

*Sophie DEVIENNE*  
*Nadège GARAMBOIS*  
Avec la collaboration de :  
*Maxime PLAT*  
*Loïck BULLIER*  
*Maeva BOUSSES*  
*Marguerite DENIS*  
UFR Agriculture comparée et  
Développement agricole,  
UMR PRODIG

*Françoise VERTES*  
*Nouraya AKKAL-CORFINI*  
*Virginie PARNAUDEAU*  
*Patrick DURAND*  
Avec la collaboration de :  
*Laurène CASAL*  
UMR 1069 SAS

*Le changement en agriculture : quels impacts économiques, sociaux et environnementaux sur un territoire en lien avec la qualité de l'eau ?*

Evaluation économique et  
environnementale du passage à des  
systèmes de production économes en  
intrants dans le bassin versant du Blavet

*Rapport final - janvier 2020*

## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Table des illustrations</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>Introduction</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>Objectifs et méthode</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>Objectifs de l'évaluation environnementale (SAS) et contexte de travail</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>L'analyse diagnostic de l'agriculture d'une région</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>Les systèmes autonomes et économes : de quoi s'agit-il ?</b> .....  | <b>14</b> |
| <b>Première partie : Diagnostic de l'agriculture de la région</b> .....  | <b>17</b> |
| <b>1. Délimitation et caractérisation de la région étudiée, le bassin versant du Blavet morbihannais</b> .....   | <b>17</b> |
| 1.1 Une région d'étude avec une unité paysagère et administrative.....   | 17        |
| 1.2 Un climat océanique avec un faible déficit hydrique en été et des températures douces toute l'année.....   | 18        |
| 1.3 Un paysage de plateaux disséqués par un réseau hydrographique dense .....  | 18        |
| 1.4 A l'est, un plateau sur schiste tendre aux vallées peu encaissées et au paysage très ouvert.....   | 21        |
| 1.5 Un plateau sur micaschiste aux vallées encaissées.....   | 23        |
| 1.6 Un plateau sur granite aux vallées encaissées avec un paysage bocager.....   | 24        |
| <b>2. Une évolution de l'agriculture différenciée entre schiste et granite</b> .....   | <b>26</b> |
| 2.1 Le système agraire des années 1950 : des systèmes de production de polyculture-élevage .....   | 26        |
| 2.2 1955-1970 : Une révolution fourragère basée sur la motorisation, la « chimisation » et le développement des prairies temporaires, .....                                      | 30        |
| 2.3 1970-1984 : Spécialisation des systèmes de production, développement de la culture du maïs et acquisition de nouveaux bâtiments et équipements de culture et d'élevage ..... | 33        |
| 2.4 A partir des années 1980 : Poursuite de l'accroissement de la productivité physique du travail et concentration de la production.....  | 37        |
| <b>Deuxième partie : étude du passage à des systèmes de production économes en intrants</b> .....  | <b>54</b> |
| <b>1 Evaluation socio-économique du passage à des systèmes herbagers économes en élevage bovin laitier</b> .....   | <b>54</b> |
| 1.2 La pondération des systèmes de production « candidats » retenus au sein de l'ensemble des exploitations d'élevage bovin laitier du Blavet morbihannais.....                  | 55        |
| 1.3 Les principes de l'évaluation économique de projet de développement.....   | 56        |
| 1.4 La construction des trajectoires <i>avec passage en système herbager économe</i> et des trajectoires <i>témoin</i> .....   | 59        |
| 1.5 Calculs en monnaie constante et hypothèses d'évolutions tendanciennes des prix de certains produits agricoles et intrants clés.....  | 62        |
| 1.6 Evaluation du point de vue des agriculteurs : impact sur le revenu agricole du passage en système herbager économe.....  | 62        |
| 1.7 Evaluation du point de vue de la collectivité : impact sur la création de valeur ajoutée pour la Bretagne et sur l'emploi agricole dans le Blavet morbihannais .....         | 78        |
| <b>2 Evaluation environnementale du passage à des systèmes économes en intrants</b> .....  | <b>85</b> |
| 2.1 Simulation des pertes d'azote à l'échelle des systèmes de culture et résultats par type de systèmes de production .....  | 85        |
| 2.2 Des acquis à l'échelle des SdC et SdP .....  | 88        |
| 2.3 Evaluation des flux de Carbone .....   | 94        |
| 2.4 Conclusions de l'évaluation environnementales des flux de N et C.....  | 96        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>3 Evaluation socio-économique du passage à des systèmes économes en intrants des systèmes de production grande culture - pomme de terre plant.....</b> | <b>98</b>  |
| 3.1 Le système de production PDT1 (80 à 100 ha, arracheuse 1 rang).....   | 98         |
| 3.2 Le système de production économe en intrants PDT1 EI.....   | 103        |
| 3.3 Comparaison des résultats économiques des systèmes PDT1 et PDT1 EI.....   | 125        |
| 3.4 Le système de production PDT2 (100 à 130 ha, arracheuse 2 rangs).....   | 127        |
| 3.5 Le système de production économe en intrants PDT2 EI.....   | 131        |
| 3.6 Comparaison des résultats économiques des systèmes PDT2 et PDT2 EI.....   | 133        |
| <b>Conclusion : des systèmes économes en intrants intéressants sur le plan économique, social et environnemental.....</b>                                 | <b>139</b> |
| <b>Bibliographie.....</b>   | <b>142</b> |

## Table des illustrations

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Evaluation environnementale des flux d'azote : articulation des méthodes aux différentes échelles.....   | 11 |
| Figure 2 : Deux grands types de logique économique de fonctionnement des systèmes de production.....  | 14 |
| Figure 3 : Evolution des prix des produits agricoles, des intrants et des équipements en monnaie constante et en indices (1970 = indice 100). Source : INSEE, Comptes de la Nation. ....  | 15 |
| Figure 4 : Bassin versant du Blavet morbihannais : limites, principaux cours d'eau et topographie (Auteur : Maxime Plat d'après BD topo, SVB).....  | 17 |
| Figure 5 : Diagramme ombrothermique de Bignan (source : MétéoFrance) .....  | 18 |
| Figure 6 : Relief et réseau hydrographique de la région d'étude (Auteur : M. Plat, d'après Atlas des paysages du Morbihan et Syndicat de la Vallée du Blavet).....  | 19 |
| Figure 7 : Plateau sur schiste : les interfluves larges prédominent dans la région de Neuillac, au nord de Pontivy (Carte de Cassini, Géoportail) .....   | 20 |
| Figure 8: Plateau sur granite : de très nombreux interfluves étroits dans la région de Melrand, à l'ouest de Pontivy (Carte de Cassini, Géoportail) .....   | 20 |
| Figure 9 : Les grands ensembles géologiques de la région d'étude (Auteur : M. Plat, d'après Sols de Bretagne et Syndicat de la Vallée du Blavet) .....  | 21 |
| Figure 10 : Toposéquence caractéristique du plateau sur schiste tendre .....  | 22 |
| Figure 11 : Toposéquence caractéristique de la sous-région sur micaschiste .....  | 23 |
| Figure 12 : Toposéquence caractéristique de la sous-région sur granite .....  | 24 |
| Figure 13: calendrier fourrager des vaches laitières dans les années 1950 .....   | 27 |
| Figure 14 : la différenciation sociale des agriculteurs dans les années 1950.....   | 28 |
| Figure 15 : calendrier fourrager des vaches laitières dans les années 1955-70 .....   | 31 |
| Figure 16 : calendrier fourrager des vaches laitières dans les années 1970 .....  | 34 |
| Figure 17 : Une différenciation des systèmes de production spécifique à chaque sous-région, liée à la superficie et à la localisation des exploitations .....   | 42 |
| Figure 18 Les systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves larges.....  | 46 |
| Figure 19 : Calendrier fourrager des systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves larges.....   | 46 |
| Figure 20 : Systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves étroits .....  | 47 |
| Figure 21 : Calendrier d'alimentation des systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves étroits.....   | 48 |
| Figure 22 : calendrier des exploitations laitières situées sur granite, au niveau des interfluves larges .....  | 49 |
| Figure 23 : Les systèmes de production bovins laitiers sur granite interfluves larges .....   | 50 |
| Figure 24 : Les systèmes de production bovins laitiers sur granite interfluves étroits.....   | 51 |
| Figure 25 : calendrier des exploitations laitières situées sur granite, au niveau des interfluves étroits .....   | 51 |
| Figure 26 : Principe de l'évaluation économique, comparaison d'une trajectoire avec projet et d'une trajectoire témoin pour calculer un différentiel .....  | 56 |
| Figure 27 : Etablissement des prix de référence (coût réel et utilité réelle) pour la collectivité « Bretagne » : exemples du tourteau de soja et du lait de vache standard.....  | 58 |
| Figure 28 : Exploitations en élevage bovin laitier du Blavet morbihannais sur schiste, groupées par gamme de taille de troupeau : évolution de leur nombre et de leurs effectifs moyens de vaches laitières entre 2007 et 2017..... | 60 |
| Figure 29 : Exploitations en élevage bovin laitier du Blavet morbihannais sur granite, groupées par gamme de taille de troupeau : évolution de leur nombre et de leurs effectifs moyens de vaches laitières entre 2007 et 2017..... | 61 |
| Figure 30 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL1 .....   | 65 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 31 : Comparaison de la formation de la valeur ajoutée nette par hectare pour VL1 : situation initiale (2014), situations finales témoin (2029) et situation finale avec passage en système herbager (2029).....  | 66 |
| Figure 32 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL1 : avec passage en système herbager à surface constante et avec maintien des actifs ; en trajectoire témoin avec status quo (en euros constants de 2014).....  | 66 |
| Figure 33 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL1 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec maintien des actifs ; en trajectoire témoin avec hausse de 50% SAU et maintien des actifs (en euros constants de 2014)                                      | 67 |
| Figure 34 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoin, pour VL 1 (en euros de 2014).....  | 67 |
| Figure 35 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situation finale témoin (2029) pour le système de production VL7 .....   | 68 |
| Figure 36 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL7 : avec passage en système herbager et conversion en agriculture biologique ; en trajectoire témoin avec status quo (en euros constants de 2014) .....   | 69 |
| Figure 37 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et en trajectoire témoin pour VL 7 (en euros de 2014)..   | 70 |
| Figure 38 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situation finale témoin (2029) pour le système de production VL2 .....   | 71 |
| Figure 39 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL2 : avec passage en système herbager, agrandissement de 20% et maintien des actifs ; en trajectoire témoin statu quo (en euros constants de 2014) .....   | 71 |
| Figure 40 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL2 : avec passage en système herbager, agrandissement de 20% et maintien de deux actifs ; en trajectoire témoin avec hausse de 100% de la SAU et maintien des deux actifs (en euros constants de 2014).....                    | 72 |
| Figure 41 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoin, pour VL2 (en euros de 2014).....   | 72 |
| Figure 42 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL3b.....   | 73 |
| Figure 43 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL3 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec installation d'un troisième actif ; en trajectoire témoin statu quo (en euros constants de 2014) .....  | 74 |
| Figure 44 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL3 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec installation d'un troisième actif ; en trajectoire témoin avec hausse de 50% de la SAU et maintien de deux actifs (en euros constants de 2014) .....        | 74 |
| Figure 45 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL3 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec installation d'un troisième actif ; en trajectoire témoin avec doublement de la SAU et installation d'un troisième actif (en euros constants de 2014) ..... | 74 |
| Figure 46 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoin, pour VL 3 (en euros de 2014).....  | 75 |
| Figure 47 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL17 .....  | 76 |
| Figure 48 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL18.....   | 76 |
| Figure 49 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL11 .....  | 77 |
| Figure 50 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL12.....   | 77 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 51 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoins, pour les différents systèmes de production candidats sur granite (de gauche à droite et de bas en haut : VL17, VL18, VL11, VL12) (en euros de 2014) .....                                | 78 |
| Figure 52: Hypothèses de pondération des trajectoires témoins des systèmes de production VL7, VL1, VL2 et VL3b basées sur le traitement des données de la BDNI pour le plateau sur schiste du Blavet morbihannais, et permettant un raisonnement à surface constante de 2015 à 2029 pour l'échantillon d'exploitations retenues pour l'évaluation..... | 79 |
| Figure 53 : Echancier des surfaces libérées (arrêt de l'exploitation) et des surfaces reprises (agrandissement de l'exploitation) pour les systèmes de production VL7, VL1 et VL3, entre 2015 et 2029.....   | 80 |
| Figure 54: Evolutions des différents systèmes de production de l'échantillon en trajectoire avec passage en système herbager, de 2014 (année 0) à 2029, et bilan en termes de nombre d'exploitations et d'emplois (surface totale constante).....  | 81 |
| Figure 55 : Evolutions des différents systèmes de production de l'échantillon en trajectoire témoin, de 2014 (année 0) à 2029, et bilan en termes de nombre d'exploitations et d'emplois (surface totale constante).....   | 82 |
| Figure 56 : Bilan des trajectoires avec passage en système herbager ou témoin à l'échelle de l'ensemble de l'échantillon sur schiste.....  | 83 |
| Figure 57 : Différentiels annuels de valeurs ajoutées directes et indirectes pour la Bretagne entre trajectoire « systèmes herbagers » et trajectoire témoin de 2015 à 2029 (en euros constants de 2014) .....   | 84 |
| Figure 58 : Comparaison des émissions d'azote sous forme de nitrate ou d'ammoniac dans les systèmes laitiers VL1 et VLEA1 .....  | 85 |
| Figure 59 : Quantification des flux d'azote dans les systèmes de culture et systèmes de production laitiers actuels (en bleu) et autonomes (en vert).....  | 87 |
| Figure 60 : Fréquence des successions de cultures. (M = maïs et C = céréales en jaune, L = légumes en violet et P = prairies en vert), les chiffres correspondant à des fréquences et durées des diverses combinaisons de ces 4 composantes principales). .....  | 89 |
| Figure 61 : Dans le même ordre de successions de cultures, correspondant à des bilans d'azote décroissants, quantification des bilans et des risques de lixiviation associés calculés avec IND Nlix .....  | 90 |
| Figure 62 : Typologie orientée azote des systèmes de culture du bassin –versant du Blavet (base de données de 690 SdC).....  | 91 |
| Figure 63 : Indices de lixiviation moyen calculés pour les principales rotations et SdP types concernés (pour le Blavet Morbihannais) .....  | 91 |
| Figure 64 : Résultats de la simulation des flux sous racinaires, des concentrations à l'exutoire et des flux cumulés, avec le modèle Sénèque (d'après Billen et al., 2017, ANR Escapade).....  | 92 |
| Figure 65 : Gains annuels possibles (kgN pour 100 ha) dans 2 zones du Blavet dans les principaux systèmes de production actuels et systèmes de cultures associés par optimisation de la fertilisation des cultures grâce à l'outil SOLAID (Morvan et al., 2019) améliorant la prévision de la minéralisation du sol disponible pour les cultures. .... | 93 |
| Figure 66 : Carte des stocks de carbone (en t C/ha sur l'horizon 0-30 cm) dans les sols du bassin-versant de Naizin ( comm V Viaud).....   | 94 |
| Figure 67 : Etat et évolution des teneurs en carbone des sols sous les principaux types de systèmes de culture et effet des leviers d'amélioration du stockage, à partir des simulations de l'étude 4p1000 (Pellerin et Bamière 2019, coll O Thérond) avec le modèle STICS .....   | 95 |
| Figure 68 : Effet des systèmes de cultures du BV Naizin sur la qualité de sols (d'après Viaud et al., 2018) a) teneur en carbone, b) stabilité structurale des sols et c) quantité de biomasse microbienne) M = maïs grain (g) ou ensilage (e), C = céréales, L = légumes et P = prairies temporaires ou permanentes .....                             | 96 |
| Figure 69 : Système de production Grandes cultures pomme de terre plant - Arracheuse 1 rang.....   | 99 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 70 : Rotations du système PDT1 .....  | 101 |
| Figure 71 : Schéma descriptif du fonctionnement du système économe en intrants PDT1EI .....  | 106 |
| Figure 72 : Assolement du système de production PDT1 .....   | 107 |
| Figure 73 : Successions culturales de PDT 1 EI pour des rotations de 5 et 4 ans .....  | 109 |
| Figure 74 : Successions culturales de PDT 1 EI pour des rotations de 5 et 4 ans : autre proposition .....  | 110 |
| Figure 75 : Comparaison de l'itinéraire technique de la pomme de terre dans les systèmes PDT 1 et PDT 1 EI : fertilisation.....  | 111 |
| Figure 76 : Comparaison de l'itinéraire technique de la pomme de terre dans les systèmes PDT 1 et PDT 1 EI : utilisation des pesticides .....  | 112 |
| Figure 77 : Comparaison de l'itinéraire technique de la pomme de terre dans les systèmes PDT 1 et PDT 1 EI : défanage .....  | 113 |
| Figure 78 : Itinéraires techniques du sarrasin et du chanvre dans le système de production PDT1 EI .....   | 116 |
| Figure 79 : Itinéraire technique du blé PDT1 et PDT1 EI .....  | 117 |
| Figure 80 Itinéraire technique du haricot vert dans les systèmes PDT1 et PDT 1 EI.....   | 119 |
| Figure 81 : Itinéraire technique du pois dans les systèmes PDT1 et PDT 1 EI .....  | 120 |
| Figure 82 : Bénéfices agronomiques des rotations mises en œuvre dans SP PDT1EI .....   | 123 |
| Figure 83 : Quantification des flux d'azote dans les systèmes de cultures des systèmes de production PDT1 et autonomes économes PDT1 EI.....   | 124 |
| Figure 84 : Comparaison des calendriers de travail des systèmes de production PDT1 et PDT1 EI .....  | 125 |
| Figure 85 : Hypothèses de prix retenues pour les calculs économiques.....  | 125 |
| Figure 86 : Valeur ajoutée brute par ha (€/ha) et par culture pour chaque système de production (prix moyens ; sans/avec coût du couvert en interculture) .....                                  | 126 |
| Figure 87 : Comparaison de la VA/actif et du Revenu agricole/actif familial pour les deux systèmes de production PDT 1 et PDT 1 EI, avec les deux hypothèses de prix moyens et de prix bas ..... | 127 |
| Figure 88 : Schéma descriptif du système de production PDT2.....   | 130 |
| Figure 89 : Schéma descriptif du système de production PDT2 EI .....   | 132 |
| Figure 90 : Hypothèses de prix retenues pour les calculs économiques.....  | 133 |
| Figure 91 : Valeur ajoutée brute par ha (€/ha) et par culture pour chaque système de production (prix moyens ; sans/avec coût du couvert en interculture) .....                                  | 134 |
| Figure 92 : Comparaison de la VA/actif et du Revenu agricole/actif familial pour les deux systèmes de production PDT 2 et PDT 2 EI, avec les deux hypothèses de prix moyens et de prix bas ..... | 134 |

# Introduction

## Objectifs et méthode

L'objectif de l'étude consistait à réfléchir aux conditions et modalités d'un développement agricole *durable* dans le bassin versant du Blavet, qui réponde à la fois aux enjeux économiques et sociaux, c'est-à-dire préserver la valeur ajoutée, le revenu des agriculteurs et l'emploi, et aux enjeux environnementaux, notamment la préservation de la qualité de l'eau et des sols. Ce développement agricole prend place dans un contexte marqué par une variabilité croissante, qu'il s'agisse de la volatilité des prix comme du changement climatique : la résilience des systèmes de production est un élément particulièrement important à prendre en compte.

De nombreux travaux montrent l'intérêt du passage à des systèmes visant à concilier performances économiques et sociales et préservation de l'environnement :

- en élevage bovin laitier : prairies d'association graminées- légumineuses et pâturage (Peyraud et al., 2012; Béranger & Bonnemaire, 2008; Garambois, 2011; Garambois et Devienne, 2012, 2013 ; Vertès et al, 2010...)
- en élevage porcin : porc sur paille (Chambres régionales d'agriculture de Bretagne et Pays de Loire, INRA & IFIP, 2012; Devienne & Garambois, 2014...)
- en grandes cultures : systèmes de culture économes en intrants (Lamine & al, 2010; Meynard, 2012 ; Devienne, Garambois et al., 2018,...)

Pour contribuer à la réflexion sur les enjeux du développement agricole du bassin versant du Blavet nous nous sommes donc efforcés successivement de :

- Comprendre les transformations passées et en cours de l'agriculture de la région et leurs conséquences prévisibles en mettant en évidence les contradictions et les aspects négatifs du développement agricole en cours, afin de poser des hypothèses quant aux perspectives d'évolution à venir ;
- Repérer dans le contexte pédoclimatique et socio-économique du Blavet des systèmes de production qui s'inscrivent dans la voie d'un développement durable, conjuguant préservation de la valeur ajoutée et de l'emploi et respect de l'environnement ;
- Analyser les conditions de leur développement ;
- Evaluer les conséquences de leur mise en œuvre sur le plan économique et social :
  - du point de vue des agriculteurs (revenu, conditions de travail, résilience, emploi)
  - à l'échelle de l'ensemble des agents économiques du bassin versant indirectement concernés en amont et en aval (fournisseurs, transformateurs) : impact sur la création de valeur ajoutée et d'emploi en Bretagne.

## Objectifs de l'évaluation environnementale (SAS) et contexte de travail

Les principaux objectifs étaient de faire un diagnostic des performances actuelles des systèmes de production et de mesurer l'impact environnemental du passage aux systèmes de production autonomes économes identifiés, du point de vue i) des émissions d'azote et des flux de carbone aux échelles parcelle-système de culture et système de production, et cascade de l'azote à l'échelle bassin-versant (site Naizin et BV Blavet).

Ce projet a associé :

- le Syndicat de la Vallée du Blavet : l'animateur Romain Pansard et les élus en charge des questions agricoles au travers du comité de pilotage agricole du projet mais aussi du comité technique local ;

- l'UMR SAS (INRA Rennes-Quimper, N. Akkal, P. Durand et F. Vertès) : pour l'évaluation environnementale et la modélisation de la cascade de N. Celle-ci a été réalisée dans le cadre de l'ANR Escapade et de la thèse de L Casal (2018), tandis que les données concernant le (dé)-stockage de carbone (SdC du Blavet) étaient analysées en collaboration avec O. Théron dans le cadre du projet Ademe CarSolEI (modélisation de l'étude INRA 4p1000 (Pellerin et Bamière 2019). L'évolution de la qualité des sols en fonction des SdC (BV Naizin\_Kervidy) a été étudiée dans le cadre de l'ANR Mosaic (Viaud et al., 2018).
- l'UFR Agriculture comparée et développement agricole (AgroParisTech) (S. Devienne, N. Garambois, M. Berrou, M. Plat, M. Denis, L. Bullier et M. Boussès) : diagnostic de l'agriculture de la région, identification et caractérisation des systèmes de production économe en intrants, évaluation économique et sociale du passage de systèmes de production à ces systèmes économes en intrants (du double point de vue des agriculteurs et de la collectivité « Bretagne »).

Notre travail a reposé sur différentes étapes successives :

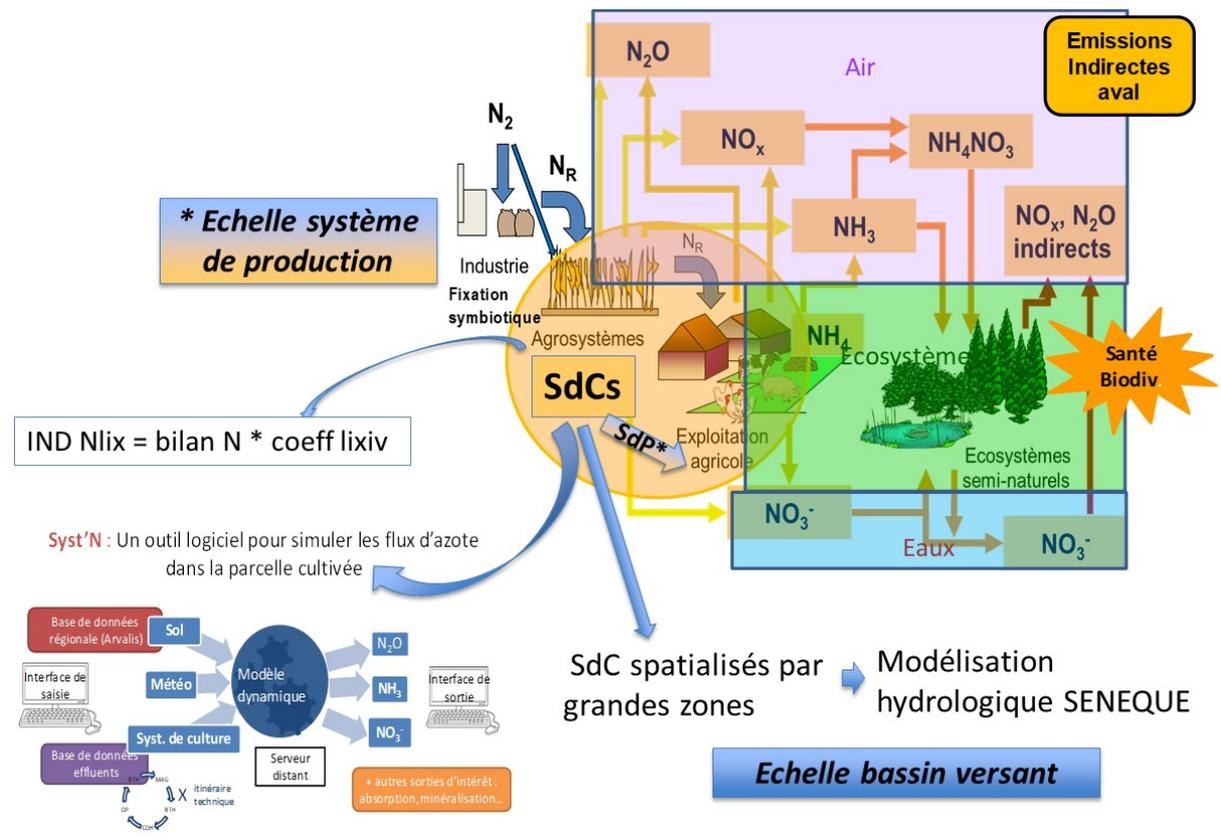
1. Comprendre la situation et les perspectives d'évolution de l'agriculture de la région grâce à la réalisation d'un diagnostic agraire dans le Blavet morbihannais (M. Berrou 2014, mémoire de fin d'études AgroParisTech), complété ensuite par M. Plat. Au cours de ce diagnostic (Cochet et Devienne, 2006), l'objectif a consisté à :
  - étudier sous tous ses aspects la situation agraire de la région et ses transformations ;
  - identifier les éléments de nature agro-écologique, technique, socio-économique qui conditionnent le fonctionnement et l'évolution des systèmes de production de la région ;
  - comprendre ce que font les agriculteurs, comment et pourquoi et quelles sont leurs perspectives d'évolution : identification et caractérisation technico-économique des différents *systèmes de production* ;
2. Identifier un petit nombre de systèmes de production « cibles », dont l'évolution du fonctionnement technique apparaît prioritaire au regard des enjeux économiques, sociaux et environnementaux du bassin versant ;
3. Identifier et caractériser le fonctionnement technico-économique des systèmes de production existant dans le Blavet qui visent à concilier performances économiques et sociales et préservation de l'environnement ;
4. Evaluer l'impact pour les agriculteurs du passage à ces systèmes de production autonomes et économes (SdP EA ) grâce à :
  - La construction de la trajectoire d'évolution de chaque système de production « cible » vers ce type de système
  - La construction de la trajectoire « témoin », en s'efforçant de reconstituer l'évolution que connaîtrait sinon chaque système de production « cible »
  - La comparaison de ces deux trajectoires afin de mesurer l'impact de ce changement de système sur le revenu des agriculteurs, la création de richesse et d'emploi agricole et d'apprécier la résilience de ces résultats aux variations de prix et aux modifications de politique agricole.

5. Evaluer l'impact économique et social du point de vue de la collectivité « Bretagne » de ces transformations en s'efforçant de :
  - Mesurer les effets économiques indirects de ces changements de pratiques agricoles pour les secteurs *amont* (fournisseurs) et *aval* (collecteurs, transformateurs) implantés en Bretagne
  - Dresser le bilan différentiel de l'ensemble de ces effets directs (agriculteurs) et indirects et mesurer leur impact total en termes de création de richesse et d'emploi pour chaque catégories d'agents économiques et à l'échelle de l'ensemble de la Bretagne.

L'évaluation environnementale a reposé sur :

1. La réalisation d'une typologie des systèmes de cultures (SdC), soit une succession de cultures principales et/ou intermédiaires associée à l'ensemble des itinéraires techniques appliqués à ces cultures (Sébilotte 1990). Cette typologie a été réalisée sur l'ensemble des SdC enquêtés sur le bassin versant du Blavet (688 SdC), issus pour moitié environ du travail d'AgroParisTech (M. Plat, L. Bullier et M. Boussès) et pour moitié d'enquêtes menées dans d'autres projets (ANR Escapade et Mosaic, ORE Agrhys).
2. Cette typologie orientée azote a également intégré un indicateur du risque de lixiviation selon l'équation  $IND\ Nlix = \text{bilan } N * \text{coeff Lixiv}$ , basé sur un bilan, pour chaque SdC, entre les flux d'azote entrant et sortant (en fonction des cultures, de leurs rendements et des itinéraires techniques) et sur un coefficient de lixiviation dépendant de la couverture moyenne des sols en période hivernale et variant entre 1 (sols nus) et à 0,3 (sols bien couverts).
3. La modélisation de l'ensemble des émissions d'azote liées aux SdC a été réalisée sur une sélection représentative des SdP étudiés (système cibles actuels et systèmes alternatifs autonomes-économiques) avec le logiciel Syst'N (Parnaudeau et al., 2012 ; Figure 1) qui permet i) de quantifier les émissions sous forme de nitrate, ammonium et dioxyde d'azote, ii) de tester la cohérence entre flux modélisés de façon fine et calcul de l'indicateur de lixiviation et iii) de calculer les effets de la transition SdP vers SdP EA en considérant ceux-ci comme une combinaison de systèmes de culture.
4. L'analyse des variations de stock et de stockage de carbone dans les sols sous l'effet des leviers étudiés dans l'étude 4p1000 : introduction ou allongement de la durée des prairies dans les rotations de cultures, introduction de CIPAN/dérobées, restitution des canes de maïs (grain vs ensilage) sur les 2 principaux types de substrat géologique du BV Blavet, schistes et granite. L'ensemble du processus d'évaluation N est résumé dans la figure 1
5. A l'échelle du BV Blavet l'effet du passage à des SdP EA (pour les systèmes cibles) et de l'optimisation des pratiques dans les autres a été réalisée à l'aide du modèle Senèque, alimenté par les indicateurs de risque de lixiviation présentés ci-dessus (Billen et al., 2017)

Figure 1 : Evaluation environnementale des flux d'azote : articulation des méthodes aux différentes échelles



## L'analyse diagnostic de l'agriculture d'une région

L'objectif de l'analyse-diagnostic consiste à étudier la situation agraire de la région et ses transformations, afin d'identifier les implications des évolutions en cours sur le plan agro-écologique, économique et social. Pour comprendre ces transformations agricoles et poser des hypothèses réalistes quant aux perspectives d'évolution du milieu et des exploitations agricoles, le diagnostic doit s'appuyer sur une analyse historique : repérer et caractériser les grandes étapes d'évolution de l'écosystème cultivé et des exploitations tout en mettant en évidence les conditions et les conséquences de leurs transformations (Cochet et Devienne, 2006).

La première étape de ce travail consiste à délimiter la région d'étude, à identifier et caractériser les différents terroirs de la région, à comprendre et expliquer la manière dont les agriculteurs mettent aujourd'hui et mettaient autrefois en valeur ces différents terroirs, et comment et pourquoi ils ont été conduits à modifier leurs pratiques. Il s'agit d'identifier les problèmes que posent les transformations du mode d'exploitation du milieu, tout en essayant, grâce à la projection à moyen et long terme des tendances observées, de tracer ses perspectives d'évolution.

Ce travail s'appuie sur la lecture de paysage, l'observation des cartes disponibles ainsi que des entretiens approfondis avec des agriculteurs en activité et à la retraite. Les entretiens auprès d'agriculteurs âgés permettent de reconstruire la manière dont les agriculteurs exploitaient le milieu au sortir de la seconde guerre mondiale (parfois au cours de la période d'entre deux guerres) et de comprendre comment l'évolution des techniques, des structures d'exploitation, des modes de tenure foncière, de la politique agricole et des rapports de prix ont conduit les agriculteurs à modifier la manière d'exploiter les différents terroirs auxquels ils ont accès.

La deuxième étape consiste à identifier et caractériser les systèmes de production mis en œuvre par les exploitations de la région. L'objectif est de comprendre le choix et l'évolution des activités des exploitations agricoles. Il s'agit de comprendre le fonctionnement technique et économique des différents systèmes de production, en mettant en évidence les obstacles qui entravent leur développement, points de blocage et goulets d'étranglement. L'analyse vise également à formuler des hypothèses quant à l'évolution probable de chacun d'entre eux.

Cette phase du travail repose sur la réalisation d'entretiens auprès de différents types d'interlocuteurs. Ce travail est effectué par étapes, en s'efforçant d'aller du général au particulier. Il s'agit ainsi dans un premier temps d'identifier les systèmes de production mis en œuvre par les exploitants de la région, avant de les caractériser. Ce travail repose sur des entretiens auprès d'agriculteurs âgés portant sur l'évolution et la différenciation des systèmes de production. Les systèmes de production que l'on observe aujourd'hui sont en effet le produit des transformations agraires passées et en cours : l'histoire de leur différenciation constitue un guide précieux pour l'identification des systèmes de production actuels. Des entretiens complémentaires sont conduits auprès d'agriculteurs qui connaissent bien les exploitations de leur village ou de leur région. L'on cherche ainsi à repérer des groupes d'exploitations qui ont accès à des ressources comparables et qui pratiquent des combinaisons semblables de systèmes de culture et d'élevage.

Puis nous nous sommes employés à caractériser les différents systèmes de production existants aujourd'hui grâce à des entretiens effectués auprès d'un échantillon raisonné d'exploitations agricoles sur la base de la typologie construite à partir de la compréhension de l'évolution et de la différenciation des systèmes de production. Cette première ébauche de typologie a continué d'être affinée au cours de cette phase de l'étude. Il s'agit de réaliser autant d'enquêtes qu'il est nécessaire pour caractériser le fonctionnement de chacun des systèmes de production préalablement identifiés.

La caractérisation du fonctionnement technique des systèmes de production vise à comprendre la manière dont les exploitants combinent plusieurs activités au sein de leur exploitation, compte tenu des ressources auxquelles ils ont accès, tout en identifiant et en hiérarchisant les problèmes techniques et économiques qu'ils rencontrent. Le système de production peut être défini comme la combinaison dans l'espace et dans le temps des ressources disponibles de l'exploitation agricole et des productions animales et végétales. Il constitue une combinaison organisée de systèmes de culture et de systèmes d'élevage (et le cas échéant de systèmes de transformation). L'analyse du fonctionnement technique vise à comprendre le fonctionnement de chacun des systèmes de culture et d'élevage et à rendre compte de la combinaison pratiquée, au regard des ressources disponibles du système, mais aussi des conditions d'approvisionnement des exploitations et d'écoulement des productions, ainsi que de la politique agricole et environnementale.

L'évaluation des performances économiques contribue à éclairer le fonctionnement du système de production. Elle vise à mesurer la valeur ajoutée brute par actif ou productivité du travail obtenue par les différents systèmes de production, ainsi que le revenu agricole par actif familial dégagé *en moyenne*, en s'affranchissant de la variabilité interannuelle des prix ou des rendements (Cochet et Devienne, 2007).

La valeur ajoutée nette mesure la création de richesse du système de production. Elle est égale à la différence entre le produit brut et la valeur des biens et services consommés en tout ou partie au cours du processus de production. Pour effectuer un calcul au plus proche du fonctionnement concret du système de production, le produit brut (valeur des productions finales) et les consommations intermédiaires (valeur des biens et services entièrement consommés dans l'année) peuvent être évalués directement par culture et par système de culture ou par système d'élevage à partir des rendements et des prix moyens des différents produits et des itinéraires techniques de culture ou d'élevage, donc à partir du fonctionnement technique du système de production. La dépréciation annuelle moyenne de l'équipement (consommation annuelle moyenne de biens et de services de durée pluriannuelle) est calculée sur la base de sa durée probable d'utilisation. Cette durée est considérée ici comme une caractéristique du système de production car elle dépend d'une part de l'intensité d'utilisation de l'équipement (liée à la surface ou à la taille du cheptel, aux itinéraires techniques suivis et aux conditions pédoclimatiques) et d'autre part des moyens dont disposent les exploitants pour le renouveler ou l'accroître. La valeur ajoutée par actif ou productivité du travail permet donc de comparer l'efficacité économique des systèmes de production.

Le revenu agricole résulte de la différence entre la valeur ajoutée nette et l'ensemble des redistributions qui traduisent les conditions d'accès aux ressources mobilisées dans le processus de production (fermage et taxe foncière, rémunération de la main-d'œuvre extérieure, intérêts sur le capital emprunté), à laquelle viennent s'ajouter les subventions. Le revenu agricole par actif familial peut être ensuite comparé entre les différents systèmes de production mais aussi à ce que serait le revenu minimum que pourrait gagner cet actif s'il travaillait dans d'autres secteurs de l'économie (coût d'opportunité de la force de travail). Ceci permet de formuler des hypothèses quant aux perspectives d'évolution des différents systèmes de production, en mettant en évidence les systèmes de production qui permettent aux exploitations de dégager un revenu suffisant pour investir et se développer (agrandissement et acquisition d'un équipement plus performant, intensification grâce à l'immobilisation d'un capital important sur une surface réduite...), ceux qui ne permettent aux exploitations que de se maintenir sans pouvoir investir davantage et ceux pour lesquels il est impossible de dégager les moyens nécessaires pour entretenir et renouveler les équipements déjà en place. Les calculs sont effectués en s'efforçant de reconstituer produits et coûts à partir du fonctionnement technique des exploitations.

Afin de dépasser les cas particuliers enquêtés et parvenir à une vision globale du développement agricole de la région et à un diagnostic, il s'est avéré utile d'établir un archétype permettant de caractériser de manière simple le fonctionnement technique et économique de chaque système de production. Le recours à un archétype permet, en s'affranchissant de la diversité dans le détail existant entre les exploitations pratiquant un même système de production et en se donnant une représentation simple de la réalité, de mettre en évidence la logique de fonctionnement de chaque système de production, et de comparer aisément le fonctionnement technique et les résultats économiques des différents systèmes.

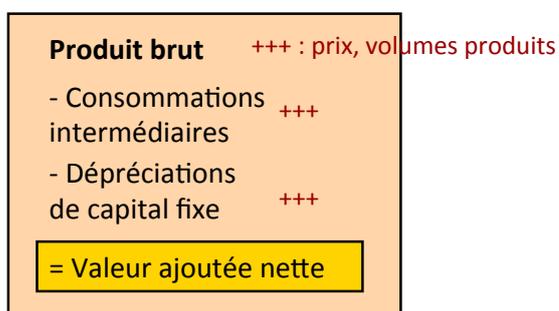
Après avoir compris le mode d'exploitation actuel du milieu et son évolution, explicité le processus de différenciation des systèmes de production et analysé le fonctionnement technique et les résultats économiques de chacun de ces systèmes, il a été possible de formuler un diagnostic agro-économique de la situation agricole de la région. Nous avons cherché à repérer les systèmes de production « cibles » c'est-à-dire les systèmes mis en œuvre par les exploitations agricoles les plus fragiles sur le plan économique et/ou dont le fonctionnement a un impact particulièrement important sur l'environnement. Puis nous avons cherché à repérer dans la région les systèmes de production économes en intrants qui pouvaient devenir des systèmes « objectif ». Les exploitations mettant en œuvre ce type de système de production ont été enquêtées en détail afin de pouvoir dans un second temps pouvoir étudier le passage des systèmes de production cible à ces systèmes autonomes et économes sur le plan technique et économique.

## Les systèmes autonomes et économes : de quoi s'agit-il ?

Dans nos travaux précédents, nous avons montré que deux grands types de logiques pouvaient être identifiées dans le fonctionnement technico-économique des systèmes de production (Devienne, Garambois et al, 2018). La première voie est celle qui sous-tend le développement de l'agriculture française depuis les années 1950 : elle consiste à chercher à accroître le volume produit par actif, c'est-à-dire la **productivité physique du travail**, en augmentant le recours aux moyens de production, intrants et équipements, souvent au prix d'un endettement important (Figure 2).

Figure 2 : Deux grands types de logique économique de fonctionnement des systèmes de production

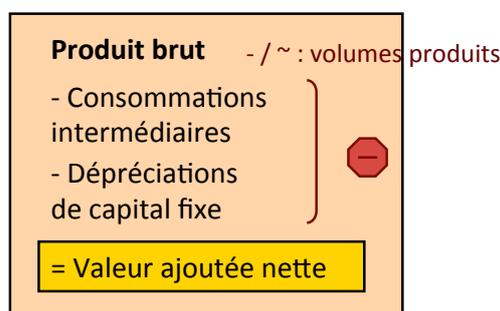
1) Accroître la **productivité physique** du travail



- Intérêts du capital +++  
 - Fermage  
 - Salaires  
 + Subventions +++

**= Revenu agricole familial**

2) Privilégier l'accroissement de la **productivité économique** du travail

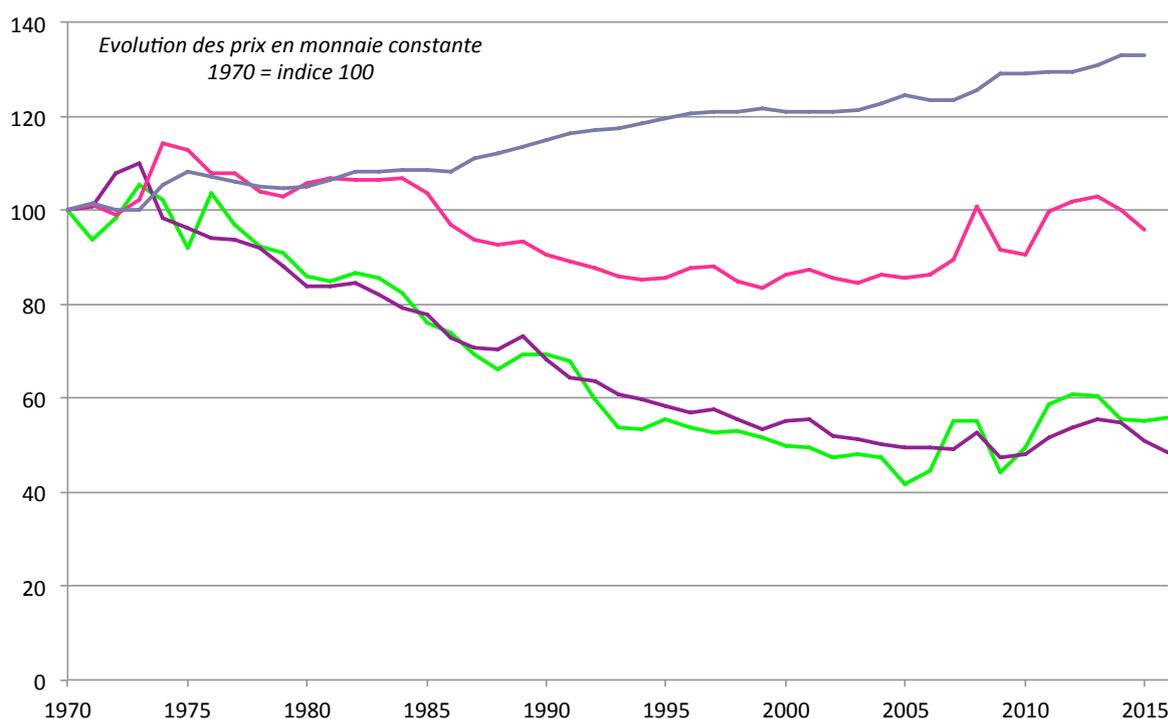


- Intérêts du capital -  
 - Fermage  
 - Salaires  
 + Subventions +/- : *historique de production*

**= Revenu agricole familial**

L'accroissement du volume produit par actif permet, dans un contexte marqué depuis les années 1970 par une évolution défavorable du prix des produits agricoles par rapport à celui des intrants et des équipements (Figure 3), de maintenir, voire d'augmenter, en monnaie constante la valeur ajoutée produite et in fine le revenu.

Figure 3 : Evolution des prix des produits agricoles, des intrants et des équipements en monnaie constante et en indices (1970 = indice 100). Source : INSEE, Comptes de la Nation.



Face à cette évolution défavorable des prix des produits agricoles, une autre logique économique a été développée par certains agriculteurs : elle repose sur l'utilisation des processus biologiques et des fonctionnalités des écosystèmes dans le but d'effectuer des économies d'intrants. Cette économie est souvent opérée au prix d'une diminution des volumes produits par actif, laquelle est largement compensée par les réductions de coût autorisées par ces transformations (Figure 2) (Devienne, Garambois *et al.*, 2018). Ces systèmes de production visent ainsi à privilégier la création de richesse, mesurée par la valeur ajoutée, plutôt que l'accroissement des volumes produits : les agriculteurs cherchent ainsi à accroître la **productivité économique du travail**. Les impacts positifs sur le plan économique et social de cette logique d'évolution s'accompagnent d'une réduction drastique de l'utilisation d'intrants aux effets potentiellement polluants, et donc d'un impact positif pour l'environnement (*ibid*).

Ces systèmes de production relèvent d'une démarche qui s'inscrit dans l'agro-écologie et doivent nécessairement être finement adaptés aux conditions pédoclimatiques spécifiques de la région, ainsi qu'aux conditions socio-économiques dans lesquelles se trouvent placés les agriculteurs (superficie et localisation des terres, main d'œuvre, équipement, débouchés...) : leur développement ne peut pas relever de la diffusion d'un « paquet technique » unique, valable sur l'ensemble du territoire français. Nous avons donc choisi pour conduire ce travail de nous inspirer des « référentiels techniques » construits par des

agriculteurs de la région ou de régions immédiatement voisines, qui sont déjà engagés dans la démarche depuis un certain temps, pour réfléchir aux conditions et modalités de passage de certains systèmes de production de la région à des systèmes économes en intrants et aux conséquences économiques pour les agriculteurs et pour la collectivité.

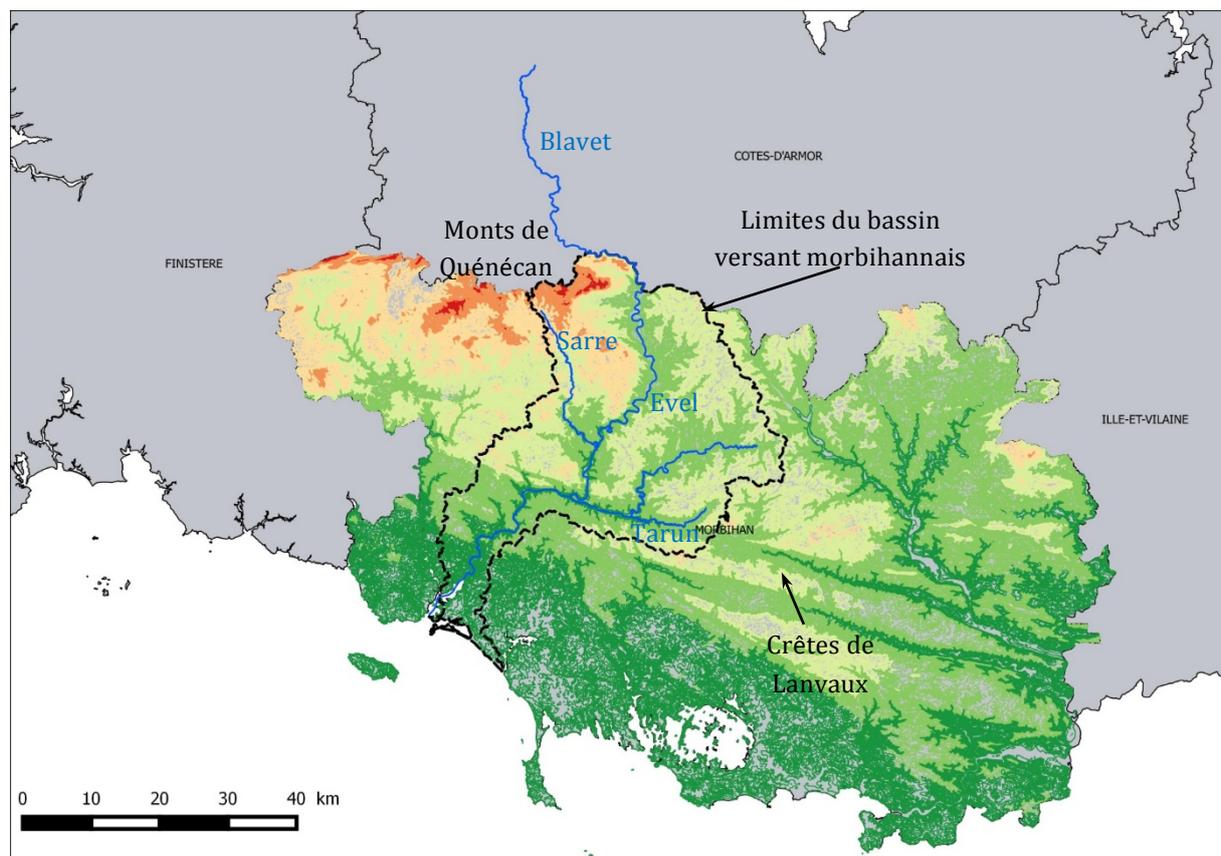
## Première partie : Diagnostic de l'agriculture de la région

### 1. Délimitation et caractérisation de la région étudiée, le bassin versant du Blavet morbihannais

#### 1.1 Une région d'étude avec une unité paysagère et administrative

La région étudiée s'étend sur une partie du bassin versant du Blavet. Le Blavet prend sa source au sud de Guingamp dans les Côtes d'Armor (Figure 4) et traverse la partie sud de ce département et celui du Morbihan en suivant un axe nord-sud. Nous nous sommes intéressés à la partie morbihannaise de ce bassin versant, pour des raisons administratives (département, syndicat de bassin versant) mais aussi parce que les Monts de Quénécan, qui se trouvent à la limite entre les deux départements, marquent une rupture forte du paysage. A l'est et à l'ouest les limites de la région étudiée sont celles du bassin versant du Blavet : celle-ci inclut ainsi le bassin versant de l'Evel et la plus grande partie de ceux de la Sarre et du Tarun ; elle est bordée à l'ouest par le bassin versant du Scorff et à l'est par celui de l'Oust. Au sud, nous avons choisi de nous arrêter à la hauteur des crêtes de Lanvaux, relief assez marqué qui forme la limite avec la région côtière, où les enjeux sont différents, avec une influence importante du tourisme et de l'urbanisation sur l'évolution du mode d'occupation du sol et des exploitations agricoles.

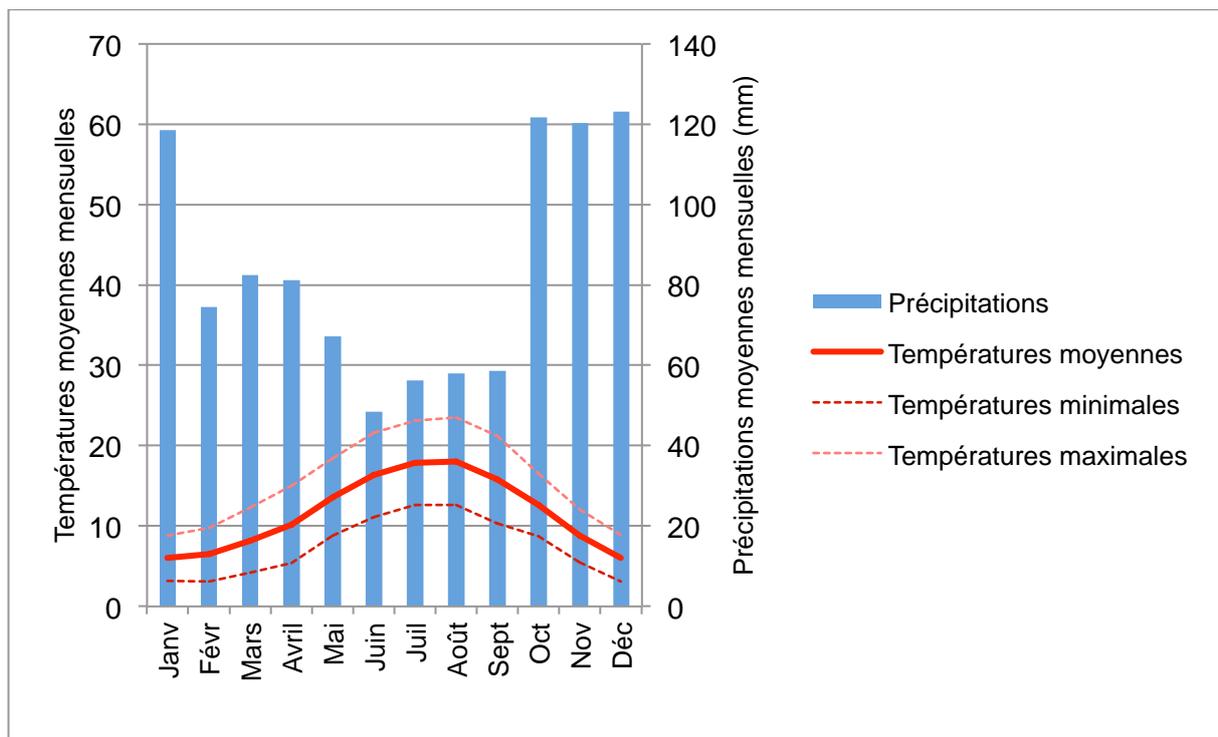
Figure 4 : Bassin versant du Blavet morbihannais : limites, principaux cours d'eau et topographie (Auteur : Maxime Plat d'après BD topo, SVB)



## 1.2 Un climat océanique avec un faible déficit hydrique en été et des températures douces toute l'année

Le climat est marqué par des précipitations abondantes : 1010 mm à la station de Bignan en moyenne sur la période 1997-2010 (Figure 5) qui se répartissent pour un peu moins des deux tiers en automne hiver (d'octobre à mars) réparties en hiver et pour un tiers au printemps et en été. En moyenne il n'y a pas de déficit hydrique en été, comme le montre le diagramme ombrothermique de Bignan, même si le risque n'est pas à écarter en année sèche. Les températures sont douces tout au long de l'année et permettent la pousse de l'herbe de février jusqu'à novembre, ce qui constitue un avantage décisif pour les systèmes herbagers. Les précipitations abondantes en automne peuvent néanmoins entraîner un engorgement des sols qui ne sont pas naturellement bien drainés.

