



HAL
open science

Dynamique d'évolution des exploitations d'élevage dans le Pays de Caux et conséquences sur l'environnement

Justine Faure

► **To cite this version:**

Justine Faure. Dynamique d'évolution des exploitations d'élevage dans le Pays de Caux et conséquences sur l'environnement : Intégrer davantage d'herbe pour réduire les risques de ruissellement érosif. 2009, 22 p. hal-01198025

HAL Id: hal-01198025

<https://hal.science/hal-01198025>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Centre de Rennes

65, rue de Saint Brieuc
CS 84215

35042 Rennes Cedex

INRA

UMR SAD APT

Bâtiment EGER

78850 Thiverval-Grignon

Mémoire de Fin d'Etudes

**DIPLOME D'AGRONOMIE APPROFONDIE
(DAA)**

Spécialité : Ingénierie Zootechnique

Option : Elevage Terroir Territoire

**Dynamique d'évolution des exploitations d'élevage
dans le Pays de Caux et conséquences sur
l'environnement**

**Intégrer davantage d'herbe pour réduire les risques de
ruissellement érosif**

Par : Mlle FAURE Justine

Devant le jury :

Soutenu le 22 septembre 2009

Sous la présidence de : Lucile MONTAGNE

Maitres de stage : Alain HAVET, Brigitte REMY

Enseignant responsable : Yannick LE COZLER

Tuteur scientifique : Catherine DISENHAUS

*"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent
que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".*

Diffusion du mémoire

A remplir par l'auteur avec le maître de stage.

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité ⁽¹⁾ :

Mémoire de fin d'études

Consultable sur place : oui non

Reproduction autorisée : oui non

Prêt autorisé : oui non

Confidentialité absolue : oui non
(*ni consultation, ni prêt*)

Si oui 1 an 5 ans 10 ans

Diffusion de la version numérique : oui non

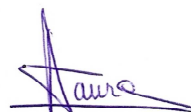
Fiche de résumé du mémoire de fin d'études :

Résumé diffusable : oui non

Si oui, l'auteur complète l'autorisation suivante :

*Je soussigné(e) Faure Justine
, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise
toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.*

Date : 07/09/09 Signature :



Rennes, le

Le Maître de stage⁽²⁾,

L'auteur,

L'Enseignant responsable⁽²⁾,

(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation du Pôle Agronomique de Rennes s'engagent à respecter cette confidentialité.

(2) Signature et cachet de l'organisme.

Remerciements

Je remercie tout particulièrement Alain Havet et Brigitte Remy pour leur suivi rigoureux et formateur tout au long de mon stage. Leur complémentarité était bénéfique pour un sujet sur un territoire de polyculture-élevage dans un contexte en mutation : le regard du zootechnicien et celui de l'agronome mêlés à un brin de socio-anthropologie.

Merci à Philippe Martin pour ses conseils avisés sur l'utilisation du logiciel DIAR

Merci à Cyrille pour son expertise agronomique et sa contribution informatique à la réalisation des simulations DIAR. De ce fait, les analyses ont pu être plus complètes !

Merci à Odile Bourgain et Jean-Marc Llorens pour cette collaboration autour du logiciel Olympe. Sans eux la « lessive des dieux » serait restée un mystère !

Merci aux conseillers de la Chambre d'Agriculture de Seine Maritime et des GDA du Pays de Caux pour leurs conseils et leurs listes de contacts.

A tous les agriculteurs rencontrés lors de mes vadrouilles dans le Pays de Caux : merci pour votre disponibilité, votre accueil et vos réponses personnelles et spontanées.

Sarah, merci pour tes coups de pouce et tes boutades. Les mouches ne volent (presque) plus dans le bureau des stagiaires !

Merci à Céline de m'avoir fait partager ses expériences de thésarde. Et bon courage pour la dernière ligne droite !

Merci à Aude pour sa bonne humeur et son soutien en période de rédaction. Les gâteaux maison sont de vrais petits réconforts !

Et merci à tous les membres et thésards de l'UMR SADAPT de Grignon qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de mon stage.

Mes dernières pensées vont à tous ceux et celles qui m'ont supportée au quotidien durant ces six derniers mois, ils se reconnaîtront !

Table des matières

INTRODUCTION	1
1 CONTEXTE ET ENJEUX DE L'ETUDE	2
1.1 CONTEXTE TERRITORIAL : LES ENJEUX DU RUISSELLEMENT EROSIF POUR L'AGRICULTURE DU PAYS DE CAUX.....	2
1.2 CONTEXTE SCIENTIFIQUE : INSERTION DANS UN PROGRAMME DE RECHERCHE SOUCIEUX DE L'AVENIR DES SURFACES EN HERBE DANS LE PAYS DE CAUX	4
1.3 OBJECTIFS DU TRAVAIL ET PROBLEMATIQUE	4
2 MATERIEL ET METHODES	5
2.1 ETUDE DE LA DIVERSITE DES EXPLOITATIONS D'ELEVAGE.....	5
2.2 REALISATION DES ENQUETES AUPRES DES ELEVEURS : COMPREHENSION DU FONCTIONNEMENT GLOBAL ET OUVERTURE SUR LES PERSPECTIVES D'EVOLUTIONS	6
2.3 METHODES ET OUTILS D'ANALYSE	7
3 RESULTATS	9
3.1 PRESENTATION DESCRIPTIVE DE L'ECHANTILLON.....	9
3.2 ANALYSES MULTIDIMENSIONNELLES.....	10
3.3 ANALYSE DES PERSPECTIVES D'EVOLUTION DES SURFACES EN HERBE	13
3.4 DISCOURS SUR LES PERSPECTIVES D'EVOLUTION POUR L'ELEVAGE CAUCHOIS.....	14
3.5 LE SECHAGE DU FOIN EN GRANGE : UN SYSTEME LIMITANT LES RISQUES DE RUISSELLEMENT	15
4 DISCUSSION	17
4.1 QUEL BILAN POUR L'UTILISATION DES PRAIRIES DANS UN BUT ENVIRONNEMENTAL ?.....	17
4.2 QUEL EQUILIBRE ENTRE LES ACTIVITES AGRICOLES ET NON AGRICOLES A L'ECHELLE DU TERRITOIRE ?.....	18
4.3 QUEL AVENIR POUR L'ELEVAGE DANS LE PAYS DE CAUX ?.....	19
CONCLUSION	20
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	21

Table des annexes

ANNEXE I : LE PAYS DE CAUX COMME UNE PETITE REGION AGRICOLE.....	24
ANNEXE II : LES CARACTERISTIQUES PEDOCLIMATIQUES DU PAYS DE CAUX	25
ANNEXE III : LES PHENOMENES DE RUISSELLEMENT EROSIF DANS LE PAYS DE CAUX	26
ANNEXE IV : DES CAPACITES D'INFILTRATION CONTRASTEES ENTRE LES PRINCIPALES CULTURES DU PAYS DE CAUX ET LES PRAIRIES.....	27
ANNEXE V : EVOLUTION DE L'AGRICULTURE ET DES SURFACES AGRICOLES DANS LE PAYS DE CAUX	28
ANNEXE VI: INSERTION DANS UN PROGRAMME DE RECHERCHE POUR LA GESTION DES TERRITOIRES GENERANT DES COULEES BOUEUSES	29
ANNEXE VII : ZONAGE DU PAYS DE CAUX	30
ANNEXE VIII : LES CAS TYPES REPRESENTATIFS DE L'ELEVAGE BOVIN DANS LE PAYS DE CAUX (GRADATION SELON L'UTILISATION DE L'HERBE).....	31
ANNEXE IX: TRAME MADE IN MIND MAP	32
ANNEXE X : UTILISATION DU REGISTRE PARCELLAIRE GRAPHIQUE.....	33
ANNEXE XI : PRESENTATION DES SCENARIOS D'EVOLUTION DE L'AGRICULTURE	34
ANNEXE XII : LA METHODE CAPILLON APPLIQUEE AUX ELEVAGES DU PAYS DE CAUX (D'APRES CAPILLON, MANICHON, 1988) : UN EXEMPLE D'EXPLOITATION.....	36
ANNEXE XIII : GESTION DES SURFACES ET ALIMENTATION DU TROUPEAU BOVIN ADULTE A PARTIR D'UN EXEMPLE	37
ANNEXE XIV : REPRESENTATION SPATIALE DES SURFACES	39
ANNEXE XV : EXTRAIT DE LA BASE DE DONNEES	42
ANNEXE XVI : DIAR : UN OUTIL D'EVALUATION DES PRATIQUES CULTURALES.....	43
ANNEXE XVII : SUCCESSIONS CULTURALES RENCONTREES DANS LES EXPLOITATIONS D'ELEVAGE.....	45
ANNEXE XVIII : LE LOGICIEL OLYMPE® ET LES DEMARCHES DE SIMULATION.....	46
ANNEXE XIX : EVALUATION DE LA DURABILITE DES EXPLOITATIONS D'ELEVAGE SELON LES SCENARIOS ENVISAGES – UTILISATION DES INDICATEURS ECONOMIQUES DE LA METHODE IDEA	48
ANNEXE XX : PRESENTATION DE LA DIVERSITE DES EXPLOITATIONS	49
ANNEXE XXI : CARACTERISTIQUES DES SURFACES EN HERBE RENCONTREES DANS LE PAYS DE CAUX:SYNTHESE DES ENTRETIENS REALISES.....	55
ANNEXE XXII : ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES ET FONCTIONNEMENT	56
ANNEXE XXIII : ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES ET UTILISATION DES SURFACES EN HERBE.....	58
ANNEXE XXIV : L'HERBE EN ROTATION DANS LES EXPLOITATIONS D'ELEVAGE ENQUETEES REDUIT LES RISQUES DE RUISSELLEMENT	60
ANNEXE XXV: LE SECHAGE DU FOIN EN GRANGE: ENJEUX LOCAUX ET REFERENCES TECHNIQUES	61
ANNEXE XXVI: EVOLUTION DU PARCELLAIRE EN VUE D'UNE PRATIQUE DE SECHAGE DE FOIN EN GRANGE.....	64
ANNEXE XXVII : LA PHAE2 EN SEINE MARITIME.....	65
ANNEXE XXVIII: RESULTATS ECONOMIQUES DES SIMULATIONS ET INDICATEURS	66
ANNEXE XXIX : FICHE SYNTHETIQUE DE LA SIMULATION TECHNICO-ECONOMIQUE	67
ANNEXE XXX : EVOLUTION DES TEMPS DE TRAVAUX REALISES PAR L'EXPLOITANT.....	68
ANNEXE XXXI : RECUEIL DES PERSPECTIVES D'EVOLUTION	69

Liste des figures

Figure 1: Localisation du département de la Seine Maritime en France.....	1
Figure 2: Localisation du Pays de Caux en Seine Maritime (région Haute Normandie).....	1
Figure 3: Répartition des OTEX des exploitations agricoles de Seine Maritime	2
Figure 4: Assolement de Seine Maritime (source Agreste)	2
Figure 5: Comparaison des assolements du Pays de Caux entre 1970 et 2000.....	3
Figure 6: Evolution de la STH dans le Pays de Caux entre 1970 et 2000	3
Figure 7: Evolution de la STH en Haute Normandie et de sa part dans la SAU régionale.....	3
Figure 8: Répartition des OTEX des exploitations d'élevage dans le Pays de Caux en 2000....	3
Figure 9: Assolement fourrager principal dans le Pays de Caux en 2000 (source RGA)	3
Figure 10: Zonage du Pays de Caux en 5 zones, établies selon l'évolution de l'assolement.....	5
Figure 11: Répartition des Exploitations d'Elevages enquêtées sur le territoire	5
Figure 12: Schéma de fonctionnement global de l'exploitation agricole (Capillon, Manichon, 1988) adapté pour la thématique du ruissellement érosif.....	7
Figure 13: Utilisation du logiciel DIAR pour estimer le ruissellement résultant de l'occupation des sols d'une exploitation (exemple de l'exploitation 10)	8
Figure 14: Utilisation du logiciel Olympe® pour évaluer l'impact économique du séchage en grange dans une exploitation laitière.....	8
Figure 15: Niveau de ruissellement des exploitations d'élevage rencontrées dans le Pays de Caux et positionnement par rapport à deux échelles de valeurs : les ruissellements théoriques extrêmes et les types d'exploitations du bassin versant de l'Austrberthe.....	9
Figure 16: Classification des individus selon 4 classes de fonctionnement de l'exploitation agricole	10
Figure 17: Caractéristiques des classes de fonctionnement de l'exploitation agricole selon l'atelier de production animale et mise en évidence des systèmes alternatifs	10
Figure 18: Classification des individus selon l'utilisation de l'herbe dans l'exploitation agricole	11
Figure 19: Caractéristiques des classes selon l'utilisation des surfaces en herbe	11
Figure 20: Liens entre les classes de fonctionnement selon l'atelier de production animale et les classes selon l'utilisation des surfaces en herbe	12
Figure 21: Dynamique d'évolution des surfaces en herbe résultant d'un diagnostic personnel établi en confrontant les résultats statistiques et l'avis des agriculteurs sur la gestion de l'herbe.....	13
Figure 22: Voies d'adaptation des exploitations d'élevage du Pays de Caux à un changement extrême du contexte de production aux dires des agriculteurs et diagnostic d'évolution prévisible des surfaces en herbe.	14
Figure 23: Réduction de la pression de ruissellement induite par les modifications de l'assolement nécessaires à l'introduction du séchage de foin en grange dans EA12.....	15
Figure 24: Une agriculture de polyculture élevage intégrant la culture de l'herbe dans les rotations (photo: J. FAURE, le 24/04/09 sur les routes du Pays de Caux, entre Bourville et Doudeville).....	20

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition de l'échantillon selon la combinaison système de production bovin/système fourrager	6
Tableau 2: Choix des moteurs de changement identifiés dans la thèse de C. Ronfort et présentés durant l'entretien avec les agriculteurs	6
Tableau 3: Présentation des situations simulées sous Olympe® pour tester la faisabilité économique de l'introduction du séchage de foin en grange dans une exploitation laitière....	15
Tableau 4: Résultats économiques et équilibre des marges lors de l'introduction d'une installation de séchage dans une exploitation laitière prise en référence.	16
Tableau 5: Evolution des indicateurs IDEA pour une simulation avec subvention départementale à l'installation du séchage de foin en gangre et prime PHAE (simulation 4) dans une exploitation laitière prise en référence	16

Liste des abréviations

AREAS : Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols
AREHN : Agence Régionale de l'Environnement de Haute Normandie
AUP : Agence Unique de Paiement
BE : Bande Enherbée
BV : Bassin Versant
CA : Chambre d'Agriculture
CN : Curve Number
CRA : Chambre Régionale d'Agriculture
CORPEN : Comité d'ORientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

DIAR : Diagnostic Agronomique de Ruissellement
DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
EA : Exploitation Agricole
EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée
EBD: Elevage Bovin Demain
EL : Eleveur Laitier
ESITPA : Etablissement Supérieur d'Ingénieurs et de Techniciens Pour l'Agriculture
GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
IDEA : Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles
LOADDT : Loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire

OTEX : Orientation Technico Economique des Exploitations agricoles
PAC : Politique Agricole Commune
PE : Polyculteur Eleveur
PMTVA : Prime de Maintien des Troupeaux de Vaches Allaitantes
PRA : Petite Région Agricole
RA : Région Agricole
RDT : Risque Décision Territoire
RE : Ruissellement Erosif
RGA : Recensement Général de l'Agriculture
RGI : Ray Grass Italien
RPG : Registre Parcellaire Graphique
SAU : Surface Agricole Utile
SFP : Surface Fourragère Principale
STH : Surface Toujours en Herbe
STHO : Surface Toujours en Herbe Obligatoire
STREAM: Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Management
UMR : Unité Mixte de Recherche
VA: vache allaitante
VL: vache laitière

Glossaire

A la lecture de ce document, les termes spécifiques employés sont à considérer selon les définitions suivantes issues de la bibliographie ou fixées personnellement :

- *Bassin versant élémentaire* : territoire isolé au plan hydraulique et qui débouche sur un seul exutoire (Tessier et al., 1996).
- *Bétoire* : puits naturel, de petites dimensions, où se perdent les eaux de ruissellement pour rejoindre la nappe phréatique.
- *Bloc de cultures homogène* : Ensemble de parcelles sur lequel la même succession culturale est appliquée (Aubry et al., 1998).
- *Culture dérobée* : culture intermédiaire qui participe à l'alimentation du troupeau.
- *Culture intermédiaire* : culture installée pour un laps de temps court entre deux cultures de cycle végétatif correspondant chacune à la production que l'on peut attendre d'une campagne agricole (Joly et al., 1999).
- *Cultures de vente* : sole dont les productions sont exportées hors de l'exploitation.
- *Fourrage* : aliment grossier constitutif de la ration des animaux (herbe pâturée, foin, enrubannage, ensilage d'herbe, ensilage de maïs, betterave fourragère), hors céréales produites sur l'exploitation, sous produits et concentrés.
- *Passages d'eau* : circulation de l'eau visible et identifiable par les agriculteurs sur leur parcellaire.
- *Polyculteur - éleveur* : agriculteur associant des cultures de différentes espèces végétales pour la vente et pour l'alimentation d'un troupeau animal. Lorsque tous les types de cultures sont destinés à l'autoproduction d'aliment du bétail, les agriculteurs sont appelés éleveurs spécialisés.
- *Prairie permanente* : selon la définition réglementaire, il s'agit de terres hors rotation, consacrées à la production d'herbages (ensemencés ou naturels) sur une base permanente (tout au moins sur une période de cinq ans ou plus) (source CRA Normandie).
- *Prairie temporaire* : prairie cultivée, ensemencée d'une ou plusieurs espèces de graminées ou d'un mélange de graminées et légumineuses. La durée d'implantation d'une prairie temporaire est de 5 ans. Les prairies temporaires âgées de plus de 5 ans restent cependant éligibles aux aides surfaces, si elles ont été déclarées en prairie temporaire ou culture arable (source CRA Normandie). Les prairies temporaires (de courte durée) entrent dans une succession de cultures.

- Rigole et ravine : fossés creusés naturellement dans la terre par concentration du ruissellement. Elles se distinguent par leurs dimensions.
- STH : ensemble des prairies permanentes et des prairies temporaires hors rotation.
- STHO : surfaces jugées non retournables par l'exploitant du fait de contraintes réglementaires (présence d'un cours d'eau par exemple) ou parcellaires (pente, présence de cailloux, présence d'arbres, etc.).
- Surface fourragère principale : sole d'une exploitation constituée des surfaces en herbe productives, en maïs ensilage et en betterave fourragère.
- Système de culture : ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur une portion de territoire traitée de manière identique au regard de la succession culturale (nature des cultures, et ordre de succession) et de l'itinéraire technique appliqué à chaque culture (Sebillotte, 1990).
- Talweg : ligne de fond de vallée, ligne de concentration du ruissellement (Papy et Douyer, 1991).

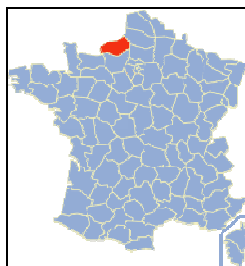


Figure 1: Localisation du département de la Seine Maritime en France
(source Agreste Mémento Agricole 2007, DRAAF 76)

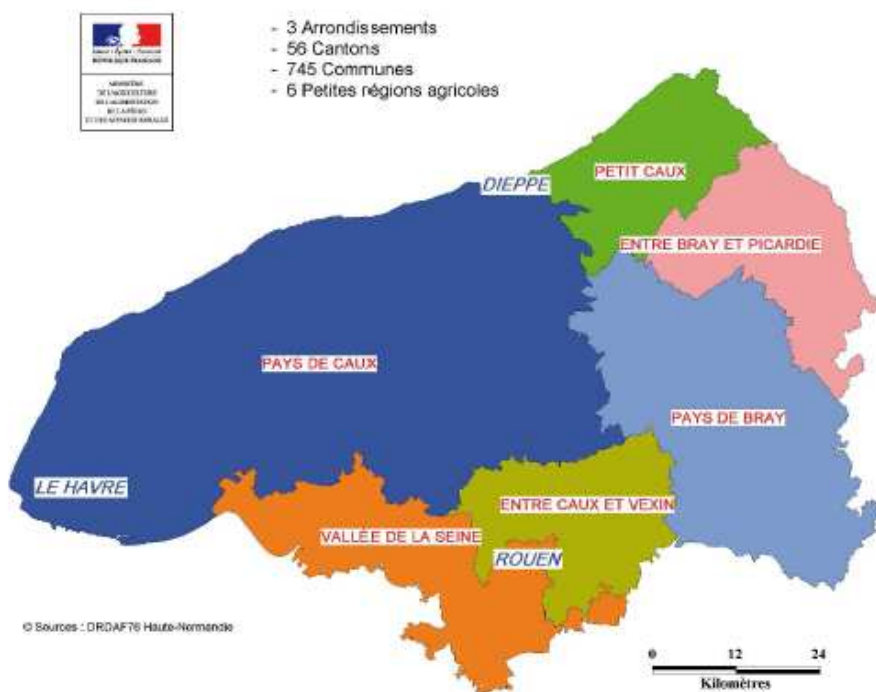


Figure 2: Localisation du Pays de Caux en Seine Maritime (région Haute Normandie)
(source Agreste Mémento Agricole 2007, DRAAF 76)

Introduction

Dans le cadre du règlement européen de développement rural, la France a choisi de se doter en 2000 d'un plan de développement rural national dont la première priorité d'action est de « promouvoir une agriculture durable et multifonctionnelle » (Deverre, 2002). La durabilité des systèmes de production agricole ne se mesure plus seulement par leur capacité à maintenir un niveau de production mais aussi par leur capacité à maintenir un environnement conforme aux différentes attentes de la société dans les territoires ruraux où ils sont présents (Lemaire, 2007). Parmi les enjeux en matière d'environnement, la réduction du ruissellement est sans aucun doute l'un des plus importants en Seine Maritime (Figure 1). En effet, selon l'Agence Régionale de l'Environnement de Haute Normandie (AREHN) le département répertorie, entre 1985 et 1995, 75% des phénomènes de coulées boueuses régionales. Le Pays de Caux (Figure 2) est principalement touché : entre 1990 et 2003, on y recense plus de cinquante épisodes de coulées boueuses.

Sur les terres agricoles de cette petite région, le ruissellement est un inconvénient majeur. Il se forme sur la croûte de battance des sols limoneux qui réduit l'infiltration des pluies. L'eau se charge en particules, érode les sols, ce qui provoque la création de **ravines**, arrache les plants, et diminue l'épaisseur et la **fertilité** du sol. C'est la concentration des eaux de ruissellement jusqu'à l'exutoire (point le plus bas) des bassins versants qui entraîne des dégâts collatéraux lourds de conséquences comme des **inondations et destructions d'ouvrages publics ou privés**. De plus, des phénomènes de lessivage d'éléments solubles (nitrates, produits phytosanitaires...) se produisent au passage de l'eau et favorisent la **pollution des eaux**.

Bien que naturels, les phénomènes de coulées boueuses ont été amplifiés par l'évolution des paysages, des pratiques agricoles et le développement de l'urbanisation dans le Pays de Caux (Auzet, 1987). Dans les exploitations d'élevage, les surfaces en herbe ont effectivement régressé, à l'inverse des surfaces en maïs ensilage qui ont augmenté ces dernières décennies. Or, la prairie favorise l'infiltration de l'eau et limite le ruissellement (Sebillotte, 1980). Les dynamiques d'évolution passées ont donc amplifié les risques de ruissellement. Pour comprendre la dynamique à venir dans les systèmes d'élevage et les marges de manœuvre disponibles pour réduire les risques environnementaux du ruissellement et de l'érosion, il apparaît alors important d'analyser le rôle des surfaces en herbe dans les systèmes fourragers. Nous axons alors notre étude autour de la question suivante :

Comment les exploitations d'élevage du Pays de Caux intègrent-elles la gestion des prairies pour un fonctionnement durable et comment les éleveurs adapteraient-ils leur système face à des changements du contexte de production ?

Après avoir présenté les enjeux territoriaux et scientifiques de l'agriculture et des activités d'élevage dans le Pays de Caux, la démarche d'analyse d'entretiens réalisés auprès de 17 agriculteurs sera explicitée. L'approche systémique et globale de l'exploitation agricole (Capillon et Manichon, 1988) permettra d'analyser la diversité des exploitations d'élevage et leur impact sur le ruissellement, et d'examiner les perspectives d'évolution souhaitées par les agriculteurs. A partir de ces résultats, une analyse prospective mettra en avant des voies envisageables d'amélioration pour les systèmes d'élevage cauchois et compatibles avec la réduction du ruissellement sur les terres agricoles. Une exploitation sera retenue comme référence pour tester la faisabilité économique d'une piste d'adaptation novatrice intégrant plus d'herbe dans le système fourrager : le séchage du foin en grange. L'ensemble de l'étude exposée ici sera l'occasion d'une discussion sur l'avenir de l'élevage dans le Pays de Caux.

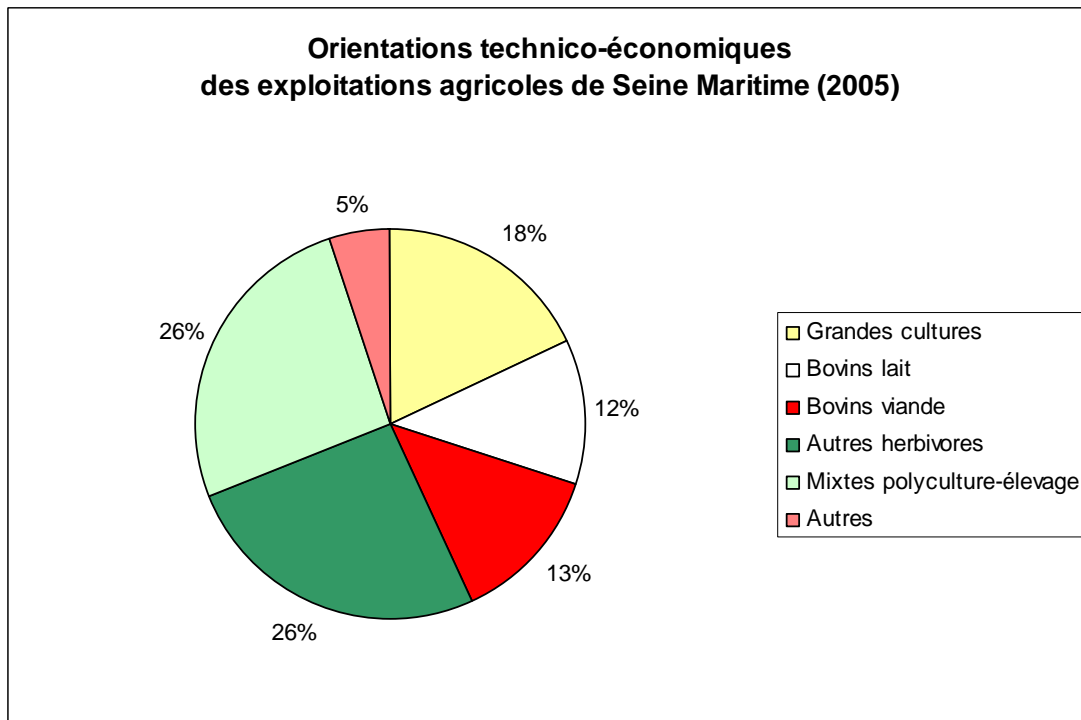


Figure 3: Répartition des OTEX des exploitations agricoles de Seine Maritime (source AGRESTE)

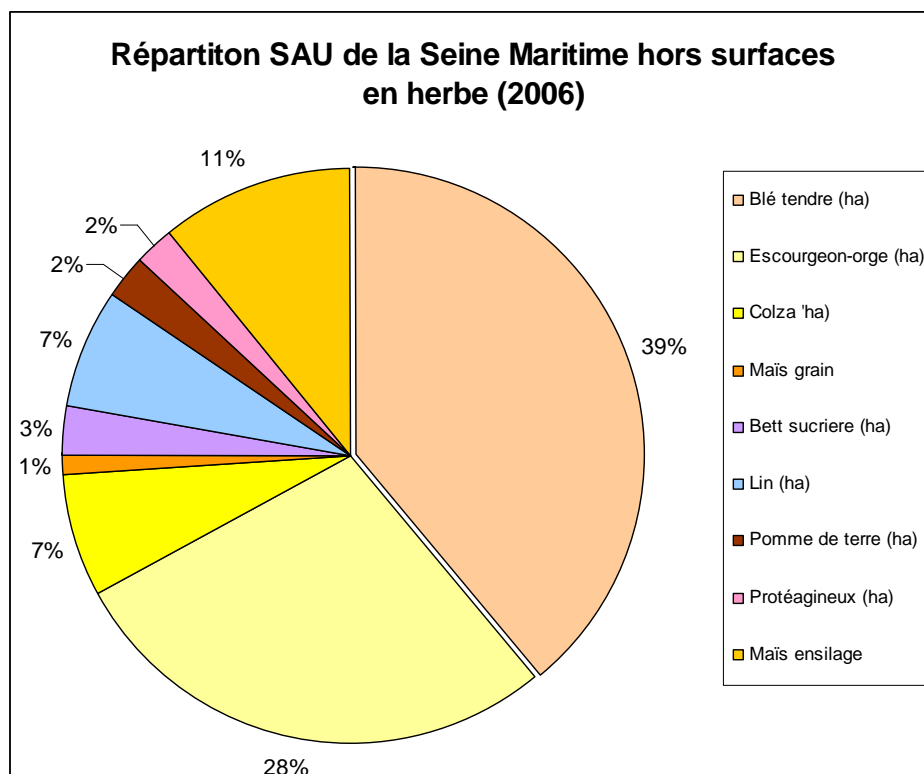


Figure 4: Assolement de Seine Maritime (source Agreste)

1 Contexte et enjeux de l'étude

1.1 Contexte territorial : les enjeux du ruissellement érosif pour l'agriculture du Pays de Caux

1.1.1 Le Pays de Caux : un territoire alliant diversité de cultures et élevage

Cette Petite Région Agricole (Annexe I) appartient à l'ensemble géologique du Bassin Parisien. Les terres agricoles cauchoises sont caractérisées par une épaisse couche de limon fertile sur les plateaux et des formations argileuses et crayeuses dans les vallées (Bresson, 1996) (Annexe II). Le climat de cette région est océanique tempéré, les précipitations y sont élevées et régulières (705 à 1030 mm en moyenne¹). Toutes ces propriétés agro-pédoclimatiques sont favorables au développement de l'élevage et des cultures.

Aujourd'hui, le territoire du Pays de Caux est tourné vers la polyculture et l'élevage (Figure 3) mais une tendance à la spécialisation des terres des plateaux (fertiles et planes) vers les grandes cultures peut être constatée (His, 1996). Les surfaces labourées départementales (Figure 4) sont occupées à 74 % par des cultures d'hiver (par ordre d'importance : blé, escourgeon, colza) et à 26 % par des cultures de printemps (betterave sucrière et lin textile (introduits depuis longtemps), pomme de terre, protéagineux (pois, féverole.), maïs ensilage). Les surfaces en herbe représentent 35% de la SAU départementale et les prairies temporaires ne sont présentes qu'à hauteur de 1,5%.

1.1.2 Le rôle des systèmes de culture et des pratiques agricoles dans la réduction des risques de ruissellement

Le **ruissellement de surface** et l'**érosion hydrique diffuse des sols**, dont il est question dans cette étude, résultent de l'interaction entre les propriétés hydrauliques de la surface du sol et les caractéristiques de l'événement pluvieux (Annexe III). La météorologie et la pédologie cauchoises sont les causes originelles des phénomènes de ruissellement et d'érosion, mais la survenue des catastrophes ne dépend pas que de l'intensité des épisodes pluvieux : elle dépend aussi des caractéristiques du territoire et des paysages (Papy et Douyer, 1991). Le ruissellement érosif du Pays de Caux se caractérise donc par une multiplicité de causes naturelles, agricoles et anthropiques, comprenant l'effet des activités agricoles.

La **modernisation de l'agriculture** a fortement modifié le paysage cauchois et aggravé les risques de ruissellement : augmentation de la taille des parcelles, arrachement de certaines haies et assèchement des mares naturelles diminuant la capacité de stockage des bassins versants et accroissant la vitesse du ruissellement (AREHN, 2009).

De plus l'**évolution des pratiques agricoles** influence l'état de surface du sol (Auzet, 1987). D'une part, toutes les cultures n'ont pas la même capacité d'infiltration (Annexe IV). Au printemps, les cultures couvrant peu le sol (maïs, pomme de terre, betterave) ont des capacités d'infiltration plus faibles et présentent plus de risques pour le ruissellement de printemps que des cultures comme le blé, l'orge et le colza semées à l'automne. D'autre part, la sensibilité du système de culture au ruissellement érosif évolue au cours du cycle cultural en fonction du développement végétatif des couverts végétaux et du tassement progressif de la surface du sol (Martin et Meynard, 1997). A ce titre, les risques de ruissellement peuvent être limités par le maintien des résidus végétaux à la surface du sol. Le maximum de surfaces nues est atteint entre septembre et février, pendant la période la plus arrosée (Martin et al., 1998). Les prairies au contraire assurent une couverture permanente du sol et présentent la capacité d'infiltration la plus élevée tout au long de l'année (Martin et al., 2007).

¹ Données Météo France, station de Sainte Adresse et de Saint Laurent en Caux (moyennes 1987-1999)

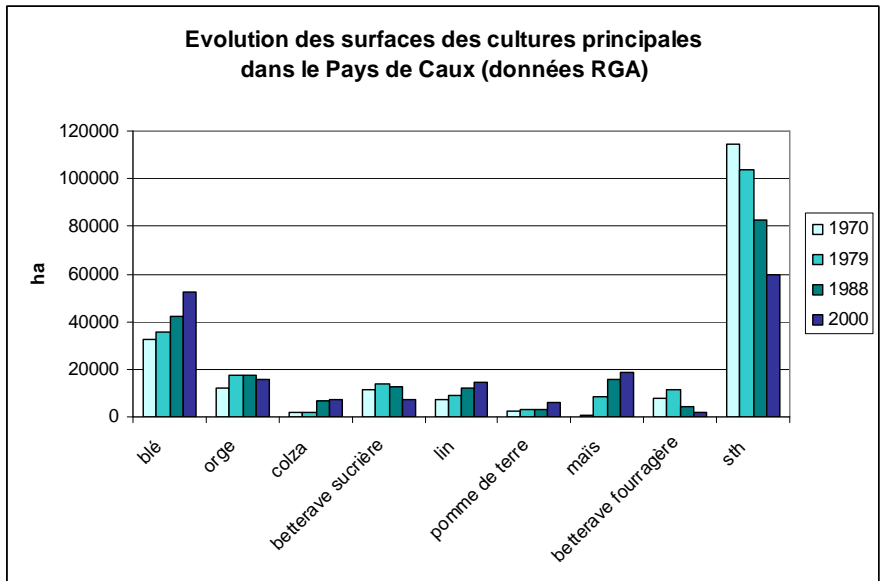


Figure 5: Comparaison des assolements du Pays de Caux entre 1970 et 2000

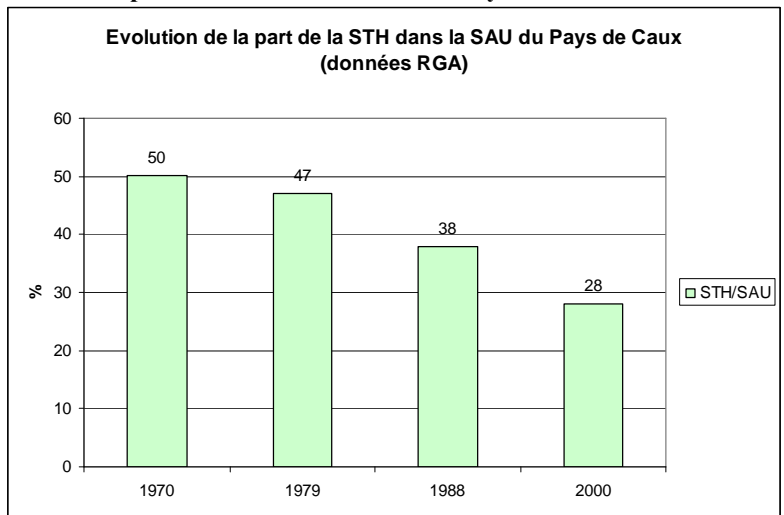


Figure 6: Evolution de la STH dans le Pays de Caux entre 1970 et 2000

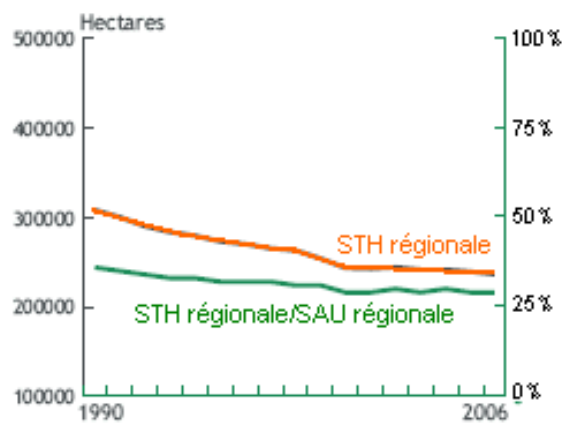


Figure 7: Evolution de la STH en Haute Normandie et de sa part dans la SAU régionale (source : CRA Normandie, <http://www.cra-normandie.fr/agricopie/herbe.htm>)

Au vu de ces résultats, l'herbe est nettement favorable à l'infiltration des eaux de pluie et donc à la réduction des risques de ruissellement. Les surfaces en herbe présentent effectivement des propriétés efficaces pour réduire les risques. Elles facilitent l'infiltration de l'eau, retiennent la terre grâce à un système racinaire dense, et favorisent la sédimentation en ralentissant les écoulements et en jouant le rôle de « peigne » (Martin, 1997).

L'enherbement de zones précises, en fonction de la connaissance de la circulation de l'eau, est suggéré aujourd'hui pour la protection du parcellaire à travers la mise en place de zones ou bandes enherbées et de prairies inondables (Gril et al., 1997).

1.1.3 L'évolution de l'occupation des surfaces cachoises et des pratiques agricoles aggravent les risques de ruissellement

Les problèmes actuels de ruissellement liés aux activités agricoles du Pays de Caux sont aggravés par une évolution des assolements et des pratiques (Annexe V).

La Figure 5 représente l'évolution des surfaces des cultures principales du Pays de Caux entre 1970 et 2000 (source : RGA) : augmentation des surfaces en cultures de vente (blé, lin, pomme de terre), augmentation des surfaces en maïs (grain et ensilage) et diminution des surfaces fourragères en betteraves et des surfaces toujours en herbe. La STH ne représente plus que 28% de la SAU cachoise en 2000 (Figure 6). Cette évolution des surfaces en herbe est similaire à la réduction de la STH en Haute Normandie. Notons que depuis les années 2000, on observe une stagnation de la part de la STH régionale (Figure 7).

Or, les surfaces en herbe sont essentielles pour le maintien de la biodiversité à l'échelle du paysage (Lemaire, 2007) et pour la réduction des processus de ruissellement érosif (Sebillotte, 1980). Les systèmes de grande culture en place dans le Pays de Caux, sont des systèmes de cultures à risques dont l'augmentation de la sole accentuera les risques de ruissellement au départ des zones émettrices (Klein et Meunier, 2007). C'est pourquoi, un des enjeux environnementaux majeurs est de maintenir les surfaces enherbées dans le Pays de Caux en évitant leur retournement et favorisant leur réimplantation (Martin et al., 2008).

1.1.4 Le rôle des exploitations dans la limitation des phénomènes de RE

La Figure 8 représente la répartition des élevages dans le Pays de Caux. Les élevages de bovins (lait et viande) sont dominants en 2000. Les élevages ovins, équins sont également utilisateurs de surfaces en herbe mais la diminution de ces types d'élevage n'est pas compensée par une augmentation des surfaces en herbe en élevage bovin. Les systèmes d'élevage bovins pratiqués dans la zone d'étude sont de plus en plus diversifiés allant de systèmes tout herbe à des systèmes achetant la totalité de l'aliment à l'extérieur. Aujourd'hui, l'augmentation de la part du maïs ensilage dans la surface fourragère et la diminution des surfaces prairiales sont des facteurs qui aggravent les risques de ruissellement et d'érosion.

En 2000, les surfaces en prairies représentaient 30% de la SAU et 77% de l'assolement fourrager dans le Pays de Caux et elles étaient composées à 90 % de prairies permanentes (Figure 9). L'intensité des effets environnementaux positifs de la prairie dépend des modalités de sa conduite (fauche, pâturage, niveau de chargement, fertilisation, etc.) et des modalités d'insertion de ces prairies dans les rotations (Lemaire, 2007). Les prairies permanentes ou naturelles qui ont atteint un équilibre de végétation sont davantage bénéfiques pour la réduction du ruissellement érosif (Lemaire, 2007). La discussion avec des experts (L. Fourcin, CA 76, comm. pers.), montre que la majorité des éleveurs retournent les surfaces en herbe dès que c'est possible agronomiquement afin d'implanter des cultures à forte valeur ajoutée. Les agriculteurs considèrent en effet qu'une prairie n'est pas intéressante économiquement et ne conservent les surfaces en herbe que s'ils les conçoivent comme indispensables pour l'élevage bovin (Mathieu et Joannon, 2003). Il existe donc un réel enjeu pour la préservation et la réintroduction des surfaces en herbe valorisées par l'élevage dans le Pays de Caux.

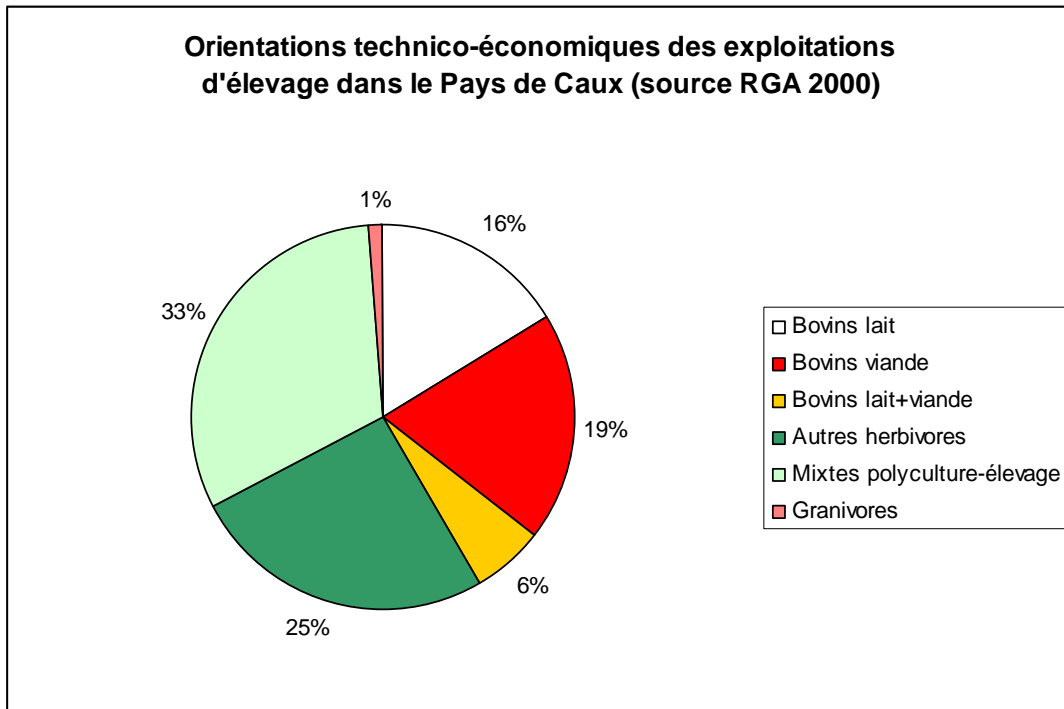


Figure 8: Répartition des OTEX des exploitations d'élevage dans le Pays de Caux en 2000 (source RGA)
(Autres herbivores= ovins, ovins-bovins, caprins, équins)

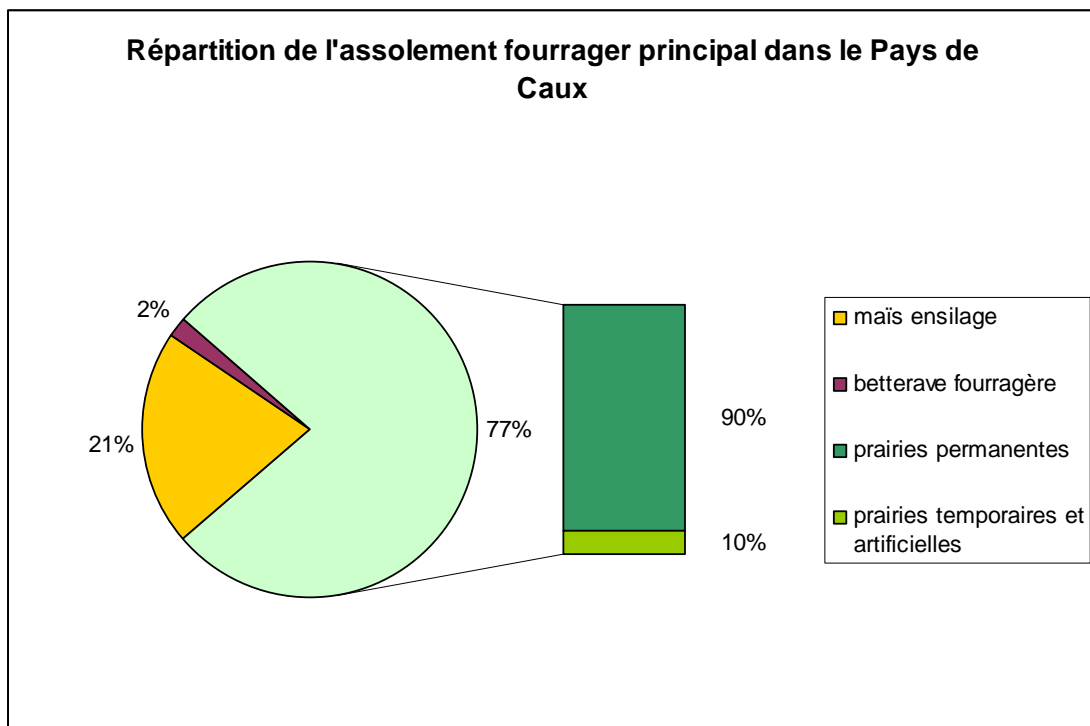


Figure 9: Assolement fourrager principal dans le Pays de Caux en 2000 (source RGA)

1.2 Contexte scientifique : insertion dans un programme de recherche soucieux de l'avenir des surfaces en herbe dans le Pays de Caux

Les acteurs du territoire sont mobilisés pour réduire les risques de ruissellement à l'origine des terres agricoles. Une collaboration entre acteurs locaux, institutionnels et chercheurs a lieu notamment à travers le programme de recherche *Risque Décision Territoire* (RDT) dans lequel s'inscrit ce travail de stage.

L'équipe CONCEPTS de l'unité INRA SADAPT participe depuis 2004 au programme de recherche RDT, financé par le Ministère en charge de l'Environnement. Mené en partenariat avec des organismes de recherche et des organismes professionnels de l'agriculture, ce projet s'attache à élaborer, formaliser et mettre en œuvre des outils et des méthodes pour la gestion des territoires générant des coulées boueuses, par le biais d'une approche pluridisciplinaire (agronomie, sociologie, économie). La Haute Normandie, et plus particulièrement le Pays de Caux, est le principal lieu d'investigation choisi (Martin et al., 2007).

Après un premier volet Diget Cob (RDT1) finalisé en 2007 et centré sur les exploitations de grande culture, le projet actuel, Acterre (RDT2), mobilise experts et décideurs locaux pour définir des futurs possibles pour l'évolution des assolements du Pays de Caux. Dans le cadre de ce programme, un des enjeux consiste à comprendre la place des prairies dans les exploitations d'élevage, et à anticiper les évolutions des productions animales afin de proposer des éléments de réflexion pour maintenir ou accroître les surfaces en prairies (Martin et al., 2008).

Mon stage s'inscrit dans le volet « Caractérisation actuelle et scénarios de l'agriculture face au ruissellement » du programme RDT2 et il est réalisé en lien avec les travaux de thèse en cours de Céline Ronfort, la Chambre d'Agriculture 76, et l'École Supérieure d'Ingénieurs et de Techniciens Pour l'Agriculture (ESITPA) (Annexe VI).

1.3 Objectifs du travail et problématique

Une des hypothèses qui guide ce travail est que les surfaces en herbe sont sous valorisées par les agriculteurs. D'après L. Fourcin (comm. pers.), il existe des marges de progrès quant à leur valorisation dans les élevages bovins.

Les objectifs du travail sont de deux ordres :

- comprendre comment les exploitations d'élevage intègrent la gestion des prairies dans leur fonctionnement global
- connaître les modalités d'adaptations des éleveurs face à des changements probables du contexte de production afin d'identifier les moteurs les plus pertinents à mettre en œuvre pour valoriser les surfaces en herbe.

Pour ce faire, nous avons enquêté 17 exploitations d'élevage localisées dans le Pays de Caux. L'objectif est d'explorer la diversité des systèmes de productions animales et les modalités d'utilisation de l'herbe en élevage et d'identifier le fonctionnement global de l'exploitation selon la méthodologie proposée par Capillon et Manichon (1988). Ces enquêtes permettent de cerner les logiques d'utilisation des surfaces en herbe, d'évaluer les marges de manœuvre disponibles au niveau du système fourrager pour modifier ces logiques afin de réduire l'impact du ruissellement érosif et de tester les réactions des éleveurs face à des changements potentiels du contexte de production. Elles fourniront des indications pour l'élaboration d'une typologie du fonctionnement des élevages dans cette région. Les voies d'amélioration identifiées dans les systèmes d'élevage rencontrés sont évaluées pour les conséquences sur le ruissellement érosif à l'aide du logiciel DIAR (Martin et al., 2009, in press) et pour leur faisabilité économique à l'aide du logiciel Olympe® (Attonaty et al., 2005).

