe 20 : Détail du coût de mise en place des bassins de rétention fourni à l'ABV

Coûts des aménagements

Bassin de rétention

Volume bassin (m ³)	Prix du bassin (Ruidors) (sur cette somme 600 Ruidors /ha vont à l'agri pour achat de son terrain)	Coûts entretien (Ruidors/an)	Nombre Pixels	Surface occupée au sol (hectares)	Coûts d'un curage (Ruidors)
800	1 066.7	5.3	1.0	0.04	130.8
1600	2 133.3	10.7	2.0	0.08	210.8
2400	3 200.0	16.0	3.0	0.12	290.8
3200	4 266.7	21.3	4.0	0.16	370.8
4000	5 333.3	26.7	5.0	0.20	450.8
4800	6 400.0	32.0	6.0	0.24	530.8
5600	7 466.7	37.3	7.0	0.28	610.8
6400	8 533.3	42.7	8.0	0.32	690.8
7200	9 600.0	48.0	9.0	0.36	770.8
8000	10 666.7	53.3	10.0	0.40	850.8
8800	11 733.3	58.7	11.0	0.44	930.8
9600	12 800.0	64.0	12.0	0.48	1010.8
10400	13 866.7	69.3	13.0	0.52	1090.8
11200	14 933.3	74.7	14.0	0.56	1170.8
12000	16 000.0	80.0	15.0	0.60	1250.8
12800	17 066.7	85.3	16.0	0.64	1330.8
13600	18 133.3	90.7	17.0	0.68	1410.8
14400	19 200.0	96.0	18.0	0.72	1490.8
15200	20 266.7	101.3	19.0	0.76	1570.8
16000	21 333.3	106.7	20.0	0.80	1650.8
16800	22 400.0	112.0	21.0	0.84	1730.8

Annexe 21 : Détail du coût des aménagements de bandes enherbées fourni à l'ABV

		Achat	Convention
Surface bandes enherbées (m ²)	Nombre de Pixels	Prix selon la surface (base 633 Ruidors/ha). 600 Ruidors/ha vont à l'agriculteur, le reste correspond à la mise en place de la bande enherbée.	A négocier avec l'agriculteur. La convention doit prendre en compte l'installation de la BE 31.5 R/ha et un entretien 6R/ha/an + compensation de perte de marge brute) Les valeurs indicatives ci-dessous correspondent à une convention de 36 Ruidor/ha/an + 31.5 R / ha d'installation la 1 ère année
400	1	25.3	1.44 + 31.5/ha la 1ère année
800	2	50.6	2.88 + 31.5/ha la 1ère année
1200	3	76.0	4.32 + 31.5/ha la 1ère année
1600	4	101.3	5.76 + 31.5/ha la 1ère année
2000	5	126.6	7.2 + 31.5/ha la 1ère année
2400	6	151.9	8.64 + 31.5/ha la 1ère année
2800	7	177.2	10.08 + 31.5/ha la 1ère année
3200	8	202.6	11.52 + 31.5/ha la 1ère année
3600	9	227.9	12.96 + 31.5/ha la 1ère année
4000	10	253.2	14.4 + 31.5/ha la 1ère année
4400	11	278.5	15.84 + 31.5/ha la 1ère année
4800	12	303.8	17.28 + 31.5/ha la 1ère année
5200	13	329.2	18.72 + 31.5/ha la 1ère année
5600	14	354.5	20.16 + 31.5/ha la 1ère année
6000	15	379.8	21.6 + 31.5/ha la 1ère année
6400	16	405.1	23.04 + 31.5/ha la 1ère année
6800	17	430.4	24.48 + 31.5/ha la 1ère année
7200	18	455.8	25.92 + 31.5/ha la 1ère année
7600	19	481.1	27.36 + 31.5/ha la 1ère année
8000	20	506.4	28.8 + 31.5/ha la 1ère année
8400	21	531.7	30.24 + 31.5/ha la 1ère année
8800	22	557.0	31.68 + 31.5/ha la 1ère année
9200	23	582.4	33.12 + 31.5/ha la 1ère année
9600	24	607.7	34.56 + 31.5/ha la 1ère année
10000	25	633.0	36 + 31.5/ha la 1ère année
10400	26	658.3	37.44 + 31.5/ha la 1ère année
10800	27	683.6	38.88 + 31.5/ha la 1ère année
11200	28	709.0	40.32 + 31.5/ha la 1ère année
11600	29	734.3	41.76 + 31.5/ha la 1ère année
12000	30	759.6	43.2 + 31.5/ha la 1ère année
12400	31	784.9	44.64 + 31.5/ha la 1ère année
12800	32	810.2	46.08 + 31.5/ha la 1ère année
13200	33	835.6	47.52 + 31.5/ha la 1ère année
13600	34	860.9	48.96 + 31.5/ha la 1ère année
14000	35	886.2	50.4 + 31.5/ha la 1ère année
14400	36	911.5	51.84 + 31.5/ha la 1ère année
14800	37	936.8	53.28 + 31.5/ha la 1ère année
15200	38	962.2	54.72 + 31.5/ha la 1ère année
15600	39	987.5	56.16 + 31.5/ha la 1ère année
16000	40	1012.8	57.6 + 31.5/ha la 1ère année
16400	41	1038.1	59.04 + 31.5/ha la 1ère année
16800	42	1063.4	60.48 + 31.5/ha la 1ère année
17200	43	1088.8	61.92 + 31.5/ha la 1ère année
17600	44	1114.1	63.36 + 31.5/ha la 1ère année

Annexe 22 : Mémoire bibliographique

AGROPARISTECH (Etablissement issu du rapprochement de l'INA P-G,
l'ENSIA et l'ENGREF)

En cohabilitation avec

Le MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Et l'UNIVERSITE PARIS VII DENIS DIDEROT

Stage de fin d'étude du MASTER 2 recherche EMTS

Environnement, Milieux, Techniques, Sociétés ; parcours Développement
Durable et Agricultures.

RuisselErosif, un outil d'aide à la concertation locale pour la
gestion du ruissellement érosif en bassin versant :

Quels modes de concertation pour la négociation et
l'émergence d'actions ?

Illustration avec la construction d'un Jeu de rôles.

Mémoire bibliographique
préparatoire à la réalisation du stage

Maître de stage : Véronique Souchère,
UMR SAD APT, INRA Grignon

Tuteur de stage : Jean Lossouarn (INA P-G)

Année 2006-2007

Laurent MILLAIR



Institut National de la Recherche Agronomique



Introduction.....	101
I. Le ruissellement érosif : principes de formation, étendue du problème en Pays de Caux.	104
1. Processus de formation du ruissellement érosif	104
2. Principales conséquences du ruissellement érosif.....	105
3. Principales techniques de limitation du ruissellement érosif	106
II. La démarche de modélisation d'accompagnement pour une gestion concertée des problèmes rencontrés.....	108
1. Une posture scientifique pour prendre en compte la gestion des ressources renouvelables.....	108
2. Une démarche commune pour des retombées significatives	108
3. Le recours à la modélisation et les systèmes Multi-Agents	109
4. Le jeu de rôles : application du modèle ou phase préparatoire de modélisation.....	110
III. Etat des lieux du travail accompli en démarche ComMod, vis-à-vis de la maîtrise du ruissellement érosif en Pays de Caux.	111
1. STREAM : modèle d'érosion et de ruissellement, base des travaux	111
2. RuisselErosif : un Système Multi-Agents, support du futur jeu de rôles.....	112
IV. Le jeu de rôles comme outil d'aide à la négociation et à la concertation : apprendre pour agir.	113
1. Les fondements du jeu de rôles	113
2. Principes de concertation et de négociation	114
3. Le JDR par rapport à quelques théories	115
4. Apports fondamentaux des jeux de rôles	116
5. Construction d'un Jeu de Rôle : quelle procédure et quelles formes pour celui-ci ?.	117
6. Quels facteurs peuvent influencer le JDR ?	120
7. Comment analyser l'efficacité du JDR	121
V. Bilan des apports de la recherche bibliographique, réflexion suscitée, objectifs de recherche.	122
Bibliographie.....	124
Bibliographie consultée mais non citée	130

Introduction

Le phénomène d'érosion hydrique est étudié dans les plaines limoneuses du Nord-ouest de l'Europe (et notamment en Pays de Caux) depuis plus d'une trentaine d'années. Aujourd'hui, le processus de ruissellement ainsi que ses conséquences (inondations, transports de terre et érosion) sont bien connus (Auzet et al., 1990 ; Martin, 1997 ; Delahaye & Hauchard, 1998 ; Cerdan, 2001 ; Cerdan et al., 2002a ; ...). Si les aménagements hydrauliques constituent une réponse efficace à la gestion du surplus d'eau, il est apparu comme nécessaire de s'interroger sur les facteurs de contribution au ruissellement. Les recherches se sont portées naturellement vers les techniques culturales et les pratiques humaines pouvant favoriser-ou à l'inverse réduire- le ruissellement érosif en bassin versant (Boiffin et al., 1988 ; Ouvry, 1990 ; Gallien et al., 1995 ; Martin, 1999 ; Souchère et al., 1998 ; 2003a ; Joannon, 2004 ; Le Bissonnais et al., 2005).

D'après Bousquet et al. (2001), l'étude de la gestion des ressources renouvelables, des interactions entre sociétés et environnement, bénéficie, depuis plus d'une dizaine d'années, de progrès significatifs dans la simulation et l'élaboration d'outils informatiques de modélisation. Il n'est donc pas étonnant que, bénéficiant de connaissances de plus en plus pointues sur le phénomène de ruissellement érosif, plusieurs chercheurs se soient consacrés au développement de modèles d'érosion (comprenant par la même un module de ruissellement). Parmi les modèles les plus récents, développés à l'échelle du bassin versant, on trouve LISEM (De Roo et al., 1996), STREAM (Cerdan et al., 2002b) et RuiCells (automate cellulaire développé par Langlois et Delahaye, 2002). Cette liste non exhaustive (et ne contenant pas les modèles développés à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation) montre l'intérêt profond pour un phénomène qui, encore aujourd'hui, entraîne de sévères conséquences, que ce soit pour les agriculteurs (ravines, perte de terre, perte de récoltes) ou pour les habitants du bassin versant (inondations, coulées boueuses sur les infrastructures...).

La modélisation se révèle très efficace pour l'élaboration de scénarios ainsi que pour le test de pratiques innovantes (par exemple la modification d'assolements à l'échelle de tout un bassin). Elle permet de visualiser l'impact de différents choix sans comporter les inconvénients d'un test grandeur nature (risques inhérents aux pratiques). Il est par ailleurs très facile de s'affranchir de la barrière temporelle pour noter les effets d'une pratique, la modélisation permettant une visualisation sur plusieurs années en l'espace de quelques minutes. Enfin, les effets positifs du changement sont très souvent difficilement quantifiables par les acteurs eux-mêmes. L'impact des nouvelles pratiques paraît infime par rapport aux efforts qu'elles impliquent. La modélisation (au travers des scénarios) permet effectivement de chiffrer les effets : il est alors aisé de mesurer les conséquences de ses actions et de ses bonnes pratiques.

A l'issue de ces constats, il semble que la communauté scientifique et les acteurs de terrains disposent de l'ensemble des outils nécessaires à la prise en main du problème et à son règlement. Or, force est de constater qu'il existe encore des épisodes sérieux de ruissellement érosif (notamment en Pays de Caux). Si ceci est en partie dû au caractère non prévisible des événements climatiques à l'origine des catastrophes, il semble intéressant de constater aussi que l'acceptation du changement est le levier majeur de l'action. En effet, la limitation du ruissellement érosif implique des nouvelles façons de concevoir l'assolement, ainsi que les pratiques culturales. Or, ces nouvelles visions, ces nouvelles techniques sont encore trop jeunes pour s'imposer d'elles-mêmes. Il est toujours difficile de rompre avec les traditions.

Si le ruissellement en tant que phénomène est aujourd'hui maîtrisable grâce aux acquis scientifiques, c'est bien vers la légitimité des solutions proposées que la recherche se tourne maintenant. Il devient capital de travailler sur la négociation et la concertation comme préludes à l'acceptation des actions menées par la suite.

Il apparaît donc de plus en plus clair que les acteurs ont besoin de se placer dans une logique « bottom up » où les solutions émergent d'elles-mêmes grâce au concours des scientifiques, plutôt que dans une logique « top-down » où des propositions pointues sont faites par les scientifiques, mais où ces dernières ne font pas forcément sens pour toutes les parties prenantes.

La nature circulante de l'eau fait nécessairement apparaître le besoin d'une gestion collective du problème. L'eau ne s'arrête pas à la parcelle ni à l'exploitation. Dans un bassin versant, chaque agriculteur contribue au ruissellement. Tout exploitant subit le ruissellement des parcelles en amont des siennes et toutes ses parcelles impactent de la même manière les terres en aval. Néanmoins, la vision classique et naturelle des acteurs se limite bien trop souvent à l'échelle individuelle. La vision plus globale du problème (toujours articulée avec l'échelle locale) est la base même de la gestion patrimoniale. Cette gestion implique une prise de conscience d'un problème commun dont les causes et les conséquences concernent une multitude d'acteurs, tous responsables à l'échelle locale et globale. Elle prévoit la rencontre des acteurs pour un partage des perceptions du problème ainsi que l'identification des demandes communes par rapport à des éléments matériels et immatériels faisant sens pour tous : le patrimoine (Ollagnon, 1987). Au final, la négociation entre les acteurs doit mener à un accord sur les objectifs poursuivis collectivement ainsi que sur les manières d'y parvenir.