Figure 5 : Diagramme ombrothermique de Bignan (source : MétéoFrance)

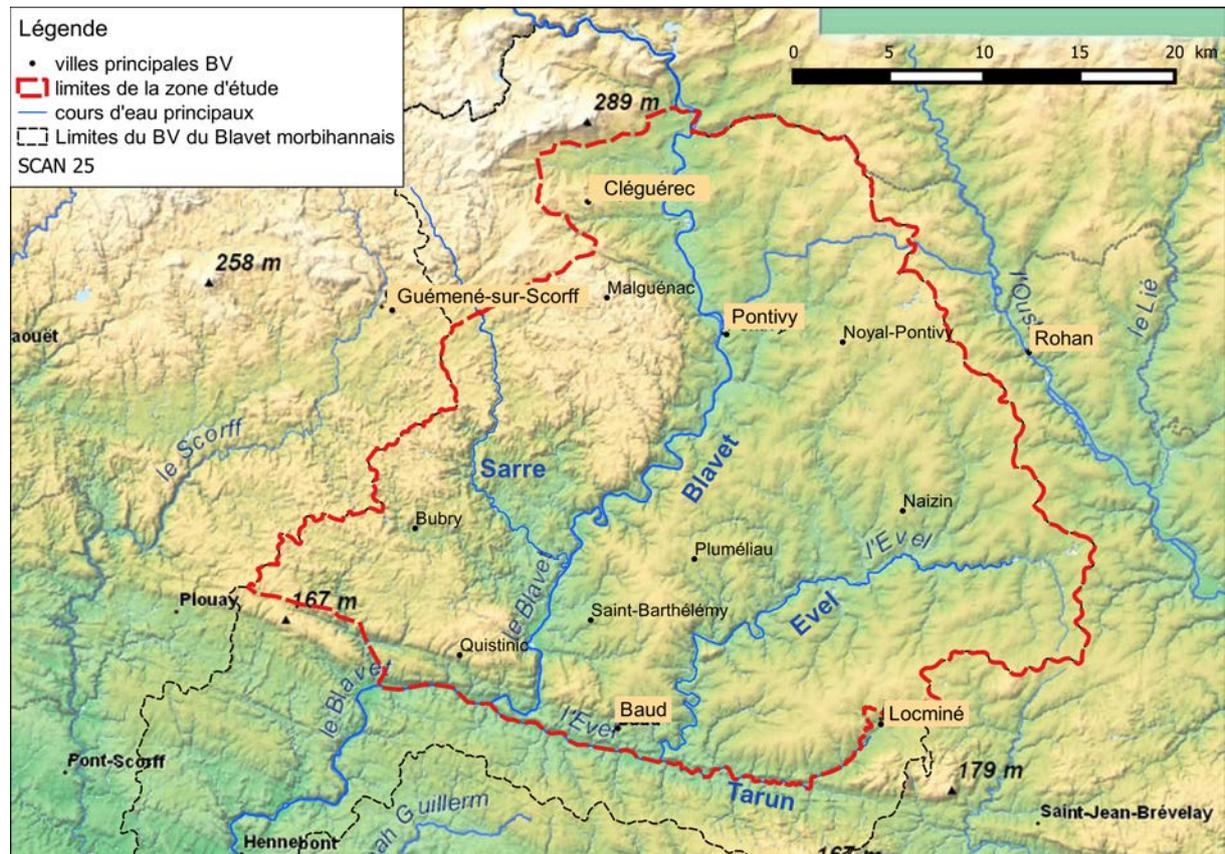


## 1.3 Un paysage de plateaux disséqués par un réseau hydrographique dense

Le relief est celui d'un plateau, sillonné par un réseau dense de cours d'eau qui coulent dans des vallées plus ou moins encaissées. La région se caractérise par un enchaînement de vallées et d'interfluvies qui structurent le paysage (Figure 6). L'allure de ces interfluvies diffère selon la nature du substrat et selon que l'on se trouve dans la partie amont ou aval de la région. Au nord, les dénivelés entre fond de vallée et sommet des interfluvies demeurent peu marqués, les interfluvies sont larges et les pentes douces. Les altérites résultant de l'altération de la roche sous-jacente sont restées en place sur les interfluvies : ces arènes sableuses ou sablo-argileuses sur granite et ces formations plus argileuses sur schiste constituent une sorte d'éponge qui retient l'eau des précipitations et la restitue lentement ensuite (Battiau-Queney, 1993). Sur ces altérites se sont formés des sols profonds, à la différence des versants où les altérites ont disparu, entraînées par le ruissellement des eaux de surface.

Au sud, les landes de Lanvaux, crête rectiligne de 3 à 5 km de large qui domine la région, forment un relief difficile à franchir pour les cours d'eau. Un affluent important, l'Evel, rejoint le Blavet au pied de ce relief, que celui-ci franchit par un passage qui forme une sorte de cluse. Au nord des Landes de Lanvaux le réseau hydrographique est beaucoup plus dense et les interfluves deviennent plus étroits, tandis que la pente des versants devient beaucoup plus forte car les vallées s'encaissent.

Figure 6 : Relief et réseau hydrographique de la région d'étude (Auteur : M. Plat, d'après Atlas des paysages du Morbihan et Syndicat de la Vallée du Blavet)



La carte de Cassini, disponible sur le site de l'IGN Géoportail met bien en évidence ces différences entre interfluves larges, entre les cours d'eau principaux, qui prédominent dans le nord du bassin versant comme dans la région de Neuillac (Figure 7) et interfluves étroits, encadrés par les talwegs des plus petits cours d'eau, qui abondent dans le sud de la région comme autour de Melrand (Figure 8).

Figure 7 : Plateau sur schiste : les interfluves larges prédominent dans la région de Neuillac, au nord de Pontivy (Carte de Cassini, Géoportail)

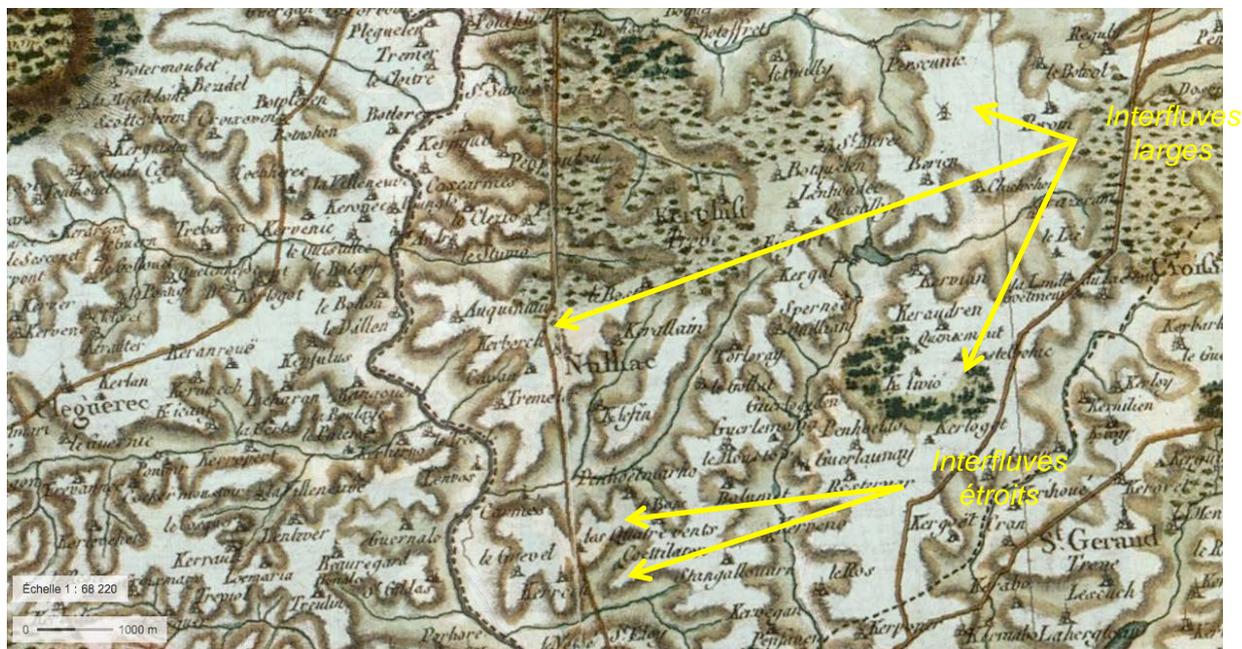
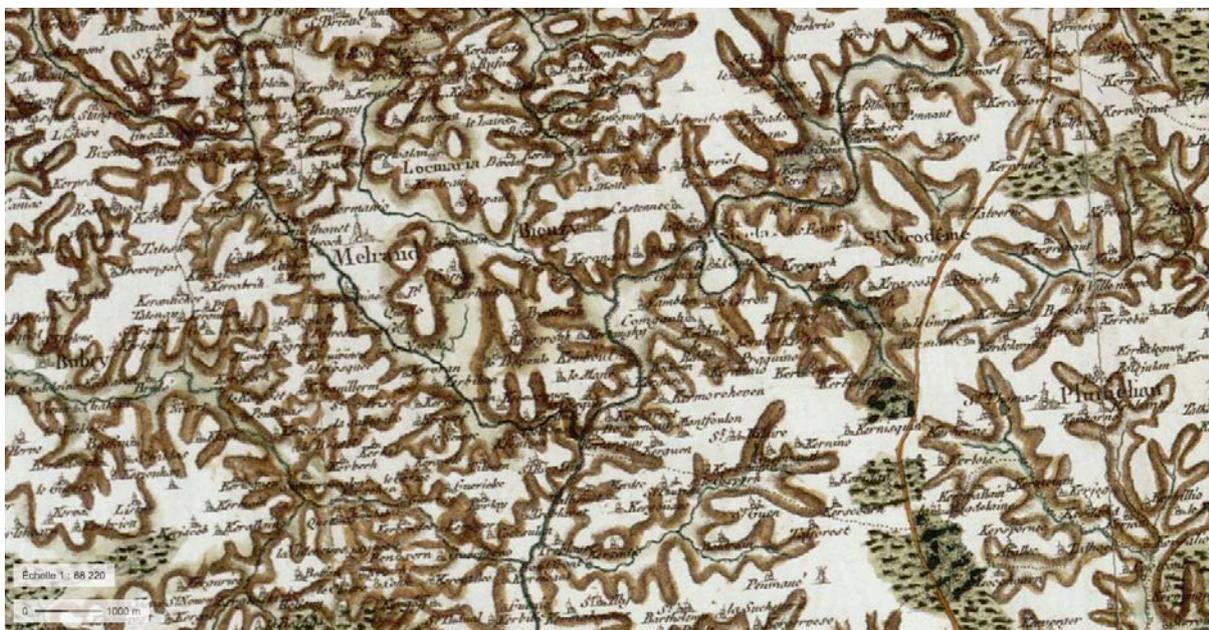


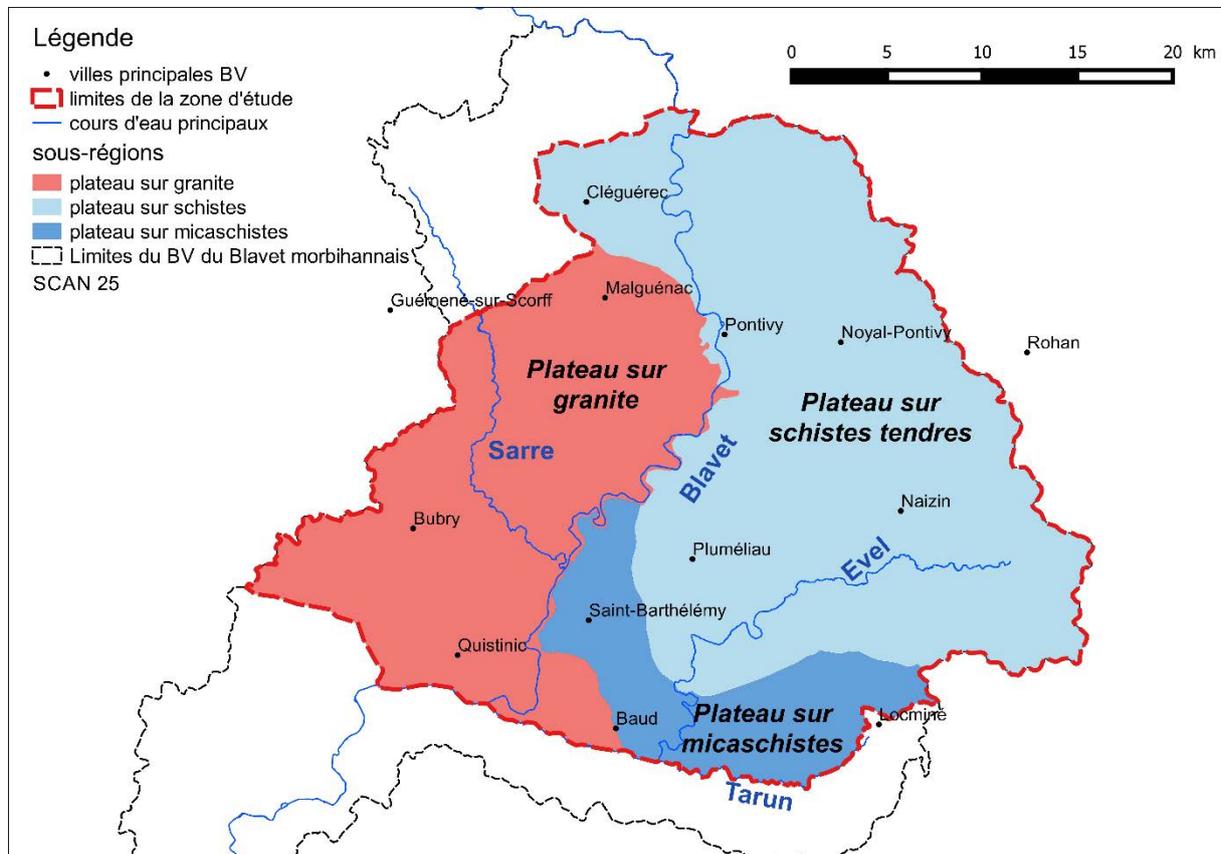
Figure 8 : Plateau sur granite : de très nombreux interfluves étroits dans la région de Melrand, à l'ouest de Pontivy (Carte de Cassini, Géoportail)



La géologie joue également un rôle important dans le paysage : le Blavet marque en effet la limite entre les massifs granitiques à l'ouest (batholite de Pontivy-Rostrenen) et les schistes tendres et micaschistes à l'est (Figure 9). Les interfluves étroits prédominent sur schistes

tendres dans la partie amont de la région, tandis qu'à l'ouest du Blavet les interfluves étroits sont nombreux (figures 7 et 8).

Figure 9 : Les grands ensembles géologiques de la région d'étude (Auteur : M. Plat, d'après Sols de Bretagne et Syndicat de la Vallée du Blavet)



#### 1.4 A l'est, un plateau sur schiste tendre aux vallées peu encaissées et au paysage très ouvert

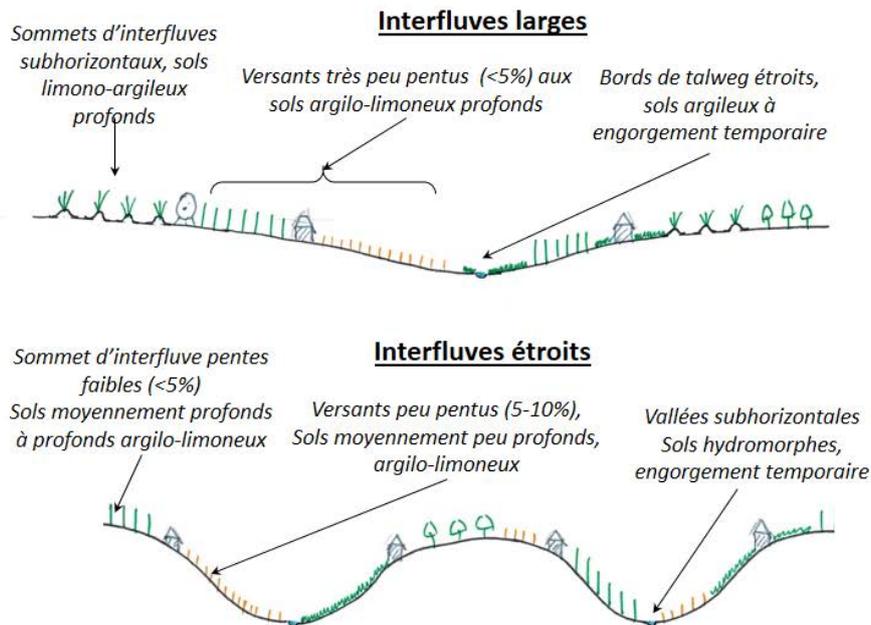
Le substrat est constitué de matériaux briovériens, qui sont essentiellement des schistes tendres. Ces schistes, à base surtout de siltites, s'altèrent très facilement en libérant surtout des limons fins et des argiles. Leur altération s'effectue par fragmentation des plaquettes de schiste en petits éléments de quelques centimètres de long, disposés parallèlement les uns aux autres. Cette disposition a pour conséquence une perméabilité importante et un drainage favorable du sol qui se forme sur ce substrat (Thomas et al, 2010).

*Au niveau des interfluves larges, un paysage très ouvert où dominent les grandes cultures avec des cultures à forte valeur ajoutée et des bâtiments d'élevage très divers*

Sur ce substrat homogène et facilement altérable, les formes de relief sont très douces. Il s'agit d'un plateau, au sein duquel les vallées ne sont pas très incisées (Figure 10). La pente des versants convexo-concaves n'excède pas 5%, les sommets des interfluves sont très larges et globalement plans. Sur la partie sommitale des interfluves et de manière moins importante sur les versants, une couche épaisse d'altérite est restée en place, sur laquelle

se sont formés des sols profonds, limoneux à limono-argileux. Les rendements y sont élevés : 90 q/ha en blé, 90-100 q/ha en maïs, 35 q/ha en colza, 25-45 t/ha en pomme de terre plant. Dans ce paysage les haies et les talus sont rares. Les parcelles sont généralement de grande taille et on y trouve une proportion importante de cultures à haute valeur ajoutée, comme les légumes et les pommes de terre ainsi que des dispositifs d'irrigation.

Figure 10 : Toposéquence caractéristique du plateau sur schiste tendre



### Légende

#### Cultures / végétation

- ||| maïs (ensilage, grain)
- ||| céréales à paille (blé, orge, triticale, avoine)
- prairies (temporaires, permanentes)
- qq légumes (pois, haricots, épinards...)
- ~ pomme de terre (selection, consommation)
- haie, talus planté
- plantation de feuillus
- boisement de feuillus spontané
- taillis spontané à saules.
- plantation de conifères

#### Aménagements

- bâtiments agricoles
- clôtures filées
- réseau d'irrigation et système d'aspersion
- cours d'eau

Au niveau des versants sont installés les bâtiments agricoles, qui sont très divers : bâtiments d'élevage (volaille, vaches laitières, porcs) et hangars de stockage, notamment de pomme de terre. Autour des bâtiments d'élevage bovin laitier les prairies (essentiellement temporaires) sont plus nombreuses.

Les fonds de vallée ont fréquemment été drainés, si bien que la plupart des terres sont labourables. Dans les fonds de vallée drainés, les rendements sont similaires à ceux que l'on observe sur les sommets d'interfluves et les versants, tandis que les fonds de vallée non drainés sont occupés par des prairies permanentes. Certaines têtes de talweg ont été aménagées en retenues collinaires pour l'irrigation.

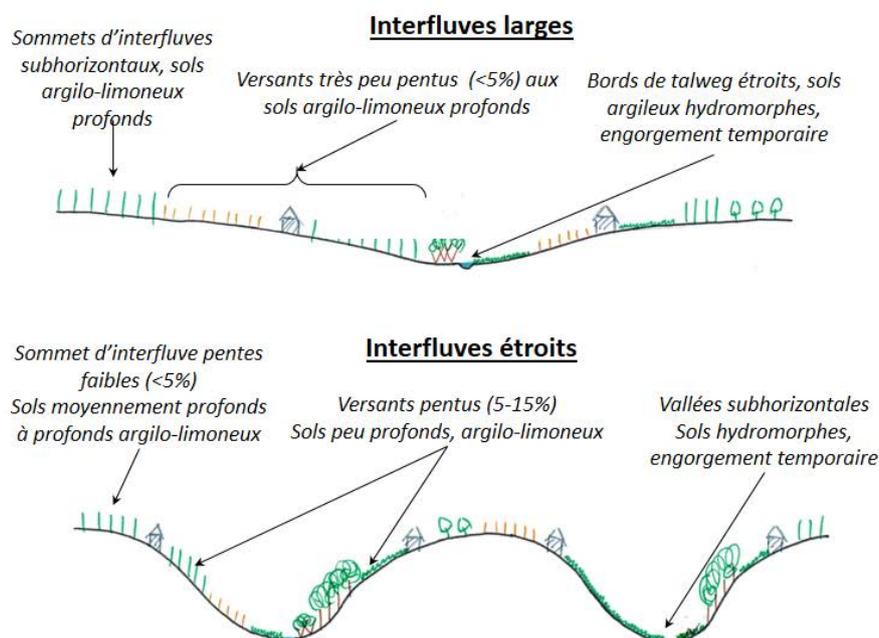
*Au niveau des interfluves étroits, une prédominance de l'élevage laitier*

Par rapport à la partie du plateau aux interfluves larges, la pente des versants est ici un peu plus marquée (5 à 10%), avec un dénivelé souvent plus important. Les sommets d'interfluves occupent une place moins grande dans le paysage (Figure 10) et présentent une forme plus arrondie. Les fonds de vallée ne sont le plus souvent pas drainés. En sommet d'interfluves, les sols sont moins profonds que sur les interfluves larges car une grande partie des altérites a été emportée par colluvionnement. Les sols portent principalement des cultures annuelles, avec beaucoup moins de cultures à haute valeur ajoutée que sur les interfluves larges et sans recours à l'irrigation. Sur les versants, les sols relativement peu profonds sont le plus souvent cultivés en prairies temporaires, et parfois en céréales et oléagineux (maïs, blé, colza, orge) lorsque la pente le permet. En fond de vallée, les prairies permanentes occupent les sols hydromorphes non drainés, tandis que céréales et oléagineux sont cultivés sur les sols drainés.

### 1.5 Un plateau sur micaschiste aux vallées encaissées

Dans la partie sud du plateau situé à l'est du Blavet, le substrat devient du micaschiste, dans le pourtour du pluton de la crête de Lanvaux. Au cours de la formation de ce pluton, l'élévation de la température et de la pression autour de celui-ci a fait subir un second métamorphisme aux schistes tendres : une auréole de micaschiste s'est ainsi formée. La roche obtenue est de nature proche de celle du schiste, mais elle est plus résistante à l'altération et l'érosion. Le relief qui en résulte est un peu plus marqué que sur schistes tendres : il s'agit d'un plateau, entaillé par un réseau hydrographique plutôt dense (Figure 11). Sur les sommets des interfluves plans, les altérites sont restées en place. Elles comportent elles aussi une proportion importante d'argiles.

Figure 11 : Toposéquence caractéristique de la sous-région sur micaschiste



Avec un substrat de nature proche de celui de la sous-région sur schiste, l'organisation du paysage est proche. Quelques différences ont toutefois été relevées.

Au niveau des interfluves larges, plus de prairies permanentes en fond de vallée, peu de cultures à haute valeur ajoutée

La topographie est identique à celle des interfluves larges sur schiste. En revanche, les sols sont plus argileux, et les bords de talwegs rarement drainés. Les rendements potentiels sont un peu moins élevés : 80 q/ha en blé, 90 q/ha en maïs grain, 35 q/ha en colza. Il n'y a pas de dispositifs d'irrigation, pas de pomme de terre plant et très peu d'autres cultures à haute valeur ajoutée. Les fonds de vallée sont occupés par des prairies permanentes et cultivés en maïs ou en prairies temporaires lorsqu'ils ont été drainés. On trouve essentiellement des bâtiments d'élevage destinés aux vaches laitières, aux porcs ou à l'élevage avicole.

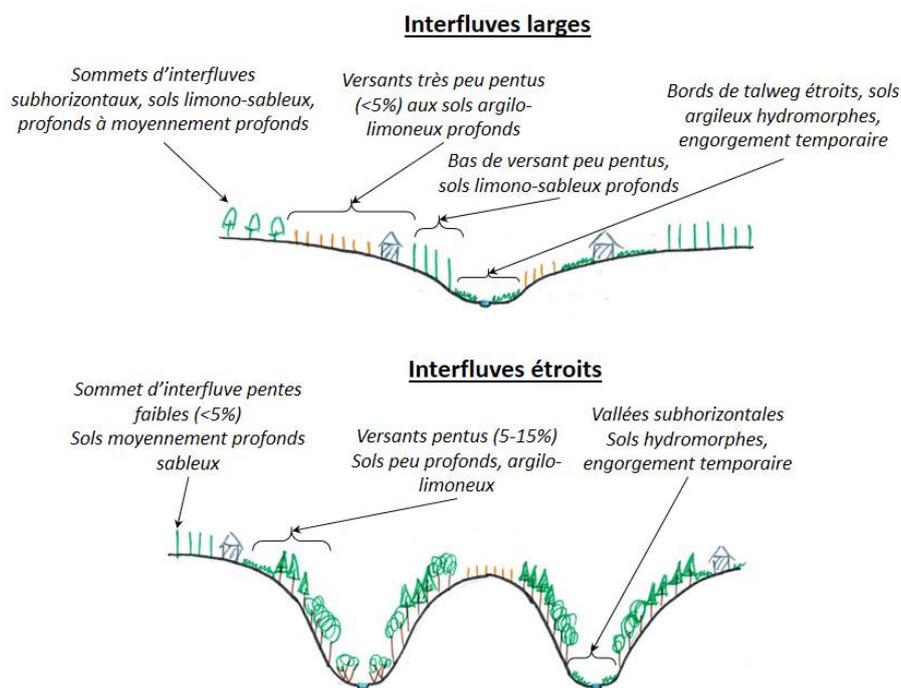
Au niveau des interfluves étroits, des vallées encaissées et un élevage laitier prédominant

Avec un substrat plus résistant à l'érosion et une situation plus en aval du bassin versant, les vallées sont en général beaucoup plus encaissées que sur schistes. La pente des versants dépasse fréquemment 10%. Les fonds de vallée et certains versants sont donc occupés par des prairies, voire des bois ou de la friche. Les sommets d'interfluves sont occupés par des cultures, sur des sols aux caractéristiques semblables à celles des sommets des interfluves larges quoique moins profonds. On y trouve surtout de l'élevage bovin laitier, quelques troupeaux allaitants et de l'élevage avicole.

### 1.6 Un plateau sur granite aux vallées encaissées avec un paysage bocager

Le substrat à l'ouest du Blavet est issu de la formation de plutons, provoqués par la constitution de la chaîne hercynienne. Le granite est une roche dure et globalement imperméable, qui est plus altérable localement au niveau de fractures (diaclasses). L'altération du granite donne naissance à des arènes sableuses à sablo-argileuses.

Figure 12 : Toposéquence caractéristique de la sous-région sur granite



*Un paysage d'interfluves larges assez ouvert, où prédomine l'élevage bovin*

La nature du substrat a donné naissance à un paysage assez différent des deux autres sous-régions (Figure 12). La roche plus dure a mieux résisté à l'érosion que les schistes tendres et l'altitude du plateau sur granite est plus élevée (200m en moyenne, contre 100 à 150m sur le plateau sur schistes). Les vallées sont donc généralement plus encaissées, avec des versants de forme convexe, caractéristique d'un substrat granitique.

Au niveau des sommets d'interfluves, l'altérite sableuse est restée en place sur les parties planes et sur cette formation superficielle se sont formés des sols limono-sableux, qui se caractérisent par une capacité de rétention des ions relativement élevée liée à la présence de limons, mais par une réserve utile limitée par l'importante fraction sableuse qui rend le sol filtrant. Sur les versants, l'épaisseur d'altérite conservée est moins importante, et les sols qui se sont formés sont moins profonds et davantage séchants. Globalement, le potentiel agronomique des sols sur les sommets d'interfluves est un peu plus faible que sur les interfluves larges sur schistes pour les cultures de céréales et les prairies (80-85 q/ha en maïs grain, 75-80 q en blé) et plus faibles et plus aléatoires pour les cultures à haute valeur ajoutée, qui demeurent très peu présentes dans cette partie de la région (certaines variétés de haricots, pois).

Dans les fonds de vallée, les sols se sont formés sur des formations superficielles enrichies en argiles par colluvionnement et alluvionnement. Les parcelles de bords de cours d'eau ne sont pas drainées et l'engorgement des sols y est important en hiver ; elles sont occupées principalement par des prairies permanentes ou des friches. Si l'organisation du parcellaire et des exploitations est similaire à ce que l'on observe sur les interfluves larges du plateau sur schiste, les bâtiments d'élevage bovin dominent largement. Les prairies occupent de manière générale une place beaucoup plus importante.

*Dans les zones d'interfluves étroits, la prairie prédomine*

Le relief dans les zones d'interfluves étroits est assez différent de celui rencontré sur schiste et micaschiste (Figure 12). Les sommets d'interfluves sont arrondis et les versants franchement convexes (sauf dans leur partie basse, où viennent s'accumuler les colluvions) avec une pente souvent abrupte, généralement supérieure à 10%. Les fonds de vallée sont étroits. L'essentiel de la surface est donc occupé par des versants pentus difficilement labourables, aux sols sableux peu épais à squelettiques, sur lesquels on ne trouve que des prairies, lorsque la pente n'est pas trop forte, ou des bois (feuillus et conifères). Sur les sommets d'interfluves, du fait de l'érosion, peu d'altérites sont restées en place, voire pas du tout : les sols qui se sont formés sont sableux, fréquemment caillouteux, à faible réserve utile et faible capacité de rétention des ions. Les potentialités agronomiques de ces sols sont moins élevées, avec 75-80 q en maïs grain et 70-75 q en blé, et encore plus faibles et aléatoires que sur les interfluves larges sur granite pour les cultures à haute valeur ajoutée, qui sont quasi absentes du paysage. L'élevage bovin, principalement laitier, occupe la majeure partie des exploitations encore en activité.

Malgré un paysage aux caractéristiques communes, qui sont celles d'un plateau entaillé par un réseau plus ou moins dense de cours d'eau et marqué par l'alternance d'interfluves larges et d'interfluves étroits, la nature différente du substrat se traduit par des potentialités agronomiques contrastées entre les sous-régions, sur schiste et micaschiste d'une part et sur granite d'autre part. Ces différences ont conduit à des évolutions différenciées de la mise en valeur agricole, donc des paysages, et des systèmes de production mis en œuvre par les exploitations. La compréhension de l'évolution de l'agriculture nous a permis de comprendre comment se sont différenciés les systèmes de production dans chacune de ces sous-régions,

en fonction de la localisation des exploitations (plateau sur granite, schiste ou micaschiste) et des étages agro-écologiques auxquels les agriculteurs avaient accès (interfluves larges/interfluves étroits). La reconstruction de ce processus d'évolution nous a permis d'identifier les systèmes de production actuels, base à partir de laquelle nous avons construit un échantillon raisonné d'exploitations agricoles, choisies pour caractériser le fonctionnement technique et économique de chacun des systèmes de production identifiés au préalable, auprès desquelles des enquêtes technico-économiques approfondies ont été effectuées. Celles-ci visaient à comprendre et expliquer le fonctionnement actuel des différents types d'exploitations et à en mesurer les performances économiques, en faisant le lien avec les enjeux économiques, sociaux et environnementaux auxquels les agriculteurs du bassin versant sont confrontés actuellement.

## 2. Une évolution de l'agriculture différenciée entre schiste et granite

### 2.1 Le système agraire des années 1950 : des systèmes de production de polyculture-élevage

#### 2.1.1 Un système de production basé sur la complémentarité des ressources entre sommets d'interfluves, versants et fonds de vallée

Le paysage des années 1950 était très différent de celui d'aujourd'hui :

- les terres labourées étaient situées essentiellement en sommet d'interfluve.
- les versants étaient occupés par des prairies permanentes lorsque les pentes n'étaient pas trop fortes (interfluves larges sur schiste) ou par des landes : il s'agissait le plus souvent d'une friche herbeuse pâturée, dont la végétation spontanée était périodiquement détruite par le labour pour y faire une culture de rutabaga puis de seigle, avant de laisser la place à la pousse de l'herbe. Une petite partie de ces versants était boisée.
- Les fonds de vallée humides étaient occupés par des prairies permanentes.

Les exploitations étaient en polyculture-élevage. Elles combinaient différentes cultures, destinées à l'alimentation de la famille et d'un élevage diversifié. La rotation prédominante dans la région était la suivante :

#### **Pomme de terre ou Betterave fourragère / céréale de printemps (avoine ou orge) + trèfle sous couvert / trèfle / céréale d'hiver**

L'élevage jouait un rôle important dans la gestion de la fertilité : les plantes sarclées en tête de rotation recevaient du fumier qui était fabriqué à l'étable, la litière étant pour l'essentiel constituée de la végétation prélevée dans les landes (genêts et ajoncs, riches en azote), les talus (feuilles et une partie du produit de la taille des haies) et les bois, car la paille des céréales était réservée à l'entretien des toits. La quantité de fumier était relativement importante car les vaches passaient la nuit et au moins la moitié de la journée dans l'étable tout au long de l'année.

L'élevage bovin laitier, basé sur des races locales rustiques ou croisées (bretonnes pies noire, armoricaines...) était le système d'élevage principal de toutes les exploitations de la région. Il permettait en effet de valoriser l'ensemble des étages agro-écologiques :

- Les cultures fourragères (betterave et trèfle) des sommets d'interfluves constituaient la base de la ration des vaches (Figure 13).
- Les prairies permanentes apportaient une part importante de la ration fourragère avec le pâturage en été et le foin en hiver. Elles contribuaient à la reproduction de la

fertilité des terres situées sur les sommets d'interfluves par le biais des épandages de fumier.

Le système d'alimentation et de traite étaient très proches d'une exploitation à l'autre : étable à l'attache avec distribution manuelle des aliments et traite manuelle, ou au pot dans les plus grandes exploitations. Cela permettait d'élever maximum 10 vaches par actif. Les races rustiques étaient adaptées à de fortes variations de la disponibilité fourragère en quantité comme en qualité. Les vêlages étaient plutôt groupés au printemps, ce qui permettait de faire coïncider le pic de lactation des vaches avec la période de plus forte disponibilité fourragère sur pied. Les rendements obtenus n'excédaient pas 3000L/vache.

La production laitière servait à l'engraissement des veaux et à la production de beurre, productions qui étaient majoritairement vendues. Le babeurre entrait dans la composition de la ration des truies et des porcs à l'engrais, laquelle était complétée de pommes de terre, de betteraves et de son. Les effectifs porcins étaient donc directement liés aux surplus de céréales et de plantes sarclées et à la production de lait. La production porcine était d'abord destinée à l'alimentation de la famille. Les porcelets sevrés en surplus, s'il y en avait, pouvaient être vendus.

Les chevaux étaient indispensables pour la traction de l'équipement mécanisé : charrue, semoir, moissonneuse-lieuse, faucheuse, faneuse, etc. Un petit élevage avicole complétait cet élevage diversifié, qui reposait sur la production de l'exploitation.

Une partie de la production de blé et de pommes de terre pouvait être vendue. Les pommes de terre étaient principalement des pommes de terre plants, dont la production s'était développée suite à l'implantation à Pontivy en 1922 du premier syndicat de sélection de pomme de terre en France, aujourd'hui intégré à la SICA Bretagne Plants.

Figure 13: calendrier fourrager des vaches laitières dans les années 1950

|                  | A              | M | J             | J | A                | S | O | N                   | D | J | F | M |
|------------------|----------------|---|---------------|---|------------------|---|---|---------------------|---|---|---|---|
| Trèfle en vert   | Trèfle rouge   |   | Trèfle violet |   |                  |   |   |                     |   |   |   |   |
| Pâturage PP      |                |   |               |   |                  |   |   |                     |   |   |   |   |
| Foin PP          |                |   |               |   |                  |   |   |                     |   |   |   |   |
| landes           | Jeunes pousses |   |               |   |                  |   |   |                     |   |   |   |   |
| Plantes sarclées |                |   |               |   | Feuilles en vert |   |   | Tubercules à l'auge |   |   |   |   |

### 2.1.2 Une différenciation sociale importante

Si chaque exploitation avait en général accès à chacun des étages agro-écologiques, fonds de vallée, versants et sommets d'interfluves, et mettait en œuvre les systèmes de culture et d'élevage décrits ci-dessus, la surface dont disposait chaque famille, et donc la taille des troupeaux et la production agricole, étaient très différentes d'une exploitation à l'autre :

Figure 14 : la différenciation sociale des agriculteurs dans les années 1950

| Surface                           | 1-3 ha         | 5-10 ha                                   | 10-15 ha  | 15-30 ha  | 30-50 ha  |
|-----------------------------------|----------------|---|---|---|---|
| <b>Actifs permanents</b>          | 1 familial     | 2 familiaux                               | 2 familiaux   | 2 familiaux + 1-2 commis  | 2 familiaux + 2-3 commis                                  |
| <b>Niveau d'équipement</b>        | Outils manuels | 1 cheval<br>Charrue,<br>herse,<br>rouleau | 1 attelage de 2 chevaux<br>Charrue,<br>herse,<br>rouleau<br>Bineuse | 1 à 2<br>attelages<br>Charrue,<br>herse,<br>rouleau,<br>lieuse<br>Bineuse,<br>planteuse | 2 à 3<br>attelages<br>ensemble de l'équipement de culture |
| <b>Taille du troupeau laitier</b> | 2-3 VL         | 5-7 VL                                    | 10-15 VL  | 15-20 VL  | 15-20 VL  |
| <b>Taille du troupeau porcin</b>  | 1 truie        | 2 truies                                  | 3-5 truies  | 10-15 truies  | 10-20 truies  |

La superficie disponible par actif familial variant de 1 à 25 ha, la production par actif familial était très inégale. Les agriculteurs qui travaillaient sur une surface de 1 à 3 ha ne disposaient que d'un équipement manuel et ne parvenaient pas à assurer l'autoconsommation familiale : ils travaillaient comme commis dans les plus grandes exploitations ou exerçaient une autre activité complémentaire et la majeure partie de leur production agricole était autoconsommée. A l'opposé, les familles ayant accès à 15 à 25 ha par actif familial disposaient de l'ensemble de l'équipement de la culture attelée, souvent en plusieurs exemplaires, et recouraient à de la main d'œuvre salariée, ce qui leur permettait d'utiliser l'ensemble de leur surface et de vendre d'importants surplus de beurre, de viande, de céréales et de pommes de terre.

### 2.1.3 Une différenciation sociale renforcée par la localisation de l'exploitation

Les terres labourables se trouvant sur les sommets d'interfluves, la proportion de terres dont disposaient les agriculteurs dans cet étage agro-écologique et leurs potentialités agronomiques avaient un impact déterminant sur la production agricole, tant au niveau du rendement des cultures que de la composition de la ration des vaches laitières et du niveau de chargement. Les rendements des cultures dépendaient également de la quantité de fumier produite, qui était elle-même liée à la taille du cheptel et aux ressources en litière et en prairies permanentes dont disposaient les agriculteurs.

Sur schiste, au niveau des interfluves larges, une part importante des terres des agriculteurs était située en sommet d'interfluve sur des sols au potentiel élevé. Afin de disposer de suffisamment de litière, une partie des terres de versant, aux potentialités agronomiques pourtant proches de celles des terres de sommet d'interfluves, étaient semées en landiers, qui produisaient une litière et des jeunes pousses en quantité plus élevée qu'une lande spontanée (il pouvait également arriver que de la lande soit achetée sur pied s'il en manquait). Disposant d'une production de fourrages et de fumier importante, sur les sols à haut potentiel, les agriculteurs obtenaient les rendements les plus élevés de la région et atteignaient les niveaux de chargement en VL/ha les plus importants. Grâce à une superficie

cultivée relativement étendue, la plupart des exploitations situées sur ce plateau élevaient un petit nombre de truies ; une partie des porcelets étaient engraisés grâce aux surplus des cultures, le reste des porcelets étaient vendus une fois sevrés. Les exploitations situées sur les interfluves larges pouvaient également produire des plants de pomme de terre pour le syndicat de sélection. Dans cette sous-région se trouvaient les exploitations les plus grandes, dotées d'une surface de plus de 30 ha.

Au niveau des interfluves étroits, le système fourrager de l'élevage bovin laitier était similaire, la ration comportant toutefois un peu plus de pâturage et de foin de prairies permanentes et un peu moins de plantes sarclées fourragères. Les exploitations élevaient, à surface équivalente, un plus petit nombre de truies, et cultivaient une plus petite surface de pomme de terre plant.

Sur micaschiste, au niveau des interfluves larges, les sols plus argileux étaient plus difficiles à labourer en culture attelée, tandis que dans les fonds de vallée l'engorgement des sols était plus marqué. Dans cette partie du plateau les prairies permanentes occupaient donc une plus large place. Les rendements des cultures étaient également un peu plus faibles que sur schiste et par conséquent la ration des vaches était un peu moins riche, avec moins de racines et plus de foin. Au final, la production agricole (beurre, veaux, porcs) était pour une même superficie par actif un peu plus faible.

Au niveau des interfluves étroits, les landes des versants et les prairies permanentes des fonds de vallées occupaient la majeure partie de l'espace. La surface disponible en sommet d'interfluve était moins étendue et les rendements y étaient moins élevés. Le système fourrager reposait donc davantage sur les fourrages fournis par les prairies, voire les landes, ce qui permettait un niveau de chargement et des rendements laitiers plus faibles que sur les interfluves larges ainsi qu'un élevage porcin moins nombreux. Les agriculteurs cultivaient néanmoins aussi de la pomme de terre plant sur les interfluves.

Sur granite, les exploitations localisées au niveau des interfluves larges disposaient d'une part importante de leurs terres en sommet d'interfluve, aux potentialités agronomiques moyennes liées au caractère plus acide et séchant des sols. Les espèces cultivées étaient donc différentes : au sein de la rotation, le seigle remplaçait pour partie le blé, la serradelle (*Ornithopus sativus*) le trèfle, et les pommes de terre plant étaient rares. Les sols, plus portants en début de printemps, permettaient de mettre en place des cultures de colza ou de seigle en dérobée, qui étaient destinées au pâturage en mars afin de compléter la ration et de remplacer une partie de l'affouragement en vert avec des fourrages prélevés dans les landes. Ce système fourrager permettait l'obtention de rendements laitiers un peu plus faibles que sur schiste. Grâce à une part de terres labourables relativement importante, les agriculteurs pouvaient souvent élever quelques truies dont une partie des portées était engraisée et le reste vendue en porcelets sevrés ; une partie des céréales pouvait aussi être vendue.

Au niveau des interfluves étroits, la proportion plus importante de terres situées sur les versants, souvent mises en valeur par des landes et des bois et dans une moindre mesure par des prairies permanentes, conduisait à un système fourrager davantage basé sur les prairies permanentes. Celles qui étaient situées dans les fonds de vallée étaient pâturées en avril et mai, et utilisées en secours en été en cas de sécheresse. Les prairies étaient fumées et leur production relativement élevée permettait de constituer des stocks de foin qui jouaient un rôle important dans l'alimentation des vaches laitières. Ce système fourrager ne permettait toutefois pas d'obtenir des rendements aussi importants que dans les autres parties de la région.

## 2.2 1955-1970 : Une révolution fourragère basée sur la motorisation, la « chimisation » et le développement des prairies temporaires,

### 2.2.1 Des techniques qui permettent d'accroître la production agricole

A partir des années 1950, de nouvelles techniques et le recours à l'achat d'intrants vont permettre d'accroître la productivité physique du travail au niveau des systèmes de cultures des terres labourables :

- La motomécanisation basée sur l'utilisation des tracteurs, semoirs, moissonneuses, matériels de fenaison, pulvérisateurs, et, à partir de la fin des années 1960 des arracheuses de pomme de terre et calibreuses, permet à un actif de cultiver plus de terres et de labourer des sols plus lourds. L'utilisation de ces engins de plus en plus larges est permise par l'agrandissement des parcelles grâce au remembrement, qui s'accompagne d'une modification du paysage avec la disparition d'un grand nombre de haies.
- L'emploi d'engrais de synthèse, le recours systématique aux amendements pour élever le pH du sol, et l'utilisation de variétés sélectionnées permettent d'accroître les rendements (fourrages, grains, paille) en reposant moins sur l'accumulation de grandes quantités de matière organique, qui étaient obtenues en collectant la litière sur les espaces de landes et en maintenant les vaches à l'étable une grande partie de la journée pendant la période de pâturage ;
- L'emploi des produits phytosanitaires permet de lutter efficacement contre les maladies et les adventices dont le développement est favorisé par des rotations qui induisent une moindre couverture du sol ;
- Le drainage permet de passer en terres labourables tout ou partie des fonds de vallée ;
- Des cultures destinées à l'industrie sont développées en contrat : pois, haricots principalement.

En élevage bovin laitier, plusieurs techniques apparaissent également :

- L'implantation de prairies temporaires d'association Ray Grass Anglais-Trèfle Blanc, l'utilisation d'engrais de synthèse et l'introduction de la technique de pâturage tournant vont permettre d'accroître la production des prairies, pour le pâturage comme pour la production de foin. Le recours croissant aux engrais pour la fertilisation de l'ensemble des cultures permet de modifier en profondeur le système d'élevage bovin laitier, en diminuant la durée de stabulation des vaches, en augmentant la place du pâturage et en réduisant ainsi le temps de travail par vache. Les clôtures électriques mobiles accompagnent ce mouvement en facilitant la conduite du pâturage ; elles permettent également de développer la technique de pâturage tournant. La densité énergétique des fourrages obtenus est également supérieure aux fourrages utilisés dans les années 1950, ce qui permet d'augmenter la production de lait par hectare ;
- Les étables entravées peuvent être équipées d'une chaîne de curage qui permet de réduire le temps de curage du fumier ;
- La machine à traire permet de réduire le temps de traite ;

- La sélection génétique permet d'accroître le potentiel de rendement laitier des vaches.

En conséquence les systèmes de culture sur les terres labourables sont profondément modifiés : les prairies temporaires remplacent le trèfle, au sein de la rotation :

**Plante sarclée // céréale d'hiver / culture dérobée fourragère // céréale de printemps // prairie temporaire de 5 ans**

La modification des systèmes de culture, avec le recours aux engrais de synthèse, et du système d'élevage bovin laitier, qui repose sur l'accroissement de la place du pâturage et la réduction de la durée de stabulation, permet de se passer de la litière prélevée sur les landes. Celles-ci sont soit retournées pour être mises en culture si elles se trouvaient sur des terres moto-mécanisables, soit abandonnées à la friche ou plantées en bois de résineux à l'aide de subventions. Les prairies permanentes deviennent secondaires dans le système fourrager et une partie d'entre elles est retournée pour être cultivée.

Le nouveau calendrier fourrager permet d'accroître la production de lait par vache et par hectare :

Figure 15 : calendrier fourrager des vaches laitières dans les années 1955-70

|                  | A | M | J | J | A             | S | O | N | D | J             | F | M |
|------------------|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---------------|---|---|
| Pâturage PT      |   |   |   |   |               |   |   |   |   | <i>réduit</i> |   |   |
| Pâturage PP      |   |   |   |   |               |   |   |   |   |               |   |   |
| Foin (PP+PT)     |   |   |   |   |               |   |   |   |   |               |   |   |
| Plantes sarclées |   |   |   |   | <i>réduit</i> |   |   |   |   |               |   |   |
| céréales         |   |   |   |   |               |   |   |   |   |               |   |   |

Les transformations des systèmes de production permettent d'accroître la production de lait, de porc, de pomme de terre et de céréales des exploitations, avec moins de travail. Les équipements sont pour partie subventionnés et la diffusion des techniques favorisée par les pouvoirs publics et les organisations de producteurs. Elles ne sont néanmoins pas à la portée de tous les agriculteurs.

**2.2.2 Un accroissement de la productivité du travail inégal selon la superficie et la localisation des exploitations**

La mise en œuvre de la plupart de ces techniques nécessite en effet une capacité d'investissement suffisante pour acquérir les nouveaux équipements. La plupart d'entre elles ouvrent la voie à un accroissement des rendements sur les terres labourables. Or, la proportion de terres labourables au sein des exploitations agricoles, les potentialités de ces terres, ainsi que la capacité d'investissement des différentes catégories d'agriculteurs sont très inégales : leur capacité à acquérir et à valoriser ces nouveaux équipements n'est pas la même et la différenciation entre les systèmes de production commence à se renforcer en lien avec la localisation et la superficie des exploitations. Seule l'introduction des prairies temporaires dans les rotations et l'utilisation des engrais de synthèse ont été accessibles à toutes les exploitations.

Les plus petites exploitations (moins de 5 ha) disparaissent rapidement à partir des années 1950, faute de repreneur, en raison des possibilités d'emploi qu'offre l'industrie, notamment

l'industrie agroalimentaire (fabricants d'aliments, abattoirs) et le commerce d'intrants (principalement les coopératives) tous deux en plein essor dans la région. Leur disparition libère des surfaces qui peuvent être acquises par les exploitations plus grandes.

Les exploitations un peu plus grandes, de 5 à 10 ha n'ont pas les moyens d'investir dans les nouveaux équipements, et ce d'autant moins quand elles sont situées sur interfluves étroits. Elles continuent à travailler avec les chevaux et à faire la traite à la main. Elles bénéficient beaucoup moins des évolutions techniques que les exploitations les plus grandes et commencent elles aussi progressivement à disparaître à partir des années 1960, à l'exception de celles qui peuvent développer à partir de cette époque une production avicole hors-sol en contrat d'intégration avec les abattoirs ou les fabricants d'aliments du bétail. Le développement de cette production nécessite l'investissement dans un bâtiment, de petite taille (250 m<sup>2</sup> pour les poulaillers de chair en général), investissement accessible grâce au recours au crédit (Crédit agricole ou Crédit mutuel de Bretagne).

Sur le plateau sur schiste, la qualité des sols et la forte proportion de terres labourables permettent de tirer pleinement parti de l'introduction de ces nouvelles techniques avec un accroissement important de la production de lait, de porc et de pomme de terre plant. Seules les exploitations de plus de 15 ha se lancent toutefois complètement dans ce mouvement, disposant des moyens suffisants pour investir à la fois dans l'équipement de traite et de manutention des déjections (chaîne de curage), dans un tracteur et du matériel de travail du sol et de fenaison, puis, à partir du milieu des années 1960 dans une arracheuse de pommes de terre à 1 rang (avec ramassage, calibrage et mise en sac à la main). Le recours à des aliments achetés leur permet de compléter leur production et d'engraisser l'ensemble des porcelets produits. Ces exploitations ont accru la taille de leur cheptel, jusqu'à 30 vaches et 20 truies et développé la production de pomme de terre plant jusqu'à 4 ha pour 2 actifs familiaux. Les exploitations un peu moins grandes, de 10 à 15 ha ont pu s'équiper d'un tracteur avec du matériel de récolte pour les prairies et les céréales, mais n'ont pas eu les moyens d'investir dans une arracheuse de pommes de terre. Elles ont donc surtout accru leur production de lait et de porc en développant aussi le recours à des aliments achetés.

Sur le plateau sur micaschiste, le mouvement a été similaire, même si les sols plus argileux ont permis d'atteindre des rendements et un chargement en VL/ha un peu moins importants. Les rendements fourragers en particulier se sont moins accrus et les périodes de pâturage sont demeurées plus courtes, les sols se réchauffant lentement au printemps et souffrant d'une moins grande portance au printemps et à l'automne. Les fonds de vallée, aux sols particulièrement lourds, n'ont pas été drainés et sont restés en prairies permanentes. Comme dans le plateau sur schiste, les exploitations de plus de 15 ha situées sur les interfluves larges se sont équipées du matériel spécifique à la culture de la pomme de terre pour la production de semence. Sur les interfluves étroits, les terres situées sur les versants, en plus forte pente, ont été implantées en prairies temporaires d'une durée de 5 à 7 ans, qui sont venues remplacer les landes.

Sur granite, les terres situées sur les sommets des interfluves larges offrent un potentiel de rendement plus faible que sur schiste tant pour les céréales que pour les plantes sarclées. Peu d'exploitations se sont donc équipées pour la culture de la pomme de terre. Les surfaces en prairies temporaires ne se sont pas autant accrues que sur schiste et les prairies permanentes ont gardé une place un peu plus importante dans le système fourrager. Sur les sols sableux, la pousse de l'herbe ralentit plus fortement en été mais démarre plus tôt au printemps. La période de pâturage peut donc être plus longue que sur schiste, avec un affouragement en foin qui démarre plus tôt en été. Au final, ce système permet une production de fourrages moindre à l'hectare : les rendements laitiers et le chargement en VL/ha ont donc connu un accroissement moins important que sur schiste. Au niveau des interfluves étroits, l'accroissement de la productivité du travail a été encore plus limitée quelle que soit la production considérée. En effet une partie importante des versants n'était

pas moto-mécanisable, et a donc été boisée ou abandonnée à la friche ; comme sur micasciste, le reste des versants a été implanté en prairies temporaires.

Dans l'ensemble de la région, les systèmes de production, qu'ils aient connu des transformations plus ou moins profondes selon la localisation et la surface des exploitations, demeurent tous des systèmes de polyculture-élevage, avec le maintien d'une association étroite entre les différentes productions, même si les agriculteurs recourent de manière croissante à l'achat d'intrants.

## 2.3 1970-1984 : Spécialisation des systèmes de production, développement de la culture du maïs et acquisition de nouveaux bâtiments et équipements de culture et d'élevage

### 2.3.1 Elevage laitier, élevage porcin, cultures : des investissements importants pour produire davantage par actif, dans un contexte de prix garantis

De nouvelles techniques et de nouveaux équipements plus performants apparaissent dans la région pour chacune des productions à partir de la fin des années 1960 et du début des années 1970 : nouveaux bâtiments d'élevage (stabulations libres et salles de traite en élevage bovin laitier, bâtiments d'élevage porcin en confiné) et nouveaux matériels (moissonneuses-batteuses, arracheuses, calibreuses...). Ces équipements coûteux ne sont pas à la portée de tous les agriculteurs et ceux qui disposent d'une capacité d'investissement suffisante pour se lancer dans le mouvement ne peuvent investir à la fois dans tous les équipements qui se diffusent à l'époque, sachant que ces équipements performants sont coûteux et nécessitent de réaliser un volume de production suffisant pour pouvoir être rentabilisés. Les agriculteurs vont donc devoir faire un choix d'investissement et ce développement s'accompagne de la **spécialisation** des systèmes de production, rendue possible par le recours aux intrants qui affranchissent les agriculteurs de la nécessaire complémentarité entre systèmes de culture et d'élevage. Le type de spécialisation vers laquelle vont se tourner les agriculteurs dépend de la localisation des exploitations agricoles et des étages agro-écologiques auxquels elles ont accès, mais aussi de la superficie dont elles disposent, car toutes les productions ne demandent pas la même quantité de travail et ne permettent donc pas de dégager la même valeur ajoutée par unité de surface. Les exploitations qui n'ont pas les moyens d'investir dans ces nouveaux équipements demeurent quant à elles en polyculture-élevage.

En élevage laitier, de nouvelles cultures fourragères font leur apparition dans les rotations : le maïs et le ray grass d'Italie (RGI). Ces cultures sont entièrement moto-mécanisables, à la différence des plantes sarclées fourragères qui demandaient encore beaucoup de travail manuel, et qui permettent d'obtenir un rendement élevé. Le maïs ensilage est un fourrage conservé très dense sur le plan énergétique, qui nécessite d'être complété par un aliment riche en protéines, essentiellement constitué par le tourteau de soja, disponible à bas prix car le soja est importé sans taxe des États-Unis.

Le RGI et le maïs sont récoltés et conservés sous forme d'ensilage, qui nécessite pour sa distribution en grande quantité le recours au tracteur. L'adoption large de ce fourrage est donc conditionnée par l'acquisition d'une étable de plus grande taille dans laquelle l'affouragement peut être moto-mécanisé : les stabulations libres accompagnées de salles de traite font partie du « paquet technique » qui est vulgarisé à partir du début des années 1970 avec l'ensilage de maïs et le tourteau de soja. Ce mouvement s'accompagne de la sélection génétique fondée sur la généralisation de la race frisonne dont le potentiel de rendement est plus élevé. L'ensemble de ces transformations permet un accroissement important des rendements laitiers et du nombre de vaches par actif et donc de la productivité physique du travail dans les élevages bovins laitiers.

Au sein de ces systèmes de production la rotation est simplifiée et le maïs remplace les plantes sarclées fourragères :

### Maïs ou PDT / céréale d'hiver / prairie temporaire (RGI 18 mois ou RGA+TB 4 à 5 ans)

La ration des vaches est enrichie, en particulier en hiver, ce qui permet d'accroître la production hivernale de lait, mieux rémunérée par l'industrie.