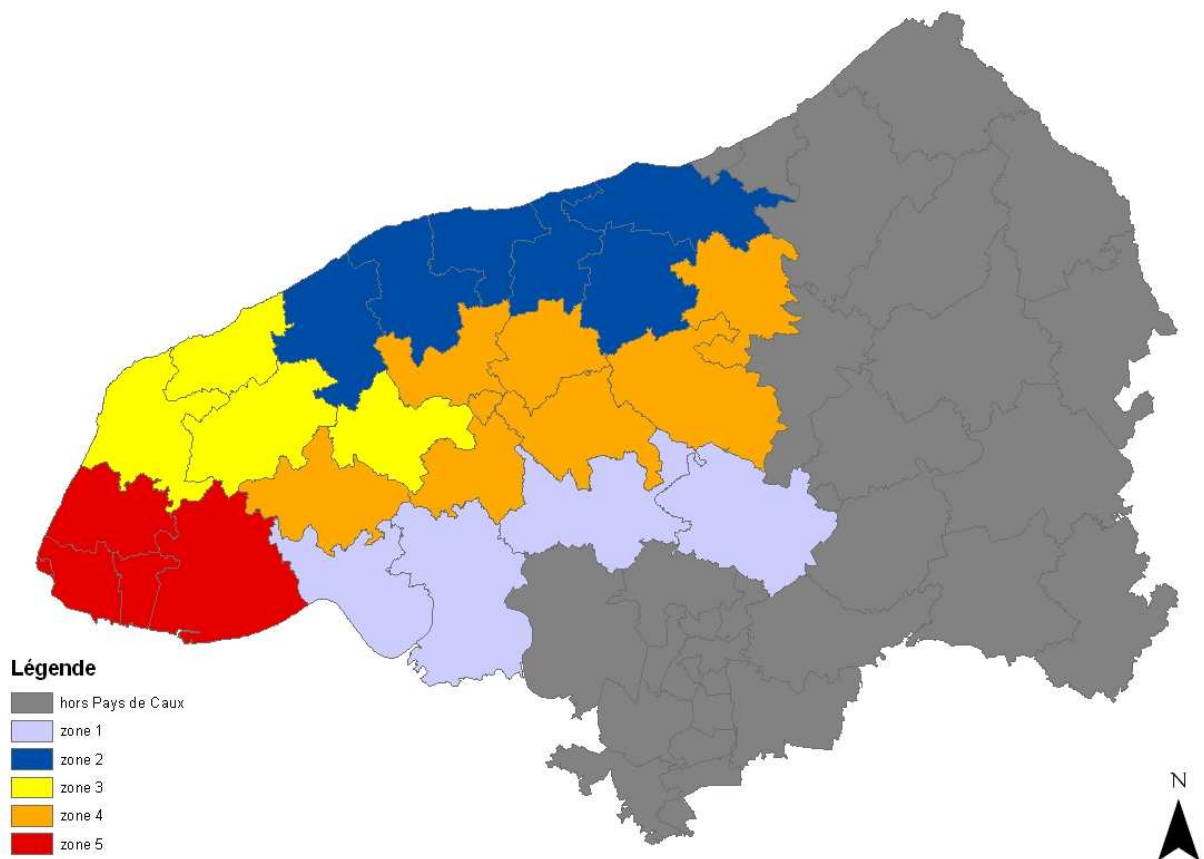


Figure 10: Zonage du Pays de Caux en 5 zones, établies selon l'évolution de l'assolement (d'après Klein et Meunier, 2007)

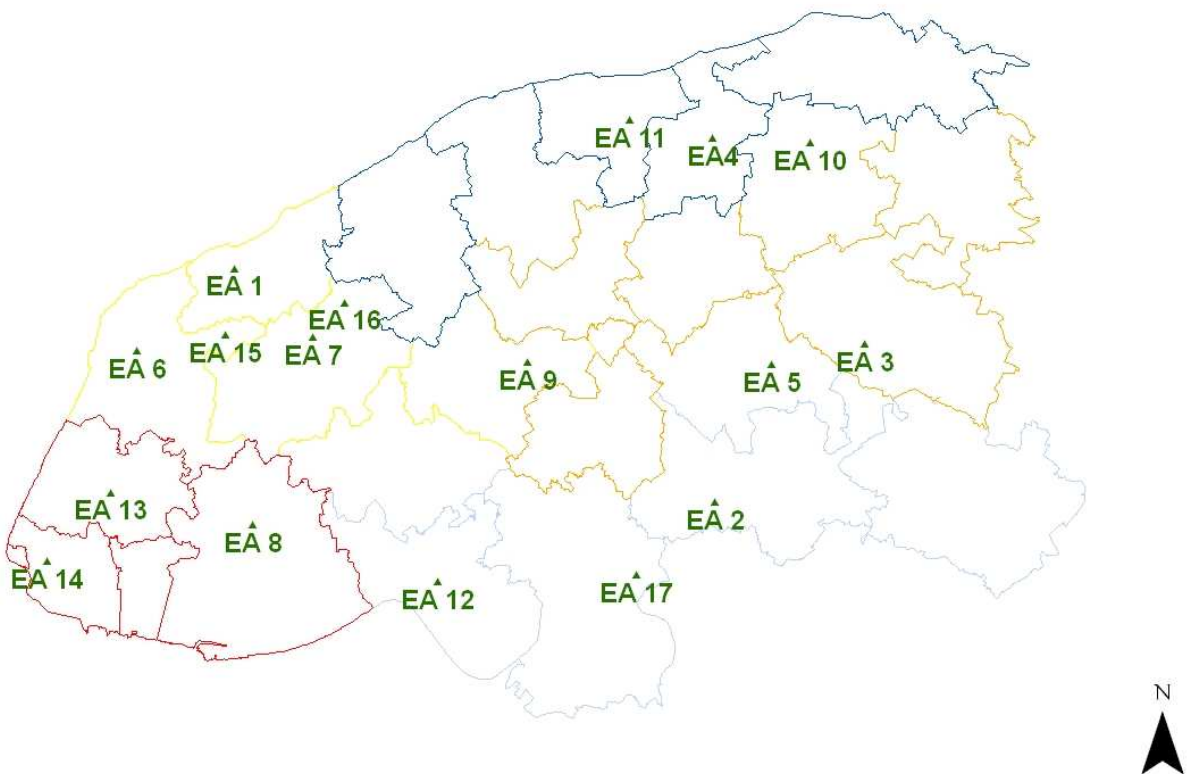


Figure 11: Répartition des Exploitations d'Elevages enquêtées sur le territoire

2 Matériel et méthodes

Une méthodologie spécifique a été élaborée afin de capter la diversité des systèmes existant pour comprendre leurs impacts sur le ruissellement érosif et de tester la faisabilité économique de différentes stratégies d'évolution des systèmes d'élevage.

2.1 Etude de la diversité des exploitations d'élevage

2.1.1 Délimitation de la zone d'étude

Le territoire du Pays de Caux a été divisé en 5 zones d'approche précise lors de notre étude (Figure 10) sur la base des travaux réalisés par Klein et Meunier (2007, Annexe VII). Ces 5 zones d'étude se définissent :

- au Sud, à proximité des boucles de la Seine (1) : par une **zone d'élevage avec une place importante des surfaces en herbe**
- sur la côte Est (2) : par une **zone orientée vers les cultures industrielles de vente**
- sur la côte Ouest (3) : par une **zone mixte avec des élevages privilégiant la culture fourragère du maïs**
- au cœur du Pays de Caux (4) : par une **zone mixte à tendance herbagère**
- en périphérie du Havre (5) : par une **zone à forte pression urbaine et faible activité agricole**

2.1.2 Cadrage de la diversité à partir des Cas Types

Le territoire agricole cauchois est favorable à tout type d'élevage. Afin de repérer la diversité des systèmes, deux outils ont été pris en compte. D'une part, les prémisses d'une typologie structurelle des élevages en Seine Maritime ont permis de situer les combinaisons de productions existantes dans le Pays de Caux. D'autre part, le réseau Elevage Bovin Demain (EBD) a établi un panel de cas types correspondant à des élevages bovins fréquents en Normandie et dans le Nord Pas de Calais. Un premier travail réalisé avec la Chambre d'Agriculture 76 a permis de déterminer 14 cas types d'exploitations d'élevage présents dans le Pays de Caux (Annexe VIII). Ces cas types se définissent principalement par le type de production réalisée sur l'exploitation, et l'orientation du système fourrager. Les systèmes ont été classés selon un gradient d'utilisation des surfaces en herbe.

2.1.3 Échantillonnage et présentation de l'échantillon

Avec l'aide de la Chambre d'Agriculture de Seine Maritime et des Groupements de Développement Agricole (GDA de la Saône, du Caux Durdent et de la Pointe du Pays de Caux), une base de données des exploitations d'élevage (43 individus) a été construite. Elle donne des renseignements sur la structure sociétale de l'exploitation, sa localisation, sa surface, l'orientation des productions animales (lait/viande, type de cheptel, stratégie d'alimentation) et végétales (cultures dominantes) et les spécificités d'utilisation de l'herbe (utilisation des valleuses², pâturage de dérobes, etc).

L'échantillonnage a été conduit afin de cibler les systèmes d'élevage caractéristiques du Pays de Caux. Ont également été sélectionnés des systèmes parfois atypiques dans la région et mettant en place des solutions originales pour valoriser l'herbe (par exemple : pâturage de prairies en dérobes, suppression du maïs...). Les exploitations d'élevage ont été contactées téléphoniquement à partir de ces renseignements.

Au total, 17 agriculteurs ont été rencontrés. Ces exploitations sont réparties, dans les 5 zones retenues, comme le présente la carte de la Figure 11.

² Les valleuses sont caractéristiques de certains bassins versant, il s'agit de vallées sèches et en pente ou vallées suspendues peu exploitables en cultures.

Tableau 1: Répartition de l'échantillon selon la combinaison système de production bovin/système fourrager (EAx : xième Exploitation Agricole, * : présence de moutons)

Production / Système fourrager	Eleveur de chevaux	Eleveur laitier spécialisé	Eleveur allaitant	Polyculteur éleveur laitier	Polyculteur éleveur engraisseur	Polyculteur éleveur allaitant naisseur/ engraisseur	Polyculteur éleveur laitier et allaitant
Tout herbe	EA17		EA8				
Herbager (sans maïs)				EA6		EA16*	
Incluant de la Betterave fourragère					EA15	EA13	
Base maïs avec sous produits				EA1	EA11		EA9*
Base maïs		EA2 EA5		EA7 EA12		EA3 EA10*	EA14
100% d'achat à l'extérieur					EA4*		

Tableau 2: Choix des moteurs de changement identifiés dans la thèse de C. Ronfort et présentés durant l'entretien avec les agriculteurs

Thème	Rubrique	Moteurs de changement	Conséquences immédiates sur l'élevage
Modification du contexte de production en élevage	Utilisation du territoire	Périurbanisation et diminution de la SAU	Réduction des surfaces de l'assolement fourrager
		Délocalisation des outils de transformation et de collecte	Arrêt de collecte du lait, disparition des abattoirs locaux, perte de débouchés
	Politique	Fin de la PAC	Fin des quotas laitiers, fin de la PMTVA
		Libéralisation du commerce mondial	Augmentation des importations Baisse de soutien pour le secteur bovin lait et viande
	Economie/marchés	Prix élevé du pétrole	Prix élevé de la fertilisation
		Prix élevé des matières premières	Prix élevé des aliments du bétail
Evolution du monde rural	Sociale	Cohabitation urbains/ruraux difficile	Réorganisation interne
		Augmentation de la demande sociétale en produits biologiques	
		Attrait de la région et développement de l'agrotourisme	

Le Tableau 1 présente l'échantillon des exploitations d'élevage selon la combinaison système de production animale-système fourrager. Cet échantillon permet d'enquêter des exploitations dont les systèmes fourragers sont variés : tout herbe, sans maïs ensilage, avec de la betterave fourragère en remplacement du maïs, avec une utilisation majoritaire du maïs ensilage, avec du maïs ensilage et des sous produits issus des cultures de vente (pulpes déshydratées de betterave par exemple) et avec un aliment entièrement acheté à l'extérieur.

2.2 Réalisation des enquêtes auprès des éleveurs : compréhension du fonctionnement global et ouverture sur les perspectives d'évolutions

La compréhension du fonctionnement général de l'exploitation est essentielle avant d'entamer des démarches de diagnostics. Le fonctionnement global correspond à « un enchaînement de prises de décisions de l'agriculteur et de sa famille dans un ensemble de contraintes et d'atouts, en vue d'atteindre des objectifs qui leur sont propres et qui gouvernent les processus de production présents sur l'exploitation » (Capillon, Manichon, 1988).

L'enquête est conçue en deux parties.

Partie 1 : Fonctionnement global de l'exploitation agricole et raisonnements des agriculteurs pour l'utilisation de leur territoire

La méthode des entretiens semi-directifs a été choisie afin de laisser l'exploitant s'exprimer plus librement. La trame d'entretien établie a été adaptée aux objectifs de l'étude et construite à partir du Mind Map³ présenté en Annexe IX. Cette représentation permet d'avoir une vision d'ensemble du questionnaire.

L'enquête en exploitation permet de:

- Comprendre le **fonctionnement d'ensemble** grâce à l'inventaire des productions animales et végétales, les conduites de ces productions, la situation familiale, les objectifs généraux, l'historique et les projets d'avenir...
- Réaliser un diagnostic d'une partie du **fonctionnement technique** des productions animales à partir du détail de la conduite alimentaire de l'élevage.
- Cerner le **fonctionnement spatial** de l'exploitation à partir de la cartographie du territoire de l'exploitation (Annexe X) et du découpage des ilots PAC en parcelles culturales, du recueil d'informations sur l'assolement de l'année de référence et l'utilisation des surfaces fourragères (notamment le plan de pâturage), de l'identification des règles d'action pour l'affectation d'une culture ou d'usages fourragers à un lieu.
- Appréhender qualitativement les **contraintes environnementales** perçues en lien avec le ruissellement érosif à partir du dessin des passages d'eau sur le parcellaire.

L'analyse des éléments recueillis permettra d'entrevoir les possibilités de changement du système dans le but d'améliorer l'utilisation des surfaces en herbe (Mathieu et al., 2005).

Partie 2 : Présentation des moteurs de changement

Des éléments externes au système de production mis en place par l'exploitant sont susceptibles d'initier un changement du contexte de production : nous les nommons « moteurs de changement ». Ceux-ci ont été identifiés dans le travail de thèse en cours de C. Ronfort (Annexe XI) et sont axés sur les modifications du contexte de production en élevage (économique, politique, territorial, social/sociétal) et les évolutions du monde rural. Les différents moteurs de changement et les conséquences envisagées pour les systèmes d'élevage sont indiqués dans le Tableau 2. Nous les présentons en fin d'entretien à l'éleveur, sans indication concernant les conséquences sur l'élevage afin de susciter une discussion avec lui autour des formes d'adaptation envisageables et de leurs conséquences sur le fonctionnement de l'exploitation. Une attention particulière est portée aux solutions d'adaptations ayant des conséquences environnementales.

³ Schéma heuristique

Déterminants de la combinaison des productions et possibilités d'amélioration (d'après Capillon, Manichon, 1988)

(principaux atouts et contraintes orientant le choix des productions et le système fourrager et l'impact sur l'environnement)

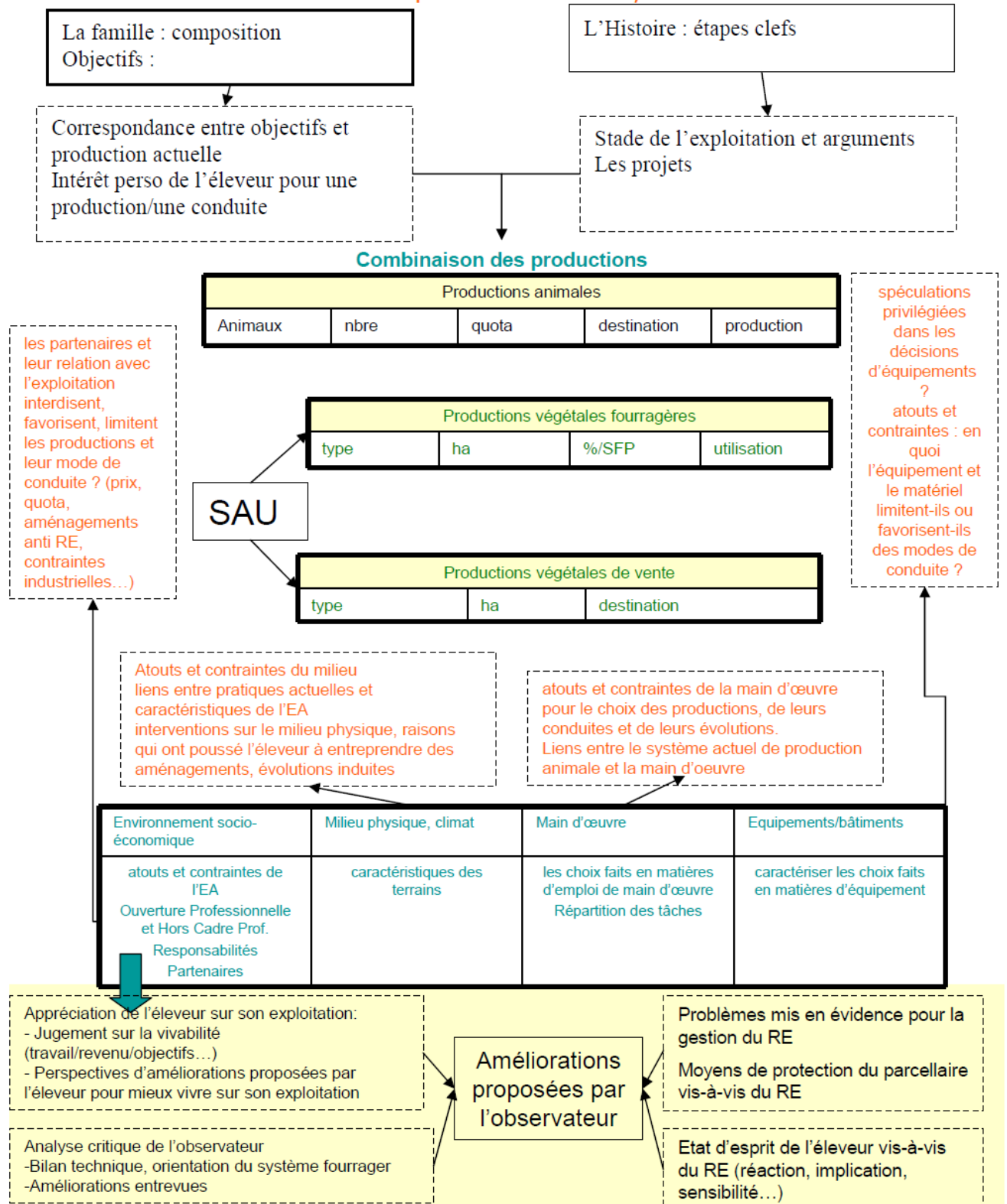


Figure 12: Schéma de fonctionnement global de l'exploitation agricole (Capillon, Manichon, 1988) adapté pour la thématique du ruissellement érosif.

2.3 Méthodes et outils d'analyse

2.3.1 Synthèse des données récoltées

La confrontation entre logique de l'agriculteur et connaissances de l'agronome (observateur) fournit les éléments d'un diagnostic de fonctionnement interne de l'exploitation (qualifié de diagnostic interne). Un outil informatique (DIAR) traite les données culturales, au sein d'un modèle construit à partir de références expérimentales, pour effectuer un diagnostic technique concernant les risques de ruissellement (qualifié de diagnostic externe). Ces deux niveaux d'approche sont complémentaires pour proposer des améliorations acceptables par l'exploitant, compatibles avec la logique de son système et permettant une amélioration de l'impact des pratiques sur le ruissellement érosif.

Outils du diagnostic interne : réalisation d'un corpus de documents synthétiques

- Le fonctionnement global de l'EA : il s'agit de construire une représentation synthétique de l'exploitation, adaptée de la méthodologie élaborée par Capillon et Manichon (1988). Cette approche est indispensable car l'analyse ne peut se faire sans une compréhension préalable des conditions dans lesquelles les agriculteurs conduisent leurs activités (Duru et al. 1988). Un schéma (Figure 12, Annexe XII pour une application à un cas concret) permet de représenter le système de fonctionnement de l'exploitation en attachant une importance toute particulière aux productions animales et au système fourrager. Un bilan technique permet de mettre en évidence les stratégies de l'exploitant et son jugement. Puis il s'agit de situer l'exploitation vis-à-vis d'un problème extérieur : le ruissellement érosif. Les moyens de protection des parcelles et l'état d'esprit de l'exploitant vis-à-vis de ce phénomène sont analysés. L'observateur poursuit ses analyses en proposant des pistes d'amélioration pour chaque cas.

- La gestion des surfaces et le plan d'alimentation des animaux en production : un plan de pâturage et un plan d'alimentation rendent compte des moyens et des règles qui permettent d'ajuster les productions fourragères aux besoins des animaux et de l'intégration de ces cultures fourragères dans l'assolement global. Ces documents (Annexe XIII) permettent à l'observateur d'explicitier les différents types d'utilisation des surfaces en herbe et d'entamer une recherche d'améliorations possibles sur l'exploitation, orientées vers une meilleure valorisation de l'herbe (gestion, qualité, insertion dans les systèmes de cultures).

- La spatialisation de l'utilisation du territoire de l'exploitation et des risques environnementaux : plusieurs cartes de l'exploitation sont établies (Annexe XIV) afin d'avoir une représentation visuelle des productions végétales, de l'utilisation des surfaces en herbe, et des risques de ruissellement érosif sur les parcelles. Des blocs de culture homogènes par leur rotation et leur conduite sont renseignés.

La compilation des documents synthétiques sert à l'élaboration d'une base de données (Annexe XV) caractérisant les 17 individus. Elle est composée de variables quantitatives et qualitatives pertinentes pour réaliser une analyse statistique multidimensionnelle des résultats d'enquête.

Outil du diagnostic externe : utilisation du logiciel DIAR

L'objectif est d'apprécier le niveau de pression de ruissellement diffus pour chaque succession culturale et de comparer les valeurs des différentes successions pour une même exploitation. Pour ce faire nous avons mobilisé l'outil Diagnostic Agronomique de Ruissellement (DIAR) développé par P. Martin (Annexe XVI).

Ce modèle biophysique permet de caractériser l'effet des pratiques culturales sur le ruissellement en traduisant la répartition temporelle des pressions de ruissellement diffus sur

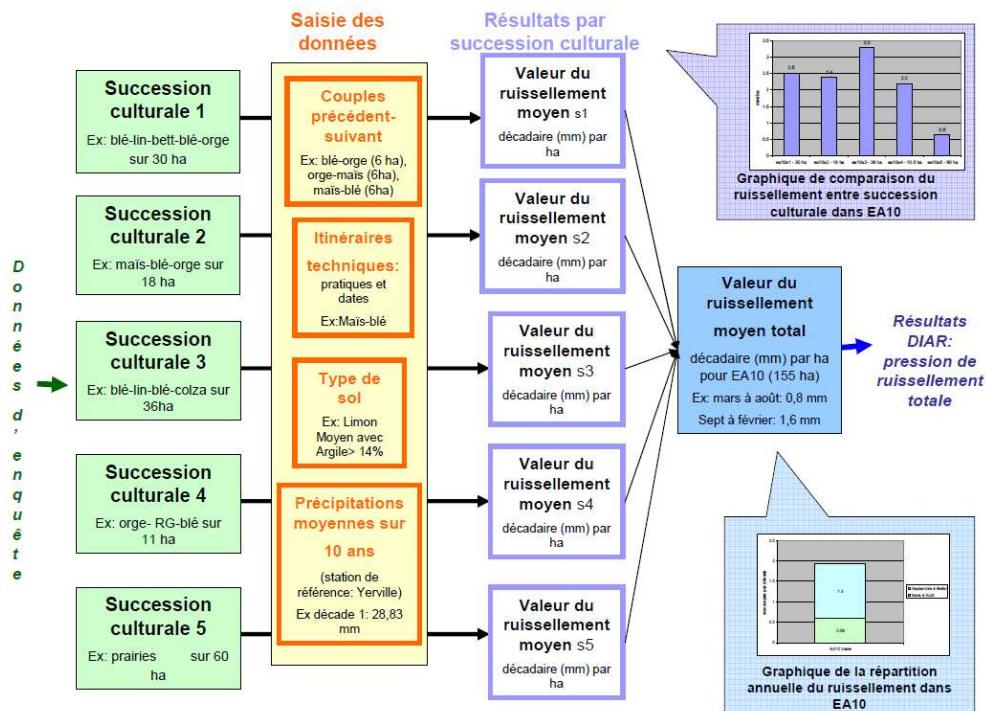


Figure 13: Utilisation du logiciel DIAR pour estimer le ruissellement résultant de l'occupation des sols d'une exploitation (exemple de l'exploitation 10)

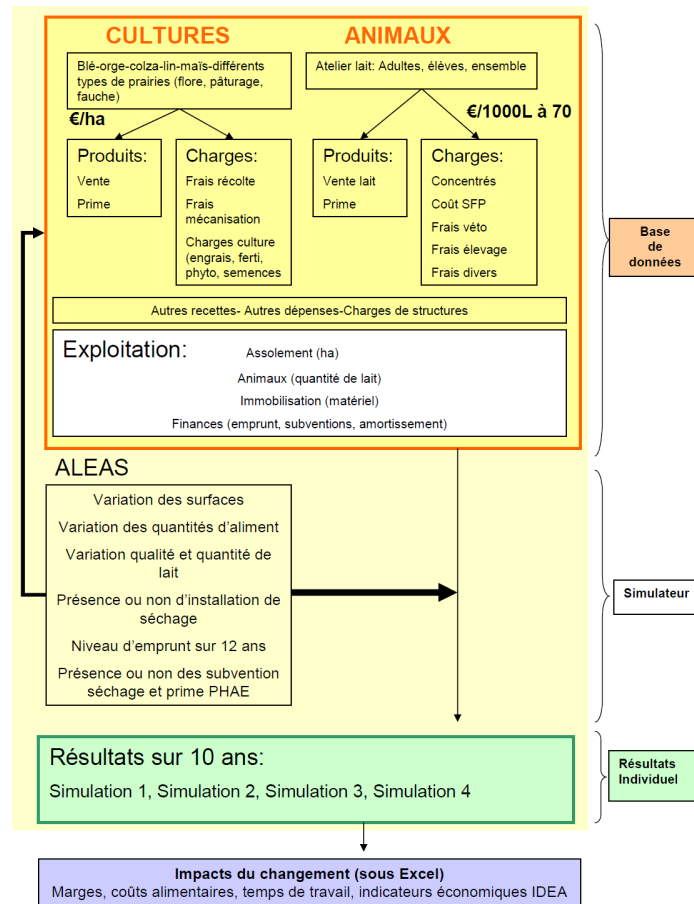


Figure 14: Utilisation du logiciel Olympe® pour évaluer l'impact économique du séchage en grange dans une exploitation laitière

Rm : le lait à 70 pour TB=40 g/L et TP=30.g/L

Les rendements et les prix sont considérés comme fixes pour les simulations

le parcellaire en mm/ha (Martin et al., 2009, in press). L'utilisation de cet outil nécessite de traduire les successions culturales (Annexe XVII) et la logique de l'agriculteur en itinéraires techniques sur les surfaces réelles de son exploitation. Grâce à une expertise par C. Barrier (technicien de l'UMR), des dates d'intervention moyennes, un type de sol caractéristique de la zone d'étude⁴, et des données moyennes de pluviométrie⁵ ont été renseignés. Le logiciel fournit alors pour chaque exploitation les valeurs de ruissellement diffus en mm moyen par hectare pour chaque succession culturale (l'une d'elle étant composée exclusivement d'herbe) et une valeur globale pour l'exploitation (Figure 13). Ces valeurs viennent compléter la base de données établie.

2.3.2 Voies d'amélioration et aide à la décision

A partir des résultats d'enquête, une analyse prospective permettra d'identifier des voies d'amélioration (notamment du système fourrager) permettant la réduction des risques de ruissellement dans les exploitations d'élevage. L'objectif fixé à cette étape est alors de tester la faisabilité technico-économique de certaines voies novatrices. Elles sont évaluées tout d'abord auprès de l'exploitant, selon ses critères d'acceptabilité et d'adaptation du système actuel, lors d'un deuxième entretien. La mise en place d'adaptations stratégiques de son système fourrager modifie de façon variable sa logique de production et l'équilibre entre système de culture et système d'élevage. Afin de fournir ensuite des éléments de réflexion aux éleveurs, des simulations technico-économiques sont réalisées avec le logiciel Olympe® qui s'est avéré être un outil de simulation approprié pour l'aide à la décision.

Le logiciel Olympe® est un outil utilisé pour rendre compte des conséquences économiques d'un changement technique dans une exploitation agricole. Son modèle repose sur une base de données constituée par l'utilisateur. La démarche générale de simulation est présentée dans l'Annexe XVIII. La Figure 14 expose la démarche de simulation spécifique à l'exploitation choisie comme référence. L'état initial pris en compte est tiré de la comptabilité de l'exploitation, à la différence près que les charges de mécanisation ont été approximées. L'exploitation agricole est alors définie selon ses processus de production élémentaire (cultures-animaux), son assolement, son cheptel, son matériel et ses finances. Le simulateur intègre des aléas qui modifient l'état du système. Les différentes simulations (pour une même exploitation) seront comparées à l'état initial grâce aux résultats fournis par Olympe® dans des documents de comptabilité (bilan, marges par atelier, marge globale, compte de résultat). Ces résultats sont ensuite complétés afin d'estimer l'impact du changement technique sur les coûts alimentaires, les temps de travail et la durabilité de l'exploitation (selon les indicateurs de durabilité économique tirés de la méthode Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles (IDEA) présentés Annexe XIX)

⁴ Sol de limon profond avec une teneur en argile inférieure à 14%

⁵La moyenne pluviométrique (en mm par décade) a été calculée à partir des précipitations journalières ayant eu lieu dans le Bassin Versant de l'Austreberthe entre 1991 et 2001. Les données détaillées pour ce bassin étaient à disposition et sont caractéristiques du centre du Pays de Caux.

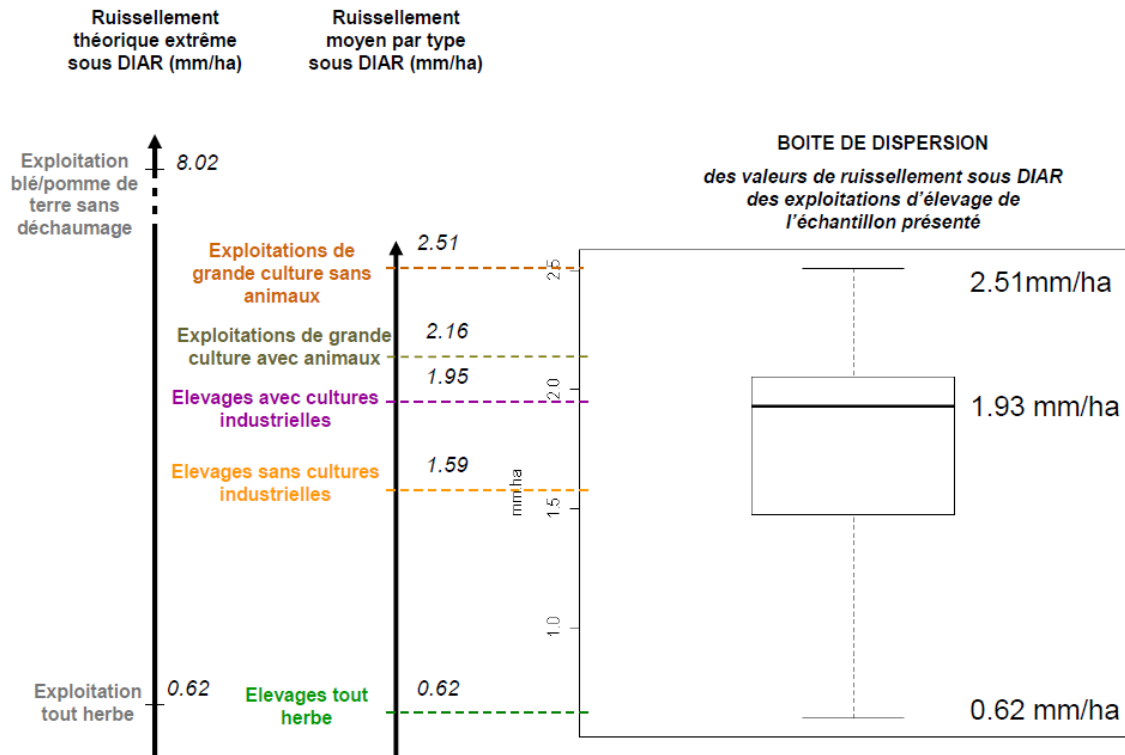


Figure 15: Niveau de ruissellement des exploitations d'élevage rencontrées dans le Pays de Caux et positionnement par rapport à deux échelles de valeurs : les ruissellements théoriques extrêmes et les types d'exploitations du bassin versant de l'Austrberthe.6

⁶ Typologie établie par S. Pascal en 2009.

3 Résultats

3.1 Présentation descriptive de l'échantillon

La présentation descriptive de l'échantillon est détaillée dans l'annexe XX. Les exploitations d'élevage rencontrées sont de taille variable en structure (SAU de 18 à 197 ha, de 20 à 127 UGB) et en main d'œuvre (de 1 à 3 UTH). La majorité des terres agricoles sont exploitées en fermage. Les surfaces sont utilisées en proportion inégale entre la Surface Fourragère Principale (de 6 % à 100 % de la SAU) et les cultures de vente. Parmi les cultures de vente, la proportion des cultures industrielles traditionnelles du Pays de Caux (lin, betterave sucrière, pommes de terre) participent à l'orientation économique des exploitations d'élevage. Les choix faits à l'échelle des exploitations d'élevage et les objectifs de production définissent des niveaux de production et influencent la mise en place du système fourrager. Les surfaces fourragères se répartissent entre surfaces en herbe, en maïs ensilage et en betteraves fourragères. La betterave fourragère, traditionnelle, est peu présente dans les exploitations rencontrées (2% de la SFP en moyenne), contrairement au maïs ensilage (21% de la SFP en moyenne).

Les caractéristiques des surfaces en herbe sont présentées Annexe XXI. Les prairies représentent l'usage dominant des surfaces fourragères (77% de la SFP en moyenne). Les déclarations PAC mentionnent des prairies temporaires qu'il nous a semblé important de mieux définir : prairies non ressemées au bout de 5 ans, que nous assimilerons à des prairies permanentes ; prairies ressemées sur place au plus tous les 5 ans ; prairies en rotation avec des cultures de vente.

Les animaux utilisateurs de surfaces en herbe sont, par ordre d'importance décroissant dans l'échantillon : les élèves (génisses tout âge, veaux issus des troupeaux laitiers et allaitants confondus), les vaches allaitantes, les vaches laitières, les bœufs, les moutons et les chevaux. Le pâturage (tournant non rationné) est le mode de valorisation essentiel de ces surfaces. La répartition des valeurs de ruissellement des exploitations enquêtées est comparable à celle des ruissellements moyens des types d'exploitation d'un bassin versant à dominante élevage dans le Pays de Caux (bassin versant de l'Austreberthe). Mais, le niveau de ruissellement des exploitations d'élevage de notre échantillon est faible au regard des bornes théoriques du ruissellement des exploitations agricoles cauchoises (Figure 15).

Afin de mettre en évidence les liens entre les variables descriptives de l'échantillon et de faire des regroupements d'individus, plusieurs analyses statistiques multidimensionnelles sont réalisées sous le logiciel SPAD (v5.5, procédures Copri, Recip/semis et Parti-Decla) à partir de variables centrées réduites. Nous focaliserons les analyses, dans un premier temps, sur le fonctionnement de l'exploitation, la combinaison des productions et la gestion des surfaces fourragères, puis sur les surfaces en herbe à proprement parler.

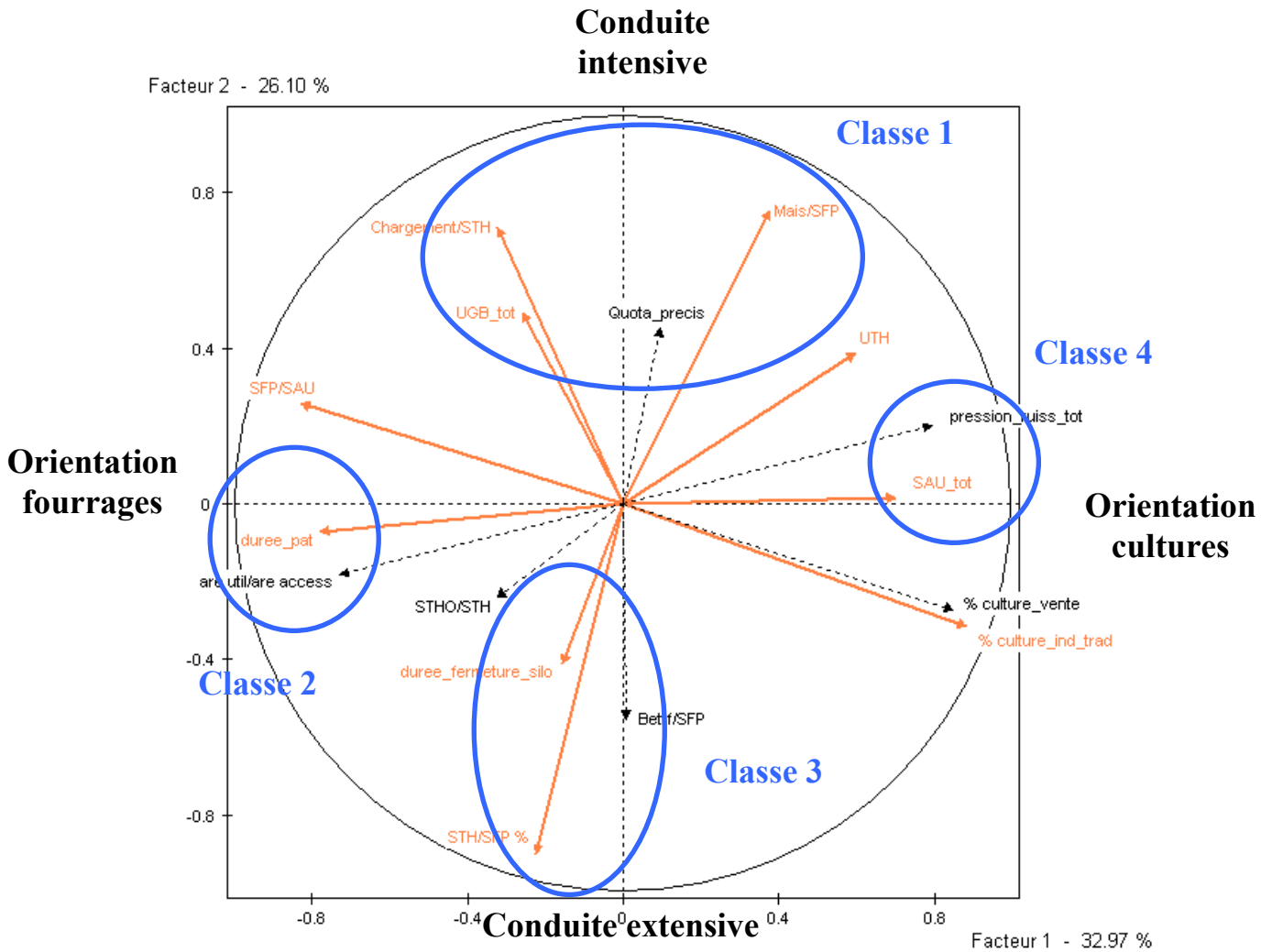


Figure 16: Classification des individus selon 4 classes de fonctionnement de l'exploitation agricole (orange= variables actives, noir=variables illustratives)

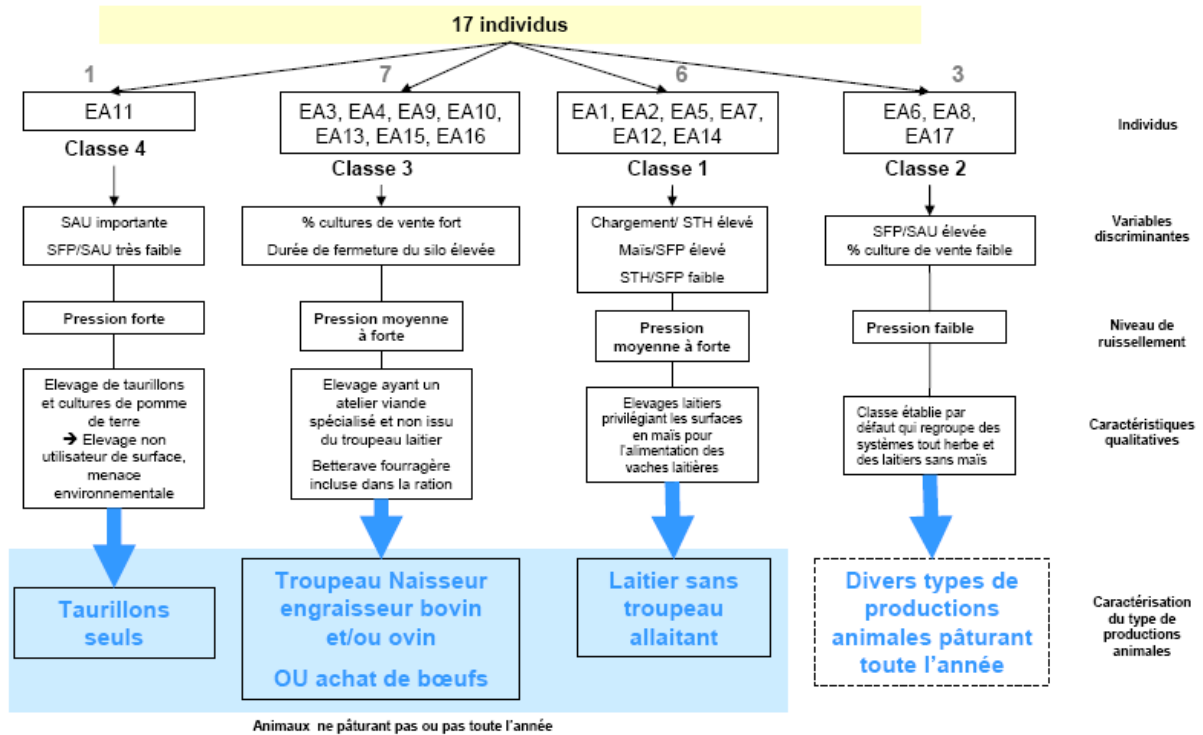


Figure 17: Caractéristiques des classes de fonctionnement de l'exploitation agricole selon l'atelier de production animale et mise en évidence des systèmes alternatifs

3.2 Analyses multidimensionnelles

Les analyses statistiques présentées ci-après reposent sur la compréhension du fonctionnement de l'exploitation, tel qu'il a été présenté par l'éleveur durant l'entretien.

3.2.1 Des fonctionnements d'exploitation caractéristiques du type de productions animales

Une Analyse en Composantes Principales est effectuée à partir de variables quantitatives caractérisant la taille de l'exploitation agricole, l'utilisation de la SAU, l'utilisation de la SFP et la conduite alimentaire du troupeau bovin (Annexe XXII). Le cercle des corrélations obtenu est présenté Figure 16. Les axes 1 et 2 expliquent 59% de la variabilité de l'échantillon. L'analyse de la projection de ces variables le long du premier axe dissocie deux utilisations dominantes des surfaces : soit elles sont plutôt orientées vers la production fourragère, soit vers les cultures de vente. Le deuxième axe oppose deux logiques d'utilisation de l'assolement fourrager : une utilisation relativement extensive avec valorisation de l'herbe ou une utilisation plus intensive avec maïs ensilage. Le cercle des corrélations met en évidence que plus l'assolement en cultures de vente est important plus les exploitations d'élevage présentent un risque de ruissellement élevé. Au contraire, lorsque la SFP est dominante, l'exploitation exerce une pression environnementale plus faible.

Une classification hiérarchique effectuée sous Spad (méthode Recip/semis puis Parti/décla) regroupe les individus enquêtés en quatre classes, localisées Figure 16 et détaillées Figure 17. Les variables discriminantes constitutives de ces classes permettent de définir quatre orientations du système de productions animales : un troupeau bovin constitué exclusivement de taurillons achetés à l'extérieur pour l'engraissement (classe 4), un troupeau naisseur-engraisseur (bovin ou ovin) ou engraisseur de bœufs achetés à l'extérieur (classe 3), un troupeau laitier sans troupeau allaitant (classe 1), et des troupeaux variés dans lesquels les animaux pâturent toute l'année (classe 2).

Cette analyse démontre que la présence d'un atelier viande spécialisé est le premier facteur qui guide l'utilisation des surfaces fourragères. Lorsque ce type d'atelier est composé de taurillons, l'absence de pâturage réduit la présence d'herbe. La présence d'un troupeau naisseur-engraisseur oriente plutôt vers une utilisation herbagère et extensive des surfaces en herbe. L'absence de ce type d'animaux utilisateurs de surfaces dans un élevage laitier réduit l'utilisation de l'herbe. La priorité est donnée aux surfaces en maïs ensilage même si l'équilibre maïs/herbe peut varier. Néanmoins, plusieurs cas particuliers se démarquent par la durée annuelle du pâturage : les élevages tout herbe (bovin ou équin) et un élevage laitier sans maïs ensilage. Ce dernier est un système alternatif qui montre que l'on peut produire du lait à l'herbe dans le Pays de Caux.

La diversité de l'échantillon se répartit donc en quatre logiques de fonctionnement : deux logiques assez classiques liées au type de productions issues de l'atelier animal (classes 1 et 3) et deux types de logiques liées à des stratégies d'utilisation différentes et « extrêmes » des surfaces en herbe (classes 2 et 4). Les spécificités d'utilisation des surfaces en herbe font l'objet d'une nouvelle analyse multidimensionnelle.

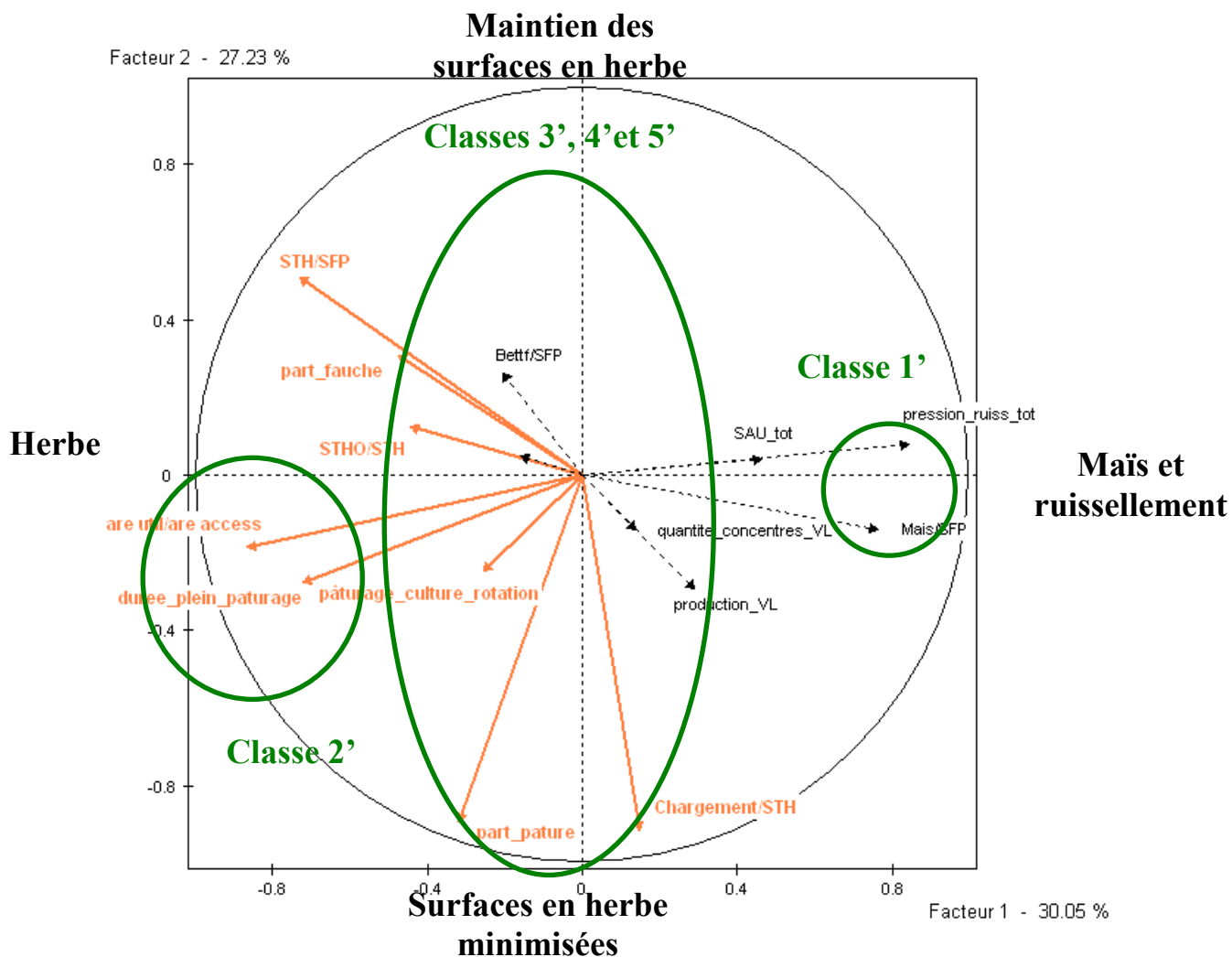


Figure 18: Classification des individus selon l'utilisation de l'herbe dans l'exploitation agricole (orange= variables actives, noir=variables illustratives)

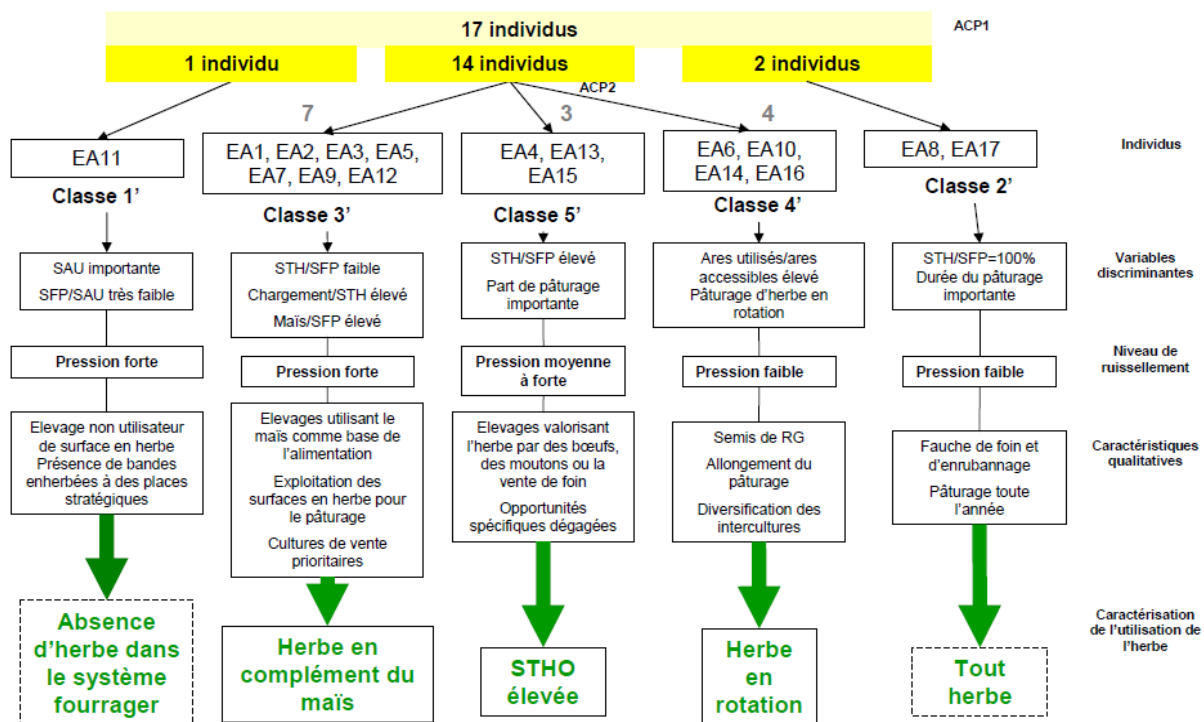


Figure 19: Caractéristiques des classes selon l'utilisation des surfaces en herbe

3.2.2 Les spécificités d'utilisation fourragère des surfaces en herbe

L'Analyse en Composantes Principales est réalisée à partir des variables quantitatives précisant la place des surfaces en herbe dans la SFP, le rôle de l'herbe dans l'alimentation des animaux, et la gestion du pâturage (Annexe XXIII). La projection de ces variables selon les axes 1 et 2 (Figure 18) explique 57% de la variabilité de l'échantillon.

De manière générale, l'axe 1 permet de montrer que l'utilisation de l'herbe dans une exploitation diminue la pression de ruissellement et qu'elle s'oppose à l'utilisation du maïs ensilage. De plus, le maintien des surfaces en herbe semble passer par une bonne valorisation au pâturage des surfaces en herbe accessibles. La présence de surfaces en herbe bien valorisées permet d'augmenter la durée de plein pâturage.

L'interprétation des variables actives et illustratives permet de mettre en évidence deux stratégies d'utilisation de l'herbe dissociables le long de l'axe 2 : d'une part, une stratégie visant à **minimiser les surfaces en herbe** et d'autre part une stratégie de **maintien des surfaces en herbe** à un niveau élevé.

Une classification hiérarchique permet d'identifier 3 classes dont les classes 1' et 2' composées d'individus extrêmes : EA11 (classe 1') et EA17 et EA8 (classe 2'). Ils sont donc exclus pour la réalisation d'une classification hiérarchique détaillant les 14 autres individus. L'ensemble des classes obtenues est présenté Figure 19. Dans la classe 1', l'herbe est exclue du système fourrager à l'opposé du système fourrager tout herbe de la classe 2'. Dans la classe 3', les surfaces en herbe sont faibles et complètent une ration à base de maïs. La présence d'herbe obligatoire caractérise la classe 5'. L'herbe est en partie intégrée dans une rotation culturale dans les exploitations de la classe 4' : la mise en place de prairies temporaires, en dérobées augmente ainsi la part des surfaces en herbe d'une exploitation et constitue des fourrages supplémentaires (pâturage, fauche).

Ces 5 classes sont caractéristiques de l'utilisation et de la valorisation de l'herbe dans le Pays de Caux. Chacune de ces classes est présentée à partir des données qualitatives issues des entretiens afin d'identifier des éléments reproductibles et favorables à la valorisation de l'herbe au sein des systèmes et susceptibles d'être adoptés par d'autres exploitations.