Cette approche se heurte à une contradiction essentielle : le système d'action utilisé pour résoudre le problème est celui qui porte en lui les causes du problème et/ou l'impuissance à résoudre ce dernier. La démarche patrimoniale propose de résoudre ce point crucial par une meilleure communication, une meilleure coordination entre acteurs, voir la création de nouvelles institutions. Il serait pourtant préférable de raisonner sur un changement du système de gestion (et sur les conditions de ce changement) ; l'amélioration de la coordination et de la collaboration n'étant qu'une partie de ce changement (d'après Mermet et al., 2005a).

Dans notre cas il s'agit d'une prise en main, par les agriculteurs, du problème de ruissellement érosif. Le changement du système de gestion est en fait un élargissement de celui existant, plus axé sur la maîtrise des causes du ruissellement et non plus que sur la maîtrise des conséquences (surplus de volume à canaliser et stocker).

C'est pourquoi dans le cadre de ce stage nous avons opté pour une démarche proche de celle de la gestion patrimoniale, mais reposant sur une méthodologie tout à fait différente. La démarche ComMod (Companion Modelling) repose sur une volonté particulière : celle de travailler au plus proche des acteurs de terrain afin de construire collectivement des outils (modèles, Systèmes Multi-Agents, jeux de rôles) ou des réflexions faisant sens pour tous. Le parti pris est celui de se positionner en tant qu'accompagnateur des acteurs de terrain, et d'aider de manière concrète ceux-ci à disposer d'outils correspondant à leurs attentes et leurs besoins. Ce stage s'inscrit dans la seconde partie de la démarche : celle de la co-construction d'un jeu de rôles.

Si la démarche est encore peu classique en agronomie, l'utilisation de jeu de rôles pour la concertation et la négociation est néanmoins déjà fortement répandue. Ses apports en sociologie, thérapie (Moreno, 1923), études des politiques (Mermet, 1991), économie et management/négociation (Usunier, 2005) sont nombreux.

Dans notre cas le jeu de rôles a une portée tout autre que celle des RPG (Role Playing Game) connus du grand public. L'objectif scientifique n'étant, bien entendu, pas d'ordre ludique, il n'en reste pas moins que le jeu de rôles scientifique (appelons-le ainsi) est construit sur les mêmes bases que ses cousins « Wargames » (jeu de guerres), « Boardgames » (jeu de plateau), « Fantasy Role Playing Game » (jeux de rôle fantastiques). Le point central étant la construction d'un univers dans lequel le joueur endosse un rôle qu'il tiendra jusqu'à la fin de la partie. Le joueur est soumis à certaines règles mais dispose d'une liberté suffisante pour rendre toute prédiction du déroulement du jeu impossible.

Le jeu de rôles scientifique le plus connu à travers le monde, traitant d'une gestion de ressource renouvelable, est « Fishbanks » développé par Meadows et Meadows (1993). C'est l'un des premiers jeux de rôles utilisant un modèle de prédiction (évolution du stock de poisson) comme support principal. Les jeux de rôles développés dans les années suivantes et dans le cadre de la démarche ComMod reprennent ce principe. C'est dans cette droite lignée que nous comptons construire ce jeu de rôles sur la maîtrise du ruissellement érosif en bassin versant.

L'objectif de ce mémoire bibliographique est donc de faire le point sur les différentes thématiques en lien direct avec la construction d'un jeu de rôles autour du problème de ruissellement érosif.

Dans un premier temps, l'accent sera mis sur le processus de ruissellement érosif et notamment sur son importance en Pays de Caux, région choisie comme cadre de travail pour le stage. La réflexion sur le jeu de rôles à l'occasion de ce stage, s'inscrivant dans une démarche de recherche particulière, il nous a cru bon de préciser la méthode, la philosophie et les objectifs préconisés dans le cadre de la modélisation d'accompagnement, dite démarche ComMod (*pour Companion Modelling*). A l'issue de ces recherches, il nous a paru essentiel de faire un état des lieux, à partir de la bibliographie disponible, des travaux menés en amont de notre stage. Ce dernier étant censé poursuivre la réflexion jusqu'alors menée, il semblait indispensable de faire le point sur les acquis, les interrogations suscitées et les objectifs poursuivis afin de mieux cerner notre question de recherche et la méthodologie à développer pour y répondre. Le jeu de rôles étant au centre de notre travail, la quatrième partie de ce mémoire est entièrement consacrée aux théories en lien avec celui-ci. Afin de mieux aborder ce concept complexe de jeu, utilisé pour faire naître la concertation et l'émergence d'actions par la négociation, il était nécessaire de disposer des principales réflexions sociologiques sur ce dernier. Dans la dernière partie, nous dresserons le bilan de ce mémoire bibliographique et présenterons les interrogations et les hypothèses suscitées par ce travail, prélude indispensable à la réalisation du stage qui fera l'objet d'un mémoire.

I. Le ruissellement érosif : principes de formation, étendue du problème en Pays de Caux.

Si le Pays de Caux attire autant de chercheurs depuis plusieurs dizaines d'années, c'est en raison des épisodes sévères d'érosion qui s'y produisent, notamment après d'intenses pluies au printemps ou après des pluies plus modérées mais plus longues en hiver (Boiffin & al. 1988, Delahaye & al. 1999)

1. Processus de formation du ruissellement érosif

Le phénomène d'érosion hydrique est généralement présenté comme la résultante de facteurs à la fois physiques, biologiques et anthropiques.

Le ruissellement est un processus naissant de l'incapacité d'un sol à absorber tout ou partie des eaux de pluie. Si le surplus d'eau est dû à une insuffisance de la capacité d'infiltration du sol par rapport à la quantité d'eau on qualifie le ruissellement d'hortonien. Si le surplus est dû à une saturation partielle ou totale du sol par une nappe on parle de ruissellement par saturation (Le Bissonnais et al., 2002). Le ruissellement est donc caractérisé essentiellement par un transport d'eau restée en surface. Le ruissellement érosif ajoute la notion d'érosion au phénomène.

L'érosion hydrique en bassin versant naît d'un jeu complexe entre intensité pluviale, état de surface du sol et topographie générale du bassin. (Boiffin et al., 1988, Auzet et al., 1990). Trois mécanismes majeurs interviennent dans le processus d'érosion hydrique : l'arrachage de particules de terres, le transport de particules en solution et finalement le dépôt des sédiments.

L'arrachage des particules de terre est dû à l'énergie cinétique des gouttes de pluies lors de leur impact avec le sol (plus les gouttes sont grosses et ont une vitesse élevée, plus leur énergie cinétique sera élevée). En frappant le sol, les gouttes d'eau brisent les mottes et les agrégats de terre. Le déplacement de l'eau, par ailleurs, contribue aussi à l'arrachage de particules de terre par la force de cisaillement (dépendant de la vitesse d'écoulement).

Le transport de terre se fait donc parallèlement sous deux formes. Suite à l'impact des gouttes d'eau, des particules de terre peuvent être projetées sur de faibles distances autour de l'impact, il s'agit de l'effet « splash » (Nearing & Bardford, 1985). Mais la majeure partie du transport se fait par écoulement de l'eau à la faveur des pentes. Le ruissellement qui s'opère alors, présente deux modalités de déplacement : un déplacement diffus (la masse d'eau est répartie de manière uniforme à la surface), on parle alors d'érosion diffuse (Auzet, 1990), ou un déplacement concentré dans des rigoles ou des talwegs, on parle alors d'érosion linéaire.

A la faveur du relief rencontré, l'eau peut poursuivre son écoulement ou au contraire être stoppée. Il peut s'opérer alors à la faveur d'une eau stagnante, la sédimentation des particules de terre jusqu'alors transportées.

Parallèlement à la genèse de l'érosion par effet « splash », la pluie modifie aussi fortement l'état de surface du sol. Progressivement, la structure fragmentaire et poreuse disparaît au profit d'une structure lisse et compacte appelée : « croûte de battance ». En effet la désagrégation opérée par les gouttes de pluie des mottes de terre conduit au comblement progressif des pores du sol. L'infiltrabilité baissant, l'eau a tendance à ruisseler plus fortement, effaçant ainsi les dernières rugosités présentes. Le processus de sédimentation issu de la formation de flaques d'eau à la surface (l'infiltrabilité ayant diminué), augmente la taille de la croûte, renforçant ainsi son imperméabilité (Boiffin, 1984).

Les sols les plus rencontrés en Haute-Normandie sont de type limoneux profond. Leur fertilité est très propice à l'agriculture mais leur structure les rend très sensibles au climat et au ruissellement. L'horizon textural de ceux –ci : Argiles 11.5/14 %, limons 60/62 % et sables 25/28 %, montre une très forte instabilité (Eimberck, 1989-90), qui ne peut que contribuer à l'efficacité érosive du phénomène. Malgré une topographie modérée, ces sols sont, par conséquent, sujets à l'érosion et génèrent des coulées boueuses encore fréquemment (source : Inspection générale de l'environnement). Le ruissellement érosif reste donc encore un problème majeur en Seine-Normandie mobilisant un très grand nombre d'acteurs.

Si certains aspects physiques contribuent à l'accentuation du phénomène de ruissellement (fortes pentes, sols peu stables et peu résistants à la fragmentation, sols à faible capacité d'infiltration, fortes pluies), nombreux sont les impacts anthropiques créant des conditions favorables au ruissellement. Les activités humaines et principalement l'activité agricole contribuent parfois grandement au renforcement du phénomène. D'après Le Bissonnais et al. (2002), en régions de grandes cultures, on peut identifier sept causes anthropiques majeures favorisant le ruissellement.

- La disparition d'éléments structurant du paysage, tels haies, talus, fossés ainsi que les mares, conduit à l'ouverture de l'espace et à l'absence obstacles naturels au ruissellement (barrières physiques naturelles et/ou canalisatrices favorisant de plus l'infiltration).
- L'augmentation de la taille des parcelles (favorisant l'aspect évoqué précédemment) contribue à un volume ruisselé plus fort et moins facilement absorbable en bout de champ.
- La concentration d'une même culture sur un ensemble de parcelles attenantes conduit à une homogénéisation du sol propice à une érosion plus forte.
- L'évolution des systèmes agraires vers de moins en moins de prairies permanentes supprime des parcelles qui jouaient un rôle tampon fondamental.
- Les techniques culturales actuellement plébiscitées par les agriculteurs conduisent en général à une terre fine plus sensible à la battance et à un sol tassé fortement par endroit (dû à une multiplication des passages).
- On constate aussi des pertes de stabilité du sol par réduction de la teneur en matière organique (qui confère normalement plus de résistance à l'effet « splash »).
- Enfin, l'imperméabilisation des sols due à une urbanisation croissante contribue à l'accentuation du phénomène.

2. Principales conséquences du ruissellement érosif

Les conséquences catastrophiques pour l'homme du phénomène sont liées en fait aux trois mécanismes majeurs présentés précédemment.

Pour les agriculteurs, le départ de terre est la conséquence qui impacte directement leur exploitation. Les pertes de terre dues à l'arrachage et au transport peuvent s'élever jusqu'à plusieurs m³ par hectare et par an, ce qui suivant la densité moyenne, représente plusieurs dizaines de tonnes par hectare et par an (d'après Joannon, 2004, s'appuyant sur des études menées dans plusieurs pays d'Europe). Le même ordre de grandeur était déjà avancé par Bolline (1975). L'impact serait, alors, d'une perte de quelques millimètres de terre par an, au maximum. Dans le cas du Pays de Caux, où les couches de limons sont épaisses, l'impact est faible à l'échelle d'une génération. Celui-ci pourrait se révéler plus problématique si l'on regarde à plus long terme. Parallèlement, il faut noter que les pertes de terre ne sont pas toujours localisées de manière homogène sur la parcelle. Ainsi, le ruissellement peut être à l'origine de l'apparition de ravines dans les parcelles. Leur taille peut varier du centimètre au mètre. Suivant leur importance, les ravines vont plus ou moins poser des problèmes aux agriculteurs. Elles peuvent se révéler être une gêne pour le passage des engins agricoles

(mauvais travail de la terre, de l'épandage, fragilisation du matériel) et même couper une parcelle en deux, obligeant l'exploitant à fractionner son champ en deux parties (Joannon, 2004).

Le déplacement de terre par des masses d'eau en forte quantité peut aussi avoir des conséquences sur les champs traversés. Il est possible de constater une destruction des semis, l'arrachage de plants ou le recouvrement de jeunes pousses par la boue (Le Bissonnais et al., 2002). Les conséquences, plus en aval et surtout dans les zones urbanisées sont néanmoins plus impressionnantes. Des coulées de boue de grande ampleur, après concentration à la faveur du relief, peuvent recouvrir des infrastructures de communication et endommager des bâtiments. Si l'eau ne transporte pas de terre, les épisodes d'inondations n'en sont pas moins dangereux et ne provoquent pas moins de dégâts. Malheureusement, ces catastrophes conduisent parfois à la mort de personnes (Direction Régionale de l'Environnement de Haute Normandie, 2005).

D'autre part, si le ruissellement permet un transport de particules de terre, il convoie de la même manière les produits phytosanitaires répandus dans les champs. L'exportation des molécules dépend de la solubilité du produit et du pas de temps entre le traitement et le premier épisode pluvieux (Lecomte et al., 1997). Les exportations peuvent aussi bien avoir lieu à l'échelle de la parcelle qu'à l'échelle du bassin versant. Les pollutions engendrées entraînent ainsi des conséquences importantes sur la qualité des eaux de surface. Les eaux souterraines sont aussi potentiellement menacées, à la faveur de bétoires¹ ou de marnières². Par ailleurs, l'entraînement de terre dans l'eau conduit à une hausse de turbidité des eaux de surface et à un renforcement de l'eutrophisation des milieux aquatiques par les produits fertilisants (Le Bissonnais et al., 2002).