Figure 16 : calendrier fourrager des vaches laitières dans les années 1970

|                         | A                                  | M | J | J | A | S | O | N | D | J | F | M |
|-------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pâturage PT             |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Ensilage (maïs / herbe) | (EH en cas de sécheresse estivale) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Foin (PT)               | (en cas de sécheresse estivale)    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| céréales                |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Correcteurs azotés      |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

En élevage porcin également, de nouveaux équipements permettent d'accroître la productivité physique du travail. Les bâtiments d'élevage en confiné sur caillebotis autorisent la réduction du temps de travail dévolu à l'alimentation et à la manipulation des animaux et des déjections, et permettent d'accroître le nombre de truies que peut élever un actif. L'aliment peut être acheté mais dans la région il est souvent produit sur l'exploitation, notamment dans les grandes exploitations sur interfluves larges disposant d'une superficie étendue de terres labourables. La moto-mécanisation de la fabrication de l'aliment, grâce à l'adoption des premières unités de fabrication à la ferme, constituées de broyeurs à céréales reliés à des cellules de stockage, permet également d'accroître la capacité de travail des éleveurs porcins tout en maintenant l'autonomie alimentaire de l'élevage.

Dès les années 1975, les machines à soupes couplées à des silos à plat de maïs grain ensilé permettent de réduire encore le temps nécessaire pour l'alimentation. L'introduction du maïs a, comme en élevage laitier, permis d'accroître la production d'énergie nette par hectare et d'enrichir les rations en énergie, celles-ci devant être équilibrées en protéines. Grâce à une alimentation rationnée et à une atmosphère contrôlée (ventilation statique, chauffage), le GMQ des porcs a augmenté, tout en maîtrisant l'indice de consommation (IC) et en améliorant le taux de muscle des pièces (TMP). La conduite en bandes, couplée à la sélection génétique, permet d'augmenter la prolificité des truies, grâce au raccourcissement de l'intervalle entre mises-bas.

Dans le domaine des cultures, la plantation, le calibrage et le ramassage des pommes de terre est moto-mécanisé, ce qui permet d'accroître la surface que peut cultiver un actif. Le stockage des pommes de terre en vrac dans un bâtiment équipé de ventilation permet quant à lui de réduire les pertes après récolte. Les agriculteurs peuvent développer la production de légumes sous contrat, la récolte s'étant également moto-mécanisée, avec le recours à des machines très coûteuses détenues par les industriels. Les rendements des différentes cultures poursuivent leur progression grâce à la sélection génétique.

Ces nouvelles techniques et ces différents équipements commencent à se diffuser dans la région à partir du début des années 1970. Ce mouvement n'est toutefois pas général, car il nécessite des investissements conséquents qui ne sont pas à la portée de tous les

agriculteurs. Il s'est accompagné d'un mouvement de spécialisation et s'est effectué de manière différenciée selon les sous-régions.

### *2.3.2 Une spécialisation différente selon les sous-régions et la superficie des exploitations*

Sur schiste sur interfluves larges, la proportion de terres labourables à haut potentiel de rendement est très importante. Les agriculteurs peuvent y développer les nouvelles cultures (maïs, légumes) avec des rendements élevés. Les agriculteurs qui disposent d'une capacité d'investissement suffisante vont s'équiper pour accroître la productivité physique de leur travail et se spécialiser pour rentabiliser ces équipements coûteux. La spécialisation dans laquelle ils vont se lancer dépend de la superficie à laquelle ils ont accès. Plus la superficie par actif est importante, moins la quantité de travail disponible par unité de surface est grande : dans les exploitations les plus grandes, les agriculteurs vont se tourner vers des productions qui demandent moins de travail par hectare, comme les grandes cultures ou, sur une superficie moins importante, l'élevage porcin. Les exploitations qui disposent d'une superficie par actif moins grande vont quant à elles se tourner vers la production laitière, qui permet de dégager une valeur ajoutée élevée par unité de surface. Les plus petites d'entre elles, qui n'ont pas les moyens de réaliser ces investissements importants, vont tenter de compenser leur faible surface en développant un élevage hors-sol (l'ensemble de l'alimentation est achetée) de porc naisseur ou de volaille. Celles qui n'ont pas les moyens de réaliser ces transformations demeurent en polyculture-élevage, en arrêtant progressivement l'activité d'engraissement des porcs pour se concentrer sur le naissage.

- Les agriculteurs qui disposaient de 30 à 50 ha dans les années 1950 et qui ont pu s'agrandir en reprenant des terres (60 ha au moins au début des années 1970) se spécialisent en grandes cultures, avec la culture de légumes destinés à l'industrie et de pomme de terre plant. Ils investissent dans le matériel destiné à la pomme de terre plant et dans un matériel de culture plus performant. Ils mettent en œuvre une rotation qui ne comporte plus de prairie temporaire : PDT / blé / haricot ou pois / blé.
- Les agriculteurs qui travaillaient sur la même gamme de surface dans les années 1950 mais qui n'ont pas pu autant s'agrandir (50 à 60 ha) se spécialisent en élevage porcin naisseur-engraisseur avec 40 à 50 truies, en investissant dans un bâtiment en confiné sur caillebottis, une fabrique d'aliments à base de céréales et maïs grain ensilé produits sur l'exploitation et un équipement de distribution en soupe. Ils mettent en œuvre une rotation de type maïs / céréale d'hiver (blé, orge).
- Les agriculteurs qui travaillaient dans les années 1950 sur une superficie de 15 à 30 ha et qui sont parvenus à agrandir leur surface jusqu'à 35 à 50 ha, se tournent vers la production laitière, plus rémunératrice par unité de surface. Ils investissent dans les équipements en élevage laitier (stabulation libre + salle de traite 2x2 ou 3), pour un troupeau de 30 à 40 vaches et développent la culture de maïs destiné à l'ensilage, tout en maintenant une petite surface en PDT plant de 4 à 5 ha, qu'ils conduisent avec le même équipement qu'auparavant. La sélection génétique et l'introduction du maïs dans la ration leur permet d'atteindre 5000 à 6000L/VL. La rotation devient PDT / blé / maïs / maïs ou blé sur le plateau et (PDT ou) maïs / blé / prairie temporaire sur le plateau et les versants de vallée.
- Les agriculteurs qui disposaient de 15 à 30 ha et qui n'ont pu que peu ou pas du tout s'agrandir se spécialisent dans l'élevage laitier, avec un troupeau de 15 à 20 vaches à 5000L, en conservant leur étable entravée qu'ils équipent d'un lactoduc et d'une chaîne de curage. Ces éleveurs ne cultivent que peu de maïs et ne récoltent que peu

d'ensilage de RGI en raison des difficultés de distribution manuelle à l'étable (au panier).

- Les exploitations de 10-15 ha se tournent soit vers un élevage porcin naisseur hors-sol (en achetant l'ensemble de l'alimentation) de 30-45 truies s'ils parviennent à investir dans un bâtiment ou, si ce n'est pas le cas conservent un élevage bovin laitier de petite taille, combiné à un élevage hors sol de volaille qui demande un investissement moins important.
- Beaucoup de ces exploitations de moins de 15 ha n'ont pas les moyens de réaliser des investissements. Elles modifient peu leur système de production et voient progressivement leur revenu diminuer avec la baisse tendancielle des prix agricoles. Ces exploitations n'ont généralement pas de successeur et commencent à disparaître.

Sur schiste sur interfluve étroit, la proportion de terres labourables à haut potentiel de rendement est moins importante et les possibilités pour les agriculteurs moins étendues. Ces exploitations étaient au départ moins grandes et se sont aussi moins agrandies que sur interfluves larges. Elles se spécialisent donc principalement dans l'élevage bovin laitier, qui leur permet de valoriser les prairies temporaires qu'elles cultivent sur les pentes, en développant un système fourrager basé sur moins d'ensilage et plus de foin, qui leur permet de réaliser des rendements laitiers par vache inférieurs à ceux qu'enregistrent les exploitations laitières spécialisées situées sur interfluves larges.

- Les plus grandes d'entre elles (30 à 50 ha) ont pu investir dans la construction d'une stabulation libre et d'une petite salle de traite adaptées à un troupeau de 25 à 40 VL.
- Les exploitations de 15 à 30 ha se spécialisent en lait en conservant les mêmes bâtiments (étable entravée équipée d'un lactoduc et d'une chaîne de curage) pour un troupeau de 15 à 20 VL. Certaines d'entre elles réussissent, grâce au revenu dégagé par la culture de PDT plant, à investir dans un petit bâtiment pour développer en hors sol l'élevage porcin naisseur avec 20 à 30 truies.
- Les exploitations de 10 à 15 ha ont conservé la production laitière, sans changement de système fourrager, en la combinant avec un élevage hors sol de volaille lorsqu'elles ont réussi à faire l'investissement. Les autres ont maintenu leur système de production à l'identique et commencent à disparaître, faute de successeur, tout comme les exploitations de moins de 10 ha qui n'ont pas réussi à s'agrandir.

Sur micaschiste, la logique de développement a été similaire à ce que l'on observe sur schiste interfluves étroits. Des revenus moins élevés ont conduit à des investissements et à un agrandissement moins rapides que sur schiste interfluves larges. Peu d'exploitations ont pu continuer la production de PDT plant, aux rendements moins élevés et la spécialisation laitière a été prédominante, combinée dans les plus petites exploitations à un élevage hors-sol peu coûteux en bâtiment (volaille de chair, truies naisseurs, veaux de boucherie pour les moins bien dotés).

Sur granite, les rendements des cultures sur le plateau sont moins élevés que sur schiste ou micaschiste. Aucune exploitation ne se spécialise en PDT plant et très peu peuvent développer un élevage porcin naisseur-engraisseur basé sur la production de céréales

fermières. La spécialisation prédominante est la production laitière, avec des systèmes fourragers légèrement différents de ceux qui se mettent en place à l'époque sur schiste :

- Les exploitations les plus grandes investissent dans une stabulation libre et une salle de traite. Les exploitations situées sur les interfluves étroits mettent en œuvre un système fourrager davantage basé sur les prairies temporaires (ensilage de RGI et foin). N'ayant pas accès aux cultures à forte valeur ajoutée, ces agriculteurs qui ont accès aux superficies les plus importantes développent en complément une activité d'engraissement, de taurillons, lorsqu'ils ont plutôt accès à des terres labourables sur interfluves larges, ou de bœufs sur les prairies permanentes et temporaires, lorsqu'ils se trouvent sur interfluves étroits.
- les exploitations de 15 à 30 ha se tournent vers l'élevage bovin laitier en équipant leur étable entravée d'un lactoduc et d'une chaîne de curage, avec un troupeau de 15 à 20 VL. Elles ont conservé, comme les plus petites exploitations un système fourrager « mixte », basé sur la distribution d'une petite quantité de maïs en hiver, complétée par des betteraves, des choux, et le pâturage de cultures dérobées.

## 2.4 A partir des années 1980 : Poursuite de l'accroissement de la productivité physique du travail et concentration de la production

Pour chacune des spécialisations qui se sont dessinées à partir des années 1970, l'accroissement de la productivité physique du travail se poursuit des années 1980 jusqu'à aujourd'hui, grâce à l'adoption de nouveaux équipements toujours plus performants permettant à un actif de prendre en charge une superficie et/ou un nombre d'animaux toujours plus importants, parallèlement à la poursuite de la sélection génétique et à des modifications des itinéraires techniques qui se conjuguent pour permettre l'accroissement des rendements par hectare et par animal.

### 2.4.1 Les ressorts de l'accroissement de la productivité physique du travail dans chacune des orientations de production

- *Les systèmes de production bovins laitiers : des équipements plus performants et le maïs à la base du système fourrager pour des vaches laitières au potentiel de production accru*

Progressivement des équipements plus performants sont adoptés par les éleveurs qui disposent d'une capacité d'investissement suffisante. A la fin des années 1980, des salles de traite de plus grande taille, équipées de décrochage automatique, commencent à faire leur apparition dans la région, tandis que les bâtiments d'élevage sont agrandis. Ces équipements permettent de réduire le temps de traite par vache et d'accroître la taille du troupeau. Ils se conjuguent avec des équipements qui permettent de réduire le temps nécessaire pour l'alimentation des animaux et la manutention des déjections : mélangeuses, puis mélangeuses-distributrices, désileuses, désileuses-pailleuses, stabulation à logettes avec accroissement de la part des déjections recueillies sous forme de lisier...

A partir des années 2000, le développement de l'informatique permet à la fois d'automatiser certaines tâches et d'accroître le nombre d'animaux par actif, grâce aux robots de traite, les distributeurs automatiques de concentrés, les robots-mélangeurs et les robots-racleurs, mais aussi de gagner en précision, avec une adaptation des rations en fonction des besoins de la vache en ce qui concerne les concentrés par exemple, et ce malgré l'accroissement du

nombre d'animaux pris en charge par actif. L'adoption de ces équipements s'accompagne de l'agrandissement des bâtiments ou de la construction de bâtiments neufs. La sélection génétique se poursuit, avec le développement des semences sexées et les transplantations embryonnaires, qui permettent une conduite de la sélection génétique plus précise et plus rapide dans les troupeaux.

Ce mouvement a lieu malgré l'instauration des quotas laitiers en 1984, qui prennent fin en 2015. Le contingentement de la production n'a pas empêché la concentration de la production laitière dans un nombre toujours plus réduit d'exploitations à la tête de troupeaux de plus grande taille. L'application de la directive nitrates à partir des années 1990 a quant à elle contribué à accélérer ce mouvement, puisque la mise aux normes des bâtiments d'élevage dans la première vague du PMPOA a été soutenue par des subventions importantes (65% des investissements éligibles au programme) qui ont permis aux éleveurs bénéficiaires de mettre aux normes mais aussi d'accroître la taille de leurs bâtiments.

Les systèmes d'élevage ont parallèlement connu de profondes transformations, fondées sur la recherche de l'accroissement de la production laitière par vache et par unité de surface. L'ensilage de maïs, qui dans les années 1970 était devenu la base de l'alimentation hivernale dans les exploitations équipées de stabulation libre, commence à être distribué à d'autres périodes de l'année : tout d'abord en été, période d'étiage des disponibilités fourragères des prairies, puis aussi au printemps, en complément du pâturage des prairies qui sont en pleine période de pousse. Les quantités distribuées pendant la période de pâturage tendent à s'accroître et la place du pâturage dans le système fourrager à se réduire. Cette modification des rations, parallèlement à une sélection génétique de plus en plus poussée, permet d'accroître les rendements laitiers. Elle s'accompagne d'une modification des systèmes de culture, avec la réduction de la place de la prairie dans l'assolement et la rotation des exploitations au profit du maïs, qui est souvent conduit en rotation avec une prairie temporaire de RGI destinée à l'ensilage. Cette prairie temporaire, très productive mais gourmande en engrais azotés, est de courte durée, 18 mois, voire seulement 6 mois en dérobée entre les cultures de blé et de maïs. La tendance au développement du maïs est indirectement soutenue par la PAC, avec l'instauration d'aides couplées au maïs ensilage à partir de la réforme de 1992. Ces aides seront par la suite progressivement découplées à partir de 2003 et intégrées dans le calcul des DPU puis des DPB à partir de 2015, sans que cela ne vienne modifier la logique de fonctionnement des systèmes de production.

Ces transformations ne vont pas pouvoir être adoptées par l'ensemble des éleveurs. Les investissements dans des équipements de plus en plus performants sont de plus en plus coûteux et sont à la portée d'un nombre toujours plus réduit d'exploitants agricoles. Par ailleurs la capacité de cultiver du maïs et le niveau de rendement qui peut être atteint est liée à la nature des étages agro-écologiques auxquels ont accès les éleveurs : très élevés dans la sous-région d'interfluves larges sur schiste, ils le sont beaucoup moins dans les zones d'interfluves étroits, et avec des rendements plus faibles sur granite que sur schiste.

- *Les systèmes de production en grande culture - pomme de terre plant : des équipements plus performants, une simplification des itinéraires techniques et le développement de l'irrigation*

L'accroissement de la productivité physique du travail repose sur des équipements de plus en plus puissants : puissance des tracteurs et largeur des outils qui y sont attelés. En pomme de terre plant, l'utilisation des tamiseuses permet d'une part d'accroître le rendement en semences vendues, en limitant les déformations et les blessures des tubercules grâce à l'affinement de la terre et la suppression des cailloux, et d'autre part d'augmenter la vitesse de récolte. Les marchés pour la pomme de terre plant se diversifient, notamment avec le

développement de l'exportation, avec une gamme de calibres plus importante, et celui de la vente au détail, qui permet l'écoulement des plus petits calibres, vendus sur clayette. Les premières variétés tombent dans le domaine public et peuvent être commercialisées hors-contrat (producteur-vendeur). Les exploitations s'équipent de hangars de stockage en vrac ventilés. L'ensemble des transformations en grande culture s'accompagne de la poursuite de l'accroissement des rendements, basée sur la sélection génétique et l'utilisation accrue d'intrants.

A partir des années 1990, l'accroissement de la productivité physique du travail repose non seulement sur l'adoption d'équipements plus performants, mais aussi sur la simplification des itinéraires techniques grâce à l'utilisation des outils de travail superficiel du sol (déchaumeurs à disques, cultivateurs) et des herbicides, qui permet de diminuer le nombre de passages pour l'installation des cultures et d'accroître la vitesse de travail. Cette période est aussi celle du développement de l'irrigation, grâce à l'investissement dans la construction de retenues collinaires et d'un réseau enterré ainsi que dans des enrouleurs, soutenu par des subventions publiques. L'irrigation permet de stabiliser les rendements et la qualité des légumes produits sous contrat. L'irrigation peut être utilisée aussi pour la culture de pomme de terre plant : elle permet de régulariser les rendements, en évitant les fortes baisses lors des années sèches, et de mieux maîtriser la tubérisation, déterminante pour le rendement et la répartition des calibres, qui constituent les deux principaux paramètres du produit brut par hectare. Pour la culture de la pomme de terre, les arracheuses deux rangs font leur apparition, qui permettent d'accroître la vitesse de récolte et donc de dépasser la superficie maximum que l'on pouvait travailler avec une arracheuse à 1 rang qui était de 20 ha, puisqu'en moyenne on peut récolter 5 à 10 ha par jour. L'adoption de hangars de stockage réfrigérés permet de réduire les pertes post-récolte, d'améliorer le contrôle de la maturation des tubercules, donc in fine le rendement et le calibre des pommes de terre, et de les conserver et les vendre plus tard au printemps. De nouvelles cultures de vente sont développées au cours de cette période : le colza et la pomme de terre industrie sous contrat avec l'installation d'une usine de fabrication de chips dans le bassin versant.

Dans les années 2000, parallèlement à la poursuite de progression de la puissance et de la largeur de travail des machines, se développe l'utilisation de l'informatique, avec les équipements de précision, qui permettent d'optimiser les doses d'intrants employés (semoirs, épandeurs, rampes de traitement à coupure de tronçons) et, progressivement, le début de l'automatisation avec le recours au guidage satellite. En pomme de terre plant, la culture sur billons est adoptée par les plus grandes exploitations : elle permet d'accroître la vitesse de plantation (3 rangs à la fois), mais aussi la densité (inter-rangs de 60 cm au lieu de 80 cm). Celles-ci s'équipent de planteuses-billonnières et adaptent les arracheuses 2 rangs pour récolter 3 rangs sur billons. Les opérations post-récolte commencent à être automatisées : calibrage, conditionnement... Seule l'épuration des plants est encore effectuée à la main, car elle nécessite l'observation d'un épurateur averti. Les nouveaux équipements pour la culture de la pomme de terre plant représentent des investissements considérables, qui ne sont pas à la portée de tous les agriculteurs et qui nécessitent pour être rentabilisés de cultiver d'importantes superficies en pomme de terre : les échanges de terre avec des agriculteurs qui ne cultivent pas de pomme de terre, qui avaient démarré au cours des années 1990, se développent, ainsi que la location annuelle de terres, pratiques qui doivent respecter un temps de retour minimum de la pomme de terre dans les rotations, de 4 à 5 ans pour la pomme de terre plant et 6 à 7 ans pour la pomme de terre consommation pour laquelle les exigences en termes d'aspect sont supérieures.

- *Les systèmes de production en élevage porcin : des bâtiments plus performants, l'abaissement de l'âge au sevrage et une alimentation de plus en plus précisément adaptée à des animaux au potentiel de production accru*

Dans les années 1980 l'adoption des bâtiments de post-sevrage (bâtiment chauffé à 28° jusqu'à 25kg), qui avaient fait leur première apparition au milieu des années 1970, se développe rapidement. Elle permet, conjuguée à une alimentation de mieux en mieux adaptée aux jeunes porcelets, d'abaisser l'âge au sevrage : celui-ci, qui était passé de 2 mois dans les années 1960 à 48 jours dans les années 1970 avec les bâtiments d'élevage en confiné et l'organisation de l'élevage en bandes, est ramené à 35 jours dans les années 1980. L'abaissement de l'âge au sevrage permet de remettre plus rapidement les truies à la reproduction et ainsi d'augmenter le nombre de portées par truie et par an, tandis que la sélection génétique ouvre la voie à une augmentation de la prolificité. Au total, avec la diminution du taux de perte de jeunes porcelets grâce au suivi sanitaire et au confort des maternités, le nombre de porcelets sevrés par femelle et par an progresse de manière spectaculaire, passant de 17 au début des années 1970 à 23 à la fin des années 1980 (CRP, 2010). L'automatisation des chaînes d'alimentation et le passage à une ventilation dynamique des bâtiments permettent quant à eux de doubler le nombre de truies par actif (qui passe de 30 au début des années 1970 à 60 dans les années 1980) et, avec l'accroissement du nombre de porcelets sevrés par truie et par an, d'augmenter encore plus le nombre de porcs vendus par actif et par an. La progression de l'enrichissement de la ration, parallèlement à l'effort de sélection génétique, permet d'accroître le GMQ et d'améliorer l'indice de consommation.

Dans les années 1990, les améliorations apportées aux bâtiments d'élevage se poursuivent, avec une ventilation dynamique perfectionnée et l'automatisation des unités de fabrication des aliments équipées des premiers logiciels de composition des rations, qui permettent d'accroître le nombre d'animaux par actif. Les rations "bi-phase" croissance / finition en engraissement se développent, afin de diminuer l'indice de consommation mais aussi de satisfaire aux exigences de la directive nitrates qui commence à s'appliquer à cette époque. Le nombre de porcs produits s'accroît, grâce à l'augmentation de la prolificité des truies permise par la sélection génétique et à la mise au point d'une conduite basée sur le sevrage des porcelets à 28 jours.

L'application de la directive nitrates dans les années 1990 s'accompagne d'un plan de mise aux normes des bâtiments d'élevage, largement subventionné dans la première phase de son application. Les éleveurs porcins en ont bénéficié et ont réalisé des améliorations au-delà de la stricte mise aux normes de leurs bâtiments. L'application de la directive s'est traduite, comme pour l'élevage bovin, par des normes pour l'épandage des déjections, qui a été plafonné annuellement (170 kg d'azote organique / ha), soumis à un calendrier strict et limité aux surfaces respectant des critères topographiques (éloignement des cours d'eau, pentes...). La partie aval de la sous-région sur schiste (interfluves étroits principalement) et la plus grande partie de la sous-région sur micaschiste ont été de plus placées en zone d'excédent structurel (ZES), avec pour principale contrainte supplémentaire l'interdiction de création ou d'extension d'élevages, laquelle a été progressivement assouplie par la suite. La réglementation des épandages a induit le développement de stratégies différentes pour respecter la réglementation :

- les éleveurs ont cherché à augmenter leur surface d'épandage en acquérant de nouvelles terres autorisées pour l'épandage, situées loin des cours d'eau et peu pentues, donc principalement des terres labourables en sommet d'interfluve, qui leur permet d'accroître dans le même temps leur potentiel de production céréalière pour leur troupeau.

- les éleveurs ont développé l'épandage chez des tiers « prêteurs de terre », plus ou moins aisés selon la typologie des exploitations à proximité. Cette stratégie a été pratiquée par la plupart des éleveurs porcins en excédent d'azote situés sur les plateaux sur schiste et micaschiste, du fait de la présence proche d'élevages laitiers avec un chargement suffisamment faible (notamment au niveau des interfluves étroits) et d'exploitations spécialisées en grandes cultures.
- certains d'entre eux, ne disposant pas d'une superficie d'épandage suffisante ont externalisé l'engraissement d'une partie de leurs porcelets en faisant faire l'engraissement à façon des porcs chez des agriculteurs qui disposaient d'un bâtiment aménageable, par exemple des éleveurs porcins naisseurs-engraisseurs de petite taille arrêtant l'activité de naisseur ou des éleveurs laitiers avec un chargement faible.
- Les éleveurs situés en ZES ne trouvant pas suffisamment de prêteurs de terres (et/ou de façonneurs) ont dû se lancer dans la mise en place de stations de traitement, dispositif coûteux qui leur a le plus souvent demandé de s'endetter.

Dans les années 2000, l'informatisation s'est poursuivie, aussi bien au niveau du système de ventilation, qui permet de gagner du temps et d'améliorer la qualité de l'air dans les bâtiments, que de celui du système d'alimentation, qui repose sur le DAC pour les truies et l'alimentation par lot pour les porcs à l'engrais. Celui-ci permet de mieux ajuster les rations aux besoins des animaux, de manière journalière par individu pour les truies et par lot pour les porcs à l'engrais, et de développer ainsi une alimentation qualifiée de "multiphase" pour ces animaux. Les éleveurs peuvent ainsi réduire l'indice de consommation et mieux maîtriser le TVM. Le développement des silos de maïs grain inerté permet l'automatisation du chargement du maïs dans la machine à soupe. La formulation des rations est également plus précise, avec le développement d'une fabrication d'aliments à la ferme capable de prendre en charge de plus en plus rapidement un nombre croissant d'ingrédients dans les formules. Dans le même temps, grâce à l'accroissement de la prolificité et du nombre de portées par truie permis par le passage à une conduite à 4 bandes et à un sevrage des porcelets à 21 jours, le nombre de porcs par truie et par an est passé à plus de 30, contre 25 au début des années 2000, tandis que l'amélioration des bâtiments et des équipements permettait de passer à près de 150 truies par actif. Cette évolution repose sur un accroissement considérable des capitaux investis, qui n'a été à la portée que d'une petite partie des éleveurs.

#### *2.4.2 La différenciation des systèmes de production au sein de chaque sous-région*

Suivant les sous-régions, les systèmes de production connaissent au cours de cette période une évolution très différente, dans le prolongement de la spécialisation qui s'était mise en place dans les années 1970 (figure 16), selon le type d'étages agro-écologiques auxquels ont accès les agriculteurs et la superficie dont ils disposent. Le processus de concentration se poursuit, l'évolution défavorable des prix agricoles par rapport à celle des intrants et des équipements ayant en effet comme conséquence le fait que les exploitations qui n'ont pas les moyens d'investir dans des équipements plus performants et l'accroissement de leur superficie et/ou leur troupeau, et donc d'augmenter leur produit brut, voient leur revenu diminuer. Elles n'ont le plus souvent pas de repreneur. Lors de leur cessation d'activité elles libèrent des terres et, entre 1984 à 2014, des quotas laitiers qui sont repris par les exploitations plus grandes qui ont les moyens d'investir dans le développement de leur système de production. L'agrandissement des unités de production peut aussi reposer dans un certain nombre de cas sur le rassemblement de deux exploitations au sein d'un GAEC,

pour des raisons de facilitation de l'organisation du travail et/ou la réalisation d'investissements (en particulier pour la mise aux normes des bâtiments d'élevage au cours de la seconde phase du PMPOA). Ce processus aboutit souvent à la mise en œuvre d'un système de production qui combine deux types de productions très différents sans qu'il y ait un lien très étroit entre celles-ci comme c'était le cas dans les systèmes de polyculture-élevage des années 1950-1970 : élevage bovin laitier combiné à de l'élevage porcin ou à des grandes cultures avec pomme de terre plant et légumes sur des exploitations comptant 3 à 4 actifs par exemple.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques des différents systèmes de production par région.

Figure 17 : Une différenciation des systèmes de production spécifique à chaque sous-région, liée à la superficie et à la localisation des exploitations

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Plateau sur schiste interfluves larges :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systèmes porcins naisseur-engraisseur :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– FAF 70% : 115-160 ha, 180-250 truies</li> <li>– FAF 40% : 70-100 ha, 150-230 truies</li> </ul> </li> <li>• <b>Systèmes grandes cultures à pomme de terre plant :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 80-100 ha, arracheuse 1 rang</li> <li>– 100-130 ha, arracheuses 2 rangs</li> </ul> </li> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers avec pomme de terre plant ou élevage porcin naisseur-engraisseur ou engraisseur (8500-9000 L/VL)</b></li> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers spécialisés (9000-10000 L/VL)</b></li> <li>• <b>Systèmes GC et élevage porcin engraisseur à façon ou volaille : 50-70 ha : 800-1200 places porc, 1AF / 2000-2800 m2 volaille de chair, 2AF.</b></li> </ul> <p><b>Plateau sur schiste interfluves étroits :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers (7500-8000L/VL)</b></li> <li>• <b>Systèmes GC et élevage hors-sol (volaille, veau de boucherie).</b></li> </ul> | <p><b>Plateau micaschiste interfluves larges :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers (8500-9000 L/VL)</b></li> <li>• <b>Systèmes porcins naisseur-engraisseur :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– FAF 100% : 100-140 ha, 140-200 truies ;</li> <li>– FAF 35% : 60-80 ha, 180-250 truies, station de traitement ou pas de station et 50% porcs à façon</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Plateau micaschiste interfluves étroits :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers (7500 à 8000L/VL) ;</b></li> <li>• <b>Systèmes bovin allaitant et élevage avicole.</b></li> </ul> <p><b>Plateau sur granite interfluves larges :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers et élevage porcin naisseur-engr ou élevage bovin allaitant (8500-9000 L/VL)</b></li> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers spécialisés (8500-9000 L/VL) (parfois avec taurillons) ;</b></li> <li>• <b>Systèmes GC et élevage avicole hors-sol.</b></li> </ul> <p><b>Plateau sur granite interfluves étroits :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systèmes bovins laitiers spécialisés (7500-8000 L/VL) (parfois avec bœufs) ;</b></li> <li>• <b>Système bovin allaitant et élevage avicole.</b></li> </ul> |
|--|---|

- les systèmes de production du plateau sur schiste interfluves larges

Dans cette sous-région où les terres labourables prédominent, l'évolution des systèmes de production s'est effectuée dans le cadre de la spécialisation qui s'était mise en place dans les années 1970.

Les exploitations les plus grandes, qui s'étaient à l'époque spécialisées en grandes cultures avec pomme de terre plant et légumes, ont poursuivi leur développement. Celles qui se sont maintenues ont toutes investi dans l'irrigation dans les années 1990. Les plus grandes d'entre elles se sont ensuite équipées d'un matériel de culture plus performant. Deux niveaux d'équipement peuvent ainsi être observés aujourd'hui, qui correspondent à deux systèmes de production différents. Les exploitations les moins grandes (80 à 100 ha) sont équipées d'une arracheuse à 1 rang (**PDT 1**) et cultivent la pomme de terre sur leur propre surface (17 à 20 ha) avec 1 actif familial et 1 salarié à temps plein. Les exploitations spécialisées les plus grandes (100 à 130 ha) sont quant à elles passées à l'arracheuse 2 rangs puis au travail sur billons avec adaptation sur trois rangs ; elles ont développé l'échange de parcelles et la location annuelle pour pouvoir rentabiliser leur équipement en cultivant 40 à 60 ha de pomme de terre avec 1 actif familial et 2 salariés à temps plein (ou deux actifs familiaux et 1

salarié) (**PDT 2**). Ces systèmes sont décrits dans la deuxième partie, où est étudiée les conditions et conséquences de leur passage à des systèmes économes en intrants.

Enfin certaines exploitations aujourd'hui organisées en GAEC ou en structure sociétaire, regroupement qui résulte dans l'histoire de la reprise de l'exploitation par deux actifs familiaux ou bien résultent de la fusion de deux exploitations, l'une spécialisée dans la grande culture avec pomme de terre plant et l'une en élevage bovin laitier, mettent en œuvre un système de production combinant les deux activités sur 100 à 150 ha, avec 17 à 20 ha de pomme de terre et un troupeau laitier d'environ 70 à 90 VL, conduit avec 2 actifs familiaux et 1 salarié à plein temps (**PDT 3**).

Parmi les agriculteurs qui s'étaient spécialisés en grande culture avec des légumes et de la pomme de terre plant et qui disposaient des superficies les plus petites, certains d'entre eux, qui n'ont pas pu étendre leur surface et n'ont pas eu les moyens de s'équiper de l'irrigation, ont pu se maintenir en se tournant vers l'agriculture biologique. Ils travaillent aujourd'hui sur une superficie de 35 à 45 ha, sans irrigation, dont 8-10 ha de pomme de terre plant, avec 1 actif familial et 1 salarié à temps plein. Ils mettent en œuvre des rotations complexes, comprenant la féverole et le sarrasin, de type : PDT // Blé // Féverole ou Sarrasin // Blé. Les prix élevés de la pomme de terre plant bio leur permettent de dégager un revenu comparable à celui des agriculteurs qui mettent en œuvre le système PDT1.

Les exploitations qui dans les années 1970 s'étaient spécialisées dans l'élevage porcin naisseur-engraisseur sur la base d'une sole céréalière relativement importante ont cherché à s'agrandir, afin de pouvoir accroître leur cheptel dans le même temps qu'elles réalisaient des investissements dans l'extension de leur bâtiment et son équipement en matériel de fabrication et de distribution des aliments :

- atelier de fabrication avec maïs grain ensilé ou inerté,
- automatisation et informatisation de la distribution.

Elles ont parallèlement cherché à accroître les performances de leurs animaux grâce à :

- l'augmentation du nombre de porcelets sevrés par truie : accroissement de la prolificité grâce à la sélection génétique, réduction de l'intervalle entre mises-bas grâce à l'abaissement de l'âge au sevrage à 28 ou 21 jours, permis par l'adoption de bâtiments de post-sevrage et d'une alimentation adaptée
- l'accroissement du GMQ (sélection génétique) tout en diminuant l'indice de consommation grâce à une alimentation plus riche et plus précise : alimentation biphasé (automatisation) ou multiphasé (informatisation de la formulation des aliments et multiplication des circuits de distribution).

La directive nitrates les a contraint à partir des années 1990 à établir un plan d'épandage en limitant la quantité de lisier épandu par unité de surface à 170 kg d'azote. Cette législation les a poussés à chercher à s'agrandir, à établir des contrats d'épandage chez des tiers afin d'écouler à l'extérieur une partie des déjections si nécessaire, voire, pour celles qui avaient le chargement le plus élevé, à confier l'engraissement à façon d'une partie de leurs porcelets à d'autres agriculteurs.

Les exploitations qui avaient dès les années 1970 une surface par truie élevée ont investi très tôt dans un équipement de fabrication des aliments avec maïs ensilé. Elles se sont agrandies et ont mis en place un système de production qui repose aujourd'hui à 70% sur l'intraconsommation de céréales et la fabrication des aliments à la ferme. Grâce à l'informatisation de leur système d'alimentation, elles sont en mesure de fabriquer et de distribuer une alimentation multiphasé, basée sur une ration adaptée aux besoins de chaque truie et de chaque lot homogène de porcs à l'engrais. Ces exploitations comptent aujourd'hui 180 à 250 truies et leur suite sur une superficie de 115 à 160 ha et mettent en œuvre une conduite en 7 bandes avec un sevrage à 28 jours (**NE2**). La superficie étendue dont elles

disposent leur permet de ne pas avoir recours au façonnage. A l'exception des fonds de vallée qui n'ont pas tous été drainés et qui sont alors occupés par des prairies permanentes, l'ensemble de la superficie est utilisé pour des cultures annuelles au sein desquelles prédominent les céréales. Les rotations sont de type :

- Maïs / Blé (60% de la superficie)
- Maïs / Blé / Colza / Blé / Orge (40%)

La superficie importante par truie leur permet de satisfaire aux exigences de la directive nitrates sans devoir faire appel à l'engraissement à façon d'une partie de leurs porcs, tout en atteignant un haut niveau d'autonomie alimentaire. Les économies réalisées grâce à cette autonomie ne les poussent pas à chercher à maximiser le nombre de porcelets sevrés par truie et par an et ils ont conservé une conduite en 7 bandes avec sevrage à 28 jours. Ces exploitations comptent 2 actifs familiaux et 1 salarié à temps plein. Le degré élevé d'autonomie alimentaire leur permet de dégager un revenu beaucoup moins sensible aux variations relatives de prix du porc et des aliments achetés.

Les exploitations spécialisées en élevage porcin naisseur-engraisseur qui disposaient d'une superficie moins étendue ont installé plus tardivement (environ une vingtaine d'années plus tard) un atelier de fabrication d'aliments avec maïs grain ensilé. Celles qui en avaient les moyens ont cherché également à s'agrandir et à développer leur production, tandis que les autres disparaissaient petit à petit. Ces exploitations mettent en œuvre aujourd'hui un système de production (**NE1**) avec 150-230 truies et leur suite sur une superficie de 70 à 100 ha, avec une conduite en 4 bandes et un sevrage à 21 jours, et un système d'alimentation automatisé basé sur l'utilisation d'une fabrique d'alimentation et d'une machine à soupe qui leur permet de distribuer une alimentation biphase en engraissement. La superficie par truie moins étendue se traduit par une autonomie alimentaire moins élevée, de l'ordre de 40%, et par une plus grande difficulté pour gérer les quantités de lisier produites, qui les conduit à recourir à l'engraissement à façon pour 15% de leurs porcelets sevrés (25 kg). De même, le maïs revient plus souvent dans les rotations :

- Maïs / Maïs / Orge / Colza (40% de la superficie)
- Maïs / Blé / Orge (40%)
- Maïs / Blé (15%)
- et prairies permanentes sur les fonds de vallée non drainés.

Ce système repose sur le travail de 2 actifs familiaux à temps plein et permet de dégager un revenu moins élevé que le système précédent et surtout beaucoup plus sensible aux variations de prix du porc et des aliments.

Les exploitations qui disposaient d'une superficie moins étendue dans les années 1970 et qui s'étaient spécialisées dans l'élevage bovin laitier, ont plus ou moins eu les moyens d'agrandir leur superficie, en fonction de leur capacité d'investissement et des opportunités qui se sont offertes dans leur voisinage. Les plus petites d'entre elles, qui n'ont pas eu les moyens de s'agrandir et/ou de mettre aux normes leurs bâtiments ont progressivement disparu. Sur le plateau sur schiste interfluves larges, si l'on observe aujourd'hui une grande diversité de superficie et de taille de troupeau, les exploitations laitières mettent en œuvre pour la plupart un système fourrager similaire, qui s'appuie sur la possibilité d'obtenir des rendements élevés en ensilage de maïs sur ces terres à haut potentiel de rendement, de l'ordre de 15 à 16 t de MS/ha et 17 à 18 t sous bâche plastique (Figure 18).

Les gammes de surface et les niveaux d'équipements vont croissant avec la taille de troupeau pour les différents systèmes de production laitiers sur schiste interfluves larges. A partir d'une taille de troupeau de 50 vaches laitières, on observe deux types de systèmes de production, reflétant des trajectoires d'évolution différentes, entre les exploitations qui ne sont pas parvenues à s'agrandir beaucoup (VL3a et VL4a), et celles qui agrandi leur surface, sans pour autant pouvoir récupérer beaucoup de quotas et/ou investir dans un équipement

laitier de plus grande capacité, et qui combinent la production laitière avec des grandes cultures, et parfois de l'engraissement de porcs à façon (VL3b et VL4). Les exploitations laitières de plus grande taille sont le plus souvent issues d'un regroupement de deux exploitations au sein d'un GAEC ou d'une structure sociétaire : elles combinent l'activité laitière avec d'autres productions présentes sur l'unité de production avec laquelle elles se sont regroupées : grandes cultures dont légumes et parfois pomme de terre, avec ou sans irrigation (PDT3, VL6), élevage porcin naisseur-engraisseur (VL-NE3).

Les différents systèmes de production laitiers qui se rencontrent sur schiste interfluve large sont les suivants :

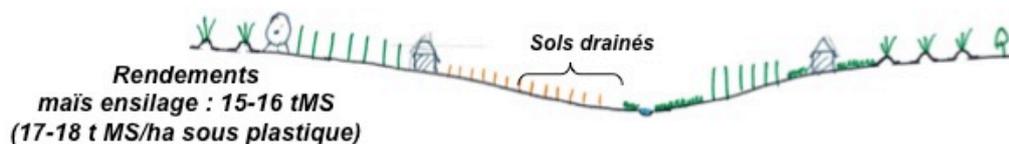
- 30 à 40 VL à 9000 l sur 35 à 50 ha pour 1 actif avec une salle de traite 2x4 postes (**VL1**),
- 40 à 50 VL à 9500 l sur 35 à 50 ha, 2 actifs avec une salle de traite 2x4 postes (**VL2**),
- 50 à 65 VL à 9000 l sur 50 à 65 ha, 2 actifs, salle de traite 2x5 ou 6 postes (**VL3a**)
- 50 à 65 VL à 9000 l sur 80 à 120 ha, 2 actifs, salle de traite 2x5 ou 2x6 postes (**VL3b**)
- 65 à 75 VL à 9500 l sur 90 à 110 ha, 2 actifs salle de traite 2x6 ou 2x7 postes, combiné à des grandes cultures dont des légumes (**VL4**)
- 65 à 75 VL à 9000 l sur 110 à 150 ha, 3 actifs salle de traite 2x6 postes, combiné avec de grandes cultures dont de la PDT plant (17 à 20 ha) avec 100% de la superficie irrigable (**PDT3**),
- 75 à 100 VL à 9000 l sur 90 à 120 ha, 2 actifs, salle de traite 2x8 postes, engraissement de taurillons (**VL5a**)
- 75 à 100 VL à 8500-9000 l sur 125 à 160 ha, 2 actifs salle de traite 2x8 postes combiné à des cultures de vente dont légumes (**VL5b**)
- 100 à 130 VL à 9000-9500 l sur 190 à 225 ha, 4 actifs, salle de traite 2x12 postes, combiné avec 220 à 260 truies naisseur-engraisseur avec autonomie alimentaire à 40% (**VL-NE3**)
- 140 à 160 VL à 8500-9000 l sur 215 à 245 ha, salle de traite rotative 24-26 postes, combiné avec des grandes cultures dont de la PDT consommation et plant export sans irrigation (**VL6**)

Les enquêtes ont été réalisées entre 2014 et 2016, la concentration de la production s'est sans nul doute poursuivie à un rythme rapide suite à la suppression des quotas laitiers et à la crise qui s'en est suivie. Certaines exploitations de 60 à 70 VL se sont également depuis équipées en robots de traite.

Figure 18 Les systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves larges

## Systèmes de production bovins laitiers sur schiste

### Interfluves larges



#### • Calendrier fourrager

- 7 mois de pâturage + 5 kg d'ensilage maïs d'avril à mai / + 10 kg de juin à octobre,
- Hiver : 75% à 90% ensilage de maïs + 25% à 10% ensilage d'herbe
- De 9000L/VL à 9500-10000L/VL

Avec des gammes de surfaces et équipements croissants : de SdT 2x4 (30-40VL) à SdT 24 postes (120-140VL)

Figure 19 : Calendrier fourrager des systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves larges

|                             | A  | M | J  | J | A | S | O                                  | N  | D | J | F | M |
|-----------------------------|--|---|--|---|---|---|------------------------------------|--|---|---|---|---|
| Vaches laitières (kg de MS) | Pâturage 10kg<br>Maïs ens. 5kg<br>Soja 500g<br>Conc. 3kg |   | Pâturage 4kg<br>Maïs ensilage 10kg<br>Soja 2kg<br>Conc. 3kg<br>Enrub. / ens. Herbe 2kg |   |   |   |                                    | Maïs ensilage 15kg<br>Soja 4kg<br>Conc. 2kg<br>Enrub. / ens. Herbe 2kg |   |   |   |   |
| Génisses < 2.5 mois         | 1.5kg d'aliment + lait 3L                                |   |  |   |   |   |                                    |  |   |   |   |   |
| Génisses 2.5 mois -1 an     | Paille à volonté + 3kg d'aliment pour génisses           |   |  |   |   |   |                                    |  |   |   |   |   |
| Génisses > 1 an et tarées   | Pâturage 6kg + enrub / ens. Herbe 2 kg + paille          |   |  |   |   |   | 5kg MS d'ensilage de maïs + paille |  |   |   |   |   |

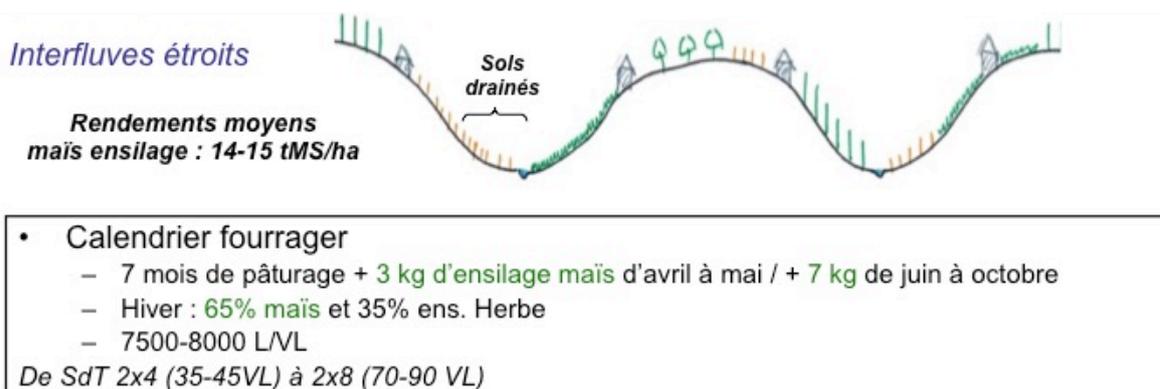
Toutes ces exploitations mettent en œuvre un système fourrager qui repose largement sur l'ensilage de maïs (Figure 18), distribué tout au long de l'année : sur ces terres à haut potentiel, les agriculteurs font reposer la production laitière sur le moins de surface possible en faisant très largement appel au maïs, afin de pouvoir développer sur le restant de la surface des cultures de vente qui entrent en rotation avec le maïs. La prairie et le pâturage occupent une place mineure au sein du système fourrager. Le pâturage est ainsi systématiquement complété par des stocks fourragers, même au printemps. Cette alimentation basée tout au long de l'année sur des fourrages à forte densité énergétique et une grande quantité de compléments protéiques permet d'obtenir des rendements élevés, qui s'établissent entre 9 000 et 9 500, voire 10 000 l/VL.

Enfin parmi les plus petites exploitations qui avaient pu développer un élevage hors sol dans les années 1970, très peu d'entre elles ont eu la capacité de s'agrandir et de se maintenir dans un contexte de réglementations environnementales et de forte concurrence pour l'accès au foncier. Seules quelques exploitations ont pu poursuivre leur activité, en accroissant à la fois la taille de leur élevage et leur superficie consacrée aux cultures de vente. Ces exploitations comptent parmi les plus petites superficies dans la région de schiste interfluve large : 50 à 70 ha avec 2 à 3 000 m<sup>2</sup> de poulets de chair hors sol en intégration avec 2 actifs (HS1), 30 à 50 ha avec des poules pondeuses hors sol en intégration pour 2 actifs (HS2), ou 50 à 70 ha avec 800 à 1200 places d'engraissement de porcs à façon en hors sol (EF 25 kg).

- les systèmes de production du plateau sur schiste interfluves étroits

Au niveau des interfluves étroits, les exploitations disposent proportionnellement de moins de terres labourables et de plus de terres sur les versants qu'elles cultivent essentiellement en prairies temporaires. La spécialisation prédominante est le lait, en raison de la présence d'une part importante de prairies, et, quelle que soit leur taille de troupeau, les exploitations mettent en œuvre le même système fourrager au sein duquel l'herbe joue un rôle plus important que dans les exploitations situées sur les interfluves larges (Figure 20).

Figure 20 : Systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves étroits



Les sols en sommet d'interfluves sont moins profonds et autorisent des rendements moins élevés pour le maïs que sur interfluves larges, de l'ordre de 14 à 15 t MS/ha. Au total, le pâturage des prairies temporaires occupe une place plus importante de la ration au printemps et en été (Figure 21), tandis qu'en hiver l'ensilage de maïs n'occupe pas plus des deux tiers de la ration, le restant des besoins étant couverts par l'ensilage d'herbe. Le

pâturage est ici aussi systématiquement complété par des stocks fourragers, même au printemps. Les rendements sont moins élevés et s'établissent de 7 500 à 8 000 I/VL.

Parmi ces exploitations laitières, l'on observe aujourd'hui une grande diversité de superficie et de taille de troupeau, mais bien moindre que sur interfluves larges. Les exploitations y étaient moins étendues dans les années 1950 et cette caractéristique s'est maintenue jusqu'à aujourd'hui, avec des tailles de troupeaux actuellement elles aussi plutôt moins grandes. Les gammes de surface et les niveaux d'équipements vont croissant avec la taille de troupeau au sein des systèmes de production :

- 25 à 30 VL à 7500 l sur 40 à 50 ha, 1 actif, salle de traite 2x3 postes (**VL7**)
- 30 à 40 VL à 7500 l sur 50 à 65 ha, 2 actifs, salle de traite 2x4 postes (**VL8a**)
- 30 à 40 VL à 9000 l sur 70 à 80 ha, avec une partie importante en prairies temporaires sur les versants, 2 actifs, salle de traite 2x4 postes (**VL 8b**)
- 40 à 50 VL à 7500 l sur 65 à 80 ha, avec 2 actifs, salle de traite 2x5 postes (**VL9a**)
- 40 à 50 VL à 6500-7000 l sur 70 à 90 ha, avec une partie importante en prairies temporaires sur les versants, 2 actifs, salle de traite 2x5 postes (**VL9b**)
- 50 à 65 VL à 7000-7500 l sur 55 à 90 ha, 2 actifs, salle de traite 2x6 postes (**VL10**)
- 65 à 75 VL à 7500 sur 80 à 100 ha, 2 actifs, salle de traite 2x8 postes, parfois avec engraissement des mâles en taurillons (**VL10b**)

Figure 21 : Calendrier d'alimentation des systèmes de production bovins laitiers sur schiste interfluves étroits

|                             | A   | M | J  | J | A | S | O                                | N   | D | J | F | M |  |
|-----------------------------|---|---|--|---|---|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|--|
| Vaches laitières (kg de MS) | Pâturage 12kg<br>Maïs ens. 5kg<br>Soja 1kg<br>Conc. 1,5kg |   | Pâturage 7kg<br>Maïs ensilage 8kg<br>Ens. Herbe 2kg<br>Soja 1kg<br>Conc. 1,5kg |   |   |   |                                  | Maïs ensilage 11kg<br>Ens. Herbe 5kg<br>Soja 1,5kg<br>Conc. 2kg |   |   |   |   |  |
| Génisses < 2.5 mois         | 1.5kg d'aliment + lait 3L                                 |   |  |   |   |   |                                  |   |   |   |   |   |  |
| Génisses 2.5 mois -1 an     | foin + 3kg d'aliment pour génisses                        |   |  |   |   |   |                                  |   |   |   |   |   |  |
| Génisses > 6 mois et tarées | Pâturage 6kg + enrub / ens. Herbe 2 kg + foin             |   |  |   |   |   | 5kg MS d'ensilage de maïs + foin |   |   |   |   |   |  |

Une partie des exploitations parmi les plus petites qui n'ont pas pu s'agrandir ont pu se maintenir en développant un système économe en intrants et sont passées en agriculture biologique : 1 actif, 35-45 ha, système fourrager avec 12 mois de pâturage, dont 7 mois sans stocks, un troupeau de 27-35 vaches à 4000L et des vêlages étalés (**VL EA 4**). Ces systèmes seront étudiés dans la deuxième partie.

- Les systèmes de production sur granite interfluves larges

Sur granite interfluves larges, peu d'exploitations spécialisées en élevage hors-sol se sont maintenues, à l'exception de quelques exploitations avec un élevage de poulets de chair hors sol combiné avec des cultures de vente (**HS1**, avec des systèmes de culture adaptés à des sols plus sableux). Dotées de sols à potentiel de rendement moins élevés et ayant accès dans les années 1950-1970 à une superficie en général moins étendue que sur le plateau sur schiste à interfluves larges, la majorité des exploitations s'est spécialisée en élevage bovin laitier. Aujourd'hui sur granite interfluves larges, en dépit d'une certaine diversité de taille de troupeau et de superficie, les exploitations laitières mettent en œuvre un système fourrager similaire, qui comporte plus d'ensilage d'herbe que dans les systèmes de production que conduisent les exploitations laitières sur schiste interfluves larges. Les rendements en maïs ensilage sur les sols sableux des interfluves sont un peu plus faibles (14-15 t MS/ha) et surtout plus aléatoires que sur les sols des larges interfluves sur schiste, ce qui rend plus intéressante la production d'ensilage d'herbe, principalement à partir de ray gras italien (RGI) de 18 mois ou conduit en dérobée de 6 mois (Figure 22). Le pâturage est ici aussi systématiquement complété par des stocks fourragers, même au printemps. Ce système fourrager autorise des rendements laitiers un peu moins élevés que les systèmes de production sur schiste interfluves larges, qui se situent entre 8 500 et 9 000 l/VL.

Figure 22 : calendrier des exploitations laitières situées sur granite, au niveau des interfluves larges

|                             | A  | M | J  | J | A | S | O   | N  | D | J | F | M |
|-----------------------------|--|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| Vaches laitières (kg de MS) | Pâturage 10kg<br>Maïs ens. 5kg<br>Soja 1,25kg<br>céréales 2,25kg |   | Pâturage 3kg<br>Maïs ensilage 10kg<br>Ens. Herbe 2kg<br>Soja 1,25kg<br>céréales 2,25kg |   |   |   |   | Maïs ens. 12kg<br>Ens. Herbe 3kg<br>Soja 3,5 kg<br>céréales 1,75kg |   |   |   |   |
| Génisses < 2.5 mois         | 1.5kg d'aliment + lait 3L  |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |   |
| Génisses 2.5 mois -1 an     | foin à volonté + 3kg d'aliment pour génisses                     |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |   |
| Génisses > 1 an et tarées   | Pâturage 6kg + enrub / ens. Herbe 2 kg + foin                    |   |  |   |   |   | 5kg MS d'ensilage de maïs + paille + foin |  |   |   |   |   |

Les exploitations se sont différenciées (Figure 23) au cours de l'histoire en fonction de leur niveau d'équipement, de l'éventuelle combinaison avec un élevage complémentaire, de la surface dont elles disposaient dans les années 1950-70 et de leur dynamique d'agrandissement. Les gammes de surface et les niveaux d'équipements vont croissant avec la taille de troupeau, depuis le :

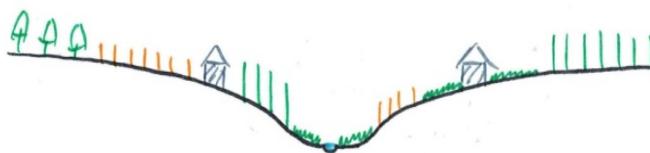
- 30 à 40 VL à 8500 l sur 55 à 65 ha, 1 actif, salle de traite 2x4 postes (**VL11**)
- 40 à 55 VL à 9000 l sur 60 à 75 ha, 2 actifs, salle de traite 2x5 postes, pour et 60 à 75 ha (**VL12**)
- 45 à 55 VL à 8500 l sur 85 à 100 ha, 2 actifs, salle de traite 2x5 postes, engraissement des mâles en bœufs, 300 places d'engraissement à façon de porcs (**VL13**)
- 55 à 70 vaches à 8500 l sur 85 à 110 ha, 2 actifs, salle de traite 2x6 postes, engraissement des mâles en taurillons (**VL14**).