3.2.3 Présentation des grands types de systèmes utilisateurs d'herbe

Les stratégies d'utilisation des surfaces en herbe s'élaborent au regard du type de production animale. Les liens entre les classes 1, 2, 3, 4 et les classes 1',2',3',4',5' sont établis Figure 20.

- **Les exploitations d'élevage intensifiant l'utilisation des surfaces en herbe (3')**

Parmi ces 7 exploitations, 6 ont un atelier lait (classe 1) et une seule a développé un atelier naisseur-engraisseur (avec taurillons) (classe 3). Le maïs ensilage est à la base de l'alimentation des animaux adultes présents dans les exploitations de ce groupe.

La faible valorisation des surfaces en herbe constatée dans ces exploitations d'élevage résulte d'un choix d'intensification de la production par le maïs. En effet, le système de productions animales doit rester compatible avec la priorité donnée aux cultures de vente dans le fonctionnement de l'exploitation. La conduite des surfaces en herbe est simplifiée. Les prairies permanentes (ou temporaires non semées depuis 5 ans) sont majoritaires et valorisées par le pâturage des animaux puisque l'herbe pâturée est le fourrage le moins cher. Le maïs ensilage sécurise la ration estivale des bovins adultes et permet de maintenir un bon niveau de production toute l'année.

Le manque d'arguments économiques concrets est un frein à l'introduction de techniques innovantes dans les systèmes d'élevage de ces exploitations, qui génèrent des risques de ruissellement élevés. C'est pourquoi une exploitation de ce groupe sera choisie pour servir de support à la construction de scénarios individuels réduisant l'impact des pratiques sur le ruissellement.

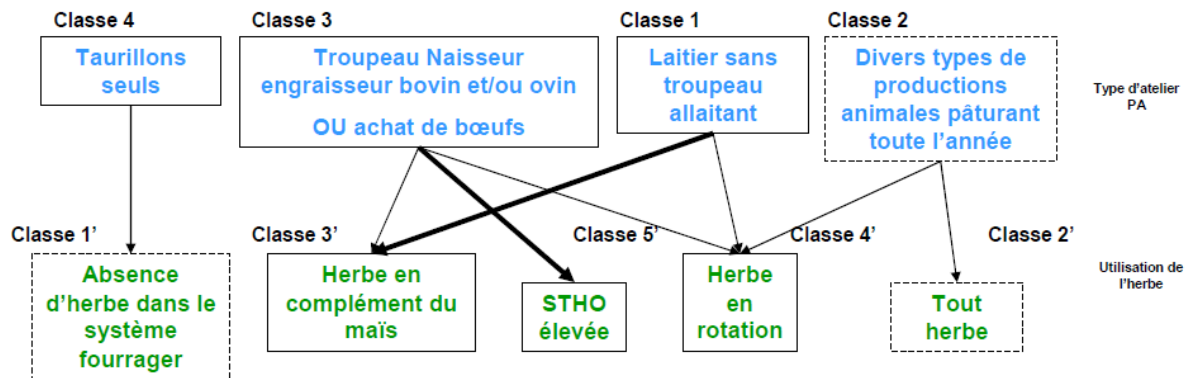


Figure 20: Liens entre les classes de fonctionnement selon l'atelier de production animale et les classes selon l'utilisation des surfaces en herbe

Rm : La taille des flèches donne une indication sur la proportion d'individus des classes 1, 2, 3, 4 qui se répartissent dans les classes 1', 2', 3', 4', 5'.

- **Les exploitations d'élevage mettant en place des stratégies individuelles pour le maintien des surfaces en herbe (5')**

Les trois exploitations constitutives de cette classe ont un atelier viande spécialisé naisseur-engraisseur ou engraisseur (classe 3). Les troupeaux sont choisis pour pâturer et ainsi valoriser les surfaces en herbe à caractère obligatoire (non retournables agronomiquement en raison de la pente, de la présence de cailloux, etc.). Les systèmes d'élevage de cette classe mettent en évidence quatre stratégies d'adaptation intéressantes pour éviter le retournement des surfaces en herbe : la valorisation par une troupe de moutons, la fauche de foin pour des centres équestres, la production de bœufs herbagers, et l'implantation de pommiers à cidre. Ces voies de conservation des surfaces en herbe sont spécifiques au contexte local de l'exploitation. Celle-ci transforme ainsi des contraintes parcellaires en opportunités pour l'élevage. Mais, même si les stratégies choisies peuvent être des pistes d'évolution possibles, elles ne sont pas reproductibles dans tous les élevages du Pays de Caux ; en effet, elles reposent sur les caractéristiques socio-économiques et territoriales précises d'une exploitation.

- **Les exploitations d'élevage créant des rotations spécifiques incluant de l'herbe (4')**

Parmi les exploitations rencontrées, deux polyculteurs éleveurs allaitants (classe 3), un polyculteur éleveur laitier ayant du maïs (classe 1) et un polyculteur éleveur laitier sans maïs (classe 2) ont choisi de développer cette voie d'adaptation depuis quelques années.

Dans les différentes exploitations de ce groupe, l'herbe est choisie d'une part pour la qualité de l'alimentation des troupeaux (viande ou laitier). Sa mise en culture dans des parcelles accessibles aux animaux permet de plus d'allonger la durée du pâturage. D'autre part, l'utilisation de l'herbe résulte de préoccupations agronomiques et environnementales fortes. La mise en place d'herbe cultivée s'inscrit dans des systèmes de culture et est donc particulièrement adaptée à une meilleure intégration de l'élevage au fonctionnement des cultures à l'échelle du territoire. L'implantation de l'herbe permet de restructurer le sol, de ralentir la vitesse de ruissellement et de diversifier les modes de couverture du sol l'hiver. L'annexe XXIV détaille les choix faits en matière d'herbe en rotation et met en évidence que cette utilisation de l'herbe est bénéfique pour réduire les risques de ruissellement.

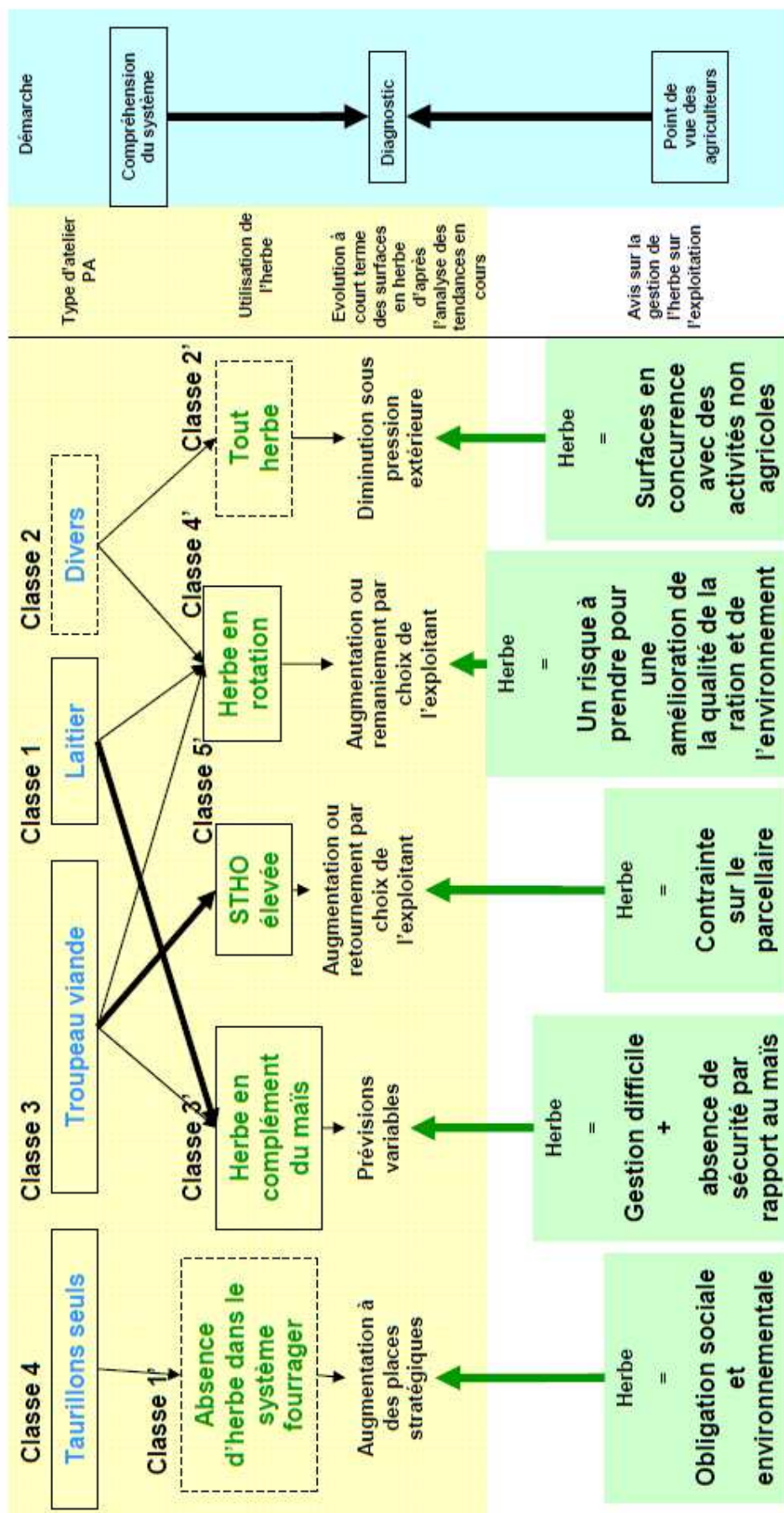
- **Les élevages tout herbe optent pour un système autonome et économe (2')**

Les élevages tout herbe rencontrés ont mis en place un système simplifié, économe et autonome, avec un mode de pâturage toute l'année et une valorisation éducative (centre équestre) ou commerciale (vente directe) de l'activité (classe 2). Face aux pressions foncières subies par ce système, les stratégies de résistance sont faibles. Cette logique de production, dont l'impact environnemental est le plus faible, n'est guère reproductible en dehors de cas particuliers dans le Pays de Caux.

- **L'élevage de taurillons limite l'herbe à des bandes enherbées (1')**

Les activités agricoles de cet élevage sont très spécialisées. L'élevage de taurillons n'est pas utilisateur de surface en herbe (classe 4). Quelques hectares de maïs ensilage produits sur l'exploitation participent à l'alimentation du troupeau. L'herbe présente se limite à des bandes enherbées positionnées à des endroits stratégiques pour le ruissellement. Mais la présence de pomme de terre dans les systèmes de cultures exacerbe les risques de ruissellement et d'érosion sur ce parcellaire.

L'ensemble de ces résultats confirme qu'il existe des solutions pratiques viables pour réduire les risques de ruissellement à l'échelle des exploitations d'élevage de façon plus marquée pour certaines classes. Mais les exploitations agricoles acceptent peu de perturbation de leur système de production. La flexibilité de l'exploitation est variable et dépend de la sensibilité propre de chaque agriculteur.



Dynamique à impulser

Figure 21: Dynamique d'évolution des surfaces en herbe résultant d'un diagnostic personnel établi en confrontant les résultats statistiques et l'avis des agriculteurs sur la gestion de l'herbe.

3.3 Analyse des perspectives d'évolution des surfaces en herbe

La compréhension des modes d'utilisation des surfaces en herbe présentée précédemment est complétée par le point de vue personnel des éleveurs au sujet de l'herbe. La confrontation entre ces résultats et les tendances actuelles d'évolution des surfaces permet d'établir un diagnostic quant à l'évolution des surfaces en herbe à court terme dans les exploitations.

3.3.1 Points de vue sur l'herbe

Les éleveurs rencontrés sont tous conscients du rôle essentiel de l'herbe pour limiter les risques de ruissellement. Néanmoins, leurs représentations de la gestion de l'herbe peuvent être un frein au développement de la sole prairiale. Cinq perceptions différentes de l'herbe sont repérées (Figure 21). Les surfaces en herbe peuvent être décrites à partir d'éléments indépendants de la volonté de l'agriculteur : elles sont alors soit de vraies contraintes à gérer sur le parcellaire, soit des surfaces en concurrence avec une utilisation non agricoles des terres. Pour certains, l'herbe est vue au travers des exigences de la société : il s'agit alors uniquement d'une obligation sociale et environnementale qui ne justifie pas une utilisation fourragère. Pour d'autres, l'herbe est une ressource nécessaire pour l'alimentation des animaux qui représente un risque. Lorsque les éleveurs s'estiment manquer de technicité, l'herbe est alors opposée au maïs qui représente la sécurité alimentaire. Une prise de recul a été nécessaire à d'autres pour privilégier l'amélioration de la qualité de la ration et de l'environnement au travers des surfaces en herbe.

3.3.2 Les évolutions des surfaces en herbe à court terme

Des évolutions prévisibles des surfaces en herbe se dégagent d'après l'analyse des tendances en cours. L'exploitant fait aujourd'hui le choix d'augmenter délibérément la sole prairiale ou de conserver la sole actuelle en herbe à l'identique (lorsqu'il est satisfait de son système qui tourne en croisière) ou de la remanier pour optimiser sa localisation (au regard des risques de ruissellement ou de l'organisation du travail) ou de la diminuer. Cette diminution est conçue de deux façons : soit l'agriculteur adopte une logique interne de retournement des surfaces en herbe et souhaite augmenter la sole cultivée, soit la diminution des surfaces en herbe est réalisée sous pression extérieure et les surfaces sont achetées pour un usage non agricole.

3.3.3 Diagnostic et perspectives d'évolution des classes mises en évidence

La Figure 21 présente les dynamiques d'évolution des surfaces en herbe possibles par classe en fonction des avis des éleveurs. Lorsque l'herbe est absente du système fourrager d'une exploitation (classe 1'), elle ne sera pas *a priori* réintroduite en tant que prairie ; l'exploitant pourra augmenter les surfaces en bandes enherbées, par exemple, pour répondre aux obligations sociales ou à visée environnementale. Dans les systèmes tout herbe (classe 2'), les surfaces prairiales auront tendance à diminuer car cette ressource ne peut être maintenue face à la concurrence territoriale entre surfaces agricoles et non agricoles. A l'heure actuelle, les systèmes dans lesquels la proportion d'herbe dans le système fourrager est élevée (classe 5') conserveront l'herbe car ils sont contraints par l'impossibilité de retourner l'herbe. A l'avenir, ils jugent que les surfaces en herbe seront conservées sauf si la conjoncture et les innovations culturelles ne les poussent au retournement. Une prise de recul a été nécessaire aux exploitants ayant choisi d'instaurer des rotations avec de l'herbe (classe 4'). Conscients de leur manque de connaissance et de pratique pour gérer les surfaces en herbe, ils décident quand même de prendre le risque de modifier leurs pratiques fourragères pour augmenter ou remanier leurs surfaces prairiales. Cette dynamique est à impulser dans les exploitations d'élevage privilégiant les surfaces fourragères en maïs (classe 3') car elles ont des ambitions variables au sujet de l'herbe mais elles s'entendent toutes sur la difficile gestion de cette ressource instable et tributaire des aléas climatiques.

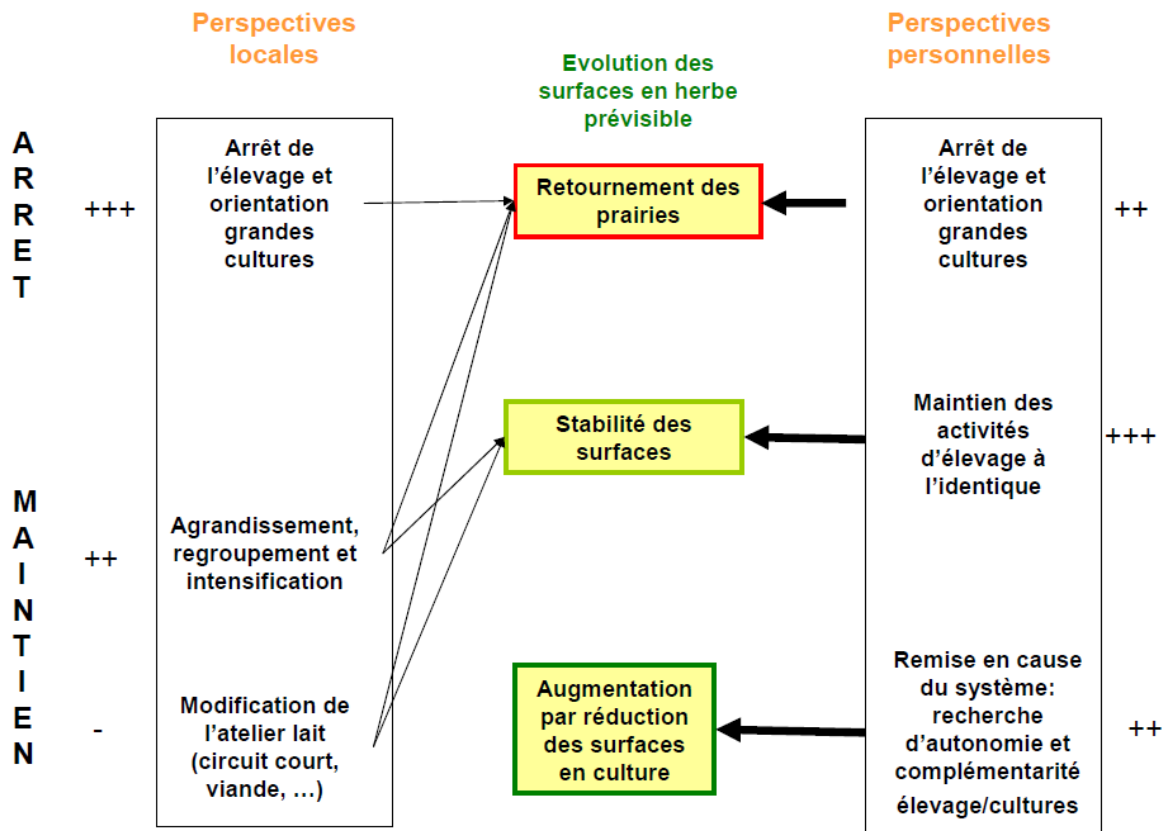


Figure 22: Voies d'adaptation des exploitations d'élevage du Pays de Caux à un changement extrême du contexte de production aux dires des agriculteurs et diagnostic d'évolution prévisible des surfaces en herbe.

(+++ = plus de 15 réponses, ++ = entre 7 et 15 réponses, - = moins de 5 réponses)

3.4 Discours sur les perspectives d'évolution pour l'élevage cauchois

3.4.1 La responsabilité individuelle pour éviter le retournement des prairies

L'interdiction du retournement est une mesure envisagée dans le projet de décret « ruissellement érosion » dans le Pays de Caux. Les réactions des agriculteurs à ce sujet sont partagées et multifactorielles. Pour certains, il est déjà trop tard puisque les surfaces labourables ont déjà été retournées. Pour d'autres, le retournement doit être interdit dans les emplacements en pente. Enfin un groupe d'agriculteurs estiment que les mesures répressives n'ont pas d'intérêt, qu'elles augmenteraient encore les contraintes réglementaires applicables dans les exploitations. Comment faire pour que les mentalités changent vers plus de responsabilité environnementale sachant que l'adaptation à des normes, locales notamment, reste la voie principale pour s'adapter au contexte économique ?

3.4.2 Des perspectives qui soulignent des formes de résistance face aux évolutions du contexte de production

L'ouverture d'une discussion sur l'avenir n'a pas été facile au cours des entretiens. Le mécanisme de projection est d'autant plus difficile que le contexte de production est incertain. Le discours a été guidé afin de s'articuler en deux temps : les évolutions pressenties du milieu agricole local puis les perspectives individuelles probables sur l'exploitation. Le discours des agriculteurs fait ressortir plusieurs grands thèmes d'évolution par moteur de changement proposé à leur réflexion (Annexe XXXI). A partir d'une analyse des propos des agriculteurs, un scénario est approfondi : « L'élevage local en danger ». Nous nous plaçons dans les hypothèses d'une libéralisation de la politique agricole, d'une crise énergétique qui perdure et d'une délocalisation des outils de production. Les perspectives d'évolution annoncées par les agriculteurs sont présentées en Figure 22. Leur interprétation expose les conséquences de ces évolutions sur les surfaces en herbe.

Localement, l'arrêt des activités d'élevage dominerait et les élevages ne pourraient perdurer que par un agrandissement des structures, un regroupement et une intensification. Par conséquent les surfaces en herbe diminueraient fortement. Le maintien des petits élevages passerait par une modification des ateliers de production animale: valorisation des produits en vente directe ou reconversion du troupeau laitier en viande par exemple. Ces deux évolutions éviteraient le retournement des surfaces en herbe, voire augmenteraient la part des prairies. Les perspectives locales vues par éleveurs confirment donc la pertinence du scénario testé dans le travail de thèse de C. Ronfort.

Néanmoins, à l'échelle de leur exploitation, les agriculteurs rencontrés mettraient plutôt en place des stratégies de résistance. L'arrêt de l'élevage et l'orientation des surfaces en grandes cultures seraient alors beaucoup moins évidents. Les systèmes d'élevage seraient en majorité conservés à l'identique ce qui permettrait de stabiliser les surfaces en herbe. L'augmentation des surfaces en herbe serait impulsée par des exploitants agricoles qui souhaiteraient remettre en cause leur système. Afin de se prémunir des variations des prix d'achat de matière première (engrais notamment) et des prix de vente de leurs produits, l'autonomie alimentaire serait recherchée et la complémentarité entre élevage et cultures renforcée.

D'après l'analyse des discours, les éleveurs résisteraient mieux que prévu à des évolutions extrêmes du contexte de production. Les éleveurs interrogés sont donc devant une forme de contradiction : ils entendent ce qui se dit depuis longtemps sur l'élevage et le répètent mais ne se sentent pas forcément concernés à titre individuel (Dedieu, 2009). Néanmoins, les formes de résistance suscitées ne vont pas toutes dans le sens d'un maintien des surfaces en herbe. Malgré la prise de conscience unanime du rôle fondamental de l'herbe pour réduire les risques de ruissellement et d'érosion, les prairies véhiculent une mauvaise image.

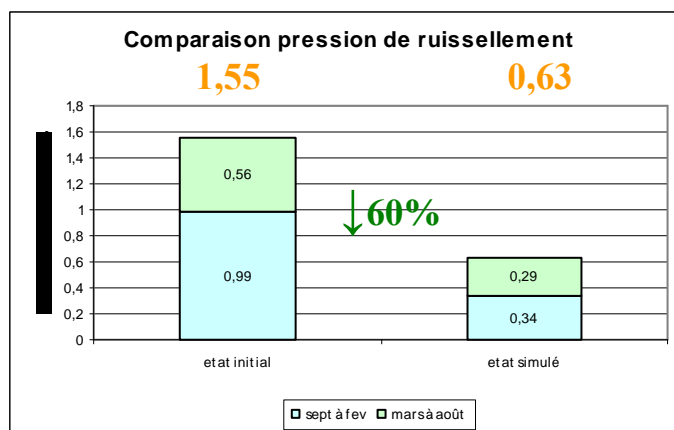


Figure 23: Réduction de la pression de ruissellement induite par les modifications de l'assolement nécessaires à l'introduction du séchage de foin en grange dans EA12.

Tableau 3: Présentation des situations simulées sous Olympe® pour tester la faisabilité économique de l'introduction du séchage de foin en grange dans une exploitation laitière

PHAE 2 \ Subvention	Oui	Non
Oui	Simulation 4	Simulation 3
Non	Simulation 2	Simulation 1

Rm : La subvention départementale représente une compensation d'investissement de 72 000€, et la PHAE s'élève à 75€/ha en herbe soit 6 400€.

Elles empiètent sur des surfaces qui pourraient être valorisées par des cultures à fortes valeur ajoutée, et la gestion technique de l'herbe est une limite majeure. Les aléas climatiques sont en effet des freins à la stabilité de production de l'herbe et à la qualité des fourrages récoltés.

Au vu des résultats obtenus, plusieurs pistes d'évolutions pourraient être envisagées pour intégrer une meilleure gestion des surfaces en herbe dans le fonctionnement global des exploitations enquêtées. Citons par exemple, la culture de l'herbe en rotation, le resemis des prairies permanentes, la revalorisation de l'herbe dans l'alimentation des animaux, l'optimisation de la qualité de l'herbe stockée grâce à des techniques innovantes.

Nous retiendrons ici une simulation globale intégrant ces voies d'amélioration afin d'augmenter l'autonomie alimentaire du troupeau laitier et d'assurer la production d'un fourrage équilibré permettant d'augmenter les surfaces en herbe sur l'exploitation. Une exploitation de référence (EA12) est sélectionnée selon des critères de compatibilité avec l'évolution vers du séchage de foin en grange : activité laitière, volonté de réduire la part de maïs ensilage, difficultés pour l'obtention du foin de qualité et maintien d'un bon niveau de productivité laitière.

3.5 Le séchage du foin en grange : un système limitant les risques de ruissellement

L'objectif de la simulation est de pouvoir tester la faisabilité d'une installation de séchage de foin en grange dans une exploitation en polyculture-élevage laitier dans le Pays de Caux.

La méthode du séchage en grange permet de valoriser l'herbe de l'exploitation et de produire un fourrage équilibré (Annexe XXV).

L'introduction du séchage de foin en grange

L'adoption de cette technique induit des changements techniques et zootechniques sur une exploitation. Dans le cas présenté, les surfaces en herbe augmentent grâce à l'introduction de prairies temporaires et artificielles avec une flore adaptée au séchage. L'évolution des surfaces occasionnée par le séchage du foin est présentée dans l'Annexe XXVI.

Sur le plan environnemental, une vérification a lieu grâce au logiciel DIAR® afin d'attester que l'évolution des surfaces permet une réduction des risques de ruissellement à l'échelle de l'exploitation (Figure 23) : la lame d'eau ruisselée est réduite de 60% entre l'état initial et l'état simulé.

Des variations zootechniques ont été adoptées au regard des résultats d'expérimentation menées à la station expérimentale de Blanche Maison (Manche) (Annexe XXV). La ration des vaches laitières est réévaluée à partir des valeurs alimentaires spécifiques des aliments introduits (fourrages et concentrés). L'ensemble des modifications occasionnées par l'introduction du séchage du foin en grange est présenté Annexe XXIX.

Un système moderne nécessitant le soutien des collectivités

Nous nous plaçons dans les conditions d'obtention possible d'une subvention départementale pour l'installation de séchage (Annexe XXV) et de la Prime Herbagère Agro-environnementale (PHAE2) (Annexe XXVII) afin de tester les 4 situations fictives présentées Tableau 3.

Les résultats économiques des simulations réalisées sont présentés dans l'annexe XXVIII. L'analyse exposée repose sur les indicateurs IDEA (présentés Annexe XIX et figurés en italique dans le texte). De manière générale, le séchage du foin augmente l'*efficacité* de l'atelier lait. Il est donc efficace pour améliorer l'autonomie d'une exploitation laitière et pour se prémunir de la volatilité et de la variation des prix. La *transmissibilité économique* de l'exploitation est améliorée par l'installation de séchage.

Tableau 4: Résultats économiques et équilibre des marges lors de l'introduction d'une installation de séchage dans une exploitation laitière prise en référence.

	Etat initial	Simulation 1	Simulation 2	Simulation 3	Simulation 4
MARGES					
marge globale €	151858	154185	154185	160635	160635
marge atelier lait €	130681	145208	145208	151658	151658
marge cultures €	21177	8977	8977	8977	8977
marge atelier lait €/ 1000L	271	300	300	314	314
variation marge atelier lait €	0	14527	14527	20977	20977
variation marge atelier lait €/ 1000L	0	30	30	43	43
ANNUITES					
annuités installation séchage €/an	0	27754	19300	27754	19300
annuités installation séchage €/ 1000L	0	57	40	57	40

Tableau 5: Evolution des indicateurs IDEA pour une simulation avec subvention départementale à l'installation du séchage de foin en gangre et prime PHAE (simulation 4) dans une exploitation laitière prise en référence

	Etat initial	Simulation 4		
		Année i+1	Année i+2	Année i+10
RESULTATS	85792	79569	73149	77673
perte de résultat par rapport à l'initial €		6223	12643	8119
perte de résultat par rapport à l'initial %		7%	15%	9%
INDICATEURS IDEA				
efficience atelier lait	72%	86%		
sensibilité aux aides	23%	26%		
vivabilité eco €	54479	37813		
dependance financière	11%	24%		
transmissibilité eco €	338893	420493	398093	398093

La variation des autres indicateurs de durabilité (*sensibilité aux aides, vivabilité économique et dépendance financière*) dépend de la simulation réalisée.

Pour chacune des quatre simulations, on constate une perte de résultat (de 33 à 15% à l'année i+2 par rapport à l'année initiale). Au bout de 10 ans, aucune des simulations ne permet de revenir au niveau de résultat initial. Deux postes peuvent être à l'origine de cet écart : la diminution des surfaces de cultures à forte valeur ajoutée et l'investissement élevé de l'installation de séchage. Les marges dégagées lors des quatre simulations sont reprises dans le Tableau 4. La simulation 4, avec subvention et PHAE, est la seule combinaison d'hypothèses qui donne la possibilité à l'atelier lait, avec un surplus de marge de 43€/ 1000L par rapport à la situation initiale, de rembourser l'installation de séchage (nécessitant 40€/ 1000L).

La subvention départementale et la prime PHAE sont donc deux conditions nécessaires à la faisabilité économique d'une installation individuelle de séchage de foin en grange. Néanmoins, ces conditions ne sont pas suffisantes puisqu'elles engendrent tout de même une perte de résultats sur l'exploitation, accroissent la *sensibilité aux aides* et la *dépendance financière* de l'exploitation tout en diminuant sa *vivabilité économique* (Tableau 5).

Le pilier économique est un facteur limitant pour l'adoption du séchage de foin en grange dans des exploitations d'élevage comparables à celle présentée ici. Les résultats de la simulation 4 sont repris dans l'annexe XXIX. Néanmoins, l'intégration du séchage de foin en grange au fonctionnement de l'exploitation peut être positive pour l'organisation du travail. Elle implique une diminution annuelle du temps de travail estimée à 362 h dans le cas présenté (Annexe XXX).

Au vu de ces résultats, trois pistes pourraient faire l'objet d'une nouvelle étude. D'une part, la mise en place d'une installation de séchage collective pourrait être une solution efficace pour répartir les investissements entre plusieurs exploitations d'élevage et ainsi réduire les investissements individuels. D'autre part, le « produit lait » pourrait être augmenté grâce une meilleure valorisation du lait et de la viande. La réduction du temps de travail permettrait effectivement de développer une nouvelle activité sur l'exploitation comme la vente directe. Une estimation (d'après la durée légale du travail salarié en France⁷) montre qu'une cinquantaine de jour de travail (équivalent salarié) peuvent être libérés sur l'année. Pour finir, une diminution de la main d'œuvre à long terme permettrait d'équilibrer la trésorerie. Les prélèvements privés pourraient être réduits tout en permettant de dégager un revenu acceptable pour une personne. Toutefois sur le plan collectif, la diminution du travail offerte dans les exploitations n'est pas favorable à la durabilité de l'agriculture d'un territoire (Polge de Combret et al., soumis)

L'analyse des résultats peut amener à une réflexion plus large concernant le séchage du foin en grange. Le système mis en place est pertinent au regard des conséquences environnementales, mais il est nécessaire qu'il soit soutenu financièrement. La subvention départementale et la prime PHAE sont deux outils existant, mais il est sans doute possible d'envisager d'autres types de soutiens publics. Dans la mesure où ce système d'élevage est basé sur l'herbe, les animaux seraient un moyen d'entretenir des parcelles en herbe aux places stratégiques pour la réduction du ruissellement érosif. Les fonctions de l'élevage seraient alors multiples (de production, environnementale, sociale) et, à ce titre, l'aide à la collectivité (baisse du ruissellement) constituerait un bien non marchand qui pourrait être rémunéré.

⁷ 1 607 h/ an à raison de 228 jours ouvrables et d'une durée moyenne de travail de 7h/j

4 Discussion

L'étude des 17 exploitations ne prétend pas décrire toutes les relations entre exploitation, territoire et environnement dans le Pays de Caux. Nous pouvons cependant tenter d'interpréter les contrastes qui ressortent des différentes situations étudiées au sujet de la gestion des surfaces en herbe dans les exploitations d'élevage.

4.1 Quel bilan pour l'utilisation des prairies dans un but environnemental ?

Utilisation et rôle des prairies « dans les esprits »

L'analyse de l'utilisation des prairies dans les systèmes d'élevage du Pays de Caux montre une tendance à la séparation spatiale entre les soles prairiale et cultivée de l'exploitation.

Les prairies permanentes sont à la base de la production d'herbe. L'adjonction de prairies temporaires cultivées permet l'allongement de la durée du pâturage (après l'hiver ou en fin d'automne) et accroît la flexibilité d'organisation du système fourrager. Cette utilisation ouvre des perspectives qui restent sous exploitées par les agriculteurs, la spécialisation laitière orientant notamment les systèmes fourragers vers la culture du maïs ensilage.

Quand les animaux utilisent des surfaces en herbe dans les exploitations d'élevage, ce ne sont pas des critères environnementaux qui influent sur les stratégies de localisation de ces surfaces. La proximité des bâtiments d'élevage, la pente et une qualité médiocre de la terre orientent la place des surfaces en herbe dans le système fourrager, même si certaines parcelles peuvent être conservées en herbe pour leur rôle essentiel dans la réduction du ruissellement érosif. Toutefois si l'exploitant cherche à minimiser ce type de surfaces pour accroître les terres affectées aux cultures de vente, il préfère implanter des bandes enherbées, adapter ses pratiques culturales ou encore mettre en place des aménagements hydrauliques spécifiques (fascine, fossé diffuseur, bassin de rétention, etc.) pour lutter contre le ruissellement érosif.

La présence de ces ouvrages n'est pas prise en compte dans les simulations réalisées sous DIAR, or près de la moitié des agriculteurs bénéficient déjà d'aménagements hydrauliques (privés ou collectifs). Mais l'efficacité des aménagements est controversée au sein des exploitations d'élevage, l'adoption de pratiques agricoles adaptées (travail du sol simplifié, perpendiculaire à la pente, absence de sols nus l'hiver, etc.) est prioritaire. La présence de l'herbe est jugée plus pertinente par les agriculteurs pour résoudre les problèmes de ruissellement (3/4 des exploitations rencontrées possèdent des bandes enherbées en plus des surfaces prairiales).

Limites de l'appréciation quantitative du rôle de l'herbe

Aucune expérimentation n'a été effectuée sur la prairie pour établir une valeur de ruissellement sous DIAR : on se borne, faute de mieux, à prendre la valeur issue de la moutarde. De plus, les effets de la conduite de l'herbe ne peuvent être interprétés quantitativement. Afin de mesurer l'impact environnemental des prairies et de donner des « preuves de réussite » aux agriculteurs, il serait nécessaire d'intégrer des renseignements concernant le type de prairies (permanente, temporaire longue, temporaire courte, dérobée), et le type de valorisation (fauche, fauche+ pâturage, pâturage seul), en association avec des pratiques culturales spécifiques (labour, épandage, semis etc.).

Le territoire d'exploitation comme échelle d'approche d'un phénomène maîtrisable à l'échelle d'un bassin versant

La place du territoire d'élevage dans la topographie influence la production du ruissellement. Compte tenu de l'éparpillement du parcellaire des exploitations enquêtées, il n'est pas paru judicieux de dissocier les exploitations de fond de vallée, les exploitations de versant (en position intermédiaire) et les exploitations situées sur le plateau. Néanmoins, pour une analyse plus globale des risques de ruissellement ayant pour origine des exploitations d'élevage, une approche à l'échelle du bassin versant serait nécessaire et complémentaire. En effet, la

maîtrise des risques de ruissellement érosif passe aussi par une optimisation de la localisation des surfaces en herbe à l'échelle du bassin versant. A ce titre, des simulations sous le logiciel STREAM (Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Management) rendraient compte de l'impact des modifications parcellaires (Souchère et al., 2005). Par ailleurs, il ne faut pas négliger les interactions fonctionnelles entre exploitations (échange de terres, vente d'herbe sur pied, etc.) et leurs interactions spatiales (Dobromez et Josien, 2004) qui influent sur les processus du ruissellement érosif.

4.2 Quel équilibre entre les activités agricoles et non agricoles à l'échelle du territoire ?

Quel équilibre entre élevage/culture et urbanisation ?

En Seine Maritime, la concurrence agriculture-urbanisation est forte, comme le montre le prix des terres agricoles (6 870€/ha en moyenne triennale 2005-2006-2007 contre 4 900€/ha pour la moyenne française, source SAFER). Les terres agricoles ne peuvent donc être achetées que par des propriétaires agricoles produisant des cultures à forte valeur ajoutée (ex : pomme de terre de consommation⁸). Mais la perte de surface agricole est considérable dans le Pays de Caux : plus de 1000 ha de terres agricoles quittent annuellement la production agricole pour des usages d'infrastructures publiques, des zones d'activités ou la construction de résidences privées. Les projets d'urbanisme artificialisent les terres sur lesquelles la remise en culture est alors inenvisageable. Cela n'est pas sans conséquence sur la capacité d'infiltration des sols puisque les surfaces urbanisées sont imperméabilisées et qu'elles favorisent la concentration du ruissellement. Des normes d'urbanisme sont fixées lors des projets d'agglomération afin de réguler les débits d'eau pluviales urbaines et de les canaliser si nécessaire par des réseaux de bassins de rétention (J.F. Ouvry., AREAS, Comm. Pers). Néanmoins, les agriculteurs rencontrés remettent en cause la légitimité des projets d'urbanisme et le manque de concertation entre les acteurs du territoire. La mise en place des ouvrages (voie rapide, centres commerciaux, lotissements, etc.) a été un facteur aggravant des risques d'inondations et des passages d'eau sur leurs terres. L'entretien et le suivi des ouvrages sont cités comme des problèmes récurrents. Dans ce contexte, il faudrait veiller à la transparence des projets agricoles et non pour améliorer l'impact environnemental des activités de ce territoire.

L'évolution vers plus d'herbe est-elle possible, acceptée ?

L'analyse des entretiens montre que l'on assiste à une simplification des modes d'utilisation des surfaces fourragères pour une optimisation du fonctionnement de l'exploitation. En effet, le maintien d'exploitations agricoles ne dépend plus seulement des performances technico-économiques mais aussi de la vivabilité du système pour le (ou les) exploitant(s) comme pour leur famille (Gasson et al., 1988). Les rapports au travail des agriculteurs changent et se diversifient (Le Guen, 2005). Et les transformations des relations entre travail, famille et exploitation ont des conséquences sur les façons de gérer et de faire évoluer l'utilisation de l'espace (Madelrieux et al., 2002). Ainsi, une modification des surfaces en herbe et de leur gestion est peu imaginable lorsque les systèmes ont atteints une certaine stabilité et qu'ils sont ancrés dans les politiques agricoles et rurales locales (Potter et Burney, 2002).

L'analyse de la seule faisabilité technico-économique ne suffit pas pour engager une décision de l'agriculteur (Dobromez et Josien, 2004) concernant les surfaces en herbe de l'exploitation. En effet la prise de décision suppose au préalable une appropriation des enjeux d'une voie d'adaptation. L'intégration d'objectifs environnementaux n'est pas forcément portée par le système à l'état initial. Les modifications techniques du système mettent en cause les représentations du métier d'agriculteur (Mathieu et Joannon, 2003) et sont parfois des freins au développement.

⁸ Marge brute moyenne : 2 610€/ha (prévisions du Syndicat de Bassin Versant de l'Austreberthe pour 2009)

Les réactions des éleveurs témoignent d'une inertie dans le changement des pratiques d'élevage. Les perspectives et les changements techniques font peur face aux incertitudes du contexte de production, sans entraîner la mise en œuvre de stratégies et de pratiques favorisant l'autonomie des systèmes de production vis-à-vis de l'extérieur. Ainsi, les fluctuations du prix du lait provoquent des débats alors que les nouvelles orientations de la PAC privilégiant les systèmes herbagers et annoncées dans le bilan de santé 2008 ne sont pas connues.

L'herbe véhicule une image positive auprès des consommateurs, et les éleveurs ayant une activité de vente directe l'ont compris. A proximité des villes, les conduites herbagères sont un véritable atout pour la diversification et la communication entre urbains et ruraux. Pourtant, chez la plupart des agriculteurs, les démarches de qualité sont surtout associées aux exigences des groupes laitiers présents sur le territoire (Danone, Senoble). Elles permettent de dégager une plus value non négligeable sur la paie du lait.

Plusieurs démarches se mettent en place pour la valorisation de la viande bovine, notamment un projet d'AOC Bœuf Bringé de Normandie. Cette démarche permettrait effectivement d'améliorer la valorisation de la viande produite sur des surfaces herbagères difficiles d'accès ou de qualité médiocre (Lemière, 2004). Le lien entre le produit et le terroir, à la base de la charte proposée à l'INAO, va dans le sens d'une réduction des risques de ruissellement par le maintien des surfaces en herbe. Aujourd'hui toutefois, l'organisation de la filière reste un point faible.

Les démarches de qualité, pertinentes pour la valorisation des surfaces en herbe, sont perçues par les agriculteurs comme des niches de production contraignantes et risquées. Ces démarches pourront participer au maintien des surfaces en herbe mais elles ne feront pas l'agriculture de demain dans le Pays de Caux.

4.3 Quel avenir pour l'élevage dans le Pays de Caux ?

Les agriculteurs rencontrés ne sont pas *a priori* en difficulté, car nous avons demandé aux informateurs qui ont fourni leurs adresses à rencontrer des éleveurs dont le système est viable. Leurs avis sur l'avenir de l'activité d'élevage dans le Pays de Caux n'est pas négatif, ce qui aurait pu être nuancé si nous avions enquêté des éleveurs dont la survie de l'exploitation n'était pas assurée.

En restant dans l'hypothèse où les activités d'élevage se maintiendront majoritairement à l'identique, on constate que l'herbe ne sera pas valorisée dans les systèmes fourragers à la hauteur des bénéfices environnementaux qu'elle pourrait procurer. Afin de combler les arrêts d'activités d'élevage, les acteurs du territoire agricole devront privilégier les parcelles en herbe pour que leur affectation ne soit pas modifiée. Mais l'arrêt de l'élevage n'est pas inéluctable puisque des solutions existent pour adopter des systèmes d'élevage plus économes et autonomes. L'association entre élevage d'herbivores, utilisant le maximum de ressources fourragères herbagères, et production de grandes cultures reste la base d'un développement territorial durable (Lemaire, 2007). Cela implique de mettre en place de nouveaux modes d'organisation (individuelle et collective) agricole au niveau local. Le maintien des surfaces en herbe ne pourra être réalisé que par une politique volontariste de maintien des activités d'élevage au sein des territoires.

Les exploitations peuvent entretenir entre elles et avec les activités non agricoles des échanges de biens et de services qui peuvent contribuer au développement agricole durable du territoire cauchois. Il est possible, par exemple, d'imaginer une organisation territoriale d'exploitations agricoles ayant des spécialisations différentes qui échangeraient des flux de matières (lisier, fumier par exemple) et de services (entretien par le pâturage, fauche, vente d'herbe et de foin) permettant de concilier leurs fonctions de production propre avec les fonctions environnementales définies collectivement à l'échelle du territoire.



Figure 24: Une agriculture de polyculture élevage intégrant la culture de l'herbe dans les rotations (photo: J. FAURE, le 24/04/09 sur les routes du Pays de Caux, entre Bourville et Doudeville).

Conclusion

Le Pays de Caux présente une grande diversité d'exploitations d'élevage que nous avons explorée partiellement. Les enquêtes réalisées montrent cependant que les surfaces en herbe sont souvent sous valorisées dans les systèmes fourragers existants. D'après l'analyse du discours des éleveurs, l'effet de l'herbe sur la réduction des risques de ruissellement est reconnu mais il n'est pas moteur dans la dynamique locale, ces surfaces étant en concurrence avec les cultures de vente à forte valeur ajoutée.

Pourtant, deux types de systèmes fourragers efficaces pour la réduction des risques de ruissellement et compatibles avec le fonctionnement global de l'exploitation sont observés dans les exploitations rencontrées. D'une part, le pâturage des prairies permanentes, souvent non retournables, est une solution « classique » pour valoriser ces surfaces avec des animaux dont les exigences alimentaires sont plus faibles mais la surface actuelle de ces prairies ne suffit pas pour maîtriser le ruissellement. D'autre part, la gestion de l'herbe pourrait être davantage intégrée aux systèmes de cultures à travers la prairie temporaire. Il s'agit d'une opportunité intéressante pour produire des fourrages de qualité au moindre coût, augmenter l'autonomie alimentaire du troupeau et se prémunir de la volatilité des prix des matières premières ou encore pour améliorer la complémentarité entre cultures et élevage. Cependant, une minorité des exploitants agricoles rencontrés dans le Pays de Caux prend l'initiative de modifier son système d'élevage dans ce sens. Les contraintes économiques qui pèsent sur la fonction de production agricole induisent des gestions jugées sans risques et orientées soit vers la culture fourragère sécurisante du maïs soit vers la vente de cultures industrielles en priorité.

Bien que les agriculteurs rencontrés entrevoient des formes de résistance individuelle face aux perturbations induites par l'évolution du contexte de production, le maintien, voire l'augmentation, des surfaces en herbe fait partie des nouveaux défis des exploitations cachoises. Il faudra pour cela dépasser l'empreinte culturelle actuelle de l'herbe. En effet, même si l'extensification liée à l'herbe n'est pas généralisable à tout le Pays de Caux, il semble que l'augmentation des surfaces en herbe pourrait surtout se faire dans une logique d'utilisation intensive. Néanmoins une telle évolution devra être raisonnée pour limiter les conséquences néfastes sur la protection de l'écosystème prairial. L'intégration de la réduction du ruissellement dans le raisonnement des localisations de l'herbe sur un parcellaire peut aussi être envisagée.

D'ailleurs, le territoire de l'exploitation agricole n'est pas le seul niveau de jugement à considérer pour la réduction du ruissellement. Une gestion coordonnée de la localisation des prairies est pertinente à l'échelle d'un bassin versant et pourrait être orchestrée par le modèle STREAM. De plus, les exploitations agricoles ne sont pas isolées des autres activités du territoire. Notre étude permet d'avancer l'hypothèse selon laquelle les acteurs du territoire cachois devraient aussi considérer les interactions spatiales et temporelles positives de l'herbe entre les systèmes agricoles et non agricoles. L'herbe véhicule une image favorable pour la vente directe et l'agrotourisme par exemple. Ainsi, des associations coopératives et des raisonnements collectifs pourraient permettre l'obtention d'un bénéfice environnemental plus grand. L'installation collective de cellule de séchage du foin en grange serait à tester.

La prise en compte de ces dynamiques à venir présente un réel enjeu pour le conseil agricole : il devra développer et défendre l'intérêt des prairies temporaires en rotation pour l'élevage et pour l'agriculture locale. La prairie devrait alors être gérée comme une culture à part entière. Afin d'accompagner les agriculteurs, dans une région de polyculture-élevage, il devra sans doute aussi évoluer vers un conseil intégré (cultures et activités d'élevage), plus approprié qu'un conseil spécialisé.

Références bibliographiques

- ATTONATY J-M., LE BARS M., ALLAYA M., LE GRUSSE P., 2005. *Olympe : manuel d'utilisation*. CIHEAM-IAM, Montpellier, France,
- AUGEARD B., KAO C., LEDUN J., CHAUMONT C., NEDELEC Y., 2005. *Le ruissellement sur sols drainés: identification des mécanismes de genèse*. Ingénieries, 43, 3-18.
- AUBRY C., BIARNES A., MAXIME F., PAPY F., 1998. *Modélisation de l'organisation technique de la production dans l'exploitation agricole : la constitution des systèmes de culture*. Etud. Rech. Syst Agraires Dev, 31, 25-43.
- AUZET A.V., 1987. *L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : Aspects agronomiques*. Centre d'études et de recherches éco-géographique (CEREG), 39p.
- BONNY S., 1994. *Les possibilités d'un modèle de développement durable en agriculture. Le cas de la France*. Le courrier de l'environnement de l'INRA, 213, 5-15
- BOURGAIN O., MICHAUD M., 2005. *Evaluation de l'impact économique pour les exploitations agricoles de pratiques agricoles permettant de limiter le ruissellement érosif sur le plateau du Neubourg (France)*. Document interne, Laboratoire d'Economie Rurale (Lecor), ESITPA, 13p.
- BRESSON, 1996. *Le ruissellement et l'érosion*. In : Support de cours. Unité d'enseignement Ruissellement. AgroparisTech, année scolaire 1996, 1.
- DEDIEU B., 2009. *Les interactions Elevage et Territoire dans la mise en mouvement de l'intensification écologique*. Document de soumission d'un projet à l'ANR, 118p.
- DELABY L., PECCATTE J. R., 2008, *Valeur alimentaire de foins ventilés issus de prairies multispécifiques*. In Journées de l'AFPF. Intérêts des prairies multispécifiques, Paris, 26-27 mars 2008, 1p.
- DEVERRE C., 2002. *Les nouveaux liens sociaux au territoire*, In Agronomes et territoires. Deuxième édition des entretiens du Pradel. L'Harmattan, P. PREVOST, 57-70.
- DOBREMEZ L., JOSIEN E., 2004. *Adaptation des exploitations d'élevage à des enjeux environnementaux. Problématiques et questions de recherche*. Séminaire INRA SAD TRAPEUR, AgroMontpellier, 15-16.
- DURU M., PAPY F., SOLER L.G., 1988. *Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole*. C.R. Acad. Agric. Fr., 74, 4, 81-93.
- CAPILLON A., MANICHON H., 1988. *Guide d'étude de l'exploitation agricole à l'usage des agronomes*. INA-PG Chaire d'Agronomie, 41p.
- 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 (EDDEE), Univ. Paris X Nanterre, 114p.
- GASSON R., CROW G., ERRINGTON A., HUSTON J., MARSDEN T., WINTER D. M., 1988. *The farms a family business: a review*. Journal of Agricultural Economics, 39, 1-41.
- GRIL J.J. et al., 1997. *Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés. Etat des connaissances et proposition de mise en œuvre*, Groupe « Dispositifs Enherbés », CORPEN, juillet 1997, 78p.
- HIS M., 1996. *Possibilités d'insertion de pratiques de lutte contre le ruissellement dans le calendrier de travail des exploitations agricoles du Pays de Caux*. Mémoire de fin d'étude de l'ISA de Beauvais, 61p.
- KLEIN J., MEUNIER C., 2007. *Evolutions des assolements dans le Pays de Caux : évolutions passées et moteurs, tendances futures et moteurs, échelle spatiale du canton*. Projet d'ingénieur DAA AGER, AgroParisTech, 79p.