3. Principales techniques de limitation du ruissellement érosif

Dans la lutte contre le ruissellement érosif deux visions principales regroupent les actions menées. L'une est curative, l'autre préventive. La solution « hydraulique » se place du côté de la prise en charge du surplus d'eau et de terre (solution curative), la solution « agronomique » du côté du développement des pratiques limitant les quantités ruisselantes (solution préventive). Loin de s'exclure ces deux visions sont largement complémentaires dans la lutte contre le ruissellement érosif.

La prise en charge des masses d'eau et de terres ruisselantes passe par la construction d'ouvrages de stockage (permanent ou temporaire) ou de canalisation du flux.

Les bassins de rétention sont les ouvrages majeurs de cette lutte. Leur capacité de stockage varie grandement selon les besoins mais aussi selon les budgets des communes, le prix du m³ de stockage variant de 15 à 30 € (d'après Ouvry, cité par Joannon, 2004). Si cette solution est très puissante en termes d'absorption du surplus d'eau, elle n'est néanmoins pas éternelle : la sédimentation qui s'y opère affecte l'efficacité de l'ouvrage et génère des coûts d'entretien élevés. Dans une logique de canalisation de l'eau, les passages busés (permettant d'éviter les voiries) et les canalisations à ciel ouvert permettent de maîtriser la circulation du flux (il faut néanmoins prévoir des collecteurs du volume acheminé) (Le Bissonnais et al., 2002). Ces

¹ Une bétoire est une zone naturelle de communication directe entre la surface et le réseau karstique sous-jacent ; c'est en fait un point naturel de pénétration rapide des eaux de ruissellement vers les eaux souterraines. La formation d'une bétoire fait intervenir deux types de processus : des processus chimiques (dissolution de la craie) et des processus physiques (fracturation et détente de la roche).

² Les marnières sont des anciens sites d'extraction de la marne composés d'un réseau horizontal de galeries souterraines. A la fermeture ces galeries ont été plus ou moins bien comblées et les pluies et les phénomènes d'érosion conduisent parfois aux effondrements de celles-ci.

ouvrages sont aussi déclinés sous des versions plus naturelles : les mares et retenues permettent aussi de stocker les surplus d'eau. La mise en place de celles-ci fait partie aussi d'une volonté de réintégrer des éléments du paysage qui avaient été peu à peu supprimés. Les haies, les talus et fossés agissent à la fois comme barrière physique mais aussi comme lieu d'infiltration privilégié. Deux autres techniques consistent à réaliser du stockage temporaire voir même à réduire simplement le débit du ruissellement. Les fascines (ballots de pailles disposés perpendiculairement à la pente en limite de parcelle) agissent comme des mini barrages provisoires (la paille ne tient pas plus de 3 ans) pouvant laisser s'écouler progressivement le volume d'eau retenu. Des plis installés en travers d'un talweg retiennent une certaine quantité d'eau et se contentent de déborder quand la capacité totale est atteinte.

Afin de limiter le ruissellement qui s'opère dans les parcelles agricoles il est possible d'intervenir à plusieurs échelles. Gallien et al., (1995) ont montré que les jachères (de type trèfle/ray-grass ou moutarde) pouvaient réduire d'un facteur 20 à un facteur 100 l'érosion s'opérant sur une parcelle. Le ruissellement étant lui divisé par un facteur 3. Les prairies et bandes enherbées relèvent de la même dynamique (Van Dijk et al., 1996). Disposées efficacement dans le bassin versant (par exemple dans les talwegs), elles peuvent contribuer à une réduction nette du ruissellement. Leur efficacité est optimisée si le travail de la parcelle est effectué perpendiculairement à la bande enherbée et qu'aucune fourrière ne s'intercale entre celle-ci et le champ (Auzet, 1990). La réalisation de bandes tassées dans les talwegs à la place de bandes enherbées contribue aussi à la réduction du ruissellement érosif (par augmentation de la résistance du sol).

A l'échelle d'une exploitation complète, Martin et al. (1998) ont montré qu'il était envisageable de penser des successions différentes de culture ayant des effets variables sur le ruissellement. L'objectif est, dans ce cas, de réussir à placer les cultures peu ruisselantes en amont et les autres en aval. Ceux-ci s'appuyaient d'ailleurs sur une étude de Papy et Boiffin (1988), cherchant à élaborer des successions de cultures contribuant le plus faiblement au ruissellement, ainsi qu'un assolement évitant la concentration de cultures ruisselantes en un même bloc. L'idée est d'ailleurs envisageable au niveau d'un bassin versant (concertation et partage d'assolements entre agriculteurs) pour limiter les phénomènes évoqués précédemment. Néanmoins, il faut aussi tenir compte des réalités et des contraintes des exploitations, constituant des freins parfois très puissants à ces modifications, comme le souligne Joannon (2004).

Les techniques culturales jouent par ailleurs un rôle important. L'utilisation d'intercultures dans l'assolement annuel permet d'éviter de laisser au printemps ou en hiver (suivant les cultures) des sols nus beaucoup plus sujets au ruissellement. Le couvert végétal améliore dans ce cas la capacité d'infiltration et de rétention d'eau superficielle des terres qui auraient été sujettes à la battance. De Ploey (1989) préconise largement l'utilisation de techniques culturales simplifiées (TCS), pour limiter l'érosion. Néanmoins il semble que ces techniques présentent un effet variable sur le ruissellement (pouvant parfois engendrer un surplus). L'étendue de ces techniques est vaste : certaines reposent sur un travail du sol nul ou quasi nul (semis direct dans des résidus de culture ou dans un couvert végétal), d'autres s'appuient sur plusieurs travaux du sol avant le semis. Par ailleurs, il existe aussi la possibilité d'augmenter la rugosité et la porosité du sol. Ouvry (1990) a démontré qu'un binage de culture sarclée pouvait réduire le ruissellement d'un facteur 7 à 20. Le Bissonnais et al. (2002) indiquent que les déchaumages peuvent être réalisés « *de façon à donner des surfaces rugueuses qui augmentent la capacité d'infiltration et de stockage du sol et retardent ainsi l'apparition du ruissellement.* »

Enfin, l'installation d'un réseau de drainage (tuyaux enterrés) dans les parcelles peut largement contribuer à la réduction du ruissellement. Augeard et al. (2005) ont montré que sur sols limoneux (2 étude de cas), le rapport du volume ruisselé par rapport au volume des

précipitations était de 6 à 12 % en parcelle drainée contre 70 à 80 % en parcelle non drainée. Le drainage présente néanmoins des limites et reste inefficace contre certains événements intenses.

Car en effet, le climat reste parfois maître en dépit des efforts développés. Le département de Seine-Maritime est soumis à un climat tempéré océanique. Les précipitations sur l'ensemble du département sont significatives (entre 700 et 1000 mm annuellement) mais le Pays de Caux y tient une place particulière avec 1100 à 1200 mm par an. Les précipitations semblent être plus prononcées en automne et hiver (longues périodes de pluie), mais les épisodes les plus intenses (orages) apparaissent surtout au printemps et en été (source : Météo France). Ceux sont ces derniers qui parfois peuvent se révéler très dangereux, imprévisibles et non maîtrisables.

Hypothèse : nous faisons l'hypothèse qu'il existe suffisamment de connaissances, de compréhension du phénomène et de moyens de lutte pour envisager une simulation et l'organisation d'un jeu de rôles. Nous considérons aussi que le problème fait suffisamment sens pour les acteurs pour être étudié.

II. La démarche de modélisation d'accompagnement pour une gestion concertée des problèmes rencontrés.

1. Une posture scientifique pour prendre en compte la gestion des ressources renouvelables

En 2003, un groupe de chercheurs a posé les bases d'une nouvelle charte : ComMod (pour Companion Modelling). Celle-ci a pour fonction de définir une posture commune vis-à-vis de programmes de recherche sur la gestion des ressources durables.

Le premier objectif de cette charte est de définir clairement une posture respectée par tous les signataires. Menant des recherches, dites impliquées, les chercheurs reconnaissent la multiplicité des points de vue sur un même sujet comportant, par la même, une incertitude dans la situation de décision (Collectif ComMod, 2005). Le postulat est donc, à l'occasion de tout programme de recherche, de soumettre à la critique des acteurs de terrain, toute hypothèse de travail et de ne conserver aucune hypothèse implicite, d'être conscient de l'impact du processus de recherche sur le terrain et de prévoir une phase de validation de la démarche.

« *L'objectif général de ComMod est de faciliter le dialogue, le partage de connaissances et la décision collective par une recherche impliquée et interdisciplinaire afin de renforcer la capacité de gestion des communautés locales* » (Gurung et al., 2006). Ces principes et objectifs découlent de différentes approches développées dans les dernières années : la gestion adaptative (les écosystèmes étant en perpétuelle évolution, leur gestion doit être flexible et variée), la co-gestion (un groupe d'acteurs partage autorité et responsabilité de la gestion), la gestion patrimoniale (contribution à la compréhension et aux pratiques de co-gestion), (Collectif ComMod, 2006).

2. Une démarche commune pour des retombées significatives

Toute la démarche est construite autour d'un projet : la construction d'une représentation commune du système à gérer. La démarche vise à rendre cette construction collective, itérative et continue. Celle-ci est donc faite de cycles successifs : conception des outils de

réflexion, phase de terrain et validation auprès des acteurs locaux confrontés aux avancées et aux hypothèses développées (Barnaud et al., 2005). C'est ainsi que la démarche est adaptée aux systèmes complexes étudiés : elle est par nature flexible et adaptative au contexte, aux suggestions et programmes des parties prenantes (Barnaud et al., 2006c).

Les visées de cette démarche peuvent prendre deux voies différentes. Dans certains cas, on se placera plutôt dans une logique de production de connaissances en cherchant à comprendre au mieux les dynamiques en jeu et les processus à l'origine. Ceci se fait au travers d'une relation particulière aux acteurs et au terrain. Dans d'autres cas, la recherche portera plus sur les modes possibles de concertation et de négociation pour la décision collective, afin de prendre en charge la gestion des systèmes étudiés (Collectif ComMod, 2005).

Dans tous les cas, l'impact sur les acteurs locaux est important et peut prendre des formes diverses. Parfois, la démarche aura contribué à la modification des perceptions des acteurs du problème. Certaines fois elle aura changé leur façon d'interagir, voir même leur façon d'agir (nouvelles solutions émergentes). Il n'est pas exclu non plus que la démarche modifie ces trois aspects à la fois. A l'issue de cette expérience, la vision partagée et émergente peut servir de support facilitateur à la coordination et la négociation afin d'améliorer la gestion effective par le groupe d'acteurs (Trebuil et al., 2003).

D'après Barnaud et al., (2006e) le jeu de rôles et la démarche ComMod peuvent aller même jusqu'à la création de nouvelles institutions (on entend ici par création, l'idée d'une construction des règles, des objectifs et des moyens de la nouvelle institution, et non pas sa création effective). Ceci ne se faisant que par l'agrément de tous, et restant fragile vis-à-vis de certains acteurs capables d'outrepasser les règles, même si les relations s'en trouvent dégradées par la suite.

3. Le recours à la modélisation et les systèmes Multi-Agents

Pour la représentation de systèmes complexes, la démarche du collectif ComMod s'appuie sur la modélisation et plus particulièrement sur l'outil des Systèmes Multi-Agents (SMA).

A l'origine, les SMA sont nés d'une rencontre entre sciences de l'informatique et de l'intelligence artificielle. « *On appelle agent une entité informatique (un processus), située dans un environnement (réel ou virtuel), plongée dans une structure sociale et qui est capable d'agir dans son environnement, percevoir et partiellement se représenter son environnement (et les autres), communiquer directement ou indirectement avec d'autres agents, qui est mue par des tendances internes (buts, recherche de satisfaction, "drives", utilité), capable de se conserver et se reproduire et qui présente un comportement autonome qui est la conséquence de ses perceptions, de ses représentations et de ses communications* » (Ferber, 2006).

Un système Multi-Agents regroupe donc plusieurs agents, évoluant dans un environnement, possédant des objectifs précis et une connaissance partielle du SMA (par exemple il peut ne pas connaître les objectifs des autres agents). Chaque agent a une perception propre des objets de l'environnement ; ses actions et sa communication avec les autres agents dépendent en partie de ces perceptions.

D'après Jarras & Chaib-draa (2002), les SMA sont des systèmes idéaux pour représenter des problèmes possédant de multiples méthodes de résolution, de multiples perspectives et/ou de multiples solveurs. Ce qui correspond effectivement aux problèmes de gestion des ressources renouvelables.

Dans leur construction de la démarche de modélisation d'accompagnement, Bousquet et al. (1996) ont posé le problème de la simulation et de la prédiction. A long terme, l'objectif du SMA est de simuler un système complexe et par simulation itérative de formuler des scénarios probables d'évolution. Ils ont identifié pour cela les trois étapes nécessaires à la modélisation et au recours aux SMA. Pour la construction du monde artificiel, il faut mener

les travaux de terrain et de modélisation en parallèle. L'enrichissement constant se fait par les apports du terrain sans pour autant signifier plus de complexité. Le SMA doit viser la simplification pour se concentrer sur les représentations, les interactions et les contrôles qui font sens. Le modèle créé à l'issue de cette phase doit être testé avec des agents réels (les acteurs locaux) ; le jeu de rôles semblant constituer la méthode la plus adaptée. Au terme de ces deux étapes, la simulation peut être démarrée, s'appuyant sur les données du jeu de rôles (notamment les scénarii intéressants à explorer). Les différents résultats peuvent être alors discutés collectivement.

Cette démarche en trois étapes constituant un cycle itératif sera confirmée et affinée par la suite (Bousquet et al., 2002) : (i) passage en revue des connaissances existantes et conduite d'études pour combler les lacunes et formuler les hypothèses de modélisation ; (ii) modélisation ou construction d'un outil de type « simulateur » (SMA informatique ou jeu de rôles) ; (iii) simulation suivant un protocole expérimental pour confronter la compréhension initial du système et faire émerger de nouvelles questions à soumettre dans une nouvelle phase (i).