Figure 23 : Les systèmes de production bovins laitiers sur granite interfluves larges

## Systèmes de production bovins laitiers sur granite

### Interfluves larges

**Rendements moyens  
maïs ensilage : 14-15 tMS/ha**



- Calendrier fourrager
    - 7 mois de pâture + 5 kg d'ensilage d'avril à mai / 10 kg de juin à octobre
    - Hiver : 75% ensilage de maïs, 25% ensilage d'herbe
    - 8500-9000L/VL
- De SdT 2x4 (35-45VL) à robot de traite (110-140 VL)

Comme sur schiste interfluves larges, certaines exploitations résultent du regroupement de deux unités de production, ce qui leur a permis d'atteindre une superficie plus importante. Le système de production combine en quelque sorte deux spécialisations :

- 4 actifs sur 230-300 ha, salle de traite rotative avec 110-130 VL, combiné à un élevage de 125-150 truies naisseur-engraisseur, conduite en 4 bandes sur caillebotis avec une autonomie alimentaire de 40% (**VL15**)
- 3 actifs, 240-290 ha, robot de traite, avec 90-110 VL, combiné à 40-50 vaches allaitantes, avec engraissement de taurillons et broutards (**VL16**).

Quelques exploitations, dont l'évolution a été similaire jusque dans les années 1990 à celle des exploitations qui mettent aujourd'hui en œuvre le système VL11, ont, plutôt que de chercher à accroître leur surface par actif et leur production pour maintenir leur revenu, développé un système de production économe en intrants. Leur système fourrager est basé sur 10 mois de pâture, dont 4 mois sans stocks, pour une exploitation comptant 2 actifs, 40 à 50 ha, 30 à 40 vaches à 6000L, convertis en agriculture biologique (**VL EA 1**).

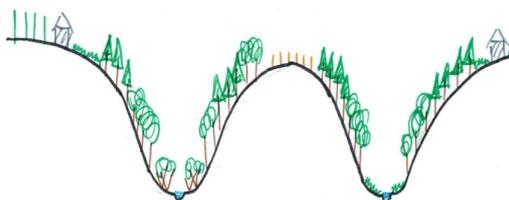
- Les systèmes de production sur granite interfluves étroits

Au niveau des interfluves étroits, la proportion de versants est beaucoup plus importante dans la surface des exploitations agricoles. Elles y cultivent des prairies temporaires, tandis que sur les sols des sommets d'interfluves les rendements en ensilage de maïs sont les moins élevés de la région : 12 à 13 t de MS/ha. Les exploitations se sont majoritairement tournées vers la production laitière dans les années 1970 et elles ont développé un système fourrager qui repose encore davantage sur la prairie et l'ensilage d'herbe (Figure 24).

Figure 24 : Les systèmes de production bovins laitiers sur granite interfluves étroits

### Interfluves étroits

**Rendements moyens  
maïs ensilage : 12-13 tMS/ha**



- **Calendrier fourrager**
    - 7 mois de pâturage + 3 kg d'ensilage d'avril à mai / + 7 kg de juin à octobre
    - Hiver : 65% maïs et 35% ens. Herbe
    - 7500-8000 L/VL
- De lactoduc (30-40VL) à 2x6 (50-70 VL)*

Malgré une certaine diversité de taille de troupeau et de superficie, les exploitations mettent en œuvre un système fourrager similaire (Figure 25). Le pâturage est ici aussi systématiquement complété par des stocks fourragers, même au printemps, avec une place équivalente des ensilages d'herbe et de maïs dans la ration des vaches laitières en été, et un peu plus importante pour l'ensilage de maïs en hiver (2/3 de maïs et 1/3 d'herbe) et au printemps.

Figure 25 : calendrier des exploitations laitières situées sur granite, au niveau des interfluves étroits

|                             | A  | M | J   | J | A | S | O | N   | D | J | F | M |
|-----------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vaches laitières (kg de MS) | Pâturage 12kg<br>Maïs ens. 5kg<br>Soja 1,5 kg<br>Céréales 2 kg |   | Pâturage 7kg<br>Maïs ens. 5kg<br>Ens. Herbe 5kg<br>Soja 1,5 kg<br>Céréales 2 kg |   |   |   |   | Maïs ens. 11kg<br>Ens. Herbe 5kg<br>Soja 2 kg<br>Céréales 2kg |   |   |   |   |
| Génisses < 2.5 mois         | 1.5kg d'aliment + lait 3L                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Génisses 2.5 mois -1 an     | Foin à volonté + 3kg d'aliment pour génisses                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Génisses > 1 an et tarées   | Pâturage 6kg + enrub/ens herbe 2 kg + foin                     |   |   |   |   |   |   | 5kg MS d'ensilage de maïs + foin                              |   |   |   |   |

Les systèmes de production mis en œuvre par ces exploitations se différencient selon leur niveau d'équipement et de surface/actif :

- 25-35 VL à 7500 l sur 35 à 40 ha, 1 actif, salle de traite 2x4 postes (**VL17**)
- 30-40 VL à 7500 l sur 40 à 55 ha, 1 actif, salle de traite 2x4 postes (**VL18**)
- 45-55 VL à 7500 l sur 60-80 ha, 2 actifs, salle de traite 2x5 postes, combiné à un poulailler de 1200 m<sup>2</sup> hors-sol qui a permis l'installation du second actif (**VL19**).

Faute de pouvoir s'agrandir, une petite partie des agriculteurs qui disposaient des superficies les plus petites ont développé dans les années 1990, afin de maintenir leur activité, un

système de production économe en intrants, reposant de manière beaucoup plus importante sur le pâturage de prairies temporaires de longue durée plutôt que sur les stocks. Dans cette région aux conditions difficiles, deux types de systèmes de production ont ainsi émergé :

- 1 actif, 32-43 ha, 30-40VL à 6500-7000 L, 8 mois de pâturage, silos fermés au printemps, pâturage complété par enrubannage de RGH+TV en été, 65% d'ensilage de maïs + foin + enrubannage de luzerne en hiver : **G IF étroits 2x4 6500L (VL EA 2)**
- 1 actif, 30-40 ha, 30-40 vaches à 4 000 L, 12 mois de pâturage dont 5,5 sans stocks, vèlages groupés au printemps, converti en agriculture biologique : **G IF étroits 2x4 AB (VL EA 3)**

#### *2.4.3 Performances économiques des systèmes de production actuels et conséquences*

La grande diversité des systèmes de production observés se traduit par une grande disparité de revenu. Entre les exploitations situées dans les conditions de milieu les plus favorables, sur schiste interfluves larges où les revenus par actif familial (calculés avec des prix moyens reflétant la moyenne des 5 dernières années) vont de 50 à 90 000€ pour les systèmes de production grandes cultures-pomme de terre plant, de 20 à 50 000€ pour les systèmes de production porc naisseur-engraisseur et de 10 à 35 000€ pour les systèmes de production bovins laitiers, et les exploitations situées sur granite interfluves étroits où les revenus s'établissent entre 10 et 30 000€ pour les systèmes bovins laitiers, les écarts sont très importants.

Dans chacune des sous-régions il existe des petites exploitations dont le revenu est faible (10 à 15 000€), qui mettent en œuvre un système de production laitier, avec un troupeau de 2 à 30-40 VL ou qui disposent d'une petite superficie (30 à 50 ha) de grandes cultures combinées à un élevage hors sol. Le revenu de ces petites exploitations est menacé par l'évolution défavorable des prix des produits agricoles, mouvement qu'est venue accélérer la crise laitière de 2016-17.

Les prix des produits agricoles connaissent depuis les années 1970, nous l'avons vu, une évolution défavorable par rapport au prix des intrants et des équipements (Figure 3, p 15). Les systèmes de production de la région sont d'autant plus sensibles à ce ciseau des prix que la logique de développement qui a prévalu repose sur un accroissement des volumes produits par unité de surface et par actif qui privilégie un recours important aux intrants et aux équipements :

- La production laitière repose ainsi de manière croissante sur des cultures annuelles voire dérobées, gourmandes en engrais et en produits phytosanitaires (maïs et RGI cycle court) qui sont destinées au stockage, ce qui engendre des coûts importants liés à la mise en place de ces cultures annuelles, au stockage (matériel, intrants et bâtiments) ainsi qu'à leur distribution, au détriment de la prairie temporaire pluriannuelle ou permanente et du pâturage. Nous avons vu que quelque soit la taille de troupeau et la localisation de l'exploitation, les systèmes de production du lait privilégient la recherche d'un rendement laitier élevé, obtenu grâce à la distribution de quantités importantes d'ensilage de maïs, voire d'herbe, y compris pendant les périodes de pâturage.
- En grandes cultures, la pomme de terre revient le plus souvent possible dans les rotations car elle dégage une VAB élevée par unité de surface. Les rotations sont simplifiées et raccourcies, faisant alterner blé et maïs avec la pomme de terre et les légumes, la pomme de terre revenant tous les 4 ans. Cette simplification des rotations s'accompagne d'une consommation élevée de produits phytosanitaires, tandis que l'absence d'élevage conduit les agriculteurs à un recours important aux

engrais pour obtenir des rendements élevés, en particulier sur schiste interfluves larges où les sols ont un potentiel de production important.

- En élevage porcin, même si l'alimentation repose le plus souvent de manière importante (40%) voire très importante (70%) sur la production végétale de l'exploitation, permettant un meilleur équilibre entre la taille de l'élevage et la SAU que dans le cas des élevages hors sol, celle-ci est surtout basée sur le maïs, qui revient très souvent dans les rotations, et ce d'autant plus que la superficie par truie est réduite. La simplification et le raccourcissement des rotations se traduit par une consommation plus élevée de produits phytosanitaires.

Dans un tel contexte, le ciseau des prix se traduit pour les agriculteurs par la nécessité de produire plus pour pouvoir maintenir leur revenu, ce qu'ils peuvent réaliser en s'agrandissant, en investissant dans des équipements plus performants, en privilégiant les productions les plus rémunératrices et en développant des itinéraires techniques de culture et d'élevage permettant d'accroître les rendements. Cette évolution n'est pas accessible aux plus petites exploitations qui n'ont pas la capacité d'investissement suffisante et qui voient leur revenu mécaniquement diminuer. Lors de la succession ces exploitations n'ont pas de repreneur : elles libèrent alors des terres qui sont reprises par de plus grandes exploitations. Ce mouvement s'exerce de manière continue depuis les années 1950 et s'accompagne d'une diminution de l'emploi dans la région et par un accroissement des inégalités entre les exploitations qui ont les moyens de poursuivre leur développement et celles qui ne disposent pas de la capacité d'investissement nécessaire pour développer leur production.

Certaines exploitations de petite taille ne se sont pas inscrites dans ce mouvement et sont parvenues à se maintenir en modifiant profondément leur système de production en visant la réduction de la consommation d'intrants plutôt que l'accroissement de leur produit brut grâce à la mise en œuvre de processus techniques qui relèvent de l'agro-écologie (cf *supra* p. 14) et en s'inscrivant pour certaines d'entre elles en agriculture biologique. Ce type de système de production a commencé à se développer dans la région à partir des années 1990. Leur fonctionnement technique et leurs performances économiques ont été étudiés en détail. Ces systèmes de production permettent à ces agriculteurs de dégager un revenu plus élevé que celui qu'ils auraient atteint en mettant en œuvre un système s'inscrivant dans le courant de développement majoritaire de la région.

La consommation importante d'intrants sur laquelle repose le fonctionnement de la plupart des systèmes de production a également des impacts négatifs sur l'environnement, même si les agriculteurs ont déjà fait de gros efforts pour en limiter l'importance. C'est donc bien la durabilité de ce développement agricole qui est en cause, sur le plan économique et social, avec la disparition d'un grand nombre d'exploitations agricoles et d'emplois, mais aussi environnemental, avec la réduction de la biodiversité, la diminution de la matière organique des sols, la pollution des eaux par les produits phytosanitaires et les nitrates. Les systèmes économes en intrants semblent apporter une alternative intéressante tant sur le plan économique qu'environnemental : c'est donc cette transition vers des systèmes économes en intrants que nous nous proposons d'étudier, notamment pour les exploitations de plus petite taille, dont la survie économique est la plus menacée.

# Deuxième partie : étude du passage à des systèmes de production économes en intrants

## 1 Evaluation socio-économique du passage à des systèmes herbagers économes en élevage bovin laitier

### 1.1 Le choix des systèmes de production bovins laitiers retenus pour l'évaluation

Le choix des systèmes de production *candidat* s'est basé sur les résultats du diagnostic agraire conduit dans le Blavet morbihannais. Priorité a été donnée aux considérations économiques et sociales, en sélectionnant les systèmes de production correspondant aux exploitations dégageant déjà des revenus agricoles par actif assez faibles et/ou les plus susceptibles de faire face à des difficultés économiques à l'avenir. Il s'agit le plus souvent d'exploitations de petite taille, disposant de relativement faibles surfaces par actif et où l'alimentation du troupeau repose assez largement sur l'ensilage de maïs.

Sur schiste, trois systèmes de production ont été retenus pour ces raisons :

- des exploitations à un actif de 25 à 29 vaches laitières à 7500 litres pour 40 à 50 ha avec salle de traite 2x3 postes, situées sur les parties du plateau sur schiste à interfluves étroits et donc avec des sols dans l'ensemble à potentiel de rendement un peu moindre (VL7) ;
- des exploitations à un actif de 30 à 39 vaches laitières à 9000 litres pour 35 à 50 ha avec salle de traite 2x4 postes, situées sur les parties du plateau sur schiste à interfluves larges et disposant de sols plus profonds (VL1)
- des exploitations à deux actifs de 35 à 50 ha et 40 à 49 vaches laitières à 9500 litres avec salle de traite 2x4 postes, situées sur les parties du plateau sur schiste à interfluves larges (VL2) ;

Le comité de pilotage local réuni dans le cadre du suivi de ce projet a par ailleurs souhaité que cette évaluation socio-économique porte également sur des exploitations disposant d'un cheptel d'un peu plus grande taille. Pour cette raison, un quatrième système de production a été retenu sur schiste, parmi les exploitations de 50 à 64 vaches (VL3a et VL3b), en retenant plutôt VL3b, afin de se placer dans une situation suffisamment contrastée au regard des trois autres systèmes candidats (VL3a, mis en œuvre sur une gamme de surface plus réduite que VL3b, est en effet très semblable à VL2 (mêmes assolement, niveau de chargement, rendement laitier)). On retient donc également :

- des exploitations à deux actifs de 80 à 120 ha et 50 à 64 vaches laitières à 9000 litres avec salle de traite 2x5 ou 2x6, situées sur les parties du plateau sur schiste à interfluves larges (VL3b).

Sur granite, pour les mêmes raisons, quatre systèmes de production ont été retenus :

- des exploitations à un actif de 25 à 29 vaches laitières à 7500 litres pour 35 à 40 ha avec salle de traite 2x3 postes, situées sur les parties du plateau sur granite à interfluves étroits où le potentiel de rendement des sols est moindre et la proportion de prairies permanentes supérieure (VL17) ;
- des exploitations à un actif de 30 à 39 vaches laitières à 7500 litres pour 50 à 65 ha avec salle de traite 2x4 postes, situées sur les parties du plateau sur granite à interfluves étroits (VL18) ;
- des exploitations à un actif de 50 à 65 ha et 30 à 39 vaches laitières à 8500 litres avec salle de traite 2x4 postes, situées sur les parties du plateau sur granite à interfluves larges (VL11) ;

- des exploitations à deux actifs de 60 à 75 ha et 40 à 49 vaches laitières à 9000 litres avec salle de traite 2x4 postes, situées sur les parties du plateau sur granite à interfluves larges (VL12).

## 1.2 La pondération des systèmes de production « candidats » retenus au sein de l'ensemble des exploitations d'élevage bovin laitier du Blavet morbihannais

Si la conduite d'un diagnostic agraire dans le bassin versant du Blavet morbihannais a permis d'identifier les différents systèmes de production présents aujourd'hui dans cette petite région, celui-ci ne permet pas d'estimer de façon suffisamment rigoureuse le nombre d'exploitations mettant en œuvre chacun de ces différents systèmes de production.

Pour ce faire, et grâce au concours de J.-N. Depeyrot du Centre d'Etudes et de Prospective du Ministère de l'Agriculture, nous avons choisi de mobiliser des données statistiques pour essayer de pondérer avec suffisamment de justesse les différents systèmes de production candidats.

La base de données statistiques ADEL recense, par commune, les différentes exploitations spécialisées en élevage bovin laitier et certaines de leurs caractéristiques, notamment Surface Agricole Utile (SAU), effectif de vaches laitières, assolement. Nous avons ainsi pu mobiliser ces données anonymisées, rassemblées pour l'année 2014 pour l'ensemble des communes du Blavet morbihannais situées sur substrat de schiste d'une part et sur substrat de granite d'autre part. Au sein de cet échantillon statistique, le croisement de ces données permet de constituer des sous-groupes couplant gamme de taille de troupeau, gamme de surface, surface totale de maïs (fourrage et grain) par vache laitière et surface de prairie par vache laitière. Sur schiste comme sur granite, ces données sont suffisantes pour établir des correspondances avec la typologie des systèmes de production établie au préalable grâce au diagnostic agraire (cf. supra), y compris pour formuler des hypothèses quant à leur localisation sur interfluves larges ou étroits. Ce traitement permet ainsi, au sein de l'échantillon recensé dans la base ADEL, d'identifier les systèmes de production candidats retenus (VL7, VL1, VL2 et VL3b sur schiste ; VL17, VL18, VL11, VL12 sur granite) et d'estimer le nombre d'exploitations laitières les mettant respectivement en œuvre.

Parmi les 78 exploitations de moins de 65 vaches laitières de l'échantillon ADEL installées sur le plateau sur schiste du Blavet morbihannais :

- 17 exploitations comptent 25 à 39 vaches laitières : parmi elles, 4 correspondent au système de production VL7 et 4 autres au système de production VL1 ;
- 30 exploitations comptent 40 à 49 vaches laitières, dont 5 correspondent au système de production VL2 ;
- 29 exploitations comptent 50 à 64 vaches laitières, dont 4 correspondent au système de production VL3b.

Sur le plateau du Blavet morbihannais sur granite, l'échantillon ADEL recense 48 exploitations de moins de 49 vaches laitières, avec :

- 12 exploitations de 25 à 29 vaches laitières, dont 3 correspondent à VL17 ;
- 16 exploitations de 30 à 39 vaches laitières : parmi elles, 3 correspondent au système de production VL18 et 2 autres au système de production VL11 ;
- 20 exploitations comptent 40 à 49 vaches laitières, dont 5 correspondent au système de production VL12.

Cette évaluation socio-économique du passage à des systèmes herbagers économes porte donc sur 22% des exploitations en élevage bovin laitier de moins de 65 vaches du plateau sur schiste du Blavet morbihannais recensées dans la base ADEL (17 exploitations sur 78), et sur 27% de celui des exploitations en élevage bovin laitier de moins de 50 vaches du plateau sur granite (13 exploitations sur 49).

L'analyse des données de la base ADEL fait par ailleurs aussi apparaître un petit nombre d'exploitations avec peu - voire pas - de maïs dans l'assolement (moins de 0,2 ha de maïs (fourrage et grain) par vache laitière). Elles représentent 8% de l'échantillon ADEL au sein des communes du plateau sur schiste et 20% pour le plateau sur granite, dont certaines pourraient correspondre aux exploitations en système herbager enquêtées dans la région dans le cadre de cette étude.

### 1.3 Les principes de l'évaluation économique de projet de développement

Cette évaluation mobilise les méthodes d'évaluation économique de projet de développement, qui visent à mesurer l'impact spécifique d'un projet de développement. Appliqué au secteur agricole, l'objectif de ce type d'évaluation est alors de mesurer, pour les différents systèmes de production agricole d'une petite région concernés par ce projet, les effets spécifiques liés à celui-ci. A partir d'une situation initiale donnée et pour une durée déterminée, ce type d'évaluation est donc mené en comparant deux trajectoires d'évolution : une trajectoire dite « avec projet » construite sur la base des évolutions attendues pour le système de production considéré, une trajectoire dite « témoin » qui s'efforce de reconstruire les évolutions que connaîtrait le plus probablement ce système de production sans le projet de développement considéré. Ces deux trajectoires « avec projet » et « témoin » sont ensuite comparées pour mesurer un différentiel (chaque année de l'évaluation et/ou leur cumul sur toute sa durée) entre ces deux voies de développement. La Figure 26 présente l'importance de cette comparaison entre trajectoire « avec » et trajectoire « sans » (ou témoin) pour ne pas surestimer les effets du projet en réduisant l'évaluation à une comparaison « avec » moins « avant ».

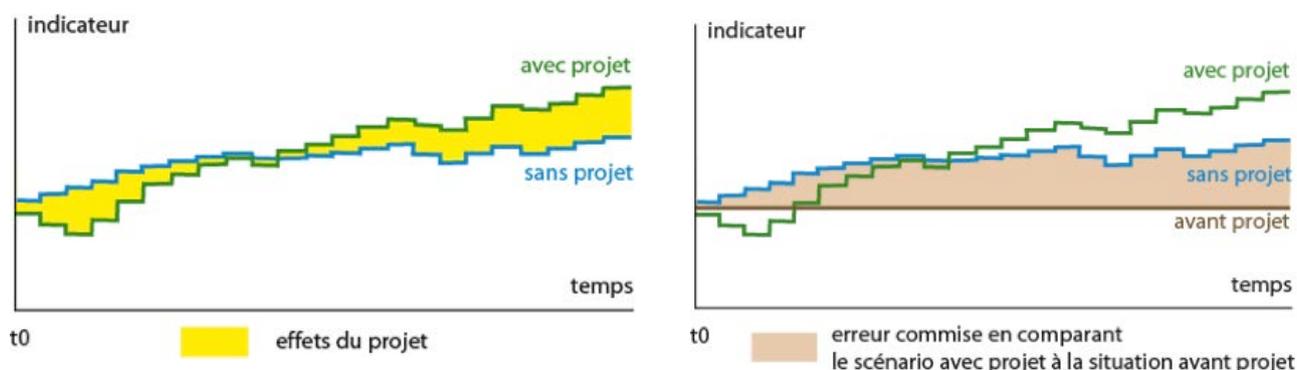


Figure 26 : Principe de l'évaluation économique, comparaison d'une trajectoire avec projet et d'une trajectoire témoin pour calculer un différentiel

Cette évaluation économique peut être conduite à deux échelles, qui correspondent à deux « points de vue » différents. Elle peut tout d'abord être conduite du point de vue des agriculteurs, afin de mesurer l'impact du projet sur le revenu agricole par actif enregistré sur leur exploitation du fait des changements mis en œuvre, et en comparaison d'autres transformations qu'aurait sinon connu leur exploitation *sans* ce projet.

Au-delà des effets directs enregistrés par les agriculteurs du fait du projet (différentiel de valeur ajoutée agricole) (Figure 2), on peut également s'intéresser aux effets économiques plus larges : valeurs ajoutées indirectes supplémentaires créées en aval (grâce à la collecte et à la transformation des produits agricoles), transferts en amont auprès des fournisseurs des biens et services nécessaires à la production agricole qui conduisent à donner une autre valeur aux biens et services consommés par les agriculteurs pour produire.

La méthode d'évaluation aux prix de référence s'intéresse ainsi à la mesure des avantages et des coûts liés au projet pour la collectivité considérée dans son ensemble. Cette méthode substitue au système de prix de marché un système de prix théorique supposé refléter avec plus de justesse pour la collectivité le coût économique de l'emploi de certaines ressources et la valeur économique des biens et des services produits (Gittinger, 1985 ; Bridier et Michailov, 1995 ; Dufumier, 1996 ; Cochet et *al.*, 2009 ; Garambois et Devienne, 2010 ; Delarue et Cochet, 2011). Sont ainsi éliminés les transferts internes à la collectivité (par exemple le fermage versé aux propriétaires fonciers, supposés bretons), qui affectent la redistribution des revenus mais ne constituent pas un bénéfice ou une perte pour la collectivité bretonne considérée dans son ensemble. Un investissement dans un équipement représente un coût moins important pour la collectivité s'il est produit par une entreprise implantée en Bretagne utilisant une main-d'œuvre et des matériaux issus de la collectivité considérée que s'il provient de l'extérieur de celle-ci. A contrario, certaines ressources mobilisées par le projet (main-d'œuvre, terres agricoles, eau, capital, devises...) peuvent, en raison de leur rareté relative, avoir un coût élevé pour la collectivité que ne reflète pas le prix de marché payé par les agriculteurs, car leur affectation au projet peut entraîner une perte de production pour la collectivité. Le prix dit « de référence » de cette ressource est alors mesuré par son coût d'opportunité, égal à la valeur nette des productions perdues.

Des coefficients correcteurs sont ainsi appliqués aux prix de marché pour passer aux prix de référence. La production de biens et de services supplémentaires se traduit généralement par un supplément d'exportation ou par une réduction des importations de ces productions finales. Le raisonnement est le même si les biens et services consommés sont directement importés ou exportés par la collectivité. Dans ces deux cas, le prix de référence est mesuré, aux coûts de transport près, par le prix frontière, lorsque ce bien quitte la collectivité considérée (ici la Bretagne, qui coïncide donc parfois avec son prix CAF ou FOB, par exemple si le bien entre ou sort du port de Lorient). Si les biens et services produits sont issus d'une collecte et/ou d'une transformation des produits agricoles bruts par des entreprises locales (coûts indirects aval) ou si les biens et services mobilisés sont fournis par des entreprises locales (coûts indirects amont), le coût pour la collectivité est calculé en décomposant le coût de production en postes élémentaires (consommations de biens et de services, main-d'œuvre, énergie, impôts et taxes, rente foncière, etc.). Lors de cette décomposition, chacun de ces postes est considéré en suivant les mêmes principes, en distinguant notamment les consommations de biens importés en Bretagne et de biens produits en Bretagne pour lesquels on opérera à nouveau la même décomposition, les ressources mobilisées auxquelles un coût d'opportunité est affecté, les transferts internes, etc., afin de déterminer s'il représente un coût pour la collectivité et à quel prix de référence il peut alors être évalué. Si pour faire face aux besoins du projet, un développement des capacités industrielles existantes est nécessaire, cet investissement est évalué comme une composante indispensable au projet et son coût pour la collectivité est estimé suivant les mêmes principes.

La décomposition des coûts de production des différents biens consommés, collectés et transformés repose sur des références issus de travaux semblables conduits entre 2007 et 2010 dans le Grand Ouest (Garambois, 2011), mises à jour et complétées grâce à des enquêtes conduites auprès des fournisseurs et transformateurs avec lesquels travaillent les agriculteurs du Blavet morbihannais (collecte et transformation laitière notamment). Nous proposons en Figure 27 une illustration de ce raisonnement pour le tourteau de soja utilisé au sein des exploitations agricoles bretonnes et pour la collecte et la transformation du lait de vache standard produit par ces mêmes exploitations.

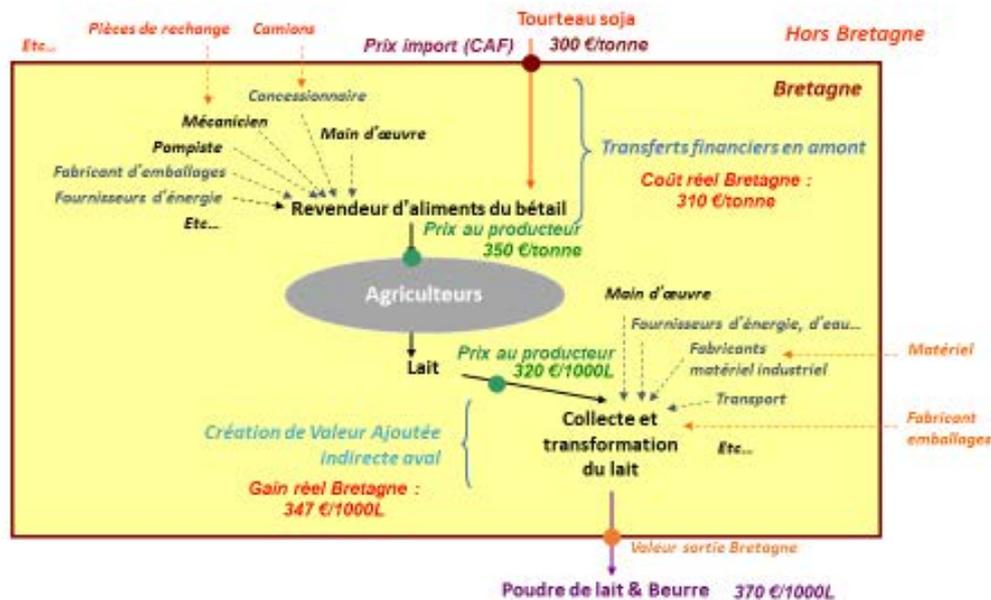


Figure 27 : Etablissement des prix de référence (coût réel et utilité réelle) pour la collectivité « Bretagne » : exemples du tourteau de soja et du lait de vache standard.

(Source : enquêtes)

Le tourteau de soja entre sur le territoire breton au port de Lorient, à son prix import (CAF) de 300 euros la tonne. Après transport, manutention, stockage, etc. il est acheté par les agriculteurs bretons au prix de 350 euros la tonne à leur fournisseur d'aliment, implanté en Bretagne. Le différentiel entre ces deux prix sert à couvrir l'ensemble des coûts de mise à disposition (transport, stockage, conditionnement, frais de commercialisation, marge bénéficiaire, etc.) du revendeur d'aliment, y compris les salaires de la main d'œuvre bretonne que ce dernier emploie. Si certains de ces postes élémentaires constituent intégralement ou très largement des coûts pour l'économie bretonne (par exemple les camions importés et le carburant (avant taxation) servant au transport du tourteau), ce n'est pas le cas de tous. Une partie d'entre eux sont en réalité de simples transferts, c'est-à-dire des flux monétaires qui s'opèrent au sein de l'économie bretonne et demeurent en son sein (par exemple : le salaire de la main d'œuvre assurant la manutention et le transport du tourteau de soja depuis le port de Lorient, ou encore la marge bénéficiaire du revendeur d'aliment). Le bilan complet de cette décomposition des coûts révèle un coût réel pour l'économie bretonne de 310 euros pour chaque tonne de soja consommée par les agriculteurs bretons.

Dans le cas du lait de vache standard, on établit à 320 euros les 1000 litres le prix moyen payé au producteur breton. Tout projet qui entraînerait une réduction de la production de lait standard en Bretagne, conduirait à un recul équivalent des volumes de lait collectés et à une diminution des produits laitiers finis qui en sont issus. Nos enquêtes auprès des industriels laitiers transformant le lait de vache standard produit dans le Blavet morbihannais indiquent que cette réduction porterait sur les produits finis comparativement les moins rémunérateurs par litre de lait transformé, à savoir le couple beurre/poudre, dont la valeur moyenne à l'export depuis la Bretagne est estimée à 370 euros les 1000 litres de lait. Le gain pour l'économie bretonne ne peut donc pas s'arrêter à la seule valeur du lait au prix producteur, mais doit bien intégrer cette étape de transformation et comptabiliser la valeur ajoutée aval liée à la collecte et à la transformation, en Bretagne, de ce lait en produits industriels beurre/poudre. La décomposition des coûts de collecte et de transformation permise par nos enquêtes vise, ici aussi, à isoler les coûts réels pour l'économie bretonne liés à certaines consommations nécessaires à ces activités aval, des transferts au sein de l'économie bretonne : le gain réel pour la Bretagne associé à l'export de beurre/poudre de lait (c'est-à-

dire à la fois à la production du lait, à sa collecte et à sa transformation en Bretagne) est ainsi de 347 euros les 1000 litres.

NB : Cette évaluation économique ne tient pas compte des effets induits (usage de leur revenu par les différentes catégories d'agents économiques concernés directement ou indirectement par le projet).

#### **1.4 La construction des trajectoires avec passage en système herbager économe et des trajectoires témoin**

Dans notre cas d'étude, la situation « avec projet » est celle du passage en système herbager.

Pour chaque système de production candidat, nous avons choisi d'effectuer l'évaluation du passage à un système herbager économe sur quinze ans (2015-2029). Cette durée est en effet suffisante pour mesurer des résultats économiques une fois que le fonctionnement des exploitations passées en système herbager économe a atteint un certain rythme de croisière. Au-delà de quinze ans, il nous a semblé que les hypothèses formulées quant à l'évolution du contexte socio-économique des exploitations laitières du Blavet morbihannais serait trop incertaines (évolutions du marché du lait et des prix relatifs, évolution des modalités de soutien au travers de la PAC, etc.). Pour chaque système de production candidat, nous avons construit une trajectoire avec passage en système herbager et une ou plusieurs trajectoires témoin possibles spécifiques.

##### **4.1) Trajectoires « avec passage en système herbager » et « témoin » sur le plateau sur schiste (VL7, VL1, VL2, VL3b)**

La situation initiale des quatre systèmes de production retenus repose sur les enquêtes et le travail de modélisation effectués dans le cadre du diagnostic agricole préalable conduit dans le Blavet morbihannais (cf. supra).

La construction des trajectoires *avec passage en système herbager* s'est basée sur des enquêtes conduites auprès d'agriculteurs du Blavet morbihannais mettant déjà en œuvre ces systèmes de production spécifiques, qui présentent l'avantage d'être placés dans des conditions pédo-climatiques et d'accès aux ressources proches des systèmes de production candidat VL7, VL1, VL2 et VL3b. Ces exploitations, pour certaines passées en système herbager depuis plus de dix ans, ont contribué à l'établissement d'un référentiel technique local, qui permet d'envisager aujourd'hui des transitions plus rapides, dont la durée a été fixée à cinq ans dans les trajectoires de passage à un système herbager construites pour mener cette évaluation.

Sans passage en système herbager et comme elles l'ont fait jusqu'à présent, les exploitations mettant en œuvre les systèmes candidats continueraient à évoluer. En trajectoires *témoin*, nous avons fait ici l'hypothèse que ces exploitations resteraient inscrites dans le mouvement d'accroissement de la productivité physique du travail qui préside au développement agricole du Blavet morbihannais depuis les années 1950 (cf. supra). Compte tenu des hauts niveaux de rendement laitier déjà atteints par ces exploitations et de la place déjà importante du maïs dans les rotations qu'elles pratiquent sur les terres labourables, nous avons choisi de ne pas accroître davantage la place du maïs dans l'alimentation des vaches laitières. Nous raisonnons donc ici, pour chaque système candidat, à ration des vaches laitières identique et rendement laitier constant sur la période 2015-2029. Les gains de productivité du travail ne portent donc pas sur l'accroissement de la production par unité de surface, mais sur la progression de la surface et du nombre de vaches laitières prises en charge par actif. Ces changements structurels supposent néanmoins de trouver des terres pour s'agrandir et de disposer de la capacité d'investissement suffisante pour réaliser les sauts d'équipement nécessaires.

Afin de formuler des hypothèses d'évolutions structurelles réalistes et suffisamment fiables, nous avons choisi de recourir ici aussi à l'usage de données statistiques, toujours avec l'appui de J.-N. Depeyrot du Centre d'Etudes et de Prospective du Ministère de l'Agriculture. La base de données BDNI recense par commune les effectifs laitiers de chaque exploitation en élevage bovin laitier anonymisée, et leurs évolutions de 2007 à 2017. Ordonnées par gamme de taille de troupeau, ces données permettent donc de reconstituer les dynamiques d'évolution respectives des exploitations laitières du Blavet morbihannais sur schiste. Le traitement de ces données est présenté en Figure 28.

| <i>gamme de troupeau en 2007</i>                       | <b>25 à 29<br/>VL</b> | <b>30 à 39<br/>VL</b> | <b>40 à 49<br/>VL</b> | <b>50 à 64<br/>VL</b> | <b>&gt; 65 VL</b> |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>nombre d'exploitations en 2007</b>                  | <b>27</b>             | <b>57</b>             | <b>43</b>             | <b>35</b>             | <b>19</b>         |
| taux d'arrêt moyen sur la période 2007-2017            | 52%                   | 39%                   | 47%                   | 23%                   | 16%               |
| <b>taux d'arrêt moyen par an (entre 2007 et 2017)</b>  | <b>5%</b>             | <b>4%</b>             | <b>5%</b>             | <b>2%</b>             | <b>1,6%</b>       |
| nombre moyen de VL en 2007                             | 27                    | 35                    | 44                    | 57                    | 81                |
| nombre moyen de VL en 2017                             | 34                    | 49                    | 73                    | 75                    | <b>108</b>        |
| <i>hausse effectifs VL (2007-2017)</i>                 | 26%                   | 40%                   | 65%                   | 30%                   | 33%               |
| <b>hausse effectifs VL par an (entre 2007 et 2017)</b> | <b>3%</b>             | <b>4%</b>             | <b>6%</b>             | <b>3%</b>             | <b>3%</b>         |
| <b>projection pour la période 2015-2029</b>            |                       |                       |                       |                       |                   |
| taux d'arrêt moyen (y compris seul élevage laitier)    | <b>78%</b>            | <b>58%</b>            | <b>70%</b>            | <b>34%</b>            | <b>24%</b>        |
| <i>hausse effectifs VL</i>                             | <b>39%</b>            | <b>60%</b>            | <b>97%</b>            | <b>45%</b>            | <b>49%</b>        |

Figure 28 : Exploitations en élevage bovin laitier du Blavet morbihannais sur schiste, groupées par gamme de taille de troupeau : évolution de leur nombre et de leurs effectifs moyens de vaches laitières entre 2007 et 2017.

(Source : base BDNI, échantillon de 181 exploitations, extraction J.-N. Depeyrot, MAA-CEP)

La base BDNI recense 181 exploitations laitières dans les communes du Blavet morbihannais sur schiste, parmi lesquelles des sous-groupes peuvent être isolés qui correspondent aux gammes de taille de troupeau des systèmes de production candidat : respectivement 25 à 29 vaches laitières (VL7), 30 à 39 vaches laitières (VL1), 40 à 49 vaches laitières (VL2) et 50 à 64 vaches laitières (VL3). Ces données permettent ainsi, pour chaque groupe, d'estimer le taux d'arrêt moyen en dix ans (2007-2017) et le rythme de hausse moyenne des effectifs de vaches laitières sur la même période au sein des exploitations qui se sont maintenues.

Ces données de 2007 à 2017 ont ensuite été projetées sur la période 2015-2029 (quinze années au lieu de dix), en faisant l'hypothèse que les rythmes annuels d'arrêt d'activité et d'accroissement de la taille du troupeau, pour une gamme de cheptel donnée, seraient les mêmes.

Nous n'avons retenu une hypothèse plus pessimiste que pour le système candidat VL7. En effet, celui-ci est mis en œuvre par des exploitations de 25 à 29 vaches laitières qui apparaissent comme les plus fragiles du plateau sur schiste : elles ne disposent que de 40 à 50 ha tout en étant situées sur des interfluves étroits (moins de terres labourables, sols moins profonds et plus faibles rendements sur les cultures et prairies). Nous avons donc estimé que le rythme de disparition de ces exploitations serait supérieur encore à celui enregistré en moyenne pour cette gamme de taille de troupeau entre 2007 et 2017 dans la base BDNI (-78%). Entre 2014 et 2029, nous avons fait l'hypothèse que toutes ces exploitations disparaîtraient, ce que l'évaluation économique conduite du point de vue des agriculteurs a confirmé (cf. infra).

L'évaluation menée pour les agriculteurs offre en effet un éclairage sur l'année où, au cours de la période 2014-2029, le revenu agricole devient critique et pourrait se solder d'un arrêt d'activité. Elle permet de rendre moins arbitraire le choix des années où l'on déclenche ces arrêts, et où les terres sont reprises par les autres exploitations.

A l'échelle de notre échantillon composé en 2014 de 17 exploitations (VL1, VL2, VL3b ou VL7), il devient alors possible de conduire, en trajectoire « système herbager » comme en trajectoire « témoin », un raisonnement à surface constante tout au long de l'évaluation (2015-2029), en faisant l'hypothèse que les terres cédées du fait de l'arrêt d'activité d'une partie des exploitations de notre échantillon sont reprises par les autres exploitations de notre échantillon, qui elles peuvent se maintenir. Ce raisonnement à surface constante à l'échelle de l'échantillon du Blavet morbihannais sur schiste dans son ensemble permet en outre de conduire dans un second temps l'évaluation de ces changements de pratiques, cette fois du point de vue de l'économie bretonne, à surface équivalente en situation avec *projet* et en situation *témoin* (cf. infra).

#### 4.2) Trajectoires avec passage en système herbager et témoin sur le plateau sur granite (VL17, VL18, VL11, VL12)

Nous avons adopté la même méthodologie pour le Blavet morbihannais sur granite, à ceci près que l'analyse se limite, sur granite, à l'évaluation du passage à des systèmes herbagers pour les seuls agriculteurs (sans conduire en parallèle l'évaluation à l'échelle de l'économie bretonne). Nous n'avons donc pas cherché à raisonner, comme sur schiste, à surface constante en situation *avec projet* et en situation *témoin* à l'échelle de l'ensemble de l'échantillon. L'analyse porte ainsi, sur granite, sur un échantillon resserré aux exploitations de moins de 50 vaches laitières, sans chercher à intégrer comme sur schiste des exploitations de plus grande taille, plus susceptibles en situation *témoin* de s'agrandir dans une large mesure et de reprendre les terres agricoles des exploitations cessant leur activité pour des raisons économiques.

Les résultats du traitement des données de la BDNI pour les 148 exploitations qu'elle permet de recenser au sein des communes du Blavet morbihannais sur granite sont présentés en Figure 29.

| <i>gamme de troupeau en 2007</i>                              | <b>25 à 29<br/>VL</b> | <b>30 à 39<br/>VL</b> | <b>40 à 49<br/>VL</b> | <b>50 à 64<br/>VL</b> | <b>&gt; 65 VL</b> |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>nombre d'exploitations en 2007</b>                         | <b>27</b>             | <b>40</b>             | <b>39</b>             | <b>23</b>             | <b>19</b>         |
| taux d'arrêt moyen sur la période 2007-2017                   | 56%                   | 43%                   | 26%                   | 26%                   | 5%                |
| <b>taux d'arrêt moyen par an (entre 2007 et 2017)</b>         | <b>6%</b>             | <b>4%</b>             | <b>3%</b>             | <b>3%</b>             | <b>0,5%</b>       |
| nombre moyen de VL en 2007                                    | 27                    | 34                    | 43                    | 55                    | 83                |
| nombre moyen de VL en 2017                                    | 34                    | 42                    | 55                    | 75                    | <b>103</b>        |
| <i>hausse effectifs VL (2007-2017)</i>                        | 24%                   | 26%                   | 27%                   | 37%                   | 23%               |
| <b><i>hausse effectifs VL par an (entre 2007 et 2017)</i></b> | <b>2%</b>             | <b>3%</b>             | <b>3%</b>             | <b>4%</b>             | <b>2%</b>         |
| <b>projection pour la période 2015-2029</b>                   |                       |                       |                       |                       |                   |
| taux d'arrêt moyen  | <b>84%</b>            | <b>65%</b>            | <b>39%</b>            | <b>39%</b>            | <b>8%</b>         |
| <i>hausse effectifs VL</i>                                    | <b>36%</b>            | <b>38%</b>            | <b>40%</b>            | <b>56%</b>            | <b>35%</b>        |

Figure 29 : Exploitations en élevage bovin laitier du Blavet morbihannais sur granite, groupées par gamme de taille de troupeau : évolution de leur nombre et de leurs effectifs moyens de vaches laitières entre 2007 et 2017.

(Source : base BDNI, échantillon de 148 exploitations, extraction J.-N. Depeyrot, MAA-CEP)

Comme pour l'échantillon sur schiste, les projections pour l'échantillon des exploitations sur granite de ces taux d'arrêt et de ces rythmes d'agrandissement pour la période 2015-2019 ont servi à bâtir les hypothèses d'évolution structurelles des différents systèmes de production candidats (VL17, VL18, VL11, VL12) en situation témoin, avec ici aussi l'hypothèse d'un arrêt de toutes les exploitations de type VL17 (25 à 29 vaches laitières).

## 1.5 Calculs en monnaie constante et hypothèses d'évolutions tendanciennes des prix de certains produits agricoles et intrants clés

Nous avons choisi de ne pas prendre en compte les prix véritables de 2014 (situation initiale) et de 2015 à 2018 (début de l'évaluation) qui nous étaient pourtant connus. L'objectif n'est en effet ici pas de mesurer l'impact des variations de prix sur le revenu des agriculteurs durant ces années, qui sont des années de transition pour les trajectoires de passage en système herbager, mais bien d'observer l'évolution de ce revenu compte tenu de ces changements, pour un système de prix moyens. Le système de prix retenu pour 2014 est ainsi par exemple de 320 euros les 1000 litres pour le lait, de 140 euros la tonne pour le maïs, de 150 euros la tonne pour le blé, de 350 euros la tonne pour le tourteau de soja, de 1,1 euro l'unité d'azote.

Afin de pouvoir comparer les résultats économiques enregistrés d'une année à l'autre entre 2015 et 2029 et de les cumuler sur toute cette période, les grandeurs économiques mesurées doivent être exprimées dans une même unité. Le raisonnement est donc mené ici en monnaie constante, et chaque solde calculé entre 2015 et 2029 est exprimé en euros de 2014.

A partir du système de prix moyens fixé en 2014, il s'agissait ensuite de s'interroger sur l'évolution relative des prix des biens et services consommés ou produits au cours du processus productif, pour la période 2015-2029. Nous avons fait l'hypothèse que les prix de la plupart de ces biens et services évolueraient comme l'inflation, c'est à dire en faisant l'hypothèse d'un système de prix constants.

Pour un petit nombre de produits agricoles et intrants dont le prix a une forte influence sur la valeur ajoutée agricole créée et sur le revenu agricole, nous avons retenu, toujours en monnaie constante, des hypothèses plus représentatives de l'évolution tendancielle de ces prix ces dernières années, en supposant que ces tendances se maintiendraient pour la période 2015-2029. Nous avons ainsi fait l'hypothèse que le prix du lait de vache conventionnel diminuerait de 0,8% par an. Pour le lait bio, pour lequel la demande sur le marché français reste soutenue, mais dont la production en France connaît une hausse importante ces dernières années, nous avons également retenu une tendance baissière du prix au producteur, mais plus modérée, de 0,4% par an. Nous avons fait l'hypothèse d'une baisse de 0,5% par an du prix du blé et du maïs grain. Combiné à l'hypothèse d'un prix du tourteau de soja stable, le prix de l'aliment du bétail (concentrés) acheté par les agriculteurs enregistre, dans cette évaluation, une baisse de 0,2% par an. Enfin, nous avons fait l'hypothèse d'une hausse de 2% par an des prix du carburant et des engrais azotés (marchés fortement corrélés) entre 2015 et 2029.

## 1.6 Evaluation du point de vue des agriculteurs : impact sur le revenu agricole du passage en système herbager économe

Cette partie présente les principaux éléments techniques sur lesquels reposent les trajectoires d'évolution avec passage en système herbager ou témoin, sur la période 2015-2029, pour les systèmes VL1, VL7, VL2 et VL3b sur schiste et pour les systèmes VL17, VL18, VL11 et VL12 sur granite, et leur traduction économique pour les agriculteurs. Quand des agrandissements sont prévus, l'hypothèse est faite ici que les terres sont systématiquement reprises en fermage. Les aides PAC relevant du premier pilier ont été calculées, pour chaque système de production, à partir de leur DPU historique spécifique en 2014, et en appliquant les règles de convergence des DPB entre 2015 et 2019. Ne pouvant faire d'hypothèses suffisamment fiables quant à l'évolution des niveaux de soutien que prévoira la prochaine réforme de la PAC, nous avons calculé en 2019, pour chaque système

de production, les montants d'aides par hectare cumulant DPB, aide verte, surprime pour les 52 premiers hectares et aides directes, et nous avons supposé ce montant par hectare constant de 2020 à 2029. Lors du passage en système herbager (parfois doublé d'une conversion en agriculture biologique), aucune aide spécifique (de type Mesure Agri-Environnementale ou aide à la conversion en agriculture biologique) n'a été retenue dans les calculs.

### *1.6.1 Les systèmes herbagers économes : une même logique de fonctionnement*

En système herbager économe, les éleveurs privilégient une alimentation reposant très largement sur le pâturage de prairies temporaires d'association graminées-légumineuses. La conduite des prairies et du troupeau au pâturage vise non seulement à maximiser la production d'herbe et à privilégier l'alimentation au pâturage, mais aussi à assurer la pérennité des prairies et la stabilité de leur composition, tout particulièrement la part importante réservée aux légumineuses. L'ajustement des dates de vêlages repose sur un arbitrage entre la saisonnalité de la pousse de l'herbe et celle du prix du lait, afin de tirer parti au mieux des pics de croissance de l'herbe, quitte à sous-réaliser le potentiel productif du troupeau à certaines périodes de l'année et à modérer les rendements annuels. Le troupeau pâture selon des techniques de pâturage tournant qui privilégient un temps de repos long et adapté à la vitesse de pousse de l'herbe (Pochon, 2002), variable selon les saisons, permettant à la prairie de réaliser sa flambée de croissance et aux plantes de reconstituer leurs réserves.

Dans le Blavet morbihannais, la plupart des exploitations en système herbager économe enquêtées sont parvenues à allonger la durée de pâturage à neuf mois de l'année, dont quatre à cinq mois au printemps et en été silos fermés, c'est à dire sans distribuer de fourrages stockés en complément. Le pâturage est progressivement complété à l'automne et en hiver de fourrages stockés (selon les systèmes : ensilage d'herbe, ensilage de maïs, foin). Les stocks fourragers sont ainsi fortement réduits (souvent de plus de 50%) au regard des exploitations du Blavet morbihannais où l'alimentation est aujourd'hui largement basée sur le maïs fourrage. Le fourrage équilibré que constitue l'herbe directement pâturée ou récoltée sur ces prairies d'association et la modération de la production laitière par vache (comprise entre 5300 et 7500 litres selon les systèmes herbagers, contre 7500 à 9500 litres pour la plupart des exploitations de la région) permettent de réduire de façon très conséquente les achats de compléments, tout particulièrement ceux de tourteau de soja.

L'assolement et les rotations ont profondément évolué : les prairies temporaires d'association de longue durée (7 ans en moyenne), conduites sans engrais azoté de synthèse, occupent au moins 75% de la surface agricole, le reste étant réservé aux cultures annuelles (maïs, mélange céréalier), ici destinées à la seule alimentation du troupeau. Les rotations font ainsi systématiquement alterner une ou deux années de cultures annuelles et une prairie d'association de longue durée qui constitue un excellent précédent pour les cultures, à la fois en enrichissant le sol en matière organique et en azote et en permettant de couper le cycle des adventices, pathogènes et ravageurs des cultures. Ces systèmes herbagers économes se caractérisent ainsi par une réduction systémique des consommations d'intrants sur les cultures : l'objectif modéré de rendement pour ces cultures annuelles réservées pour l'alimentation du troupeau, allié à cette rotation longue, permettent de réduire fortement les apports d'engrais de synthèse et les applications de pesticides et d'herbicides.

### 1.6.2 *Evaluation économique pour les agriculteurs du passage à des systèmes laitiers économes dans le Blavet morbihannais sur schiste*

- *VL1 : Système herbager (maintien des deux actifs) ou (a) agrandissement de 50% et passage à un actif ; (b) agrandissement de 100% et maintien de deux actifs ; (c) arrêt entre 2020 et 2025*

Les exploitations du type VL1 comptent 30 à 40 vaches laitières à 9000 litres pour 35 à 50 ha et occupent un actif. La situation avec passage en système herbager et les différentes trajectoires témoin envisagées sont présentées en Figure 30.

Le passage en système herbager s'accompagne ici d'une poursuite de la livraison du lait dans les circuits conventionnels, et du maintien des deux actifs sans agrandissement de l'exploitation. Le rendement laitier est abaissé à 6500 litres, en réduisant fortement la place du maïs fourrage (0,1 ha par vache laitière) au profit de l'augmentation de la place des prairies temporaires d'association graminées-légumineuses dans l'assolement et de la forte progression du pâturage de ces prairies dans l'alimentation du troupeau. En consacrant toute la surface de l'exploitation à la seule alimentation du troupeau laitier (arrêt de la vente de céréales), le nombre de vaches est accru de 15%, ce qui ne suffit pas à compenser la baisse de rendement : la production de lait vendu est ainsi réduite de 17%. Cette hausse modérée de la taille du troupeau ne conduit pas à agrandir la taille des bâtiments, car parallèlement le taux de renouvellement est abaissé (et avec lui le nombre de génisses présentes sur l'exploitation), ni à accroître la capacité de l'équipement de traite (2x4 postes).

Deux trajectoires témoin sont envisagées pour le système VL1. La première trajectoire témoin suppose l'agrandissement de 60% de la surface de l'exploitation, qui s'accompagne d'une hausse de 75% du nombre de vaches laitières, ce qui implique un saut d'investissement pour le matériel de traite (passage au robot de traite), les tracteurs de tête, le matériel de culture et de distribution des fourrages, ainsi que des investissements pour accroître la taille des bâtiments et des installations de stockage des fourrages. Le mode de conduite et le niveau de rendement laitier n'évoluent pas. La seconde trajectoire témoin est celle de l'arrêt d'activité entre 2015 et 2029 qui, d'après les projections faites sur la base des données de la BDNI, concernerait 50% des exploitations de ce type sur cette période. Nous avons fait l'hypothèse que ces exploitations ne connaîtraient aucune transformation, ce qui permet d'observer l'évolution du revenu agricole par actif avec maintien du fonctionnement actuel de ce système de production, dans un contexte de poursuite de l'évolution tendancielle défavorable des prix relatifs pour les agriculteurs.

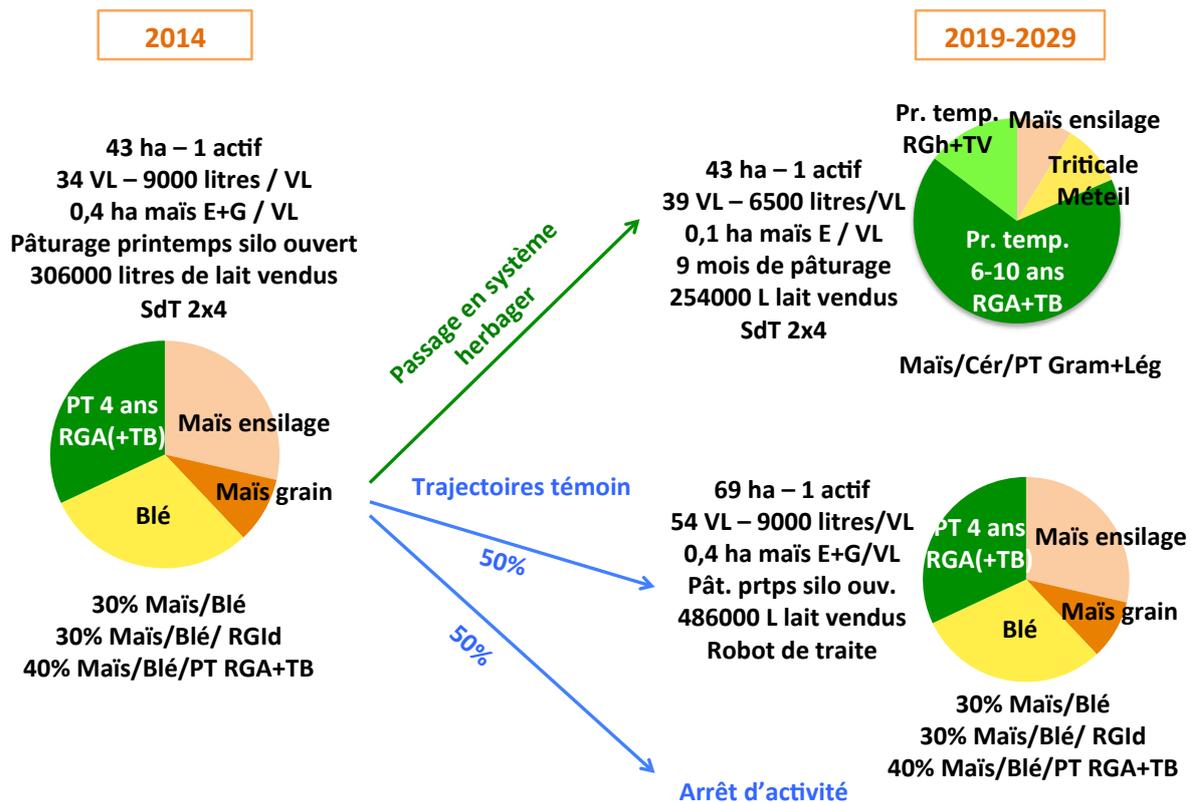


Figure 30 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL1

La comparaison par hectare de la formation de la valeur ajoutée nette à partir du produit brut présentée en Figure 31 pour les différentes situations illustre la forte réduction des dépenses (consommations intermédiaires et dépréciations de capital fixe) permise par cette logique de fonctionnement économe. Malgré la réduction importante du produit brut par hectare (-40% par rapport à la situation avec large agrandissement et passage au robot de traite), celle-ci permet d'enregistrer une valeur ajoutée nette par hectare 50% supérieure à celle de cette situation témoin. La valeur ajoutée nette en système herbager économe représente ainsi 38% du produit brut en 2029, contre 16% dans les situations témoins.