- LANDAIS E., 1998. *Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social*. Courrier de l'Environnement, 33, p 5-22.
- LE BAS C., SOUCHERE V., LAURENT C., 2005. *Les informations existantes pour renseigner les relations agricultures-territoires*. In : Laurent C., Thinon P. (dirs.), *Agricultures et territoire/*, Hermès Sciences Publications, 57-76.
- LE BISSONNAIS Y., BENKHADRA H., GALLIEN E. et al., 1996. *Genèse du ruissellement et de l'érosion diffuse des sols limoneux : analyse du transfert d'échelle du m² au bassin versant élémentaire agricole*. Géomorphologie, relief, processus, environnement, 3, 51-64.
- LE GUEN A., 2005. *Logiques de travail et diversité des éleveurs dans le secteur laitier*. Actes du Séminaire de l'Association Française de Production Fourragère « Elevage, prairies, travail », Paris, 20 octobre 2005, 37-50.
- LEMAIRE, 2007. *Interactions entre systèmes fourragers et systèmes de grandes cultures à l'échelle d'un territoire*. Intérêts pour l'environnement. Fourrages, 189, 19-32
- LEMIERE C., 2004. *Un projet d'AOC pour le Bringé Cotentin de Normandie*. Les prairiales, Prairiales du Pin, 17 juin 2004, 103-105.
- MADELRIEUX S., DEDIEU B., DOBREMEZ L., 2002. *Modification de l'utilisation du territoire lorsque des éleveurs cherchent à résoudre leurs problèmes de travail*. Fourrages, 172, 355-368.
- MARTIN P., 1997. *Pratiques culturales, ruissellement et érosion diffuse sur les plateaux limoneux du nord ouest de l'Europe*. Thèse de doctorat, INA P-G, 184p.
- MARTIN P., MEYNARD J. M., 1997. *Systèmes de culture, érosion et pollution par l'ion nitrate*. In : L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. Collection « Mieux comprendre », Universités francophones, INRA ed., p 303-322.
- MARTIN P., JOANNON A., PISKIEWICZ N., 2009. *Temporal variability of soil-surface runoff risk due to cropping systems in cultivated catchment areas: use of the DIAR model for the assessment of environmental public policies in the Pays de Caux (France)*. Journal of Environmental Management, in press.
- MARTIN P., PAPY F., SOUCHERE V., CAPILLON A., 1998. *Maîtrise du ruissellement et modélisation des pratiques de production*. Cahiers Agricultures, 7, 111-119.
- MARTIN P., LE BISSONNAIS Y., BENKHADRA H., LIGNEAU L., OUVRY J.F., 1997. *Mesures du ruissellement et de l'érosion diffuse engendrés par les pratiques culturales en Pays de Caux (Normandie)*. Géomorphologie : relief, processus, environnement, 2, 143-154
- MARTIN P., et al., 2007. *Elaboration et mise en œuvre de Dispositifs pour la Gestion des Territoires générant des Coulées Boueuses*. DIGET-COB, Rapport final, septembre 2004-juin 2007, 105p.
- MARTIN P. et al., 2008. *Anticiper et accompagner des évolutions de territoires agricoles sensibles aux coulées boueuses (Acterre)*. Rapport intermédiaire RDT2, 48p.
- MATHIEU A., JOANNON A., 2003. *How farmers view their job in Pays de Caux, Consequences for grassland in water erosion*. Environmental Science and Policy, 6, 29-36.
- MATHIEU A., THINON P., HAVET A., 2005. *Les enquêtes en exploitation agricole sur les usages du territoire*. In : Laurent C., Thinon P. (dirs.), *Agricultures et territoire/*, Hermès Sciences Publications, 93-113.
- PAPY F., DOUYER C., 1991. *Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques*. Agronomie, 11, 201-215.
- POLGE DE COMBRET L., DOBREMEZ L., HAVET A., PERRET E., 2009 (soumis). *Transformations des exploitations agricoles et évolutions possibles de la durabilité de l'élevage en vallée d'Abondance (Haute Savoie) selon différents scénarios*. Renc. Rech. Ruminants, Paris, 2 et 3 décembre 2009.

- POTTER C., BURNEY J., 2002. *Agricultural multifunctionality in the WTO-legitimate non trade concern or disguised protectionism?*. Journal of Rural Studies, 18, 35-47.
- SABIR M., ROOSE E., OUAGGA T., BENSALAH N., DORE L., 2007. *Utilisation des terres et risques de ruissellement et d'érosion dans les montagnes au Maroc*. Actes des JSIRAUF, Hanoï, 6p.
- SEBILLOTTE M., 1980. *Rôle de la prairie dans la succession culturale*. Fourrages, 83, 79-124.
- SEBILLOTTE M., 1990. *Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes*. Collection un point sur, INRA éditions, 165-196.
- SILANDE B., BEAUCHAMP J.J., 2004. *Le séchage du foin en grange*. Les prairiales, Prairiales du Pin, 17 juin 2004, 79-82.
- SOUCHERE V., CERDAN O., DUBREUIL N., LE BISSONNAIS Y., KING C., 2005. *Modelling the impact of agri-environmental scenarios on runoff in a cultivated catchment (Normandy, France)*. Catena, 61, 229-240.
- TESSIER D., BRUAND A., LE BISSONNAIS Y., DAMBRINE E., 1996. *Qualité chimique et physique des sols : variabilité spatiale et évolution*. Etude et Gestion des sols, 3-4, 229-244.
- ZAHM F., VIAUX P., VILAIN L., GIRARDIN P., MOUCHET C., 2008. *Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method. From the Concept of Agriculture Sustainability to Cases Studies on Farms*. Sustainable Development, 16, 271-281.

Ouvrages :

- JOLY H. et al., 1999. Dictionnaire d'agriculture. Conseil international de la langue française, Paris, 1007 p.
- INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins – Besoins des animaux- Valeurs des aliments - Tables Inra 2007. Quae, Guide pratique, Versailles, 307p.

Sites Web :

AGRESTE

Zonage

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/definitions/zonages/>(dernière visite le 28 juillet 2009)

CA

L'élevage : alimentation et fourrages

http://www.seine-maritime.chambagri.fr/app_alimentation.asp

http://partage.cra-normandie.fr/fichiers/Secher_foin.pdf (dernière visite le 22 août 2009)

Aides aux investissements pour le séchage du foin en grange

<http://www.seinemaritime.net/guidedes aides/medias/File/aide-aux-investissements-pour-le-sechage-du-foin-en-grange-+-formulaire-t2.pdf> (dernière visite le 16 juillet 2009)

CRA

Panorama de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Normandie

<http://www.cra-normandie.fr/agricopie/herbe.htm> (dernière visite le 22/09/09)

Aides : Prime Herbagère Agro-Environnementale

<http://www.cra-normandie.fr/aides/aides68.htm> (dernière visite le 18/07/09)

DRAAF

Memento Agricole 2007

<http://draf.haute-normandie.agriculture.gouv.fr> (dernière visite le 20/03/09)

Cartes

http://draf.haute-normandie.agriculture.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=276 (dernière visite le 20/03/09)

LOGICIEL OLYMPE

Description du logiciel

http://www.olymp-project.net/description_du_logiciel/presentation(dernière visite le 22 août 2009)

INSEE (page consultée le 28/07/09).

Petites Régions Agricoles

http://www.insee.fr/fr/insee_regions/haute-normandie/themes/dossiers/gdz_hn/documentation/ZonagesCompetence/Agriculture/petiteregionagricole.htm (dernière visite le 28 juillet 2009)

Les Prairiales

<http://www.prairiales-normandie.com/> (dernière visite le 18/07/09)

Segrafo

Le séchage du foin en grange

<http://www.segrafo.com/index.php?rang=4> (dernière visite le 18/07/09)

Annexes

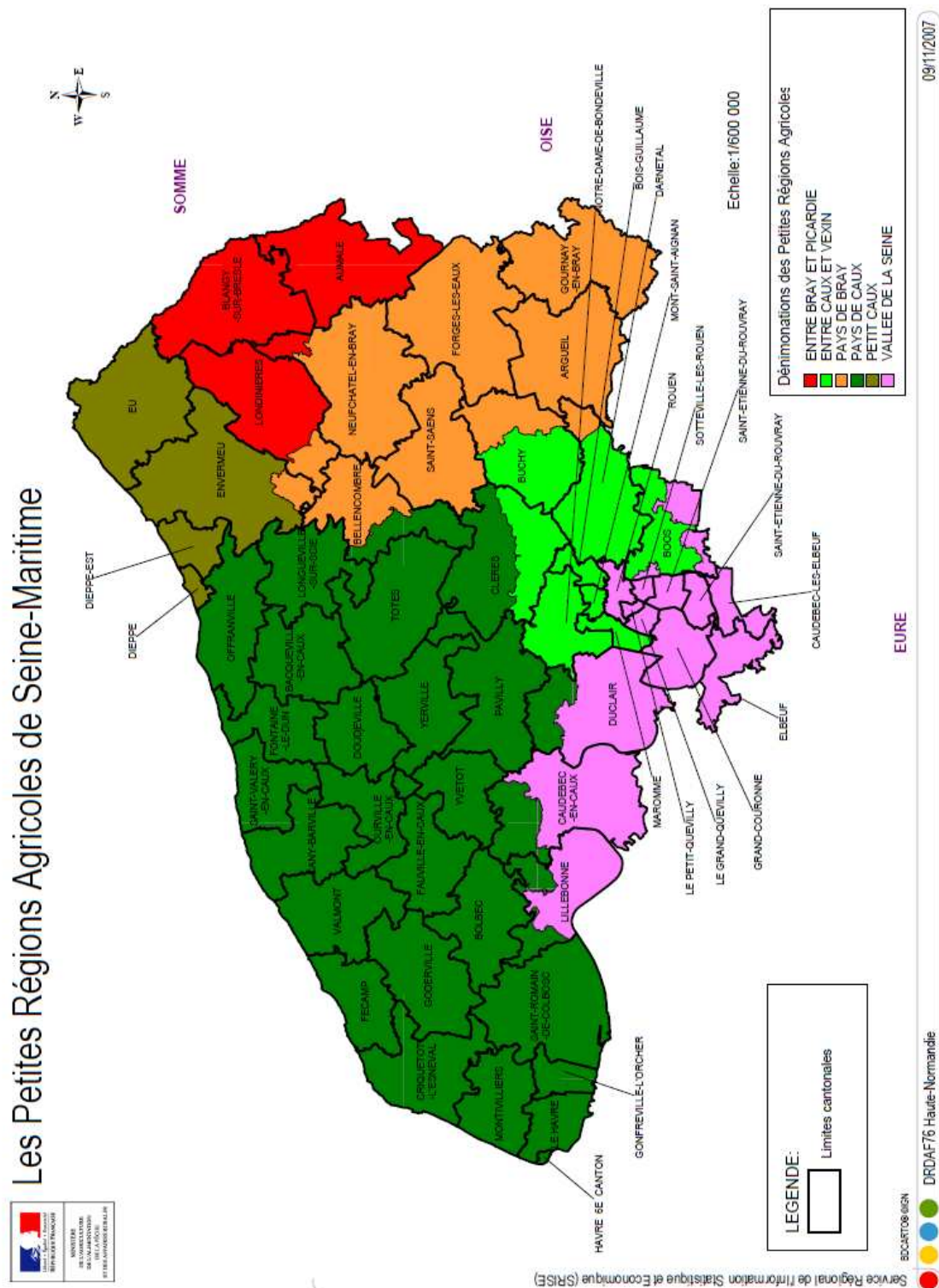


Figure 25: Localisation du Pays de Caux et découpage du territoire en cantons (source DRAAF)

Annexe I : Le Pays de Caux comme une Petite Région Agricole

- **Historique du découpage du territoire français en Petites Régions Agricoles**

A la demande du Commissariat Général du Plan, le territoire français métropolitain est découpé en 1946 en 411 Région Agricoles (RA). La délimitation des zones est remaniée en 1949, une publication présente la nomenclature détaillée des Régions Agricoles mais aucune révision n'a eu lieu depuis (source INSEE). Ces Régions Agricoles sont définies par un ensemble de communes formant une zone d'agriculture homogène. Ce morcellement du territoire avait pour objectif de créer un zonage pertinent pour la mise en œuvre d'actions d'aménagement agricole. A l'époque de l'après guerre, la préoccupation était de pouvoir accélérer le développement de l'agriculture française. La collecte d'informations économiques et structurelles devait permettre une meilleure planification de l'essor de l'agriculture (source INSEE). La logique a été initiée afin de s'affranchir des limites administratives et parfois trop arbitraires du territoire métropolitain. L'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) voyait là aussi un moyen d'étudier l'évolution de l'agriculture pour les années à venir sur la base d'un découpage stable de la France en unités homogènes. Aujourd'hui encore, ce zonage est utilisé pour les recensements et enquêtes agricoles.

Néanmoins, les Régions Agricoles ainsi définies peuvent être intra départementales ou interdépartementales. C'est pourquoi les Petites Régions Agricoles (PRA) ont vu le jour comme étant l'intersection entre une Région Agricole et un département. A l'origine, cette définition s'appuyait sur des critères physiques et économiques plus ou moins stables, si bien que l'on trouvait dans la zone délimitée des exploitations pratiquant sensiblement les mêmes systèmes de cultures et d'élevages (INSEE). Le Pays de Caux fait parti des 713 Petites Régions Agricoles françaises. Le découpage du Pays de Caux en tant que Petite Région Agricole est celui de la carte ci-contre (Figure 25).

Aujourd'hui, les mutations technologiques et économiques des territoires et les processus de spécialisation et de redistribution des activités agricoles diminuent la pertinence des analyses économiques et structurelles sur la base du découpage en Petites Régions Agricoles. Les Centres d'Economie Régionaux (CER) collectant les références économiques agricoles utilisent uniquement des références départementales par système de production (issu de l'entretien avec les économistes)

- **Définition d'un Pays**

La Loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire (LOADDT) du 25 juin 1999 définit le cadre législatif d'un Pays au sens propre à ne pas confondre avec la dénomination de Pays des Petites Régions Agricoles. Le Pays est un territoire cohérent sur le plan géographique, culturel, économique et social. Il s'agit d'un territoire de projet qui rassemble plusieurs communautés de communes. Une Charte de Territoire fixe les grandes orientations stratégiques pour le développement du territoire. La Seine Maritime est à ce titre divisée en 9 Pays, et 5 Pays intègrent une partie du Pays de Caux présenté précédemment : Pays du Havre-Pointe de Caux Estuaire, Pays des Hautes Falaises, Pays de Caux, Vallée de Seine, Pays de Caux-Austreberthe, Pays du Plateau de Caux Maritime

Ces découpages du territoire cauchois ne seront pas considérés comme tels pour l'étude dont il est question ici. Le découpage du Pays de Caux en Petite Région Agricole, assez ancien, peut être controversé et la création des cinq Pays superposés au Pays de Caux semble avoir été motivée aussi par des ambitions politiques indépendantes du rôle de l'agriculture sur les territoires. Le zonage du Pays de Caux selon l'étude de Klein et Meunier sera à la base du travail. Les modalités de ce découpage sont présentées dans l'Annexe VII.

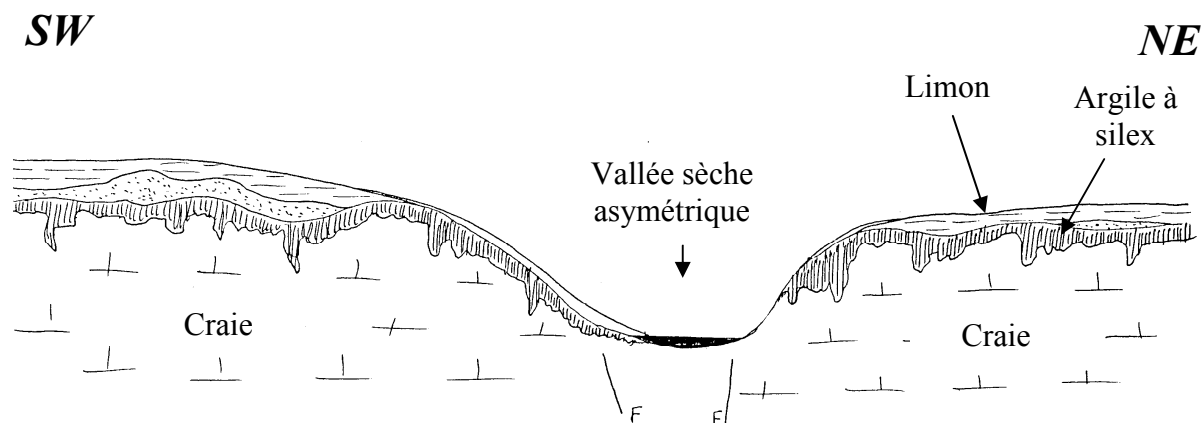


Figure 26: Coupe géomorphologique du Pays de Caux (d'après Bresson, 1996)

Tableau 6: Moyennes des températures et pluviométrie entre 1994 et 2006 en Seine Maritime (source DRAAF)

	Températures moyennes en °C (1994-2006)	Pluviométrie moyenne en mm (1994-2006)
Janvier	4.4	76.3
Février	5	59.7
Mars	7.1	54.3
Avril	8.9	66.3
Mai	12.5	77.6
Juin	15.4	58.3
Juillet	17.3	62.5
Aout	17.6	69.2
Septembre	14.8	74.7
Octobre	11.7	104
Novembre	7.5	84.6
Décembre	4.7	100.1

source: DRDAF Haute Normandie, SRPV-SRISE

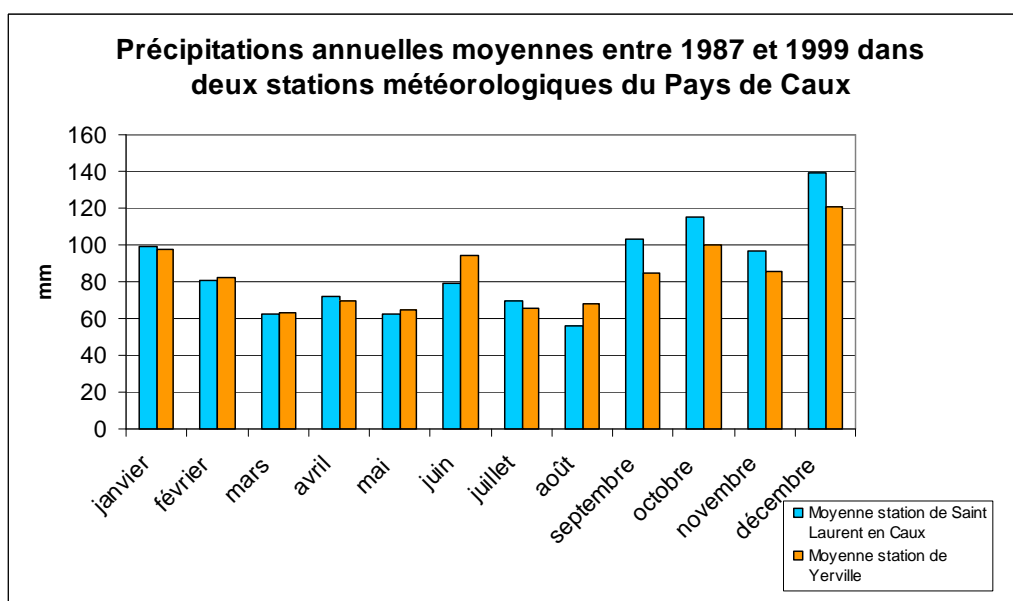


Figure 27: Répartition des précipitations moyennes dans deux stations météorologiques du Pays de Caux (source Météo France)

Annexe II : Les caractéristiques pédoclimatiques du Pays de Caux

La géologie et le climat sont des caractéristiques naturelles qui contribuent à expliquer l'utilisation agricole des terres cauchoises

- ***La géomorphologie du Pays de Caux***

Le Pays de Caux est un vaste plateau sédimentaire qui appartient à l'ensemble géologique du Bassin Parisien.

Le sous-sol est composé de trois couches sédimentaires principales (Figure 26). Une profonde épaisseur de craie constitue la base sédimentaire. Elle est surmontée d'une couche d'argile à silex (provenant de l'altération de la craie) et affleurant sur les versants. Cette couche argileuse est recouverte par des limons d'origine éolienne qui affleurent sur le plateau.

La qualité d'un sol peut être définie comme étant son aptitude à fournir à l'ensemble de la biomasse, et en particulier aux plantes, un milieu propice à leur développement (Tessier et al., 1996). A ce titre, les sols limoneux et profonds sont de bonne qualité.

Ces sols limoneux profonds sont propices aux grandes cultures. Leur excellente fertilité des sols a d'ailleurs fortement influencé l'orientation agricole des terres cauchoises vers des cultures de vente. Les sols plus argileux sont favorables à l'élevage (présence de prairies notamment sur les versants).

Le plateau du Pays de Caux est entaillé par des vallées.

Certaines, les vallées humides, sont tapissées d'alluvions et de sédiments. Leur fond est relativement large et plat, il permet d'utiliser assez facilement les terres agricoles. Mais les versants de ces vallées présentent une pente raide, où seuls des herbages subsistent.

D'autres, les vallées sèches ou valleuses sont assez caractéristiques de la région. Elles ne présentent pas d'écoulements de surface. Leurs versants ont été, et sont toujours, touchés par l'érosion (Martin et al., 1997) si bien qu'aujourd'hui la craie affleure dans ces zones. La qualité des terrains reste donc médiocre, et l'agriculture est réduite sur ce type de relief. Seules des prairies, aux rendements faibles, se maintiennent (Tessier et al., 1996).

- ***Le climat du Pays de Caux***

Le Pays de Caux est caractérisé par un climat tempéré océanique, avec d'importantes précipitations (Tableau 6, Figure 27). Ce climat est favorable à la culture, sans irrigation, et aussi à la pousse de l'herbe. Néanmoins, l'humidité de l'air rend plus difficile les travaux de fenaison. Or, la qualité du foin dépend des conditions climatiques à la récolte.

La combinaison naturelle de terrains fertiles et d'un climat clémente est un facteur explicatif de la transformation et de la spécialisation de ce territoire en grandes cultures. L'élevage se maintient car il permet d'exploiter des terres à faibles rendements ou en pente. Il est pour la plupart « un mal nécessaire ».

L'agriculture du Pays de Caux a tiré profit des avantages pédoclimatiques de la région mais cela n'est pas sans conséquences sur la préservation de l'environnement et les risques de ruissellement et d'érosion. Aujourd'hui, les acteurs du territoire ont pris conscience des enjeux du développement du paysage cauchois. Dans le Pays Plateau de Caux Maritime par exemple, une Charte Paysagère a été établie pour développer le Pays tout en préservant son identité.

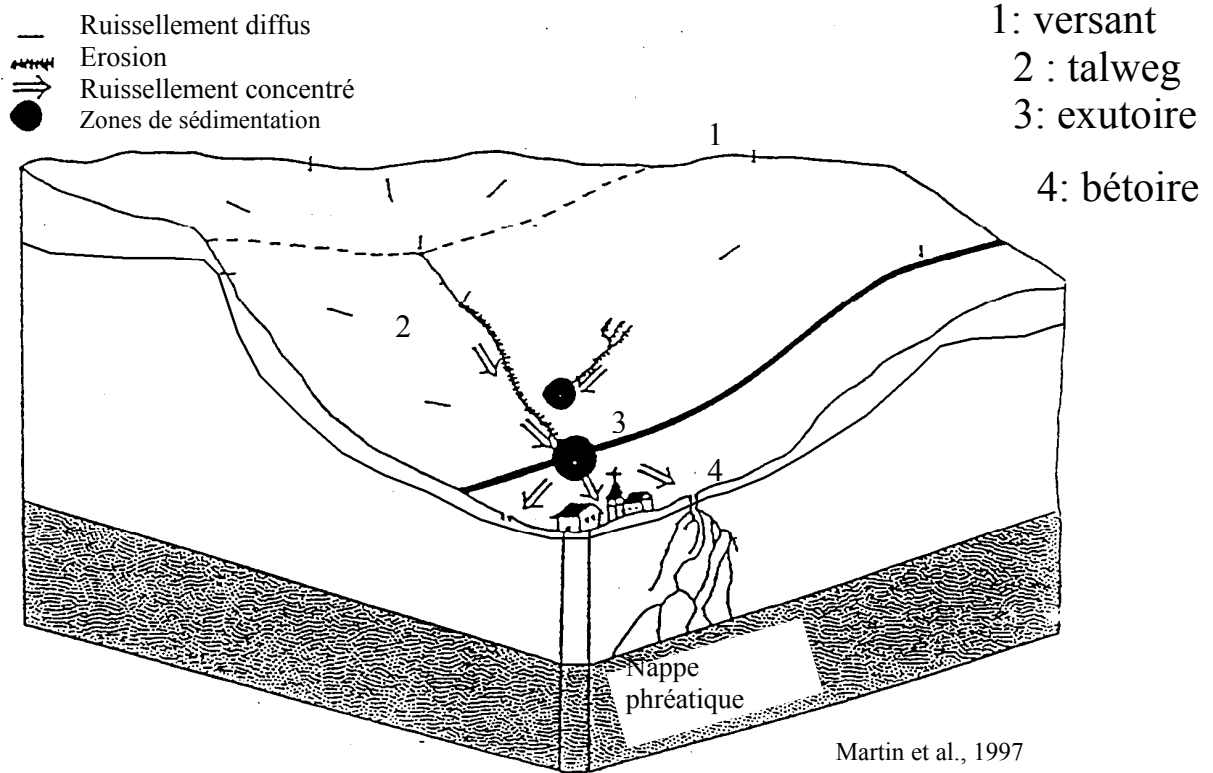


Figure 28: La production spatialisée de ruissellement érosif

Annexe III : Les phénomènes de ruissellement érosif dans le Pays de Caux

Le ruissellement érosif correspond à la combinaison de deux phénomènes: le **ruissellement de surface**, de type hortonien⁹ sur les sols limoneux et **l'érosion hydrique diffuse des sols**. Le ruissellement résulte de l'interaction entre les propriétés hydrauliques de la surface du sol et les caractéristiques de l'événement pluvieux. Un écoulement superficiel est généré lorsque la quantité d'eau reçue par le sol dépasse le seuil défini par la capacité d'infiltration du sol (Le Bissonais et al., 1996). Sous l'effet des eaux de pluie et de ruissellement, l'érosion hydrique, quant à elle, est le résultat de l'action combinée de plusieurs processus d'entraînement (détachement, transport, dépôt de particules) des éléments physiques constitutifs d'un sol (Echeverria, 2006).

- L'action de l'eau de pluie et les écoulements dans les BV

Sous le choc des gouttes de pluie la structure de la surface des sols est modifiée (Tessier et al., 1996). Passant d'un état fragmentaire poreux et meuble à un état plus continu et plus compact, la couche superficielle forme une croûte de battance qui diminue la vitesse d'infiltration de l'eau (Auzet, 1987). Néanmoins, l'impact de l'eau sur le sol dépend de l'intensité de l'événement pluvieux (Auzet, 1987) et les risques liés à l'écoulement de l'eau dépendent de la configuration du bassin versant et notamment des pourcentages de pente (Auzet, 1987). De manière générale, la localisation des parcelles est un facteur clef de compréhension des phénomènes de ruissellement érosif (Papy et Douyer, 1991).

Le ruissellement et l'érosion, d'abord diffus, se concentrent ensuite. Il est donc possible de distinguer différentes zones (Figure 28) :

- les **zones d'émission du ruissellement** (ou encore zone d'impluvium)
- les zones de concentration du ruissellement et de départ de terre (ou encore zone de talweg).

- La sensibilité des sols

Les sols limoneux contenant de faibles teneurs en matière organique sont très sensibles à l'érosion hydrique (Tessier et al., 1996). L'impact de l'eau provoque le départ des particules fines constitutives du limon, crée un colmatage de la surface du sol et produit du ruissellement diffus sur les surfaces (Augeard et al., 2005). Or, c'est ce type de sol que l'on trouve principalement dans le Pays de Caux (Martin, 1997).

⁹ Le ruissellement par saturation en eau du profil de sol n'est pas considéré dans cette étude.

Annexe IV : Des capacités d'infiltration contrastées entre les principales cultures du Pays de Caux et les prairies

La capacité d'infiltration correspond au flux (mm/ha) d'eau traversant une surface de couverture pédologique. Les valeurs présentées ci-dessous sont basées sur des expérimentations de terrain.

Tableau 7 : Etats de surface pour les principales occupations du sol en décembre (Martin et al., 2008)

Occupation du sol	Description de l'état de surface	Capacité d'infiltration (mm/h)
Prairie, bois	Couverture du sol permanente	50
Blé, orge	Couvert végétal inférieur à 30%, croûte sédimentaire développée, rugosité inférieure à 2 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	2
Colza	Couvert végétal entre 30 et 50 %, croûte sédimentaire, rugosité inférieure à 2 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	5
Chantier de récolte non travaillé	Couvert végétal quasiment nul, croûte sédimentaire développée, rugosité inférieure à 1 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	2
Chaumes de céréales non travaillés avec repousses	Couvert végétal entre 30 et 50 %, croûte sédimentaire développée, rugosité inférieure à 1 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	5
Déchaumage à dents ou à disques	Couvert végétal nul, croûte sédimentaire naissante, rugosité comprise entre 2 et 5 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	5
Déchaumage à socs	Couvert végétal nul, croûte structurale, rugosité comprise entre 2 et 5 cm dans le sens de travail du sol et 5 à 10 cm perpendiculairement au travail du sol	20
Moutarde	Couvert végétal supérieur à 60 %, croûte structurale naissante, rugosité inférieure à 2 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	20

Tableau 8 : Etats de surface pour les principales occupations du sol en juin (Martin et al., 2008)

Occupation du sol	Description de l'état de surface	Capacité d'infiltration (mm/h)
Prairie, bois	Couverture du sol permanente	50
Blé, orge	Couvert végétal de 100 %, croûte fissurée, rugosité inférieure à 1 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	10
Colza	Couvert végétal de 100 %, croûte fissurée, rugosité inférieure à 2 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	20
Maïs	Couvert végétal inférieur à 30%, croûte structurale développée, rugosité inférieure à 2 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	5
Lin, betterave	Couvert végétal entre 30 et 60 %, croûte sédimentaire développée, rugosité inférieure à 2 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	5
Pois	Couvert végétal entre 30 et 60 %, croûte sédimentaire développée, rugosité inférieure à 1 cm dans le sens de travail du sol et perpendiculairement au travail du sol	2
Pomme de terre	Couvert végétal entre 30 et 60 %, croûte sédimentaire développée, rugosité inférieure à 1 cm dans le sens de travail du sol et supérieure à 10 cm perpendiculairement au travail du sol	2

Source : Martin et al., 2008, Rapport Final « Elaboration et mise en œuvre de Dispositifs pour la Gestion des Territoires générant des Coulées Boueuses ».

POURCENTAGE DES PRAIRIES RETOURNEES ENTRE 1975 ET 2004

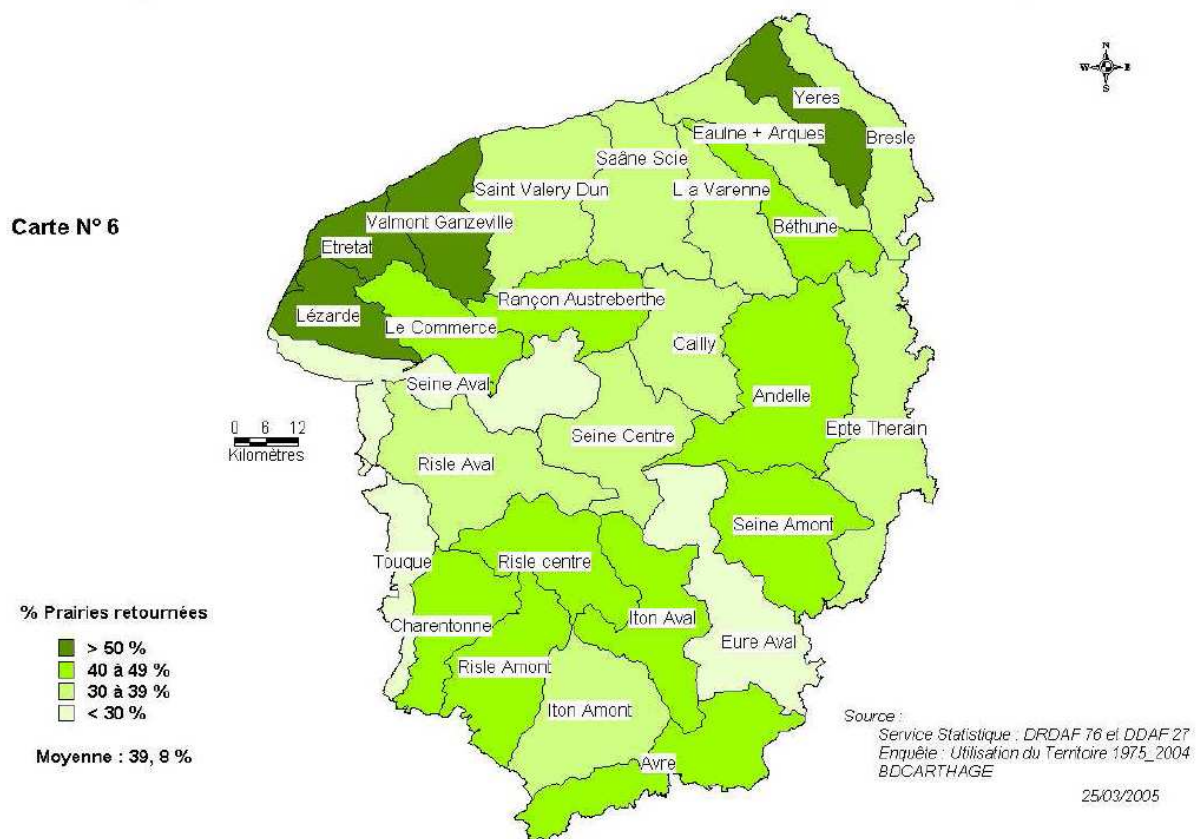


Figure 29: Une tendance marquée au retournement des prairies dans le Pays de Caux entre 1975 et 2004

Annexe V : Evolution de l'agriculture et des surfaces agricoles dans le Pays de Caux

- Les évolutions des surfaces (Klein et Meunier, 2007).

La tendance actuelle est à la diminution des surfaces et à l'agrandissement des unités de production. Entre 1990 et 2006, la Haute Normandie voit sa Surface Agricole Utile (SAU) diminuer de 5%.

Chaque culture industrielle a une évolution spécifique. De manière générale, les surfaces en céréales et en lin ont augmenté, les surfaces en colza, en pois et en pomme de terre ont été très variables, et les surfaces en betteraves sucrières ont diminué. Il est probable que cette baisse des emblavements en betteraves soit compensée par une hausse des surfaces en pomme de terre d'ici 10 ans.

Quant aux cultures fourragères principales, elles sont relativement constantes entre 1995 et 2003. Les surfaces en maïs ensilage sont relativement stables en Haute Normandie depuis les années 1990 (19% de l'assolement fourrager). Néanmoins, il est fréquent que les éleveurs échangent des parcelles avec des producteurs de lin et de pommes de terre afin d'augmenter leurs surfaces en maïs si bien qu'il y a de plus en plus de maïs dans des exploitations sans élevage (Klein et Meunier, 2007).

- Le retournement des prairies en Seine Maritime diminue les surfaces en herbe

Le retournement est une pratique particulièrement observée dans le Pays de Caux entre 1975 et 2004 (Figure 29). L'évolution des prairies durant cette période dépend de trois éléments :

- la part des retournements
- la part des terres labourables remises en herbe, très faible depuis la fin des années 1970
- les emprises urbaines qui privilégient ou non les prairies : sur trois hectares de prairie disparaissant, un tiers est affecté aux emprises des constructions et carrières et à un changement de nature de l'herbe (du gazon à la place des pâturages). Ce changement est fréquent dans les petites cours masures, maintenant transformées en résidence principale ou secondaire.

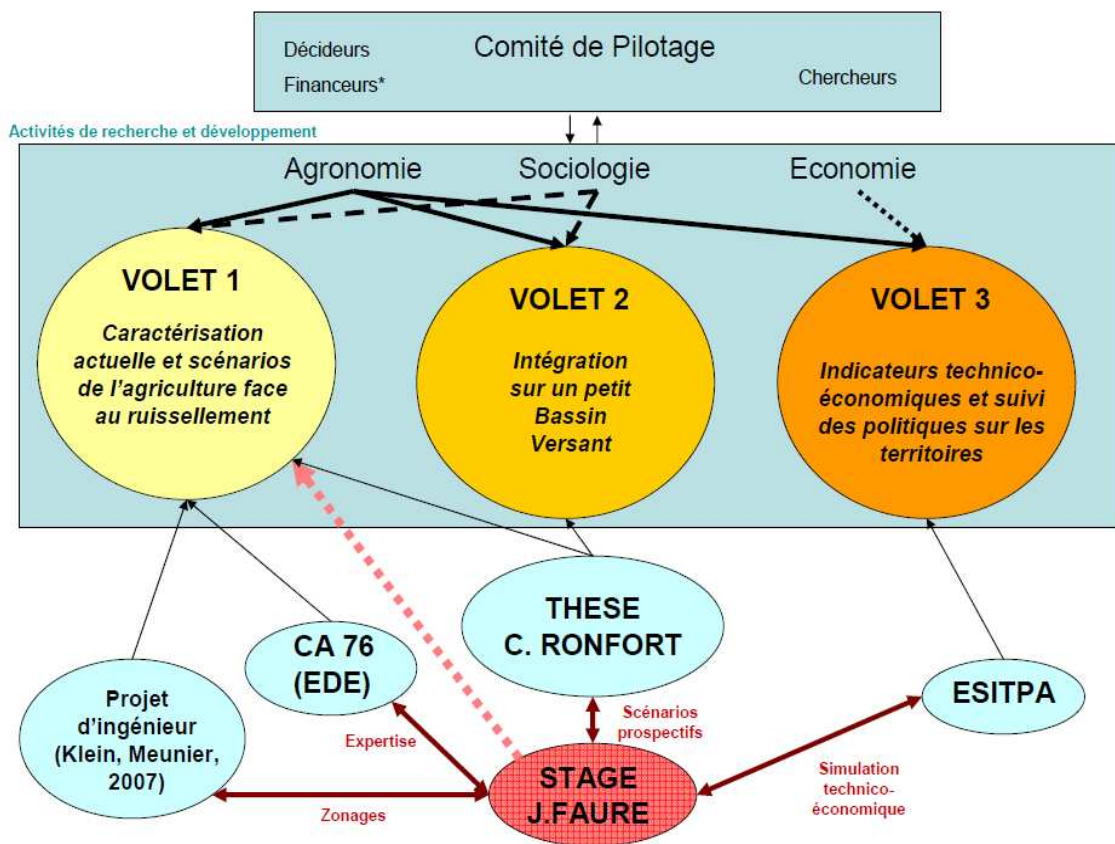
La part de la STH a une légère tendance à diminuer dans le Pays de Caux mais elle semble se stabiliser depuis les années 2000 à hauteur de 77% de l'assolement fourrager des exploitations de Haute Normandie malgré une diminution du cheptel bovin. La majorité des surfaces en herbe est composée aujourd'hui soit de parcelle non retournables agronomiquement, soit située dans des zones réglementées où le retournement des prairies est interdit. La notion de surface retournable est ambiguë, et beaucoup d'agriculteurs seraient prêts à retourner le maximum de prairies pour mettre en place des cultures à forte valeur ajoutée.

A partir de leur identification des moteurs d'évolutions passées et des hypothèses sur les facteurs d'évolution à venir, Klein et Meunier présumant que les surfaces en prairies vont diminuer dans les dix prochaines années dans les cantons côtiers. Les pratiques montrent que généralement le retournement d'une prairie est réalisé au profit des surfaces en pomme de terre, en blé, en maïs ou en lin.

Annexe VI: Insertion dans un programme de recherche pour la gestion des territoires générant des coulées boueuses

Le projet Diget Cob a produit des résultats et des raisonnements sur le territoire agricole du Pays de Caux indépendamment des moteurs d'évolution de l'occupation des sols agricoles qui conditionne pourtant le niveau global de ruissellement (Martin et al., 2007). Ainsi un nouveau programme de recherche nommé Acterre est entamé pour construire des stratégies d'adaptation améliorant la maîtrise des risques de ruissellement. Des scénarios sont établis et évalués en fonction des types d'exploitations agricoles. Parmi les exploitations présentes dans le Pays de Caux, les exploitations d'élevage ont l'avantage de pouvoir valoriser économiquement des surfaces en herbe, dont le rôle très important pour la réduction des risques de ruissellement a été souligné dans le projet Diget Cob.

Face à des scénarios potentiellement défavorables on cherche à anticiper les solutions techniques permettant le maintien des surfaces en herbe. Les dynamiques d'évolution de ces exploitations d'élevage sont établies en prenant en compte les composantes techniques, économiques et sociologiques des voies d'adaptation. Le schéma suivant (Figure 30) présente les liens existants entre le travail de stage réalisé et les autres acteurs du programme de recherche.



* Agence de l'Eau Seine Normandie, Conseil Régional, Conseil Général, DRDAF, DIREN

Figure 30: Présentation du programme RDT2 et des liens entre acteurs autour du stage

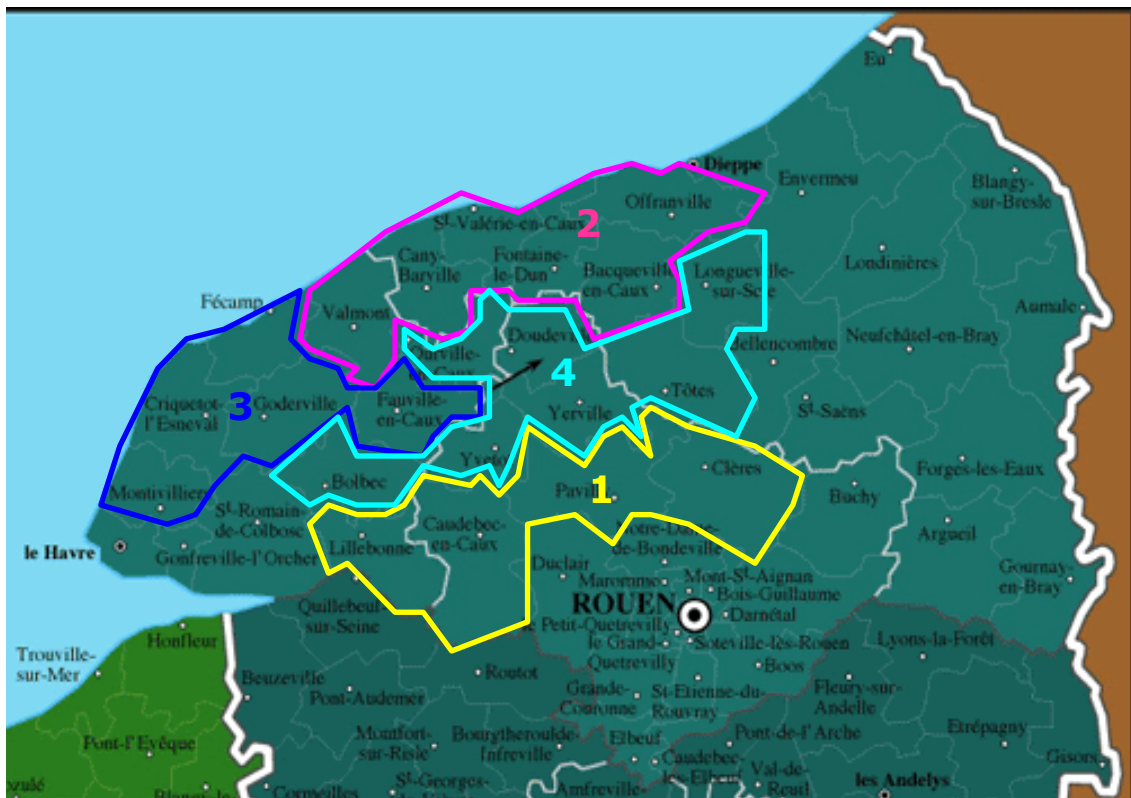


Figure 31: Zonage du Pays de Caux en 4 zones (d'après Klein et Meunier, 2007)

Annexe VII : Zonage du Pays de Caux

L'évolution passée des assolements dans le Pays de Caux permet de différencier quatre groupes de cantons (Klein, Meunier, 2007) (Figure 31). Les critères discriminants retenus pour différencier les groupes sont les suivants :

- la surface en STH et en maïs, avec l'hypothèse que ces surfaces fourragères sont liées à la présence de l'élevage bovin
- la surface en lin
- la surface en céréales

Les groupes de cantons établis présentent donc une homogénéité quant aux assolements réalisés et, par la même, renvoient à des grands groupes de systèmes de production.

▪ **Caractéristiques de la zone 1**

Cette zone comprend les cantons de Caudélec-en-Caux, Cleres, Pavilly, et Lillebonne. Il s'agit de la ceinture Sud du Pays de Caux, à proximité de la Vallée de la Seine.

Dans cette zone, la **proportion de STH est importante** (30 à 40%) et la **surface en maïs est relativement élevée** (10 à 15%). Les surfaces en cultures industrielles (lin, betterave, pommes de terre) typiques du Pays de Caux sont assez faibles. Par contre, la surface en céréales est en augmentation de cette zone (19% d'augmentation entre 2000 et 2001).

▪ **Caractéristiques de la zone 2**

Les cantons de St Valéry en Caux, Cany Barville, Fontaine le Dun, Offranville, Bacqueville en Caux et Valmont constituent la zone 2 dans la partie côtière Est du Pays de Caux. La **forte proportion de cultures industrielles** est la principale caractéristique de ce groupe. Les surfaces en lin (10 à 15%) et les surfaces en betteraves ou pommes de terre sont élevées. A contrario, les surfaces en STH (20%) et en maïs (5%) sont plus faibles que dans les autres groupes.

▪ **Caractéristiques de la zone 3**

La zone Ouest de la partie côtière du Pays de Caux se démarque avec les cantons de Criquetot-l'Esneval, Fécamp, Montivilliers, Goderville et Fauville-en-Caux. Ce groupe est caractérisé par une **faible STH**, une proportion importante de cultures de betteraves et de pomme de terre. Mais, la **surface en maïs plus conséquente** (10%) dissocie ce groupe de la zone 2. La part de la culture de lin est importante (5 à 10 %).

▪ **Caractéristiques de la zone 4**

Au cœur du Pays de Caux, la STH est plus importante que dans les autres zones (25 à 30 %). Les surfaces en betterave ou pommes de terre sont plus faibles que dans le groupe 3. Les cantons suivants cette tendance sont : Doudeville, Ourville en Caux, Yvetot, Bolbec, Yerville, Tôtes et Longueville sur Scie.

▪ **Une zone périurbaine : la zone 5**

Ce découpage tient à l'écart les cantons du Havre, Gonfreville l'Orcher et St Romain de Colbosc caractérisés par une SAU quasiment nulle. Il s'agit de territoires agricoles périurbains sur lesquels le développement de la ville du Havre exerce une forte pression foncière. Leur dynamique d'évolution et les spécificités de cette zone doivent être prises en compte pour l'étude menée.

Une zone 5 est donc constituée en complément du projet d'ingénieur réalisé par Klein et Meunier. Depuis 2007, le canton de Montivilliers a connu une urbanisation importante. Il sera donc rattaché à cette zone périphérique du Havre.

Annexe VIII : Les cas types représentatifs de l'élevage bovin dans le Pays de Caux (gradation selon l'utilisation de l'herbe)

TABLEAU RECAPITULATIF

Code du cas type	Estimation de la présence en PC	Zones concernées	Présence des animaux				Système fourrager					Chargement UGB/ha SFP	UGB Tot (lait/viande)	Cultures de vente		Main d'œuvre (UTA)	Valorisation des surfaces en herbe		Systèmes de PA	Grands types de fonctionnement fourrager		Gradient de la place de l'herbe dans l'élevage	
			VL	VA	Taurillon/JB	Bœuf	SAU (ha)	SFP (% de la SAU)	Herbe (ha)	STH/SFP	% Maïs ensilage (dans la SFP)			Ares (printemps/été/automne)	Type		% SAU	Niveau		Types d'animaux	Vaches laitières		Génisses/animaux à viande
CT1	peu présent, non pris en modèle	Zone herbagère/limite de plateaux		x	x		72	100%	72	100%	0%	35/63	1.55	112	/	0%	1	Forte	VA, veaux, taurillon, brouillard, génisses	Eleveur naisseur		Système herbager/polyculteurs bio	
CT2	présent, caractéristique	Zones de culture		x	x		105	22%	23	100%	0%	34/48	2.6	60	Blé, pois, betterave	74%	1	Forte	VA, génisses	Eleveur naisseur		Système herbager/polyculteurs bio	+ +
PL4		Zones mixtes/zones de cultures	x				80	74%	53		9%		1.4	83	Blé	26%	2	Forte	VL, Génisses laitières	Lait bio	Système herbager/polyculteurs bio	Système herbager/polyculteurs bio	
EL2/3	caractéristique	Bordure zones herbagères/Zones mixtes	x				50	75%	26		30%		1.7	64	Blé	25%	2	Moyen	VL	Lait	Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	Système herbager/polyculteurs bio	
CT5	présent, non pris en modèle	Zones de culture		x		x	100	36%	36	86%	14%	35/46	2	85	Blé, pois, colza, betteraves	51%	1	Forte	JB	Polyculteur NE Bœufs		Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	+ +
CT7	peu connu	Limite de plateaux				x	90	32%	29	100%	0%	35/57	2.05	60	Blé, pois, colza, betteraves	61%	1	Forte	Bœufs	Polyculteur E Bœufs		Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	
PLV3	en diminution	Zones mixtes/Zones de cultures à bon potentiel	x			x	120	46%	44.5		20%		1.6	87	Blé, colza, pois, betteraves	54%	2.2	Forte	Génisses laitières, Bœufs	Polyculteur lait+bœuf	Système polyculteurs avec système fourrager intensif (maïs ensilage)	Système herbager/polyculteurs bio	-
PLV4	en diminution	Zones mixtes	x			x	110	38%	30		28%		1.8	77	Blé, colza, pois, betteraves	62%	2.2	Forte	Génisses laitières, Bœufs	Polyculteur lait+bœuf	Système polyculteurs avec système fourrager intensif (maïs ensilage)	Système herbager/polyculteurs bio	
PLV6	caractéristique	Zones mixtes/zones de culture	x		x		100	55%	31		44%		2.1	114	Blé	45%	2.15	Moyen	Génisses laitières, JB	Polyculteur lait+JB	Système polyculteurs avec système fourrager intensif (maïs ensilage)	Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	
PLV7		Zones mixtes/Zones de cultures avec STHO	x	x			150	44%	45		32%		1.91	133	Blé	56%	3	Très faible	VL	Polyculteur lait+ VA	Système polyculteurs avec système fourrager intensif (maïs ensilage)	Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	
PL5	peu présent	Proche du Havre	x				70	24%	10		40%	20/20	1.94	34	Blé, colza, pois, betterave à sucre	76%	1.2	faible	VL	Polyculteur lait	Système polyculteurs avec système fourrager intensif (maïs ensilage et pulpes)	Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	
PL8	caractéristique, assez fréquent	Zones mixtes/zones de cultures	x				100	51%	31		39%		1.9	95	Blé, pois	49%	2.15	Faible	VL	Polyculteur lait	Système polyculteurs avec système fourrager intensif (maïs ensilage)	Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	
PL9	caractéristique	Zones mixtes/zones de culture	x				210	33%	36		49%		1.9	141	Blé, pois, colza, betteraves sucrières	67%	3.2	Très faible	VL	Polyculteur lait	Système polyculteurs avec système fourrager intensif (maïs ensilage)	Système éleveurs avec maïs/polyculteurs "semi intensif" avec part importante du pâturage	
CT6	peu présent, non pris en modèle	Zones de culture			x		120	6%	1.5	20%	80%	0/0	4.9	37	Blé, pois, colza, betteraves	84%	1	Inexistante		Polyculteur E taurillons		Système polyculteurs avec système fourrager intensif (pulpes)	

Très faible= pas de pâturage seul et/ou ouverture du silo toute l'année

Faible=pâturage seul inf à 3 mois et/ou inf à 30ares/VL

Moyenne=pâturage seul, STHO domine, finition des animaux à l'herbe (maïs, pulpe dans la ration hivernale)

Forte= grande importance de l'herbe dans l'alimentation, pâturage et foin majoritaires

Annexe IX: Trame made in Mind Map

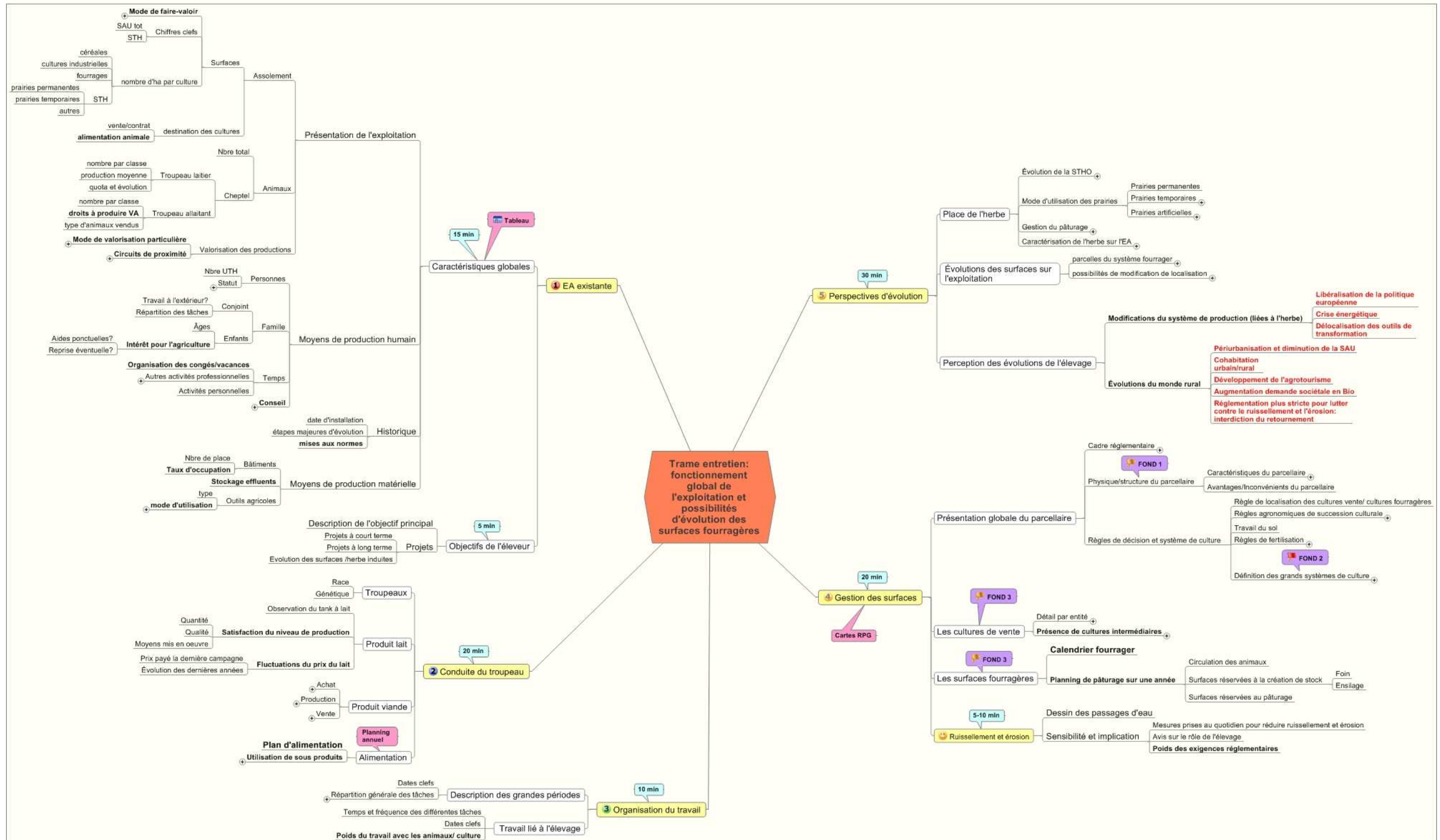




Figure 32: Recensement des îlots PAC de Seine Maritime

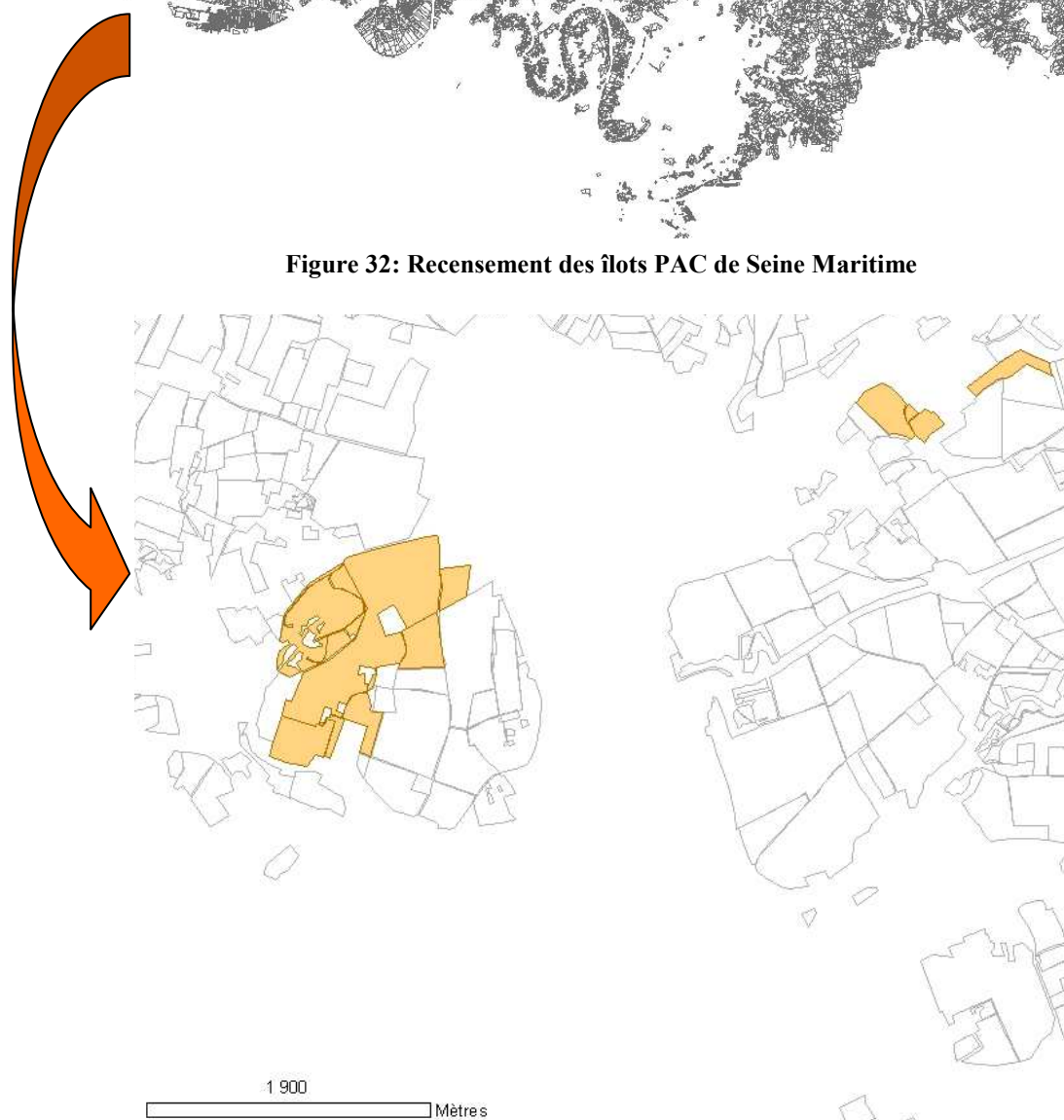


Figure 33: Sélection du parcellaire d'une exploitation sous le RPG: support cartographique pour l'entretien

Annexe X : Utilisation du Registre Parcellaire Graphique

Il n'existe pas de source d'information préexistante et systématique sur l'utilisation du territoire à l'échelle parcellaire sur l'exploitation agricole (Le Bas et al., 2005). Grâce aux données du Registre Parcellaire Graphique, il a été possible d'obtenir les îlots PAC de chaque exploitation. Le découpage des îlots et la localisation des différentes cultures sont établis lors de l'entretien pour permettre une analyse fine à l'échelle parcellaire.