4. Le jeu de rôles : application du modèle ou phase préparatoire de modélisation

Le jeu de rôles, autre outil central de la démarche ComMod, sera détaillé dans la quatrième partie de ce mémoire. On notera que, dans la démarche, conçu comme une version simplifiée du modèle SMA, celui-ci a pour objectif d'"ouvrir la boîte noire du modèle" et de rendre ce dernier plus accessible aux acteurs locaux. Le but final étant de leur permettre de critiquer la représentation du problème proposée par les chercheurs (Barreteau *et al.*, 2001). Si cette pratique prédomine, l'articulation SMA et jeu de rôles reste tout de même variable suivant les différents projets. Quand bien même leur utilisation ait été très bien décrite (cf paragraphe précédent), il n'y a pas forcément un ordre préférable dans le recours à chacun d'eux. Parfois le jeu de rôles sert à construire le SMA (il s'agit alors de la phase de récupération des connaissances et des visions des acteurs), parfois le jeu de rôles est construit à partir du SMA, à la fois pour valider celui-ci et produire une nouvelle connaissance chez les acteurs (D'Aquino et al., 2002a, 2002b).

Le jeu de rôle se révèle vraiment un outil d'accompagnement du processus de décision car il met l'accent sur les comportements et les interactions et pas forcément sur une accumulation exhaustive de variables du système (Bousquet et al., 2001).

Hypothèse : cette démarche ComMod nous semble la plus adaptée au travail à réaliser en raison de son caractère innovant et de la conscience qu'il faille proposer quelque chose de nouveaux pour travailler avec les acteurs de terrain. Nous considérons plus particulièrement comme indispensable de s'intéresser à la méthodologie de co-construction et aux tests itératifs d'ajustement sur le JDR avant son utilisation effective.

III. Etat des lieux du travail accompli en démarche ComMod, vis-à-vis de la maîtrise du ruissellement érosif en Pays de Caux.

1. STREAM : modèle d'érosion et de ruissellement, base des travaux

STREAM (Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Management) est un modèle développé par les équipes INRA de Science du Sol d'Orléans et de l'UMR SAD APT de Grignon. Dans ce modèle, on recherche un compromis entre l'ensemble des paramètres du processus d'érosion, les variables nécessaires et leur disponibilité. Il ne s'agit pas ici d'intégrer le maximum de données pour coller le plus possible à la réalité, mais d'élaborer un outil simple capable de réaliser des prédictions justes. L'application STREAM 3.0 a été développée en Visual Basic pour Application (Souchère et al., 2005a). Le modèle tourne à l'échelle d'un bassin versant et d'un événement pluvieux.

Le module « réseau d'écoulement » calcule la direction prise par le flux d'eau en fonction de deux aspects : la topographie et les pratiques agricoles impactant la structure du sol (sens du travail du sol notamment). A partir d'une fonction discriminante, le modèle définit si c'est le sens du travail du sol ou la pente qui détermine la direction de l'écoulement (Souchère et al., 1998).

Le module « ruissellement » va calculer un bilan infiltration/ruissellement par parcelle. Pour faire cela, le module attribue à chaque parcelle une classe de sensibilité au ruissellement en fonction de la combinaison de l'état de surface du sol, de la rugosité et de la présence d'un couvert végétal. Le calcul est complété par la prise en compte de la quantité d'eau tombée dans les 48 dernières heures (degré d'imbibition du sol). La quantité d'eau infiltrée est calculée pixel par pixel en fonction de la durée de l'événement et de la capacité d'infiltration et du degré d'imbibition. Le bilan « hauteur d'eau tombée-hauteur d'eau infiltrée » permet de déterminer l'état du pixel : ruisselant ou capable de stocker des eaux ruisselantes (Cerdan et al., 2002b).

Le module « érosion diffuse » permet de calculer la concentration en sédiments dans les eaux ruisselantes de manière diffuse. Le module contient les paramètres des autres modules avec en plus l'intensité maximale à 6 minutes de pluie. Les résultats sont donnés sous forme de gammes de concentration potentielle (Cerdan et al., 2002a).

Le module « érosion linéaire » estime le niveau d'érosion dans les principaux collecteurs (rigoles, ravines, talwegs) du ruissellement. Le calcul s'opère en fonction d'une combinaison des variables : intensité de la pente, rugosité du sol, présence d'un couvert végétal et niveau de croûte de battance (Souchère et al., 2003b).

Pour des problématique de ruissellement, ce modèle permet donc d'estimer à l'échelle d'un bassin versant la quantité d'eau totale à l'exutoire ainsi que de visualiser le réseau d'écoulement. Joannon (2004) s'est servi de ce modèle pour réaliser des simulations de ruissellement en fonction de différents assolements à l'échelle d'un bassin versant. Ceci lui a permis, notamment, de montrer que, par des techniques simples d'ajustement de la répartition des cultures et par la modification de pratiques en intercultures (déchaumage et moutarde), il est possible de limiter le volume d'eau transféré à l'aval du bassin versant (néanmoins dans des conditions particulières, comme exposé par Joannon, et en omettant de prendre en compte les impacts sur d'autres bassins versants et d'autres activités). C'est sur cet aspect de lutte contre le ruissellement érosif que nous désirons travailler à l'occasion du jeu de rôles. Le bassin versant de Bourville, étudié par Joannon (2004), sera de plus notre base de travail.

Lheriteau et al. (article soumis à EGS) ont testé l'utilisation de STREAM dans le cadre d'aménagement foncier. L'étude démontre les apports de STREAM pour des bureaux d'études cherchant à disposer au mieux des ouvrages de lutte contre les écoulements. Souchère et al. (2005b) ont testé à l'aide de STREAM différents scénarios de pratiques de lutte contre le ruissellement érosif (pourcentage de bandes enherbées en plus, plus fort recourt à des techniques culturales luttant contre le ruissellement) et montré leurs effets positifs (un classement des scénarios, suivant l'efficacité mesurée, a même pu être réalisé).

2. RuisselErosif : un Système Multi-Agents, support du futur jeu de rôles

L'inconvénient du modèle STREAM par rapport à une démarche telle que ComMod, tient dans son temps de calcul. Pour des bassins versants de plusieurs centaines d'hectares, la période de calcul est beaucoup trop longue par rapport aux impératifs d'un jeu de rôles (session d'une demi-journée, réactivité).

De plus, STREAM n'est pas un Système Multi-Agents. Il s'agit d'un modèle de calcul : tous les paramètres nécessaires dans les équations doivent être rentrés avant le démarrage de la simulation. L'utilisateur détermine donc tout pour obtenir une valeur en fonction des données initiales. Dans un SMA se seraient les agents qui, en fonction de leur choix, détermineraient les valeurs des paramètres utilisées dans le calcul.

Dans le cadre du projet global intitulé « La modélisation d'accompagnement : une pratique de recherche en appui au développement durable », Echeverria et Souchère (2006) ont initié un projet de recherche sur la gestion des problèmes de ruissellement érosif en Haute-Normandie. Les premières étapes de la démarche et la co-construction du SMA avec les acteurs locaux a constitué le travail central de Javier Echeverria.

Echeverria s'est basé sur des réunions de co-construction avec les acteurs locaux afin de définir ensemble les éléments du SMA. Les participants ont répondu à 5 questions essentielles. Ils ont définis ainsi : les acteurs qui, à leur sens, avaient des rôles directs et/ou indirects sur la gestion du bassin versant, les ressources essentielles qui devaient être visualisées, les dynamiques en jeu, l'impact de chacun des acteurs sur les dynamiques et les ressources et enfin les échelles d'espace et de temps.

L'ensemble des éléments a été incorporé par la suite dans le modèle. Ce dernier a été développé sous la plate forme CORMAS (Common-pool ressources and Multi Agents System), développé par l'équipe du CIRAD-GREEN. Le modèle RuisselErosif est couplé à STREAM pour son fonctionnement. Le modèle STREAM permet en amont de la simulation de créer l'environnement (la carte physique du bassin), qui est détaillé en couches d'informations fusionnées, analysées dans un Système d'Information Géographique. L'ensemble est répertorié dans un fichier « environnement », pris en compte ultérieurement par le SMA. On s'affranchit donc lors de l'utilisation de RuisselErosif de toute une partie des calculs de STREAM. En fait, l'idée est de faire tourner STREAM sur le bassin versant choisi quelques jours avant l'utilisation de RuisselErosif. Celui-ci utilisera, lors de sa simulation, les résultats de STREAM au sujet des réseaux d'écoulement et calculera simplement de lui-même le ruissellement. Cette technique permet de s'affranchir du peu d'ergonomie de STREAM et de son inadaptation à un jeu de rôle (en termes de réactivité).

Pour chaque hiver et chaque printemps, le modèle simule un événement pluvieux d'une intensité choisie pour calculer le ruissellement sur le bassin versant. RuisselErosif se base sur des valeurs d'infiltration des cultures déterminées par Joannon (2004). Il est tout à fait possible de simuler dans le SMA la construction d'un bassin de rétention ou la mise en place de bandes enherbées. Le modèle calcul en hiver et au printemps, le ruissellement généré sur l'ensemble du bassin versant en prenant en compte tous ces paramètres. Des cartes de

circulation et de concentration de l'eau sont par ailleurs disponibles. Il est donc tout à fait possible de visualiser les parcelles présentant de forts risques d'érosion et de ruissellement. Le modèle permet aussi de calculer, à la fin de chaque année, les résultats économiques des exploitations en fonction des cultures choisies (basés sur des données économiques de la Chambre d'Agriculture de Seine-Normandie).

Hypothèse : l'ensemble des travaux en amont du stage ont préparé de manière approfondi le terrain et créer des outils indispensables à l'organisation du jeu de rôle. Le SMA développé répond à beaucoup d'attentes des acteurs locaux, il prend par ailleurs en compte des aspects économiques et évite ainsi de mener une réflexion en dehors de toutes contraintes. Le développement du jeu de rôle devra donc se faire dans le même esprit afin de préciser notamment certains points qui pourraient manquer. Il est fortement à penser que RuisselErosif devra être partiellement modifié pour prendre en compte de nouveaux aspects ou des réalités liés au jeu de rôles.

IV. Le jeu de rôles comme outil d'aide à la négociation et à la concertation : apprendre pour agir.

1. Les fondements du jeu de rôles

Béranger (2004), détermine deux types de jeu de rôles : le jeu de rôle ludique et le jeu de rôle thérapeutique.

Le jeu de rôle thérapeutique, appelé encore psychodrame, a été développé par Moreno entre 1908 et 1935. « *Il s'agit de vivre en groupe une situation passée, présente ou même future, non en la racontant (comme en psychothérapie ou en psychanalyse), mais dans un agir improvisé, en une sorte de Commedia dell'Arte (mais un jeu sans scénario établi) s'appliquant à une situation vécue* » (A. Ancelin Schutzenberger, Introduction au jeu de rôle, 1975, p. 39, cite par Béranger, 2004). Basé sur l'improvisation, la mise en situation et l'interaction avec d'autres personnes, le psychodrame est donc censé permettre une libération des sentiments (catharsis) ou un réapprentissage des relations interpersonnelles.

Le jeu de rôle ludique s'est lui construit à partir de différents mouvements. A l'origine on peut trouver le fameux « Kriegspiel » ou jeu de guerre détaillé par le baron C. Von Clausewitz (1831), et permettant de développer des stratégies avec des armées simulées par des figurines en plomb (Daniau, 2005). Au fil des années ces jeux de simulation de guerre (désormais « Wargames ») ont évolué, développant des supports et des règles de plus en plus élaborées, déviant progressivement vers les « Boardgames » ou jeux de plateaux introduisant plus de fantaisie (Béranger, 2004). Dans la période 1970/1980, l'évolution se fera vers les renommés « Role Playing Games ». Ces jeux s'affranchissent désormais des aspects matériels pour se concentrer uniquement sur l'imagination des quelques participants qui jouent un unique rôle, le plus souvent fantaisiste (armées, vraisemblance, respect des époques et des stratégies classiques s'effacent devant l'imagination la plus débridée).

Le jeu de rôle que nous tentons de développer ici ne correspond à aucun de ces deux aspects. Il ne s'agit ni de s'amuser (même si une part de ludique doit permettre de rendre la participation au jeu attractive), ni de guérir les troubles des personnes qui participeront. Notre jeu de rôle s'inscrit dans la lignée de ces jeux de rôle que l'on pourrait qualifier de « jeux de rôles scientifiques ». Il se rapproche en cela, des jeux de simulation à portée éducative. Lecavalier souligne dès 1971 que des réflexions sont en cours sur des réformes de

l'enseignement (principalement aux Etats-Unis) ; les jeux de simulation semblant alors constituer une innovation majeure dans le système d'apprentissage. Ils correspondent notamment à cette vision pertinente et précoce de Raser (cité par Lecavalier, 1971) qui prévoyait, dans le futur, la nécessité de plus penser en termes de fonctionnement des systèmes complexes (processus, relations entre les éléments etc...) qu'en séries d'événements statiques et d'accumulation de connaissances. L'apport en sociologie de tels jeux de simulation est démontré par Lecavalier (1971) au travers de plusieurs jeux développés à l'époque (études des négociations, des jeux de pouvoirs, des relations). Aujourd'hui, les mêmes types de jeux sont utilisés dans l'enseignement en général (notamment dans les grandes écoles, pour mettre les élèves ingénieurs en situation), dans l'enseignement de langues, voir même de la santé. Mais surtout ces jeux de simulation sont de plus en plus employés dans les entreprises afin de former les salariés sur des cas concrets sans prise de risques (business, management, économie/affaires).