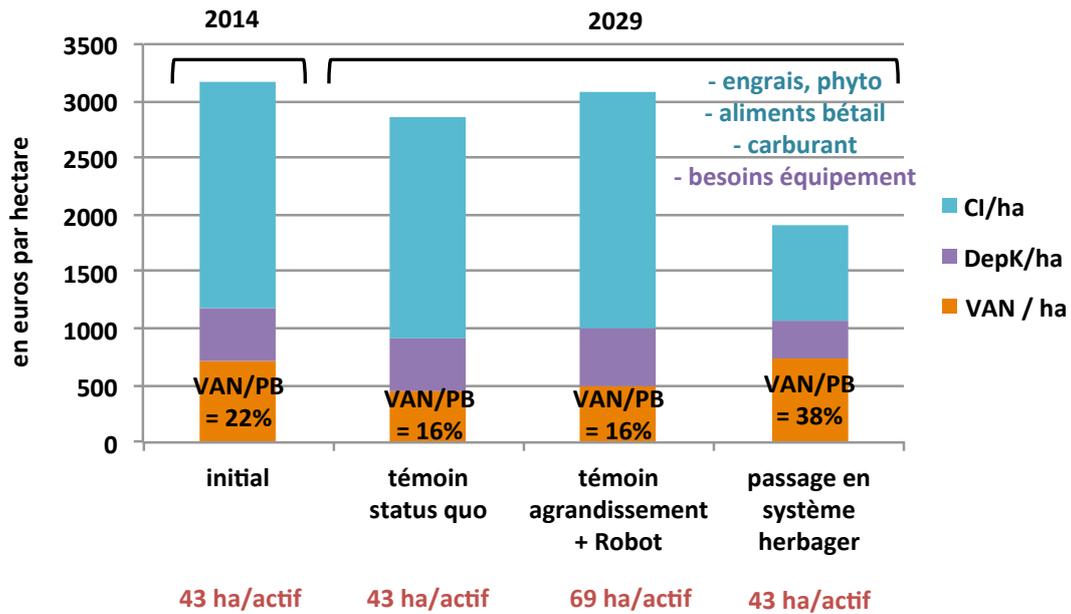


Figure 31 : Comparaison de la formation de la valeur ajoutée nette par hectare pour VL1 : situation initiale (2014), situations finales témoin (2029) et situation finale avec passage en système herbager (2029).

Grâce à la forte progression de la valeur ajoutée nette par hectare permise par la contraction importante des dépenses, le passage en système herbager permet de maintenir, en monnaie constante, le revenu par actif proche de son niveau initial et supérieur à 25000 euros, et ce sans accroître la surface par actif. En revanche, dans la situation témoin *status quo*, c'est à dire sans agrandissement et sans faire évoluer le fonctionnement de l'exploitation, le revenu par actif après MSA s'érode régulièrement pour atteindre moins de 18000 euros en 2029. (Figure 32)

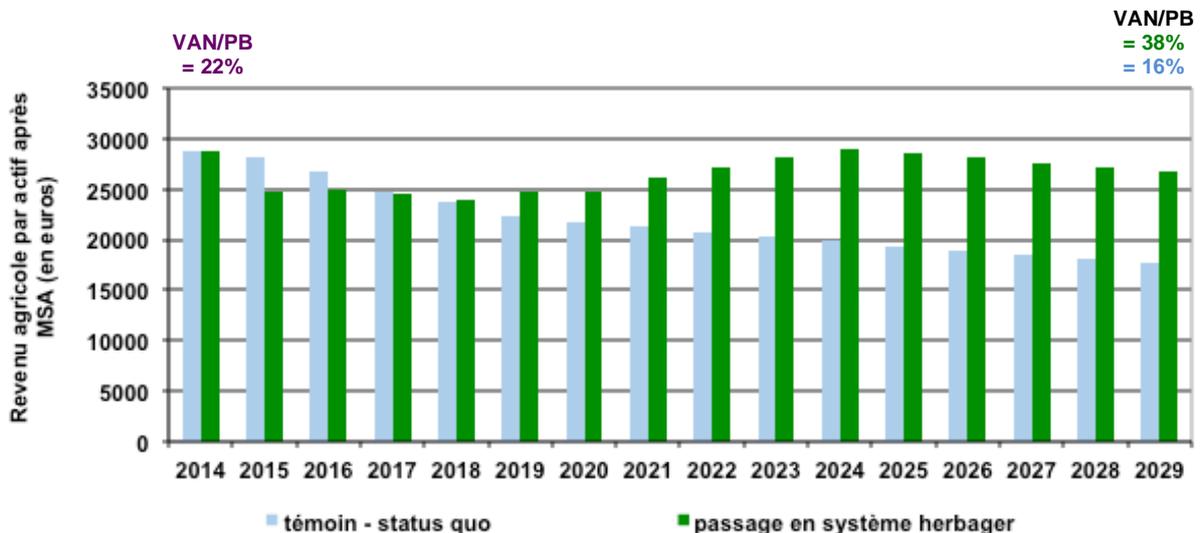


Figure 32 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL1 : avec passage en système herbager à surface constante et avec maintien des actifs ; en trajectoire témoin avec status quo (en euros constants de 2014)

Pour la trajectoire témoin où l'exploitation voit, dès 2020, sa surface progresser de 60% et ne demeure conduite que par un seul actif, le revenu par actif est fortement redressé lors de l'agrandissement (passage à 69 ha par actif avec robot de traite, une fois et demie plus qu'en système herbager (43 ha par actif)). Il reprend en revanche ensuite sa baisse tendancielle pour ne dépasser que de 1500 euros par actif et par an le revenu enregistré en

2029 en système herbager, tout en reposant beaucoup plus largement sur les aides (à hauteur de 70%, contre 45% en système herbager en 2029). (

Figure 33)

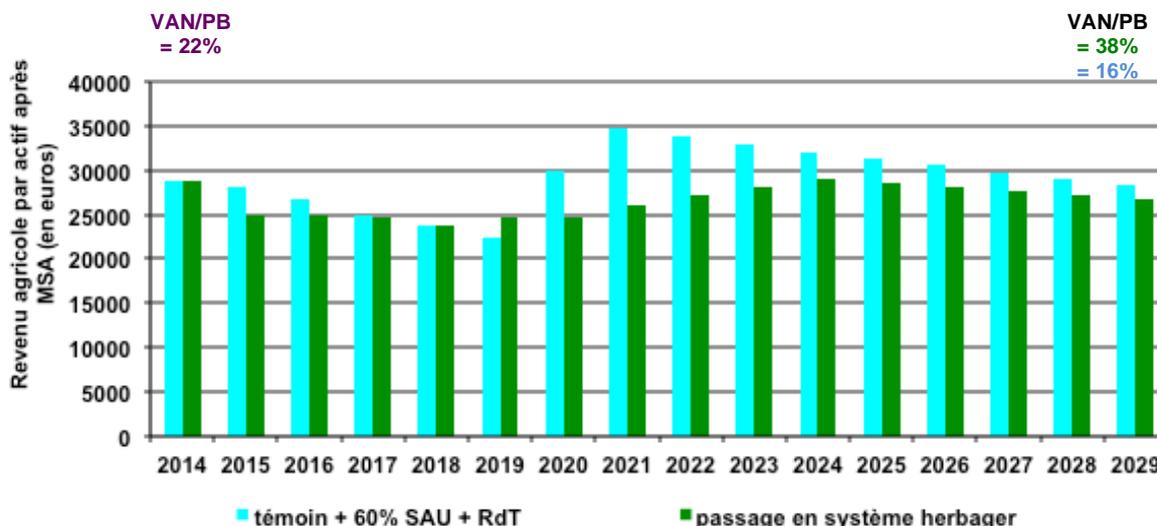


Figure 33 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL1 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec maintien des actifs ; en trajectoire témoin avec hausse de 50% SAU et maintien des actifs (en euros constants de 2014)

Le bilan des résultats pour ces trois trajectoires est présenté en Figure 34, sous la forme du revenu annuel moyen par actif après MSA entre 2015 et 2029 : le passage en système herbager permet de dégager un revenu moyen de 26000 euros par actif (contre 21000 euros sans évolutions techniques et structurelles), contre 29000 euros par actif en situation témoin avec fort agrandissement, mais qui mobilise 60% de terres en plus par emploi agricole.

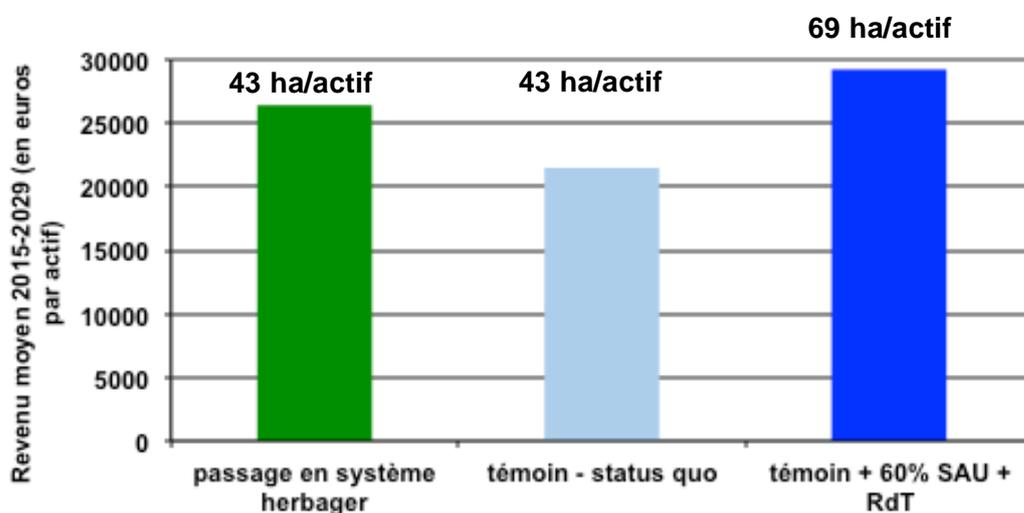


Figure 34 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoin, pour VL 1 (en euros de 2014)

- VL7 : Système herbager en agriculture biologique (maintien de l'actif) ou arrêt d'activité entre 2019 et 2029

Le système de production VL7 est aujourd'hui mis en œuvre par des exploitations à un actif de 40 à 50 ha et 25 à 29 vaches laitières à 7500 litres, pour une production de lait vendu de 210000 litres par an. Situées sur les zones à interfluves étroits du plateau sur schiste, ces exploitations compte entre 5 et 10% de leur surface en prairies permanentes et disposent de terres dans l'ensemble à moindre potentiel de rendement. On compte ainsi 0,25 ha de maïs (fourrage et grain) par vache laitière. Les situations avant passage en système herbager, avec système herbager et témoin, pour le système de production VL7, sont présentées en Figure 35.

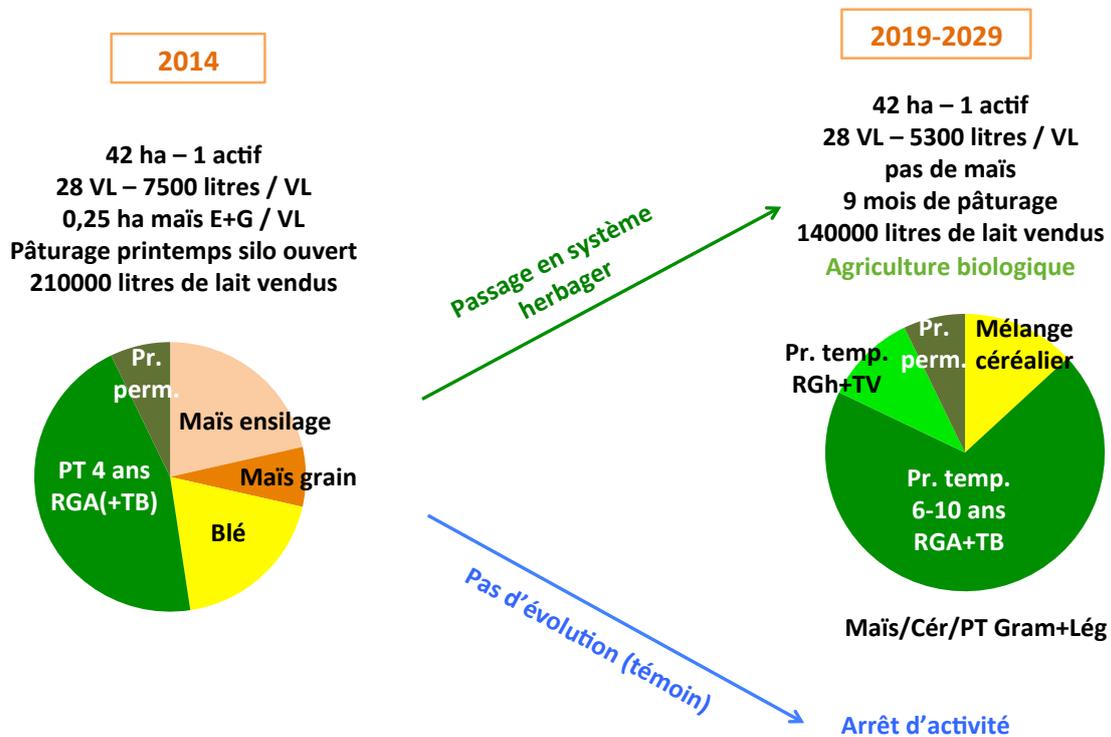


Figure 35 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situation finale témoin (2029) pour le système de production VL7

Dans ces conditions et compte tenu de nos enquêtes auprès d'agriculteurs conduisant un système herbager dans la région, le passage des exploitations du type VL7 vers un système herbager se ferait plutôt vers un système « tout herbe » accompagné dès 2015 d'une conversion en agriculture biologique. En trajectoire « système herbager », le nombre de vaches laitières est maintenu, mais le rendement laitier abaissé à 5300 litres (soit 140000 litres de lait bio vendu par an). Parallèlement, la durée de pâturage est progressivement allongée à 9 mois de l'année, sans distribution de fourrages complémentaires d'avril à octobre. La quantité de tourteau distribuée est réduite à moins de 150 kg par vache et par an. Ces exploitations cessent progressivement de cultiver du maïs, mais conservent leur surface de céréales à paille (remplacement du blé par un mélange céréalier associant céréales à paille et légumineuses graines). Les prairies d'association graminées-légumineuses conduites sans engrais azoté de synthèse occupent ainsi plus de 75% de la surface (soit plus de 85% de la SAU en comptant les prairies permanentes).

En trajectoire témoin, on suppose que ces exploitations ne seraient pas en mesure de réaliser les investissements nécessaires pour s'agrandir et accroître la taille du troupeau, afin de compenser l'évolution défavorable des prix agricoles et des intrants. On suppose donc une poursuite de l'activité sur la même surface, avec le même effectif laitier et le même fonctionnement technique. A la lumière des données statistiques (cf. supra), nous avons fait l'hypothèse que toutes les exploitations de type VL7 de notre échantillon (4 exploitations)

disparaîtraient entre 2015 et 2029, ce que confirment l'évolution des résultats économiques en trajectoire témoin (Figure 36).

Les résultats économiques enregistrés pour ces deux trajectoires sont présentés en Figure 36. Avant projet, le système de production VL7 se caractérise par un ratio valeur ajoutée nette/produit brut de 17%, qui progresse fortement avec le passage en système herbager et s'élève toujours à 47% en 2029. Les consommations intermédiaires sont en effet réduites de plus de moitié avec le passage en système herbager, alors que le produit brut ne diminue que de 15% (baisse de 33% du volume annuel de lait produit, compensée par le prix supérieur du lait bio au regard du lait conventionnel). En trajectoire témoin, le maintien d'un fonctionnement gourmand en intrants et l'évolution défavorable des prix conduisent à la forte érosion de la valeur ajoutée rapportée au produit brut qui atteint 9% seulement en 2029.

Ainsi, en trajectoire témoin, le revenu après MSA d'environ 18000 euros par actif et par an avant projet (avec un prix moyen du lait de vache de 320 euros par tonne), ne cesse de s'éroder du fait de l'évolution relative des prix défavorable aux agriculteurs, pour passer dès 2020, sous la barre des 14400 euros, équivalent au SMIC annuel. Nous considérons donc qu'à partir de cette année, le niveau de revenu atteint peut justifier l'arrêt de ce type d'exploitation, contribuant ainsi à l'agrandissement d'autres exploitations laitières de notre échantillon.

Avec le passage en système herbager, le revenu agricole par actif diminue au même rythme qu'en trajectoire témoin les deux premières années (où le lait vendu est commercialisé en conventionnel), avant de se redresser, à la fois du fait de la réduction des consommations et du prix du lait supérieur en bio. Dans cette situation, le revenu agricole est ensuite moins affecté par l'évolution relative des prix (système peu dépendant des intrants et baisse tendancielle du prix du lait moins prononcé en agriculture biologique) et se maintient, par actif, autour de 30000 euros après MSA en 2029.

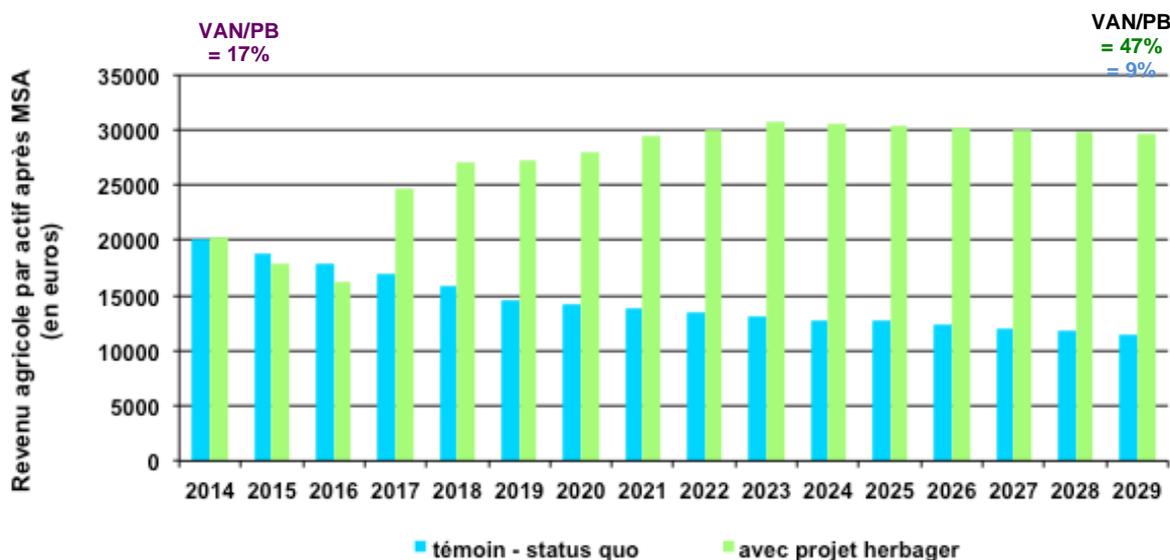


Figure 36 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL7 : avec passage en système herbager et conversion en agriculture biologique ; en trajectoire témoin avec status quo (en euros constants de 2014)

Le niveau de dépendance aux aides est deux fois moindre en 2029 au regard de 2014, à savoir 40% du revenu après MSA en système herbager, contre 80% sinon : le niveau de soutien par actif est semblable, mais le revenu annuel moyen après MSA de 2015 à 2029 se révèle être, en système herbager bio, près du double de celui de la situation témoin (Figure 37).

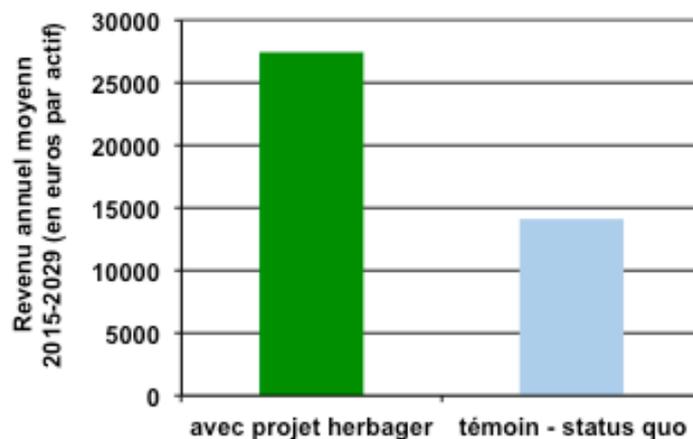


Figure 37 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et en trajectoire témoin pour VL 7 (en euros de 2014)

- VL2 : Système herbager (maintien des deux actifs avec agrandissement de 20%) ou (a) agrandissement de 100% et maintien de deux actifs ; (b) arrêt entre 2020 et 2025.

Les exploitations de type VL2, situées sur interfluves larges, disposent de la même gamme de surface que VL1 mais occupent deux actifs. Ceux-ci se sont donc efforcés d'accroître plus largement encore la production de lait par vache (9500 litres) et par hectare, et consacrent près de 70% de leur surface aux cultures de maïs (fourrage et grain) et de blé. Pour ces exploitations disposant d'une faible surface par actif (moins de 25 ha), le passage en système herbager s'accompagne ici du maintien des deux actifs, au prix d'un agrandissement de l'exploitation de 10 ha en 2025, tout en continuant à commercialiser du lait de vache standard. L'augmentation de la taille du troupeau s'accompagne de l'ajout de deux postes pour passer en salle de traite 2x5 postes. En trajectoire témoin, l'utilisation des données statistiques conduit, pour 40% des exploitations, à prévoir le maintien de deux actifs avec doublement de la surface et de la taille du troupeau laitier et passage à une salle de traite de 2x9 postes. 60% des exploitations de type VL 2 ne sont cependant pas en mesure de trouver à s'agrandir dans ces proportions, ni de réaliser ces lourds investissements, et cessent leur activité entre 2015 et 2029. (Figure 38)

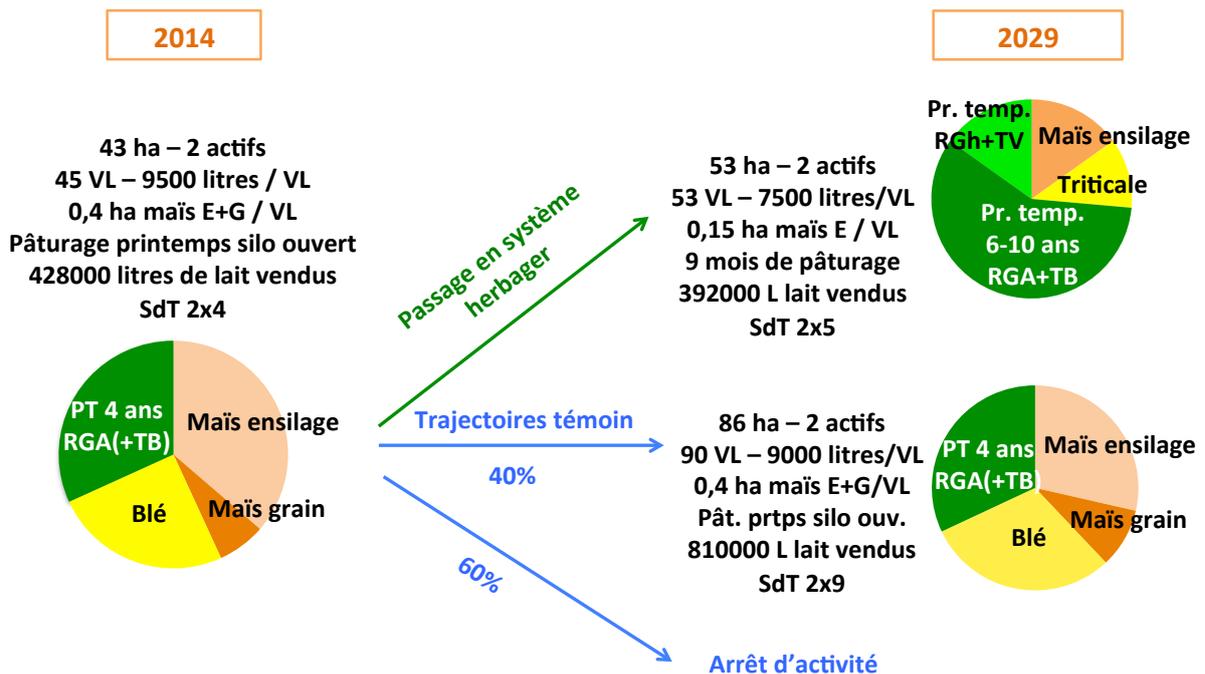


Figure 38 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situation finale témoin (2029) pour le système de production VL2

Sans évolution, ces exploitations voient leur revenu après MSA par actif baisser régulièrement pour devenir inférieur au SMIC en 2029 (Figure 39). Elles enregistrent en revanche en système herbager des résultats pratiquement équivalents à ceux de la situation témoin où la surface par actif est pourtant deux fois plus élevée (Figure 40 et Figure 41), mais avec une dépendance sensiblement moins forte aux subventions tout au long de cette période. En 2029, elles forment ainsi 58% du revenu après MSA en système herbager, contre 85% en situation témoin avec agrandissement.

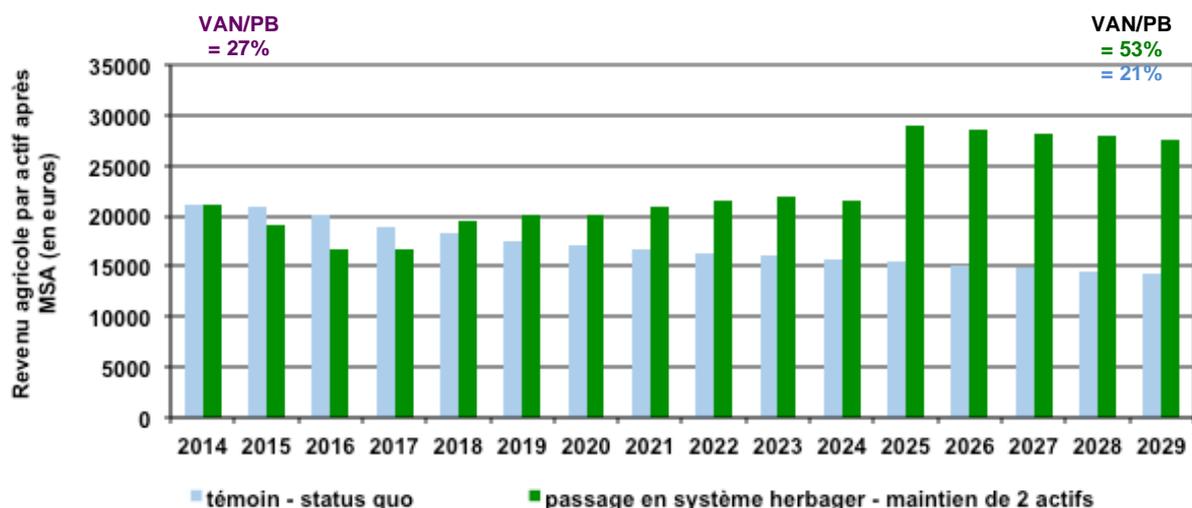


Figure 39 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL2 : avec passage en système herbager, agrandissement de 20% et maintien des actifs ; en trajectoire témoin statu quo (en euros constants de 2014)

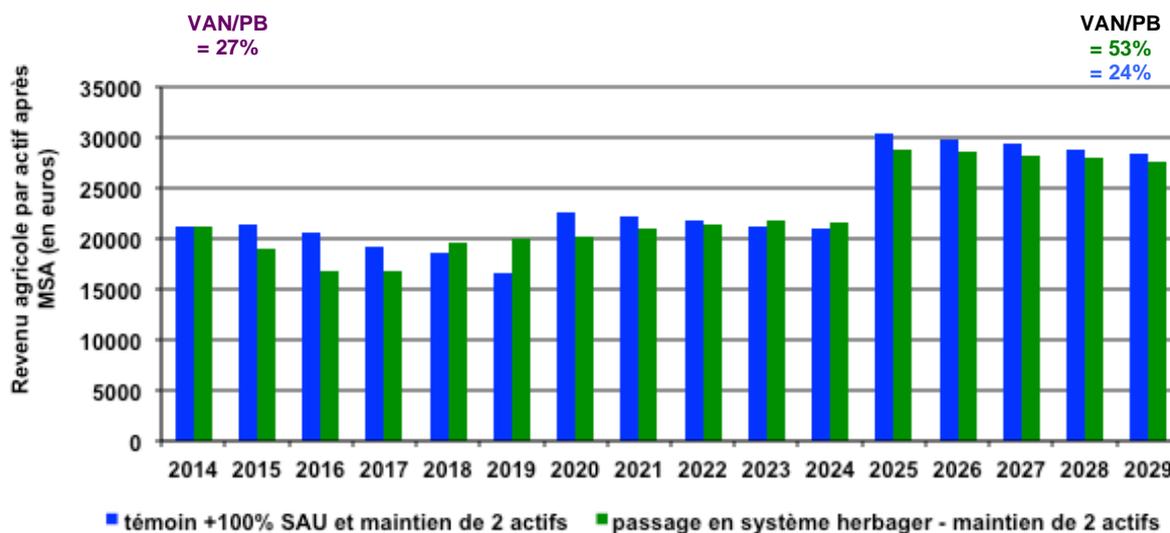


Figure 40 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL2 : avec passage en système herbager, agrandissement de 20% et maintien de deux actifs ; en trajectoire témoin avec hausse de 100% de la SAU et maintien des deux actifs (en euros constants de 2014)

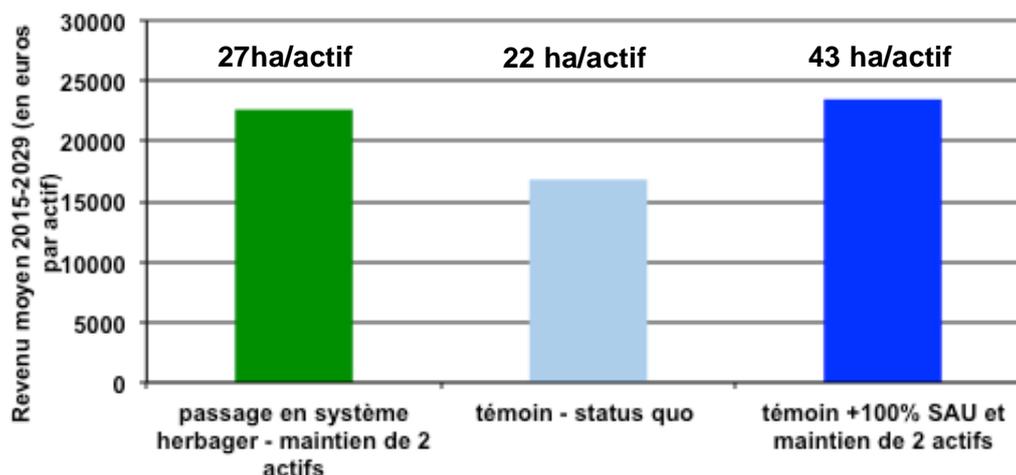


Figure 41 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoin, pour VL2 (en euros de 2014)

- VL3b : Système herbager avec passage de deux à trois actifs ou (a) agrandissement de 45% et maintien de deux actifs ; (b) fusion de deux exploitations et maintien partiel des actifs

Les exploitations de type VL3b comptent 50 à 64 vaches laitières à 9000 litres pour 80 à 120 ha et occupent deux actifs. Compte tenu de la surface par actif plus élevée, une plus large part de celle-ci est dédiée à des cultures de vente. La situation avec passage en système herbager et les différentes trajectoires témoin envisagées sont présentées en Figure 42.

Comme pour VL1, le passage en système herbager repose ici sur l'arrêt des cultures de vente au profit de la seule alimentation du troupeau laitier, dont le rendement est ramené à 6500 litres par vache et par an, compensé par une augmentation du nombre de vaches laitières qui permet ici de conserver la production laitière initiale de ces exploitations sans pour autant accroître leur surface. Ces transformations permettent d'envisager dès le début l'installation d'un troisième actif sur l'exploitation, sans agrandissement ni conversion en

agriculture biologique. Avec le passage de 57 à 79 vaches laitières, la stabulation est allongée et deux postes de traite sont ajoutés pour passer à une salle de traite de 2x7 postes.

Sans passage en système herbager, deux trajectoires d'évolution sont envisagées. Dans la première, les deux actifs se maintiennent en agrandissant de près de 50% la surface de l'exploitation et leur cheptel laitier, sans modifier le fonctionnement global de leur système ni la conduite des vaches laitières, mais en adaptant leur niveau d'équipement et la taille de leur bâtiment d'élevage. Dans la seconde trajectoire, l'agrandissement est bien plus fort, basé sur la fusion entre deux exploitations de type VL3, conduisant à la création de vastes GAEC de plus de 250 ha et de 130 à 150 vaches occupant trois actifs, équipés d'une salle de traite rotative de 24 postes.

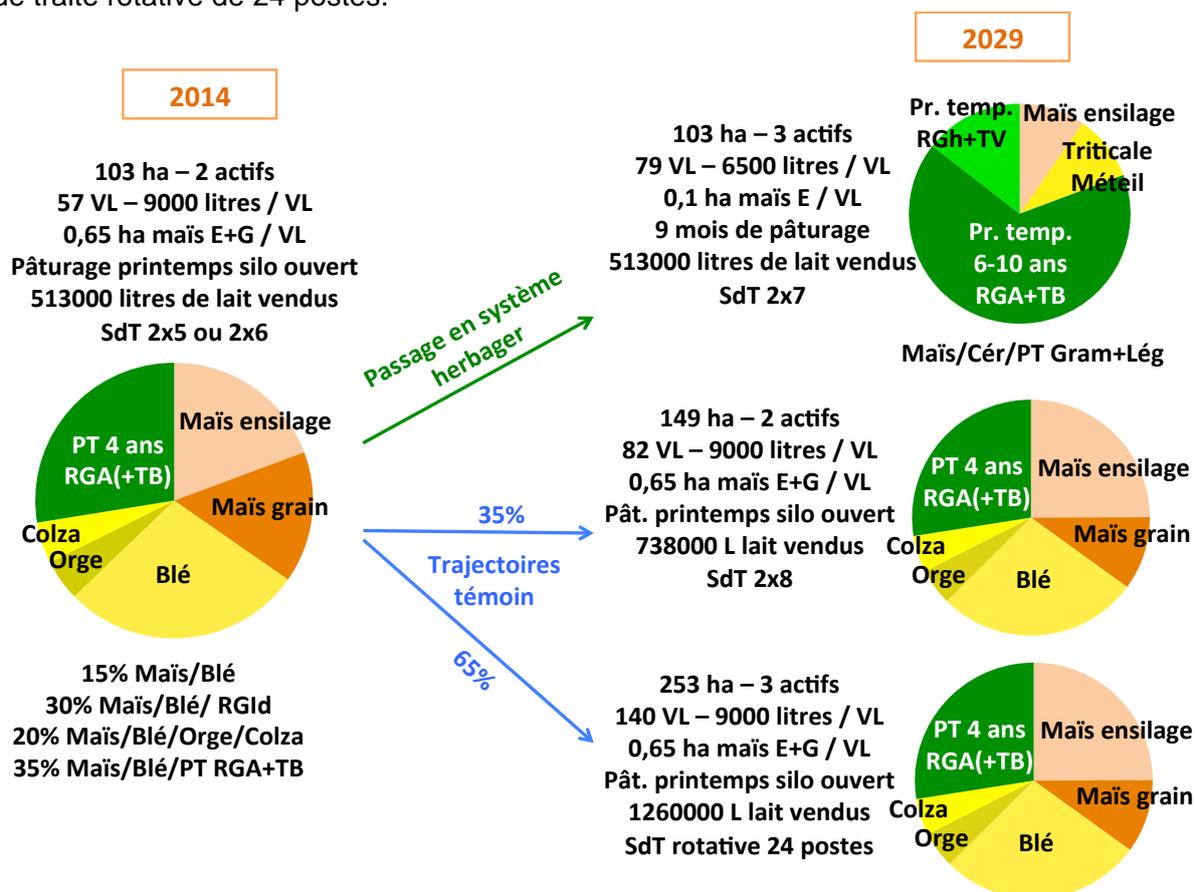


Figure 42 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL3b

Les graphiques de la Figure 43 à la Figure 45 présentent les résultats économiques comparés de ces différentes trajectoires pour les agriculteurs. Avec passage en système herbager et installation d'un actif supplémentaire sans agrandissement, le revenu après MSA atteint environ 25000 euros par actif en 2029, alors qu'il passe sous la barre des 20000 euros dès 2025 en trajectoire témoin sans agrandissement (donc avec deux actifs au lieu de trois sur la même surface) (Figure 43). Avec une surface par actif près de 50% supérieure et une alimentation des vaches reposant toujours largement sur le maïs fourrage, le revenu agricole par actif après MSA en 2029 est pratiquement équivalent à celui enregistré en système herbager (Figure 44). Dans la trajectoire témoin conduisant à la création d'un vaste GAEC, le revenu après MSA par actif et par an est d'environ 28000 euros par actif en 2029, soit 3000 euros de différence avec la situation en système herbager qui mobilise deux fois et demie moins de surface par actif (Figure 45). En 2029, le revenu après MSA en système herbager dépend des subventions à hauteur de 42%, contre 88% dans les trajectoires témoin.

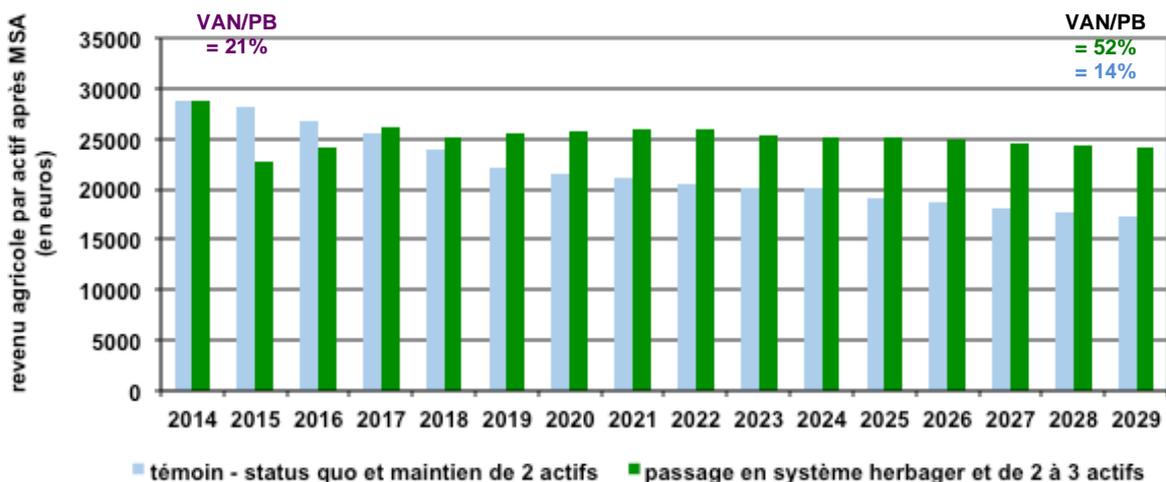


Figure 43 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL3 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec installation d'un troisième actif ; en trajectoire témoin statu quo (en euros constants de 2014)

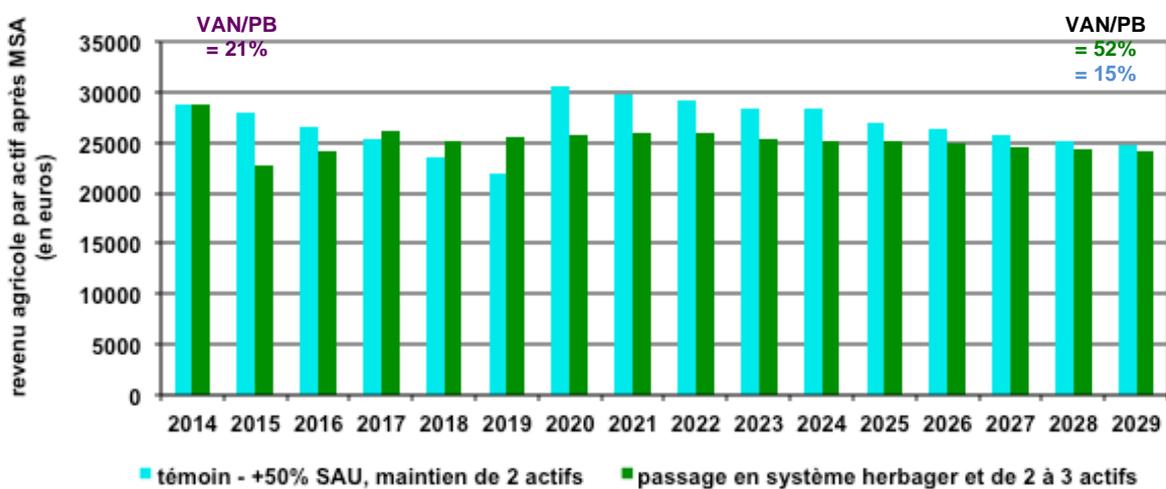


Figure 44 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL3 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec installation d'un troisième actif ; en trajectoire témoin avec hausse de 50% de la SAU et maintien de deux actifs (en euros constants de 2014)

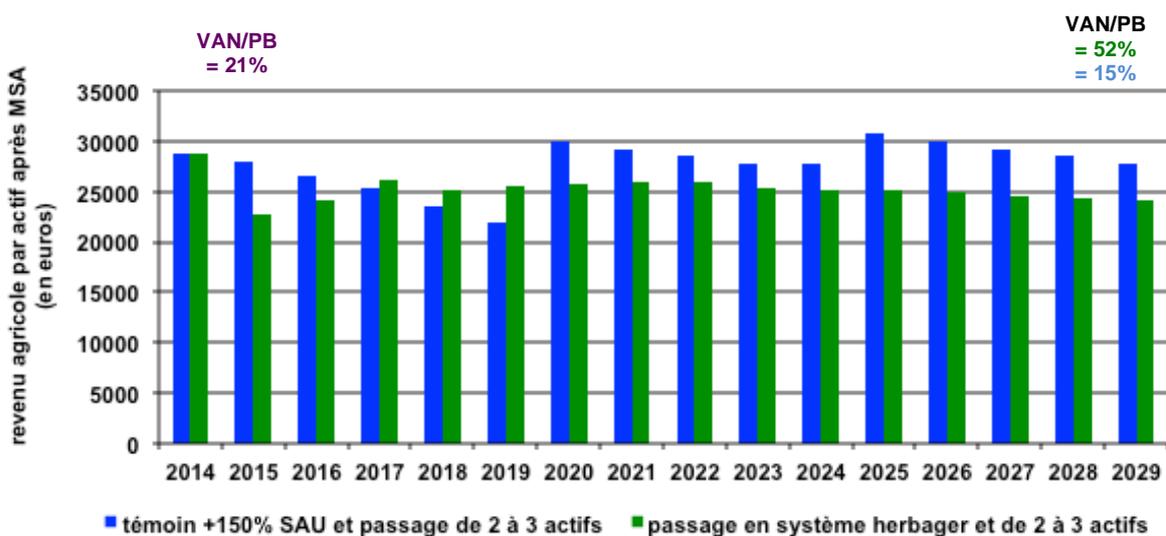


Figure 45 : Revenu agricole annuel par actif après MSA pour VL3 : avec passage en système herbager, à surface constante et avec installation d'un troisième actif ; en trajectoire témoin avec doublement de la SAU et installation d'un troisième actif (en euros constants de 2014)

Les écarts enregistrés dans les revenus moyens par actif et par an après MSA sur la période 2015-2029, entre passage en système herbager et situation témoin avec agrandissement, atteignent respectivement 1500 euros et 2500 euros, et s'avèrent donc faibles au regard des écarts majeurs de surface mobilisée par actif (Figure 46).

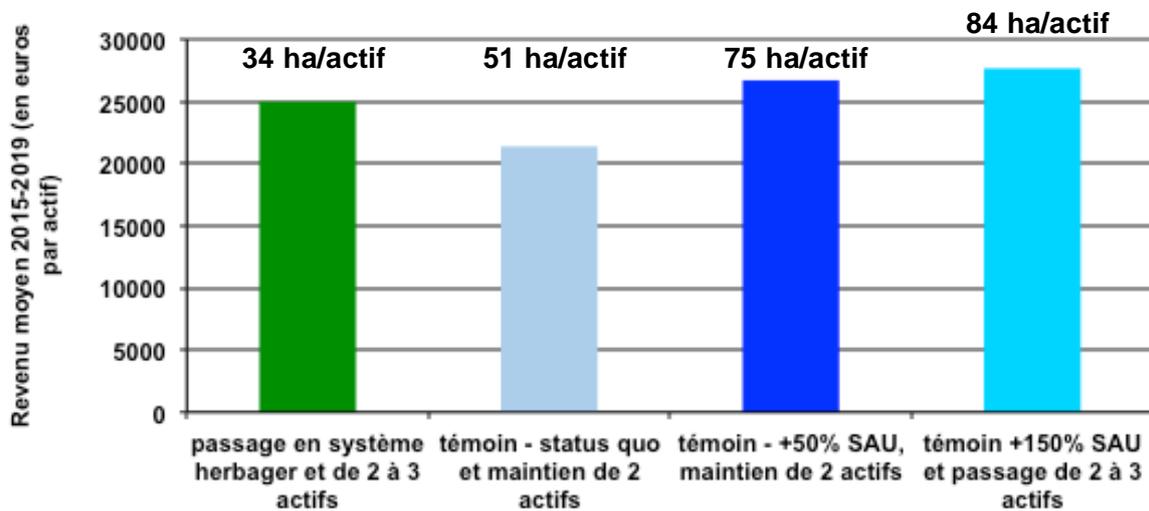


Figure 46 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoin, pour VL 3 (en euros de 2014)

### 1.6.2 Evaluation économique pour les agriculteurs du passage à des systèmes laitiers économes dans le Blavet morbihannais sur granite

Les évolutions envisagées sur granite pour les différents systèmes de production candidats (VL17, VL18, VL11 et VL12), en trajectoire avec passage en système herbager et en trajectoires témoins, sont présentées de la Figure 47 à la Figure 50.

➤ VL17 : Système herbager en agriculture biologique ou arrêt d'activité

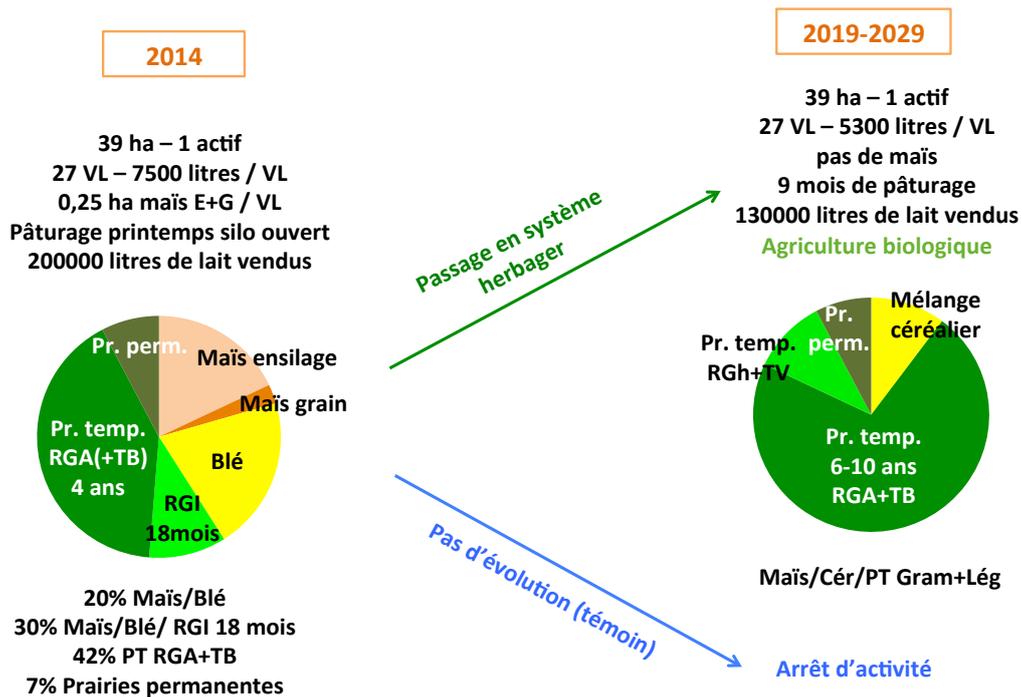


Figure 47 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL17

➤ VL18 : Système herbager avec agrandissement de 10% de la surface ou (a) agrandissement de 40% ; (b) arrêt d'activité entre 2019 et 2029

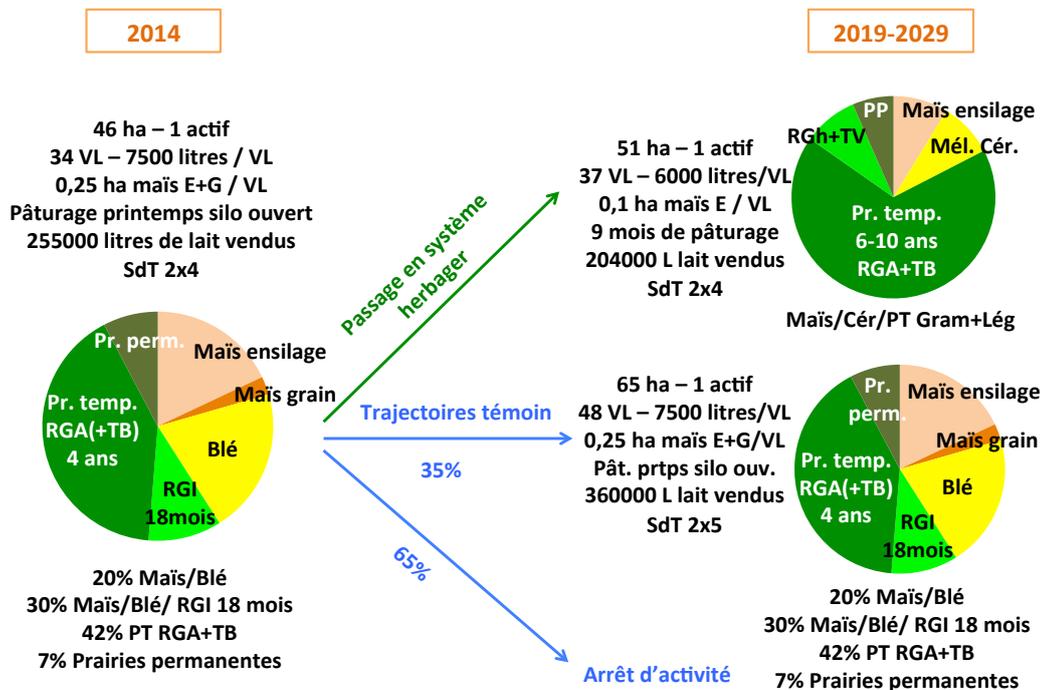


Figure 48 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL18

- VL11 : Système herbager sans agrandissement ou (a) agrandissement de 60% de la surface ; (b) arrêt d'activité entre 2019 et 2029

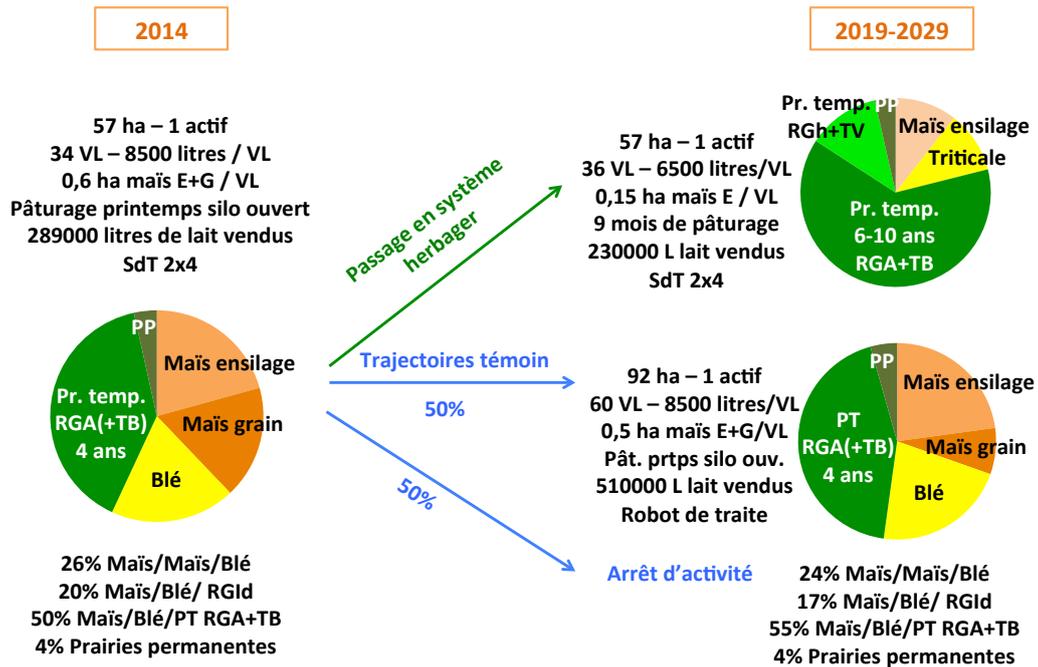


Figure 49 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL11

- VL12 : Système herbager avec agrandissement de 10% ou (a) agrandissement de 50% de la surface et passage à un seul actif ; (b) arrêt d'activité entre 2019 et 2029

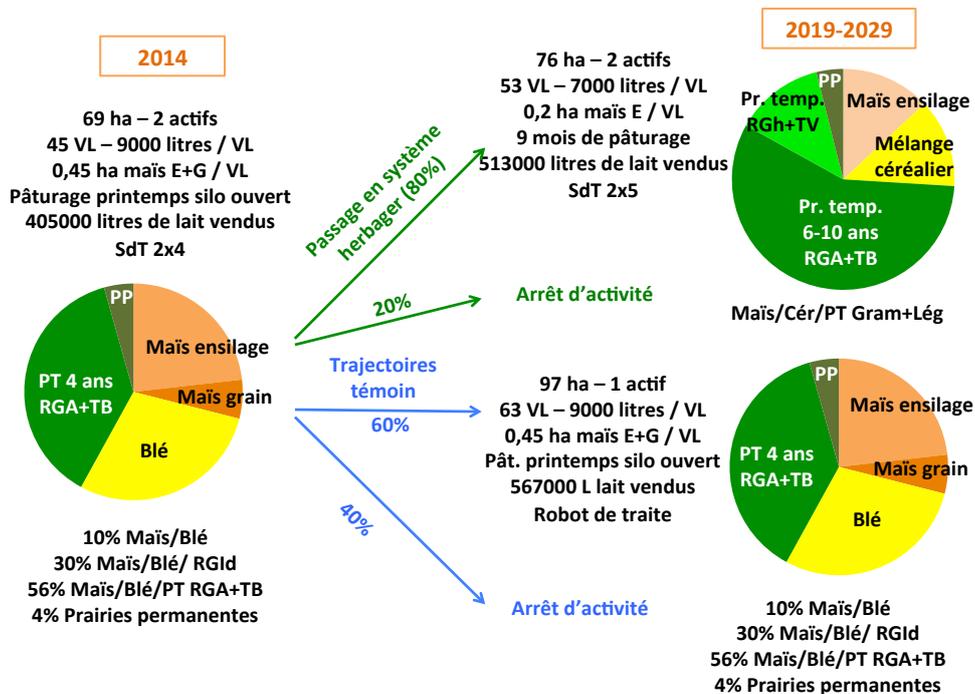


Figure 50 : Situation initiale (2014), situation finale avec passage en système herbager (2029) et situations finales témoin (2029) pour le système de production VL12

Les résultats économiques enregistrés du point de vue des agriculteurs dans le Blavet morbihannais sur granite rejoignent ceux obtenus sur schiste : le revenu moyen (période 2015-2029) par actif après MSA dégagé grâce au passage en système herbager, bien que toujours inférieur à celui enregistré avec un agrandissement d'au moins 40% en trajectoire témoin, présente un écart très modéré (toujours moins de 10%) (Figure 51), et ce pour des surfaces par actif et des niveaux de soutien par actif toujours sensiblement plus modérés en système herbager.