- Le RPG 2007

Les déclarations PAC sont réalisées à l'aide de photographies aériennes orthorectifiées qui s'appuient sur des documents cadastraux. Chaque exploitation est ainsi divisée en plusieurs îlots PAC.

Le Registre Parcellaire Graphique recense ces îlots à l'échelle départementale (Figure 32). Destinées aux administrations, ces déclarations graphiques sont confidentielles. Chaque exploitant est identifié par un numéro anonyme. L'unité UMR SADAPT a acheté les données du RPG 2007 pour la Seine Maritime dans le cadre des travaux effectués dans ce département. Une table attributaire synthétise toutes les variables connues à l'année donnée concernant un îlot. Grâce à une requête particulière, il est possible de sélectionner un ensemble d'îlots et d'avoir des informations sur l'exploitation à laquelle ils appartiennent (structure, classe d'âge de l'exploitant, surfaces déclarée, types de culture selon la classification AUP¹⁰, etc.). Il y a donc plusieurs clefs d'entrée dans la table.

- Utilisation des données RPG

Afin de respecter la confidentialité des données, il est demandé explicitement à l'agriculteur lors de la prise de rendez-vous s'il accepte que l'on cherche son parcellaire grâce à un logiciel anonyme de recensement des îlots PAC.

Il s'avère que le RPG est un moyen rapide et relativement sûr pour chercher et cartographier un plan parcellaire d'une exploitation.

La méthode d'obtention du plan parcellaire, avant l'entretien, est spécifique à chaque exploitation. Voici quelques critères d'aide, renseignés au téléphone lors de la prise de rendez-vous :

- la SAU totale
- le nom des communes
- structure sociétale
- le type de cultures
- ...

Après une recherche informatique dans la base de données du logiciel, une sélection du parcellaire individuel est réalisée (Figure 33). Les agrandissements de ces cartes servent de support pour la discussion avec l'agriculteur.

¹⁰ Agence Unique de Paiement

Annexe XI : Présentation des scénarios d'évolution de l'agriculture cauchoise

Depuis 2007, un travail de thèse a été engagé par Céline Ronfort dans le cadre du projet RDT2 afin d'évaluer les risques en terme de ruissellement et d'érosion d'une nouvelle organisation des systèmes de culture dans un contexte en évolution.

Les évolutions du contexte de production (politique, économique, social) peuvent effectivement avoir des conséquences non négligeables sur la nature et la répartition des surfaces cultivées en Haute Normandie. Il est essentiel d'anticiper ces variations de la nature des cultures et de leur localisation car elles vont contribuer à une réorganisation des systèmes de culture qui aura des conséquences environnementales, notamment sur le ruissellement.

Après un travail prospectif destiné à identifier les futures évolutions de l'occupation des sols, une gamme de scénarios probables d'évolution agricole et agroindustrielle de Seine Maritime à l'horizon 2015 a été établie. A partir d'une liste d'hypothèses C. Ronfort a élaboré 3 familles de scénarios. Dans chaque famille, deux ou trois hypothèses sont combinées de manière à créer des scénarios les plus réalistes possibles.

Voici la liste des hypothèses constitutives des scénarios :

- **USE1** : Les terres agricoles sont de plus en plus vulnérables à l'urbanisation et leur artificialisation s'accroît à un rythme de plus en plus soutenu (au-delà de 1400 ha/an)
- **SOC1** : Les habitants en milieu rural sont de plus en plus sensibles aux externalités négatives de l'activité agricole (difficultés de voisinage, d'acceptabilité...)
- **ENE1** : Le prix du pétrole continue de grimper (au-delà de 100 \$ le baril)
- **POL9** : Les négociations à l'OMC aboutissent à un accord statuant sur une libéralisation accrue du commerce mondial
- **MAR1** : A long terme, les cours mondiaux des matières premières agricoles se maintiennent à un niveau plus élevé que la décennie passée et sont plus volatils
- **POL5** : Le soutien financier de la PAC aux productions agricoles et les outils de régulation des marchés disparaissent
- **IAA2** : Les outils industriels locaux pour la transformation du lait s'implantent durablement et accroissent leur développement

La combinaison des hypothèses (MAR1, PLO5 et IAA2) sélectionnées pour la famille de scénarios nommée : « quel avenir pour l'élevage local ? » est tout particulièrement intéressante pour notre domaine d'investigation. Voici la présentation de ces scénarios¹¹.

Dans l'hypothèse d'une **fin imminente de la Politique Agricole Commune (PAC)**, les soutiens financiers et les outils de régularisation disparaîtraient (POL5). Au niveau des élevages, cela se traduit par la fin de quotas laitiers et de la Prime de Maintien du Troupeau Vaches Allaitantes (PMTVA). La contre-hypothèse suppose que la France maintient les outils de régulation et soutient toujours l'agriculture.

¹¹ La mention « + » spécifie que l'hypothèse est validée pour l'élaboration du scénario et la mention « - » indique au contraire que la contre-hypothèse est prise en compte pour la construction du microscénario.

L'hypothèse du maintien du **prix élevé des matières premières** est retenue (MAR1). Cette hausse des prix se répercute aussi sur le prix des aliments du bétail (contre hypothèse : une chute des cours mondiaux permet de retomber au niveau des cours de la fin du XXème siècle)

La dernière hypothèse prise en compte ici concerne la **délocalisation des outils industriels locaux** (IAA2). Soit l'implantation d'outils de collecte et de transformation est durable et la délocalisation n'a pas lieu parce que des entreprises (laitières notamment) investissent dans le département, soit les outils industriels se délocalisent dans des régions où les coûts de production et les contraintes environnementales sont plus faibles (contre-hypothèse retenue).

Hypothèses			MAR1 : A long terme, les cours mondiaux des matières premières agricoles se maintiennent à un niveau plus élevé que la décennie passée et sont plus volatils		
			+	-	
IAA2 : Les outils industriels locaux pour la transformation du lait s'implantent durablement et accroissent leur développement	+	POL5 : Le soutien financier de la PAC aux productions agricoles et les outils de régulation des marchés disparaissent	-	Scénario 3.1. Jouer la carte de l'autonomie alimentaire	Microscénario 3.2. La production de jeunes bovins gagne du terrain
			+	Microscénario 3.3. La prairie normande menacée	Microscénario 3.4. Spécialisation des élevages laitiers
	-		-	Microscénario 3.5. Délocalisation de la production laitière	
			+	Microscénario 3.6. L'élevage local en danger	

Tableau 9 : Tableau des combinaisons des moteurs de changement pour la famille de scénarios 3 (d'après C. Ronfort)

C. Ronfort souhaite savoir comment les agriculteurs se positionneraient face à ces scénarios prospectifs. Notre réflexion s'est donc concentrée sur façon dont les scénarios pouvaient être présentés aux exploitants agricoles lors de mes entretiens. Les nuances délicates d'un scénario à l'autre et l'incitation à la projection personnelle de l'exploitant dans un futur hypothétique rendent la démarche difficile à tenir pendant la durée d'un entretien. Les scénarios n'ont donc pas été présentés tels quels. Seuls certains moteurs de changement sont dévoilés aux agriculteurs lors des enquêtes réalisées dans le cadre de mon stage. Les moteurs de changement retenus sont tirés des hypothèses collectées pour l'élaboration de ces scénarios départementaux. Ils sont les plus extrêmes possibles de façon à susciter une réaction de l'agriculteur sur sa vision de l'évolution de l'agriculture locale et une réaction plus personnelle de l'exploitant sur les stratégies qu'il mettrait en place sur son exploitation dans les situations hypothétiques (USE1, SOC1, ENE1, POL9, MAR1, IAA1, POL5, contre-hypothèse IAA2)

Les différents moteurs de changement sont présentés individuellement et dans un ordre logique lors de l'entretien.

L'agrégation des réponses permet de recomposer 4 scénarios : une nouvelle image de l'agriculture, un territoire à vocation « énergétique », la prairie normande menacée, l'élevage

local en danger. L'analyse pourra donc s'attacher à comparer les réactions des éleveurs et les tendances de chacun des scénarios.

- *Zoom sur le scénario : **Une nouvelle image de l'agriculture***

L'exode urbain s'accroît et le taux d'urbanisation augmente si bien que les zones périurbaines se développent de plus en plus. L'urbanisation des terres agricoles ainsi que leur artificialisation (mise en place de revêtements imperméables par exemple) sont de rigueur et ces tendances accentuent le morcellement parcellaire. Les terres agricoles sont de plus en plus vulnérables et les activités agricoles sont confrontées à une concurrence d'occupation du territoire.

Au sein des exploitations, la modification des pratiques est une nécessité. Et l'adoption d'une réglementation plus stricte oriente les activités agricoles vers des logiques plus respectueuses de l'environnement. La valorisation des produits par le biais de labels de qualité et la diversification de la production sont de moyens pour faire face à ces changements d'activité et maintenir l'agriculture.

La dynamique rurale repose sur les conversions en agriculture biologique et sur l'agrotourisme.

Les conversions des surfaces en agriculture biologique augmentent, et la filière départementale s'organise. La vente directe et les marchés se développent.

L'agriculture véhicule alors une nouvelle image : celle de la conservation du patrimoine et de la préservation de l'environnement. Des systèmes extensifs et économes en énergie sont privilégiés.

Ces nouvelles vocations répondent pleinement aux attentes des consommateurs locaux. Les agriculteurs créent et maintiennent un lien fort avec les populations locales.

Ce scénario intègre le développement de l'agriculture biologique et de l'agrotourisme. Ces deux notions seront abordées avec les agriculteurs même si elles ne sont pas les moteurs de changement initiaux retenus par C. Ronfort.

- *Zoom sur le scénario : **Un territoire à vocation énergétique***

Dans ce scénario, un changement d'orientation du système agricole et agroindustriel local vers une spécialité non alimentaire est suscité. Les perspectives de débouchés non alimentaires issus de l'agriculture se développent. Les matières premières agricoles, comme les céréales, les oléagineux, les betteraves, le lin et les pommes de terre, sont utilisées pour la fabrication de bioproduits.

Les conséquences au niveau des exploitations agricoles sont nombreuses. Les surfaces agricoles sont réparties entre les cultures dédiées à la production de biocarburants de première génération (blé, colza, betterave) et les cultures destinées à la production de biomatériaux (à partir du lin par exemple). L'objectif est alors d'améliorer l'autonomie énergétique des exploitations. Les protéagineux sont revalorisés, les techniques culturales sont simplifiées et de l'énergie renouvelable est produite sur la ferme. Dans les exploitations d'élevage, l'alimentation des troupeaux est composée principalement des tourteaux issus du pressage des graines des cultures énergétiques.

- *Zoom sur le scénario : **La prairie normande menacée***

La politique européenne se libéralise si bien qu'on assiste à une libération progressive des quotas laitiers. Cela a comme principale conséquence des fluctuations fortes et imprévisibles du prix du lait. La restructuration et le regroupement des élevages seront des solutions adoptées pour s'agrandir, et améliorer la productivité. Les exploitations deviendront de plus

en plus spécialisées et compétitives. La production laitière se concentrera et augmentera. Mais l'agrandissement des exploitations laitières se fera au détriment des plus petites.

Les débouchés pour le lait collecté est assuré car la filière laitière locale s'organise. Les outils industriels pour la transformation du lait s'implantent durablement et font des paris pour l'avenir en investissant en Seine Maritime. La diminution du nombre d'exploitations et l'augmentation consécutive du lait livré par des exploitations plus grosses et plus concentrées permet de réduire les coûts de collecte.

La gestion de l'alimentation des troupeaux est revue. Les productions s'intensifient. La part du maïs ensilage augmente dans les surfaces fourragères au détriment de l'herbe. Afin de réduire les coûts alimentaires, une part des céréales produites est autoconsommée. Le prix de vente élevé des céréales est attractif et des prairies sont retournées au profit de ces cultures.

La diversification au sein des exploitations laitières est amoindrie. L'atelier viande complémentaire disparaît et la production de viande est assurée par les vaches de réformes.

- *Zoom sur le scénario : **L'élevage local en danger***

Face à la concurrence du Grand Ouest, l'industrie laitière haute-normande est fragilisée. Le départ de certains outils de transformation du lait expose les éleveurs à un risque d'abandon de collecte. En conséquence de quoi, c'est toute la filière lait locale qui est menacée.

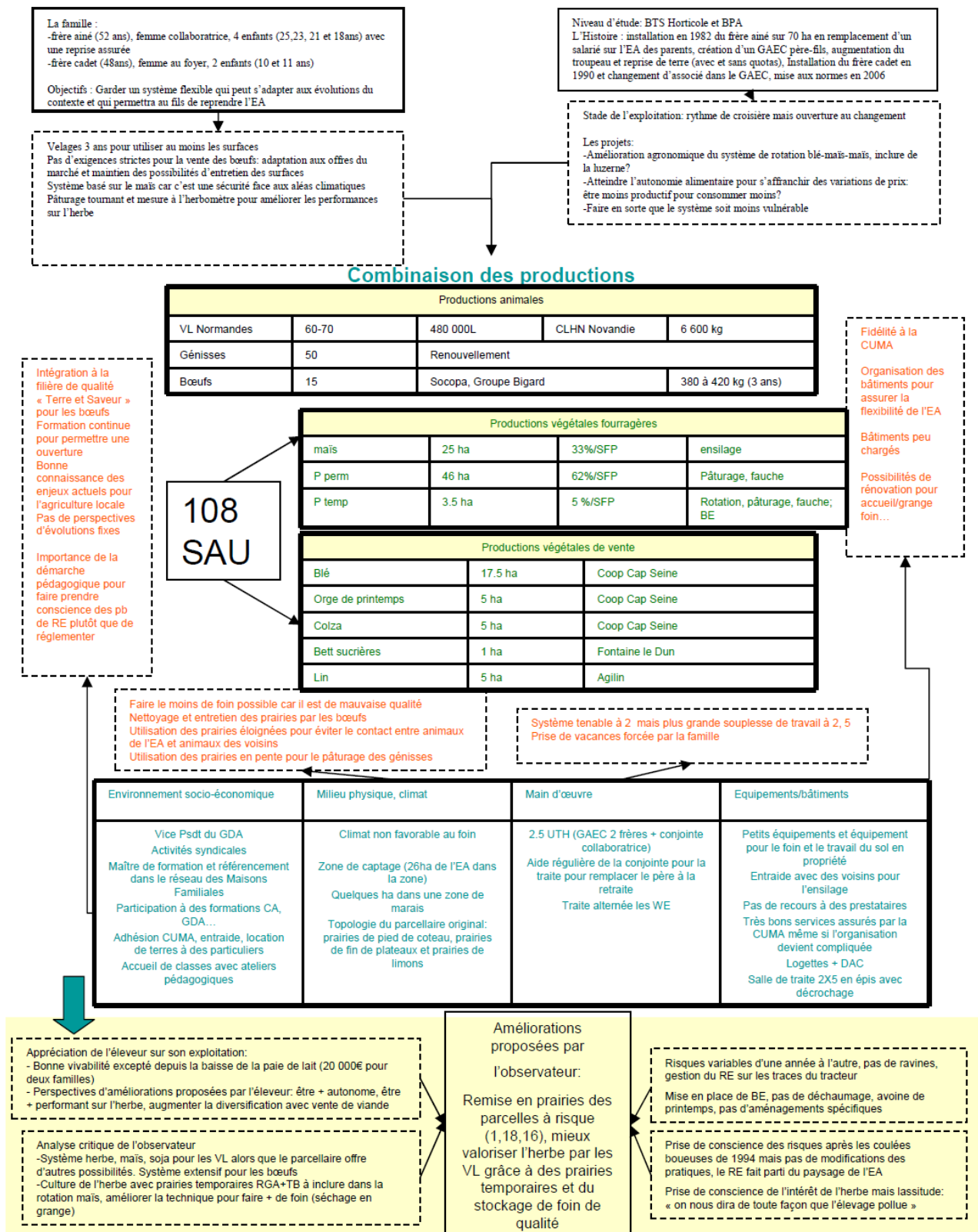
L'arrêt du lait devient une obligation pour les plus petites exploitations laitières qui se convertissent principalement en exploitations de grandes cultures. Les exploitants en pré-retraite ou double actifs cessent la production laitière.

De plus, la suppression des soutiens financiers aux systèmes de production allaitants induit un recul considérable des cheptels bovins viande au profit des cultures.

Globalement l'attractivité des systèmes de grandes cultures est renforcée par rapport aux systèmes d'élevage. Néanmoins, le risque de retournement des surfaces en herbe est amoindri par la baisse des prix. Certaines productions bovines à l'herbe peuvent retrouver un regain d'intérêt. Dans les exploitations sans animaux, les surfaces en herbe sont valorisées grâce à la récolte de foin.

Annexe XII : la méthode Capillon appliquée aux élevages du Pays de Caux: un exemple d'exploitation (Capillon et Manichon, 1988)

Déterminants de la combinaison des productions et possibilités d'amélioration EA12



Annexe XIII : Gestion des surfaces et alimentation du troupeau bovin adulte à partir d'un exemple

Les documents, présentés ci-après, permettront à l'observateur d'explicitier les différents types d'utilisation des surfaces en herbe et d'entamer une recherche d'améliorations possibles sur l'exploitation, orientées vers une meilleure valorisation de l'herbe.

- Gestion du pâturage

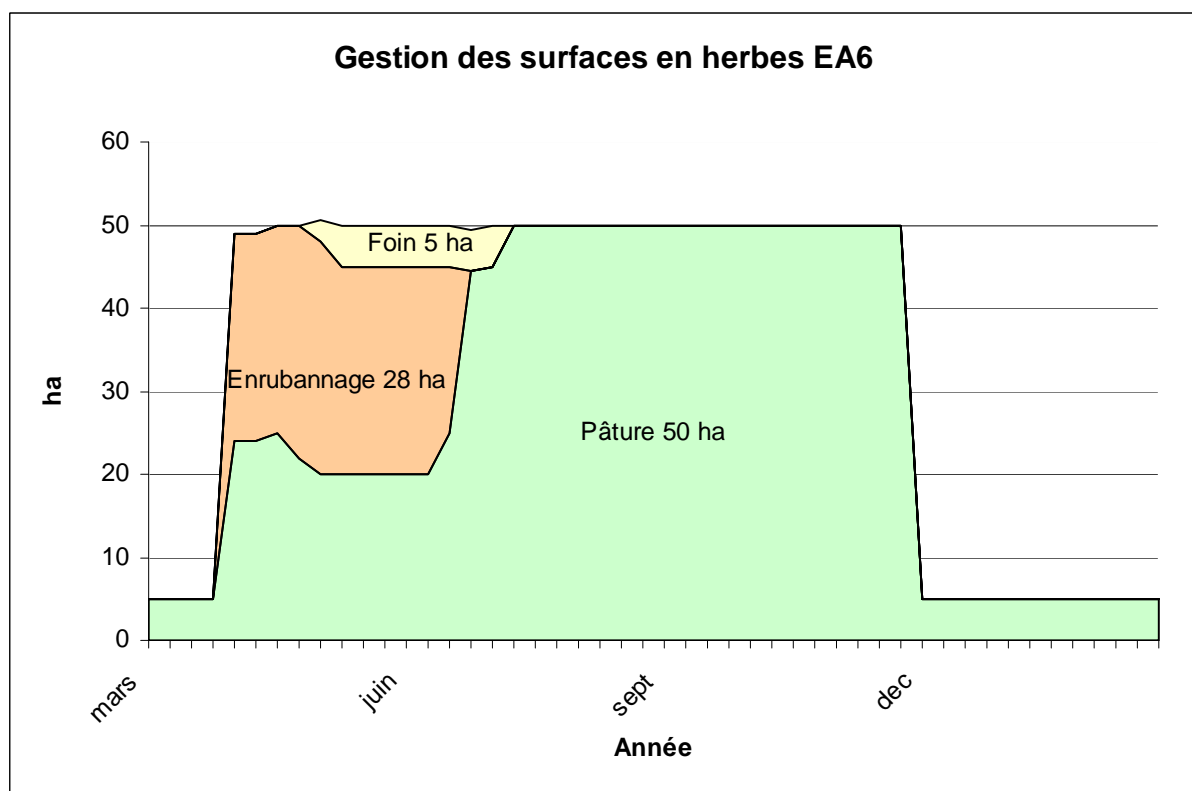
L'éleveur découpe la surface fourragère de son exploitation en distinguant les surfaces où sont constitués les stocks pour l'alimentation du troupeau et/ou les surfaces affectées au pâturage. La conduite des surfaces en herbe résulte de règles de coordination mises en place par l'éleveur pour mettre en adéquation la production des parcelles avec les besoins du troupeau. Elles sont liées aux caractéristiques du système d'élevage, c'est pourquoi elles sont explicitées en détail lors de l'entretien. Le découpage du parcellaire rend compte de la répartition annuelle des fonctions de chaque parcelles en herbe. On dissocie le mode pâturage et le mode fauche. Le pâturage est détaillé pour chacun des groupes d'animaux constitué par l'éleveur. Voici un exemple de plan de pâturage réalisé au sein d'une exploitation laitière :



- **Gestion des surfaces**

La répartition des surfaces fauchées ou pâturées au cours de l'année résulte de l'utilisation des surfaces attribuées dans le plan de pâturage.

La gestion des surfaces apparaît être un cadre utile pour l'analyse des décisions des éleveurs. Ce graphique permet de rendre compte visuellement et quantitativement de la part des surfaces pâturées ou récoltées (foin, ensilage, enrubannage).



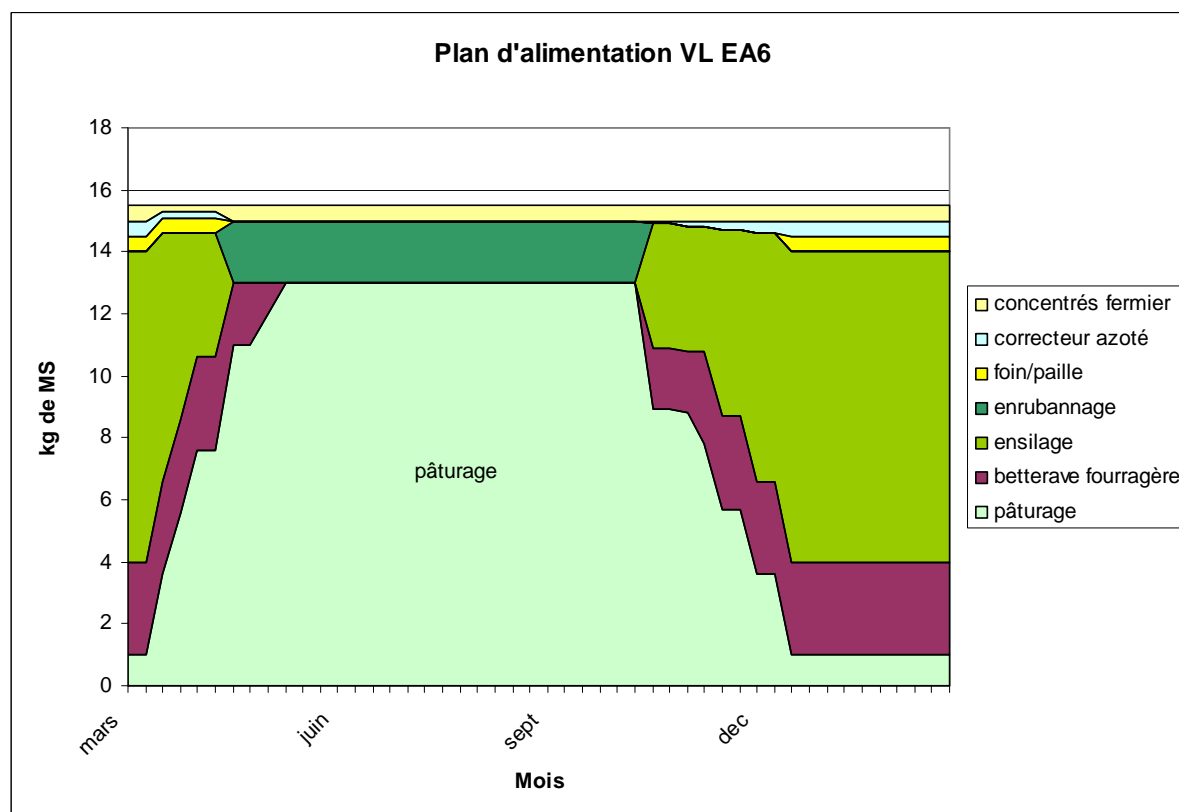
- Plan d'alimentation

Le plan d'alimentation rend compte des moyens et des règles qui permettent d'ajuster les productions fourragères aux besoins des animaux.¹²

L'alimentation des troupeaux adultes en production est détaillée lors de l'entretien pour la période hivernale et pour la période estivale. La transition entre ces deux périodes est définie avec l'éleveur.

La quantité relative de chaque aliment est approximative mais correspond aux références connues de l'agriculteur pour la gestion de l'alimentation de ses bêtes.

Le schéma suivant représente la logique du plan d'alimentation d'une exploitation laitière n'utilisant pas de maïs ensilage.



¹² La différence ne sera pas faite ici entre un état-objectif fixé par l'éleveur et un état observé réel

Annexe XIV : Représentation spatiale des surfaces

L'élaboration des cartes est d'abord un support lors de l'entretien mais elle sert aussi pour la transmission des données d'enquête au sein de l'équipe de recherche à l'INRA.

Ces cartes permettent à l'agriculteur d'exposer ses pratiques et ses règles de décision et à l'observateur de valider avec lui des questions relatives à l'utilisation des terres. L'ensemble des données collectées est synthétisé en 5 représentations :

- **la situation de l'exploitation** : elle permet d'apprécier les distances et les temps de parcours entre les îlots parcellaires

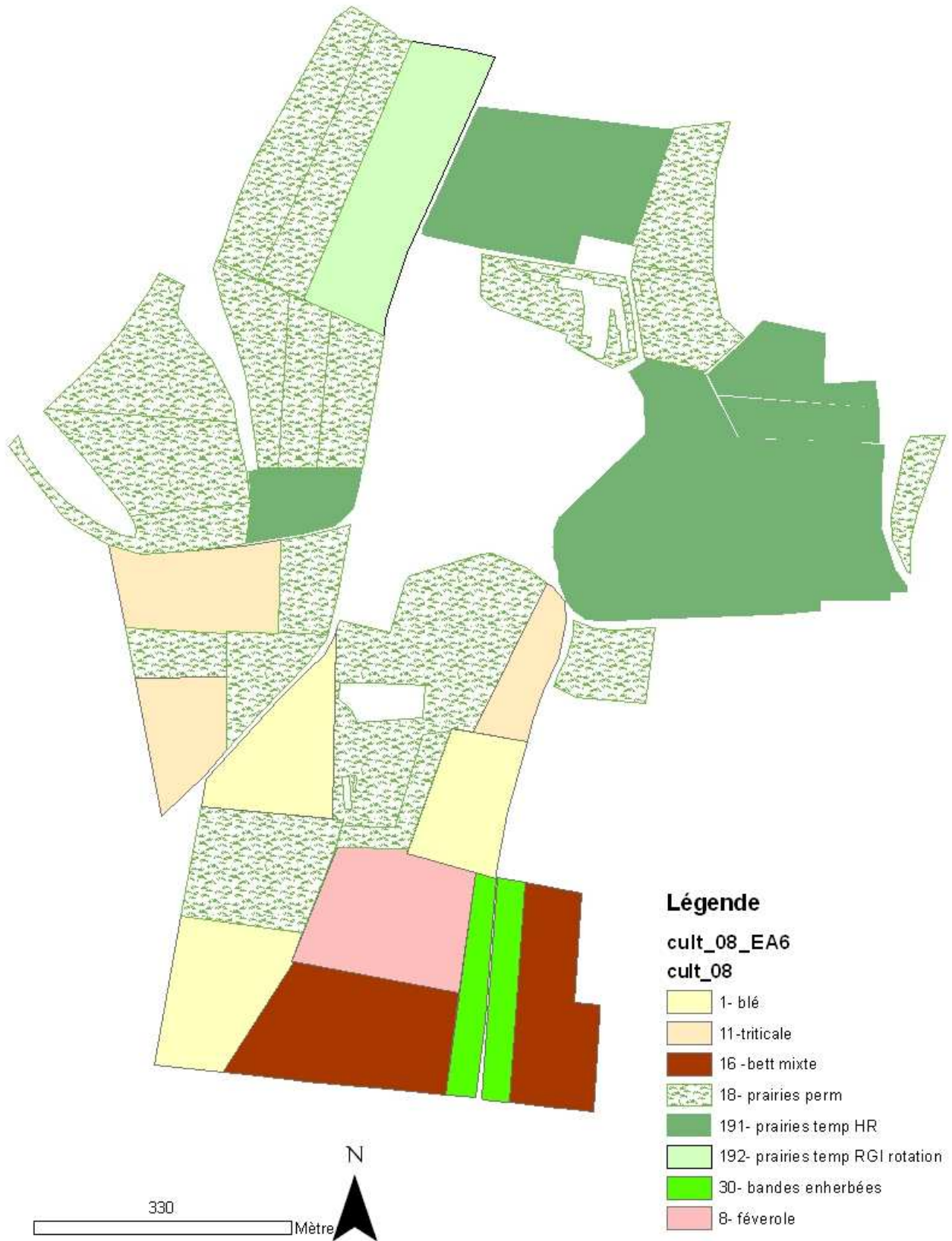
- **Carte « Occupation du sol selon une année de référence »** : durant une ou deux années de référence : les îlots PAC sont découpés en parcelles et chacune se voit attribuée un assolement. Cette représentation permet d'obtenir avec précision les nombres d'hectares destinés à chaque culture afin de vérifier la pertinence des rotations culturales annoncées par l'exploitant

- **Carte « Utilisation des surfaces en herbe »** : il s'agit de connaître la localisation des modes d'utilisation des surfaces en herbe pour le pâturage et la création de stocks.

- **Carte « Passages d'eau et les risques sur le parcellaire aux dires de l'exploitant »** : le dessin des passages d'eau est un moyen de connaître la sensibilité de l'agriculteur aux phénomènes de ruissellement et d'engager une discussion avec lui. Même si les passages d'eau ne sont que la traduction visuelle des risques d'érosion, ils traduisent les problèmes pratiques de gestion du ruissellement pour l'agriculteur sur son exploitation. Ainsi, le niveau de risques sur les parcelles est renseigné en fonction du trajet et de l'intensité de l'eau.

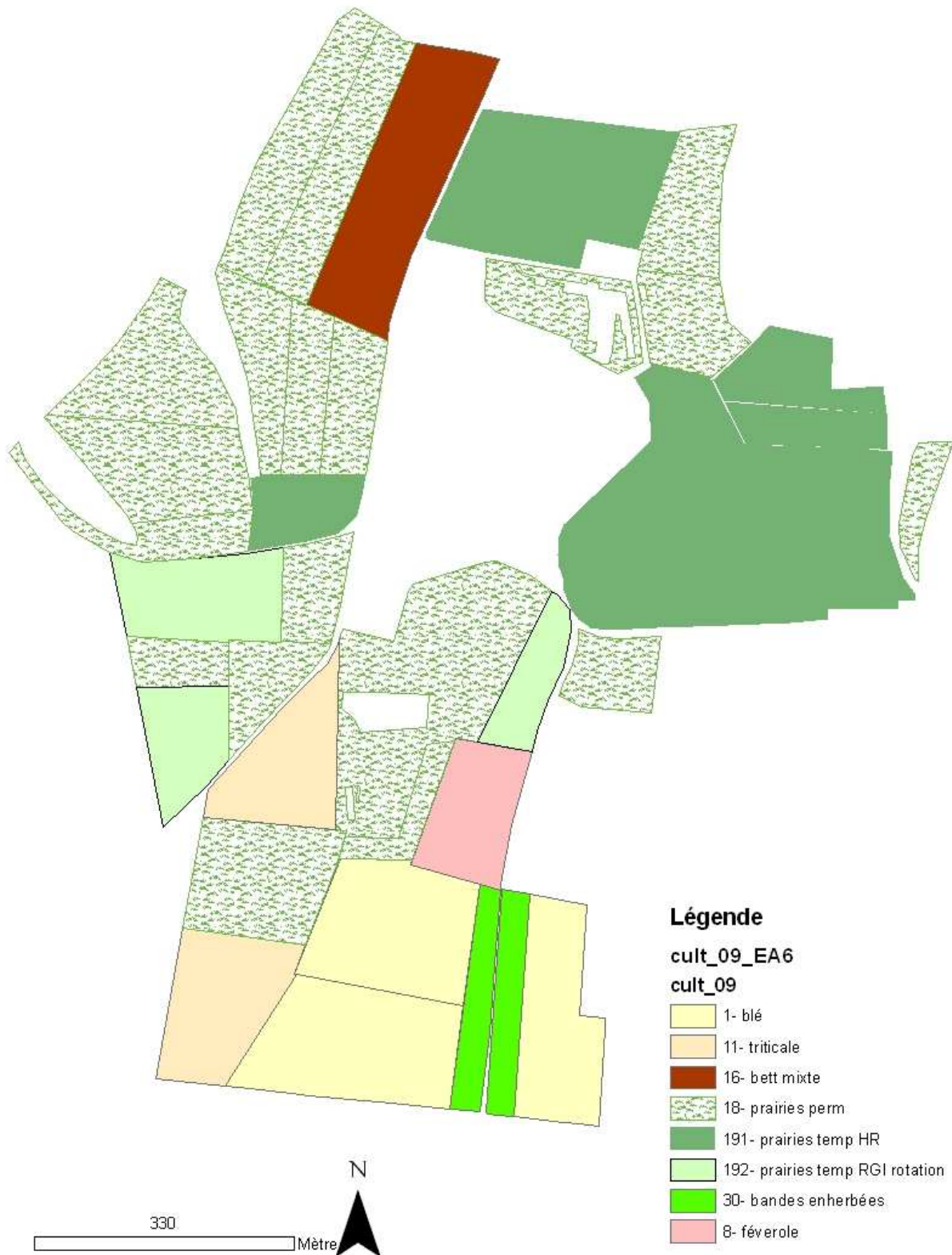
- **Carte « Utilisation des surfaces »** : il s'agit d'un bilan par bloc de culture et des aménagements parcellaires pour la réduction des risques de ruissellement. La définition de blocs de culture homogènes est rendu possible lors d'une discussion sur les critères de localisation des rotations types mises en place sur une exploitation. L'objectif est de connaître de façon générale les successions culturales potentielles sur une parcelle. Cette information est essentielle pour faire tourner le logiciel DIAR et connaître de façon quantitative (et moins subjective) les risques de ruissellement parcelle par parcelle.

Occupation du sol EA6



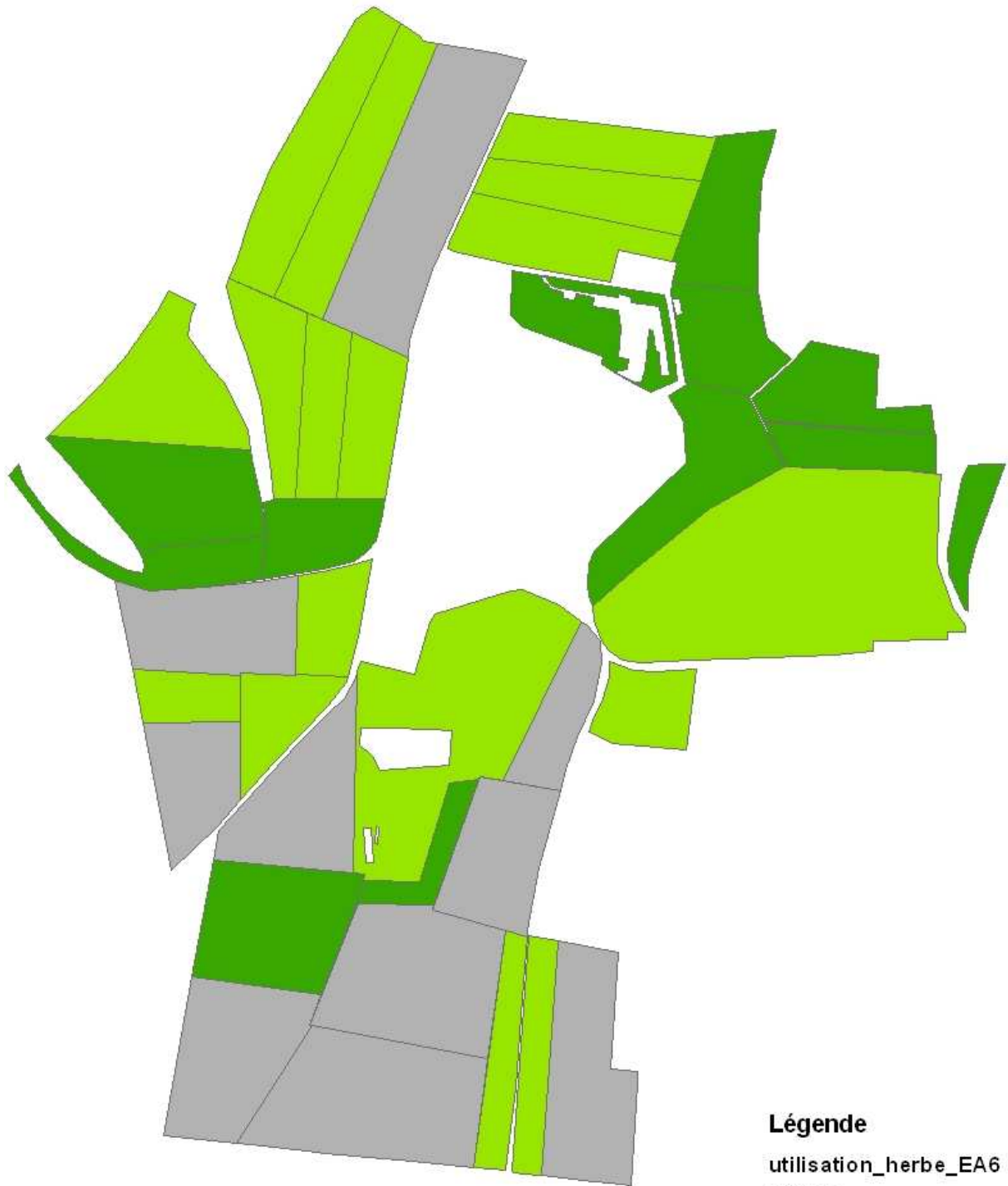
Année 2008
HR : Hors rotation

Occupation du sol EA6 (année de ref 2009)



HR : Hors rotation

Utilisation de l'herbe dans EA6

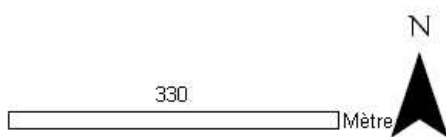


Légende

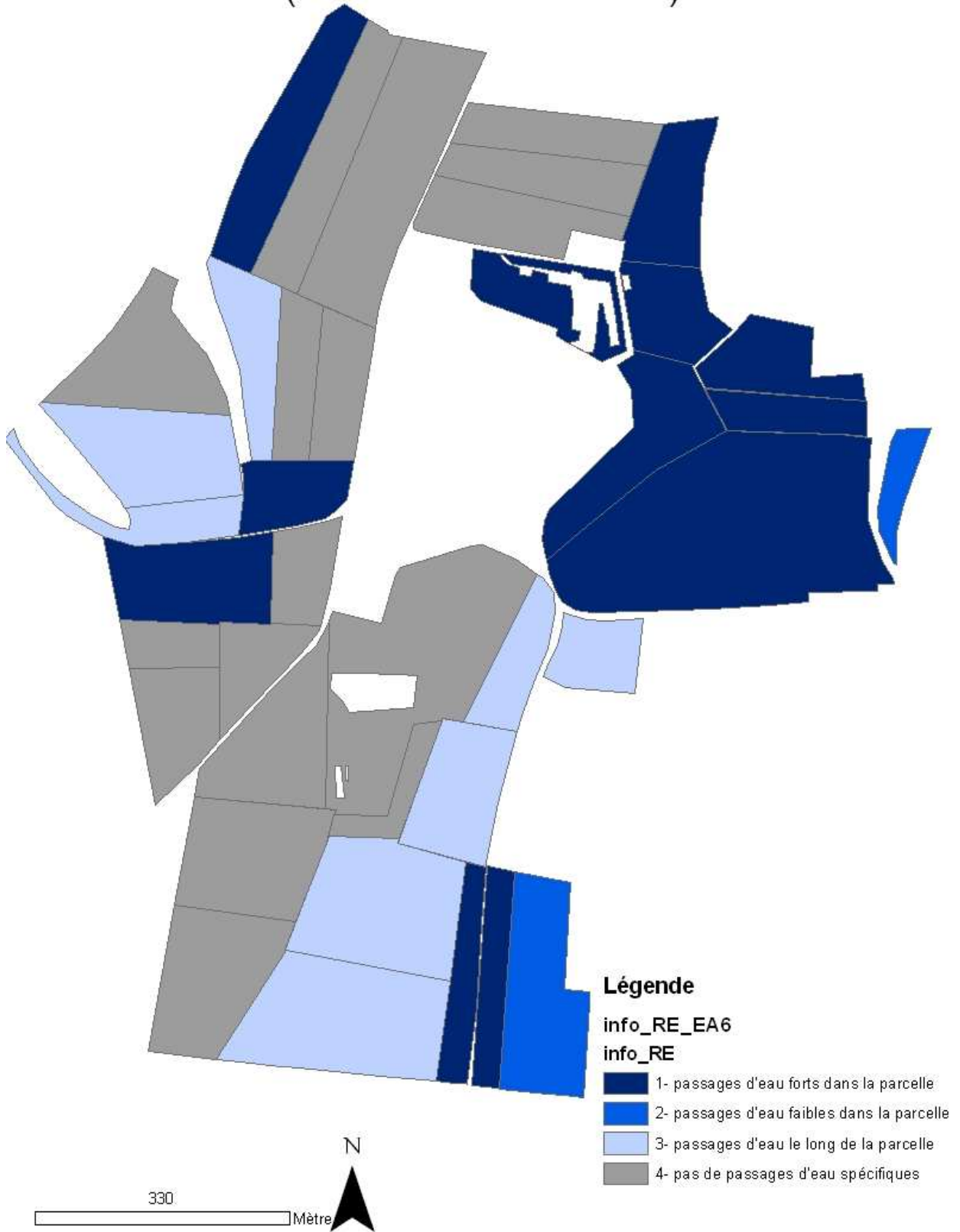
utilisation_herbe_EA6

util_hbe

- 1-pâturage seul
- 2- pâturage+ fauche
- 5- cultures



Passages d'eau dans EA6 (aux dires de l'éleveur)



Utilisation des surfaces EA6



Annexe XV : Extrait de la base de données

Num_elevage	zone_Klein_Meurier	Structure_societale	UTH	age_eleveur_1	systeme_production	UGB_tot	SAU_tot (ha)	SFP/SAU	% culture_ind_trad	% culture_vente	STH/SFP	STH/STH	Bett/SFP	Mais/SFP
EA1	3	EARL	1.5	47	PE_laitier	65	107	0.37	16	60	0.68	1.00	0.03	0.28
EA2	1	individuelle	1	52	EL	50	50	0.52	0	32	0.58	1.00	0.00	0.50
EA3	4	EARL	2	48	PE_naisseur_engrais_saur	68	170	0.28	14	72	0.60	1.45	0.00	0.13
EA4	2	EARL	2	46	PE_engraisseur	78	108	0.09	28	91	0.95	0.67	0.00	0.00
EA5	4	EARL	2	58	EL	120	60	1.00	0	0	0.50	0.78	0.00	0.00
EA6	3	individuelle	1	28	PE_laitier	117	74	0.91	3	10	0.76	0.04	0.00	0.00
EA7	3	GAEC	3	25	PE_laitier	85	172	0.25	12	75	0.51	0.55	0.00	0.49
EA8	5	EARL	2	46	EA	93	73	1.00	0	0	1.00	0.07	0.00	0.00
EA9	3	EARL	2	38	PE_laitier_allaitant	95	197	0.38	10	63	0.81	0.15	0.03	0.03
EA10	2	GAEC	2	31	PE_naisseur_engrais_saur	127	151	0.47	15	53	0.86	0.66	0.02	0.13
EA11	2	EARL	3	48	PE_engraisseur	50	151	0.07	46	94	0.60	0.33	0.00	0.60
EA12	1	GAEC	2.5	52	PE_laitier	104	108	0.69	6	31	0.66	0.86	0.00	0.34
EA13	5	EARL	1.2	50	PE_naisseur_engrais_saur	32	101	0.30	13	71	0.93	1.00	0.07	0.30
EA14	5	individuelle	2	52	PE_laitier_allaitant	85	110	0.55	0	45	0.74	0.89	0.04	0.23
EA15	3	individuelle	1	29	PE_engraisseur	20	113	0.12	28	85	1.05	0.83	0.11	0.00
EA16	3	GAEC	3	55	PE_naisseur_engrais_saur	75	149	0.30	20	70	0.89	0.51	0.04	0.00
EA17	1	individuelle	1.5	71	E_chevaux	30	18	1.00	0	0	1.00	1.00	0.00	0.00

Num_elevage	are_utilisare_access	Chargement/STH	duree_pat (semaine)	duree_fermeture_silo(semaine)	part_pature	part_fauche	Quota_predis	pI/V/Lan	quantite_concentres_VL (kg/gan)	pression_ruis_trot (mm/ha)	sensibilit_RE	sensibilite_hbe	Etat_d'esprit_vis_à-vis_ruisselement	tendance_lbe
EA1	0.21	2.3	48	0	0.9	0.3	210000	7050	629.3	2.06	forte	forte	actif	augmentation
EA2	0.35	3.1	30	12	1.0	0.1	226825	9500	805	1.95	moyenne	faible	actif	retournement
EA3	0.26	2.3	29	18	1.0	0.2	absent	absent	nc	nc	faible	moyenne	passif coupable	retournement
EA4	0.1	1.6	32	absent	0.6	0.1	absent	absent	absent	2.24	faible	faible	passif coupable	non augmentation
EA5	0.44	3.9	28	0	1.0	0.1	480000	7800	756	1.78	moyenne	moyenne	passif subissant	stable
EA6	0.66	1.7	48	absent	1.0	0.6	340000	5000	221	1.05	moyenne	forte	passif coupable	non augmentation
EA7	0.21	3.7	33	0	1.0	0.1	470000	8900	1032	2.33	moyenne	moyenne	passif coupable	retournement
EA8	1	1.1	48	absent	0.8	0.6	absent	absent	absent	0.62	forte	forte	passif subissant	retournement
EA9	0.4	1.6	28	11	0.8	0.3	295000	7700	1180	2.03	moyenne	faible	passif coupable	retournement
EA10	0.71	2	28	22	0.8	0.1	absent	absent	absent	1.93	forte	moyenne	passif coupable	retournement
EA11	0	0	0	0	0.0	0.0	absent	absent	absent	2.51	faible	faible	passif coupable	non augmentation
EA12	0.27	1.8	28	0	0.9	0.2	380000	6100	217	1.55	moyenne	moyenne	passif subissant	augmentation
EA13	0.17	1.1	31	absent	0.4	0.8	absent	absent	absent	2.05	forte	faible	passif subissant	augmentation
EA14	0.64	1.9	48	8	0.9	0.1	270000	6600	843.5	1.4	forte	forte	actif	augmentation
EA15	0.27	1.4	29	absent	0.8	0.1	absent	absent	absent	1.93	faible	faible	passif coupable	retournement
EA16	0.57	1.9	32	absent	1.0	0.1	absent	absent	absent	1.77	forte	forte	actif	augmentation
EA17	1	1.7	nc	absent	nc	nc	absent	absent	absent	0.62	forte	forte	actif	stable

Annexe XVI : DIAR : un outil d'évaluation des pratiques culturales

Le logiciel DIAR a été développé en 2007, dans le cadre du volet technique du projet RDT, par P. Martin de l'UMR SAD APT en lien avec l'AREAS. Il s'agit du modèle retenu pour l'évaluation environnementale des pratiques culturales. Cet outil de diagnostic du ruissellement est en cours de perfectionnement durant le projet RDT2 (Martin et al., in press).