Les jeux de rôle scientifiques qui se sont développés en parallèle, qu'ils s'inscrivent dans la démarche ComMod ou non, procèdent de la même manière. Par la création d'un univers artificiel mais proche de la réalité, le jeu simule un environnement générateur d'interactions entre les joueurs, chacun de ceux-ci ayant un but qui lui est propre. Alors que les jeux de rôles n'ont pas eu une image très saine – beaucoup trop handicapée par l'aspect ludique et fantaisiste- jusque récemment en France (Daré, 2005), on assiste aujourd'hui à un recours plus poussé à cette nouvelle forme de recherche.

2. Principes de concertation et de négociation

Pour Damart et al. (2001), la concertation est la traduction d'une opposition de plus en plus vive des citoyens face aux décisions publiques, ceux-ci contestant de plus en plus la logique d'imposition du haut vers le bas. Elle peut alors être vue comme un mode de coordination dans un processus d'action et de décision collectif. Elle doit traduire ainsi une préférence collective. La concertation doit surtout être distinguée par rapport à d'autres modes de décision connexes tels : la consultation et la négociation.

La consultation établit un niveau d'implication minimal des parties prenantes. En effet, il s'agit d'une situation où un décideur unique prend connaissance des points de vue de différentes parties prenantes avant de rendre sa décision.

La négociation est un mode de décision où plusieurs décideurs doivent s'entendre sur une solution. La négociation prend fin quand un consensus est atteint. Dupont (1994) la définit comme étant un système de décision où plusieurs acteurs (le face à face en faisant partie bien sûr) liés par des interdépendances, confrontés à des divergences, décident volontairement de définir une solution acceptable par toutes les parties. Leeuwis (2004) distingue deux types de négociation : « distributive negociation » et « integrative negociation ». La négociation distributive correspond à l'état où les acteurs campent sur leurs positions, essayent d'imposer leurs visions et finissent par « partager le gâteau ». La négociation intégrative correspond à la situation où les acteurs reformulent ensemble le problème, définissent de nouveaux problèmes collectifs (ils élargissent en fait le champ des ressources à partager) et identifient des solutions ou du moins des stratégies de type gagnant/gagnant.

Si la concertation se rapproche par de nombreux points de la négociation, il faut souligner l'approche de Chevallier (2000) qui distingue les deux notions par les concepts de processus centrifuge et de processus centripète. Le processus centrifuge s'applique lors de la négociation où chacun essaye de « tirer un maximum d'avantages pour lui ». Le processus centripète s'applique dans la concertation qui vise à « expliciter des points de vue, à identifier leur synergie potentielle, et à cerner les possibles solutions de compromis acceptables ». Les

approches de Leeuwis et Chevallier sont donc en fait très proches. Si Leeuwis ne parle pas de concertation, la négociation intégrative joue un rôle identique à celle-ci.

La réalisation d'un jeu de rôle impliquant l'organisation de réunions de concertation et de négociation (révélateur de relations sociales) suppose donc la prise en compte de ces comportements particuliers.

Mermet (2005b) explique, par ailleurs, que dans un processus de négociation, il faut donner à chacun les moyens de comprendre les enjeux de la négociation, de s'exprimer et d'avoir un poids dans la discussion. Dans le cas d'un jeu de rôles comme celui de Mae Salep (Barnaud et al., 2005), cet objectif pose de véritables questions de recherche car le contexte social crée de fortes disparités de pouvoir et de poids décisionnel.

Enfin, Damart et al. (2001) ont soulevé le problème fondamental de l'accès à la concertation. *« Le principe même de concertation n'est pas acquis : nous venons d'une tradition de décision publique centralisée incarnant par nature l'intérêt général, dans laquelle les décisions publiques ne sont pas considérées comme pouvant être évaluées et encore moins élaborées de manière concertée - lorsque le principe de concertation est acquis, c'est l'aide à la concertation qui peut être perçue comme problématique : les jeux politiques sont omniprésents et ne se prêtent pas immédiatement à des pratiques de concertation qui sont parfois un peu naïvement perçues comme nécessitant une transparence et une coopération totales. Les acteurs perçoivent donc l'action des chercheurs comme potentiellement risquée pour eux »*. C'est en gardant en tête ce point crucial que le jeu de rôles devra être construit.

3. Le JDR par rapport à quelques théories

Selon Farolfi et al. (2006) la théorie des jeux coopératifs et le jeu de rôles seraient complémentaires. Le jeu de rôles peut enrichir la simulation par théorie des jeux coopératifs en fonction des nouveaux facteurs et des réactions observés. L'inverse peut aussi se produire. Ces derniers ont développé un modèle qui permet de comparer les sorties de la théorie des jeux coopératifs et celles du JDR.

La théorie des jeux coopératifs repose sur le fait que chaque joueur a des objectifs précis affirmés. Les combinaisons des choix conduisent à des gains bien définis, ce qui permet d'envisager les stratégies conduisant aux meilleures situations pour les joueurs. Une fois la stratégie définie on présuppose que les joueurs vont s'y tenir (approche normative) (Guerrien, 1995). Farolfi et al. (2006) introduit de plus une instance de contrôle pour empêcher les joueurs d'obtenir quelque chose non prévu par la stratégie. On identifie alors plus l'effet de la mesure de limitation dans le comportement. Les résultats de cette théorie sont donc des maximisations de la situation suivant un fonctionnement précis. Par contre, le JDR amène lui des joueurs réels dans la partie, avec une part complète d'inconnu (objectifs, relations, moyens...). Ces joueurs sont, de plus capables, de prendre plus de facteurs en compte. Les sorties du jeu de rôle peuvent être alors très différentes, notamment en raison de réponses apportées à des questions d'ordre plus social. Les résultats se situent donc plus du côté du meilleur équilibre entre les aspirations, que du côté de la maximisation d'un seul aspect.

Il semblerait par ailleurs que le JDR permettrait de mieux prévoir les décisions prises dans des situations de conflit. Il se révélerait plus efficace que la théorie des jeux (faite par les théoriciens du jeu) et que le jugement personnel. L'expérience menée par Kesten C. Green (2002) se base sur 6 conflits, tous à enjeux multiples et forts, mais impliquant peu de parties prenantes. Les conflits ont été analysés par des groupes d'experts de la théorie des jeux qui ont formulé leurs prédictions des sorties du conflit par cette théorie. Des personnes sans affinités particulières avec les conflits les ont évalués suivant un jugement personnel et prédit les décisions. Enfin, des groupes de personnes (majoritairement des étudiants) ont reproduit

les situations de conflits dans un jeu de rôles afin de déterminer les décisions prises en situation réelle (la plupart de ces étudiants n'avaient pas de rapports particuliers avec le rôle qu'il tenait). La troublante différence de réussite entre des étudiants, peu familiarisés des prédictions, et des experts d'une théorie mondialement répandue semble marquer le profond intérêt du JDR.

Celui-ci semble donc faire émerger des représentations plus réalistes des conflits que des modèles théoriques.

Le JDR se rapprocherait aussi du « Consensus building » dans lequel on reconstruit perpétuellement les questions et les enjeux. Ce qui implique que l'outil créé puisse être adaptable ou soit engagé dans un processus itératif. Son utilisation implique une influence constante qui modifie les visions (Barreteau, 2003).

4. Apports fondamentaux des jeux de rôles

Selon Duke (1974), le JDR est un excellent mode de communication pour évoquer la complexité parce qu'il permet à de multiples acteurs d'examiner ensemble le système complexe dont ils font partie. En expérimentant, par la mise en situation dans un univers s'approchant de la réalité, différentes pratiques et différents choix, le joueur apprend, en interactions avec les autres joueurs, les divers aspects d'un processus ainsi que les facteurs y contribuant ou s'y opposant (Trébuil et al., 2003). Il présente en outre un potentiel fort pour l'amélioration des interactions entre les parties prenantes locales et de leur capacité à détecter les effets de leurs décisions. Une constatation essentielle issue de nombreuses co-constructions de JDR est que les acteurs évoquent souvent le fait suivant : « chacun est dans ses affaires et pense à ses problèmes, personne ne conceptualise les problèmes et les contraintes des autres. Or le jeu de rôles permet de sortir précisément de cette tendance (Barnaud et al., 2006c). Pour Innes and Booher (1999, cités par Barreteau, 2003) le JDR donne même la possibilité aux joueurs d'expérimenter différents comportements en société, avec peu de conséquences dans le monde réel.

La meilleure compréhension du système n'est pas uniquement destinée aux joueurs néanmoins. Le JDR amène aussi à une meilleure compréhension de la situation et des relations par les scientifiques (Gurung et al., 2006). Pour Bousquet et al. (2001), le JDR fait sortir plus de confidences que n'importe quel entretien, car l'environnement paraît plus amical et naturel (c'est pourquoi l'apprentissage des chercheurs ne peut qu'en être plus fort). L'interview personnelle (isolée) de chacun des participants contribue aussi fortement aux confidences.

Les négociateurs n'ayant pas un jugement impartial et objectif, ils adoptent la vision qui les favorise, ce qui conduit à un biais de type émotionnel (Babcock & Loewenstein, 1997 ; Diekmann et al., 1997 ; Walster et al., 1978 ; cités par Bazerman et al., 2000). Les expérimentations qui permettent de réduire une ambiguïté réduisent cette part d'égoïsme. Par exemple, quand des joueurs ont des rôles identiques, ce dernier est moins fort que lorsque les rôles sont différents. De même, la communication, amenant à un partage de l'information et de la compréhension, réduit l'égoïsme (Wade-Benzoni et al. 1996). Or, les jeux de rôles ont pour vocation à amener le partage de la compréhension et de l'information. En ce sens, ils semblent favoriser les processus de négociations entre acteurs. Barnaud et al. (2006a) confirment que le JDR facilite l'apprentissage collectif et la négociation chez les parties prenantes directes. De même que Barreteau et al. (2003), qui considèrent que les JDR sont de bons outils pour plonger les parties prenantes dans des situations proches de la réalité et pour favoriser la communication.

Par ailleurs, le JDR peut apparaître comme un outil révélateur des relations sociales (Daré, 2005). En endossant des rôles, certes fictifs mais identiques à ceux de la réalité, les joueurs semblent recréer naturellement les relations qui les unissent dans la réalité. Barnaud et al. (2005) confirme en outre que le JDR peut permettre de rendre publiques ou plus transparents les jeux de pouvoir et d'influence. Il n'est néanmoins pas exclu d'après Daré (2005) que le jeu fasse naître de lui-même des comportements qui n'ont pas cours dans la réalité.

Le JDR permet une meilleure compréhension du modèle (car le lien entre le jeu et le modèle est vite assimilé) et favorise l'acceptation des possibilités et des limites de ce dernier. Il permet d'ailleurs de contrer une tendance des acteurs à mal différencier la réalité de la simulation, surtout si celle-ci est faite sur le véritable terrain (Bécu et al., 2006). De plus, il est possible d'élaborer des scénarii pertinents et de faire émerger des innovations pour les situations futures (Trébuil et al., 2003). On peut citer en exemple Etienne et Lepage (2002) à ce propos : « *La concertation entre acteurs soumis à une même dynamique écologique, a fait émerger des comportements innovants en stimulant l'imagination des joueurs dans l'élaboration de stratégies et a donné l'opportunité à chacun de mieux connaître le métier et les contraintes spatio-temporelles de l'autre* »

On peut néanmoins conserver quelques interrogations sur la portée fondamentale des jeux de rôles. Est-ce véritablement le jeu qui construit la négociation ou simplement le fait de se retrouver à plusieurs réunis dans une salle ? (Daré, 2005)

Barnaud et al. (2006c) soulèvent par ailleurs, le problème de ceux qui n'osent pas s'exprimer au cours de la partie. Dans ce cas le jeu est-il vraiment démocratique et cadre-t-il toujours avec ses objectifs ?

Gardons en tête aussi que Barnaud et al. (2006d) soulignent que l'utilité du modèle et du JDR réside peut être plus dans sa conception et sa validation que dans son utilisation même.

5. Construction d'un Jeu de Rôle : quelle procédure et quelles formes pour celui-ci ?

Le jeu de rôles opère suivant un processus graduel et itératif qualifié de "learning-by-doing" (Trébuil, et al., 2003). Tour à tour les joueurs agissent dans le jeu (choix, décisions) et apprennent (partages des points de vue, de la connaissance, des informations et compréhension petit à petit du système et du processus générant le problème). Cette itération se retrouve aussi dans la construction du jeu et dans son utilisation. Des cycles successifs peuvent alterner constructions du jeu et parties effectives. D'après Barnaud et al. (2006b) le fonctionnement par itération peut donner à chaque fois envie aux participants de modifier le JDR pour apprendre quelque chose de nouveau, voir les effets d'un facteur jusque là négligé (par exemple dans Barnaud et al., 2006b, le jeu a été orienté vers un aspect plus agro-économique, suite à la demande des joueurs et pour une nouvelle session de jeu). De même, le jeu de rôles construit par Bécu et al. (2006) s'est déroulé en 3 sessions de jeu : à chaque fois le modèle a été modifié pour répondre aux demandes soulevées à la suite de la partie. Ce type de méthode peut aussi présenter des inconvénients : certains participants ayant des difficultés à être présents à chaque session.

Modèles et jeux de rôles sont construits et utilisés suivant 2 modalités, d'après Barreteau (2003) : soit ensemble, soit l'un après l'autre. L'important est de définir avant la construction le mode qui sera choisi et les objectifs respectifs du modèle et du jeu de rôles.