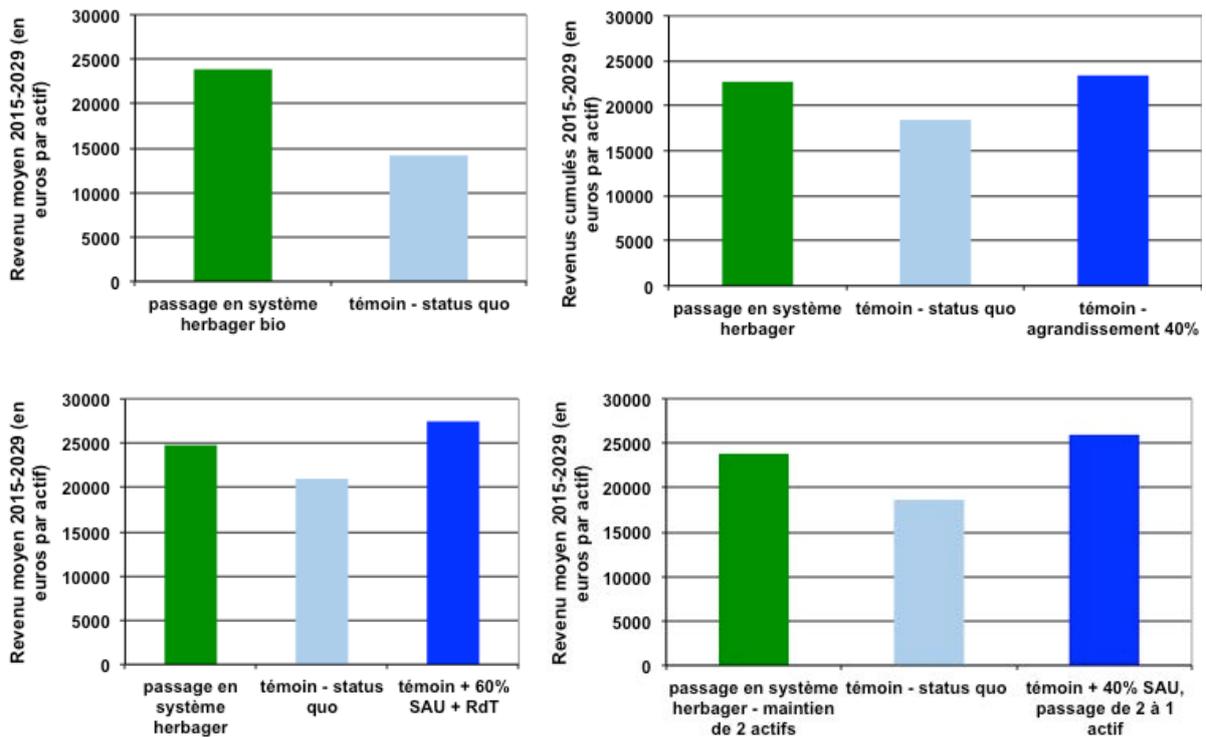


Figure 51 : Revenu annuel moyen après MSA par actif pour la période 2015-2029, avec passage en système herbager et pour les différentes trajectoires témoins, pour les différents systèmes de production candidats sur granite (de gauche à droite et de bas en haut : VL17, VL18, VL11, VL12) (en euros de 2014)

## 1.7 Evaluation du point de vue de la collectivité : impact sur la création de valeur ajoutée pour la Bretagne et sur l'emploi agricole dans le Blavet morbihannais

### 1.7.1 Construction des trajectoires herbagère et témoin pour l'ensemble de l'échantillon : raisonnement à surface constante

La pondération et l'agrégation des trajectoires construites à l'échelle des systèmes de production permet de construire une trajectoire de *passage en système herbager* et une trajectoire *témoin* à l'échelle de l'ensemble des exploitations du Blavet morbihannais sur schiste de notre échantillon de départ (17 exploitations en 2014).

Les revenus enregistrés par les agriculteurs avec passage en système herbager pour VL7, VL1, VL2 et VL3b sont suffisamment élevés pour permettre le maintien (ou la reprise) de ces 17 exploitations (cf. supra) sans agrandissement, à l'exception des exploitations de type VL2 (hausse de 20-25% de la surface entre 2019 et 2029). Nous considérons donc dans la trajectoire « herbagère » de ce groupe de 17 exploitations que toutes celles-ci se maintiennent ou sont reprises, sans agrandissement et en maintenant leurs actifs de départ

(voir en les augmentant comme dans le cas de VL3b), à l'exception de l'une des exploitations VL2, dont l'arrêt permet l'agrandissement des quatre autres exploitations de type VL2 de notre échantillon. Nous raisonnons donc ainsi à surface constante (963 ha) de 2015 à 2029.

Les besoins et possibilités d'agrandissement et d'investissement pour espérer accroître ou maintenir le revenu agricole (voie de développement retenue pour les trajectoires témoins), sont inégales entre systèmes de production. Ainsi, dans les trajectoires témoins, une partie des exploitations ne sont pas en situation d'être reprises et cessent leur activité, permettant dès lors l'agrandissement des exploitations qui se maintiennent, comme l'illustrent les données de la BDNI pour la période 2007-2017, cf. Figure 28).

Les évolutions de l'échantillon témoin (17 exploitations en 2014) sur la période 2015-2029, retenues comme hypothèses pour cette évaluation, sont obtenues en croisant les résultats de l'évaluation du point de vue des agriculteurs et les données de la BDNI. Elles sont présentées en Figure 52.

|  |  | gamme de troupeau en 2014 |               |               |               | Bilan<br>(2014-<br>2029) |
|--|--|---------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|
|  |  | 25 à 29<br>VL             | 30 à 39<br>VL | 40 à 49<br>VL | 50 à 64<br>VL |                          |
| données ADEL                                   | nombre d'exploitations en 2014           | 4                         | 4             | 5             | 4             |                          |
|  | surface moyenne (ha)                     | 42                        | 43            | 43            | 103           |                          |
|  | nb moyen VL par exploitation en 2014     | 28                        | 34            | 45            | 57            |                          |
| cas 1<br>Arrêt                                 | nb moyen VL par exploit. en 2029 - cas 1 | 0                         | 0             | 0             | 0             |                          |
|  | Δ surface - cas 1 (ha)                   | -42                       | -43           | -43           | -103          |                          |
|  | Δ effectifs VL - cas 1                   | -28                       | -34           | -45           | -57           |                          |
|  | nombre d'exploitations - cas 1           | 4                         | 2             | 3             | 1             |                          |
|  | Δ surface totale - cas 1 (ha)            | -168                      | -85           | -128          | -103          | -484                     |
| cas 2<br>agrandissement<br>+                   | nb moyen VL par exploit. en 2029 - cas 2 |                           | 54            |               | 86            |                          |
|  | Δ surface - cas 2 (ha)                   |                           | 26            |               | 46            |                          |
|  | Δ effectifs VL - cas 2                   |                           | 20            |               | 29            |                          |
|  | nombre d'exploitations - cas 2           |                           | 2             |               | 1             |                          |
|  | Δ surface totale - cas 2 (ha)            |                           | 51            |               | 46            | 97                       |
| cas 3<br>agrandissement<br>++                  | nb moyen VL par exploit. en 2029 - cas 3 |                           |               | 90            | 114           |                          |
|  | Δ surface - cas 3 (ha)                   |                           |               | 43            | 150           |                          |
|  | Δ effectifs VL - cas 3                   |                           |               | 45            | 57            |                          |
|  | nombre d'exploitations - cas 3           |                           |               | 2             | 2             |                          |
|  | Δ surface totale - cas 3 (ha)            |                           |               | 85            | 301           | 386                      |
| Δ surface totale (ha) (2014-2029)              |  | -168                      | -34           | -43           | 244           | 0                        |
| hausse moyenne effectifs VL par an (2014-2029) |  |                           | 0%            | 3%            | 4%            |                          |
| taux d'arrêt des exploitations (2014-2029)     |  |                           | 50%           | 60%           | 25%           |                          |
| Δ emplois agricoles (2014-2029)                |  | -4                        | -2            | -6            | -2            | -14                      |
| Total surface                                  |  |                           |               |               |               | 963                      |

Figure 52: Hypothèses de pondération des trajectoires témoins des systèmes de production VL7, VL1, VL2 et VL3b basées sur le traitement des données de la BDNI pour le plateau sur schiste du Blavet morbihannais, et permettant un raisonnement à surface constante de 2015 à 2029 pour l'échantillon d'exploitations retenues pour l'évaluation

Toujours en trajectoire témoin, il s'agissait dans un second temps de construire un échancier des arrêts d'activité et de la reprise des terres par les exploitations qui se maintiennent, qui soit réaliste au regard des possibilités et besoins d'agrandissement et d'investissement de ces exploitations, mais qui permette aussi en trajectoire témoin de

raisonner à surface constante de 2015 à 2029 (exploitation continue des 963 ha de départ durant cette période).

Le choix des années où a lieu, pour les différents systèmes de production, l'arrêt d'activité pour certains ou la reprise des terres pour d'autres, est raisonné à la lumière des résultats de l'évaluation du point de vue des agriculteurs : passage en dessous d'un certain seuil du revenu annuel par actif (ex. pour VL7, passage sous la barre du SMIC brut de 14400 euros par an dès 2020, cf. Figure 36). Cet échéancier est présenté en Figure 53.

|      | VL7                  |                      | VL1                  |                      | VL2                  |                      | VL3b                 |   | Solde<br>(surfaces<br>reprises -<br>surfaces<br>libérées) |
|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|---|
|      | 25 à 29 VL           | 30 à 39 VL           |                      | 40 à 49 VL           |                      | 50 à 64 VL           |                      |   |   |
|      | surfaces<br>libérées | surfaces<br>libérées | surfaces<br>libérées | surfaces<br>libérées | surfaces<br>reprises | surfaces<br>libérées | surfaces<br>reprises |   |   |
| 2015 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2016 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2017 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2018 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2019 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2020 | -168                 |                      | 51                   | -128                 | 43                   | -103                 | 305                  | 0 |   |
| 2021 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2022 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2023 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2024 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2025 |                      | -85                  |                      |                      | 43                   |                      | 42                   | 0 |   |
| 2026 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2027 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2028 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |
| 2029 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |   |

Figure 53 : Echancier des surfaces libérées (arrêt de l'exploitation) et des surfaces reprises (agrandissement de l'exploitation) pour les systèmes de production VL7, VL1 et VL3, entre 2015 et 2029

### 1.7.2 Bilan du nombre d'exploitations et d'emplois agricoles entre trajectoire herbagère et trajectoire témoin

Le bilan de la trajectoire avec passage en système herbager d'une part, et celui de la trajectoire témoin d'autre part, pour les 17 exploitations de l'échantillon initial en 2014 (26 actifs agricoles à plein temps qui utilisent en tout 963 hectares) sont respectivement présentés en Figure 54, Figure 55 et Figure 56. En trajectoire « système herbager », deux emplois agricoles supplémentaires peuvent être créés sur la période 2015-2029 sans accroître la surface utilisée par les 16 exploitations restantes. En trajectoire témoin, 7 exploitations demeurent en 2029, qui ne permettent le maintien que de 14 actifs à temps plein sur les 963 hectares considérés.

### Trajectoires avec passage en système herbager

|              | 2014      |         |           | 2015      |         |           | 2016      |         |           | 2017      |         |           |
|--------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
|              | nb        | surface | actifs    |
| <b>VL7</b>   | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         |
| <b>VL1</b>   | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         |
| <b>VL2</b>   | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         |
| <b>VL3</b>   | 4         | 103     | 2         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         |
| <b>Total</b> | <b>17</b> |         | <b>26</b> | <b>17</b> |         | <b>30</b> | <b>17</b> |         | <b>30</b> | <b>17</b> |         | <b>30</b> |

|              | 2018      |         |           | 2019      |         |           | 2020      |         |           | 2021      |         |           |
|--------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
|              | nb        | surface | actifs    |
| <b>VL7</b>   | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         |
| <b>VL1</b>   | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         |
| <b>VL2</b>   | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         |
| <b>VL3</b>   | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         |
| <b>Total</b> | <b>17</b> |         | <b>30</b> |

|              | 2022      |         |           | 2023      |         |           | 2024      |         |           | 2025      |         |           |
|--------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
|              | nb        | surface | actifs    |
| <b>VL7</b>   | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         |
| <b>VL1</b>   | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         |
| <b>VL2</b>   | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 4         | 53      | 2         |
| <b>VL3</b>   | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         |
| <b>Total</b> | <b>17</b> |         | <b>30</b> | <b>17</b> |         | <b>30</b> | <b>17</b> |         | <b>30</b> | <b>16</b> |         | <b>28</b> |

|              | 2026      |         |           | 2027      |         |           | 2028      |         |           | 2029      |         |           |
|--------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
|              | nb        | surface | actifs    |
| <b>VL7</b>   | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         |
| <b>VL1</b>   | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         |
| <b>VL2</b>   | 4         | 53      | 2         | 4         | 53      | 2         | 4         | 53      | 2         | 4         | 53      | 2         |
| <b>VL3</b>   | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         | 4         | 103     | 3         |
| <b>Total</b> | <b>16</b> |         | <b>28</b> |

Figure 54: Evolutions des différents systèmes de production de l'échantillon en trajectoire avec passage en système herbager, de 2014 (année 0) à 2029, et bilan en termes de nombre d'exploitations et d'emplois (surface totale constante)

## Trajectoires témoins

|                  | 2014      |         |           | 2015      |         |           | 2016      |         |           | 2017      |         |           |
|------------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
|                  | nb        | surface | actifs    |
| VL7              | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         |
| VL1 - statu quo  | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         |
| VL1 – agrand.    |           |         |           |           |         |           |           |         |           |           |         |           |
| VL2              | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         |
| VL3 – agrand. +  | 4         | 103     | 2         | 4         | 103     | 2         | 4         | 103     | 2         | 4         | 103     | 2         |
| VL3 – agrand. ++ |           |         |           |           |         |           |           |         |           |           |         |           |
| <b>Total</b>     | <b>17</b> |         | <b>26</b> |

|                  | 2018      |         |           | 2019      |         |           | 2020     |         |           | 2021     |         |           |
|------------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|
|                  | nb        | surface | actifs    | nb        | surface | actifs    | nb       | surface | actifs    | nb       | surface | actifs    |
| VL7              | 4         | 42      | 1         | 4         | 42      | 1         |          |         |           |          |         |           |
| VL1 - statu quo  | 4         | 42,5    | 1         | 4         | 42,5    | 1         | 2        | 42,5    | 1         | 2        | 42,5    | 1         |
| VL1 – agrand.    |           |         |           |           |         |           | 2        | 68      | 1         | 2        | 68      | 1         |
| VL2              | 5         | 42,5    | 2         | 5         | 42,5    | 2         | 2        | 65      | 2         | 2        | 65      | 2         |
| VL3 – agrand. +  | 4         | 103     | 2         | 4         | 103     | 2         | 1        | 149     | 2         | 1        | 149     | 2         |
| VL3 – agrand. ++ |           |         |           |           |         |           | 2        | 232     | 3         | 2        | 232     | 3         |
| <b>Total</b>     | <b>17</b> |         | <b>26</b> | <b>17</b> |         | <b>26</b> | <b>9</b> |         | <b>16</b> | <b>9</b> |         | <b>16</b> |

|                  | 2022     |         |           | 2023     |         |           | 2024     |         |           | 2025     |         |           |
|------------------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|
|                  | nb       | surface | actifs    |
| VL7              |          |         |           |          |         |           |          |         |           |          |         |           |
| VL1 - statu quo  | 2        | 42,5    | 1         | 2        | 42,5    | 1         | 2        | 42,5    | 1         |          |         |           |
| VL1 – agrand.    | 2        | 68      | 1         | 2        | 68      | 1         | 2        | 68      | 1         | 2        | 68      | 1         |
| VL2              | 2        | 65      | 2         | 2        | 65      | 2         | 2        | 65      | 2         | 2        | 86      | 2         |
| VL3 – agrand. +  | 1        | 149     | 2         | 1        | 149     | 2         | 1        | 149     | 2         | 1        | 149     | 2         |
| VL3 – agrand. ++ | 2        | 232     | 3         | 2        | 232     | 3         | 2        | 232     | 3         | 2        | 253     | 3         |
| <b>Total</b>     | <b>9</b> |         | <b>16</b> | <b>9</b> |         | <b>16</b> | <b>9</b> |         | <b>16</b> | <b>7</b> |         | <b>14</b> |

|                  | 2026     |         |           | 2027     |         |           | 2028     |         |           | 2029     |         |           |
|------------------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|
|                  | nb       | surface | actifs    |
| VL7              |          |         |           |          |         |           |          |         |           |          |         |           |
| VL1 - statu quo  |          |         |           |          |         |           |          |         |           |          |         |           |
| VL1 – agrand.    | 2        | 68      | 1         | 2        | 68      | 1         | 2        | 68      | 1         | 2        | 68      | 1         |
| VL2              | 2        | 86      | 2         | 2        | 86      | 2         | 2        | 86      | 2         | 2        | 86      | 2         |
| VL3 – agrand. +  | 1        | 149     | 2         | 1        | 149     | 2         | 1        | 149     | 2         | 1        | 149     | 2         |
| VL3 – agrand. ++ | 2        | 253     | 3         | 2        | 253     | 3         | 2        | 253     | 3         | 2        | 253     | 3         |
| <b>Total</b>     | <b>7</b> |         | <b>14</b> |

Figure 55 : Evolutions des différents systèmes de production de l'échantillon en trajectoire témoin, de 2014 (année 0) à 2029, et bilan en termes de nombre d'exploitations et d'emplois (surface totale constante)

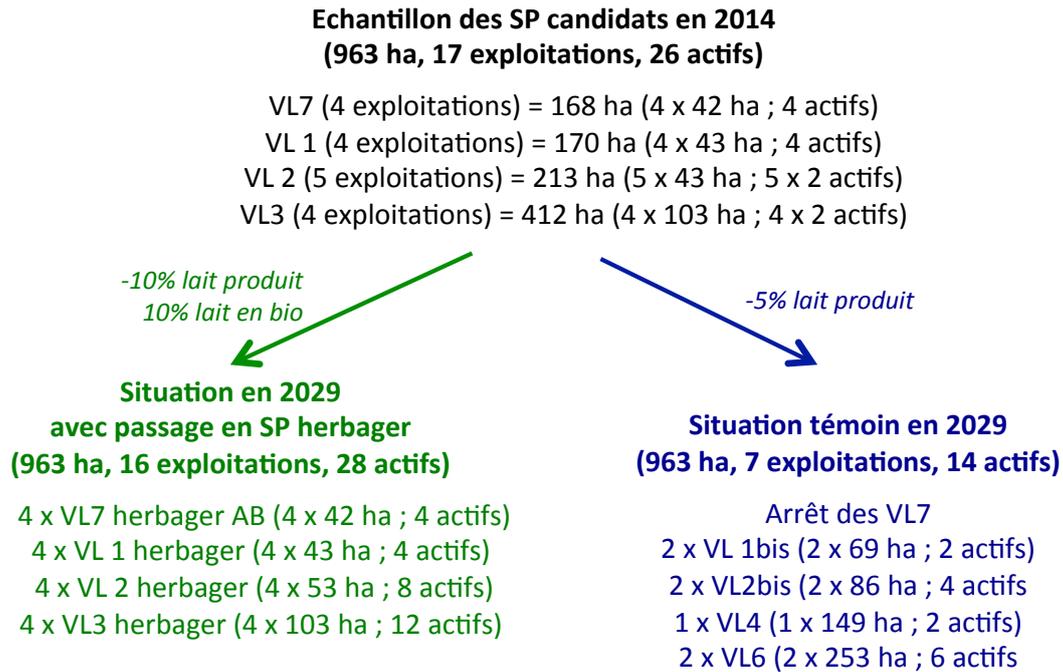


Figure 56 : Bilan des trajectoires avec passage en système herbager ou témoin à l'échelle de l'ensemble de l'échantillon sur schiste

Si ces évolutions se font à surface constante dans les deux trajectoires, la production laitière globale diminue dans les deux cas. En situation avec passage de toutes les exploitations en système herbager, cette baisse atteint 10% de la production laitière initiale, due au choix des agriculteurs de modérer un peu la production laitière au profit d'une conduite plus économe des troupeaux. En situation avec passage en système herbager, 10% de la production laitière relève de la filière bio, en réservant la conversion aux exploitations de notre échantillon placées dans les conditions de production les moins favorables et en veillant à ce que la part de lait bio dans la production totale demeure réaliste au regard de l'évolution de la demande.

En situation témoin, cette baisse atteint 5% de la production laitière initiale : elle illustre à la fois la progression dans la région des grandes cultures au détriment de la production laitière, mais aussi la volonté actuelle des industries laitières implantées dans la région de ne pas accroître leur volume de lait collecté, voire même de le réduire à la faveur des arrêts d'activité et de la redistribution des volumes aux exploitations poursuivant leur activité.

### 1.7.3 Mesures de l'impact du passage en système herbager pour l'économie bretonne

Comme explicité au 1.3) (cf. supra), la mesure de l'impact du passage en système herbager pour l'économie bretonne a porté sur :

- l'identification des différents agents économiques amont et aval installés en Bretagne et affectés (positivement ou négativement) par les changements prévus avec passage en système herbager ou dans les trajectoires témoins ;
- la prise en compte des effets directs (valeur ajoutée agricole) et indirects (prise en compte des transferts auprès des agents économiques amont et des valeurs ajoutées supplémentaires créées en aval) ;
- la décomposition des coûts nécessaires aux hypothèses de calcul pour la Bretagne (adaptation du système de prix de marché pour établir des prix dits « de référence »).

L'évaluation du point de vue de la collectivité « Bretagne » conduite à l'échelle des 17 exploitations de type VL7, VL1, VL2 et VL3b recensées dans le Blavet morbihannais sur

schiste, renseigne sur l'impact du passage en système herbager au regard de la trajectoire témoin, tout à la fois en termes de valeur ajoutée pour la Bretagne et d'emplois agricoles dans le Blavet morbihannais.

Les différentiels de valeurs ajoutées directes et indirectes pour la Bretagne permis par le passage en système herbager de ces exploitations au regard de la trajectoire témoin, sont négatifs les cinq premières années du projet durant lesquelles ces systèmes sont en transition (environ -150000 euros par an), avant de devenir et de demeurer nettement positifs les dix années suivantes (autour de +150000 euros par an) (Figure 57).

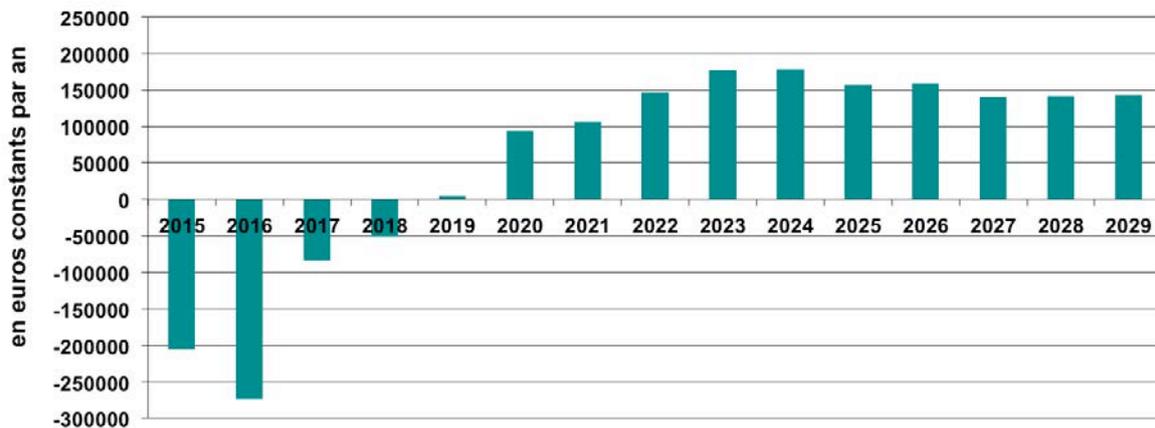


Figure 57 : Différentiels annuels de valeurs ajoutées directes et indirectes pour la Bretagne entre trajectoire « systèmes herbagers » et trajectoire témoin de 2015 à 2029 (en euros constants de 2014)

Le bilan pour l'économie bretonne du passage en système herbager de ces exploitations atteint ainsi un différentiel cumulé entre trajectoire herbagère et trajectoire témoin de plus de 500000 euros sur la période 2015-2019, auxquels s'ajoutent la valeur de la capitalisation dans le cheptel laitier sur cette période (plus grand nombre de vaches laitières sur ces 963 hectares en 2029 avec le passage à des systèmes herbagers, au regard de la situation témoin).

Le bilan économique et social de cette évaluation est donc très favorable au passage en système herbager, pour les agriculteurs d'une part (niveau de revenu agricole par actif enregistré, maintien (voire création) d'emplois agricoles sans agrandissement, moindre risque d'endettement grâce à des immobilisations de capital fixe inférieures, sensibilité plus réduite à l'évolution tendancielle défavorable des prix, moindre dépendance du revenu agricole aux aides de la PAC, etc.) ; pour l'économie bretonne d'autre part, en permettant le maintien de plus de deux fois plus d'emplois agricoles par hectare sur cette période et une création de richesse (directe et indirecte) sensiblement supérieure. Ils rejoignent ainsi des résultats enregistrés dans d'autres régions du Grand Ouest pour des périodes antérieures (1990-2009) (Garambois, 2011 ; Garambois et Devienne, 2010).

Ces transitions vers des systèmes reposant beaucoup plus largement sur le pâturage de prairies temporaires d'association graminées-légumineuses et sur des techniques de conduite des animaux au pâturage tournant, supposent en revanche l'acquisition de nouveaux savoir-faire par les agriculteurs et la valorisation, par une plus large diffusion, du référentiel technique local que des agriculteurs du Blavet morbihannais ont déjà élaboré. Elles supposent également pour les agriculteurs candidats de disposer d'un parcellaire suffisamment groupé, qu'un appui ciblé des pouvoirs publics pourrait grandement favoriser.

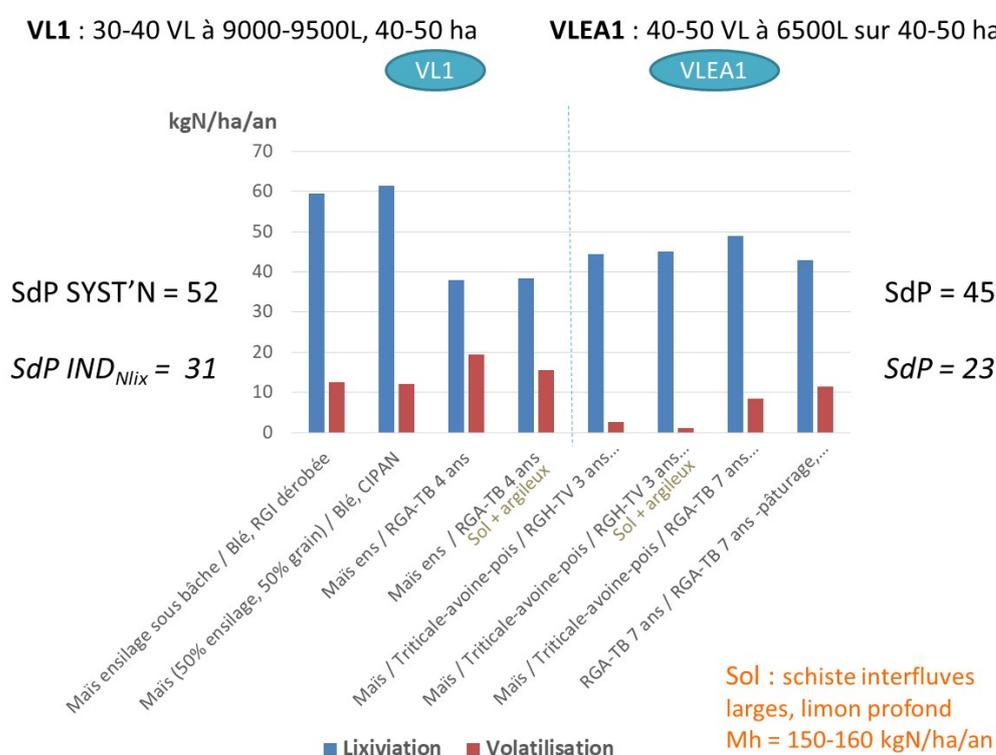
## 2 Evaluation environnementale du passage à des systèmes économes en intrants

### 2.1 Simulation des pertes d'azote à l'échelle des systèmes de culture et résultats par type de systèmes de production

Les simulations réalisées avec le modèle Syst'N ont permis d'évaluer les émissions d'azote sous forme de lixiviation et d'ammoniac volatilisé.

A titre d'exemple la Figure 58 illustre la comparaison des pertes par lixiviation sous les SdC composant le système de production type VL1 et son homologue autonome économe VLEA1, sur schistes interfluves larges.

Figure 58 : Comparaison des émissions d'azote sous forme de nitrate ou d'ammoniac dans les systèmes laitiers VL1 et VLEA1



Le calcul pondéré à l'échelle du système de production montre une réduction des pertes de 7 kg/ha/an en moyenne avec le modèle Syst'N (- 14%) en passant de 52 à 45 kgN lixivié/ha/an. Ces données sont cohérentes avec les références de pertes connues en Bretagne dans les systèmes laitiers spécialisés. Un calcul analogue avec les données de l'indicateur de lixiviation montre des valeurs absolues plus faibles (on passe de 31 à 23 kg N lixivié) mais confirme le sens de variation avec des pertes inférieures dans le système autonome économe.

L'ensemble des résultats des simulations avec Syst'N sont rassemblés dans un tableau pour les principaux SdP étudiés (Figure 59). Ils montrent un gain systématique au niveau des flux de nitrate lixiviés et de la concentration en nitrate sous racinaire lorsqu'on évolue vers le système de production autonome et économe. Les quantités d'ammoniac volatilisé à partir des systèmes de cultures étant en général modérées, le gain, systématique, est de l'ordre de 0 à 5 kg.

Une différence plus sensible est observée pour les SdC avec pomme de terre, où la réduction de la lixiviation atteint 20 kg/ha/an en moyenne lorsque chanvre ou sarrasin sont introduits dans les rotations. L'eau sous racinaire passe sous le seuil des 50 mg nitrate/l.

Figure 59 : Quantification des flux d'azote dans les systèmes de culture et systèmes de production laitiers actuels (en bleu) et autonomes (en vert)

| Type de systèmes de production et systèmes de culture                  | N lixivié<br>kgN/ha/an | [NO3] sous racines<br>mgNO3/l | Volatilisation NH3<br>kgN/ha/an | N cultures (+C)<br>kgN/ha/na |
|--|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| <b>VL1</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs ensilage sous bâche / Blé, RGI dérobée                            | 59,5                   | 65,5                          | 12,5                            | 272                          |
| Maïs (50% ensilage, 50% grain) / Blé, CIPAN                            | 61,5                   | 64,5                          | 12                              | 252,5                        |
| Maïs ens / RGA-TB 4 ans  | 38                     | 38,5                          | 19,5                            | 309,5                        |
| Maïs ens / RGA-TB 4 ans  | 38,5                   | 44                            | 15,5                            | 259,5                        |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>52</b>              | <b>56</b>                     | <b>14</b>                       | <b>271</b>                   |
| <b>VLEA1</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs / Triticale-avoine-pois / RGH-TV 3 ans (2 coupes + pâturage)      | 44,5                   | 47                            | 2,5                             | 174,5                        |
| Maïs / Triticale-avoine-pois / RGH-TV 3 ans (3 coupes)                 | 45                     | 48                            | 1                               | 168                          |
| Maïs / Triticale-avoine-pois / RGA-TB 7 ans (pâturage, 20-25% débrayé) | 49                     | 50,5                          | 8,5                             | 191                          |
| RGA-TB 7 ans / RGA-TB 7 ans -pâturage, 20-25% débrayé)                 | 43                     | 42,5                          | 11,5                            | 213                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>46</b>              | <b>47</b>                     | <b>8</b>                        | <b>196</b>                   |
| <b>VL2</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs ens ss bâche / Maïs gr (Avoine)/ Maïs gr / Maïs ens / Blé (RGId)  | 56                     | 60                            | 6                               | 242                          |
| Maïs ensilage sous bâche / Blé, RGI dérobée                            | 61,5                   | 64,5                          | 12                              | 252,5                        |
| Maïs ens / Maïs ss bâche / RGA-TB 4 ans                                | 48                     | 50                            | 7,5                             | 214                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>55</b>              | <b>58</b>                     | <b>9</b>                        | <b>236</b>                   |
| <b>VLEA2</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs / Trit-av-pois / RGH-TV 3 ans (2 coupes + pat)                    | 36,5                   | 39                            | 7                               | 204                          |
| Maïs / Trit-av-pois / RGH-TV 3 ans (3 coupes)                          | 36,5                   | 38,5                          | 4,5                             | 195                          |
| Maïs / Trit-av-pois / Maïs / RGA-TB 7 ans (pâturage, 20% débrayé)      | 41                     | 42                            | 8                               | 190,5                        |
| Maïs ens. / RGA-TB 7 ans (pâturage, 25% débrayé)                       | 42,5                   | 43,5                          | 11                              | 213,5                        |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>41</b>              | <b>42</b>                     | <b>9</b>                        | <b>202</b>                   |
| <b>VL3</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs ensilage sous bâche / Blé, RGI dérobée                            | 59,5                   | 65,5                          | 12,5                            | 272                          |
| Maïs (50% ensilage, 50% grain) / Blé, CIPAN                            | 61,5                   | 64,5                          | 12                              | 252,5                        |
| Maïs / blé / orge / colza  | 43                     | 49                            | 5                               | 250                          |
| Maïs ens / RGA-TB 4 ans  | 38,2                   | 41,2                          | 17,5                            | 285                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>48,1</b>            | <b>52,3</b>                   | <b>12,9</b>                     | <b>269</b>                   |
| <b>VLEA3</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs / Triticale-avoine-pois / RGH-TV 3 ans (3 coupes)                 | 45                     | 48                            | 1                               | 168                          |
| Maïs / RGA-TB 7 ans  | 42,5                   | 43,5                          | 11                              | 213,5                        |
| Blé ou Triticale-avoine-pois / RGA-TB 7 ans (pâturage, 25% débrayé)    | 37                     | 37,5                          | 10                              | 191                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>40</b>              | <b>41</b>                     | <b>9</b>                        | <b>193</b>                   |
| <b>VL7</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs ens / Blé (RGId)  | 59,5                   | 65,5                          | 12,5                            | 272                          |
| Maïs ens / RGA-TB 4 ans  | 38,2                   | 41,2                          | 17,5                            | 285                          |
| prairies permanentes   | 15                     | 15,5                          | 8                               | 180                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>62</b>              | <b>68</b>                     | <b>23</b>                       | <b>402</b>                   |
| <b>VLEA7</b>   |                        |                               |                                 |                              |
| Maïs / Triticale-avoine-pois / RGH-TV 3 ans (3 coupes)                 | 45                     | 48                            | 1                               | 168                          |
| Blé ou Triticale-avoine-pois / RGA-TB 7 ans (pâturage, 25% débrayé)    | 37                     | 37,5                          | 10                              | 191                          |
| prairie permanente   | 15                     | 15,5                          | 8                               | 180                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>37</b>              | <b>37</b>                     | <b>9</b>                        | <b>187</b>                   |
| <b>VL18</b>  |                        |                               |                                 |                              |
| RGA-TB 4 ans   | 21                     | 20                            | 16,5                            | 213                          |
| Maïs grain /Blé, CIPAN   | 51                     | 48,5                          | 5                               | 184                          |
| Maïs/Blé/RGI 18 mois fau+pat   | 44                     | 42,5                          | 7                               | 230,5                        |
| prairies permanentes   | 15                     | 15,5                          | 8                               | 170                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>33</b>              | <b>32</b>                     | <b>11</b>                       | <b>207</b>                   |
| <b>VLEA18</b>  |                        |                               |                                 |                              |
| Triticale-avoine-pois / RGA-fétuque-TB 10 ans pat+2 fauches            | 30,5                   | 30                            | 5                               | 161                          |
| Triticale-avoine-pois / RGA-fétuque-TB 10 ans pâturage + 40% débrayé   | 28,5                   | 28                            | 7                               | 172                          |
| RGA-fétuque-TB 10 ans pâturée + 40% débrayé                            | 23,5                   | 21,5                          | 5                               | 95,5                         |
| prairies permanentes   | 15                     | 15,5                          | 8                               | 170                          |
| <b>moy pondérée</b>  | <b>28</b>              | <b>27</b>                     | <b>6</b>                        | <b>158</b>                   |
| <b>SdC avec Pommes de terre</b>  |                        |                               |                                 |                              |
|  | N lixivié<br>kgN/ha/an | [NO3] sous racines<br>mgNO3/l | Volatilisation NH3<br>kgN/ha/an | N cultures (+C)<br>kgN/ha/na |
| (Mout)PdT/Blé/(RGI)PoisP/Blé   | 61                     | 63                            | 11                              | 168                          |
| (Mout)PdT/Blé/(RGI)PoisP/Blé(RGI)/Maïs                                 | 72                     | 72                            | 11                              | 164                          |
| <b>moyenne</b>   | <b>67</b>              | <b>68</b>                     | <b>11</b>                       | <b>226</b>                   |
| (Mout)PdT/(RGI)Chanvre/Blé/(Mout)PoisP                                 | 41                     | 41                            | 11                              | 146                          |
| (Mout)PdT/(mout)Maïs/(RGI)Sarazin/Blé/(Mout)PoisP                      | 53                     | 51                            | 12                              | 154                          |
| <b>moyenne</b>   | <b>47</b>              | <b>46</b>                     | <b>12</b>                       | <b>202</b>                   |

## 2.2 Des acquis à l'échelle des SdC et SdP

Le modèle Syst'N apparaît capable de simuler un assez grand nombre de cultures, incluant des cultures de légumes (pomme de terre, chou) que ne simulent actuellement pas des modèles mécanistes génériques comme STICS, ainsi que certaines cultures moins courantes comme le chanvre et le sarrasin, qui ont toute leur place dans des systèmes agro-écologiques locaux avec légumes comme présenté en 2<sup>ème</sup> partie. Il indique ainsi des tendances fiables sur les niveaux de production et la réduction des émissions de nitrate et d'ammoniac.

L'ensemble des simulations réalisées sur les autres SdP cibles, sur schistes ou granite, montrent une diminution systématique (mais parfois faible) des risques de lixiviation en passant aux SdP EA plus herbagers : cet effet d'explique par la moindre occurrence de sols pu ou pas couverts en hiver (effet suppression des céréales d'hiver, meilleure implantation et conduite des cultures intermédiaires) et par le rôle des prairies sur la réduction des pertes hivernales.

Le décalage entre les simulations par Syst'N et les calculs INDNLix est systématique avec des valeurs moindres pour ces derniers, ce qui est cohérent avec la non prise en compte dans les bilans de la minéralisation du sol, mais les sens de variation sont cohérents.

Les principales limites de Syst'N et IND Nlix concernent :

- La nécessité d'affiner la prise en compte du chargement animal dans le modèle, et de réduire les imprécisions sur la gestion des prairies pâturées (durées de séjour ; différences de conduite entre SdP...) → la modélisation précise des flux d'azote en prairie pourra bénéficier des très récentes avancées du modèles STICS prairie (Graux *et al.*, 2020) mais comme dans la plupart des projets s'intéressant aux systèmes de production d'herbivores la réalisation d'enquêtes très précises sur la gestion des prairies s'avère très (trop) consommatrice de temps pour atteindre un niveau de précision permettant de comparer des SdP où les prairies sont gérées de façon optimale ou pas. Le choix actuel reste donc d'identifier plutôt des « classes » de gestion (niveaux de chargement faible/moyen/élevé/parcelles parking) en lien avec les surfaces disponibles pour le pâturage et les durées de séjour des animaux au pâturage mentionnées par les éleveurs (rarement enregistrées)
- Les incertitudes sur la minéralisation des sols, qui dépend beaucoup de l'historique de la parcelle en terme de restitutions organiques, et la non prise en compte de l'immobilisation N dans les sols sous prairies. Sur ces sujets également des progrès récents pourraient améliorer les postes de calcul, sur la minéralisation (SOLAID, Morvan *et al.*, 2019 avec un outil en ligne en cours de test) et sur l'immobilisation via les études en cours sur la modélisation des flux de carbone et azote dans la matière organique des sols (suites de l'étude 4p1000, Projet CarSolEI en cours).
- Les incertitudes sur les postes des calculs de bilan tels la fixation symbiotique et les apports par les déjections des animaux au pâturage. La non prise en compte des dépôts atmosphériques peut également constituer un biais, avec une très forte hétérogénéité territoriale (mesurée dans le projet Escapade montrant des dépôts variant de 10 à 1 sous le vent en s'éloignant des bâtiments).
- Enfin, certaines cultures innovantes, en particulier les méteils associant céréales et légumineuses, qui sont largement pratiquées dans les systèmes agro-écologiques d'herbivores ne sont pas encore simulées par Syst'N, d'où une incertitude sur les résultats des SdC avec des prairies temporaires graminées-légumineuses ressemées tous les 5-7 ans coupées par un méteil.

Concernant le calcul d'IND Nlix, le coefficient d'abattement reste « simple », et les termes du bilan sont affectés par la plupart des limites mentionnées ci-dessus.

Néanmoins, le but de l'étude étant plus de préciser si les scénarios autonomes économes testés s'accompagnaient également de bénéfices environnementaux, à l'échelle des SdC et SdP étudiés, la réponse est sans ambiguïté positive aux échelles de la parcelle/SdC et de l'exploitation/SdP.

La prédiction des effets du scénario autonome économe à l'échelle du bassin-versant était prévue à l'origine du projet CRESEB à 2 niveaux : avec un modèle agro-hydrologique mécaniste complet (Casimod'N, Moreau *et al.*, 2013) simulant à la fois les composantes agricoles et hydrologique du systèmes) à l'échelle de petits sites, ici le BV de Naizin, et avec un modèle hydrologique plus simple (Senèque) auquel il faut fournir en données d'entrée des pertes de nitrate sous parcelles. Les difficultés plus grandes que prévues rencontrées par L Casal dans sa thèse (Escapade) n'ont pas permis de tester comme prévu l'impact du passage à des SdP EA de façon fine. Le seul résultat de sa thèse que nous mentionnerons ici est le constat que la conversion en prairies (fauchées et non fertilisées) de 14% de la SAU en zones humides bordant les rivières permet, dans les cas du petit BV Naizin (5 km<sup>2</sup>) avec un élevage et des systèmes de production majoritairement intensifs, de passer d'une moyenne de 57 à 48 mg NO<sub>3</sub>/l (Casal *et al.*, 2018).

Etablir comment fournir des références de lixiviation d'azote sous les parcelles en fonction des systèmes de cultures à l'échelle de grand bassin-versants était l'un des objectifs du projet Escapade, s'intéressant à 3 situations contrastées : le BV Blavet (2000 km<sup>2</sup>) en polyculture élevage intensive et deux BV (Sud Ouest et Ile de France) dominés par les grandes cultures. L'hypothèse faite était que les successions culturales seraient indicatrices d'un niveau de risque, l'accès aux données du RPG permettant alors de constituer des « cartes de risque » spatialisées. Sur le BV Blavet un groupe d'experts local avait ainsi identifié 7 successions types susceptibles de présenter des risques d'émission de nitrate différents (Figure 60 et Figure 61). Une généralisation des calculs sur l'ensemble des SdC de la base de données du Blavet montre que :

- un même solde de bilan N correspond à des « risques » différents selon les rotations
- la variabilité du risque calculé INDNlix est aussi forte entre types de SdC qu'intra classe : une nouvelle typologie a été élaborée basée sur la combinaison successions \* risque N.

Figure 60 : Fréquence des successions de cultures. (M = maïs et C = céréales en jaune, L = légumes en violet et P = prairies en vert), les chiffres correspondant à des fréquences et durées des diverses combinaisons de ces 4 composantes principales).

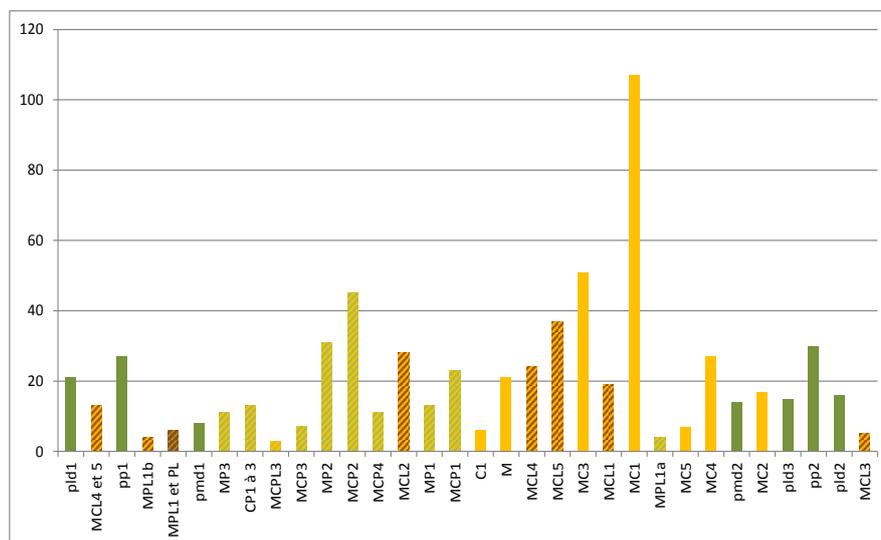
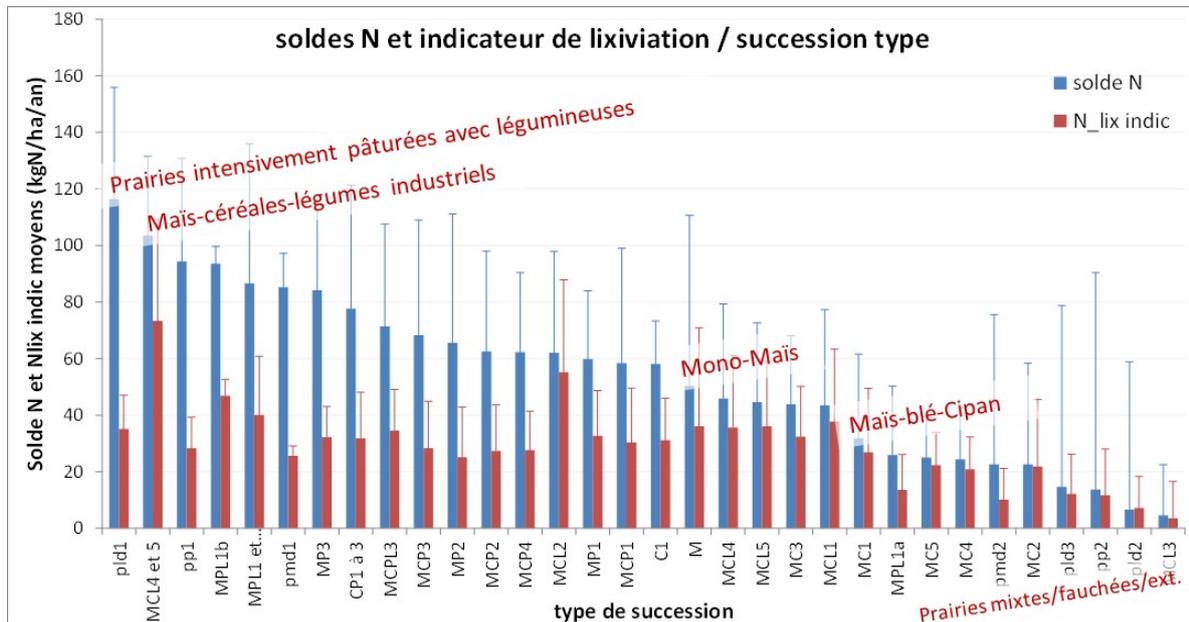


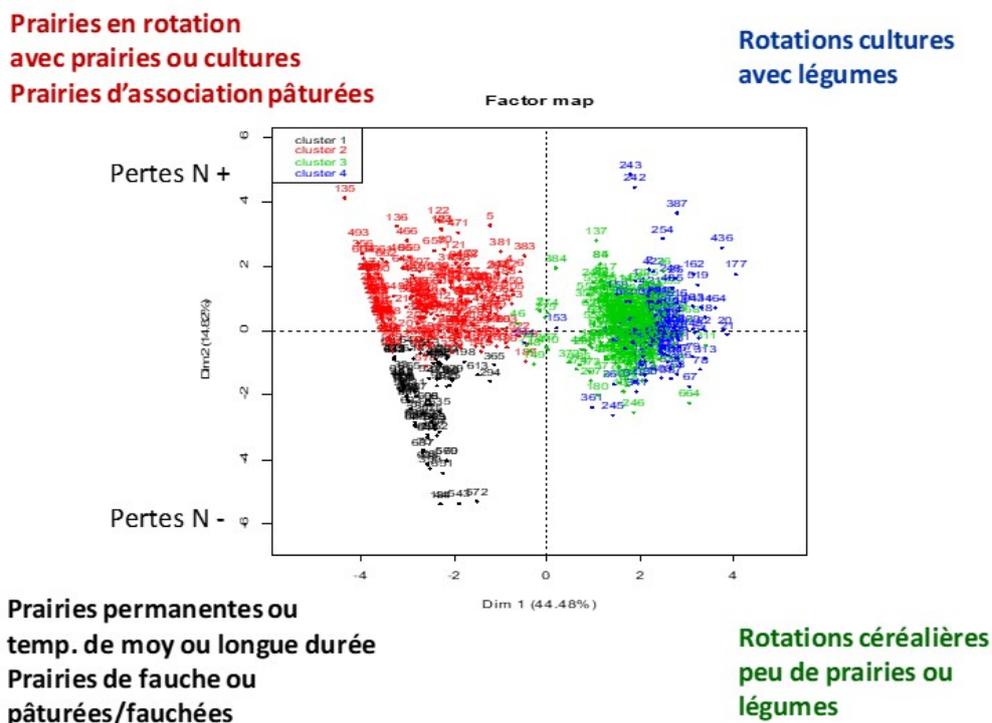
Figure 61 : Dans le même ordre de successions de cultures, correspondant à des bilans d'azote décroissants, quantification des bilans et des risques de lixiviation associés calculés avec IND Nlix



Le décalage entre bilans et IND Nlix traduit la présence et l'efficacité de la couverture hivernale des sols moyennée sur les successions : les bilans élevés se retrouvent dans des prairies riches en légumineuses et pâturées (PId1), et dans des rotations culturales avec légumes (pommes de terre, légumes « industriels » dont les pois et haricots (MCL4 et 5), la bonne couverture des sols en hiver sous prairies permettant de réduire fortement le risque lié au bilan très excédentaire, ce qui est moins le cas en SdC légumiers. Les rotations les plus courantes, maïs grain – céréales, maïs ensilage - céréales avec ou sans prairies (parfois avec du colza) présentent des bilans et des risques plus modérés : la fertilisation des cultures est globalement bien raisonnée, les couverts prairiaux ou de colza réduisent les risques en hiver. Du côté des faibles risques on retrouve également des prairies, fauchées ou mixtes, moins intensives, et des successions maïs céréales modérément fertilisées, avec des CIPAN ou dérobées bien développées.

Une typologie par analyse en composante principales incluant bilans et IND Lix dans les variables a permis de proposer une typologie en 4 classes principales (illustrées Figure 62) subdivisées en 3 à 4 sous-classes de pertes N

Figure 62 : Typologie orientée azote des systèmes de culture du bassin –versant du Blavet (base de données de 690 SdC)



La Figure 63 récapitule les principaux résultats en fonction des SdC rattachés aux différents types de systèmes de production présentés dans le diagnostic du Blavet 56. Les risques moyens varient de 0 à 53 dans la plupart des cas, atteignent des valeurs plus élevées 90 kg N/ha dans certains SdC légumiers. De façon générale les mêmes SdC auront des risques légèrement supérieurs dans des exploitations de granivores ou mixte bovins + atelier granivores avec des surfaces limitées / effectifs animaux, comparées aux exploitations ayant de grandes surfaces pour accueillir les effluents, ou des niveaux de chargement modérés en élevage bovin (dont les exploitations de type EA).