Il n'était pas prévu au départ de mon stage de faire tourner ce logiciel pour les exploitations rencontrées. Mais l'outil DIAR s'est révélé être l'outil le plus approprié pour estimer quantitativement et le moins subjectivement possible l'impact environnemental de chaque exploitation vis-à-vis du ruissellement.

Les entretiens étaient orientés sur la compréhension du fonctionnement de l'élevage et l'utilisation des surfaces fourragères. Néanmoins, les thèmes des rotations et des pratiques culturales ayant été abordés, il a été possible d'adapter les données récoltées aux besoins du logiciel. Certaines hypothèses ont été retenues, elles seront présentées au cours de cette annexe.

Présentation générale du logiciel

L'objectif à la création de ce logiciel était double : faire un état des lieux de la pression de ruissellement actuelle et tester l'impact d'une modification de la conduite culturale de l'exploitation (techniques, cultures et surfaces pouvant évoluer).

DIAR permet d'établir deux niveaux d'approche complémentaires pour l'analyse du ruissellement :

- les systèmes de cultures : un système de culture est constitué d'un couple précédent/suivant. Cette analyse permet de repérer la culture qui contribue le plus au ruissellement.
- l'exploitation agricole : une exploitation est constituée d'un ensemble de systèmes de cultures. Ce niveau permet de rendre compte de la contribution de chaque exploitation d'une zone vis-à-vis du ruissellement global. Cette donnée homogène d'une exploitation à l'autre donne la possibilité de faire des comparaisons inter-exploitations.

Le diagnostic établi à partir de ce logiciel est basé sur la production de ruissellement orthonien diffus. Il ne permet pas d'estimer les départs de terre et d'évaluer la pression érosive des pratiques.

La localisation des parcelles au sein du Bassin Versant n'est pas intégrée dans les calculs de ruissellement.

Principes de fonctionnement du logiciel

Le logiciel fonctionne en combinant une trajectoire d'état et une trajectoire de ruissellement pour chaque culture.

La trajectoire d'état correspond à l'évolution de la sensibilité au ruissellement de la culture au cours du développement végétatif de la plante. L'état de surface de la parcelle évoluant sous l'action d'une technique culturale et sous l'action du climat, quatre phases progressives de sensibilité au ruissellement sont définies à partir d'un cumul de pluie (0 à 60 mm, 60 à 120 mm, et à partir de 120 mm) et sont activées en fonction de la technique appliquée.

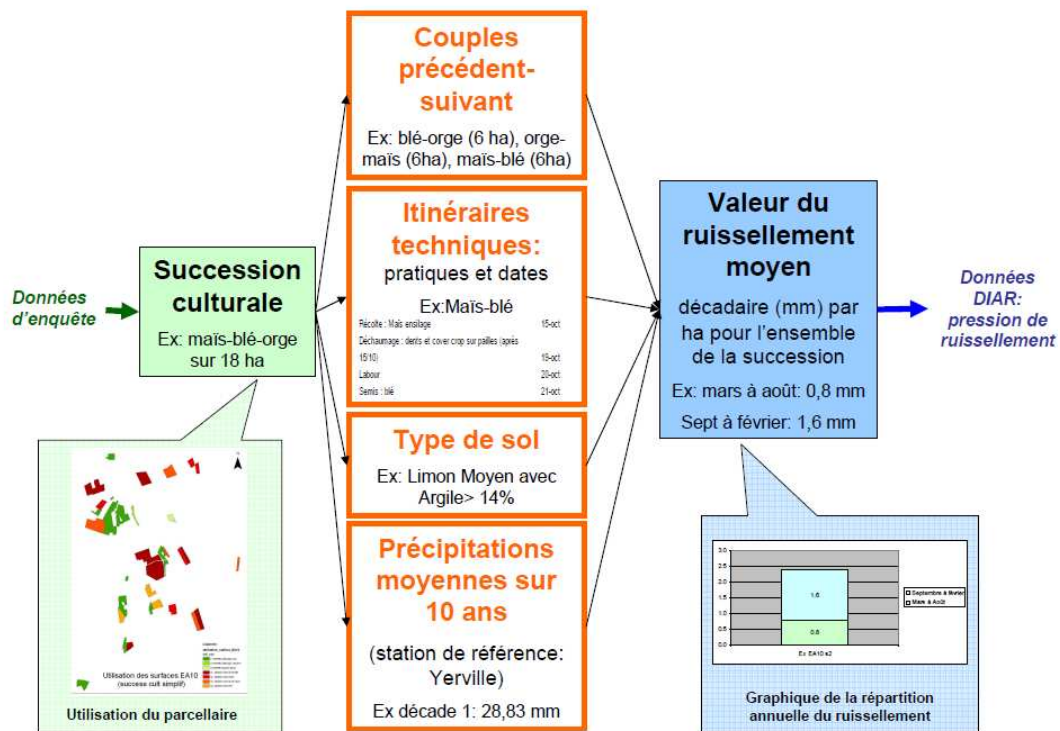


Figure 34 : Utilisation du logiciel DIAR pour une succession culturelle

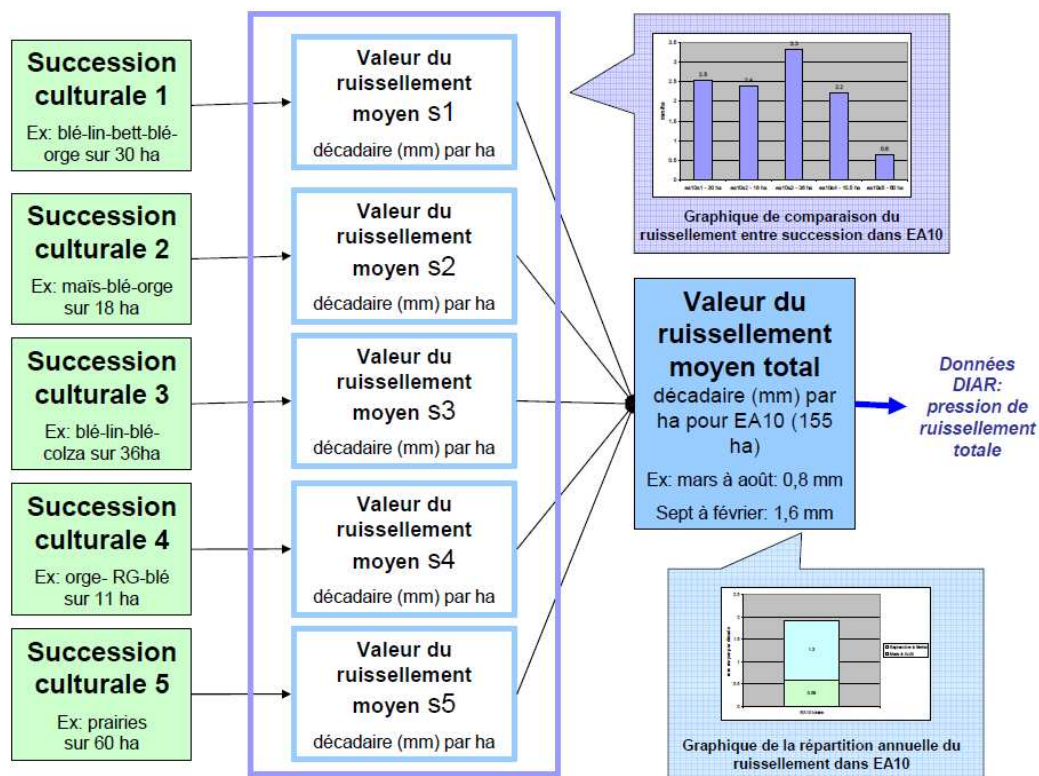


Figure 35 : Agglomération des résultats DIAR pour une exploitation

Pour chacune de ces phases, le logiciel calcule la lame d'eau ruisselée par jour. L'évolution de cette valeur correspond à la trajectoire de ruissellement spécifique d'une culture sous un climat donné.

La valeur du ruissellement est déterminée à partir de la méthode de « Curve Number » selon la formule suivante :

Q : ruissellement en mm

R : précipitations en mm

CN : valeurs de curve number sans unité (de 40 à 100)

Equation 1 :

$$Q = \frac{\left[R + 50.8 - \frac{5080}{CN} \right]^2}{R - 203.2 + \frac{20320}{CN}}$$

Cependant, les CN ne sont pas établis aujourd'hui pour toutes les cultures présentes dans le Pays de Caux. Les valeurs sont expérimentales pour le blé, les pommes de terre, le maïs et la moutarde. Les Curve Number pour l'orge, le lin et le colza sont approximatés par le Curve Number du blé. Les valeurs appliquées à la betterave correspondent à celles du maïs. Et les cultures intermédiaires (avoine, phacellie...) sont traitées comme de la moutarde.

Les valeurs de CN appliqués sur les surfaces en herbe résultent des mesures faites sur la moutarde en semis précoce (avant le 15 septembre). A noter qu'il n'est pas possible sous DIAR de dissocier les surfaces pâturées des surfaces pâturées fauchées ou des surfaces fauchées. Or, on sait que cette utilisation variable des prairies au sein du système fourrager n'aura pas le même impact sur le degré de tassement du sol et donc sur le ruissellement. Par exemple, le surpâturage, par la réduction du couvert végétal induit un tassement de la surface du sol qui réduit l'infiltration et qui augmente les risques de ruissellement et d'érosion (Sabir et al., 2007).

Adaptation du logiciel aux problématiques du stage

L'outil a été adapté afin d'établir un niveau de pression de ruissellement pour chaque succession culturale rencontrée et pour chaque exploitation d'élevage enquêtée (Figure 34). Ce niveau de pression est évalué à partir d'un indicateur agrégatif sur une année moyenne : le ruissellement moyen (en mm)/ha. L'ensemble des successions culturales d'une même exploitation permet d'obtenir une valeur agrégée du ruissellement total d'une exploitation (Figure 35).

Annexe XVII : Successions culturales rencontrées dans les exploitations d'élevage

num EA	num	Succession	ha réservés
EA1	s1	maïs-blé-lin (moutarde)-bett-blé-colza-blé-(moutarde)	59
	s2	RGA-maïs	2
	s3	colza-blé-orge-lin-blé	20
	s4	prairies	27
EA2	s1	maïs-blé-orge	33
	s2	prairies	15
EA4	s1	colza-blé-(avoine)-lin-(moutarde)-bett- blé-orge	45
	s2	colza-blé-(avoine)-lin-feverole/pois-blé	52
	s3	prairies	9
EA5	s1	monoculture de maïs	30
	s2	prairies	30
EA6	s1	blé-triticales-RG-bett	25
	s2	blé-féverole-blé	6
	s3	prairies	57
EA7	s1	blé-lin-blé-(moutarde ou radis)-bett-blé-colza	60
	s2	colza-blé-maïs-blé-feverole-blé	30
	s3	blé-(moutarde)-lin-blé-(moutarde)-maïs-blé-colza	60
	s4	prairies	22
EA8	s1	prairies	74
EA9	s1	avoine-lin-blé-fev-blé-orge d'hiver-(moutarde)-bett-blé-colza-maïs	30
	s2	lin-blé-fev-blé-orge d'hiver-(moutarde)bett-blé-colza-blé-avoine	60
	s3	orge de printemps-blé-féverole-blé-orge d'hiver-(moutarde) bett-blé-colza-blé	30
	s4	prairies	60
EA10	s1	blé-lin-(moutarde)-bett-blé-orge d'hiver	30
	s2	(moutarde)-maïs-blé-orge	18
	s3	blé-lin-blé-colza	36
	s4	orge dhiver-RG-blé	11
	s5	prairies	60
EA11	s1	blé-lin-blé-bett-blé-pdt-blé-maïs	108
	s2	blé-bett rouge-blé-maïs	32
	s3	prairies	6
EA12	s1	maïs-maïs-blé	28
	s2	colza-blé-(avoine)-orge-lin-blé (avoine)	30
	s3	prairies	50
EA13	s1	blé-PdT-blé (moutarde)-bett	24
	s2	colza-blé-(moutarde)-lin-blé	37
	s3	monoculture maïs grain	9
	s4	prairies	28
EA14	s1	blé-lin-blé-colza	27
	s2	(RG)-bett-blé-(RG)-maïs-orge-blé	23
	s3	(RG)-bett-blé-(moutarde)-maïs-orge	13
	s4	prairies	62
EA15	s1	lin-bett-blé-esc (moutarde) bett -blé	85
	s2	blé-orge-fev-colza	11
	s3	vergers (desous prairie permanente)	2
	s4	prairies	14
EA16	s0	maïs	2
	s1	orge d'hiv (moutarde) lin (moutarde)-bett -blé-colza-blé (moutarde)-fev	67
	s2	orge d'hiv (moutarde) lin (moutarde)-bett -blé-colza-orge de printemps-fev	10
	s3	fev-fétuque (18 mois)-blé-lin-mélange colza/avoine	32
EA17	s4	prairies	39
	s1	prairies	18

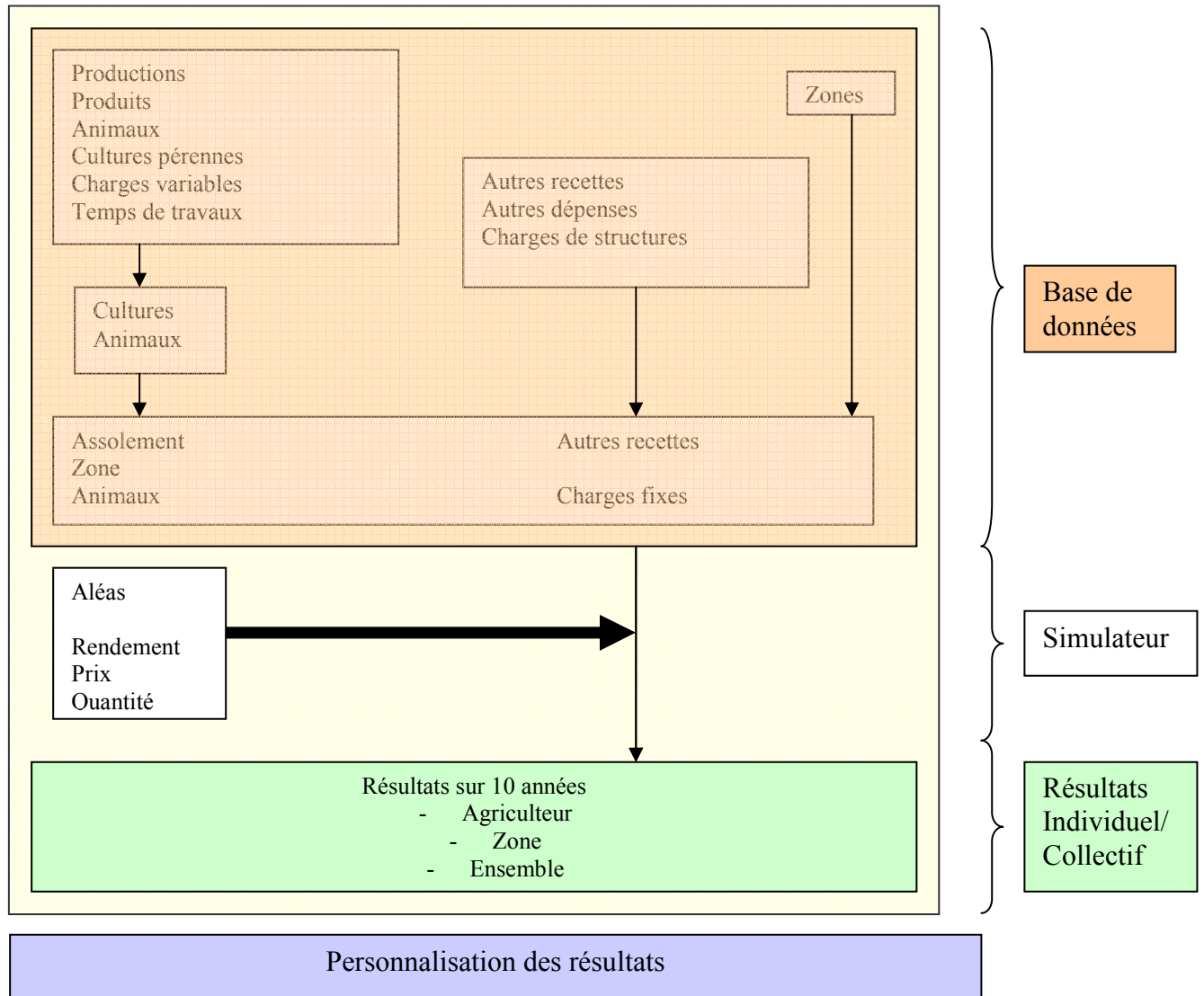


Figure 36 : Olympe®, démarche globale de simulation économique (d'après Attonaty et al. 2005)

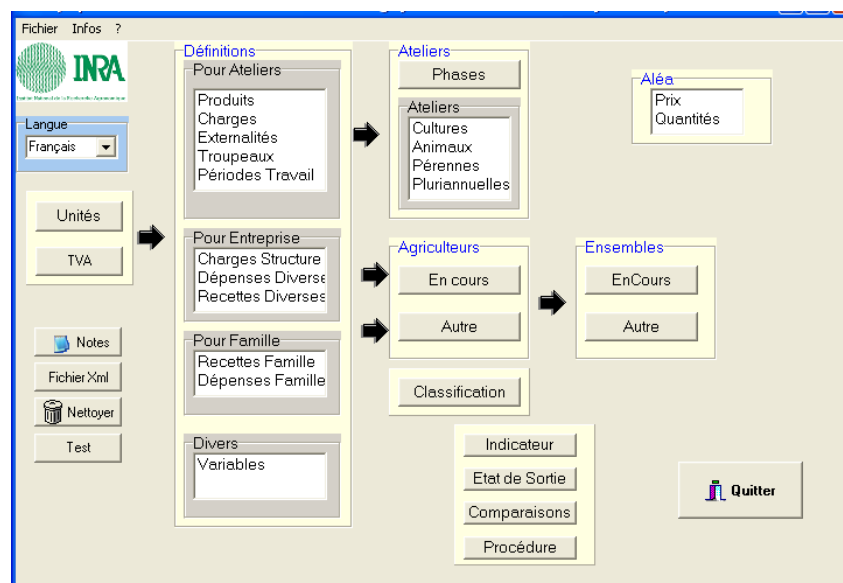


Figure 37 : Interface graphique Olympe®

Annexe XVIII : Le logiciel Olympe® et les démarches de simulation

Le logiciel Olympe® a été créé en 2005 par JM. Attonaty, chercheur à l'INRA. Il s'agit d'un instrument d'aide à la décision destiné aux agriculteurs, aux organisations collectives agricoles et aux chercheurs. Dans les structures de recherche, cet outil est surtout utilisé pour rendre compte des **conséquences économiques d'un changement technique** dans une exploitation agricole ou une région. (Bourgain et Michaud, 2005).

Dans le cadre du projet de RDT2, l'unité Lecor de l'ESITPA à Rouen a pour mission d'évaluer les coûts des dégâts liés au ruissellement érosif pour différents acteurs du territoire et de définir des indicateurs donnant des arguments quant aux choix des dispositifs de réduction des risques de ruissellement érosif à promouvoir à l'échelle d'un bassin versant. L'objectif final est de pouvoir évaluer l'efficacité des différents dispositifs et mesures financés par les collectivités.

Dans le cadre de mon travail de stage, le logiciel Olympe® est utilisé pour tester la **faisabilité technico-économique** de quelques possibilités d'évolution des exploitations d'élevage vers des **systèmes localement plus durables**. Les simulations sous Olympe® sont réalisées en collaboration avec l'ESITPA.

• Présentation générale du logiciel

Le modèle développé dans le logiciel Olympe® est constitué d'une base de données sur les systèmes de production et d'un outil de prospective sur les futurs possibles.

L'ensemble des processus analytiques et prospectifs élabore un logiciel complexe et extrêmement malléable, si bien que chaque utilisateur doit créer son propre mode d'utilisation des données.

La démarche globale d'utilisation du logiciel peut être représentée selon le schéma ci contre (Figure 36). L'utilisateur renseigne des données et crée sa propre base de données. Selon l'évolution des aléas extérieurs à l'exploitation, le simulateur fournit des résultats standards de comptabilité et des états de sorties adaptés aux besoins de la simulation.

Néanmoins il est nécessaire de comprendre l'organisation même du programme pour le prendre en main et définir de façon pertinente les variables d'une simulation.

L'interface principale du logiciel est constituée comme dans la Figure 37. Dans cette présentation, seules les rubriques utilisées durant mon stage sont présentées.

Sous la rubrique « définitions », les produits et les charges liées à l'activité de production sont définis. Dans notre utilisation, il s'agit à ce niveau de définir les modalités de chaque variable et les unités choisies (prix ou quantités) et de donner les valeurs des aides par culture à l'hectare (Tableau 10). Les onglets « externalités », « troupeaux » et « Périodes de travail » sont plus complexes, ils permettent de définir des modalités d'évolution et des périodes disponibles mais ils ne seront pas pris en considération lors de nos simulations à ce niveau de détail.

Sous la rubrique « Ateliers », Olympe® distingue quatre grands groupes : cultures annuelles, cultures pérennes, animaux et cultures pluriannuelles. Lors des applications aux exploitations d'élevage, les cultures annuelles regroupent les cultures de vente et les cultures fourragères, et dans l'onglet « animaux » les troupeaux adultes et élèves sont dissociés. Les produits et les charges sont définis alors pour chaque atelier à la différence près que les valeurs sont renseignées à l'hectare pour les cultures et pour 1000L de lait à 70¹³ (Équation 1) (pour l'atelier lait (Tableau 11)).

¹³ Dans les données du Centre de Gestion Départemental, les références sont établies pour un lait à 70 (TP= 30 g/L, et TB= 40 g/L). Les valeurs ainsi prises en compte ont l'avantage d'être comparables d'une exploitation à l'autre. Une incidence sur la qualité du lait se traduira donc par une évolution du litrage du lait à 70.

Tableau 10 : Valeurs de primes prise en compte pour les simulations

Primes	Montant de la prime
Céréales-oléagineux	95 €/ha
Protéagineux	120 €/ha
PHAE2	75 €/ha

Tableau 11: Récapitulatif des postes pris en compte pour les simulations

Atelier	Produits	Charges ¹⁴
Cultures de vente (blé, orge, colza, lin, betteraves sucrières...)	Prix de vente/ha (prix réels en 2008)	Achat semences (prix réels ou estimation selon CA Normandie 2008)
Cultures de vente autoconsommées (maïs grain, ...)	Primes/ha (montants déclaration PAC 2008)	Produits phytosanitaires (prix réels ou estimation selon CA Normandie 2008)
Cultures fourragères (maïs ensilage, prairies selon type et usage...)		Fertilisation (prix réels ou estimation selon CA Normandie 2008)
		Travaux par tiers/ha (frais de récolte non réalisée par l'exploitant, toute culture) (prix réels en 2008)
		Frais de récolte (estimation selon Teyssier, 2007 ou CA Normandie, 2008)
		Autres frais de mécanisation/ha (pour la mise en place de la culture et les travaux sur la culture) (estimation selon Teyssier, 2007)
Atelier lait (Elèves/VL/total)	Produit viande/ 1000L à 70	Frais vétérinaires/ 1000L à 70
	Produit lait/ 1000L à 70	Frais d'élevage/ 1000L à 70
	Primes/ 1000L à 70	Frais divers /1000L à 70
		Concentrés (kg ou € / 1000L à 70)
		Coût SFP €/ 1000L à 70

Formule pour l'obtention d'une valeur du lait à 70

$$\text{Rendement du lait à 70 \%} = (\text{Rendement brut} \times (\text{TP} + \text{TB})) / 70$$

Avec : TP et TB en g/L
Rendement brut en L

Équation 1 : Formule de conversion des rendements laitiers

¹⁴ Les différentes catégories sont renseignées si possible. En cas d'impossibilité, les charges pour les semences, la fertilisation et les traitements phytosanitaires sont agglomérées sous le terme charge globale de la culture par hectare.

Sous la rubrique « Agriculteurs », il est possible de reconstituer les productions d'une exploitation agricole (assolement et animaux). L'assolement donne le détail des surfaces en hectare pour chaque culture définie préalablement dans l'onglet « Cultures ». Les productions animales sont centrées sur la production laitière avec la quantité de lait livrée par année. Une exploitation est de plus définie par des charges de structures, des charges opérationnelles, son matériel et ses emprunts.

Pour une exploitation donnée, les valeurs pour chaque variable sont définies annuellement. L'utilisateur peut donc définir des aléas pour ces valeurs, c'est-à-dire qu'il peut induire une évolution sur le prix, sur les quantités des produits, sur la hauteur des charges. Chaque modification est hypothétique et permet d'évaluer les résultats de changements potentiels à l'échelle de l'exploitation.

D'une part, le logiciel calcule automatiquement des résultats standards de comptabilité (recettes-dépenses, compte de résultat, bilan, marges, etc.) à partir des données renseignées. Une fonctionnalité d'Olympe® permet de plus de totaliser les résultats de différentes exploitations ou de faire des comparaisons entre plusieurs exploitations. Mais ici, seuls les résultats individuels d'une simulation seront utilisés.

Et d'autre part, le simulateur permet de construire des indicateurs à partir des résultats calculés. Ainsi l'utilisateur peut obtenir des états de sortie adaptés aux besoins de la simulation et comparer des résultats d'exploitations différentes. La création de ces indicateurs permet de synthétiser l'information nécessaire à la prise de décision : elle doit normalement faciliter l'analyse des résultats.

- **Utilisation spécifique du logiciel dans le cadre d'une simulation technico-économique après installation du séchage de foin en grange**
 - La base de données a été constituée rubrique par rubrique comme présenté précédemment.
 - Création d'indicateurs : lors des simulations que nous avons réalisées nous avons mis le doigt sur un bug du logiciel. Les indicateurs ne pouvaient être créés à partir des marges de chaque atelier (culture, VL, troupeau total). Les données synthétiques présentées sont donc issues des calculs réalisés sous le tableur Excel.

Le schéma de structuration des données et de l'utilisation des données retenu pour la simulation effectuée dans le cadre de mon stage est présenté Figure 38.

Le scénario envisagé permet de simuler des situations qui font varier plusieurs composantes de la durabilité de l'exploitation. Néanmoins, l'analyse devra prendre en compte que l'assurance des bâtiments, la variation des stocks et la TVA ne sont pas intégrés à la simulation sous Olympe®.

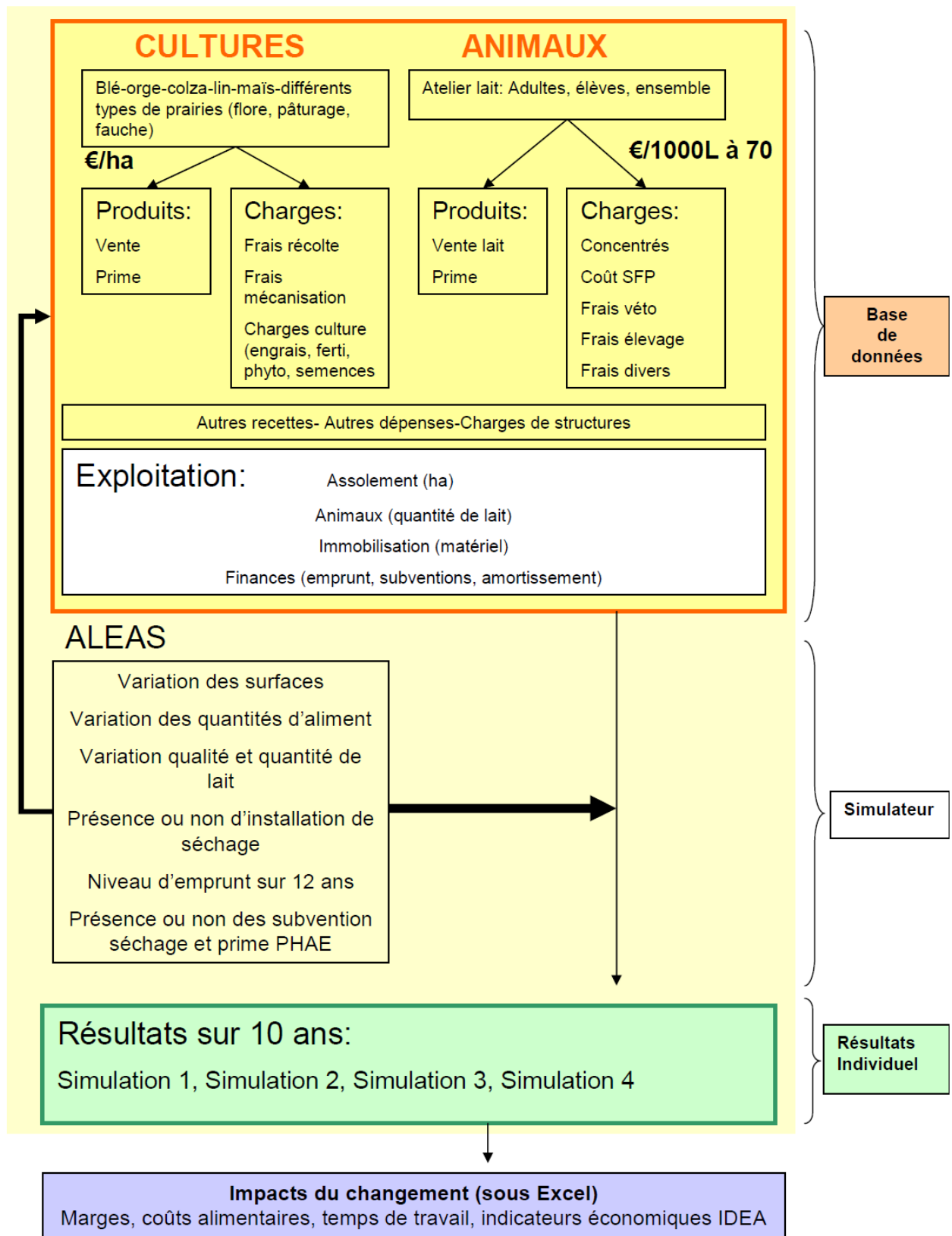


Figure 38: Démarche d'utilisation du logiciel Olympe

Annexe XIX : Evaluation de la durabilité des exploitations d'élevage selon les scénarios envisagés – Utilisation des indicateurs économiques de la méthode IDEA

L'agriculture durable est qualifiée selon cette définition : « l'agriculture durable est une agriculture écologiquement saine, économiquement viable, socialement juste et humaine. » (Bonny, 1994). Ces trois piliers de la durabilité s'appliquent dans une exploitation selon la conception de Landais (Landais, 1998), une exploitation durable est « une exploitation viable, vivable, transmissible et reproductible ».

Les adaptations du système de production envisagées dans ce travail sont ciblées sur une réduction des risques de ruissellement mais elles ne seront pertinentes que si elles maintiennent ou améliorent la durabilité de l'exploitation initiale. Notons que le système d'exploitation idéal pour répondre aux objectifs de durabilité est un système associant productions animales et productions végétales (Zahm et al., 2008). La spécialisation des systèmes est pénalisante pour atteindre une meilleure durabilité globale : ainsi dans nos réflexions il s'agira de conserver des systèmes de polyculture-élevage, très fréquents dans le Pays de Caux. Afin d'évaluer la durabilité d'une exploitation en polyculture-élevage, nous considérons plusieurs indicateurs.

La **reproductibilité environnementale** est analysée à l'aide d'indicateurs agri-environnementaux qui caractérisent les impacts des pratiques agricoles sur les milieux (Zahm et al., 2008). Dans le cadre du travail présenté, seul l'indicateur mesurant l'impact des pratiques agricoles sur le ruissellement sera considéré. Il s'agit de la valeur de ruissellement extraite du logiciel DIAR. L'amélioration de cette valeur est une priorité lorsque l'on cherche à tester plusieurs scénarios pour les exploitations d'élevage dans le Pays de Caux.

La **vivabilité** est perçue comme l'ensemble des facteurs qui permettent à l'exploitant et à sa famille de vivre décemment de l'activité agricole (Zahm et al., 2008). Lors des simulations envisagées, le revenu sera considéré constant. Néanmoins, la vivabilité pourra être évaluée quantitativement à partir de l'évolution des temps de travail entre la situation initiale et la situation simulée.

La **viabilité** repose sur l'efficacité du système de production et la sécurisation des sources de revenus dans un contexte instable. Ce concept de viabilité permettra d'attester de la faisabilité économique des scénarios envisagés pour les exploitations d'élevage dans le Pays de Caux. Les résultats économiques fournis par le logiciel Olympe® sont traduits en indicateurs selon la méthode IDEA. La durabilité économique résulte des orientations techniques et financières du système de production. Cette dimension économique est appréhendée grâce à des indicateurs de la vivabilité économique du système, de son indépendance, de sa transmissibilité et de son efficacité.

La **vivabilité économique** caractérise l'efficacité économique du système selon la formule : $(EBE - \frac{1}{2} \text{amortissements} - \text{annuités}) / UTHF$.

La **dépendance financière** (annuités/EBE) permet d'évaluer la capacité d'adaptation de l'exploitation grâce à des nouveaux investissements. La **sensibilité aux aides publiques** (aides/EBE) atteste de la facilité d'adaptation face aux évolutions des politiques publiques.

L'*efficience du processus productif* est un indicateur du caractère économe des exploitations. Selon la formule (Produits-intrants)/produits pour l'atelier lait, l'efficience caractérise l'autonomie du système et leurs capacités à valoriser leurs propres ressources.

L'indicateur de *transmissibilité économique* évalue la capacité d'un système à perdurer d'une génération à l'autre. La formule de calcul est la suivante : capital d'exploitation/UTHF.

La méthode appliquée pour le diagnostic des différents scénarios permet de refléter les conséquences des différents modes de conduite des exploitations.

Annexe XX : Présentation de la diversité des exploitations

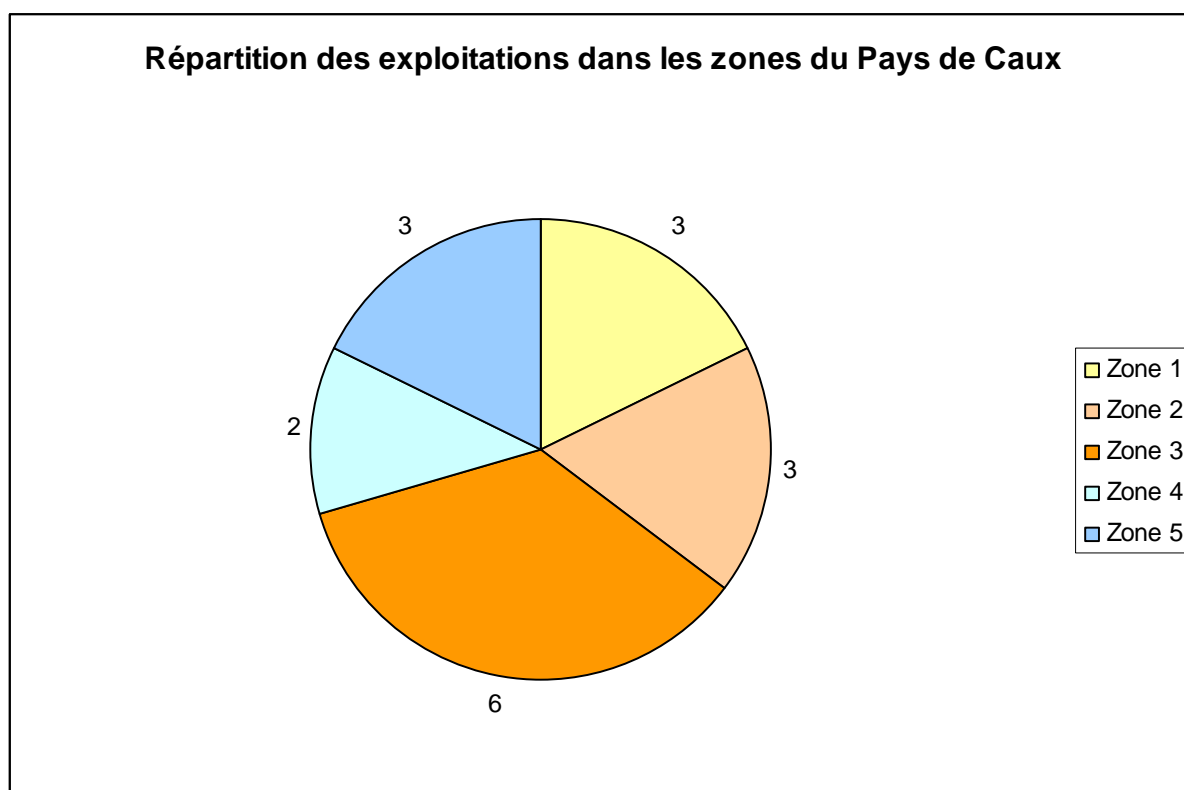
L'analyse descriptive de l'échantillon est préliminaire aux analyses multidimensionnelles. L'objectif est principalement de connaître la répartition des individus selon les valeurs des variables quantitatives.

L'échantillon est composé de 17 exploitations agricoles (individus statistiques). Ce faible nombre implique de prendre des précautions d'interprétation lors des analyses.

Une multitude de variables a pu être renseignée, néanmoins seules une vingtaine de variables ont été retenues pour les analyses : il s'agit de celles renseignées pour le maximum d'individus.

- **Variables localisation**

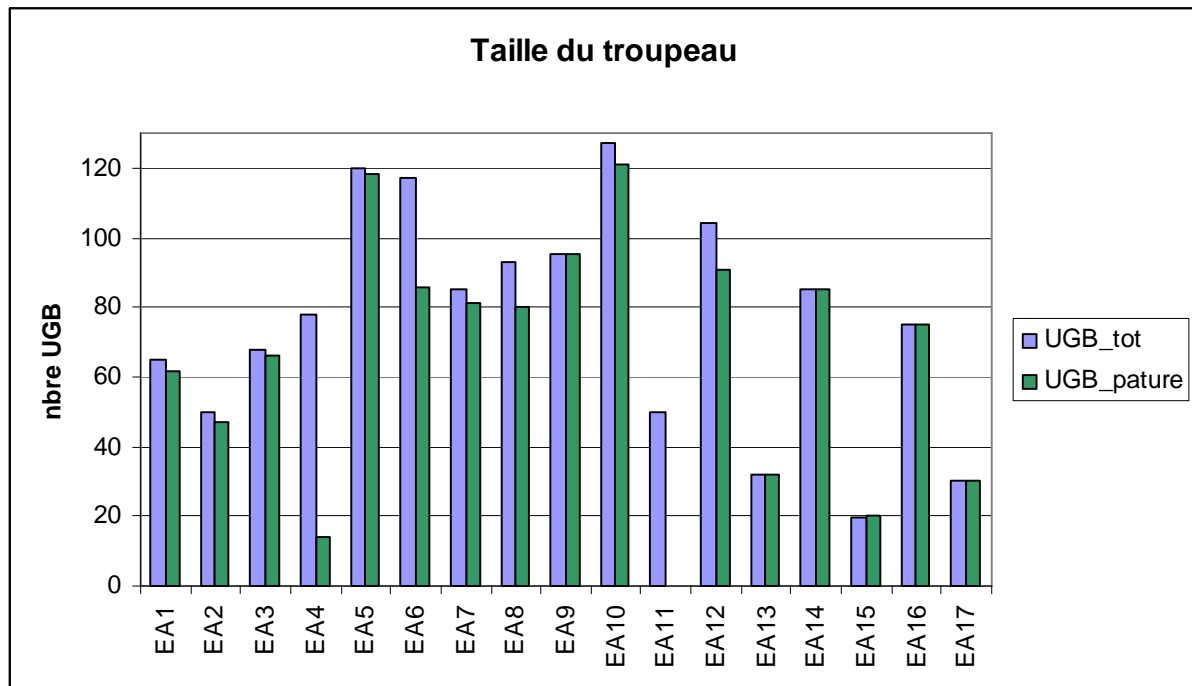
Zone



Les exploitations rencontrées sont localisées dans les 5 zones du Pays de Caux définies préalablement. La zone 3 est surreprésentée mais c'est dans cette zone qu'ont pu être rencontrés des systèmes originaux : élevage laitier sans maïs, élevage de bœufs avec vente directe de cidre, et élevage ovin.

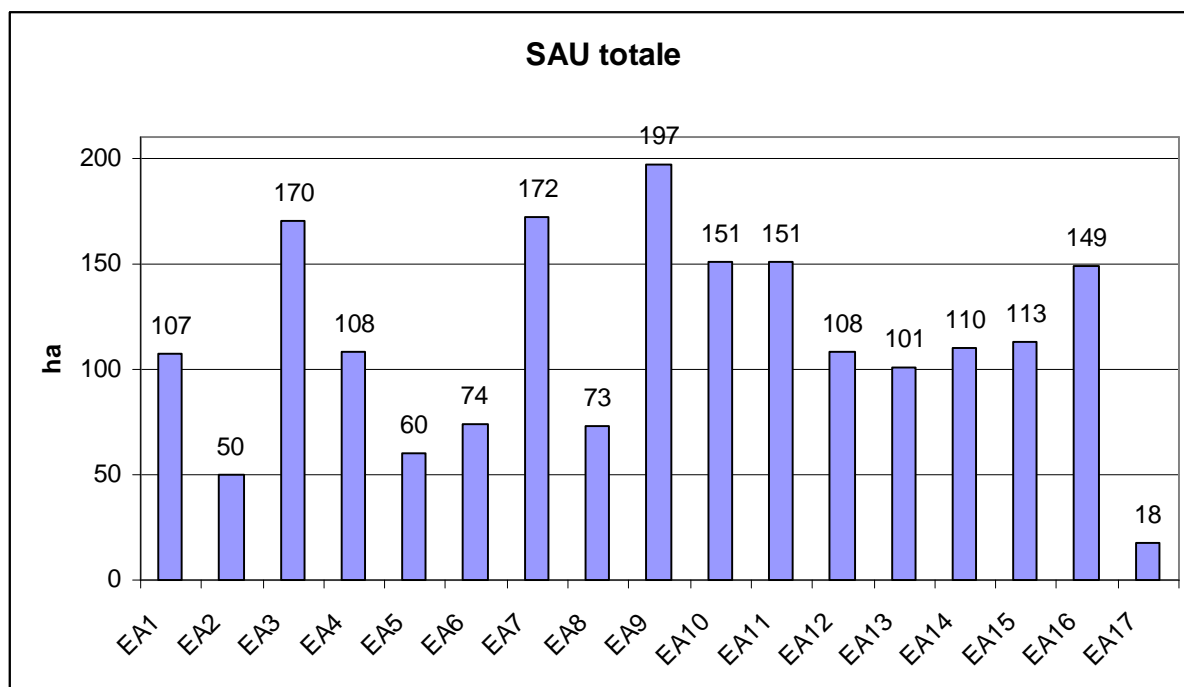
- **Variables de taille de l'exploitation:**

UGB



Les UGB totaux sont calculés à partir de la description des troupeaux et des coefficients de conversion utilisés pour la déclaration PAC 2009. Cette donnée ne permettant pas de dissocier les troupeaux en zéro pâturage des autres animaux, la variable UGB pâturage est créée. Elle correspond aux nombres d'UGB utilisateurs des surfaces en herbe.

SAU

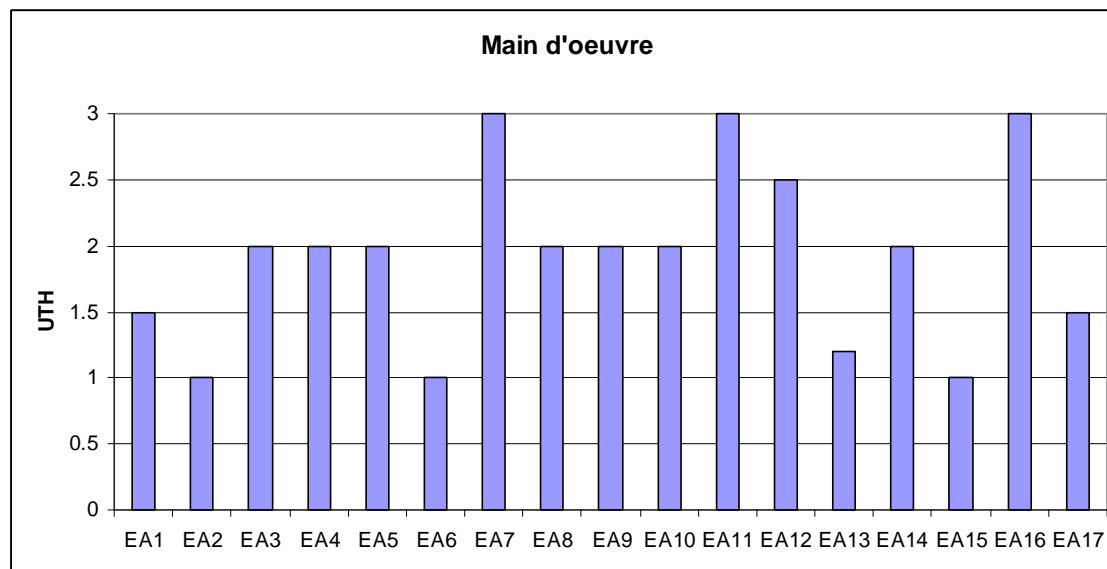


moyenne	112
médiane	108
écart type	48
min	18
max	197

Les SAU sont variables mais les exploitants agricoles rencontrés sont rarement propriétaires des terres qu'ils exploitent. Les élevages spécialisés n'excèdent rarement 75 ha. Les plus grandes exploitations en surfaces ont un système de polyculture-élevage orienté vers les cultures de vente et les cultures industrielles.

- **Variables descriptives de la main d'œuvre :**

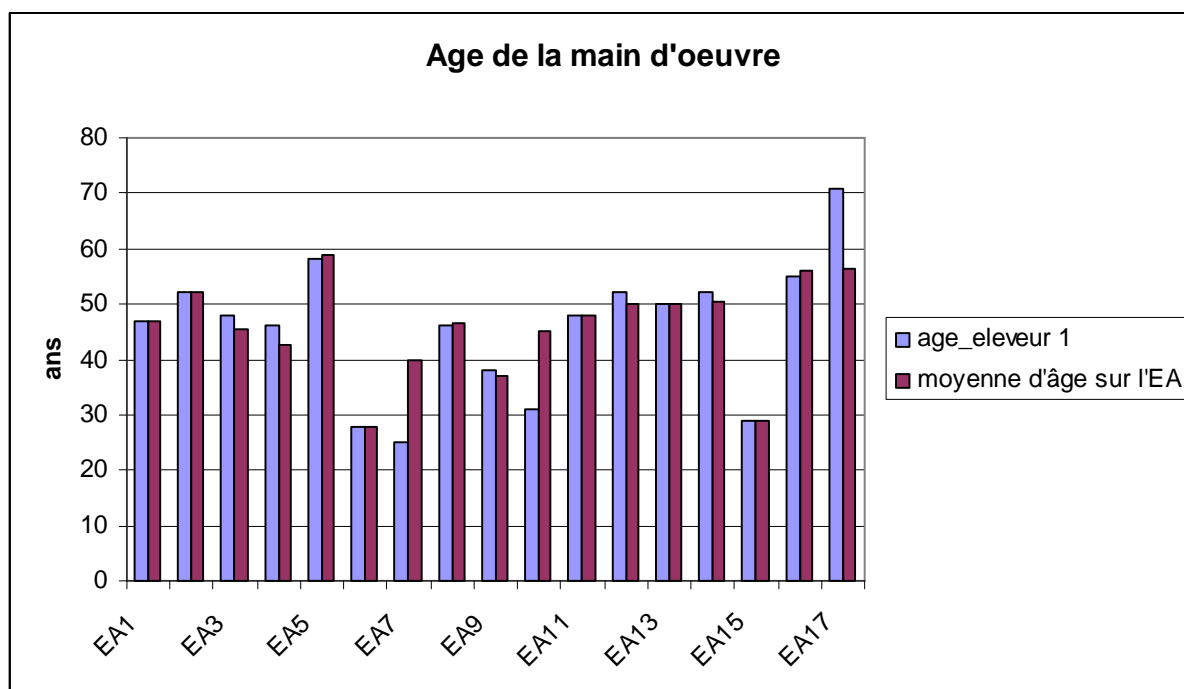
UTH



moyenne	1.9
médiane	2
écart type	0.7
min	1
max	3

Le volume de main d'œuvre employé sur les exploitations est la plupart du temps assimilable à celui d'une couple de personnes : mari/femme, ou une fratrie associée en GAEC. Lorsque le nombre d'UTH est supérieur à deux, il s'agit soit d'une association Père-mère-fils soit de l'emploi d'un salarié.

Age de la main d'œuvre

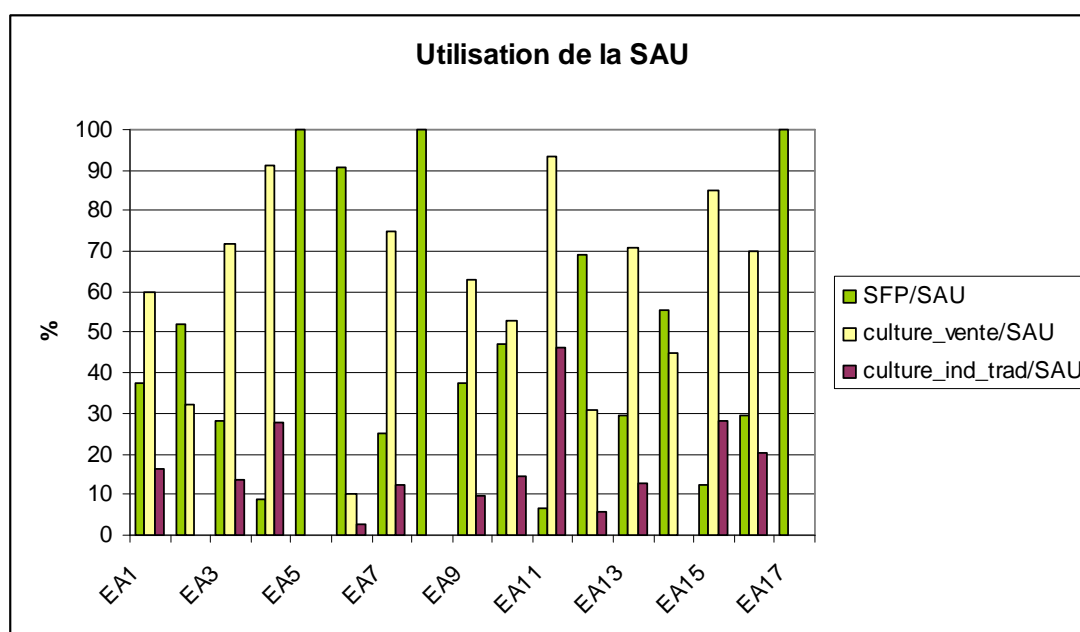


	Exploitant rencontré	Moyenne EA
moyenne	45.6	46
médiane	48	47
écart type	12	8.7
min	25	28
max	71	59

Les exploitants les plus jeunes ont tous repris une exploitation familiale après leurs études (BTS et diplôme d'ingénieur). Un couple d'exploitant est proche de la retraite et sans reprendre potentiel. Mais dans la plupart des cas, les exploitations rencontrées ont atteint leur rythme de croisière. Dans ces exploitations, lorsque l'exploitant principal a plus de 35 ans, la reprise sera assurée dans 7 cas sur 11.