Classification of the categories of joint use of a computerized model and a RPG according to the sharing of conceptual model and the relative timing of use (Barreteau, 2003)		
	different underlying conceptual models	same underlying conceptual model
model and game are used within parallel processing	<ul style="list-style-type: none"> • model supports game enforcement • model included in the game • game as a communication mean between model and reality 	<ul style="list-style-type: none"> • competition
model and game are used one after the other	<ul style="list-style-type: none"> • game to learn how to use model 	<ul style="list-style-type: none"> • model to repeat the game • game to validate model • model to support game design • game to support model design • co-construction of model and game • model as benchmark

Lorsqu'on envisage de construire un tel jeu, se pose la question de l'acceptation de celui-ci par les acteurs. Quel moyen peut amener ceux-ci à véritablement jouer le jeu ? Daré (2005) indique que le JDR agit comme un miroir imparfait mais non déformant : il doit contenir suffisamment de réalité pour que les joueurs y projettent leurs représentations, c'est-à-dire une légitimité suffisante pour que ces derniers acceptent le simulacre. Au final, l'important est d'inclure dans celui-ci des éléments qui font sens pour tous et construisent un environnement où chacun pourra se retrouver. La simplicité du JDR joue, à ce propos, un rôle important puisqu'elle facilite la compréhension et l'appropriation du jeu par les parties prenantes. Gigot (2002) préconise que le Jdr soit très accessible et que l'appropriation du système soit simple afin de rendre attrayant le jeu et de dynamiser le contenu. Il faut pouvoir assurer du continu pour qu'aucun détachement des joueurs ne survienne, ce dernier entraînant une mise à distance préjudiciable à la validité des comportements.

Il n'y a pas de présupposés quant aux différents aspects que prendra le jeu de rôles. Barnaud et al. (2006a) résument très bien cette idée : le JDR est adaptable aux représentations des parties prenantes et modifiable au cas par cas. Le principe même de co-construction implique qu'à chaque fois le jeu prendra des formes différentes puisqu'il répondra aux demandes et aux visions précises des acteurs. Daré (2005) place néanmoins au centre de la réflexion : *le principe du regard croisé – collectif/individuel, réalité/jeu pour que la construction du jeu de rôles, son utilisation avec les acteurs, les résultats obtenus et leur analyse soient scientifiquement valides*. Il s'agit là de l'essentiel à garder en mémoire pour les concepteurs du jeu.

Il s'avère néanmoins que le JDR renferme quelques éléments essentiels communs à tous, parce que la co-construction passe par des étapes elles mêmes communes aux chercheurs de ComMod. Etienne (2006) a définis ces principaux éléments :

- un objectif précis (améliorer la connaissance, aide à la décision...),
- un environnement de jeu (description d'un monde et des règles qui y font loi) avec un niveau de réalisme défini à l'avance,
- un animateur (qui mène la partie et met les joueurs en situation) et des joueurs (qui sont les acteurs de la partie),
- un temps de jeu précis et une organisation spatiale réfléchie,
- des supports de jeu,

- un déroulement élaboré avec des pas de temps qui rythment le jeu.

Notons qu'il est possible de créer des JDR semi-autonomes où joueurs réels et joueurs artificiels se côtoient (Barnaud et al., 2006a), mais la majorité des jeux s'axe sur des joueurs réels uniquement.

Dans la construction d'un JDR la part de questionnement sur la création de l'univers semble être fondamentale : faut-il rendre compte de la façon la plus poussée de la complexité du problème ? La complexification, parallèlement ne nuit-elle pas au JDR ? Daré (2005) explique que la réduction de la complexité est finalement non handicapante du moment que l'objectif est de mettre les acteurs en situation d'action.

Bourgeois (2006) a défini les quelques capacités qu'un animateur doit avoir pour mener une co-construction. *« Un facilitateur doit (...) faire preuve de capacités de communication (expliquer, à écouter, esprit de synthèse, esprit critique) et d'organisation des temps de parole. (...) Le facilitateur doit faire preuve d'un certain charisme. Il ne s'agit pas de se montrer comme un « manager », qui trancherait le débat et prendrait une décision, mais plutôt comme un « arbitre », qui intervient pour réorienter le débat, en coupant si besoin la parole aux acteurs qui monopoliseraient la conversation. (...) Pour pouvoir exercer un esprit critique par rapport au discours des acteurs, le facilitateur doit avoir une bonne connaissance des activités que les acteurs représentent ou exercent, pour avoir conscience des usages « habituels », des contraintes existantes et des éventuels conflits d'usage sous-jacents (...) Mais cela ne doit non pour autant l'inciter à transposer une vision qu'il a acquise du terrain et des problèmes récurrents qu'il a identifiés sur ce territoire particulier. »*

Les joueurs peuvent avoir le choix du rôle qu'ils incarnent ou non. Dans certains cas, chacun jouera son propre rôle, dans d'autres, chaque joueur se verra placé dans un rôle qu'il ne connaît pas afin d'expérimenter les contraintes de ses camarades (les situations de conflits sont souvent à l'origine de cette inversion). Dans le JDR développé par Barnaud et al. (2005) le joueur endosse un statut social proche du sien dans la réalité.

Généralement, la séance de jeu est itérative et divisée en 3 étapes : premièrement une présentation de la situation (fournitures d'information) est faite aux joueurs, deuxièmement les joueurs font évoluer leurs personnages (ils choisissent leurs actions, interagissent, partagent leurs informations), enfin, la nouvelle situation est élaborée en fonction des règles de l'univers de jeu et des actions des joueurs (Daré, 2005). Là encore des variantes peuvent survenir en fonction des attentes des acteurs.

Le Bars et al. (2004) ont eux privilégié un déroulement comportant : d'abord une phase de jeu seul, où personne ne sait ce que font les autres et ensuite une phase d'ouverture des négociations se déroulant suivant l'envie des participants. Ils notent à l'occasion de cette dernière phase que *« les décisions qui en découlent peuvent être très variées allant de la simple information à la coopération plus ou moins poussée ainsi qu'à des stratégies de concurrence ou d'opposition plus ou moins fortes »*. Par ailleurs, ils traduisent l'effet de la négociation de cette manière : *« sans négociation, l'apprentissage individuel des acteurs se traduit par une hausse des performances globales du système, mais il atteint vite un palier dans un système dont les ressources sont contraintes et les marchés limités. La mise en oeuvre d'un processus de négociation permet, avec la régulation des facteurs sujets à des crises, d'améliorer de nouveau la performance des systèmes jusqu'à un autre palier. »*

Dans le jeu de rôles, l'accès à l'information est essentiel car c'est lui qui détermine pour beaucoup les réactions des joueurs (qui agissent en fonction de ce qu'ils savent et de ce qu'ils

peuvent supposer). Daré (2005) pointe l'impact des asymétries d'accès à l'information. Les joueurs disposant de la plus large gamme de renseignements sur le jeu et sur les autres joueurs jouissent d'un pouvoir fort qui est un atout dans la concertation et la négociation. Si le jeu veut coller à la réalité pour observer ce phénomène il recréera l'asymétrie, si au contraire son objectif est de s'affranchir d'une partie du contexte pour ne pas entraver la discussion et favoriser l'émergence de solution, l'équité dans l'accès à l'information rétablira un équilibre. Dans leur jeu de rôles Grurung et al. (2006) ont par exemple recréé les distances entre village (dans la salle de jeu), afin que les joueurs ne connaissent pas les choix possibles et les décisions des autres participants. Chez Promburom et al. (2004), la collecte des données se fait sur un plateau aux yeux de tous, l'information est donc accessible à tous les joueurs. Le choix des informations accordées à chacun dépendra donc essentiellement des objectifs du jeu de rôles.

6. Quels facteurs peuvent influencer le JDR ?

Il semble essentiel dans certain cas de préciser avec tous les joueurs que le jeu est situé hors de la réalité (Daré 2005). Si le jeu prend notamment appui sur le terrain réel, les joueurs ont tendance à considérer l'expérience comme une réflexion sur leur situation propre. Dans ce cas il est difficile de faire jouer les participants qui ont peur de s'exposer à tous et de subir des critiques. Ce problème rejoint les notions plus vastes de : sous-jeu et sur-jeu. Les joueurs ont un impact défavorable sur la validité des résultats du jeu s'ils se placent dans l'une ou l'autre de ces deux attitudes. Le sous-jeu est une fébrilité, un frein que se mettent volontairement les joueurs (les facteurs pouvant être multiples). Le sur-jeu est l'oubli total des contraintes et des réalités (incluses dans le jeu) : le joueur a tendance dans ce cas à faire des choix dont il n'aurait jamais pris le risque dans sa propre vie. Bazerman et al. (2000) suggèrent, d'ailleurs que la manière de jouer des acteurs est déterminée par la compréhension qu'ils ont du jeu. Une phase de briefing en début de jeu permet de rééquilibrer plus ou moins ce facteur. Par ailleurs, de nombreux facteurs sociaux peuvent impacter la posture dans le jeu : représentation sociale (statut dans la société), religion, aspects culturels, contexte actuel (Daré 2005).

Au sujet du statut de l'animateur, Daré (2005) indique que l'influence de l'animateur peut être très forte. Ce dernier peut décider d'un événement aléatoire, en cours de jeu pour tester la réaction du groupe. Il peut répondre aux questions et favoriser les discussions sans pour autant orienter les débats : il est en effet indispensable que l'animateur conserve la plus grande neutralité (la partialité étant préjudiciable aux apports du JDR). Sa capacité à gérer les imprévus est aussi mise à rude épreuve. Daré présente comme possible une appropriation du rôle de l'animateur par un joueur lui-même (néanmoins la neutralité semble constituer rapidement un problème insurmontable dans ce cas).

D'après Gurung et al. (2006), on peut observer que les acteurs ont une connaissance plus fine entre deux parties mais aussi que leur implication est plus forte au fur et à mesure des sessions de jeu. Ceci impactera donc considérablement toute nouvelle partie comprenant des joueurs ayant déjà des sessions de jeu derrière eux.

Enfin Promburom (2004) met en évidence que le JDR est limité par les coûts, le temps et la disponibilité des joueurs.

7. Comment analyser l'efficacité du JDR

Usunier (2005) détaille ce qui fait la force du jeu : « *l'activité, même imposée au sein d'un cours, génère un plaisir, une attente de performance, une délicieuse incertitude qui tient le joueur en suspense, dans l'attente de ce qui va se produire finalement. Cela permet d'assurer l'implication (...)* ». Néanmoins il pointe le risque d'une mauvaise interprétation de la fonction du jeu, issue de la vision faussée que le jeu, par essence ludique, s'oppose au travail. Assurer un encadrement et des règles de fonctionnement devient alors une priorité. Assurer une analyse conjointe avec les participants est primordiale (non seulement elle permettra d'évaluer l'impact du jeu de rôles, mais par les discussions entre participants elle entrera aussi dans le processus d'apprentissage).

L'utilisation d'une caméra pour enregistrer la séance se révèle un atout puissant. Sa neutralité est bien plus marquée que le compte rendu d'observateurs. Néanmoins, sa présence au début de la partie peut plus ou moins créer une gêne. Daré (2005) met en évidence la relation singulière des joueurs à la caméra (beaucoup de regards vers cette dernière traduisant un certain malaise), mais cette sensation disparaît au cours du jeu. Dans d'autres jeux de rôles, ce sont des observateurs qui assurent le compte rendu des interactions entre joueurs. Le jeu de rôles de Bécu et al., (2006) comprenait par exemple 2 observateurs.

D'après Usunier (2005) l'organisation systématique de débriefings, reposant sur des analyses statistiques des résultats de jeux de négociations, permet de démontrer des propositions essentielles concernant le comportement des négociateurs. Un jeu de rôles ne peut être organisé sans une phase de débriefing. Celui-ci est fondamental à la fin de la partie car c'est à ce moment que tous les joueurs échangent leurs sentiments, leurs informations et leurs jugements de leurs actions (Daré, 2005). Les 3 points essentiels qui la plupart du temps sont discutés, sont : la viabilité des hypothèses du modèle, les principales solutions qui ressortent, les possibilités d'amélioration (Barnaud et al., 2006c).

L'analyse de la partie sera incomplète si cette phase n'est pas organisée. On notera à cette occasion l'initiative développée par Barnaud et al. (2006b) de prévoir en plus du débriefing une interview de chaque joueur (isolé du reste du groupe), afin de s'affranchir du consensus potentiellement obtenu après la main mise sur le jeu par l'un ou l'autre des joueurs. L'objectif étant d'éviter une rétention d'information (et donc de connaissance) par peur de pressions sociales. Un point essentiel de l'analyse du jeu de rôles sera, d'ailleurs, d'étudier les prises de pouvoir à l'occasion de celui-ci.

Faysse (2006) détaille les trois expressions majeures de prise de pouvoir dans le cadre d'une concertation multi-acteurs, et auxquelles il faut particulièrement faire attention afin d'analyser au mieux les résultats de la réunion :

- le pouvoir d'imposer une idée pendant la discussion et de contrôler les décisions prises à cette occasion en dominant les échanges ou en ignorant les idées d'autres personnes (le savoir et les facultés d'expression sont alors les sources du pouvoir)
- le pouvoir de contrôler la mise en place des décisions et de passer outre l'accord issu de la concertation (l'autorité est alors la source de pouvoir)
- le pouvoir de rester en dehors de la négociation, déterminé par des alternatives personnelles meilleures que la concertation (l'accès à de nombreuses ressources est la source de pouvoir tant que la négociation avec les acteurs moins puissants n'est pas la meilleure option).

Les différents processus d'acquisition de pouvoir ou « *process of empowerment* » sont divisés en 3 types par Rowlands (1995) :

- l' *empowerment* personnel : mieux comprendre la situation confère des capacités nouvelles. L'acteur stimule sa propre réflexion et sa confiance en lui.

- l' *empowerment* relationnel : l'acteur augmente ses aptitudes à communiquer, à influencer les concertations et les prises de décision.
- l' *empowerment* collectif : c'est l'apprentissage du travail en collectif dans l'optique d'accomplir plus de choses que seul avec ses propres intérêts.