Figure 63 : Indices de lixiviation moyen calculés pour les principales rotations et SdP types concernés (pour le Blavet Morbihannais)

| Types de SdC            | Nb SdC | Classe Lixiv | IND Nlix moy | SdP types*              |
|-------------------------|--------|--------------|--------------|-------------------------|
| <b>Maïs - Céréales</b>  | 33     | 1            | 2            | VL1, VL3, VL17-18       |
|                         | 33     | 2            | 13           |                         |
|                         | 20     | 3            | 34           | VL1, 11,12,16,VL5       |
|                         | 32     | 4            | 53           | VL5-6                   |
| <b>M - C avec colza</b> | 5      | 1            | 0            |                         |
|                         | 13     | 2            | 11           | VL3                     |
|                         | 24     | 3            | 31           | NE et EF                |
|                         | 17     | 4            | 52           | NE et EF                |
| <b>M - C - Légumes</b>  | 4      | 1            | 1            |                         |
|                         | 14     | 2            | 14           |                         |
|                         | 41     | 3            | 28           | PdT1, VL6 et 10, PdT_EI |
|                         | 32     | 4            | 50           | VL4 et 6, PdT2-3        |

|   |    |   |    |                       |
|---|----|---|----|-----------------------|
|   | 27 | 5 | 89 | VL6 et PdT1           |
| <b>M – C - Prairies</b>                   | 23 | 1 | 1  | VLEAi                 |
|   | 28 | 2 | 16 | VLEA1et2, VL1,7,11,12 |
|   | 50 | 3 | 30 | VL1,7,8, VLEA1et2     |
|   | 30 | 4 | 48 | VL1,2,4,5             |
| <b>Prairies (moy et longue durée, pp)</b> | 42 | 1 | 2  | VL6, VL14 à 18, VLEAi |
|   | 22 | 2 | 15 | VL3, 5,6, VLEAi       |
|   | 31 | 3 | 38 | VL3,5                 |
|   | 15 | 4 | 46 | VL3 et VLEA2          |

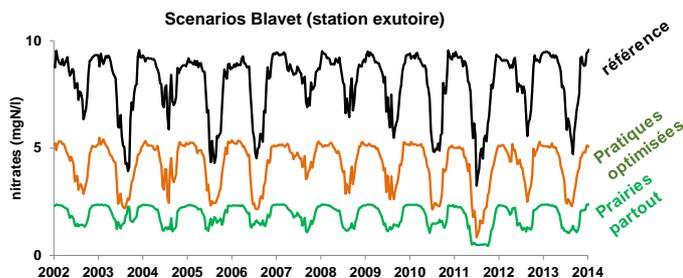
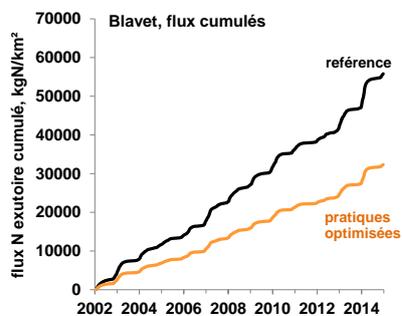
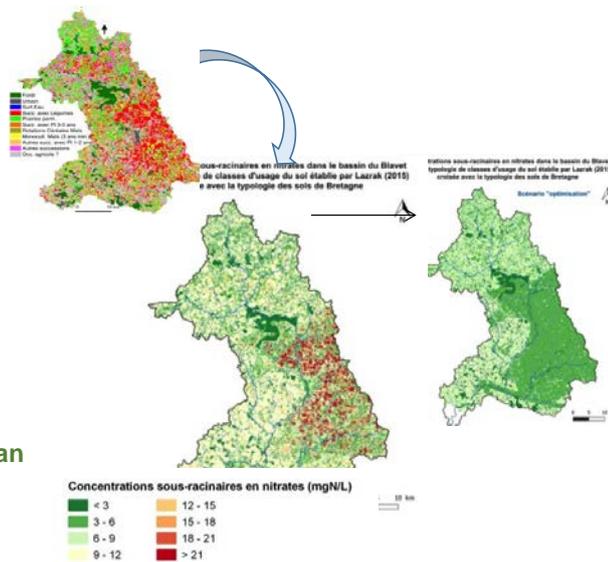
Ces résultats ont servi de données d'entrées pour la modélisation réalisée sur le Blavet dans le cadre du projet Escapade. Les hypothèses faites ont porté sur l'optimisation des autres SdC : on généralise les performances moyennes des 50% meilleurs itinéraires observés, ce qui fait passer la perte moyenne de 50,1 à 29,6 kgN-NO<sub>3</sub>/ha/an sur le BV Blavet, puis sur l'augmentation de la part de l'herbe dans les exploitations laitières (et donc l'augmentation de la part des rotations prairies – cultures et de la durée des prairies). Les pertes moyennes issues de ces hypothèses sont de 20,5 kgN-NO<sub>3</sub>/ha/an soit une réduction de 60% des pertes

La Figure 64 illustre le résultat obtenu avec ce scénario simplifié (Billen et al., 2017) :

Figure 64 : Résultats de la simulation des flux sous racinaires, des concentrations à l'exutoire et des flux cumulés, avec le modèle Sénèque (d'après Billen et al., 2017, ANR Escapade)

## Un exemple de simulation Scénario 'pratiques optimisées'

Référence: **50.1**  
kgN/haSAU/an  
Pratiques optimisées: **29.6**  
Optimisation SdP : **20.5 kgN/haSAU/an**

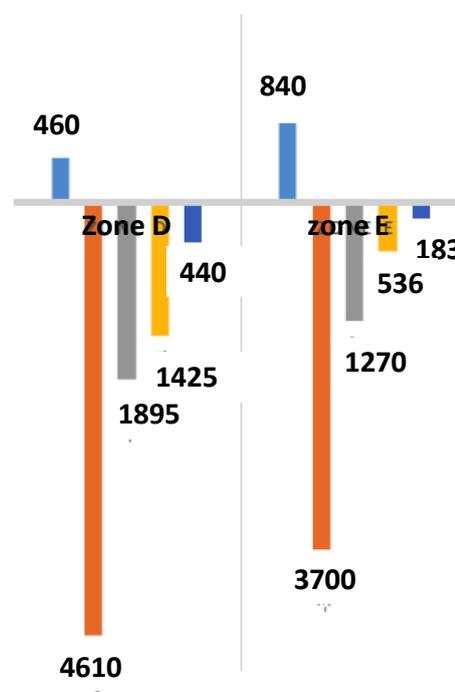


La simulation réalisée avec Senèque montre une réduction de 42% des flux d'azote arrivant à l'exutoire du Blavet. Les hypothèses faites sont très simplificatrices et n'ont pu être confrontées aux diverses contraintes et choix des exploitants. Ces résultats illustrent néanmoins la déclinaison complète de la méthode et les problèmes spécifiques posés par l'accès à des données précises et spatialisées dans une région de polyculture élevage ou les SdC sont très variés et complexes. La déclinaison du scénario passage aux SdP EA aurait nécessité de pouvoir spatialisé, au moins par sous-bassins versants, les types de SdP actuel et de quantifier leur place dans chacun de ces sous bassins, données qui n'ont pu être accessibles qu'en partie et par ailleurs trop tardivement pour relancer des simulations.

Notons qu'une étude récente (Morvan *et al.*, 2019) sur le BV Blavet (zones 22 et 56) quantifie la marge d'amélioration possible due à une meilleure connaissance et prise en compte de l'apport d'azote aux cultures par la minéralisation de la matière organique des sols, en fonction du pédoclimat et de l'historique de la parcelle (effet système, rotations, apports organiques, ) (Figure 65).

Figure 65 : Gains annuels possibles (kgN pour 100 ha) dans 2 zones du Blavet dans les principaux systèmes de production actuels et systèmes de cultures associés par optimisation de la fertilisation des cultures grâce à l'outil SOLAID (Morvan *et al.*, 2019) améliorant la prévision de la minéralisation du sol disponible pour les cultures.

| SdP         | Rot 1                         | Rot 2                        | PROs     |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|----------|
| Porc - cult | Mg/B/Orge/Colza<br>(100% SAU) |                              | LP       |
| Porc - FAF  | Mg/Blé<br>(60% SAU)           | Mg/B/Orge/Colza<br>(40% SAU) | LP       |
| Porc - VL   | Mg/Blé<br>(40% SAU)           | Me/B/Orge/Colza<br>(30% SAU) | LP et FB |
| VL - cult   | Me/Me/Blé/Pr*5<br>(34%SAU)    | Me/Me/Blé<br>(36%SAU)        | LP et FB |
| VL-MAEC     | Me-Blé<br>(30% SAU)           | Pr                           | LB       |



Gain en kg N/100ha/an par optimisation de la fertilisation des cultures (zones Blavet)

(Morvan *et al.*, 2019)

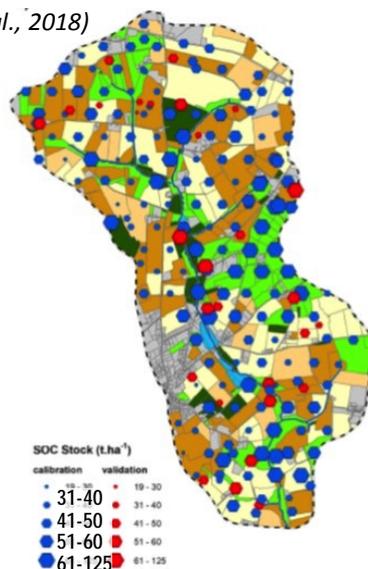
Plusieurs milliers de kg d'azote pourraient ainsi être économisés en réduisant les risques de pertes sans affecter les rendements. Les SdP étudiés avec passage à des alternatives autonomes économes concernent une partie des SdP en place : pour les autres, grandes exploitations mixtes, ou spécialisés en culture ou en élevage porcin pour lesquels on connaît actuellement moins d'alternatives agro-écologiques relativement faciles à mettre en œuvre, des outils tels que SOLAID pour raisonner la fertilisation, associé à des diagnostics en cours de végétation, ouvrent des opportunités d'amélioration des performances environnementales sans remise en cause économique (voire avec l'économie de l'azote non apporté). Les scénarios simplistes d'optimisation des pratiques construits pour la simulation à l'échelle du BV Blavet deviennent alors très vraisemblables quant aux ordres de grandeurs des réductions d'excédents parcellaires, dans un futur proche.

## 2.3 Evaluation des flux de Carbone

L'effet des SdC sur le (dé)-stockage de carbone (C) a été quantifié à partir des résultats de simulations avec le modèle STICS sur le BV Blavet 56 (INRA 2019, Etude 4p1000, Pellerin et Bamière 2019). Nous avons considéré l'hypothèse de stock initial de C médian, en cohérence avec les données du site de Naizin, représentatif de la partie sur schiste du BV Blavet (Viaud *et al.*, 2018, Figure 66). Rappelons que l'objectif de cette étude était de caractériser l'évolution de C sol en fonction des types de sols \* pédoclimat \* systèmes de cultures par modélisation (STICS, PASIM). Les 4 leviers identifiés pour permettre d'augmenter le stockage (ou de réduire le déstockage) dans l'étude 4p1000 appliqués sur le BV Blavet étaient :

### Stocks C sols dans le BV Naizin

(Viaud *et al.*, 2018)



- l'introduction ou l'amélioration des cultures intermédiaires ;

- l'augmentation des apports de matières organiques (compatible avec le respect de la Directive Nitrates) ;

- l'introduction et/ou l'allongement de la durée de vie des prairies dans les rotations de cultures avec du maïs ensilage (chez les éleveurs de bovins ou mixtes).

Un cinquième levier, appliqué aux régions de prairies permanentes extensives peu ou pas fertilisées consistait à leur apporter 50 kg Nminéral/ha/an. Il n'a pas été décliné ici.

Les principaux résultats sur schistes sont résumés dans la Figure 66.

Figure 66 : Carte des stocks de carbone (en t C/ha sur l'horizon 0-30 cm) dans les sols du bassin-versant de Naizin (comm V Viaud).

Seules les données de simulation avec STICS étaient entièrement disponibles, sur maïs, céréales et colza, avec ou sans grandes prairies temporaires (le modèle STICS ne simule pas les cultures de pomme de terre, pois et haricots). Les données sur les prairies permanentes (6 ans et plus) avec le modèle Pasim seront disponibles ultérieurement.

Les principales conclusions de l'analyse rapide des données récemment disponibles montrent, pour le stock médian (85 à 89 TC/ha) :

- Un déstockage sous les rotations maïs céréales, de -0,8 (maïs grain / blé + Cultures Intermédiaires) à -3,7p1000 (maïs ensilage / blé) : les apports de canne de maïs grain permettent de réduire le déstockage de moitié, tandis que la rotation maïs grain / céréales / colza se situe entre les 2 précédentes ;
- La présence de prairies de 2-3 ans dans la rotation de cultures maïs / blé se traduit par un stockage de + 2,4 (maïs ensilage) à + 3,3 p1000 (maïs grain) ;

- Dans tous les cas de figures on constate un rôle majeur de la présence ou de l'introduction de prairies dans les rotations en grandes cultures sur le stockage C. Un effet positif est également sensible avec l'allongement de la durée de celles-ci. De même l'introduction ou l'amélioration de la gestion des CI (semis plus précoce par exemple) se traduisent systématiquement par une réduction du déstockage (cultures pures) ou une augmentation du stockage (cultures – prairies). L'effet respectif de ces 2 leviers varie entre rotations avec maïs grain et maïs ensilage / quantités et période d'apport de carbone supplémentaire dû à la mise en œuvre de ces leviers

Des résultats similaires sont obtenus sur granite (non illustrés). Dans toutes les simulations la prédiction du N lixivié était également disponible et les résultats (non illustrés) sont cohérents avec les résultats détaillés montrés précédemment.

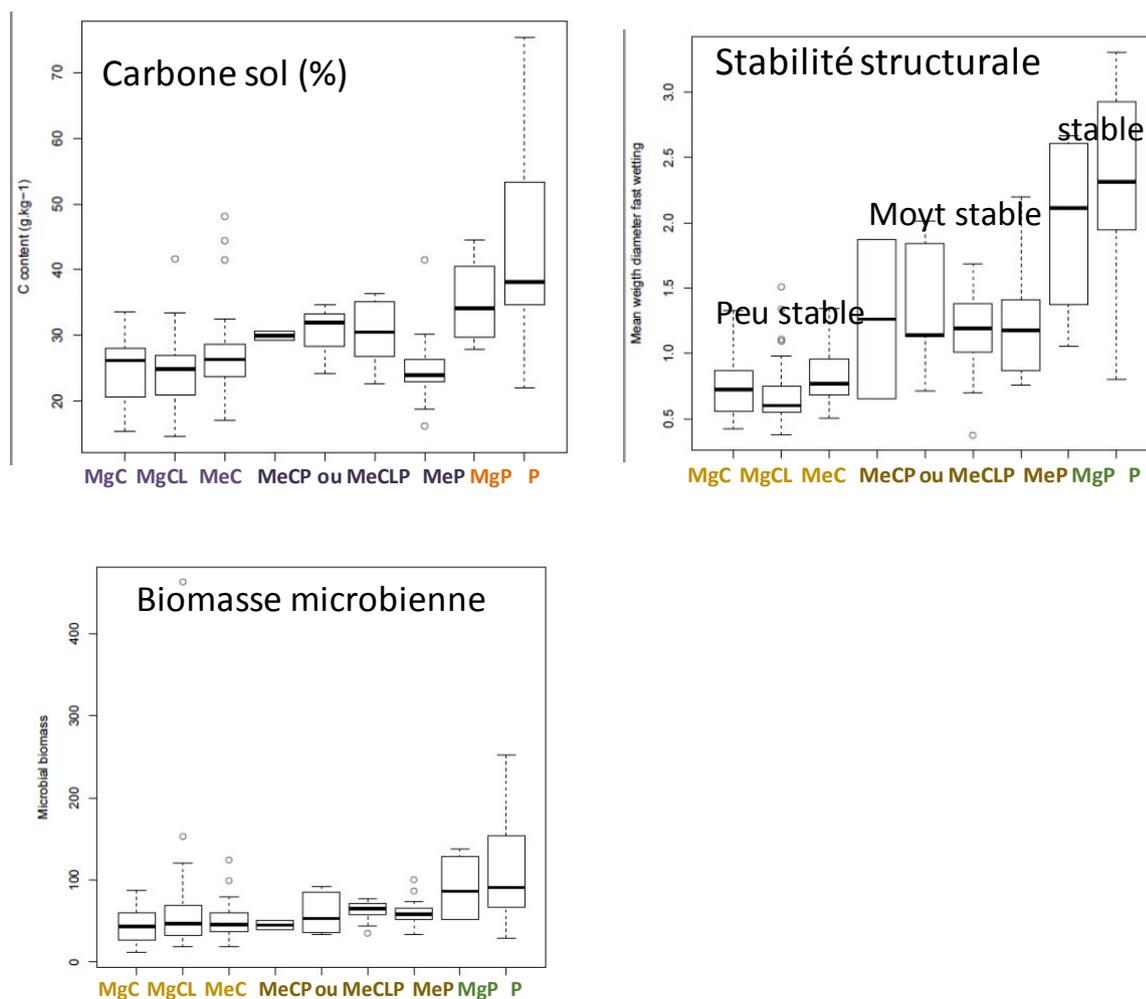
Figure 67 : Etat et évolution des teneurs en carbone des sols sous les principaux types de systèmes de culture et effet des leviers d'amélioration du stockage, à partir des simulations de l'étude 4p1000 (Pellerin et Bamière 2019, coll O Théron) avec le modèle STICS

| Sols sur Schistes    | Nb simul | Stock C médian t/ha | stockage C en p1000 | % PrT |
|----------------------|----------|---------------------|---------------------|-------|
| Céréales Maïs G      | 34       | 86                  | -1,45               |       |
| + Cult Interm.       | 34       | 86                  | -0,77               |       |
| Céréales Maïs E      | 8        | 89                  | -3,69               |       |
| + CI                 | 8        | 89                  | -3,42               |       |
| Céréales MaïsG Colza | 16       | 87                  | -2,67               |       |
| + CI                 | 16       | 87                  | -0,23               |       |
| Cér – Maïs G - PrT   | 140      | 85                  | 3,31                | 50    |
| + CI                 | 136      | 86                  | 3,73                |       |
| ↗ durée PrT          | 164      | 86                  | 3,34                | 60    |
| Cér – Maïs E - PrT   | 68       | 88                  | 2,4                 | 48    |
| + CI                 | 60       | 87                  | 2,47                |       |
| ↗ durée PrT          | 65       | 87                  | 2,87                | 61    |

Ces premiers résultats de modélisation permettent de confirmer que l'amélioration des performances N s'accompagne de celle de la matière organique des sols. Dans une étude beaucoup plus détaillée visant à caractériser l'effet des SdC sur la qualité des sols, en fonction de différentes propriétés (ORE Agrhys Naizin), V Viaud *et al.* (2018) ont montré la tendance fiable sur l'amélioration du C sol de la présence de prairies dans les rotations ou de l'augmentation de leur contribution, ce qui s'explique par des apports de carbone beaucoup plus élevés sur prairies (via les organes végétaux morts et le recyclage des déjections animales au pâturage que sur cultures, par le non travail du sol et par l'activité (et la biodiversité) des micro-organismes et de la micro- et macro-faune (en particulier vers de terre) beaucoup plus importante sous prairies comparées aux cultures annuelles. Cet effet positif est constaté sur :

- les teneurs en C,
- les biomasse et biodiversité microbiennes,
- la stabilité structurale,
- la 'qualité' des sols (indicateur composite).

Figure 68 : Effet des systèmes de cultures du BV Naizin sur la qualité de sols (d'après Viaud et al., 2018) a) teneur en carbone, b) stabilité structurale des sols et c) quantité de biomasse microbienne) M = maïs grain (g) ou ensilage (e), C = céréales, L = légumes et P = prairies temporaires ou permanentes



On observe sur ces graphiques une augmentation de la gauche (maïs / céréales avec peu d'apports de C par la fertilisation minérale ou organique) vers la droite (plus d'apports de C organique, rotations avec prairies, prairies dominantes ou permanentes) i) des teneurs en C, ii) de la stabilité structurale des sols et iii) des biomasses microbiennes, qui contribuent à la stabilisation du C en humus. Un indicateur global de qualité combinant ces différentes composantes confirme l'effet positif de la présence de prairies dans les rotations sur la qualité des sols.

## 2.4 Conclusions de l'évaluation environnementales des flux de N et C

L'ensemble des résultats présentés ci-dessus montre que les évolution agro-écologiques proposées vers des systèmes de production plus autonomes et économes, moins

consommateurs d'intrants, s'accompagnent dans tous les cas de l'amélioration des performances environnementales, par réduction des émissions d'azote et stockage accru (ou diminution du déstockage) de matière organique dans les sols. Lorsque l'on compare les systèmes économes par rapport aux systèmes témoins, on observe une réduction des émissions d'azote et un accroissement du stockage du carbone liés à :

- l'augmentation de la place des prairies et de leur durée (en étant vigilant sur l'accessibilité des parcelles pour les vaches laitières et sur les chargements)
- la diversification des rotations, l'augmentation de la complexité et de la durée des couverts en interculture
- la prise en compte des effets long terme dans les flux.

Plus que les valeurs absolues des flux de C et N, que l'on sait accompagnés d'incertitudes en particulier lorsqu'ils sont issus de modélisation, il convient de considérer les sens de variation : quelles que soient les méthodes mises en œuvre, leurs résultats sont cohérents et confirment l'intérêt d'évoluer vers ces systèmes plus agro-écologiques décrits précédemment.

Les services écosystémiques que nous avons étudiés ici concernent essentiellement la qualité de l'eau, de l'air et des sols en lien avec les cycles biogéochimiques mais de nombreux autres services écosystémiques, non étudiés ici, sont également rendus par les prairies en termes de réduction des produits phytosanitaires, de biodiversité (faune et flore) de qualité des paysages et de contribution à un bon cadre de vie.

A l'échelle du bassin versant, l'optimisation des pratiques (EI) et l'augmentation de la part des prairies montrent une marge d'amélioration importante, l'impact de la transition VL vers VLEA sera bénéfique localement. L'impact sera probablement limité à l'échelle du BV par de tels changements de systèmes de production, mais une marge d'amélioration des pratiques existe dans la plupart d'entre eux, avec de nouveaux outils disponibles pour aider aux décisions.

### 3 Evaluation socio-économique du passage à des systèmes économes en intrants des systèmes de production grande culture - pomme de terre plant

#### 3.1 Le système de production PDT1 (80 à 100 ha, arracheuse 1 rang)

Les exploitations qui mettent en œuvre ce système de production sont situées sur des interfluves larges sur schistes.

##### *Nombre d'actifs*

Elles comptent 1 actif familial et 1 salarié à temps plein et recourent à l'emploi de saisonniers pour l'arrachage et le calibrage de la pomme de terre (équivalent à 0,6 actif)

##### *Niveau d'équipement*

- Tracteurs : 150 cv, 120 cv, 90 cv et 60 cv
- Tout le matériel de travail du sol est possédé en propre : charrue 4 socs, canadien 3m, cover crop 3m, herse rotative 3m, rouleau 3m, billonneuse, tamiseuse
- Semoir à disque 3m
- Pulvérisateur de grande capacité au vu des nombreux traitements nécessaires pour la PDT : capacité de 3 000l et 24m de large.
- Epandeur 21m
- Installation d'irrigation en propre : retenue collinaire, réseau enterré, pompe, 2 enrôleurs.

Tout le matériel spécifique à la culture de la pomme de terre est possédé en propre car les chantiers doivent avoir un débit le plus rapide possible :

- planteuse
- arracheuse 1 rang
- calibreuse d'une capacité d'environ 60t/j (capacité cohérente avec la cadence de l'arrachage)
- frigo d'une capacité d'environ 300t pour une production de 700t car certaines variétés partent très rapidement pour l'export. Une partie seulement est destinée au marché français ou européen et est stockée en hiver sur l'exploitation

##### *Gamme de superficie*

La gamme de surface des exploitations qui mettent en œuvre ce système de production est de 80 à 100 ha de SAU.

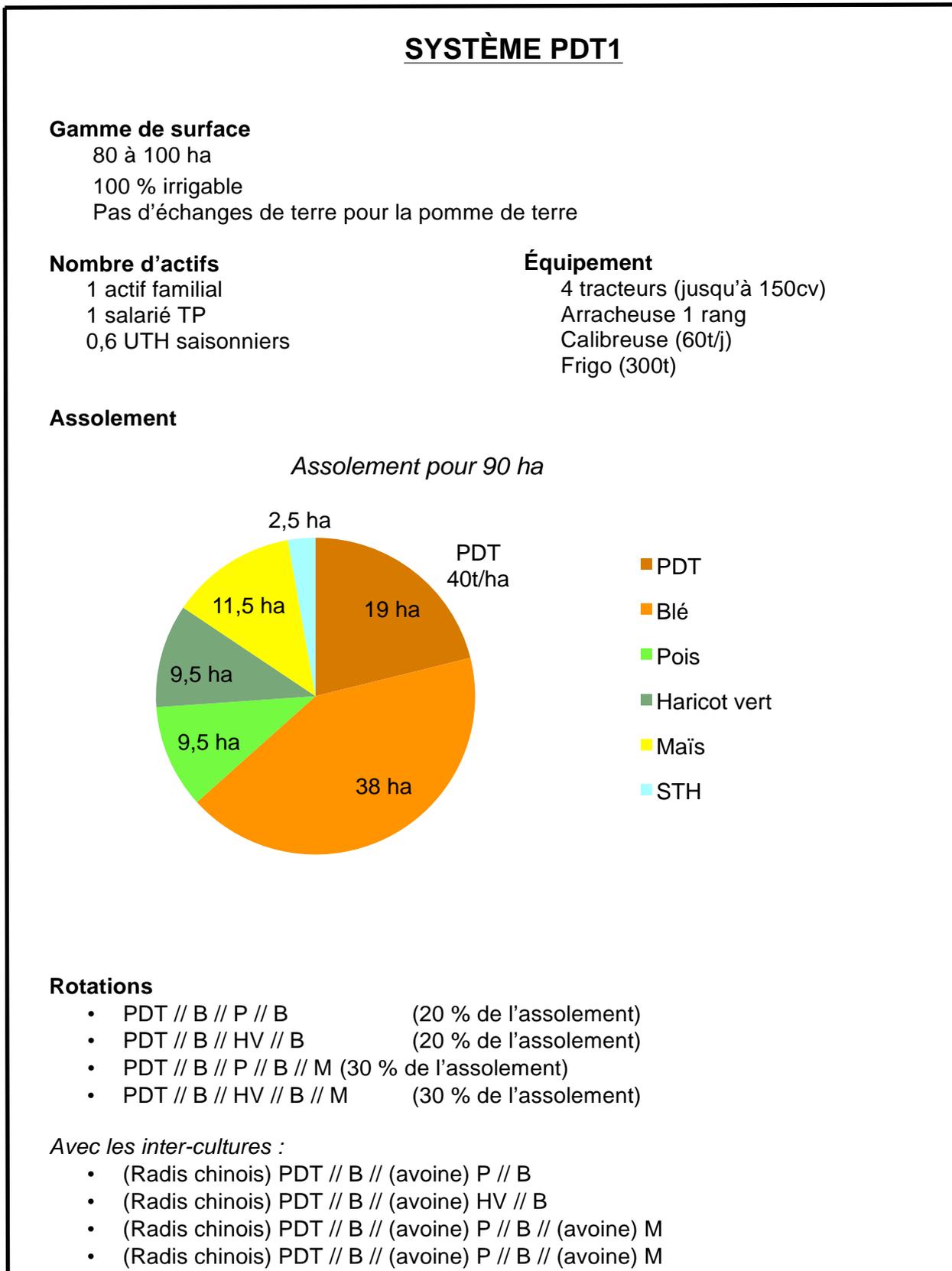
La superficie en pomme de terre que peuvent cultiver ces exploitations est déterminée par la capacité de travail de l'arracheuse. Les enquêtes ont permis de montrer qu'avec une arracheuse à 1 rang, étant donné les conditions pédoclimatiques de la région, un actif familial peut cultiver au maximum environ 20ha de PDT.

La pomme de terre permet de dégager une valeur ajoutée brute (VAB) / ha élevée, bien supérieure à celle des autres cultures. Par ailleurs l'arracheuse est un matériel coûteux que les agriculteurs tentent de rentabiliser sur la surface de pomme de terre la plus importante possible, aux alentours de la superficie maximum de 20 ha. On observe ainsi que plus la SAU de l'exploitation est réduite, plus le temps de retour de la PDT dans la rotation est faible. D'après les enquêtes celui-ci est de 4 à 5 ans dans les rotations selon la superficie totale de l'exploitation.

La gamme de surface pour ce système de production est donc de 80 à 100 ha de SAU, dont 18 à 20 ha de PDT.

Les caractéristiques du système de production sont présentées pour une exploitation de 90ha (Figure 69).

Figure 69 : Système de production Grandes cultures pomme de terre plant - Arracheuse 1 rang



### Rotations

Les rotations majoritairement pratiquées (Figure 70) par les agriculteurs enquêtés :

- font alterner cultures de printemps et cultures d'hiver ;
- cherchent à éloigner les légumes des PDT en raison des repousses de ces dernières qui doivent être gérées rapidement (dans l'année suivante) pour éviter aux maladies de subsister et aux PDT de se reproduire ;
- privilégient la culture du Blé après la PDT en raison :
  - des reliquats azotés importants que laisse la culture de la PDT :
    - car le défanage en fin de cycle laisse toute la végétation sur la parcelle
    - car le travail important du sol mis en œuvre pour obtenir un lit de culture à la texture très fine favorise la minéralisation de la matière organique
  - du différentiel de prix entre le Blé et le Maïs : les importants reliquats azotés, qui permettent d'effectuer de moindres apports d'engrais minéral, sont mieux valorisés par une culture plus rémunératrice ;
  - de la facilité de la mise en place d'une culture d'hiver après le chantier d'arrachage : un semis en combiné suffit étant donné que la terre a été déjà beaucoup travaillée ;
  - Les agriculteurs ont l'habitude de réaliser un travail important du sol pour l'emblavement du Blé : les tubercules qui sont encore au champ ne sont pas enfouis (pas de labour) et restent exposés au gel durant l'hiver ce qui facilite leur destruction, le Blé restant très peu développé en hiver en comparaison des couverts que l'on mettrait en place si l'on prévoyait de semer du Maïs comme culture suivante.

Les légumes ne peuvent revenir que tous les

- 5 à 8 ans selon l'historique des exploitations pour le Haricot vert
- 5 à 6 ans pour le Pois

Ils ne reviennent donc qu'une fois par rotation.

Le fait de cultiver deux légumes différents (Pois et Haricots) en alternance au sein de la rotation permet d'avoir des dates différentes d'intervention et d'étaler ainsi le calendrier de travail. Il permet également une meilleure gestion des adventices car leur cycle est d'autant plus perturbé. Il s'accompagne de l'allongement du temps de retour des légumes dans la rotation : 8 à 10 ans pour la même culture, et 4 à 5 ans pour la même famille.

Les rotations pratiquées sont donc les suivantes :

- PDT // Blé // Pois // Blé (20 % de la superficie)
- PDT // Blé // Haricot Vert // Blé (20 % de la superficie)
- PDT // Blé // Pois // Blé // Maïs (30 % de la superficie)
- PDT // Blé // Haricot Vert // Blé // Maïs (30 % de la superficie)

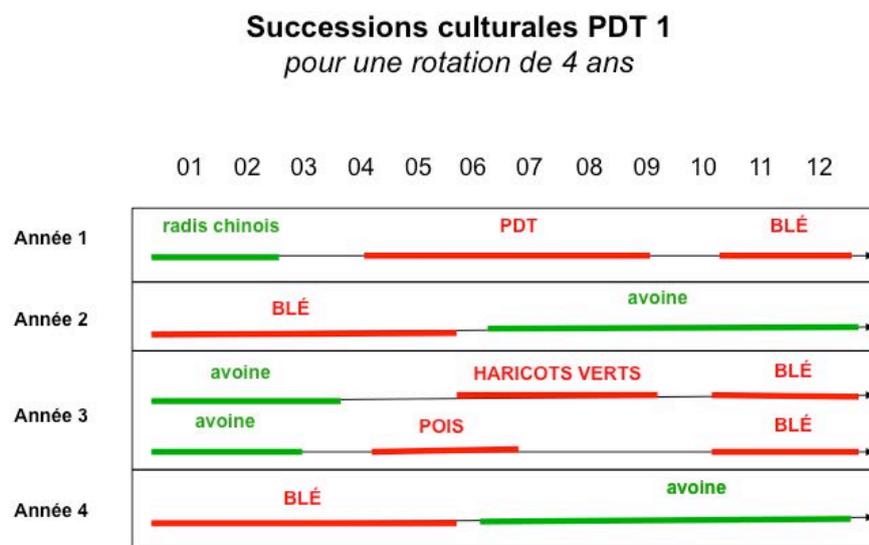
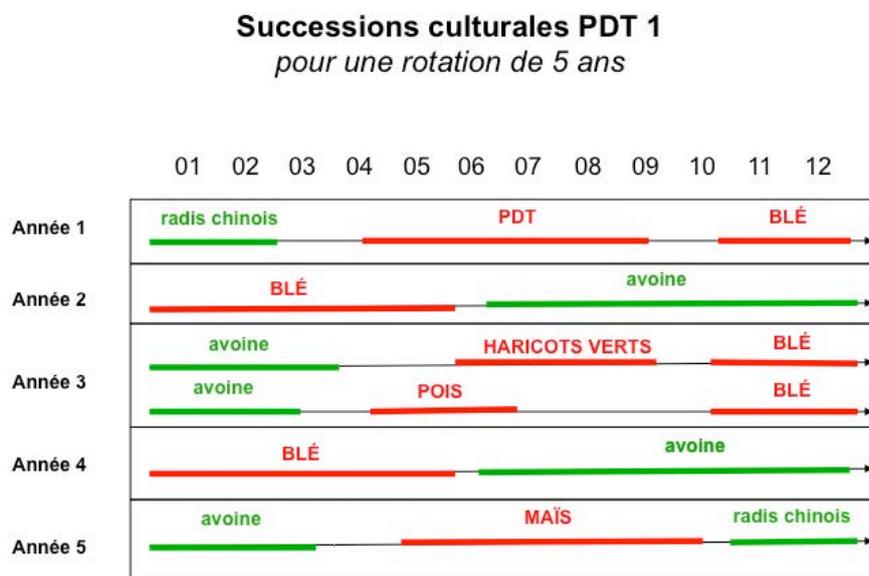
### Inter-cultures

Dans les exploitations enquêtées, des couverts végétaux simples sont utilisés en inter-culture :

- Le radis chinois avant la PDT, qui permet d'ouvrir le sol grâce à sa racine pivotante puissante : il commence le travail du sol et est assez facile à détruire grâce à un labour. C'est une crucifère piège à nitrates.
- L'avoine, car il s'agit d'un couvert très simple et peu cher à mettre en place, qui a un impact positif sur la structure du sol et dont la destruction chimique en hiver est

autorisée. C'est aussi une inter-culture qui constitue un précédent sans risque pour la légumineuse (pois ou haricot vert).

Figure 70 : Rotations du système PDT1



### Itinéraires techniques

#### ➤ Pomme de terre plant

- Rendement

Il est attendu du plant de pomme de terre qu'il soit de calibre moyen (de 25 à 55 mm de petite section), certains pays demandant même un calibre encore plus petit. Les « dessus de plant », pommes de terre au-dessus de ce calibre, sont commercialisées en tant que pomme de terre de consommation à un prix bien inférieur, en moyenne 125€/t contre 230€/t pour la pomme de terre plant. Par conséquent, l'objectif de l'agriculteur n'est pas tant l'obtention d'un rendement brut très important avec la production de gros tubercules mais plutôt un rendement le plus élevé possible avec des calibres moyens.

Nous avons donc retenu comme rendement moyen, d'après nos enquêtes :

Rendement brut = 40t/ha, dont :

- déchets = 1,5t/ha
  - grenailles = 1,5t/ha
  - plants = 30t/ha
  - calibre + = 7t/ha
- Renouveaulement – semences
    - Les agriculteurs multiplient les semences achetées pendant 2 à 3 années. Ils vendent essentiellement de la pomme de terre Super Elite ou Elite destinée à l'export. En moyenne ils achètent donc chaque année une quantité de semences de « nouvelle famille » pour la plantation de 12 % de la surface en pomme de terre (moyenne tirée des enquêtes) à un prix moyen de 2100 €/ha.
    - Pour 19 ha de pommes de terre au total (exemple d'une exploitation de 90 ha), les agriculteurs plantent les nouvelles familles destinées à renouveler les semences sur 2,3 ha. La production des 16,7 ha de pomme de terre restants est majoritairement destinée à la vente : l'ensemble des pommes de terre de calibre adéquat, soit 30 t/ha en moyenne et, pour les tubercules hors calibre, les « dessus de plant », sur les 7 t/ha en moyenne 3 sont destinés à la plantation et 4 à la vente.
    - La densité de plantation est élevée, de l'ordre de 65 000 pieds/ha afin de limiter le calibre des pommes de terre à la récolte. Cette densité nécessite en moyenne 8t de semences/ha, puisque les agriculteurs privilégient le hors calibre supérieur pour les pommes de terre plant qu'ils conservent.
  - Traitement
 

Il est réalisé dès la levée et régulièrement (30 % levée, 60 % levée, 100 % levée) pour assurer la protection de toutes les plantules. Après la levée, les traitements sont renouvelés dès que le temps de rémanence des produits est atteint (1 semaine pour les fongicides et 1 à 2 semaines pour les insecticides) et que la pression fongique ou insectes est jugée trop inquiétante. On arrive à 9 fongicides et 7 insecticides sur le cycle de la PDT.
  - Epuration
 

Elle est réalisée par les soins de l'exploitant (pas d'embauche de main d'œuvre extérieure) au rythme d'environ 1,25 ha /jour (8h/jour).
  - Irrigation :
    - Les passages sont au nombre de 2 à 6 suivant les années. Nous avons retenu 4 passages sur le cycle.
  - Arrachage
    - L'arracheuse effectue la récolte et le pré-tri (enlèvement des mottes et cailloux)
    - le précalibrage est réalisé dans la foulée au hangar (enlèvement des grenailles, déchets et calibres supérieurs)
  - Calibrage
 

Il est réalisé une fois le chantier d'arrachage terminé. La chaîne de calibrage est adaptée (changement des grilles) pour différencier les calibres de plant. Elle permet de traiter 60 t/j.

Avec un rendement de 30t de plant par ha, la production de 2 ha peut être calibrée par jour à 2 personnes, ce qui représente 9h de travail par ha.
  - Stockage et préparation des expéditions

Après le calibrage les pommes de terre sont stockées. La manutention des palox vers ou depuis les chambres froides et la préparation des expéditions (mise en big-bags) requièrent un temps de travail important qu'il a été difficile d'évaluer. Après l'arrachage, une partie de la main d'œuvre salariée saisonnière est ainsi conservée (1 personne pendant 1 mois) pour la réalisation de ces tâches jusqu'au début du mois de novembre.

➤ Haricots verts

- le couvert est détruit chimiquement en mars, ce qui facilite le travail du sol en mai.
- le semis est effectué début juillet
- le cycle du Haricot dure 60 à 80 jours ; la récolte intervient en septembre.
- irrigation : nous avons retenu 5 passages en moyenne sur le cycle du HV.
- le rendement est de 13,5 t/ha en moyenne.

➤ Pois

- le couvert est détruit chimiquement en mars.
- le travail du sol intervient juste avant le semis pour ouvrir et réchauffer la terre fin avril - début mai.
- le semis intervient juste ensuite, après le chantier de plantation des PDT.
- le cycle du pois dure environ 90 à 100 jours et la récolte s'effectue aux alentours de la mi-juillet.
- irrigation : 5 passages.
- le rendement est de 8,5 t/ha en moyenne.

➤ Blé

- après la PDT
  - le travail du sol est assuré par l'arracheuse de PDT. Il ne reste qu'à semer au combiné.
- après le haricot vert ou le pois
  - le blé est cultivé sans labour, un passage de glyphosate permet alors d'éliminer les adventices.
- Le rendement est de 90 q/ha en moyenne.

### 3.2 Le système de production économe en intrants PDT1 EI

#### *Assolement et rotation*

Nous avons construit le système de production que pourraient mettre en œuvre ces mêmes agriculteurs avec l'objectif de réduire leur consommation d'intrants, tout en sécurisant leur revenu, c'est-à-dire en le rendant plus résilient à une évolution défavorable du prix des produits agricoles par rapport à celui des moyens de production et des équipements (Figure 71). Il ne s'agit pas ici de passer en agriculture biologique, mais d'utiliser les techniques de l'agro-écologie pour chercher à réduire l'utilisation d'intrants, notamment en s'appuyant sur la complémentarité entre les plantes cultivées et en favorisant une couverture maximale du sol. Nous nous sommes appuyés sur l'observation et la compréhension des pratiques mises en œuvre par certains agriculteurs de la région qui sont engagés dans l'agro-écologie, avec lesquels nous avons discuté dans un second temps des rotations proposées pour le système de production économe en intrants PDT1EI.

Les rotations envisagées dans le système économe en intrants visent à allonger et diversifier les cultures au sein de la rotation, tout en maintenant la place de la pomme de terre au sein

de l'assolement car celle-ci permet de dégager une valeur ajoutée importante. Nous avons introduit deux cultures nouvelles dans la rotation :

- le chanvre (Cannabacée)
- le sarrasin (Polygonacée);

Il s'agit de cultures qui ne demandent que peu ou pas d'intrants, peu de temps de travail et qui présentent l'avantage d'appartenir à de nouvelles familles de plantes, permettant ainsi de rompre le cycle des maladies et ravageurs dans la rotation.

Le chanvre est une culture de printemps au développement rapide, qui permet d'étouffer les adventices. Elle possède un système racinaire pivotant profond, favorable à la structure du sol et au pompage d'ions dans les horizons du sol inaccessibles aux racines des céréales.

Le sarrasin est également une culture de printemps au développement rapide et homogène qui lui permet d'étouffer les adventices. Elle a également un effet allélopathique sur les adventices et cette polygonacée est capable de rendre disponible pour les cultures suivantes certaines formes de phosphore non assimilables autrement.

Les rotations que nous avons considérées comme permettant le plus d'économies possibles en intrants tout en répondant aux exigences énoncées ci-dessus sont les suivantes :

**Pomme de Terre // Maïs // Chanvre ou Sarrasin // Blé // Légumes (haricot vert ou pois)**

ou, sur 4 ans :

**Pomme de Terre // Chanvre // Blé // Légumes (haricot vert ou pois)**

En remplacement des rotations du système PDT1 :

- PDT // Blé // Pois ou Haricot Vert // Blé (40 % de la superficie)
- PDT // Blé // Pois ou Haricot Vert // Blé // Maïs (60 % de la superficie)

Dans la nouvelle rotation, le Maïs suit la pomme de terre car il permet une meilleure gestion des repousses de PDT :

- sa mise en place tardive rend possible la réalisation d'un faux semis et un travail du sol tardif au printemps qui permet de détruire les repousses
- il s'agit d'une culture qui se bine facilement.

Par ailleurs la fuite des reliquats azotés, qui sont élevés derrière une culture de pomme de terre, peut être limitée avec l'utilisation de couverts constitués de mélange d'espèces.

Le Maïs est néanmoins une culture peu rémunératrice et sa culture nécessite la mise en place d'un couvert long après la PDT, relativement coûteux, qui peut présenter l'inconvénient de protéger du gel les tubercules et d'empêcher ainsi leur destruction durant l'hiver.

Le Maïs est suivi d'une culture étouffante pour les adventices, sarrasin ou chanvre, qui permet de gérer les adventices et s'assurer de la destruction des repousses de PDT.

Dans la rotation de 4 ans, c'est le chanvre qui suit la pomme de terre car le risque de verse serait à craindre pour le sarrasin en raison des reliquats d'azote importants après la pomme de terre.

Le chanvre et le sarrasin sont d'excellents précédents pour le Blé : ce sont des cultures nettoyantes, qui favorisent l'amélioration de la structure du sol et permettent de couper le cycle des prédateurs et des maladies.

Le Blé est implanté très rapidement après la récolte du sarrasin ou du chanvre.

Les légumes (haricot vert ou pois) arrivent en fin de rotation, loin de la PDT, ce qui permet d'éviter les problèmes que poseraient les repousses de PDT vis-à-vis des exigences élevées sur le plan de la qualité qui sont requises pour ces productions, que ce soit sur le plan de l'état sanitaire comme celui du salissement. L'éloignement entre pomme de terre et légumes au sein de la rotation permet de réduire très fortement le risque de maladies cryptogamiques communes de la pomme de terre comme le mildiou ou le sclérotinia (pourriture blanche).

Le fait de cultiver deux légumes différents (Pois et Haricots) en alternance dans la rotation permet, comme dans le système PDT1, d'avoir des dates différentes d'intervention et d'étaler ainsi le calendrier de travail. Il permet également une meilleure gestion des adventices car leur cycle est d'autant plus perturbé. Il s'accompagne de l'allongement du temps de retour des légumes dans la rotation : 8 à 10 ans pour la même culture, et 4 à 5 ans pour la même famille.

Ces rotations ont été discutées avec des agriculteurs au cours d'une dizaine d'enquêtes complémentaires. Les entretiens ont permis de confirmer que les successions culturales proposées sont bien adaptées. Les agriculteurs enquêtés, qui sont engagés dans une démarche de réduction d'intrants et testent ou ont testé des rotations nouvelles, ont mis en avant les éléments suivants :

- il est important de ne jamais cultiver de maïs derrière un sarrasin en raison des repousses de sarrasin, qui peuvent se développer avec une culture de printemps ;
- les légumes doivent être le plus éloignés possible de la pomme de terre au sein de la rotation en raison des risques de maladie cryptogamique ;
- la culture de maïs après la pomme de terre permet une gestion des repousses plus efficace en particulier grâce au binage ;
- le sarrasin et le chanvre sont d'excellents précédents pour le blé.

Ces rotations ont été validées par le Comité technique local lors de la réunion du 14 mars 2018.

Figure 71 : Schéma descriptif du fonctionnement du système économe en intrants PDT1EI

## SYSTEME PDT1 EI

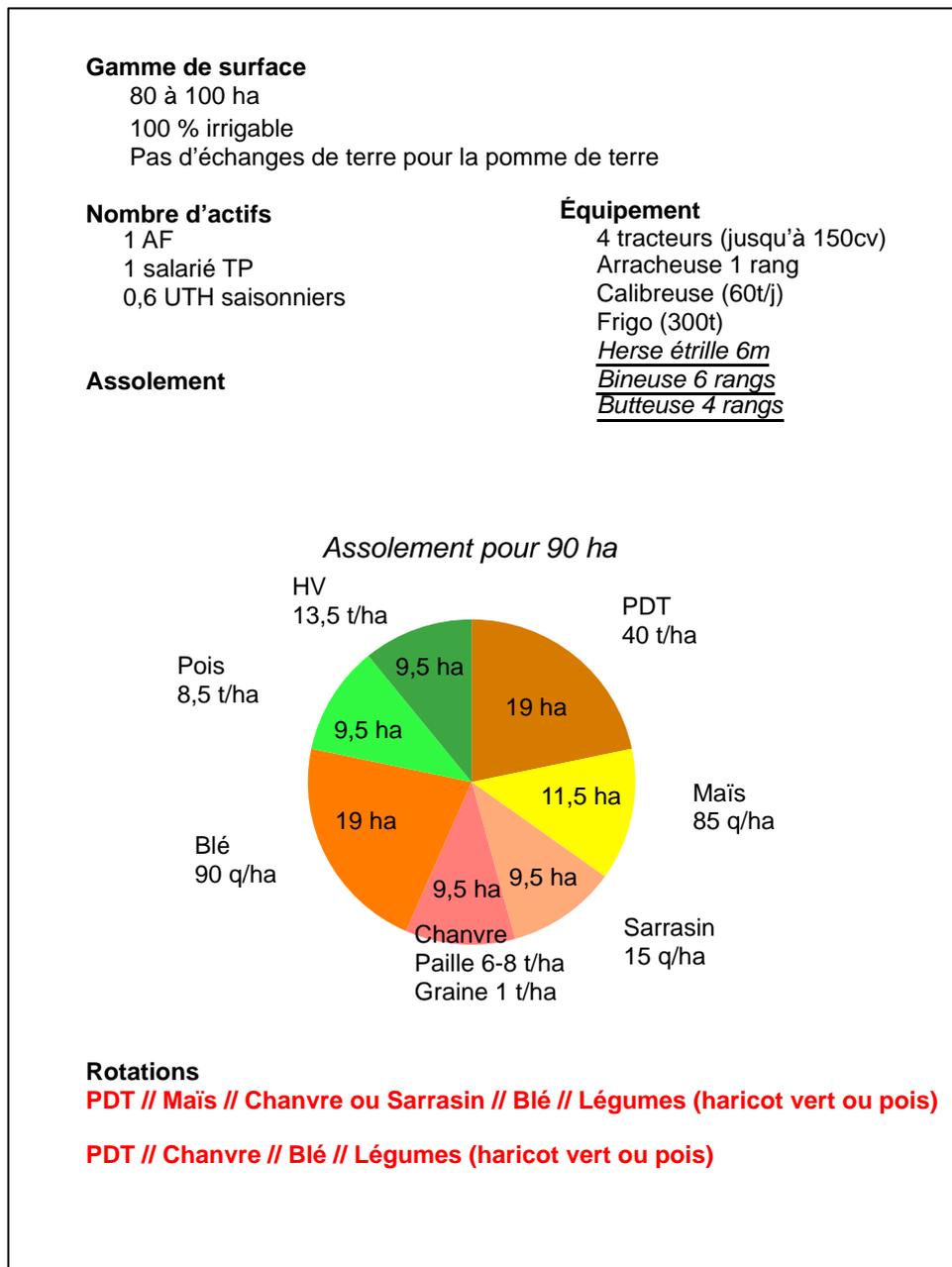
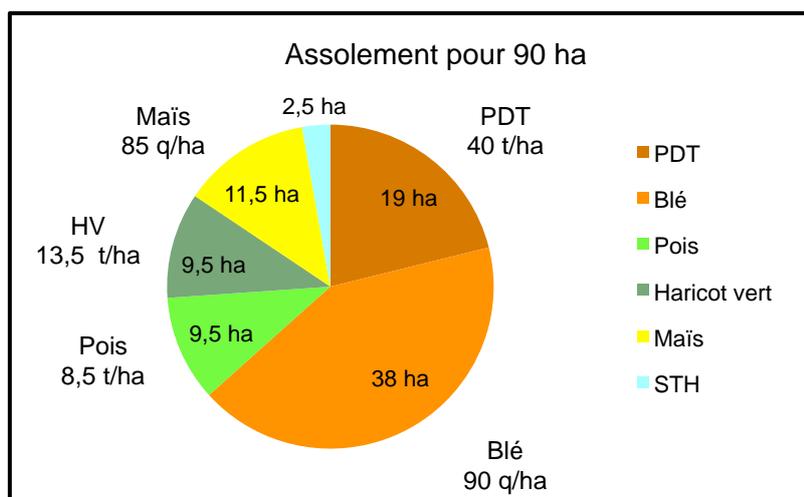


Figure 72 : Assolement du système de production PDT1



### Inter-cultures

Nous avons retenu, suite à nos enquêtes et avant la réunion du comité technique du 14/03/18, un couvert unique composé d'un mélange d'espèces, qui permet d'optimiser la couverture du sol et d'utiliser au maximum les ressources naturelles, rayons lumineux, eau et éléments minéraux (Figure 73) :

- graminée type avoine de printemps
  - cette espèce de printemps est calée hors de son cycle naturel, ce qui facilite sa destruction ;
  - son implantation ne nécessite qu'un travail du sol superficiel ;
  - elle est facilement détruite mécaniquement lorsque elle est cultivée en mélange grâce à un déchaumage.
- crucifère type moutarde brune
  - il s'agit d'une espèce qui n'est pas trop précoce, à la différence de la Moutarde blanche, ce qui permet d'éviter sa montée en graine ;
  - c'est une crucifère, donc une plante qui s'alimente exclusivement en nitrates ;
  - elle est très facile à détruire mécaniquement par broyage et/ou déchaumage.
- hydrophyllacée = phacélie
  - cette plante est facilement détruite par le gel ou mécaniquement : roulage, broyage ou déchaumage ;
  - elle effectue un travail du sol intéressant : racines fasciculées puissantes et denses.
- légumineuse type féverole de printemps
  - IL s'agit d'une espèce cultivée au printemps, qui est ici calée hors de son cycle, ce qui facilite sa destruction ;
  - Sa destruction est assurée par le gel ou mécaniquement : roulage, broyage ou déchaumage ;
  - elle effectue un travail du sol profond grâce à racine pivotante ;
  - elle présente l'avantage de réaliser une fixation symbiotique d'azote.

Ce couvert doit être implanté le plus tôt possible après la récolte de la culture précédente et détruit tard pour profiter au maximum de ses avantages :

- l'implantation au plus vite après la récolte permet de profiter de l'humidité résiduelle du sol permise par la couverture de la culture précédente
- l'apport d'azote est d'autant plus important que les plantes sont développées
- l'implantation précoce permet aux plantes de se développer plus avant l'hiver et d'être plus gélives et plus faciles à détruire au printemps
- l'implantation précoce permet un taux de couverture important qui permet de limiter l'érosion et la lixiviation des ions
- elle laisse le temps aux espèces différentes de se développer
- le développement des légumineuses permet d'abaisser le rapport C/N de cette matière organique, ce qui en favorise l'humification et la minéralisation
- Ce type de couvert est capable de rendre disponible pour la culture suivante<sup>1</sup> :
  - environ 60 unités d'azote en général
  - environ 100 unités d'azote lorsque le couvert est mis en place après une culture de PDT (importants reliquats azoté captés)
  - environ 85 unités d'azote suivant un légume et précédant une culture de printemps comme la PDT.

Lors du comité technique du 14/03/18, différentes remarques et réserves ont été émises quant à la composition des couverts. Certains agriculteurs ont soulevé le problème de la présence de légumineuses et de crucifères, qui pourraient favoriser le développement de maladies auxquelles sont sensibles les légumes et les pommes de terre qui suivent dans la rotation.

Nous proposons donc une solution alternative, avec des couverts différents (Figure 74), légèrement simplifiés avant la PDT et encore plus avant les légumes. L'impact agronomique de ces couverts n'a pas été étudié : il faut vraisemblablement en attendre de moindres effets bénéfiques, avec notamment des économies d'azote et de potasse moindres par rapport au couvert complexe.

Nous tenons néanmoins à préciser que notre proposition se base sur l'observation de ces pratiques chez des agriculteurs qui les mettent en œuvre depuis plusieurs années et qui utilisent ce type de couvert complexe sans rencontrer les problèmes évoqués lors de la réunion du comité technique :

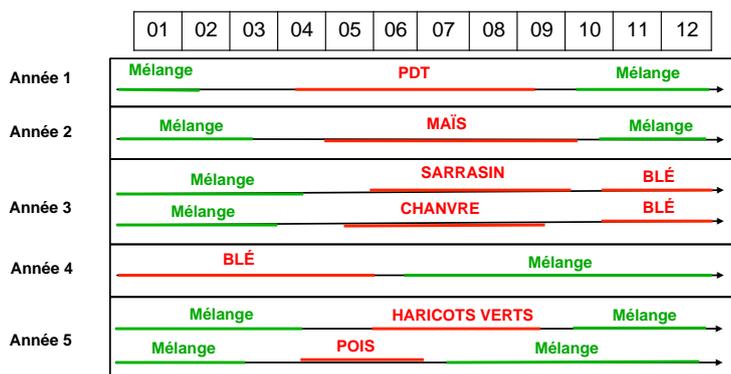
- un agriculteur utilise par exemple depuis plusieurs années (sans qu'il n'y ait de problème identifié ou de baisse de rendements) :
  - des crucifères, de la phacélie, du radis chinois en mélange avant légumes
  - des crucifères, du radis chinois, des graminées en mélange avant PDT ;
- les agriculteurs en agriculture biologique utilisent des couverts complexes avant toutes les cultures (y compris les PDT et légumes) sans que cela pose problème, avec un temps de retour des légumes dans la rotation comparable à ce que nous proposons, comprenant : graminées, crucifères, légumineuses et phacélie.