- **Variables d'utilisation de la SAU :**

La SAU se répartit entre cultures fourragères (SFP/SAU) et cultures de vente (culture_vente/SAU). Mais des cultures de vente font la particularité du Pays de Caux : le lin, la betterave sucrière et la pomme de terre. Elles sont nommées cultures industrielles traditionnelles (culture_ind_trad) et permettent de dégager les plus importantes marges.



	SFP/SAU %	% culture_ind_trad	% culture_vente
moyenne	49	12	50
médiane	38	12	60
écart type	32	13	32
min	7	0	0
max	100	46	94

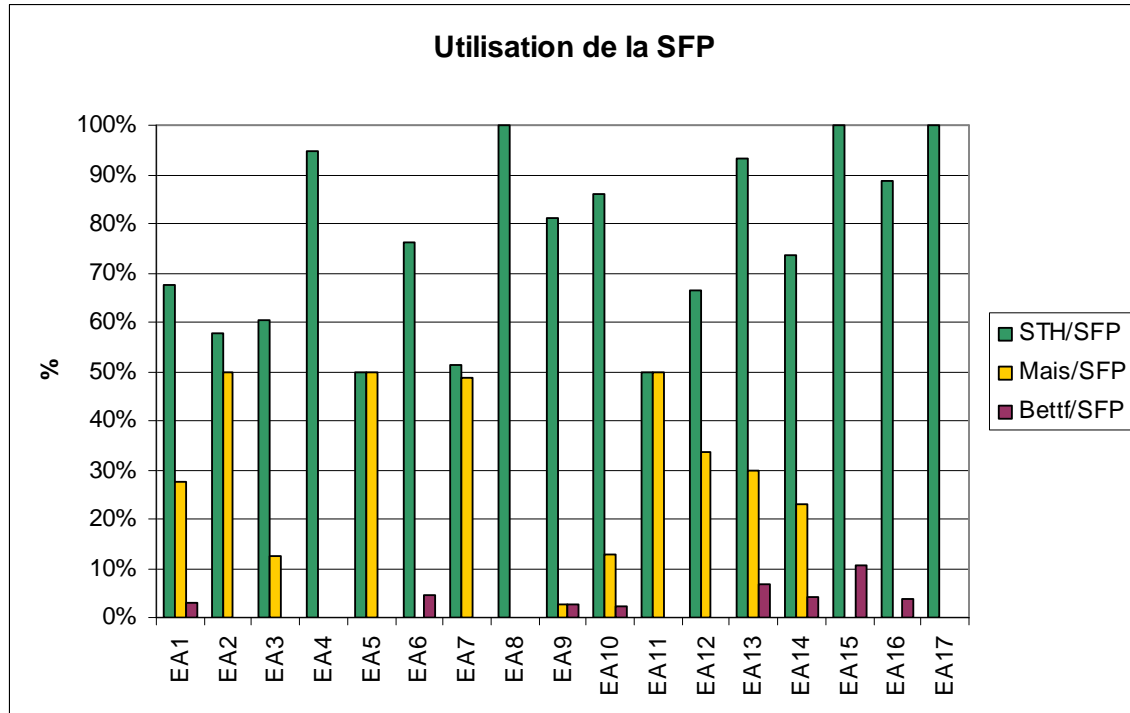
Une grande diversité d'utilisation de la SAU est observable à partir de ces 3 variables : des utilisations exclusivement herbagères, des utilisations sans cultures industrielles et une part variable des cultures industrielles.

La culture du lin est préférée à la pomme de terre chez les éleveurs rencontrés car il existe localement beaucoup d'entraide autour de cette culture. On peut noter que la betterave sucrière fait toujours partie de l'assolement des cultures industrielles.

La betterave fourragère est rarement produite sans être une production complémentaire de la betterave sucrière.

- **Variables utilisation de la SFP :**

Selon la définition retenue de la SFP, les surfaces en herbe (STH/SFP), en maïs ensilage (Maïs/SFP) et en betterave fourragère (Bett f/SFP) décrivent l'utilisation de la SFP de chaque exploitation.



	STH/SFP	Maïs/SFP	Bett/SFP
moyenne	0.77	0.21	0.02
médiane	0.76	0.13	0.00
écart type	0.18	0.21	0.03
min	0.50	0.00	0.00
max	1.00	0.60	0.11

Les surfaces en herbe prédominent dans la SFP des exploitations enquêtées. Toutes les associations de cultures fourragères sont représentées dans l'échantillon : tout herbe, herbe+maïs, herbe+betterave fourragère, herbe+maïs+betterave fourragère. L'importance relative de chaque culture est en lien avec le système d'élevage en place et nous l'interpréterons grâce à l'analyse multidimensionnelle.

- **Valorisation des surfaces en herbe par le pâturage**

Le pâturage est le mode de valorisation prioritaire des surfaces en herbe dans les exploitations d'élevage enquêtées.

Le tableau suivant représente l'importance relative du pâturage, dans la STH totale enquêtée, par type d'animaux valorisateurs d'herbe.

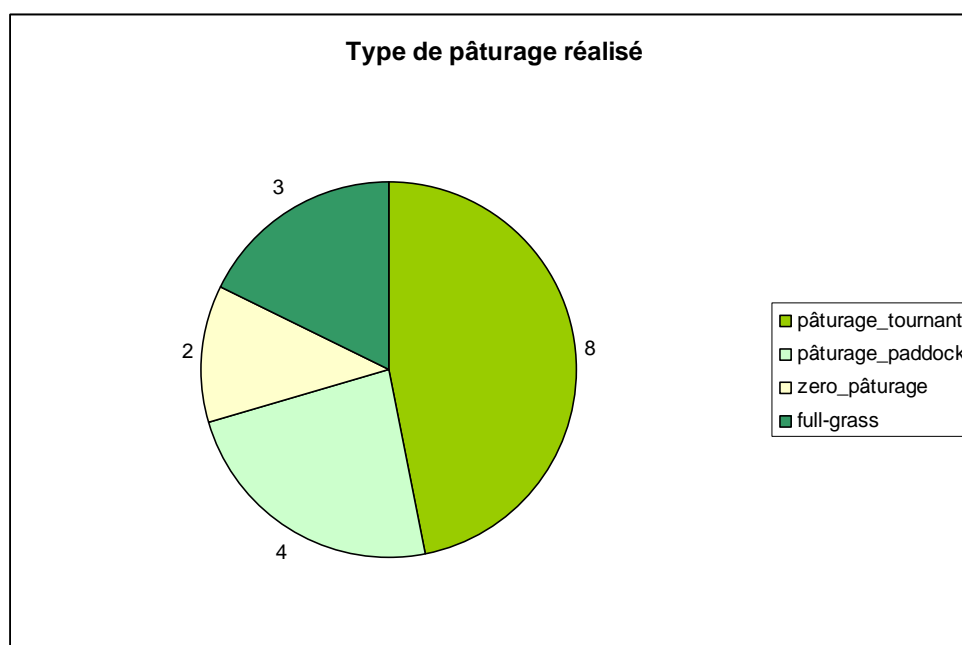
Type d'animaux	Ha valorises par pâturage	Part de la STH
Elèves	159.6	28%
Vaches allaitantes	149	26 %
Vaches laitières	118	21%
Boeufs	39	7%
Moutons	23	4%
Chevaux	18	3%

Tableau 12: Utilisation de la STH par le pâturage des animaux

Rm : Part de la STH= ha valorisés par pâturage/ somme de la STH dans les 17 exploitations enquêtées

Les élèves (veaux et génisses) sont les principaux utilisateurs de l'herbe pâturable dans les exploitations rencontrées, puis par ordre d'importance : les vaches allaitantes, les vaches laitières, les bœufs, les moutons et les chevaux.

Les types de pâturage entrepris sont présentés ci-après selon l'effectif des exploitations.



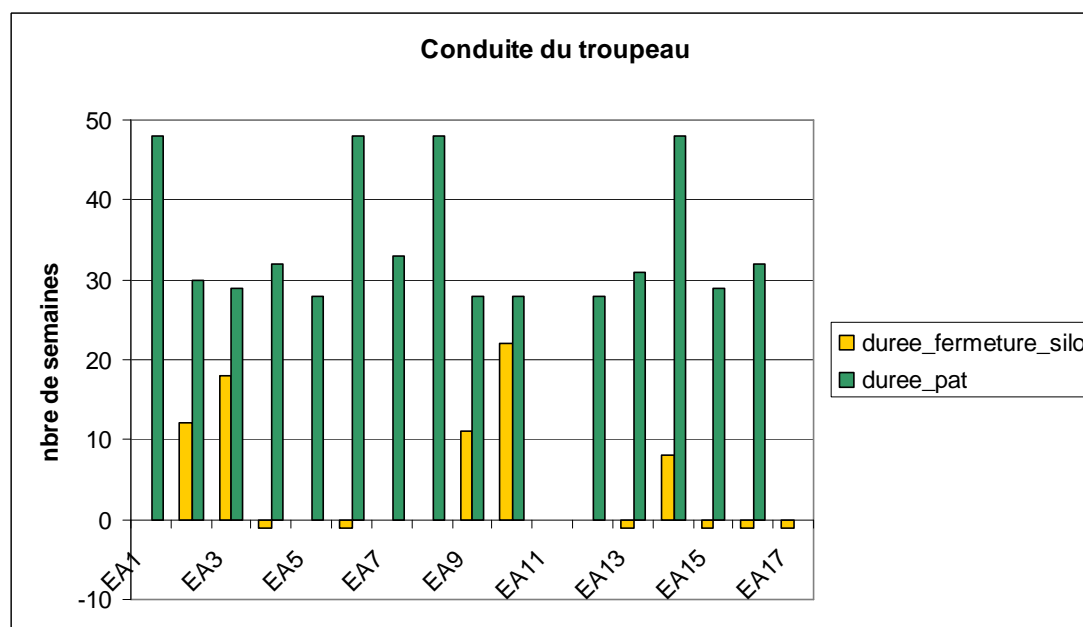
Rm : les numéros correspondent aux effectifs des exploitations pour chaque modalité.

Le pâturage tournant, non rationné, est le type de valorisation dominant des surfaces pâturables par les vaches. Le pâturage tournant rationné (pâturage_paddock) est réalisé surtout quand les surfaces accessibles au pâturage et réellement utilisées sont faibles.

- **Variables de conduite du troupeau**

Le pâturage est, dans les exploitations laitières principalement, une voie d'alimentation qui se gère en parallèle du silo de maïs ensilage.

La durée du pâturage (*duree_plein_paturage*) et la durée de fermeture du silo (*duree_fermeture_silo*) sont estimées en semaines.



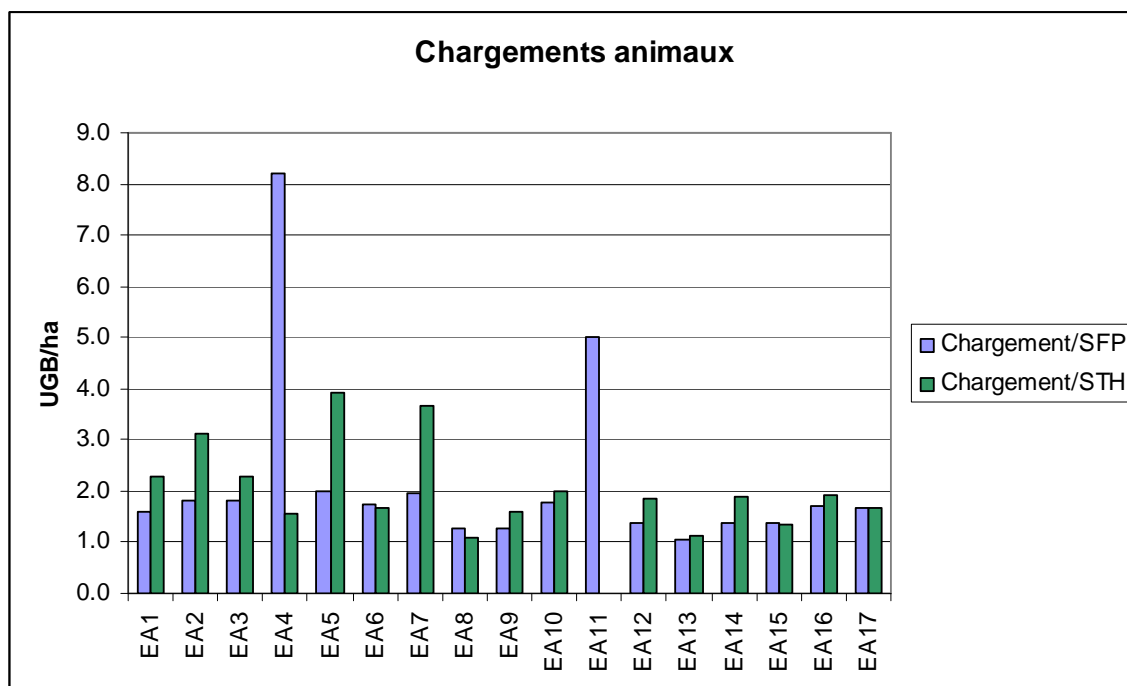
Rm : Valeurs inférieures à zéro= absence de silo

	durée pâturage	durée fermeture silo
moyenne	21.6	6.5
médiane	22.5	0
écart type	10.3	8.2
min	0	0
max	48	22

Près de la moitié des exploitations rencontrées ne ferment jamais le silo durant l'année. Dans ces exploitations le maïs est à la base de l'alimentation des troupeaux. Néanmoins, comme la durée de fermeture du silo est caractéristique des exploitations laitières, cette variable ne sera utilisée que en tant que variable illustrative.

La durée totale de pâturage permet de distinguer les exploitations pratiquant le pâturage toute l'année (EA1, EA6, EA8, EA14) des autres. Quelques exploitations se démarquent par une durée de pâturage supérieure à 30 semaines : EA4, EA7, EA16.

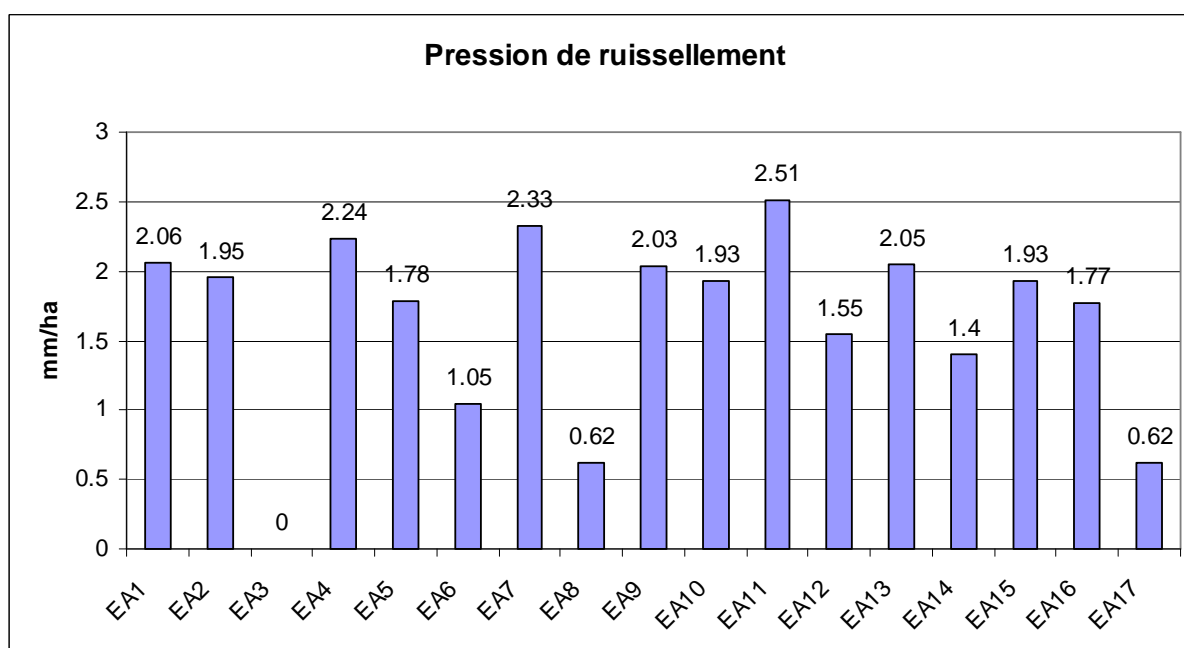
Alors que les chargements animaux sur la SFP (Chargement/SFP) permettent de dissocier les deux élevages ayant un atelier de taurillons, le niveau de chargement sur la STH (Chargement/STH) est un indicateur de la gestion du pâturage. Il est calculé à partir des UGB_pâturé.



	Chargement/SFP	Chargement/STH
moyenne	2.2	1.9
médiane	1.7	1.8
écart type	1.8	1.0
min	1.1	0.0
max	8.2	3.9

Rm : certaines valeurs de chargement/STH sont importantes. L'intensification des prairies est d'usage dans certaines exploitations d'élevage

- **Ruissellement**



moyenne	1.74
médiane	1.93
écart type	0.56
min	0.62
max	2.51

Médiane – 2écarts type = 0.8

Les simulations bio-physiques sous le logiciel DIAR permettent d'obtenir des pressions de ruissellement variables. Nous considérerons que pour l'échantillon d'exploitations d'élevage analysé, les risques de ruissellement sont faibles pour une lame d'eau ruisselée entre 0 et 0,8 mm/ha/an, qu'ils sont modérés entre 0,8 et 1,93 mm/ha/an et qu'ils sont élevés au dessus de 1,93 mm/ha/an. Ainsi, les exploitations tout herbe (EA 8 et EA17) se démarquent avec les ruissellements les plus faibles et l'exploitation cultivant de la pomme de terre (EA11) avec le ruissellement le plus élevé. Les autres exploitations présentent des risques variables qui ne sont pas explicables aussi facilement. Cette valeur de ruissellement fait partie des variables à expliquer grâce à des variables explicatives liées au fonctionnement des exploitations d'élevage.

Annexe XXI : Caractéristiques des surfaces en herbe rencontrées dans le Pays de Caux: synthèse des entretiens réalisés

		Type de prairies	Pérennité	Espèces	Localisation	Fonction
Système fourrager	STH	Prairie permanente	+ de 5 ans	Graminées variées	A proximité des bâtiments d'élevage	Pâturage VL + fauche (foin)
					Sur les terres de mauvaise qualité	Pâturage (VA, élèves)
		Prairie temporaire à caractère permanent	+ de 5 ans	Graminées seules ou en mélange avec des légumineuses	A proximité des bâtiments d'élevage	Pâturage VL + fauche
		Prairie temporaire ressemée	Moins de 5 ans	RG + TB	A proximité des bâtiments d'élevage	Pâturage VL + fauche
	Couvert environnemental	+ de 5 ans	RG	Sur les terres de mauvaise qualité	Pâturage + fauche (foin), sans apport de fertilisants	
	Hors STH	Prairie temporaire courte durée	12 mois à 24 mois	RG + TB	A proximité des parcelles pâturables ou des bâtiments d'élevage	Pâturage + fauche
	Prairie en dérobées	Moins de 12 mois	RGI Fétuque Colza-avoine	A proximité des parcelles pâturables	Pâturage	
Hors système fourrager	Bande enherbée	+ de 5 ans	Graminées variées	A proximité des cours d'eau ou sur des zones de passage d'eau dans des parcelles cultivées	Protection environnementale	
	Prairie inondable	+ de 5 ans	Graminées variées	En fond de vallée	Non utilisable pour le pâturage/non mécanisable Protection environnementale	

RG : Ray Grass
TB : Trèfle Blanc

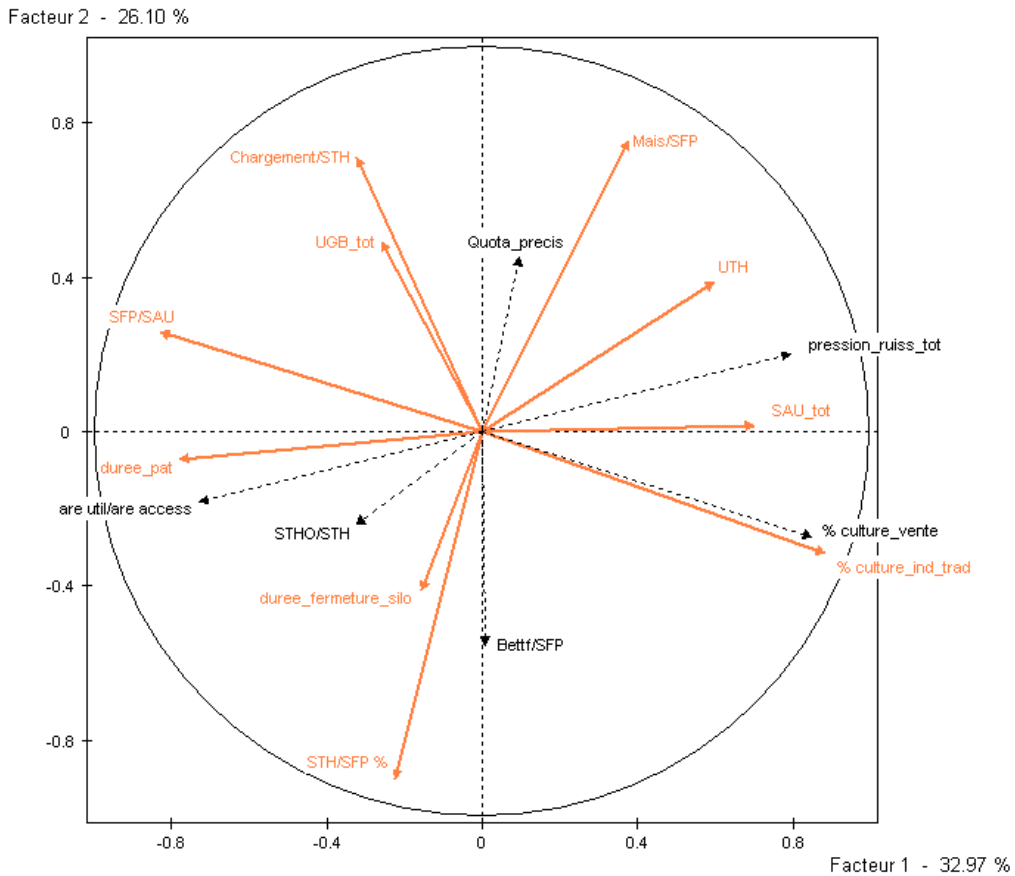


Figure 39: Projection des variables continues actives et illustratives du fonctionnement des exploitations (procédure SPAD)
 Orange= variable active, noir=variable illustrative

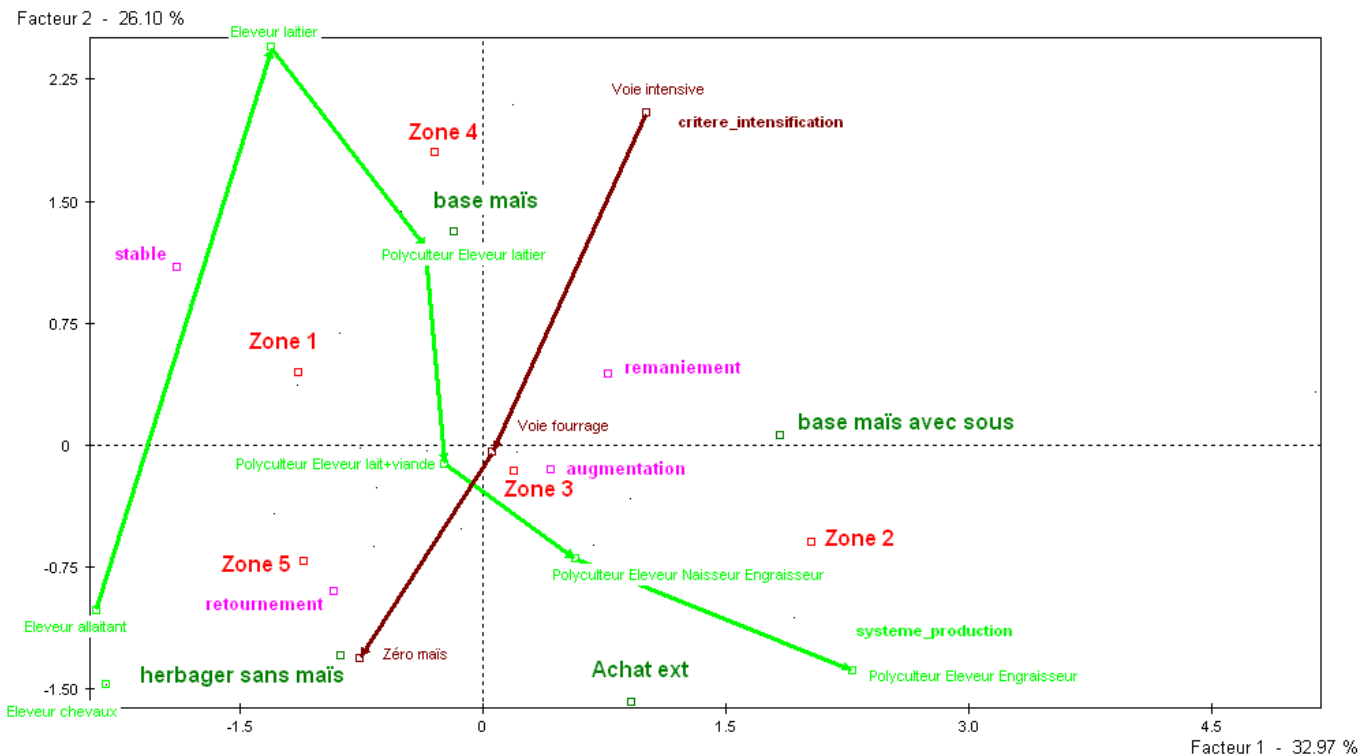


Figure 40: Projection des variables nominales illustratives complétant l'analyse du fonctionnement des exploitations (procédure SPAD)

Annexe XXII : Analyse en Composantes Principales et fonctionnement

L'analyse multidimensionnelle présentée ci-après est réalisée sous SPAD (vs 5.5) à partir de variables quantitatives qui synthétisent les modalités de fonctionnement des exploitations d'élevage rencontrées.

La **taille de l'exploitation** est estimée grâce à la taille du troupeau (nombre d'UGB totaux), au nombre d'hectares exploités (SAU totale) et grâce à la main d'œuvre opérante (UTH).

Deux variables sont sélectionnées pour avoir une indication sur l'**utilisation de la SAU** : le pourcentage de cultures industrielles traditionnelles (lin, betterave sucrière et pommes de terre) et le pourcentage de l'assolement fourrager dans l'assolement total.

Les critères d'**utilisation de la SFP** retenus sont la part de l'herbe dans cette surface (STH/SFP) et la part du maïs ensilage dans l'assolement fourrager (Maïs/SFP). La part de la betterave fourragère dans la SFP peut être déduite de ces deux valeurs puisque l'assolement fourrager considéré n'est constitué que de ces trois types de fourrages. Pour plus de lisibilité, la variable Betterave fourragère/SFP sera présentée en illustratif.

La **conduite du troupeau bovin** quant à elle est simplifiée à des critères d'alimentation (durée du pâturage, durée de fermeture du silo de maïs) et un critère d'intensification des surfaces : le chargement de la STH en UGB/ha.

Ce modèle permet d'expliquer, selon l'axe 1-2, 59% de la variabilité de l'échantillon.

L'analyse sera complétée par l'observation de variables illustratives tel que le pourcentage de cultures de vente, la pression de ruissellement totale occasionnée par l'exploitation, le quota laitier, la part de l'herbe non retournable (STHO/STH), la part de surface accessible au pâturage réellement utilisée. Plusieurs variables qualitatives seront projetées : les zones du Pays de Caux, le système de production, le système fourrager, la voie fourragère (définie à partir du pourcentage de maïs dans la SFP), et la tendance d'évolution des surfaces en herbe (Figure 40)

La Figure 39 présente la projection des variables quantitatives actives et illustratives sur le cercle des corrélations. L'axe 1 oppose des individus ayant une SAU importante et une part de culture industrielles importantes et des individus privilégiant la part de la SFP dans la SAU. Cet axe dissocie une utilisation fourragère dominante des surfaces et une orientation des surfaces vers les cultures à forte valeur ajoutée (indépendantes de l'élevage). La part des cultures industrielles est étroitement corrélée à la part des cultures de vente. Les exploitations à orientation fourragère sont aussi celles qui valorisent le plus les surfaces en herbe accessibles autour des bâtiments. Les exploitations à orientation cultures sont des exploitations plus grandes et ruisselant beaucoup.

L'axe 2 met en évidence les stratégies d'utilisation des surfaces fourragères. D'un côté, les exploitations privilégiant l'herbe se démarquent. Elles ont une utilisation relativement extensive des surfaces en herbe et elles peuvent mettre en place des stratégies fourragères diversifiées, à base de betterave fourragère par exemple. De l'autre côté, les exploitations ont plutôt une utilisation intensive des surfaces en herbe, associée d'ailleurs à une alimentation à base de maïs.

Le graphique des individus présenté Figure 41 met en évidence une forte contribution de l'individu EA11 à l'élaboration de l'axe 1 et 2. Une analyse a été effectuée en excluant cet individu mais l'interprétation des axes est identique. Compte tenu du fait que cet individu, « patatier » éleveur de taurillons, permet de représenter un fonctionnement intéressant pour appréhender la diversité des exploitations d'élevage dans le Pays de Caux, les résultats suivant intégreront cet individu extrême.

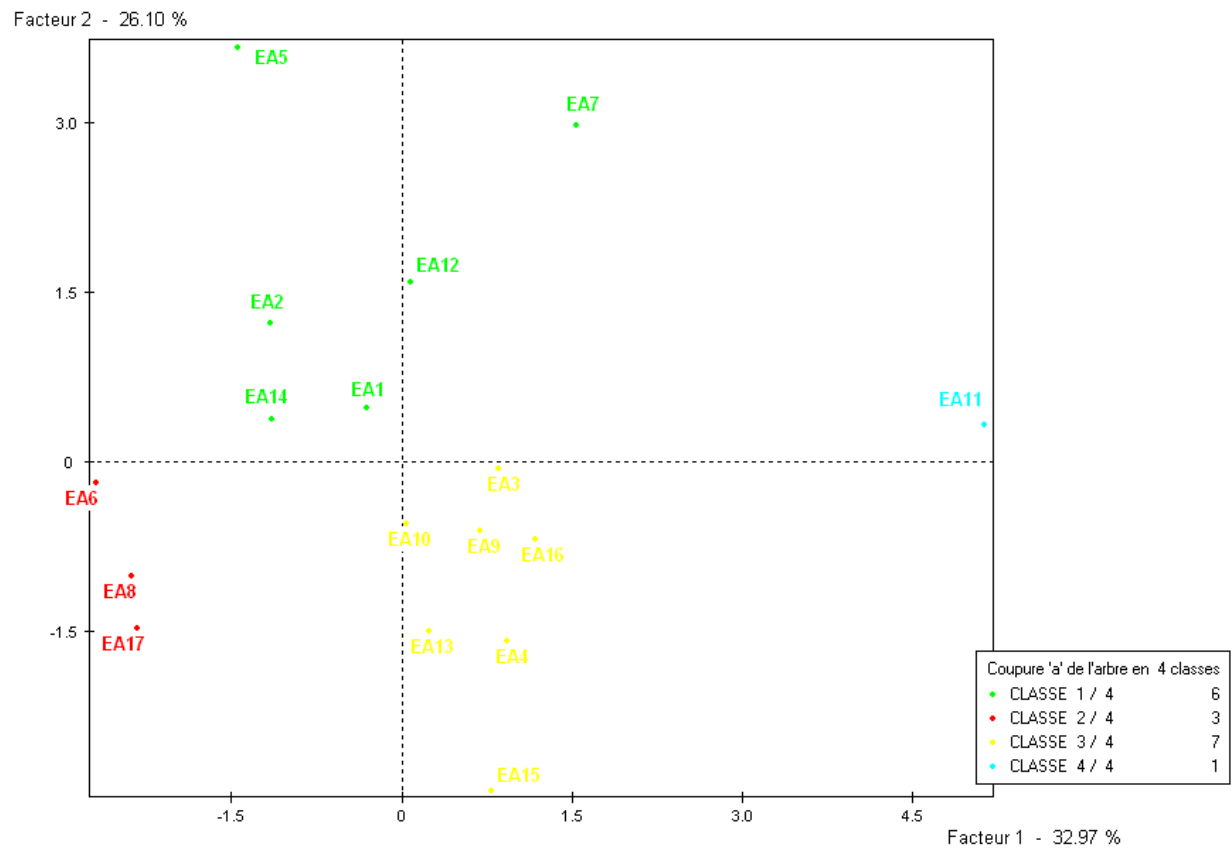


Figure 41: Graphique des individus et classification hiérarchique en 4 classes selon les variables de fonctionnement des exploitations (procédure SPAD)

Au regard des variables illustratives qualitatives, l'analyse des projections le long des axes 1 et 2 est affinée.

Les individus ayant une utilisation intensive des surfaces en herbe sont plutôt des polyculteurs ou éleveurs laitiers chez qui le maïs est à la base de l'alimentation des bovins. Dans les zones 1 et 4, ces systèmes sont assez caractéristiques.

L'orientation fourragère est commune chez les éleveurs allaitant et les éleveurs de chevaux qui ont une surface en herbe importante et qui l'utilise de façon extensive. Ce systèmes herbagers sans maïs plutôt caractéristiques de la zone 5 s'opposent à des systèmes polyculteurs (éleveur naisseur engraisseur ou éleveur engraisseur) orientés vers les cultures de vente. Plutôt situés dans la zone 2, ces individus choisissent soit d'acheter l'aliment à l'extérieur soit de saisir une opportunité marchande en récupérant des sous produits issus des cultures de vente (pulpe de betterave et de pommes de terre notamment).

Le profil moyen de fonctionnement des exploitations d'élevage enquêtées serait proche d'un système de polyculture avec un atelier lait et viande dans lequel la voie fourrage est privilégiée est dans lequel les surfaces en herbe ont tendance à augmenter.

Une classification hiérarchique effectuée sous Spad (méthode Recip/semis puis Parti/décla) regroupe les individus enquêtés en quatre classes présentées Figure 41:

- L'individu EA11 constitue une classe (classe 4) à lui tout seul. Il est caractéristique des exploitations dans lesquelles l'élevage n'est pas utilisateur de surfaces en herbe. Avec une prédominance des cultures à risques (pomme de terre, betterave, maïs), ce type d'exploitation à élevage hors sol ruisselle beaucoup et présente une menace environnementale pour le Pays de Caux.

- La classe 3 rassemble des exploitations d'élevage ayant un atelier viande spécialisé, non issu du troupeau laitier (élevage naisseur, naisseur engraisseur ou avec achat d'animaux pour l'engraissement). Dans ce groupe le pourcentage de culture de vente est élevé et discriminant. Quatre individus utilisent de la betterave fourragère et cultivent aussi de la betterave sucrière.

- La classe 2 est composée d'exploitations d'élevage dont la SAU est presque exclusivement réservée aux surfaces fourragères, maïs exclu. Par conséquent, ce sont des exploitations générant des risques de ruissellement érosif plus faible. Il s'agit de systèmes originaux et atypiques dans leur fonctionnement fourrager : soit 100% herbe soit sans maïs en élevage laitier.

- La classe 1 regroupe des individus n'ayant pas d'atelier viande spécialisé. Il s'agit principalement d'exploitations ayant un troupeau laitier. Cette classe est discriminée par une part important du maïs ensilage dans l'assolement fourrager et une faible utilisation des surfaces en herbe pour lesquelles le chargement élevé.

Cette analyse démontre la robustesse des stratégies d'utilisation des surfaces fourragères dans les exploitations d'élevage du Pays de Caux. La présence d'un atelier viande spécialisé est le premier facteur qui guide l'utilisation des surfaces fourragères. Ce type d'atelier oriente plutôt vers une utilisation herbagère et extensive alors que la présence d'un atelier lait réduit l'utilisation de l'herbe pour privilégier le maïs et ce indépendamment de l'orientation des surfaces de l'exploitation (fourrages/cultures). Néanmoins, plusieurs cas particuliers détournent cette règle et se démarquent : les élevages de taurillons classiquement sans pâturage, les élevages tout herbe et les élevages laitiers sans maïs ensilage.

La diversité de l'échantillon se synthétise donc en deux logiques de fonctionnement assez classiques liées au type de productions issues de l'atelier de production animale (classes 1 et 3) et en deux types de logiques liées à des stratégies d'utilisation « hors normes » ou extrêmes des surfaces en herbe (classes 2 et 4). Les spécificités d'utilisation des surfaces en herbe font l'objet d'une nouvelle analyse multidimensionnelle.

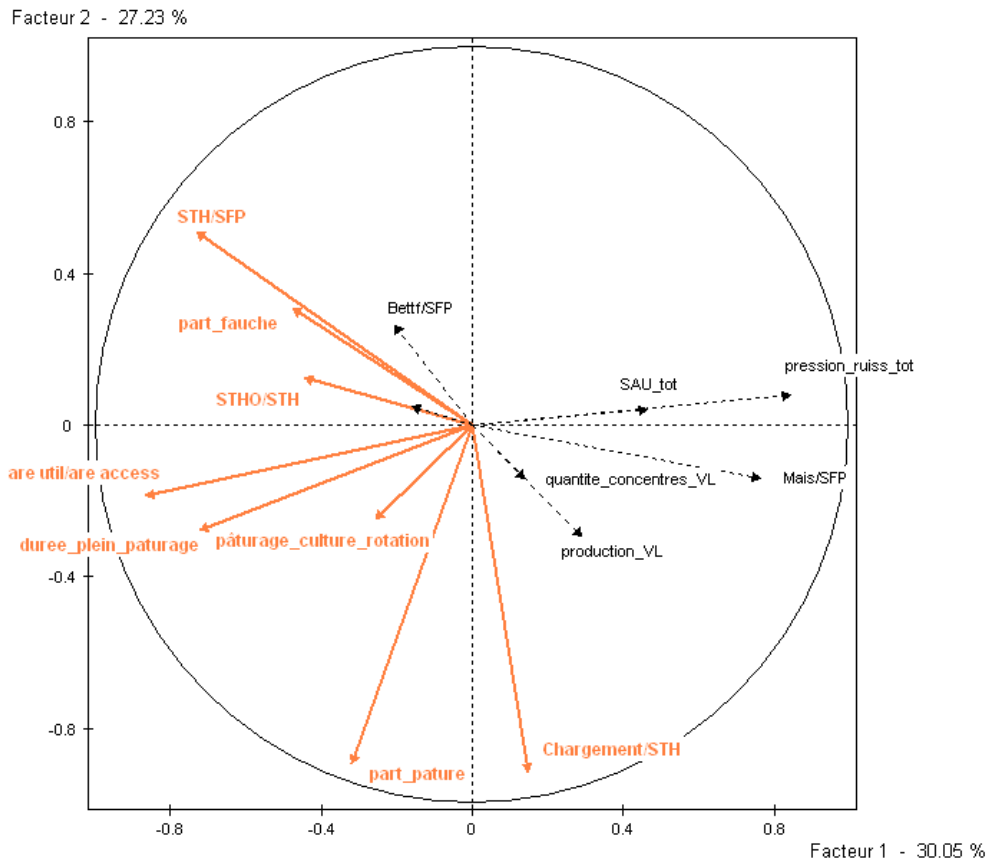


Figure 42: Projection des variables continues actives et illustratives descriptives de l'utilisation des surfaces en herbe (ACPI, procédure SPAD)

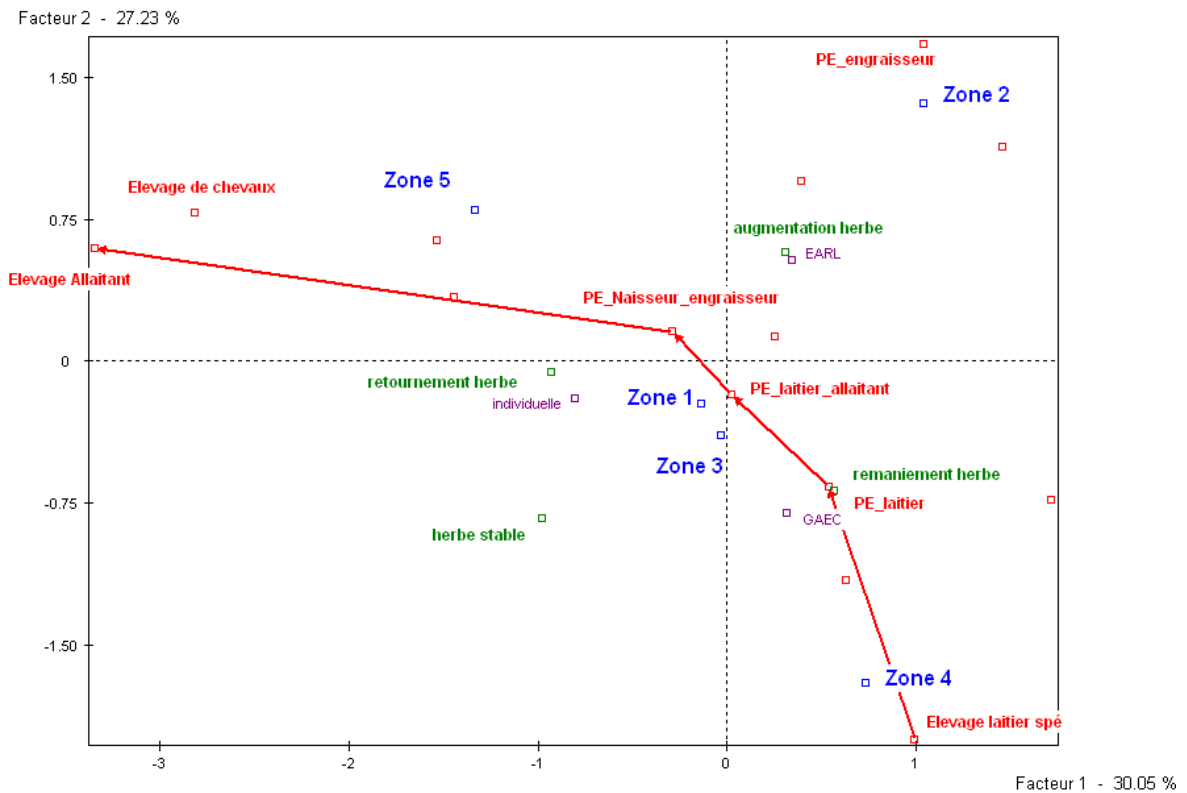


Figure 43: Projection des variables nominales illustratives de l'utilisation des surfaces en herbe (procédure SPAD)

Annexe XXIII : Analyse en Composantes Principales et utilisation des surfaces en herbe

Une Analyse Multidimensionnelle en Composantes Principales est effectuée à partir de variables quantitatives descriptives des stratégies d'utilisation des surfaces en herbe dans une exploitation d'élevage.

La **place des surfaces en herbe dans la SFP** est appréciée par les variables STH/SFP et STHO/STH. Le **rôle de l'herbe pour l'alimentation des animaux** est estimé par le pourcentage de surfaces en herbe pâturées et de surface en herbe fauchées (pour la réalisation de foin, d'enrubannage et d'ensilage d'herbe). Les variables Chargement/STH, durée de plein pâturage, pourcentage d'ares pâturés par rapport aux ares accessibles, et le nombre d'hectares d'herbe pâturés inclus dans une rotation permettent de caractériser la **gestion du pâturage**.

Le modèle explique 57% de la variabilité exprimée par l'échantillon. Et la projection des variables selon les axes 1 et 2 illustre que l'analyse portant sur l'utilisation des surfaces en herbe se fait au regard de variables illustratives d'un autre ordre. Elles figurent en pointillé sur le cercle des corrélations de la Figure 42, il s'agit de la pression de ruissellement, de la SAU, de la production laitière, de la quantité de concentrés consommée estimée par vache laitière et par la part de betterave fourragère dans la SFP.

Le graphique obtenu Figure 42 est difficile à interpréter puisque l'interprétation des axes ne peut reposer uniquement sur l'utilisation des surfaces en herbe. La part du maïs dans la SFP est corrélée positivement à la pression de ruissellement et négativement à la part d'herbe dans la surface fourragère.

De manière générale, l'axe 1 démontre que l'utilisation de l'herbe dans une exploitation diminue la pression de ruissellement et qu'elle s'oppose à l'utilisation du maïs ensilage. De plus, le maintien des surfaces en herbe semble passer par une bonne valorisation des surfaces en herbe accessibles. La présence de surfaces en herbe bien valorisées permet d'augmenter la durée de plein pâturage.

L'interprétation des variables actives et illustratives permet de mettre en évidence deux stratégies d'utilisation de l'herbe dissociables le long de l'axe 2, d'une part, une stratégie visant à **minimiser les surfaces en herbe** et d'autre part une stratégie de **maintien des surfaces en herbe** à un niveau élevé.

Lorsque l'utilisation de l'herbe est réduite, le pâturage est souvent la seule valorisation envisagée de ces surfaces et cela implique une intensification des surfaces en herbe. Les exploitations laitières sont assez caractéristiques de cette stratégie, et ce d'autant plus que la production laitière est élevée.

Au contraire, lorsque les surfaces en herbe sont maintenues à une part importante de la SFP, la production herbagère permet de constituer des stocks d'herbe fauchée sous différentes formes. Notons que le foin ressort des entretiens comme le fourrage principal pour les animaux adultes et que les autres fourrages conservés (ensilage, enrubannage) sont destinés à l'alimentation des élèves. Néanmoins, le maintien des surfaces en herbe est fortement corrélé à une contrainte pratique : l'herbe est la seule culture possible sur des surfaces non retournables. La présence d'un troupeau allaitant ou de chevaux permet de valoriser ces terrains non cultivables.

Il n'existe pas de liens évidents entre l'évolution prévue des surfaces en herbe sur les exploitations et les stratégies d'utilisation de ces surfaces. Il est probable, comme le montre la Figure 43, que les individus chez qui l'herbe se maintient aujourd'hui auraient tendance à vouloir soit stabiliser leurs surfaces soit à les retourner.

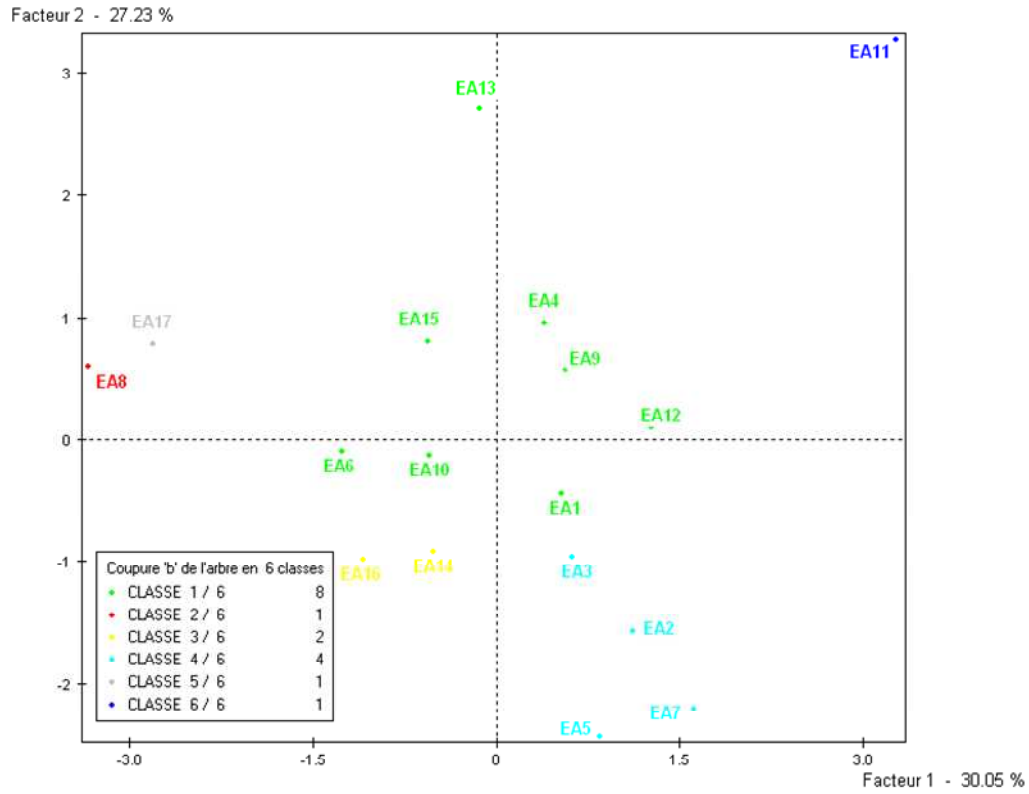


Figure 44: Graphes des individus et classification en 6 classes selon l'utilisation de l'herbe (procédure SPAD)

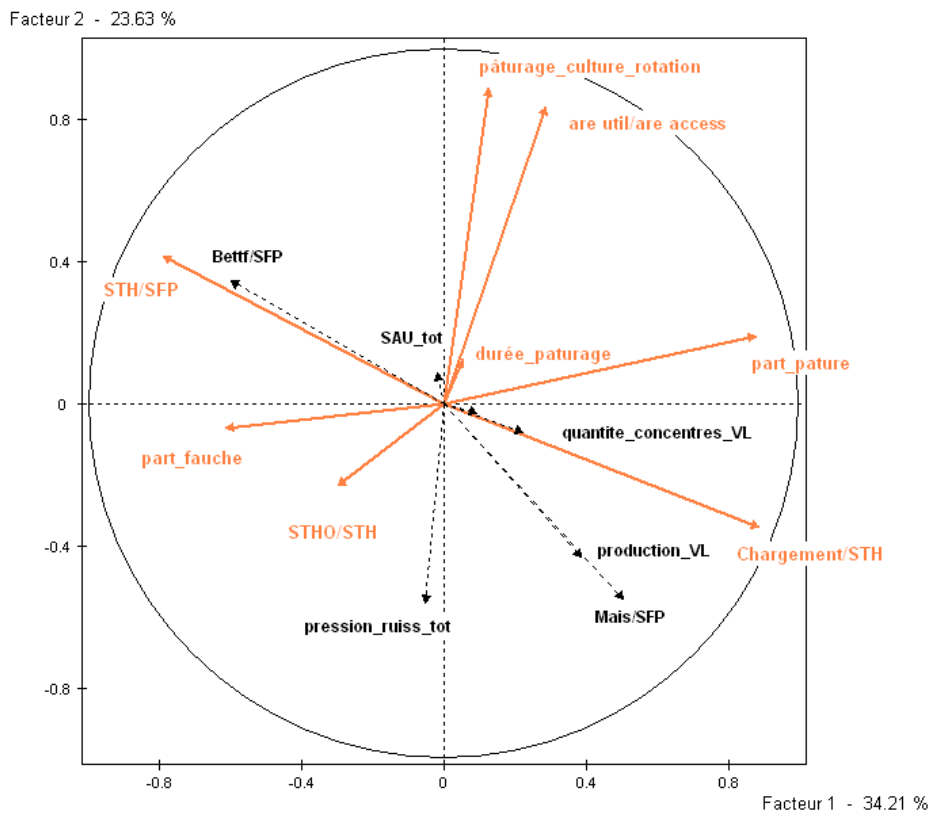


Figure 45: Cercles des corrélations de l'ACP sur l'utilisation des surfaces en herbe (sans EA8, EA17, EA11)

Une première classification hiérarchique (Figure 44) permet d'identifier 6 classes d'individus dont 3 classes composées d'un individu extrême : EA11 n'est pas utilisateur de surface en herbe, et EA17 et EA8 ont un système fourrager tout herbe. Ils sont donc exclus dans la classification hiérarchique présentée Figure 45 afin de caractériser les autres individus. Trois classes se distinguent (Figure 46) :

- la classe 1 est composée de 7 exploitations agricoles dans lesquelles les surfaces en herbe sont faibles. Le pâturage a une durée plus courte et le maïs complète la ration estivale.
- La classe 2 regroupe 4 exploitations d'élevage intégrant l'herbe dans une rotation culturale en tant que prairies temporaires, herbe en dérobées ou cultures intermédiaires. Ces surfaces en herbe sont pâturées ce qui permet une bonne valorisation des surfaces accessibles autour des bâtiments.
- La classe 3 maintient des surfaces en herbe et favorise le pâturage. Les 3 exploitations constitutives de cette classe ont saisi un élément de contexte opportun pour ne pas réduire leurs surfaces en herbe ou protéger leurs parcelles des risques de ruissellement par un enherbement (pâturage de moutons, vente de foin).