Enfin, Barreteau et al., (2003) pointent les difficultés de comparaison entre divers sessions de jeu. Beaucoup de facteurs restent incontrôlés. Le simple problème de jouer avec des joueurs différents ou avec les mêmes mais qui ont progressé et modifié leur comportement constitue un obstacle à la comparaison.

V. Bilan des apports de la recherche bibliographique, réflexion suscitée, objectifs de recherche.

Le stage va être réalisé dans le cadre d'un programme financé par l'Agence Nationale de la Recherche : le programme Agriculture et Développement Durable. Le projet s'intitule : « ComMod », la modélisation d'accompagnement : une pratique de recherche en appui au développement durable. Celui-ci est coordonné par Michel Etienne.

L'objectif de ce stage est de co-construire un jeu de rôles sur le ruissellement érosif afin de tester les possibilités d'une mise en place concertée d'actions limitant le ruissellement (réorganisation spatiale des cultures, modifications des pratiques, implantation de petits aménagements hydrauliques...) et ce à différentes échelles d'investigation (exploitation agricole, bassin versant).

Ce stage s'inscrit à la suite de la thèse d'Alexandre Joannon (Coordination spatiale des systèmes de culture pour la maîtrise de processus écologique : cas du ruissellement érosif dans les bassins versants agricoles du Pays de Caux, Haute Normandie) et du stage de fin d'étude de Javier Echeverria (Modélisation d'accompagnement et gestion des problèmes de ruissellement érosif en Haute Normandie).

Cette recherche bibliographique nous a permis de faire le point sur un état de l'art correspondant aux thématiques que nous souhaitons aborder. Nous avons formulé à la suite les hypothèses suivantes.

Nous faisons l'hypothèse qu'il existe suffisamment de connaissances, de compréhension du phénomène et de moyens de lutte pour envisager une simulation et l'organisation d'un jeu de rôles. Nous considérons aussi que le problème fait suffisamment sens pour les acteurs pour être étudié. La démarche de recherche ComMod nous semble la plus adaptée au travail à réaliser en raison de son caractère innovant et de la prise de conscience qu'il faille proposer quelque chose de nouveaux pour travailler avec les acteurs de terrain. Nous considérons plus particulièrement comme indispensable de s'intéresser à la méthodologie de co-construction et aux tests itératifs d'ajustement sur le JDR avant son utilisation effective. L'ensemble des travaux en amont du stage ont préparé de manière approfondi le terrain et créer des outils indispensables à l'organisation du jeu de rôle. Le SMA développé répond à beaucoup d'attentes des acteurs locaux, il prend par ailleurs en compte des aspects économiques et évite ainsi de mener une réflexion en dehors de toutes contraintes. Le développement du jeu de rôle devra donc se faire dans le même esprit afin de préciser notamment certains points qui pourraient manquer. Il est fortement à penser que RuisselErosif devra être partiellement modifié pour prendre en compte de nouveaux aspects ou des réalités liés au jeu de rôles.

Par ailleurs, les recherches effectuées sur les jeux de rôle nous permettent d'or et déjà d'envisager la multitude des points qui seront à traiter lors de la construction du jeu de rôles. Si nous restons libres de toutes prévisions en raison de la particularité de la démarche de co-

construction nous savons tout de même qu'elles sont les possibilités et surtout les phases cruciales qu'il faudra mettre en place obligatoirement.

Notre méthodologie sera axée sur la co-construction tout comme l'ont fait les signataires de la charte ComMod dans leurs différents projets de recherche. Nous prévoyons pour cela des phases de réalisation techniques du jeu de rôle alternées avec des phases de réunions avec les acteurs pour se mettre d'accord sur toutes les modalités et aspects du jeu de rôle et surtout ses objectifs. Les réunions seront aussi l'occasion de valider la progression effectuée et les réalisations techniques du JDR.

Notre objectif de recherche sera de déterminer de quelle manière la construction d'un jeu de rôle et son utilisation peut jouer sur la concertation et la négociation entre acteurs. Il faudra analyser aussi à cet effet, les impacts potentiels de nos propres représentations et des supports que nous créerons, servant de base au jeu de rôles.

Cet objectif suggère une foule de questions annexes. Quels seront les sentiments des acteurs et la représentation qu'ils se feront du jeu ? Ce dernier correspondra-t-il suffisamment aux attentes ? La représentation de la réalité qu'il imposera sera-t-elle assez concrète ainsi que favorable au processus d'apprentissage ? le jeu de rôle aura-t-il une influence sur le comportement des participants dans le futur ? (la réponse à cette question posera d'ailleurs certainement le besoin d'un suivi qui dépassera le stage en lui-même). Faut-il prévoir plusieurs séances de jeu avec les mêmes joueurs ou tenter une comparaison avec 2 séances de jeu différentes, quand bien même ceci est apparu difficile ?

Le modèle ne sera-t-il pas remis complètement en cause lors de son test au-travers du jeu de rôles ? Le JDR suscitera-t-il de nouvelles questions, relançant le processus de construction collective ?

Il n'est pas inintéressant de s'interroger sur la portée potentielle de ce jeu de rôles. Pour l'instant il est prévu de ne faire jouer que des acteurs directement liés au problème de ruissellement érosif et dans une région bien précise : le Pays de Caux. Doit-on continuer dans cet esprit ou faut-il prévoir une certaine souplesse pour que d'autres personnes puissent le prendre en main ? De même comment prévoir l'avenir de cet outil en dehors du processus de recherche ? Qui pourra l'utiliser et réunir autour de lui des joueurs pour continuer à traiter du problème ? Daré (2005) soulignait que l'aide d'un facilitateur local sensible à la démarche ComMod est non négligeable. Le leader local donne plus de légitimité au processus ComMod. Par ailleurs, il apparaît comme l'acteur qui pourra prendre en charge la démarche, une fois le retrait des chercheurs. La continuité de la réflexion est ainsi assurée.

Il nous semble enfin utile de garder en tête cette affirmation, simple mais d'une redoutable justesse : "All models are wrong, but some are useful" (Box and Draper 1987, cité par Barnaud et al., 2006a). Il nous apparaît essentiel de déterminer quelle est l'utilité des jeux de rôles prenant base sur ces modèles.

Bibliographie

Augeard B., Kao C., Ledun J., Chaumont C. & Nédélec Y., 2005. Le ruissellement sur sols drainés : identification des mécanismes de genèse. *Ingénieries*, n°43, 3-18.

Auzet A.V., 1990. L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects agronomiques. Rapport Ministère de l'environnement / Ministère de l'agriculture. CERAG-URA 95 CNRS, 60 p.

Auzet A.V., Boiffin J., Papy F., Maucorps J. & Ouvry J.-F., 1990. An approach to the assessment of erosion forms and erosion risk on agricultural land in the northern Paris Basin, France. In Boardman et al. *Soil erosion on agricultural land*. John Wiley & Son Ltd, 383-400

Barnaud C., Trébuil G., Promburom P. & Bousquet F., 2005. Evolution des institutions de gestion des ressources en Thaïlande : apports de la modélisation d'accompagnement. Communication présentée aux Journées de la Société Française d'Economie Rurale (SFER) sur "Les institutions du développement durable des agricultures du Sud", 6-8 Novembre 2005, Montpellier, France.

Barnaud C., Promburom T., Trébuil G. & Bousquet F., 2006a. Using simple models to accommodate multiple interest in water management: a companion modelling approach. <URL>

http://www.commod.org/pdf/Barnaud2006_Assimmod_Cycle3_simuParticipativesSMA.pdf

Barnaud C., Van Paassen A., Trébuil G. & Promburom T., 2006b. Power relations and participatory water management : Lessons from a companion modelling experiment in northern Thailand. Communication presented at the International Forum on Water and Food, CPWF challenge programme of the CGIAR, 12-17 November 2006, Vientiane, Laos. 20p.

Barnaud C., Promburom P., Bousquet F. & Trébuil G., 2006c. Companion modelling to facilitate collective land management by Akha villagers in upper northern Thailand. *Journal of World Association of Soil and Water Conservation* Paper No. J1-4 , p 38-54.

Barnaud C., Bousquet F. & Trébuil G., 2006d. Multi-Agent Simulations to Explore Rules for Rural Credit Management in a Highland Farming Community of Northern Thailand.

<URL> http://www.commod.org/pdf/Barnaud2006_Kyoto_Cycle2_simulSMA.pdf

Barnaud C., Promburom P., Gurung T.R., Le Page C. & Trébuil G., 2006e. Companion modelling for Collective Learning & Action in Water Management: Lessons learnt from three case studies in northern Thailand and Bhutan. Communication presented at the International symposium Towards Sustainable Livelihoods and Ecosystems in Mountainous Regions, Chiang Mai, Thailand, 7-9 March 2006. 13 p.

Barreteau O., F. Bousquet & Attonaty J.M., 2001. Role-playing games for opening the black box of multi-agent systems: method and lessons of its application to Senegal River valley irrigated systems. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* vol. 4, no. 2. <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/2/5.html>

Barreteau O., 2003. The joint use of role-playing games and models regarding negotiation processes: characterization of associations. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* vol. 6, no. 2 <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/3.html>

Barreteau O., Le Page C. & D'Aquino P., 2003. Role-Playing Games, Models and Negotiation Processes. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* vol. 6, no. 2. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/10.html>

Bazerman M.H., Curhan J.R., Moore Don A. & Valley K.L., 2000. Negotiation. *Annual Review of Psychology*, 51: 279–314.

Becu N., Sangkapitux C., Neef A., Kitchaicharoen J. & Elstner P., 2006. Participatory simulation sessions to support collective decision: the case of water allocation between a Thai and a Hmong village in northern Thailand. INTERNATIONAL Symposium towards sustainable livelihoods and ecosystems in mountainous regions 7-9 March 2006, Chiang Mai, Thailand. 13 p.

Béranger S., 2004. Espaces imaginaires des jeux de rôle sur table, espaces imaginaires virtuels des jeux de rôle en ligne : lieux de clivage ou aires intermédiaires d'expérience. Mémoire de maîtrise de psychologie clinique, Université Paris X-Nanterre, 283 p.

Boiffin, J., 1984. La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse pour le titre de Docteur ingénieur, Sciences Agronomiques, INA-PG, Paris Grignon, 320 p + annexes.

Boiffin J., Papy F. & Eimberck M., 1988. Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I. Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion. *Agronomie*, 8(8), 663-673.

Bolline, A., 1975. La mesure de l'intensité du splash sur sol limoneux. Mise au point d'une technique de terrain et premiers résultats. *Pédologie*, XXV : 199-205

Bourgeois M., 2006. NimetPaslefeu© ! Un outil d'aide à la décision pour la prévention des incendies dans le milieu périurbain nîmois. Mémoire de fin d'étude du DAA : Agronomie-Environnement, INA P-G, 73 p.

Bousquet F., Barreteau O., Mullon C. & Weber J., 1996. Modélisation d'Accompagnement : Systèmes Multi-Agents et Gestion des Ressources Renouvelables. In: Actes du Colloque international "Quel environnement au 21ème siècle ? Environnement, maîtrise du long terme et démocratie", GERMES, Paris, France. 10 p.

Bousquet F., Trébuil G., Boissau S., Baron C., d'Aquino P. & Castella J.C., 2001. Knowledge Integration for Participatory Land Management: The Use of Multi-Agent Simulations and a Companionable Modelling Approach. Workshop on "Participatory Technology Development and Local Knowledge for Sustainable Land Use in Southeast Asia" , Chiang Mai.

Bousquet F., Barreteau O., D'Aquino P., Etienne M., Boissau S., Aubert S., Le Page C., Babin D. & Castella J.-C., 2002. Multi-agent systems and role games: collective learning processes for ecosystem management. In Janssen M. A. (editor), *Complexity and ecosystem*

management. The theory and practice of multi-agent systems., Edward Elgar Publishing : 248-285.

Cerdan O., 2001. Analyse et modélisation du transfert de particules solides à l'échelle de petits bassins versants cultivés. Thèse, Université d'Orléans, 163 p.

Cerdan O., Le Bissonnais, A., Souchère V., Martin P. & Lecomte V., 2002a. Sediment concentration in interrill flow : interactions between soil surface conditions, vegetation and rainfall. *Earth surface Processes and Landforms*, 27 (2), 193-205.

Cerdan O., Souchère V., Lecomte V., Couturier A. & Le Bissonnais Y., 2002b. Incorporating soil surface crusting processes in an expert-based runoff model : STREAM (Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Management). *Catena*, 46, 189-205.

Chevallier J.-J., 2000. Introduction à une démarche participative multicritère et à quelques méthodes de modélisation, cours FOR-A2542, Université Laval.

Collectif ComMod, 2005. La modélisation comme outil d'accompagnement. *Nature Sciences Sociétés*, 13 (2) : 165-168.

Collectif ComMod, 2006. Modélisation d'accompagnement. In Amblard F. & Phan D., *Modélisation et simulation multi-agents. Application pour Sciences de l'Homme et de la société*. Collection science informatique et SHS, Hermes Science Publication, 414 p.

Damart S., David A. & Roy B., 2001. Comment organiser et structurer le processus de décision pour favoriser la concertation entre parties prenantes et accroître la légitimité de la décision ? Rapport de recherche, LAMSADE , Université Paris-Dauphine, 62 p.

Daniau S., 2005. Jeu de Rôle Formatif et maturation des adultes. Co-recherche-action-formation et approche écobio psychosociale. Thèse, Université Paul Valéry – Montpellier III, Montpellier, 380 p.