Au final 5 classes sont caractéristiques de l'utilisation et de la valorisation de l'herbe dans le Pays de Caux.

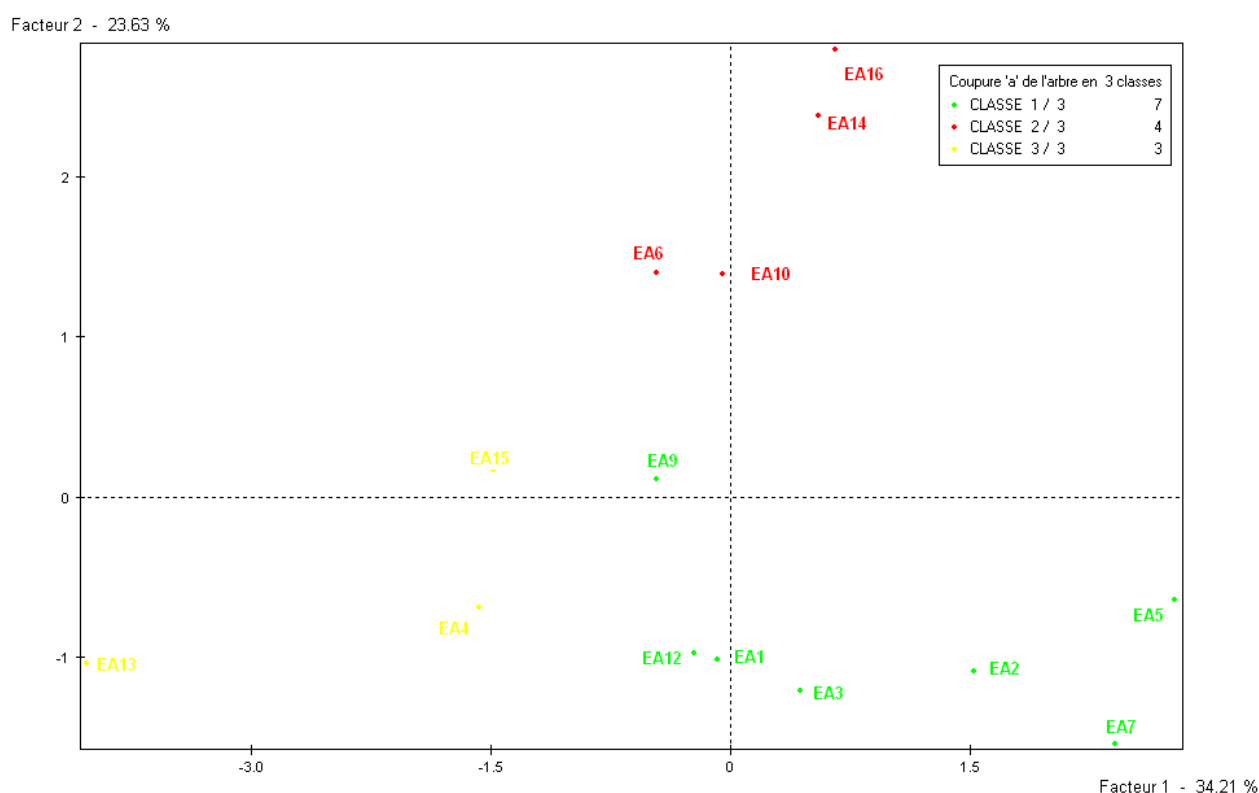


Figure 46: Graphiques des individus et classification en 3 classes selon l'utilisation de l'herbe (EA11, 17 et 8 exclus)

Annexe XXIV : L'herbe en rotation dans les exploitations d'élevage enquêtées réduit les risques de ruissellement

Lorsque l'herbe est incluse dans une rotation elle peut avoir la fonction d'une prairie temporaire (de courte durée) ou d'une culture dérobées (en tant que culture intermédiaire).

- La diversité des rotations

Chez les laitiers, cette spécificité se traduit par la mise en place d'une prairie de Ray Grass pendant 18 mois. A proximité des bâtiments d'élevage, la prairie est incluse dans deux types de rotations : **betterave/blé/ray grass/maïs/orge** ou **blé/triticales/ray grass/betterave**. Les cultures de vente sont maintenues et les surfaces en herbe sont valorisées par du pâturage et de la fauche de foin. La gestion des surfaces est assez flexible. Dans les deux cas, la durée du pâturage est rallongée soit par une sortie précoce au champ (février) soit par l'allongement du pâturage en automne. Deux logiques opèrent dans ces exploitations. Soit l'implantation du ray gras est motivée par la création de fourrage pour les animaux, soit la fonction première du ray gras est celle d'une interculture. Dans le cas où le ray grass assure principalement la couverture du sol l'hiver, il est localisé dans des zones en pente. L'élevage favorise la diversification des cultures intermédiaires.

Chez les éleveurs allaitants, les rotations incluant de l'herbe sont plus spécifiques.

Dans un cas, un ray grass de 12 mois tourne dans une rotation du type **orge d'hiver/ray grass/blé**. Cette culture de l'herbe sert principalement à créer des stocks : enrubannage (en première coupe précoce), foin (en deuxième temps après un long temps de repousse). De plus, les parcelles en ray grass sont mitoyennes des parcelles pâturées pour servir de tampon au pâturage au cas où la pousse de l'herbe est faible.

Dans l'autre cas, un bloc de cultures accessible aux animaux autour du corps de ferme est adapté pour rallonger le pâturage des brebis (de septembre à décembre). Il s'agit d'une rotation **féverole/fétuque/blé/lin/mélange de colza et avoine**. La fétuque reste en place 18 à 24 mois pendant lesquels elle est fauchée en foin, pâturée et récoltée en graine. Les semences sont ressemées l'année suivante. Le mélange de colza et d'avoine a été mis en place à l'origine pour assurer la couverture des sols l'hiver, mais aujourd'hui ces surfaces sont aussi pâturées par les brebis.

- Les cultures de dérobées pâturables

Le développement des intercultures est incité par les acteurs de la recherche et du conseil local en agriculture pour réduire l'impact environnemental des pratiques agricoles sur le territoire. Dans les exploitations enquêtées, les cultures de moutarde ou d'avoine sont les plus fréquentes. Elles sont détruites au glyphosate avant le semis de la culture suivante. Ces pratiques permettent de conserver les surfaces en cultures principales mais représentent des charges importantes non comblées par les produits d'une récolte.

Mais il existe d'autres types de cultures intermédiaires dont le but est d'être donné en fourrage au bétail : les cultures dérobées. Dès lors, l'insertion de surfaces dérobées dans une rotation a l'avantage de valoriser des cultures intermédiaires dans l'alimentation du troupeau.

Les espèces cultivables en dérobée sont variées dans le Pays de Caux. Elles sont choisies en fonction de leur vitesse d'implantation, de leur période de production et de leur adaptation aux conditions pédoclimatiques d'une exploitation. Ainsi, le ray gras italien est privilégié et les associations graminées/céréales se développent. La présence d'un troupeau dans les exploitations agricoles du Pays de Caux représente un avantage certain pour améliorer la rentabilité économique de ce type de cultures intermédiaires.

- La préférence donnée aux prairies temporaires courte durée

Néanmoins, dans la pratique, les agriculteurs rencontrés étendent la durée d'implantation de ces surfaces en herbe à 18 mois pour améliorer la productivité fourragère. Et lorsque l'herbe est incluse dans une rotation elle joue le rôle à la fois le rôle d'une culture dérobée et le rôle d'une prairie temporaire de courte durée.

- La réduction des risques de ruissellement par l'intégration de l'herbe dans les systèmes de cultures

Pour les agriculteurs intégrant des prairies dans les rotations, l'implantation de l'herbe a été intégrée au fonctionnement global des ateliers de production animale et végétale. Le Tableau 13 compare les risques de ruissellement des systèmes de culture avec ou sans herbe. Il apparaît que la présence de l'herbe dans la rotation diminue l'impact environnemental des pratiques agricoles au regard des risques de ruissellement diffus.

Tableau 13: Comparaison des valeurs de ruissellement pour des rotations incluant ou non de l'herbe

Système de cultures		Ruissellement de Mars à Août (mm/ha)	Ruissellement de Septembre à février (mm/ha)	Ruissellement Total (mm/ha)	Comparaison (mm/ha)
EA6 s1	AVEC HERBE	0.58	1.09	1.67	
	SANS HERBE	0.56	1.58	2.14	+ 0.47
EA10 s4	AVEC HERBE	0.57	1.63	2.2	
	SANS HERBE	0.74	2.28	3.02	+ 0.82
EA14 s2	AVEC HERBE	0.73	1.49	2.22	
	SANS HERBE	0.75	1.71	2.46	+ 0.24
EA14 s3	AVEC HERBE	0.77	1.49	2.26	
	SANS HERBE	0.77	1.6	2.37	+ 0.11
EA16 s3	AVEC HERBE	0.68	1.23	1.91	
	SANS HERBE	0.91	1.82	2.73	+ 0.82

moyenne	0.492
médiane	0.47
écart type	0.325990797

Rm :

EA6 s1 = blé/triticales/ray grass/betterave

EA10 s4= orge d'hiver/ray grass/blé

EA14 s2=: betterave/blé/ray grass/maïs/orge/blé

EA14 s3= betterave/blé/ /maïs/orge / ray grass

EA16 s3= féverole/fétuque/blé/lin/mélange de colza et avoine

L'activité d'élevage permet de mettre en place des voies d'amélioration pour réduire des conséquences environnementales liées à l'agriculture dans le Pays de Caux.

Annexe XXV: Le séchage du foin en grange: enjeux locaux et références techniques

Grâce à l'amélioration des techniques, le séchage de foin en grange se développe en Bretagne et en Normandie. L'équilibre nutritionnel de ce fourrage permet l'élaboration d'une ration simple à base de foin ventilé et de concentré énergétique céréalier (Silande et Beauchamp, 2004)

Dans la mesure où cette technique permet de se substituer au maïs ensilage et repose sur la productivité des surfaces prairiales, elle présente des avantages notoires pour la réduction des risques de ruissellement dans le Pays de Caux. Sont présentés par la suite les arguments qui plaident en faveur du séchage de foin en grange et qui justifient qu'une simulation technico-économique soit testée à partir de cette technique.

Le foin séché en grange : un fourrage moderne

Le foin résulte d'une fauche à un stade végétatif précoce de l'herbe (stade feuillu avant épiaison), d'un pré-fanage au champ de 24 à 72 h et d'une récolte à l'autochargeuse à un taux d'humidité de 45 à 65% de MS. Le séchage se poursuit en grange grâce à la ventilation d'air chaud.

Les innovations des dernières années pour la fauche et le stockage de ce type de foin rendent tout à fait compatibles productivité, efficacité économique, autonomie et préservation de l'environnement (Silande et Beauchamp, 2004).

Une technique simple et efficace

Cette technique de récolte d'un fourrage encore humide après un temps de préfanage limité permet de réduire les contraintes climatiques des travaux de récolte. Elle est donc particulièrement appréciable dans des régions où la pluviométrie est élevée pendant la période de fauche.

L'herbe récoltée est déposée dans une cellule de stockage sur caillebotis à l'aide d'un outil d'engrangement. De l'air chauffé à l'énergie solaire est soufflé au travers des caillebotis. L'eau s'évapore vers l'extérieur ce qui évite les phénomènes de fermentation et d'échauffement du fourrage et préserve sa qualité. Lorsque le séchage est optimal, le foin en vrac peut être distribué directement aux animaux à l'aide d'une griffe à fourrage (Figure 47)

Le séchage du foin en grange induit des modifications de conduites des troupeaux et des surfaces.

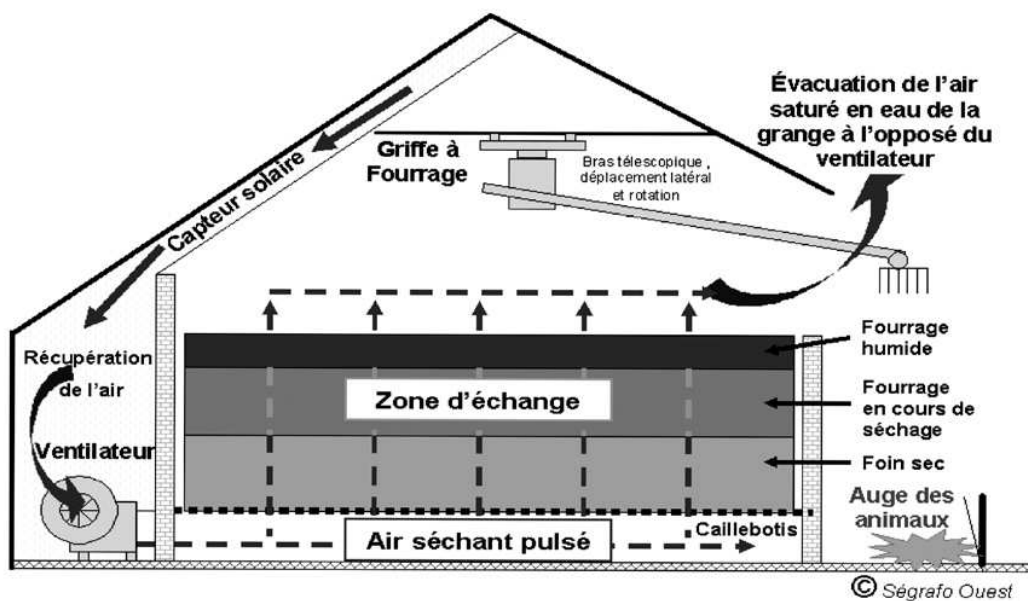


Figure 47: Schéma du principe du séchage du foin en grange avec capteur solaire (http://www.prairiales-normandie.com/iso_album/tc_pin04_3.pdf)

Tableau 14: Comparaison entre les valeurs alimentaires de différents foins

Type de foin	Référence	% MS	UFL	PDIE (g/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	UEL (/kg MS)
Foin classique prairie normande	Tables INRA (code FF0080)	85	0,63	73	58	1,16
Foin ventilé (TB+RGA)	Prairiales essai au Pin du Haras	63	0,85	89	83	1,07
Foin ventilé (prairies multispécifiques)	Delaby et Peccatte, 2008		0,78	100	97	0,98

Tableau 15 : Ingestion moyenne par période pour l'essai 2007/2008 à Blanche Maison (en kg MS/VL/j)

2007/2008	hiver		Transition		Pâturage		Pat+four	
	Lot EM	Lot FV	Lot EM	Lot FV	Lot EM	Lot FV	Lot EM	Lot FV
EM	13.2	0	7.7	0	0	0	0	0
FV	0	14.4	0	5.2	0	0	0	4.8
Enr	0	0	0	0	0	0	4	0
EH	2	0	0	0	0	0	0	0
Pât	0	0	11.3	13.7	19	19	14	14
CT	2	2.4	1.6	1.9	0	0	0	0
CS	2	0	1.1	0	0	0	0	0
MG	0.4	2	1.1	1.9	2.5	2.5	2.5	2.5
TL	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0
Minéraux et autres	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	20.2	19.2	23	22.8	21.6	21.6	20.6	21.4

Hiver : du 03/12/2007 au 02/04/2008 ; Transition : du 03/04/2008 au 22/04/2008 ; Pâturage : du 23/04/2008 au 29/05/2008 ; Pâturage et Fourrage (Pât+four) : du 30/05/2008 au 10/08/2008.

EM : Ensilage de maïs ; FV : Foin Ventilé ; EH : Ensilage d'Herbe ; Enr : Enrubanné ; pât : pâturage ; CT : Colza tanné ; CS : Colza Simple
TL : Tourteau de Lin

Une valorisation de l'herbe et une augmentation de l'autonomie alimentaire

Les cas concrets d'exploitations s'étant converties au séchage en grange montrent que la part des prairies dans la SAU augmente avec le passage au séchage en grange et que la proportion en maïs ensilage dans la SFP diminue. Cela est à rattacher à des adaptations d'ordre zootechnique (alimentation du troupeau) et technique (efficacité du séchage).

Effectivement, l'implantation de prairies riches en légumineuses et composées d'espèces fourragères faciles à sécher (luzerne, dactyle, fétuque élevée) favorise la qualité du foin ventilé. Nous prendrons comme référence les valeurs alimentaires d'un foin séché réalisé à partir de prairies multispécifiques¹⁵ (Delaby et Peccatte, 2008) (Tableau 14).

Grâce à la qualité du fourrage ventilé, la ration des animaux peut être modifiée. Une complémentation à base de céréales peut s'avérer suffisante (cf. Sefrago). A la station expérimentale de Blanche Maison (Manche) par exemple, un lot de vaches laitières est conduit avec une ration à base de foin ventilé, de tourteau de colza et de maïs grain. Le Tableau 15 présente les quantités ingérées par les vaches laitières d'un essai expérimental. Le lot EM reçoit une ration à base d'ensilage de maïs et le lot FV à base de foin ventilé. Les résultats zootechniques de cet essai (Tableau 16) montrent que les quantités ingérées, la quantité de lait produite et le taux butyreux sont identiques (différences non significatives). Une légère augmentation du Taux Protéique peut être constatée (+ 0,9 g/L) et la composition en acides gras du lait traduit une meilleure qualité nutritionnelle du lait issu de la ration à base de foin ventilé.

Ces résultats seront pris comme référence lors de la simulation technico-économique qui consiste à changer une ration maïs ensilage en une ration foin ventilé.

Lorsque les céréales consommées par les vaches sont produites sur l'exploitation, le passage à une ration à base de foin ventilé améliore l'autonomie alimentaire du troupeau.

Cette technique présente d'autres avantages non négligeables pour l'éleveur. Elle améliore les conditions de travail et réduit les temps de travaux. Les données comparatives prises en référence sont présentées dans le Tableau 17.

¹⁵ Composition de la prairie multispécifique envisagée : fétuque élevée (9,0 kg/ha), fléole (4,5 kg/ha), RGA (7,0 kg/ha), trèfle blanc (2,5 kg/ha), trèfle hybride (3,5 kg/ha), trèfle violet (4,5 kg/ha), lotier corniculé (3,5 kg/ha).

Tableau 16: Comparaison des résultats obtenus pour une ration Foin Ventilé en comparaison avec une ration Maïs Ensilage (essais de Blanche Maison en 2007)

	Ecart entre alimentation à base de foin ventilé ou maïs ensilage	Valeurs retenues pour la simulation
Consommation de fourrages (kg MS/VL/j)	+ 1	21
Lait produit (kg/VL/j)	Non significatif	Production initiale conservée
TB (g/L)	Non significatif	TB initial conservé
TP (g/L)	+ 0,9	+ 0,9
AG polyinsaturés (%)	+1	Non pris en compte
Oméga 3 (%)	+ 0,8	Non pris en compte

Tableau 17: Evolution des temps de travaux avec le passage au foin ventilé

Poste	Référence	Foin classique	Foin ventilé	Evolution
Récolte d'herbe* (min)	Fiche Prairiale (résultats technico économiques CA Normandie)	166	132	↓ 20 %
Temps de distribution de la ration	SEGRAFO, réseau ETRE	1,4 à 2,5 h/j	0,2 à 1h/j	↓ 85 à 60 %

* comprend les temps pour le fauchage, le fanage, l'andainage, le pressage, le transport, la manutention et le stockage

Tableau 18: Aliments de référence pour l'élaboration de la ration simulée

Type d'aliment	Référence	% MS	UFL	PDIE (g/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	UEL (/kg MS)
Foin ventilé (prairies multispécifiques)	Delaby et Peccatte, 2008		0,78	100	97	0,98
Maïs grain	Tables INRA (code CC0060)	86,4	1,22	97	74	
Tourteau de colza	Tables INRA (code CX0040)	88,7	0,96	155	247	

Une installation coûteuse mais subventionnée sous conditions

Néanmoins, cette technique nécessite un investissement conséquent. Des aménagements spécifiques et des équipements sont indispensables. De plus, l'adaptation de bâtiments d'élevage anciens et traditionnels est souvent difficile¹⁶. La plupart du temps la construction d'un bâtiment neuf s'avère indispensable pour assurer la solidité de l'installation. Le montant de l'investissement varie entre 600 et 900 € par tonne de Matière Sèche.

Afin de développer cette technique en Seime Maritime, une politique départementale d'aménagement du territoire, menée par le Conseil Général et sous la direction de l'Economie et de l'Emploi (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche), prévoit une aide aux investissements pour le séchage de foin en grange. Des projets individuels ou collectifs (CUMA, association, SCI¹⁷) peuvent bénéficier de cette aide sur la base des critères suivants :

- évolution de la part d'herbe sur l'exploitation
- chauffage de l'air à partir d'énergies renouvelables, comme l'énergie solaire.

Le projet d'installation du séchage en grange¹⁸ peut bénéficier d'une aide de 30% (plafonnée à 250 000 € HT par dossier) (source CA 76). Cette aide est de plus cumulable avec d'autres aides nationales.

Application à l'exploitation choisie pour la simulation

D'après le Segrafo, les types d'éleveurs adoptant cette orientation de production fourragère sont :

- soit des éleveurs recherchant l'autonomie alimentaire de leur troupeau : l'alimentation hivernale peut se faire à base de foin ventilé et d'une complémentation énergétique produite sur l'exploitation, par exemple à partir de céréales ou de maïs grain. Les achats d'aliments se retrouvent donc très limités.
- soit des producteurs laitiers souhaitant réduire la part de maïs ensilage dans la ration tout en conservant la productivité laitière: le foin est riche en protéines et donc plus équilibré que le maïs ensilage, l'achat des correcteurs azotés est limité, l'autonomie protéique est améliorée.

Les logiques l'évolution de l'exploitation choisie est en adéquation avec ce deuxième type d'éleveurs.

Les valeurs collectées sur la technique du séchage en grange ont été adaptées à l'exploitation 12 sur laquelle la simulation technico-économique est réalisée.

Le détail des valeurs alimentaires retenues pour l'élaboration de la nouvelle ration sont présentées Tableau 18.

Les évolutions du système initial au système simulé sont reprises dans la fiche de l'exploitation.

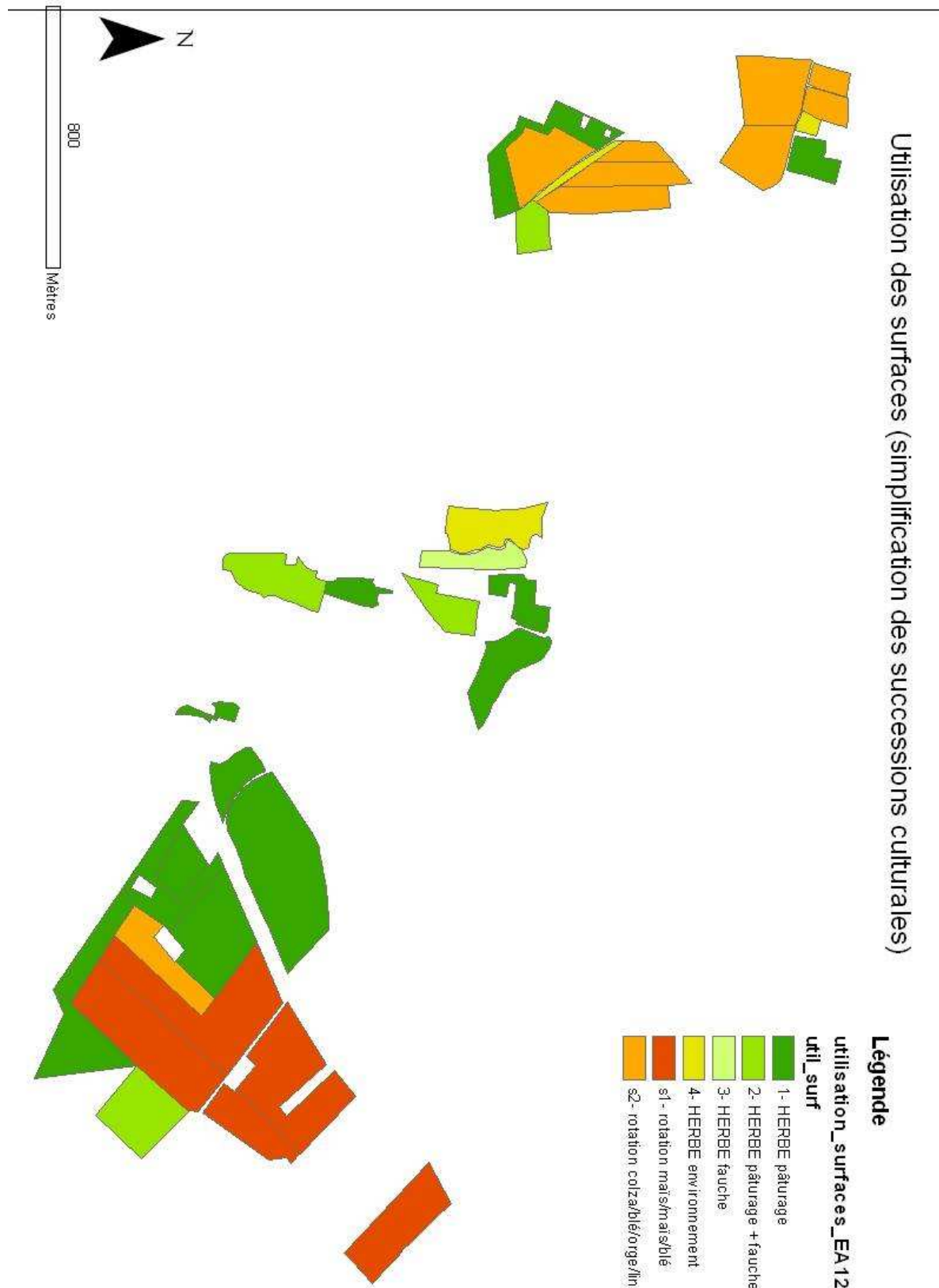
¹⁶ La hauteur des bâtiments doit permettre l'installation de la griffe et la solidité de la charpente doit pouvoir supporter le poids de cette griffe.

¹⁷ Société Civile Immobilière

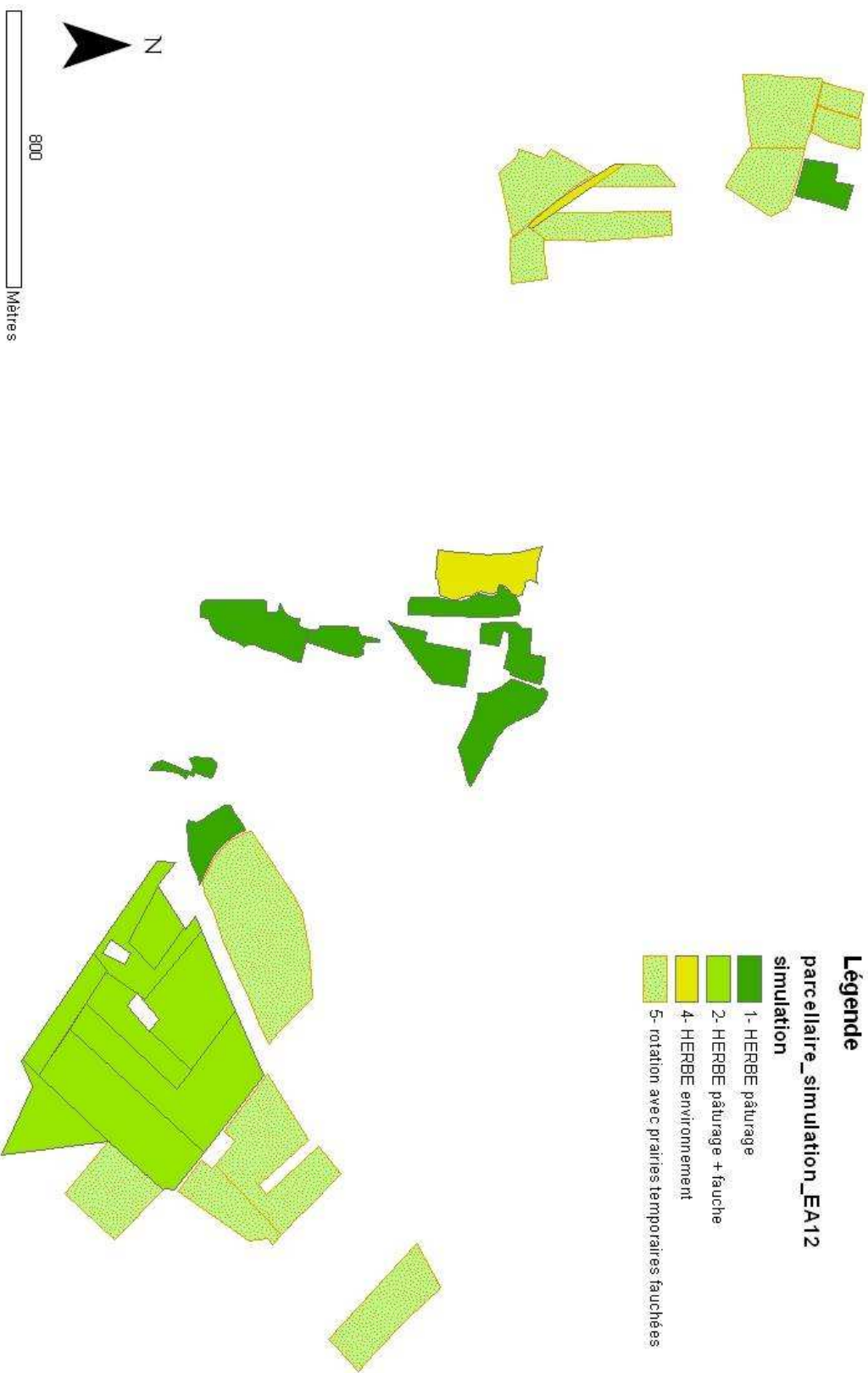
¹⁸ Le projet comprend d'étude de faisabilité, la construction des bâtiments, des cellules de stockage, la mise en place de ventilateurs et des griffes de manutention.

Annexe XXVI: Evolution du parcellaire en vue d'une pratique de séchage de foin en grange

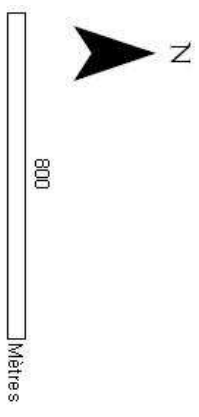
Etat initial



Utilisation des surfaces pour simulation



Etat simulé



Annexe XXVII : La PHAE2 en Seine Maritime

L'obtention de la PHAE résulte de la souscription à un contrat agri-environnemental de 5 ans qui concerne les systèmes herbagers spécialisés. L'agriculteur bénéficie d'une aide annuelle par hectare en contrepartie d'une conduite extensive des prairies et du système fourrager.

L'éligibilité des demandeurs est propre à chaque département. Des règles sont donc fixées par le Préfet de Seine Maritime. Voici la liste des critères d'éligibilité en Seine Maritime:

- Avoir au moins 75% de surfaces en herbe dans la SAU
- Respecter un seuil de chargement inférieur à 1,6 UGB/ha de SFP
- Maintenir chaque année sur l'exploitation, pendant la durée du contrat, une surface en prairies (permanentes et temporaires) au moins égale à celle contractualisée et la surface de prairie permanente engagée dans le contrat

Les exploitants agricoles du Pays de Caux doivent respecter le cahier des charges fixé pour la Haute Normandie, voici les éléments de ce cahier des charges pris en compte pour la simulation technico-économique avec versement de la PHAE :

- Fauche possible après le 16 juin
- Fertilisation minérale limitée à 60 N, 60 P et 60 K par hectare
- Fertilisation organique limitée à 40 unités d'azote par hectare
- Maintien et entretien des éléments fixes du paysage (haies, arbres, mares...)
- Utilisation de produits phytosanitaires interdits

Le montant indicatif de l'aide attribuée aux exploitants agricoles en Seine Maritime est fixé à 75,03€/ha.

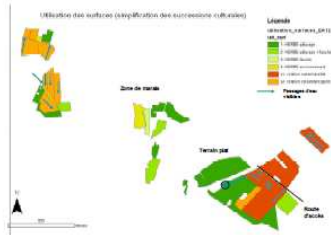
Source CRA-Normandie

Annexe XXVIII: Résultats économiques des simulations et indicateurs

	Etat initial		Simulation 1				Simulation 2			Simulation 3			Simulation 4		
	Année i-1	Année i+10	Année i-1	Année i+2	Année i+10	Année i-1	Année i+2	Année i+10	Année i-1	Année i+2	Année i+10	Année i-1	Année i+2	Année i+10	
Produit atelier lait €	214064		211952	211952	211952	211952	211952	211952	218402	218402	218402	218402	218402	218402	
MARGES															
marge globale €	151858		154185	154185	154185	154185	154185	154185	160635	160635	160635	160635	160635	160635	
marge atelier lait €	130681		145208	145208	145208	145208	145208	145208	151658	151658	151658	151658	151658	151658	
marge cultures €	21177		8977	8977	8977	8977	8977	8977	8977	8977	8977	8977	8977	8977	
marge atelier lait €/1000L	271		300	300	300	300	300	300	314	314	314	314	314	314	
variation marge atelier lait €	0		14527	14527	14527	14527	14527	14527	20977	20977	20977	20977	20977	20977	
variation marge atelier lait €/1000L	0		30	30	30	30	30	30	43	43	43	43	43	43	
ANNUITES															
annuités installation séchage €/an	0		27754	27754	27754	19300	19300	19300	27754	27754	27754	19300	19300	19300	
annuités installation séchage €/1000L	0		57	57	57	40	40	40	57	57	57	40	40	40	
COUTS ALIMENTAIRES															
cout concentrés €	39359		17934	17934	17934	17934	17934	17934	17934	17934	17934	17934	17934	17934	
cout SFP €	29782		33814	33814	33814	33814	33814	33814	27364	27364	27364	27364	27364	27364	
cout alimentaire atelier €	69371		51748	51748	51748	51748	51748	51748	45298	45298	45298	45298	45298	45298	
cout alimentaire atelier €/1000L	144		107	107	107	107	107	107	94	94	94	94	94	94	
RESULTATS															
perte de résultat par rapport à l'initial €	85792		69619	56875	63339	73119	66699	71223	76069	63325	69789	79569	73149	77673	
perte de résultat par rapport à l'initial %			16173	28917	22453	12673	19093	14569	9723	22467	16003	6223	12643	8119	
INDICATEURS IDEA															
efficacité atelier lait	72%		86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	
sensibilité aux aides	23%		23%	23%	23%	23%	23%	23%	26%	26%	26%	26%	26%	26%	
vivabilité eco €	54479		31851	31851	31851	35233	35233	35233	34431	34431	34431	37813	37813	37813	
vivabilité financière	11%		31%	31%	31%	25%	25%	25%	29%	29%	29%	24%	24%	24%	
transmissibilité eco €	338893		420493	398093	398093	420493	398093	398093	420493	398093	398093	420493	398093	398093	

Annexe XXIX : Fiche synthétique de la simulation technico-économique

OBTENIR DES FOURRAGES DE MEILLEURE QUALITE
Simulation du séchage de foin en grange
Ex : Exploitation bovin lait



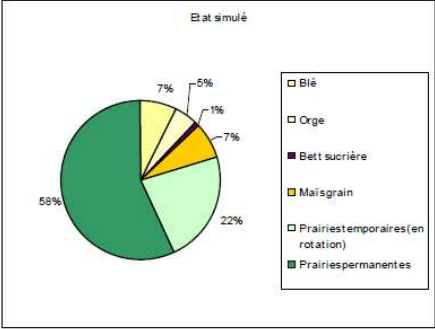
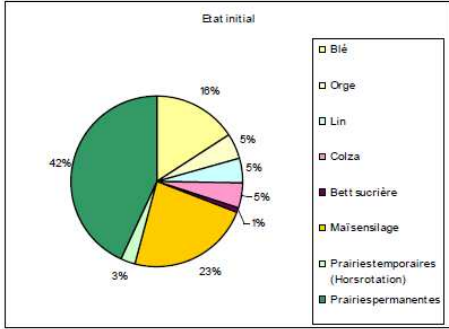
PA
Quota : 480 000L
116 UGB
Chargements :
1.56 → 1.24 UGB/SFP
2.4 → 1.36 UGB/STH
25 → 39 ares pâturés/VL

Zone 1
Position dans le BV : mixte

Caractéristiques SAU :
SAU : 107 ha
69 → 81 % SFP/SAU :
66 → 71 % STH/SFP
34 → 0 Maïs ens./SFP
31% → 12% cult de vente/SAU

Main d'oeuvre
2.5 UTH

Assolement et utilisation des prairies

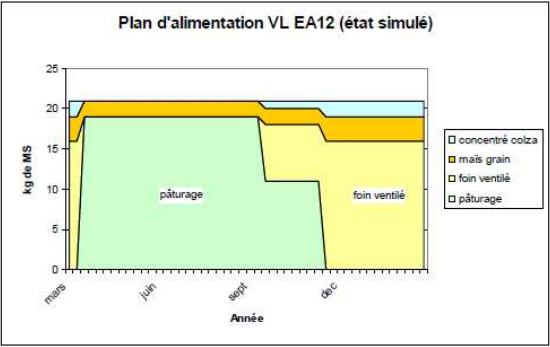
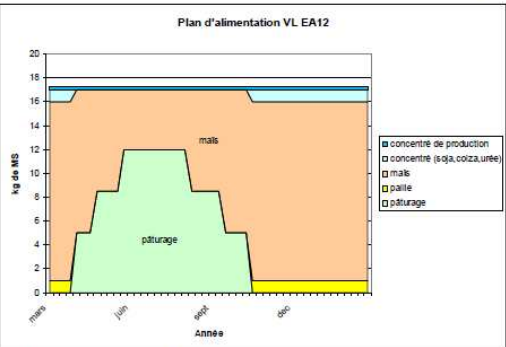


Prairies :

3 ha Prairies temporaires (Hors rotation) → 3 ha **Prairies permanentes RGA+TB**
46 ha Prairies permanentes + 11 ha cultures → 57 ha **prairies permanentes RGA+TB**
24 ha terres labourables → 24 ha de **prairies temporaires multi-spécifiques** en rotation
Pâturage : RGA TB/ Fauche foin ventilé : Fétuque/Dactyle/RGA/Trèfle violet/Trèfle blanc/Lotier comiculé
2 à 3 fauches
Fertilisation : 110 UN → 40 UN
Rendement : 5 → 9-10 tMS/ha

Troupeau et alimentation

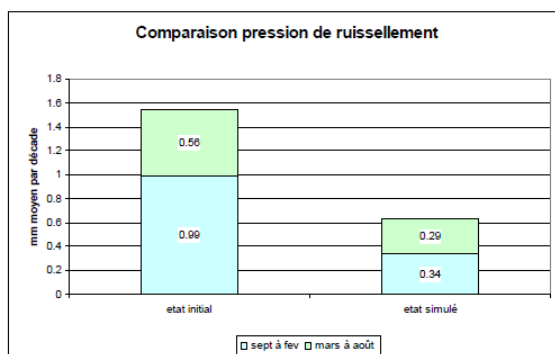
65 VL (Race Normande)



Productivité laitière : 6 100 kg
Production à 70 : 482 880 L → 483 404L
Qualité du lait :
TB : 39 g/L
TP : 35.8 → 36.7 g/L

Durée du pâturage : 182j → 224j
Concentrés : 980 kg/VL → 1064 kg/VL
Concentrés achetés : 100% → 26%
Fourrages : Autonomie

Impact sur le ruissellement érosif Baisse de 60% de la lame d'eau ruisselée



Résultats du système fourrager / Résultats économiques

Hypothèses :

Subvention départementale : 30% soit 72 000€

Prime PHAE : 75€/ha soit 6 400€

Prix du lait stable, prix des intrants stables

	Etat initial		Etat simulé	
		Année i+1	Année i+2	Année i+10
Produit atelier lait €	214064		218402 (+ 2%)	
MARGES				
marge globale €	151858		160635 (+ 5%)	
marge atelier lait €	130681		151658 (+ 16%)	
marge cultures €	21177		8977 (- 58%)	
marge atelier lait €/ 1000L	271		314	
variation marge atelier lait €/ 1000L	0		43	
COUTS ALIMENTAIRES				
cout concentrés €	39589		17934	
cout SFP €	29782		27364	
cout alimentaire atelier €	69371		45298	
cout alimentaire atelier €/ 1000L	144		94	
RESULTATS				
résultat	85792	79569	73149	77673
perte de résultat par rapport à l'initial €		6223	12643	8119
perte de résultat par rapport à l'initial %		7%	15%	9%
INDICATEURS IDEA				
efficience atelier lait	72%		86%	
sensibilité aux aides	23%		26%	
vivabilité eco €	54480		37815	
dépendance financière	11%		24%	
transmissibilité eco €	338890	420490	398090	398090

Equipement de séchage

Capacité : 300t de MS

Autoconstruction : très faible

Investissement : 168 000€

Energie utilisée : solaire + électricité

Surcoût frais électricité : 2€/ 1000L

Anuités et taux (sur 12 ans) : 19 300€/an

Remboursement : 40 €/ 1000L/an

Temps de travail

	Etat initial	Etat simulé
Récolte foin	166 min/ha	132 min/ha
Distribution aliment	hiver	69 min/j
	été	36 min/j
Gestion des prairies pâturées	144 min/ha	132 min/ha
Gestion des prairies pâturées/fauchées	188 min/ha	132 min/ha
Gestion des prairies fauchées	-	166 min/ha

Source : CRA Normandie et Prairiales

Gain de temps : 362h/an soit 45 min/ 1000L

Bilan général

La prime PHAE et la subvention pour l'installation de séchage sont des conditions nécessaires à l'adoption de ce système. Mais le pilier économique reste limitant, le manque à gagner des cultures de vente n'est pas comblé. Le système simulé permet d'améliorer la transmissibilité de l'exploitation, il est plus autonome mais sous les hypothèses retenues l'intégration du séchage de foin en grange rend le système plus sensible aux aides, plus dépendant, et moins vivable. La réduction du temps de travail donne néanmoins la possibilité d'améliorer la valorisation des produits issus de l'exploitation, par de la vente directe par exemple, afin d'augmenter le produit de l'atelier de productions animales.

Annexe XXX : Evolution des temps de travaux réalisés par l'exploitant

	Références	Etat initial (h)	Etat simulé (h)
Culture Blé	450 min/ha	128	60
Culture Orge	450 min/ha	75	38
Culture Colza	600 min/ha	50	0
Culture Lin	780 min/ha	65	0
Culture intermédiaire Avoine	240 min/ha	35	0
Culture Maïs ensilage	240 min/ha	100	0
Culture Maïs grain	240 min/ha	0	32
Fabrication de l'aliment maïs à distribuer	25 min/t, 72 t produites	0	30
Gestion Prairies initiales pât+ fauche	188 min/ha	35	0
Gestion Prairies initiales pât	144 min/ha	82	0
Gestion Prairies simulées pât+ fauche	132 min/ha	0	84
Gestion Prairies simulées fauche seule	166 min/ha	0	67
Gestion Prairies simulées pât	132 min/ha	0	53
Récolte foin initial	166 min/ha	31	0
Récolte foin ventilé	132 min/ha	0	190
Distribution de l'aliment	hiver (117 min/j ou 69 min/j) été (84 min/j ou 36 min/j)	612	297
total (h)		1213	851
variation du temps de travail (h)			362

Rm: les temps de travaux des autres postes sont considérés comme constants

Tableau 19: Bilan des perspectives d'évolution annoncées par les agriculteurs

Moteur de changement	Perspectives d'évolution pour l'élevage local	Discours et perspectives personnelles
Libéralisation	Réorganisation des structures et regroupement	Maintien des activités d'élevage existantes
	Augmentation de la production, intensification et spécialisation	Arrêt d'activités (lait et moutons)
	Arrêt de l'activité d'élevage	Revalorisation de l'herbe et remise en cause du système
		Retournement des prairies et diminution de la taille du troupeau
Crise énergétique	Faire de la viande	Arrêt d'atelier hors sol
	Arrêt de l'élevage	Recherche d'indépendance et d'autonomie alimentaire
		Renforcer la complémentarité élevage/culture grâce à la valorisation des effluents d'élevage
Délocalisation des outils de production	Elargissement du périmètre de collecte	Augmentation de la vente directe
	Arrêt d'activités d'élevage	Sécurité assurée
	Développement des circuits courts avec pris en charge de la commercialisation	Arrêt du lait
Périurbanisation	Démantèlement des exploitations d'élevage et expropriation pour utilisation non agricole	Arrêt
	Intensification et agrandissement des exploitations qui perdurent	Diversification
		Achat de terres éloignées

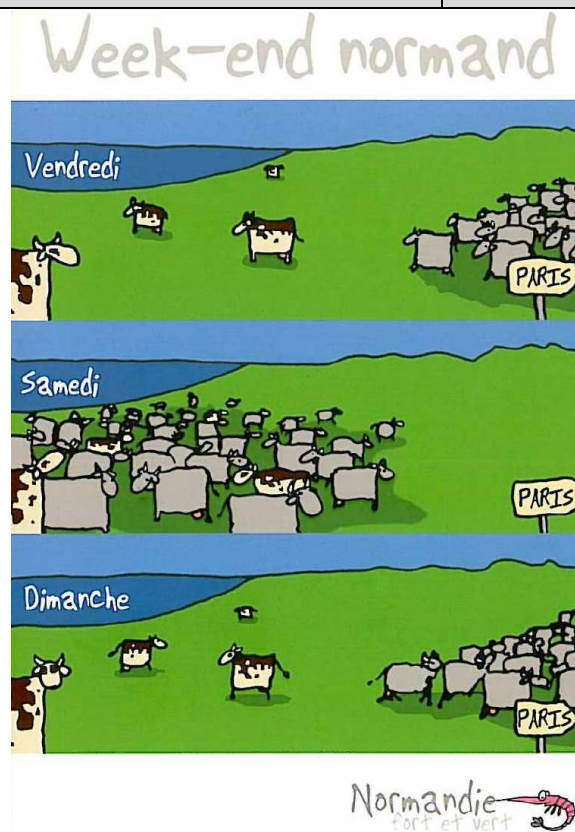


Figure 48: Exemple d'opportunité liée à l'agrotourisme dans le Pays de Caux (carte postale Heula, achetée à Fécamp)

Annexe XXXI : Recueil des perspectives d'évolution

Face à la complexité des hypothèses de changement et aux implications sous-jacentes, il n'y a pas de réponse unique. Le Tableau 19 synthétise les modalités de réponses concernant les perspectives d'évolution ayant des conséquences sur les activités d'élevage.


Le cumul des réponses données dans un contexte de production changeant permet de reconstruire le « scénario catastrophe » établi par C. Ronfort : « l'élevage local en danger ».

Ainsi, seuls les moteurs de changement ayant servi pour l'élaboration de ce scénario sont présentés lors de l'analyse des évolutions personnelles suggérées par les agriculteurs dans le corps du texte.

Plusieurs agriculteurs ont apprécié ce temps de discussion autour des changements du contexte de production car il leur a permis de constater qu'ils manquaient de recul pour exposer un choix d'évolution. Un deuxième passage dans les exploitations à ce sujet aurait sans doute permis de murir des réponses. Par conséquent, les perspectives plus globales annoncées pour ces mêmes moteurs de changement ne sont pas analysées en détail pour ce travail. Elles constituent néanmoins des hypothèses qui devront être validées par d'autres travaux plus approfondis en sociologie par exemple.

Néanmoins, il apparaît intéressant de constater, à ce niveau d'analyse, que des hypothèses comme le développement de l'agriculture biologique ou l'agrotourisme induisent des réactions assez directes. La majorité des agriculteurs (11/17) sont ouverts aux activités d'agrotourisme puisque l'attractivité du territoire est reconnue (Figure 48). Mais ils sont aujourd'hui dans l'impossibilité de dégager du temps pour l'ajout d'une activité. La conversion de l'exploitation en agriculture biologique serait une voie envisageable pour un tiers des agriculteurs interrogés. Cette démarche est totalement refusée par un autre tiers des enquêtés. Et le tiers restant affirme que le cahier des charges de l'agriculture biologique en 2009 est trop contraignant et qu'il n'est pas adapté à une région de polyculture élevage.

Fiche de résumé

	Département : Laboratoire Sciences et Productions Animales Spécialisation : Ingénierie Zootechnique option Elevage, Terroir, Territoire Enseignant responsable : Yannick LE COZLER Tuteur scientifique : Catherine DISENHAUS	
	Auteur(s) : FAURE Justine	Organisme d'accueil : INRA UMR SAD APT Adresse : Bâtiment EGER 78850 Thiverval-Grignon
Nb pages : 20 Annexe(s) : 31		
Année de soutenance : 2009	Maîtres de stage : HAVET Alain, REMY Brigitte	
<p>Titre : Dynamique d'évolution des exploitations d'élevage dans le Pays de Caux et conséquences sur l'environnement : intégrer davantage d'herbe pour réduire les risques de ruissellement érosif.</p>		
<p>Résumé :</p> <p>En Haute Normandie, le ruissellement érosif pose de nombreux problèmes, principalement en dehors du territoire agricole : inondations, coulées boueuses, pollutions des eaux. Les processus physiques à l'origine de ces dégâts sont aujourd'hui bien connus. Le Pays de Caux cumule le triple handicap d'un fort taux de surfaces imperméabilisées, d'un faible taux de végétation permanente et d'un important développement des surfaces de terres labourables ces dernières années, aux dépens des prairies. Or ces dernières présentent des propriétés efficaces pour réduire les risques de ruissellement d'origine agricole. Grâce aux 17 enquêtes menées dans des exploitations d'élevage du Pays de Caux, nous avons pu observer et comprendre une grande diversité de fonctionnement des élevages et d'utilisation des surfaces en herbe. Cette analyse met en évidence qu'il existe des stratégies individuelles de gestion de l'herbe bénéfiques sur le plan environnemental et <i>a priori</i> reproductibles, notamment la mise en rotation de prairies temporaires. Dans la mesure où les élevages cauchois résisteraient mieux que prévu aux évolutions du contexte de production, des voies d'améliorations pertinentes pour une meilleure intégration des surfaces en herbe dans les systèmes fourragers sont à développer. La faisabilité technico-économique d'une technique innovante telle que le séchage du foin en grange, testée grâce au logiciel Olympe sur une exploitation laitière, présente des limites économiques. L'avenir de l'élevage et des surfaces en herbe dépendra principalement de l'évolution des rôles attribués à l'agriculture sur un territoire à vocation industrielle, agricole et touristique. L'intégration de l'herbe au sein de systèmes de culture et les associations coopératives entre acteurs du territoire permettraient de dégager des bénéfices environnementaux plus grands.</p>		
<p>Abstract :</p> <p>In Upper Normandy, runoff and erosion cause damages and affects farmers as well as the other people living in this area: outside fields, houses are sometimes flooded and drinking water polluted. Much work has been carried out in soil science to understand the phenomenon of runoff and erosion. The Pays de Caux is strongly affected due to three main reasons: a high rate of impermeable areas, a low rate of permanent vegetation and a huge development of arable lands over the past few years at the expense of grasslands. Grasslands although possess some influent properties to fight against the risk of erosion. Thanks to 17 mixed cropping and livestock farms management survey, we can describe and understand a part of the diversity concept in livestock farm and grassland use. This analysis underlines the existence of individual strategies of land under grass management which can be environmentally advantageous, such as temporary grassland rotation. As the livestock farms of the Pays de Caux seem to stand up better than expected to the evolutions of the production system, some pertinent improvements on a best integration of lands under grass among forage systems could be developed. The economic feasibility of an innovative technique like barn drying tested on a dairy farm thanks to the Olympe software presents some economic limitations. The future of livestock farming and land under grass systems will mainly depends on the evolution of the roles given to farming on an industrial, agricultural and touristy oriented territory. The integration of grass inside cropping systems and the cooperative associations between concerned people could make greater environmental benefits.</p>		
<p>Mots-clés :</p> Pays de Caux, ruissellement érosif, élevage, prairies, évolution		