D'Aquino P., Barreteau O., Etienne M., Boissau S., Aubert S., Bousquet F., Le Page C. & Daré W. (2002a). The Role Playing Games in an ABM participatory modeling process: outcomes from five different experiments carried out in the last five years. Communication to *IEMSS*, Lugano, June 24th-27th. 275-280.

D'Aquino P., Barreteau O., Etienne M., Boissau S., Bousquet F., Le Page C., Aubert S. & Daré W., 2002b. Participatory Modelling: Methodological Appraisal of Five Forms and Uses Of Role-Playing Games and Multi-Agent Systems. 7th biennial conference of the International Society for Ecological Economics, Sousse (Tunisie), 8–10 March, 18p.

Daré W., 2005. Comportements des acteurs dans le jeu et dans la réalité : indépendance ou correspondance ? Analyse sociologique de l'utilisation de jeux de rôles en aide à la concertation. Thèse, Engref, Paris, 383 p.

Delahaye D. & Hauchard E., 1998. Analyse spatiale des processus de ruissellement en Pays de Caux au travers de quelques épisodes critiques. *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 3 : 306-315.

Delahaye D., Gaillard D. & Hauchard E., 1999. Analyse des processus de ruissellement et d'inondation dans le Pays de Caux : intérêt d'une approche géomorphologique. In Wicherek S. Paysages Agraires et Environnement. CNRS Editions : 210-219.

De Ploey J., 1989. Erosional systems and perspectives for erosion control in European loess areas. Soil technologies series, 1 : 93-102.

De Roo A.P.J., Wesseling C.G., Jetten V.G. & Ritsema C.J. 1996. LISEM: a physically-based hydrological and soil erosion model incorporated in a GIS. In Kovar and Nachtnabel (eds.), Application of Geographic Information systems in Hydrology and Water Resource Management, HydroGIS96 conference Vienna. IAHS Publication, 235 : 395-404.

Duke, R. D., 1974. Gaming: the future's language. New York: SAGE Publications, Halsted Press.

Dupont C., 1994. La Négociation : conduite, théorie, applications. 4ème édition. Dalloz-Gestion, 157 p.

Echeverria J., 2006. Modélisation d'accompagnement et gestion des problèmes de ruissellement érosif en Haute-Normandie. Mémoire de fin d'étude, Master Economie du Développement Durable de l'Environnement et de l'Energie, 114 p.

Eimberck M., 1989-90. Facteurs d'érodibilité des sols limoneux : réflexion à partir du pays de Caux. Cahiers de l'Orstom, série pédologique, 25 (1-2) : 81-94.

Etienne M., 2006. Les étapes de la conception d'un jeu. Powerpoint du cours dispensé lors de la formation "Usage des jeux de rôles en modélisation d'accompagnement" à Chateauf-de-Gadagne (France), du 13 au 17 février 2006.

Farolfi S., Patrone F., Rowntree K. & Dinar A, 2006. To negotiate or to game theorize : Negotiation vs. Game Theory Outcomes for Water Allocation Problems in the Kat Basin, South Africa. The 6th Meeting on Game Theory and Practice, Zaragoza, Spain, 27 p.

Faysse, N., 2006. Troubles on the way: an analysis of the challenges faced by multistakeholder platforms. Natural Resources Forum, 30: 219-229.

Ferber J., 2006. Introduction aux concepts et méthodologies de conception multi-agents. In Amblard F. & Phan D. Modélisation et simulation multi-agents. Application pour les sciences de l'Homme et de la société. Collection sciences informatiques et SHS, Hermes Science Publication, 414 p.

Gallien E., Le Bissonnais Y., Eimberck M., Benkhadra H., Ligneau L., Ouvry J.-F & Martin P., 1995. Influence des couverts végétaux de jachère sur le ruissellement et l'érosion diffuse en sol limoneux cultivé. Cahiers Agricultures, 4 : 171-183.

Gigot G., 2002. Contribution au développement d'un jeu de rôle, basé sur un modèle de Simulation Multi-Agents, appliqué à la gestion des roselières et à la conservation du Butor étoilé (*Botaurus stellaris*). Mémoire de fin d'étude du DAA Agronomie-Environnement, INA P-G, 74 p.

Green K.C., 2002. Forecasting decisions in conflict situations: a comparison of game theory, role-playing, and unaided judgement. *International Journal of Forecasting*, 18 : 321–344.

Guerrien B., 1995. La théorie des jeux. 2^{ième} édition. Collection Economie Poche. Economica, 112 p.

Gurung T.R., Bousquet F. & Trébuil G., 2006. Companion Modeling, Conflict Resolution, and Institution Building : Sharing Irrigation Water in the Lingmuteychu Watershed, Bhutan. *Ecology and Society* 11(2): 36.

[online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art36/>

Jarras I. & Chaib-draa B., 2002. Aperçu sur les systèmes multiagents. Cirano Working Papers, 2002s-67, 45 p.

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 P-G, Paris-Grignon, 393 p.

Langlois P. & Delahaye D., 2002. RuiCells, automate cellulaire pour la simulation du ruissellement de surface. *Revue International de Géomatique*, 12(4) : 461-487.

Le Bars M., Le Grusse Ph., Allaya M., Attonaty J.M. & Mahjoubi R., 2004. NECC : un jeu de simulation pour l'aide à la décision collective. Application à une région méditerranéenne "virtuelle". In Actes du Séminaire : Modernisation de l'Agriculture Irriguée, Rabat. 13 p.

Le Bissonnais Y., Thorette J., Bardet C. & Daroussin J., 2002. L'érosion hydrique des sols en France. INRA / IFEN. Synthèse, 106 p.

Le Bissonnais Y., Cerdan O., Lecomte V., Benkhadra H., Souchère V. & Martin P., 2005. Variability of soil surface characteristics influencing interrill erosion processes in cultivated catchment. *Catena* 62 (2-3), 111-124.

Lecavalier G., 1971. Les jeux de simulation dans l'enseignement de la sociologie. *Sociologies et Sociétés*, 3 (2).

Lecomte V., Le Bissonnais Y., Renaux B., Couturier A. & Ligneau L., 1997. Erosion hydrique et transfert de produits phytosanitaires dans les eaux de ruissellement. *Cahiers Agricultures*, 6 : 175-183

Leeuwis C. & Van Den Ban A. W., 2004. Communication for rural innovation. Rethinking agricultural extension. Oxford : Blackwell publishing Ltd, 412 p.

Lheriteau M., Ouvry J-F., Souchère V. & Lechène S., soumis à Etude et Gestion des Sols. Utilisation du modèle SREAM pour raisonner les aménagements fonciers. 27 p.

Martin P., 1997. Pratiques culturales, ruissellement et érosion diffuse sur les plateaux limoneux du nord ouest de l'Europe : application aux intercultures du Pays de Caux. Thèse, INA P-G, Paris, 184 p + annexes.

- Martin P., Papy F., Souchère V. & Capillon A., 1998. Maîtrise du ruissellement et modélisation des pratiques de production. Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures, 7 (2) : 111-119.
- Martin P., 1999. Reducing flood risk from sediment-laden agricultural runoff using intercrop management techniques in northern France. Soil & Tillage research, 52 : 233-245.
- Mermet, L., 1991. Les exercices de simulation de politiques face aux prévisions de changements climatiques : analyse des expériences effectuées de 1987 à 1990. Rapport final, Secrétariat d'Etat à l'environnement, Groupe de prospective, 60 p.
- Mermet L., Billé R., Leroy M., Narcy J.B & Poux X., 2005a. L'analyse stratégique de la gestion environnementale : un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement. Natures Sciences Sociétés 13 : 127-137.
- Mermet, L., 2005b. Concertations orchestrées ou négociations décisives? Programme « Concertation, Décision et Environnement », Tome I. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. 221 p.
- Nearing M. A. & Bardford J. M., 1985. Single waterdrop splash detachment and mechanical properties of soils. Soil Science Society of America journal, 49 (3) : 547-552
- Ollagnon H., 1987. Une nécessaire rencontre des approches théoriques et pragmatiques de la gestion de la nature : l'audit patrimonial de type système-acteurs. Paris, Ministère de l'agriculture-DAFE.
- Ouvry J.-F., 1990. Effet des techniques culturales sur la susceptibilité des terrains à l'érosion par ruissellement concentré. Expérience du Pays de Caux (France). Cahiers ORSTOM, série Pédol., 25 (1-2) : 157-159.
- Papy F. & Boiffin J., 1988. Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. II-Evaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles. *Agronomie* 8(9) : 745-756.
- Promburom P., 2004. Participatory Modeling for Watershed Management: The Use Role-playing Game and MAS Model. Multiple Cropping Center, Chiang Mai University, Thailand 50200, 15 p.
- Rowlands, J., 1995. Empowerment examined. *Development in Practice*, 5(2): 101-107.
- Souchère V., King D., Daroussin J., Papy F. & Capillon A., 1998. Effect of tillage on runoff directions : consequences on runoff contributing area within agricultural catchments. *Journal of Hydrology*, 206 : 256-267.
- Souchère V., King C., Dubreuil N. Lecomte-morel V., Le Bissonnais Y. & Chalal M., 2003a. grassland and crop trends : role of the European Union Common Agricultural Policy and consequences for runoff and soil erosion. *Environmental Science & policy*, 6 (1) : 7-16.

Souchère V., Cerdan O., Ludwig B., Le Bissonnais Y., Couturier A. & Papy F., 2003b. Modelling ephemeral gully erosion in small cultivated catchments. *Catena*, 50 (2-4) : 489-505.

Souchère V., Sorel L., Couturier A., Le Bissonnais Y. & Cerdan O., 2005a. Application du modèle STREAM à l'échelle d'un bassin versant au cours d'un cycle hydrologique. Paris : Rapport PIREN-Seine 2004, CNRS, 32 p.

Souchère V., Cerdan O., Dubreuil N., Le Bissonnais Y. & King C., 2005b. Modelling the impact of agri-environmental scenarios on runoff in a cultivated catchment (Normandy, France). *Catena*, 61 : 229–240.

Trébuil G., Shinawatra-Ekasingh B., Bousquet F. & Thong-Ngam C., 2003. Multi-agent systems companion modeling for integrated watershed management: a northern thailand experience. In *Landscapes of Diversity: Indigenous Knowledge, Sustainable Livelihoods and Resource Governance in Montane Mainland Southeast Asia*. Proceedings of the III Symposium on MMSEA 25–28 August 2002, Lijiang, P.R. China. Xu Jianchu and Stephen Mikesell, eds. pp. 349–358. Kunming: Yunnan Science and Technology Press.

Usunier J-C., 2005. Enseigner la négociation par les jeux de simulation. A paraître en 2005 dans la *Revue Française de Gestion*. HEC, université de Lausanne, 30 p.

Van Dijk P.M., Kwaad F.J.P.M & Klapwijk M., 1996. Retention of water and sediment by grass strips. *Hydrological processes*, 10 : 1069-1080.

Wade-Benzoni KA, Tenbrunsel AE & Bazerman MH. 1996. Egocentric interpretations of fairness in asymmetric, environmental social dilemmas: explaining harvesting behavior and the role of communication. *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.*, 67 : 111–26.

Sites consultés sur Internet :

- Fish Banks : www.fish.washington.edu/classes/fish210/data/labs/Briefing.ppt
- Météo France : <http://www.meteofrance.com/FR/index.jsp>
- Inspection générale de l'environnement : <http://publications.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/1211-coulees-76.pdf>
- Direction régionale de l'Environnement Haute Normandie : <http://www.haute-normandie.ecologie.gouv.fr/>
- ComMod : <http://www.commod.org>

Bibliographie consultée mais non citée

Barreteau O., 1998. Un Système Multi-Agent pour explorer la viabilité des systèmes irrigués : dynamique des interactions et modes d'organisation. Thèse, ENGREF, Centre de Montpellier, 263 p.

Becu N., 2006. Identification et modélisation des représentations des acteurs locaux pour la gestion des bassins versants. Thèse, Université Montpellier II, Montpellier, 344 p.

Castella, J. C., Tran Ngoc Trung, & S. Boissau. 2005. Participatory simulation of land-use changes in the northern mountains of Vietnam: the combined use of an agent-based model, a role-playing game, and a geographic information system. *Ecology and Society*, 10(1): 27. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art27/>

Daré W. & Barreteau O., 2003. A role-playing game in irrigated system negotiation : between play and reality. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6 (3). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/3/6.html>

Etienne M. & Le Page C., 2002. Modéliser les dynamiques paysagères pour accompagner un projet d'aménagement du territoire : le cas du Causse Méjean. Colloque : Gérer les espaces de montagne pour un développement concerté et durable. 15 p.

Farolfi S. & Rowntree K., 2005. Accompanying Local Stakeholders in Negotiation Processes Related to Water Allocation Through Simulation Models and Role-Playing Games: an Experience from South Africa. EMPOWERS Regional Symposium: End-Users Ownership and Involvement in IWRM 13-17 November, 2005; Cairo, Egypt

Fayein M., 2003. Elaboration d'un outil d'accompagnement de projets d'aménagements pour la prévention des incendies de forêt. Mémoire de fin d'étude du DAA Agronomie-Environnement, INA P-G, 94 p.

Morgan R.P.C., Quinton J.N., Smith R.E, Govers G., Poesen J.W.A., Chisci G. & Torri D., 1998. The EUROSEM Model. In Boardman et al. *Modelling Soil Erosion by Water*. Springer, Berlin. NATO-ASI Series I-55 : 389-398.

Ruffez P., 2003. Etude de la négociation dans le cadre d'un jeu de rôle sur le sylvopastoralisme. Mémoire de fin d'étude du DEA IARFA, 42 p.

Souchère V., 1995. Modélisation spatiale du ruissellement à des fins d'aménagement contre l'érosion de talweg. Application à des petits bassins versants en Pays de Caux (Haute Normandie). Thèse, INA P-G, Paris-Grignon, 200 p.