---

<sup>1</sup> Archambeaud (2010) ; Véricel & Minette (2009) ;

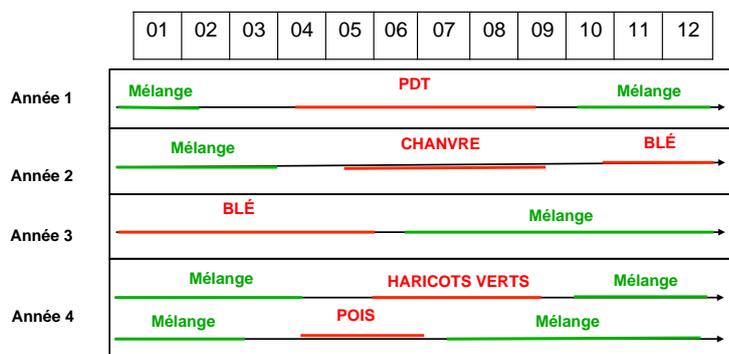
Figure 73 : Successions culturales de PDT 1 EI pour des rotations de 5 et 4 ans

**Successions culturales PDT 1 EI**  
pour une rotation de 5 ans



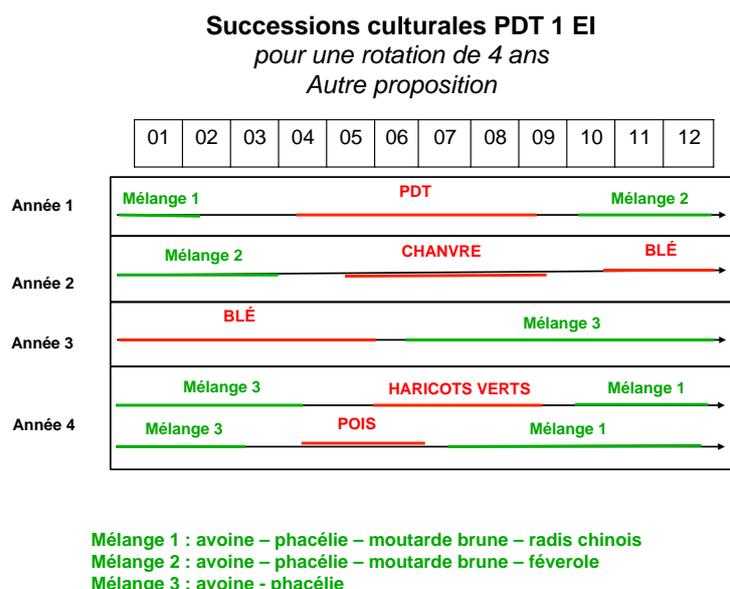
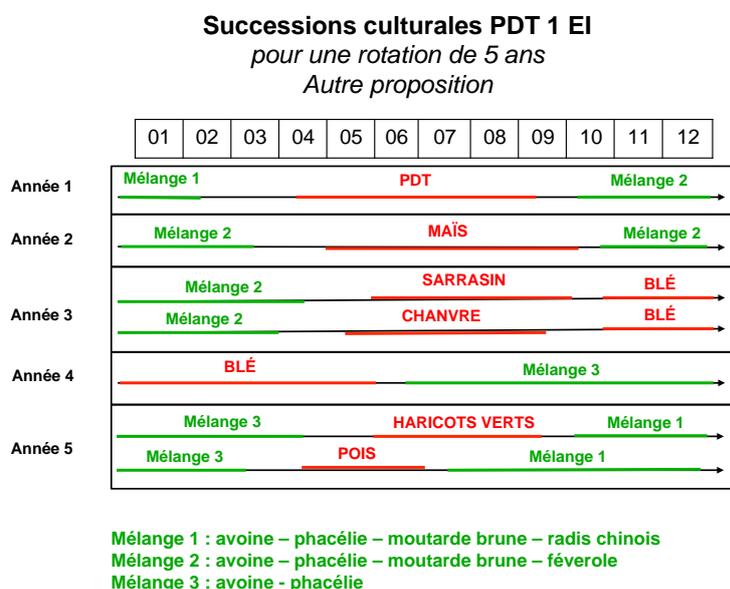
Mélange : avoine – phacélie – moutarde brune – féverole

**Successions culturales PDT 1 EI**  
pour une rotation de 4 ans



Mélange : avoine – phacélie – moutarde brune – féverole

Figure 74 : Successions culturales de PDT 1 EI pour des rotations de 5 et 4 ans : autre proposition



### Niveau d'équipement

A l'équipement de PDT1 vient s'ajouter un équipement spécifique, nécessaire pour l'adaptation des itinéraires techniques, pour le travail du sol, notamment la pratique du faux-semis, et le désherbage mécanique des cultures. Il s'agit d'un matériel couramment utilisé chez les agriculteurs en agriculture biologique : herse étrille de 6m de largeur, bineuse à 6 rangs et butteuse à 4 rangs.

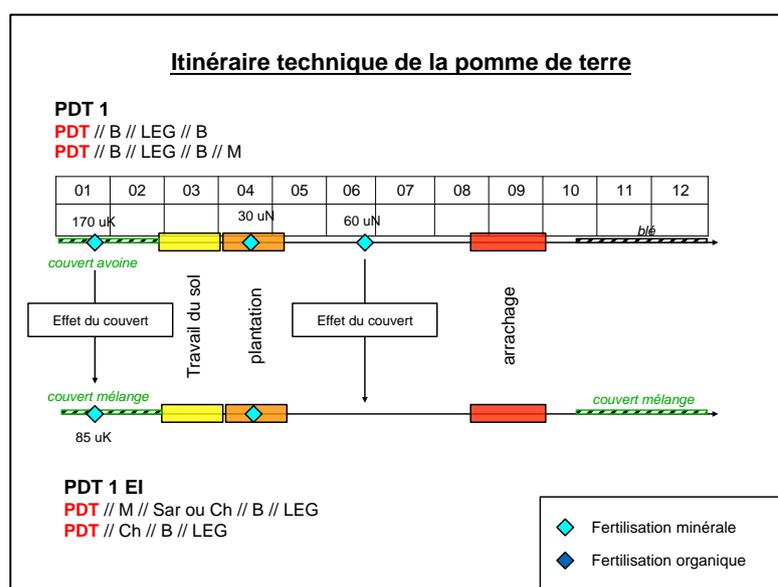
### Itinéraires techniques

Nous nous attacherons ici à décrire les différences entre PDT1 et PDT 1 EI.

### Pomme de terre

- Destruction du couvert végétal :  
Dans le système de production PDT1, le radis chinois était détruit avec un labour. Dans ce cas aussi, avec un broyeur à l'avant du tracteur pour réduire la féverole et la moutarde.
- Le travail du sol est similaire : labour (profond) – canadien (moyen) - herse rotative (superficiel) – billonneur (épierrage et mise en billon) – tamiseur (terre très fine).
- Pas de changement non plus pour la plantation et l'arrachage ;
- Fertilisation (Figure 75) :
  - PDT 1 :
    - potasse : 170 unités
    - azote
      - starter : 18-46 mis à la plantation
      - ammonitrate : 60 unités au stade bouton floral
  - PDT 1 EI : le couvert en inter-culture permet de faire des économies d'engrais
    - potasse : réduction de moitié des apports nécessaires en potasse grâce à l'effet d'un couvert complexe<sup>2</sup>
    - azote :
      - engrais starter conservé à la plantation
      - apport minéral supprimé grâce à l'effet d'un couvert complexe qui peut ramener quelques 60uN (estimation prudente)

Figure 75 : Comparaison de l'itinéraire technique de la pomme de terre dans les systèmes PDT 1 et PDT 1 EI : fertilisation



- Utilisation des produits phytosanitaires (Figure 76) :  
Dans le système PDT 1 EI, les mêmes insecticides, fongicides et passages d'huiles sont utilisés que dans le système PDT1 car le risque de maladies est important, avec un impact économique potentiellement élevé, en raison :
  - des consommations intermédiaires très importantes avancées pour la culture de la PDT
  - des immobilisations en matériel très élevées pour la culture PDT

<sup>2</sup> Ibid

- et surtout à la différence de prix entre la qualité « plant » et la « consommation », la pomme de terre plant jouant un rôle très important dans l'économie de ces exploitations agricoles.

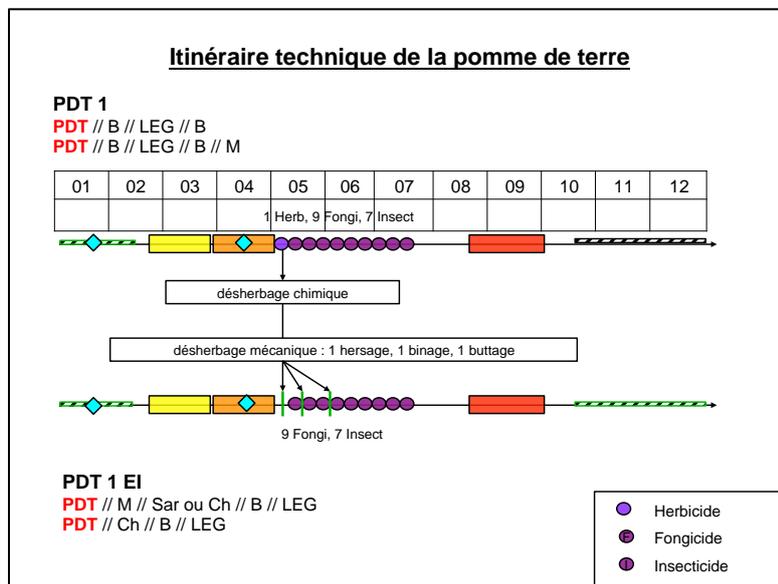
Il est cependant possible de réduire l'utilisation d'herbicides grâce à un itinéraire technique qui s'inspire des systèmes de production en agriculture biologique, dans lesquels l'herbicide est remplacé par du travail mécanique :

- 1 hersage
- 1 binage

Ces deux opérations ont tendance à endommager les buttes. Il est important de les reformer pour conserver les racines à l'abri on réalise donc :

- 1 buttage, qui présente de plus l'intérêt de permettre la destruction des adventices sur le rang.

Figure 76 : Comparaison de l'itinéraire technique de la pomme de terre dans les systèmes PDT 1 et PDT 1 EI : utilisation des pesticides



- Défanage ( Figure 77)

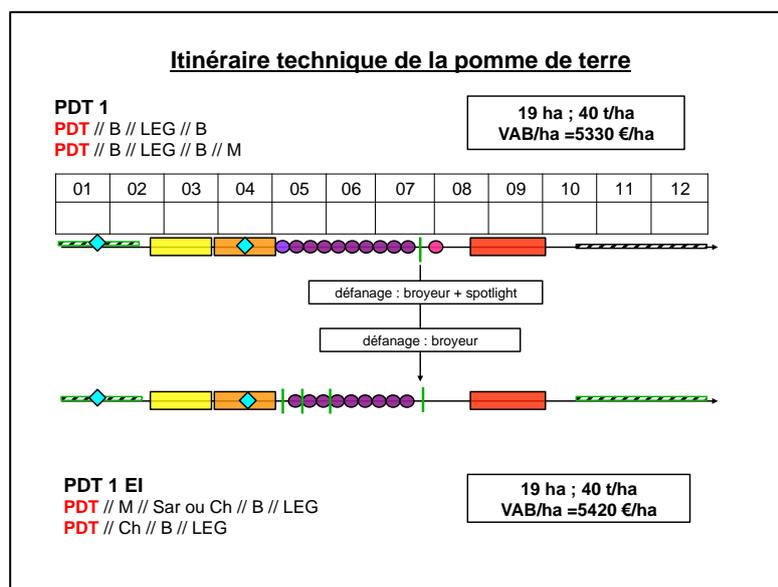
Dans le système PDT1 EI, le défanage est effectué à l'aide d'un broyage seul, comme font les agriculteurs en agriculture biologique qui cultivent à peu près les mêmes variétés qu'en conventionnel (Bintje, Spunta, Charlotte, Mona Lisa...).

Lors de la réunion du comité technique, il a été dit qu'il était impossible de se passer du Spotlight car :

- les tiges broyées permettent au mildiou d'entrer et d'atteindre le tubercule
- certaines variétés peuvent repousser et les feuilles permettent l'entrée du mildiou.

Pourtant les producteurs de pomme de terre plant en AB utilisent beaucoup de variétés identiques aux producteurs en conventionnel (les plus répandues d'ailleurs) et il ne nous est pas apparu que le défanage était à l'origine d'une baisse importante de la qualité sanitaire de la pomme de terre plant. Nous avons donc conservé l'itinéraire technique proposé au départ.

Figure 77 : Comparaison de l'itinéraire technique de la pomme de terre dans les systèmes PDT 1 et PDT 1 EI : défanage



### Maïs

- Destruction du couvert végétal en inter-culture
  - composé d'avoine pure pour PDT 1 : chimique au glyphosate car l'avoine en pur est assez difficile à détruire mécaniquement sans travail profond.
  - dans le système PDT1 EI : le couvert complexe est implanté relativement tôt (début septembre si cela suit l'arrachage des PDT) ; il est donc assez gélif l'hiver tandis que les plantes qui ont fait leur cycle au printemps sont plus faciles à détruire (cf. agriculteurs en AB). On économise donc le passage de glyphosate qui est remplacé par une destruction mécanique : cover crop (+ broyeur à l'avant si moutarde ou féverole trop hautes).
- Fertilisation
  - L'effet du couvert en PDT1 EI permet d'économiser environ 100uN (après PDT). L'apport minéral de 40uN est supprimé et l'apport de MO est diminué.
  - L'engrais starter est supprimé. En effet, en mai, on se trouve sur des semis tardifs où le sol est réchauffé : le départ du maïs est rapide. Aussi, le starter permet un gain de rendement attendu de 1 quintal et le prix du 18-46 impliquerait un gain de 3 quintaux pour être économiquement intéressant<sup>3</sup>.
- Herbicides
  - Pour diminuer le recours aux herbicides, la destruction mécanique des adventices grâce au binage est de plus en plus pratiquée sur le maïs (systèmes en AB, agriculteurs engagés dans une démarche de réduction d'intrants). Ce binage doit s'effectuer à un stade où le maïs est assez développé (6-8 feuilles). On remplace ainsi le dernier herbicide par un binage mécanique du maïs.

<sup>3</sup> Terra n°629 [www.terra.bzh/public/\(12/03/18\)](http://www.terra.bzh/public/(12/03/18)) : résultat de suivi de 90 parcelles ont été suivies pendant un an (2005-2006).

### Sarrasin (Figure 78)

- Destruction du couvert

Après la récolte du maïs, le couvert végétal en inter-culture est mis en place un peu tardivement. Il est donc intéressant de réaliser un semis de sarrasin un peu tardif pour permettre au couvert de se développer (sans aller jusqu'à monter en graine) et d'être ainsi plus facile à détruire mécaniquement à l'aide d'un déchaumeur comme le cover crop (avec un broyeur à l'avant si la couverture végétale est trop haute). Ce semis tardif pénalise un peu le rendement mais cela permet de bien nettoyer la parcelle.

- Travail du sol

Un travail du sol de profondeur moyenne peut être réalisé à l'aide d'un canadien. Le sarrasin est une plante étouffante une fois qu'il a bien démarré mais il est sensible à la concurrence aux jeunes stades. Le semis doit être réalisé dans une terre propre pour permettre au sarrasin de s'installer correctement et de mener son travail nettoyant efficacement. Pour cette raison, un travail de faux-semis est adapté. Il est réalisé par un travail du sol superficiel (herse rotative) suivi d'un « rappui » (passage de rouleau) pour favoriser le contact sol/graine et faire germer les adventices. Ensuite, la herse étrille peut être passée pour détruire les adventices qui viennent de lever.

- Fertilisation

Aucune fertilisation pour le Sarrasin n'est nécessaire. Au contraire, cela pourrait occasionner de la verse. La place dans la rotation est donc plus adaptée après une culture forte consommatrice d'azote.

- Semis

Une dose de 40kg/ha est suffisante. Le prix des semences est de 1 800€/t hors IGP et 2 300€/t au sein de l'IGP.

- Interventions

Aucune intervention jusqu'à la récolte.

- Récolte

Elle a lieu début octobre à l'aide d'une moissonneuse-batteuse correctement réglée (contre-batteur à céréales, avec le contre-batteur et batteur desserré à 500t/min) car beaucoup d'agriculteurs ont souligné le fait que la récolte du sarrasin est salissante. Le rendement est irrégulier. Les conditions climatiques au moment de la récolte (de septembre à novembre) sont déterminantes : s'il pleut trop, le sarrasin peut se coucher et il est impossible de le moissonner. Un rendement moyen de 15 à 20 q/ha est jugé comme un rendement correct. Nous avons retenu 15 q/ha en moyenne.

### Chanvre (Figure 78)

- Destruction du couvert

- Après la récolte du maïs, le couvert est mis en place un peu tardivement. Comme expliqué ci-dessus pour le sarrasin, il est intéressant de réaliser un semis un peu tardif pour permettre au couvert de se développer (sans aller jusqu'à monter en graine) et d'être plus facile à détruire mécaniquement à l'aide d'un déchaumeur comme le cover crop (avec un broyeur à l'avant si le couvert végétal est trop haut).
- Après la PDT, le couvert complexe peut être implanté relativement tôt (début septembre). Il est donc assez gélif l'hiver tandis que les plantes qui ont effectué leur cycle au printemps sont plus faciles à détruire. On économise un passage de glyphosate que l'on remplace par une destruction mécanique : cover crop (+ broyeur à l'avant si la moutarde ou la féverole sont trop hautes).

- Travail du sol

Un travail du sol de profondeur moyenne peut être réalisé à l'aide d'un canadien. Le chanvre est une plante étouffante mais qui doit démarrer sans concurrence (quoique moins sensible que le sarrasin). Pour cette raison, un travail de faux-semis est adapté. Il est réalisé par un travail du sol superficiel (herse rotative) suivi d'un rappui (rouleau) pour favoriser le contact sol/graine et faire germer les adventices. Ensuite, la herse étrille peut être passée pour détruire les adventices qui viennent de lever.

- Fertilisation

Pour être économiquement intéressante, la culture de chanvre doit viser la production de paille et de graines. En raison de ces exportations importantes, le chanvre a des besoins en azote assez élevés de l'ordre de 150uN.

L'effet du couvert est estimé à 60uN après le maïs et 100uN après la PDT : le besoin de fertilisation s'élève donc entre 50 et 90uN environ.

- Semis

La densité de semis est un facteur important de la réussite de la culture. Une dose de 45kg/ha peut a priori paraître suffisante mais une densité de 55 à 60 kg/ha est préconisée, malgré un prix des semences élevé, de l'ordre de 7 000€/t. Cette densité plus élevée permet d'obtenir une levée importante au bout de 15 jours avec une couverture suffisante pour éviter le développement des adventices dans un contexte où aucun désherbage n'est effectué. D'autre part, la densité élevée permet d'obtenir des tiges plus fines, qui garantissent un rendement plus élevé dans la matière noble qu'est la fibre, plutôt qu'en chènevotte. Enfin une densité plus forte, en augmentant la concurrence entre les plantes, aboutit à une hauteur moins grande des pieds, ce qui facilite le battage : plus la paille est haute (jusqu'à 3,5 m) plus le risque d'enroulement de la paille dans la moissonneuse-batteuse est grand.

Le semis demande une terre plus chaude que le maïs, avec une température de 12°. La qualité du semis est déterminante pour la réussite de la culture. Le lit de semences doit être parfait.

- Interventions

Aucune intervention jusqu'à la récolte.

- Récolte

Elle a lieu mi-septembre. C'est l'opération délicate de la culture.

Cas idéal (non observé sur le territoire) :

Une moissonneuse qui aurait deux barres de coupe permettrait la récolte des graines et la fauche dans le même temps. La paille doit ensuite être andainée en utilisant des outils qui ne présentent pas d'ameneurs rotatifs ou qui sont protégés. La paille peut ensuite être bottelée.

Nous avons pu observer qu'en général la récolte des graines est réalisée à l'aide d'une moissonneuse-batteuse classique, en réglant la coupe le plus haut possible (2 m). Pour conserver la qualité de la graine, celle-ci doit être au minimum ventilée, voire ventilée et séchée très rapidement, dans l'heure ou les heures qui suivent le battage afin d'éviter sa montée en température. L'idéal est de réaliser le séchage en une heure. Cela implique de ventiler avant d'avoir fini de battre si l'on a une superficie importante de chanvre, sachant qu'il faut 2 h/ha pour la récolte.

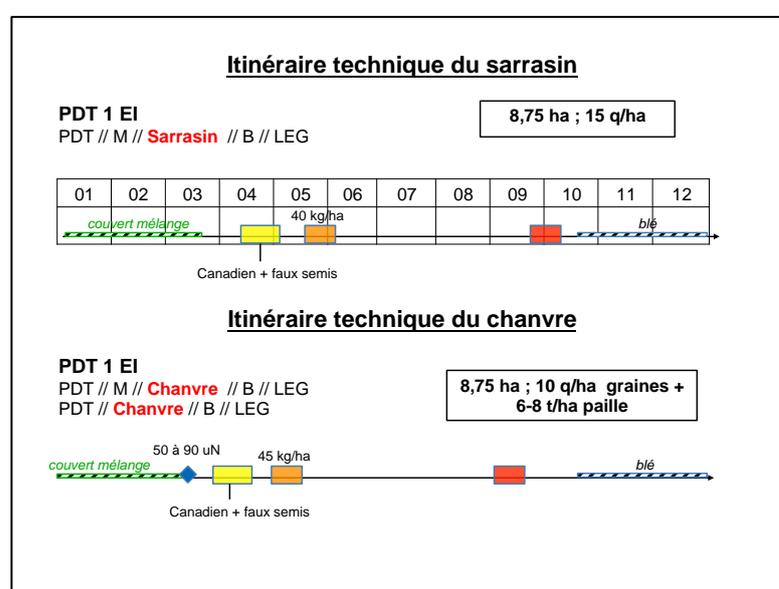
La fauche est réalisée grâce un second passage, à contre-sens du passage de la moissonneuse, afin de faucher correctement toutes les pailles, y compris celles qui ont pu être couchées lors du premier passage. La barre de coupe doit être à double section pour sectionner proprement la fibre. Les barres de coupe classiques peuvent ne pas

convenir (les fibres sont très résistantes). L'andainage et le pressage doivent ensuite être effectués.

Il n'est pas aisé de trouver à sécher facilement la graine ni de trouver un entrepreneur qui accepte de faire le travail et de prendre le risque d'abîmer ses machines en raison de la longueur et de la résistance de la fibre de chanvre. Le développement du chanvre supposerait ainsi de réaliser un investissement en CUMA. Nous avons vu en enquête des installations de ventilation-séchage peu coûteuses mais efficaces, en adaptant du matériel d'occasion, composé d'une remorque à double fond et trémie et d'une soufflerie avec système de chauffage, ce qui représentait un investissement de 11 000€ (sans compter le travail effectué par l'exploitant lui-même pour adapter l'équipement). De la même manière il est possible d'adapter l'équipement de récolte pour limiter les risques lors de la récolte du chanvre.

- Niveau de rendement : en moyenne 6 à 8t/ha de paille et 10q/ha de graines.

Figure 78 : Itinéraires techniques du sarrasin et du chanvre dans le système de production PDT1 EI

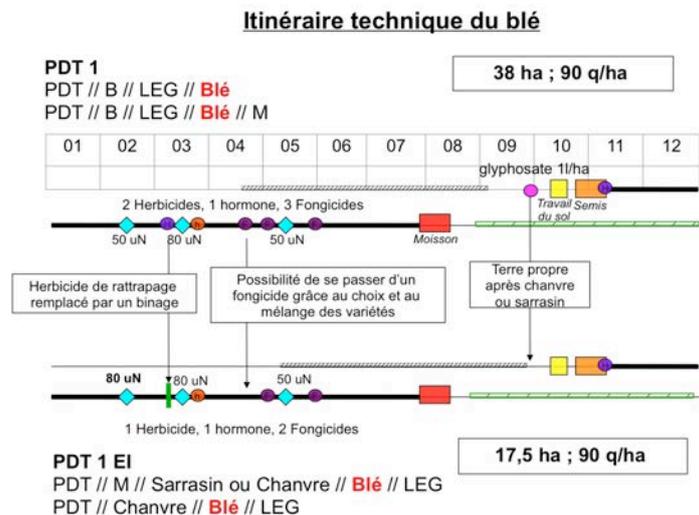


### Blé d'hiver ( Figure 79)

- dans le système de production PDT 1 EI, le blé est cultivé après un précédent Chanvre ou Sarrasin : ce sont des cultures étouffantes qui sont récoltées assez tardivement et qui laissent ainsi une terre très propre. Les conditions sont très différentes de celles du système PDT 1, où les légumes sont récoltés bien avant l'emblavement du blé. Dans le système PDT 1 EI, l'effet précédent permet de raisonnablement se passer du glyphosate. Le travail du sol reste similaire avec un passage d'outil à disques pour enfouir les résidus de culture (cover crop) et d'un outil à dents de profondeur moyenne (canadien ou chisel) pour structurer le sol.
- Le semis intervient fin octobre à début novembre dans les deux cas.
- Fertilisation
  - le Blé dans le système PDT1 reçoit en moyenne 180uN (hormis le blé cultivé après la PDT qui profite des reliquats azotés du précédent).

- Un Blé derrière un Chanvre a besoin de plus de fertilisation azotée car avec la récolte du chanvre une quantité assez importante d'azote est exportée. Les méthodes de bilan prévisionnel prévoient effectivement une différence de l'effet précédent de 20 à 30uN entre un légume ou une PDT et un précédent chanvre. On passe donc de 180 à 210uN nécessaires avec un rendement identique.
- **Herbicide**  
La pratique du désherbage mécanique permet de remplacer un désherbage chimique de rattrapage. Un binage pourra être réalisé en adaptant le semis pour permettre le passage de la bineuse. Plusieurs agriculteurs en AB ne pratiquent aucune opération culturale (ni hersage ni binage) pour désherber le blé car le chanvre laisse une terre très propre. Il est donc possible, tout en conservant l'herbicide passé au semis, de se passer de l'herbicide de rattrapage moyennant la réalisation éventuelle d'un binage en cas de besoin.
- **Fongicide**
  - Semer des mélanges de variétés comportant notamment de variétés plus résistantes aux maladies permet de faire l'impasse sur l'un des trois passages de fongicides. Un agriculteur pratique cela depuis 15 à 20 ans en conventionnel avec le même niveau de rendement de 90 quintaux.

Figure 79 : Itinéraire technique du blé PDT1 et PDT1 EI



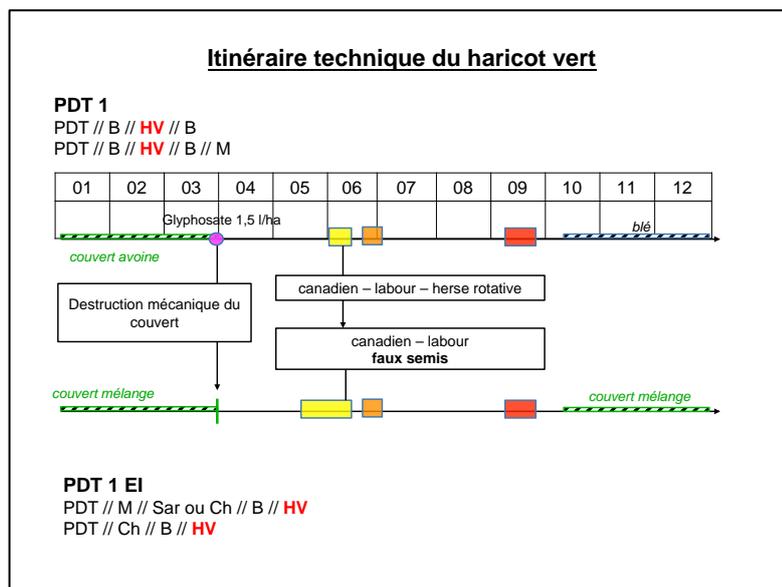
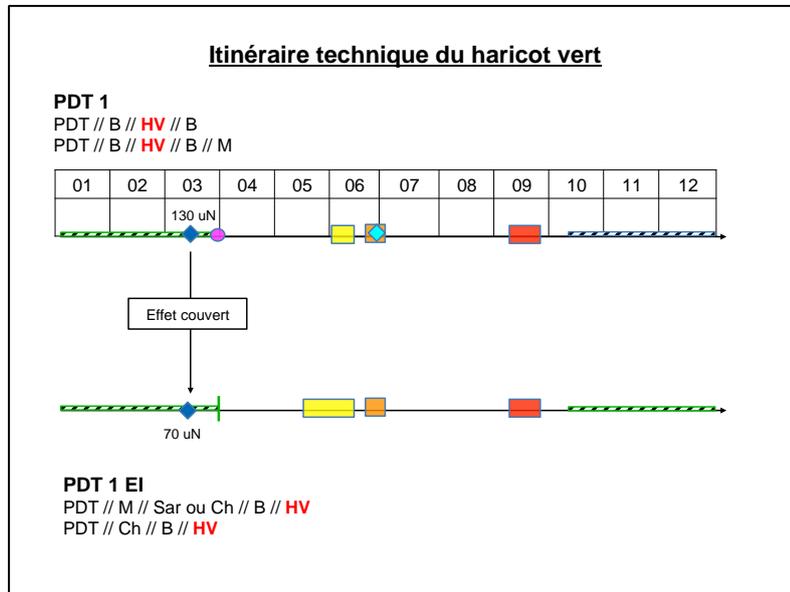
### Haricot vert (Figure 80)

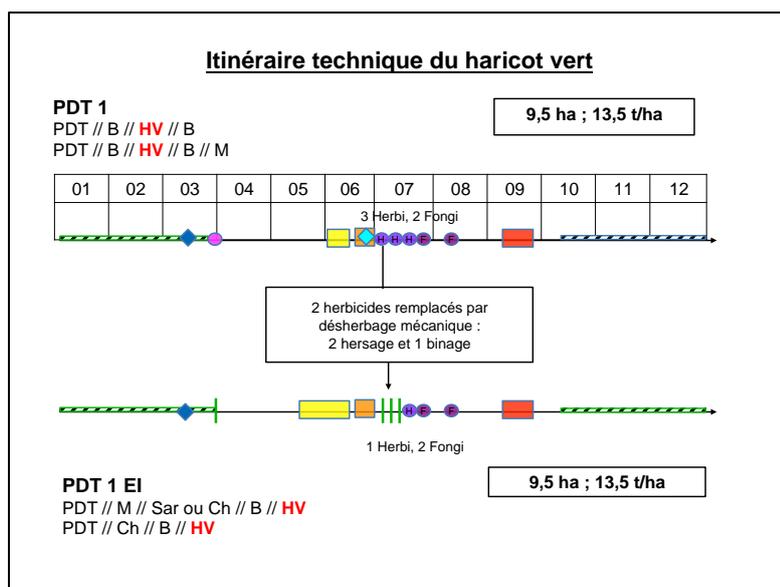
- Destruction du couvert
  - d'avoine pure pour le système PDT 1 : par glyphosate car l'avoine en pur est assez difficile à détruire mécaniquement sans travail profond.
  - Dans le système PDT1EI, le couvert complexe est implanté relativement tôt (fin août après la moisson du blé) : il est donc assez gélif l'hiver et au printemps les plantes qui ont fait leur cycle sont plus faciles à détruire. On économise le glyphosate que l'on remplace par une destruction mécanique : cover crop (+ broyeur à l'avant si moutarde ou féverole trop hautes).
  
- Le travail du sol comporte un passage supplémentaire dans PDT1EI :
  - PDT 1 : canadien – labour – herse rotative
  - PDT 1 EI : canadien – labour – faux semis (inspiré des agriculteurs en AB)

Le faux-semis consiste en un travail du sol superficiel à la herse rotative et en un roulage pour assurer un bon contact sol/graine et provoquer la germination des adventices. Dans un second temps, la herse étrille est passée pour détruire les adventices qui ont levé.
  
- La date de semis est inchangée entre PDT1 EI et PDT1 en raison du fait que ce choix n'est pas celui de l'agriculteur mais celui de l'usine.
  
- La récolte intervient donc au même moment que PDT1 pour PDT1EI.
  
- La fertilisation
  - La fertilisation doit être conservée bien que le haricot vert soit une légumineuse. En effet, les nodosités ne deviennent efficaces qu'au stade de la floraison environ, soit très tardivement et à proximité de la récolte. Les agriculteurs en AB fertilisent également le haricot.
  - L'effet d'un couvert en mélange d'espèces permet de réduire la fertilisation organique du haricot vert. On attend prudemment 60uN rendus disponibles par le couvert, ce qui permet une fertilisation à hauteur de  $130-60 = 70\text{uN}$ .
  - Le semis tardif en PDT1EI, réalisé à une époque où les sols se sont réchauffés, permet de faire l'impasse sur l'engrais starter. Le semis doit permettre une levée assez rapide et homogène du haricot sans avoir besoin de cet apport, comme le font certains agriculteurs en AB.
  
- Herbicides
  - On se sert des références des agriculteurs en AB pour proposer un itinéraire qui s'appuie davantage sur le travail mécanique que sur l'utilisation d'intrants chimiques. Le haricot est une culture qui se prête bien au désherbage mécanique. 2 herbicides sont remplacés par 2 hersages en début de culture et 1 binage lorsque le haricot est suffisamment développé pour le supporter. Ces désherbages mécaniques viennent compléter une rotation et un itinéraire technique qui visent à réduire la pression des adventices : utilisation de couverts longs et couvrants et faux semis qui permettent de réduire la pression des adventices au semis.
  - Le dernier herbicide, sélectif et parfois passé en localisé, est conservé car il agit spécifiquement contre les adventices toxiques dont la parcelle de légumes industrie doit être totalement exempte pour être acceptée par l'usine (Datura notamment).
  
- Fongicides

- Pas de changement par rapport à PDT 1, notamment pour permettre le maintien d'un niveau de rendement similaire.

Figure 80 Itinéraire technique du haricot vert dans les systèmes PDT1 et PDT 1 EI





### Pois (Figure 81)

- Destruction du couvert
  - Avoine pure dans le système de production PDT 1 : avec le glyphosate car l'avoine est assez difficile à détruire mécaniquement sans travail profond.
  - Le couvert complexe implanté relativement tôt (fin août après moisson du blé) dans le système PDT1 EI est assez gélif l'hiver car il a eu le temps de se développer et au printemps les plantes qui ont fait leur cycle sont plus faciles à détruire. On économise le passage de glyphosate que l'on remplace par une destruction mécanique : cover crop (+ broyeur à l'avant si moutarde ou féverole trop hautes).

- Traitements

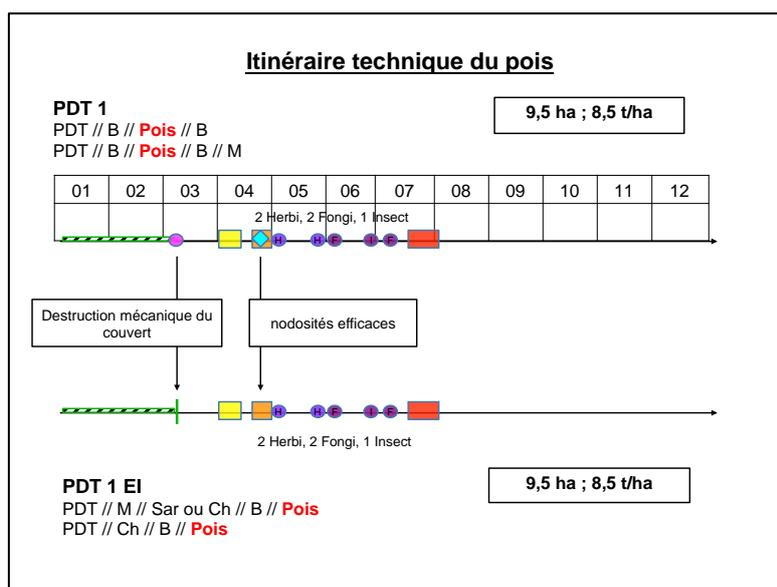
Le pois est la culture la plus sensible à la pression des adventices, or il s'agit d'une culture plus difficile à désherber mécaniquement. Les stades d'intervention sont précis et les plages étroites. En effet, dès que le pois se couche, il n'est plus possible d'intervenir pour désherber mécaniquement la parcelle.

Pour ces raisons, il paraît assez intéressant de conserver un niveau de traitement en PDT1EI similaire à PDT1. De plus, conserver ce niveau de traitement permet à l'échelle de la rotation un meilleur contrôle de la pression des adventices.

Par ailleurs, nous n'avons rencontré aucun agriculteur qui cultivait du Pois en AB et qui aurait été à même de nous expliquer correctement quels leviers pouvaient être actionnés pour améliorer l'itinéraire d'un point de vue économie d'intrants.

- Le travail du sol est donc conservé à l'identique.
- La date de semis est inchangée entre PDT1 EI et PDT1 en raison du fait que ce choix n'est pas celui de l'agriculteur mais celui de l'usine.
- La récolte intervient donc au même moment que PDT1 pour PDT1 EI.
- La fertilisation
  - On fait l'impasse sur le starter en PDT1EI. Le pois est une légumineuse dont les nodosités sont très rapidement efficaces. La fertilisation azotée n'est donc pas utile.

Figure 81 : Itinéraire technique du pois dans les systèmes PDT1 et PDT 1 EI



### Synthèse des avantages agronomiques

Les rotations et inter-cultures utilisées dans le système de production PDT1EI permettent d'accumuler les avantages économiques suivants (Figure 82) :

- Structure du sol :
  - Chanvre et Sarrasin ont un réseau racinaire dense qui favorise la structuration du sol.
  - L'utilisation de couverts en mélange permet le développement à la fois de systèmes racinaires pivotants et fasciculés qui favorisent une bonne structuration du sol.
- Fertilité du sol :
  - L'utilisation en culture ou en inter-culture de plantes qui possèdent une profondeur d'enracinement importante (phacélie, chanvre) permet l'exploration des horizons profonds du sol et la remontée à la surface des éléments minéraux provenant de la lixiviation des ions et de la décomposition de la roche.
  - Certaines légumineuses utilisées en tant que plantes de couverture permettent d'améliorer la teneur en azote du sol et d'en améliorer la fertilité.
  - Les crucifères, notamment utilisées après les PDT, sont d'excellents pièges à nitrate et phosphore.
  - Les plantes de couverture en mélange complexe permettent d'équilibrer le rapport C/N de la biomasse accumulée et d'en faciliter la dégradation.
  - Les plantes de couverture permettent de maximiser l'utilisation des ions et de la lumière à l'échelle de la rotation : une amélioration de la teneur en MO est donc attendue.
  - Une culture comme celle du chanvre permet d'importantes restitutions de MO au sol (les feuilles).
  - Le Sarrasin, polygonacée, a la faculté de mobiliser du phosphore sous différentes formes et de le rendre disponible pour les cultures suivantes.

- Lutte contre les adventices :
  - L'introduction du sarrasin et du chanvre dans la rotation permet une régulation efficace des adventices : ce sont des plantes étouffantes (surtout pour le chanvre). Le sarrasin a des propriétés allélopathiques qui contribuent aussi à réguler la population des adventices.
  - L'utilisation de couverts implantés précocement et qui sont maintenus le plus longtemps possible permet une occupation du sol prolongée, qui est elle aussi bénéfique pour la régulation des adventices.
  - La pratique du faux-semis introduite dans les itinéraires techniques est un moyen de lutte efficace contre les adventices qui permet d'éviter l'utilisation d'herbicides.
  - De la même manière, la pratique du désherbage mécanique (binage, hersage, buttage) permet de réguler la pression des adventices.
  
- État sanitaire :
  - L'introduction d'espèces nouvelles permet de rompre le cycle des maladies et des nuisibles et d'améliorer la gestion de la qualité sanitaire des cultures.
  - L'utilisation de variétés résistantes ou de variétés en mélange permet une meilleure gestion de l'état sanitaire des cultures tout en maintenant le niveau de rendement.

Figure 82 : Bénéfices agronomiques des rotations mises en œuvre dans SP PDT1E1

| Structure du sol   | Fertilité  | Lutte contre les adventices  | Etat sanitaire   |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chanvre et sarrasin : effet positif</li> <li>- Inter-cultures : mélange de racines pivotantes et fasciculées</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profondeur d'enracinement : phacélie, chanvre : horizons profonds</li> <li>- Inter-cultures légumineuses : N</li> <li>- Inter-cultures : crucifères : nitrates; pompage reliquat N et K, notamment après pommes de terre</li> <li>- Inter-cultures : mélange : équilibre C/N, dégradation plus facile</li> <li>- Inter-cultures très couvrantes: maximisation de l'utilisation des ions et de la lumière</li> <li>- Inter-cultures: accroissement du taux de MO</li> <li>- Chanvre : enrichissement du sol en MO avec les feuilles tombées au sol</li> <li>- Sarrasin : permet de rendre disponible du Phosphore</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sarrasin et chanvre : plantes étouffantes</li> <li>- Couverts précoces et longs avec des mélanges : efficaces pour lutte contre les adventices</li> <li>- Sarrasin allélopathique</li> <li>- Faux semis</li> <li>- Désherbage mécanique (maïs)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèces nouvelles : rupture du cycle des maladies et des prédateurs</li> <li>- Variétés résistantes</li> <li>- Variété population : sarrasin ?</li> </ul> |

- Emissions d'azote : le modèle Syst'N permet de comparer (Figure 83) les flux d'azote émis sous forme de nitrate vers les eaux et sous forme gazeuse. Le drainage moyen est de 434 mm/an, sans irrigation (non simulée). La minéralisation basale de la matière organique du sol et des résidus est de 154 kgN/ha/an (PDT1). Les 2 SdC économes en intrants permettent de réduire l'azote lixivié (et les concentrations) de 32 et 29 % respectivement pour les rotations sans ou avec maïs, sans que les pertes gazeuses soient modifiées.

Figure 83 : Quantification des flux d'azote dans les systèmes de cultures des systèmes de production PDT1 et autonomes économes PDT1 EI

|         | Succession                                    | Absorption Couverts | Absorption Cultures principales | Lixiviation N-NO <sub>3</sub> | Volatilisation N-NH <sub>3</sub> | Conc NO <sub>3</sub> |
|---------|---|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|         |   | kgN/ha/an           | kgN/ha/an                       | kgN/ha/an                     | kgN/ha/an                        | mgNO <sub>3</sub> /l |
| PDT1    | (Mout)PdT/Blé/(RGI)PoisP/Blé                  | 53                  | 168                             | <b>61</b>                     | 11                               | <b>63</b>            |
| PDT1_EI | (Mout)PdT/(RGI)Chanvre/Blé/(Mout)PoisP        | 66                  | 146                             | <b>41</b>                     | 11                               | <b>41</b>            |
| PDT1    | (Mout)PdT/Blé/(RGI)PoisP/Blé/(RGI)Maïs        | 44                  | 164                             | <b>72</b>                     | 11                               | <b>72</b>            |
| PDT1_EI | (Mout)PdT/(Mout)Maïs/(RGI)Sar/Blé/(Mout)PoisP | 59                  | 154                             | <b>51</b>                     | 12                               | <b>51</b>            |

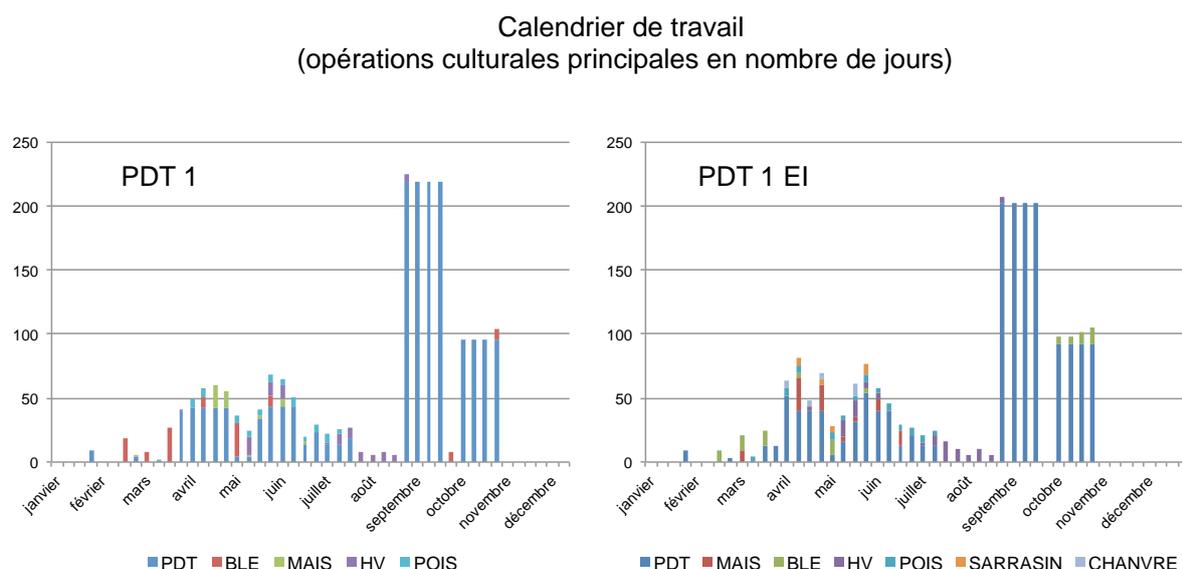
#### *Incidence sur le temps de travail*

Le temps de travail requis dans le système de production économe en intrants a été évalué grâce aux différentes enquêtes réalisées auprès d'agriculteurs engagés dans ces pratiques. Ils ont pu nous indiquer le temps nécessaire au passage des différentes machines, à la réalisation des faux-semis, du hersage, du binage...

La méthode de calcul du temps de travail nécessaire est la même que celle décrite dans le modèle PDT1, ce qui rend la comparaison possible.

La pointe de travail d'avril est un peu augmentée dans le système PDT1 EI, tout comme celle de juin (correspondant à l'opération d'épuration des PdT) (Figure 84). D'une manière générale, on observe une augmentation de la charge de travail au sein du système PDT1 EI par remplissage du calendrier de travail, mais qui ne nécessite a priori pas l'embauche de personnel supplémentaire.

Figure 84 : Comparaison des calendriers de travail des systèmes de production PDT1 et PDT1 EI



### 3.3 Comparaison des résultats économiques des systèmes PDT1 et PDT1 EI

La comparaison des résultats économiques des deux systèmes de production décrits ci-dessus est effectuée en deux étapes :

- comparaison de la valeur ajoutée brute par hectare par culture entre les systèmes de production (Figure 86)
- comparaison de la valeur ajoutée nette par actif et du revenu agricole par actif familial entre les deux systèmes (Figure 87)

Nous avons réalisé un test de sensibilité à la variation des prix agricoles en retenant deux hypothèses (Figure 85):

- prix moyens, qui reflètent les prix des 5 dernières années
- évolution défavorable des prix agricoles par rapport à celui des intrants : diminution du prix de la pomme de terre, du blé et du maïs et augmentation du prix des engrais.

Figure 85 : Hypothèses de prix retenues pour les calculs économiques

| <b><u>Hypothèses de prix</u></b> | <b>Prix moyens retenus (€/t)</b> | <b>Prix défavorables testés (€/t)</b> |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Pomme de terre plant</b>      | 230                              | 190                                   |
| <b>Blé tendre</b>                | 145                              | 130                                   |
| <b>Maïs</b>                      | 130                              | 120                                   |
| <b>Haricots verts</b>            | 260                              | <i>idem</i>                           |

|                                |           |             |
|--------------------------------|-----------|-------------|
| <b>Pois</b>                    | 300       | <i>idem</i> |
| <b>Sarrasin</b>                | 500       | <i>idem</i> |
| <b>Chanvre graine / paille</b> | 650 / 130 | <i>Idem</i> |
| <b>Ammonitrate 33</b>          | 250       | 300         |

Figure 86 : Valeur ajoutée brute par ha (€/ha) et par culture pour chaque système de production (prix moyens ; sans/avec coût du couvert en interculture)

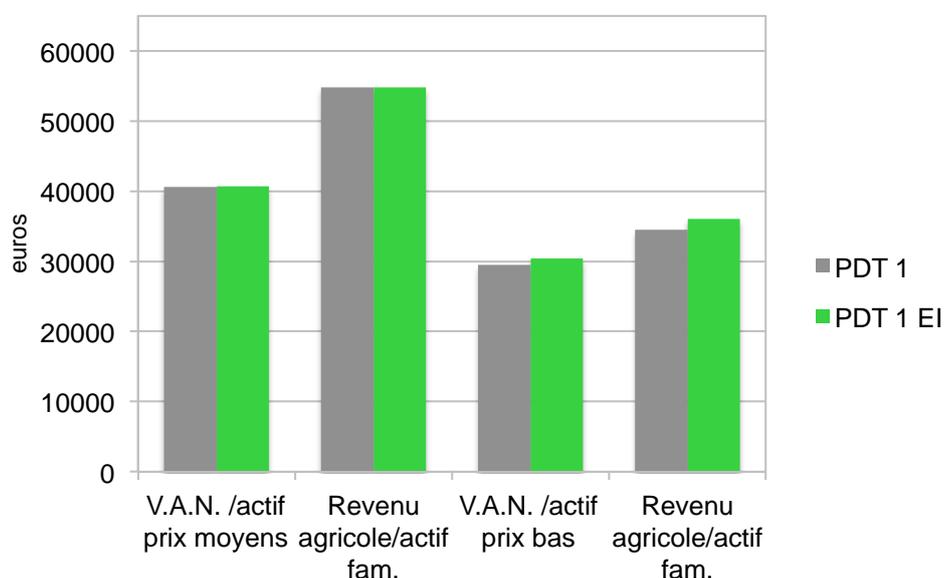
|                | PDT 1 | PDT1 EI |
|----------------|-------|---------|
| Pomme de terre | 5325  | 5550    |
| Chanvre        |       | 795     |
| Sarrasin       |       | 570     |
| Blé            | 825   | 850     |
| Maïs           | 365   | 475     |
| Haricot vert   | 2160  | 2265    |
| Pois           | 1475  | 1520    |

Le blé a été partiellement remplacé par du sarrasin et du chanvre, qui dégagent une VAB/ha inférieure à celle du blé : en prix moyens, 570 €/ha pour le sarrasin, 795 €/ha pour le chanvre et 825 €/ha pour le blé. Mais au total, les économies d'intrants réalisées sur les cultures de pomme de terre, blé, maïs et légumes permises par l'allongement des rotations et la complexification des couverts ouvrent la voie à un accroissement de la VAB/ha qui vient compenser la moindre VAB/ha des nouvelles cultures introduites. Et ce avec un coût des couverts légèrement supérieur, de l'ordre de 65 €/ha contre 45 €/ha en moyenne.

Ces résultats économiques montrent bien que le raisonnement pour le choix de la rotation doit s'effectuer à l'échelle de l'ensemble du système de culture, couverts en inter-culture compris, en tenant compte des bénéfices des effets précédents, et non pas à l'échelle d'une seule culture.

Pour des prix moyens, la VAB/ha des cultures (pomme de terre, blé, maïs, haricot vert, pois) est légèrement supérieure dans le système PDT1 EI grâce aux économies d'intrants (Figure 87). Ce calcul n'inclue toutefois pas les effets à long terme de la pratique des couverts sur la structure du sol, le taux de matière organique ou la pression des adventices qui seront à l'origine d'économies supplémentaires à l'avenir, comme le montre la bibliographie plus large sur l'agriculture de conservation.

Figure 87 : Comparaison de la VA/actif et du Revenu agricole/actif familial pour les deux systèmes de production PDT 1 et PDT 1 EI, avec les deux hypothèses de prix moyens et de prix bas



Le calcul de la valeur ajoutée pour l'ensemble du système de production montre que dans l'hypothèse de prix moyens les résultats économiques sont équivalents entre PDT1 et PDT1EI. La VAN/actif s'élève à un peu plus de 40 000€ et le RB/actif familial à un peu moins de 55 000€.

La transition vers des systèmes économes en intrants, sous les hypothèses décrites précédemment, permet donc de maintenir le niveau de création de richesse par actif mesurée par la VA/actif et le revenu des agriculteurs.

Dans le cas d'une évolution défavorable des prix agricoles par rapport à ceux des moyens de production (baisse des prix agricoles et maintien à l'identique du prix des moyens de production) la valeur ajoutée par actif et le revenu par actif familial évoluent légèrement en faveur du système PDT1EI :

- VAN/actif
  - PDT1 : 29 500€
  - PDT1 EI : 30 400€
- Revenu agricole/actif familial
  - PDT1 : 34 500€
  - PDT1 EI : 36 100€

### 3.4 Le système de production PDT2 (100 à 130 ha, arracheuse 2 rangs)

#### Description du système

Le système de production PDT2 est très proche du système PDT1 du point de vue de son fonctionnement technique (Figure 88). Il se distingue principalement du système de production PDT 1 par la taille des exploitations agricoles, le nombre d'actifs familiaux (2) et leur équipement de capacité bien supérieure qui les conduit à prendre des surfaces de terre en location annuelle auprès d'autres agriculteurs pour y cultiver de la pomme de terre. Ces

terres sont difficiles à trouver et se louent à un prix moyen de 800 à 1 000 €/ha pour la pomme de terre plant. Ce prix est moins élevé que pour la pomme de terre de consommation, plus exigeante du point de vue de la rotation, puisque aucune tache sur la pomme de terre n'est acceptée : l'intervalle entre deux cultures successives de pomme de terre destinée à la consommation doit être de 6 à 8 années, contre 4 à 5 ans pour la pomme de terre plant et le prix de location annuelle pour la pomme de terre consommation grimpe aux alentours de 1 800 €/ha.

Le système PDT2 est un système de production mis en œuvre par des exploitations de 100 à 130 ha, équipées d'un matériel plus puissant et, pour la culture de pomme de terre, d'une arracheuse 2 rangs adaptée à 3 rangs, qui leur permet de gérer 3 rangs de pomme de terre sur un seul billon.

Nous avons vu que les producteurs cherchent à produire des pommes de terre de calibre moyen (de 25 à 55mm de petite section), certains pays demandant même un calibre encore plus petit. Par conséquent, l'objectif de l'agriculteur n'est pas tant l'obtention d'un rendement brut très important avec la production de gros tubercules mais plutôt un rendement le plus élevé possible tout en conservant des calibres moyens.

Pour parvenir à cet objectif, les PdT destinées à la production de plant sont plantées densément afin d'induire une compétition entre les pieds et les tubercules et favoriser la production d'un nombre important de tubercules de plus petite taille. La culture sur billon permet de renforcer encore cette compétition : 3 rangs de pommes de terre peuvent ainsi être mis en place sur un billon d'1m80 de large, opération qui peut être réalisée à la condition d'être équipé d'un matériel de plantation et d'arrachage adapté, notamment d'une arracheuse 2 rangs. Cela permet d'augmenter la densité de plantation à 70-80 000 pieds/ha. Cette densité plus élevée permet de réduire l'évapotranspiration des plantes et le dessèchement de la terre et d'obtenir une meilleure homogénéité des calibres.

Les exploitations qui mettent en œuvre ce système de production ont une SAU comprise entre 100 et 130ha. Nous prenons en exemple ce système de production mis en œuvre sur **une exploitation de 120 ha.**

La rotation est une rotation sur 5 ans identique à celle du système PDT1:

**PDT // B // LEG // B // M** (sur 120 ha)

- 10 ha sont réalisés en échange de terres, de telle sorte que l'exploitant cultive de la pomme de terre ailleurs, tandis qu'on cultive chez lui le maïs : il y a donc pour le calcul du produit brut, 10 ha de pommes de terre supplémentaires et 10 ha de Maïs en moins pour une rotation qui demeure inchangée.
- 25 ha de terres supplémentaires sont loués à l'année, avec un bail précaire, pour faire exclusivement de la PDT
- Soit un total de **59 ha de PDT** pour une exploitation qui compte 120 ha auxquels vient s'ajouter une surface de 25 ha louée à l'année, exclusivement cultivée en pomme de terre et qui n'entre pas dans la rotation.

Les itinéraires techniques de culture sont les mêmes que dans le système de production PDT1, sauf pour la pomme de terre qui est cultivée en billons, avec 3 rangs de pomme de terre par billon. Cela permet d'obtenir un rendement plus élevé qu'avec la culture sur buttes pratiquée dans le système de production PDT1. Le rendement moyen s'établit ainsi à 47t de rendement brut à l'ha (pertes et hors calibre inclus) qui se répartissent de la manière suivante :

- 42 t/ha de plants
- 7 t/ha hors calibre, dont 4,7 destiné à la vente et 2,3 à la plantation
- 5 t/ha de grenaille et déchets.

Pour prendre en charge cette superficie plus étendue et un rendement plus élevé, les installations de traitement de la récolte sont également de plus grande capacité :

- La calibreuse peut traiter jusqu'à 60 t/h
- les frigos sont plus volumineux (environ 1 500t)

Le parc de matériel est aussi adapté (tracteurs plus puissants, équipements de plus grande capacité de travail pour aller plus vite...).

Malgré l'augmentation considérable des moyens matériels déployés pour la production de pommes de terre, un actif supplémentaire par rapport à PDT1 est nécessaire pour faire fonctionner le système de production : l'exploitation compte donc 2 actifs familiaux et un salarié permanent, auxquels viennent s'ajouter des saisonniers pour la récolte et le traitement des pommes de terre, équivalents à 0,6 actif au total.

Figure 88 : Schéma descriptif du système de production PDT2

## SYSTÈME PDT2

### Gamme de surface

100 à 130 ha en propre  
 8% ha échange de terres (PDT contre maïs)  
 + 20% location annuelle de terres  
 100 % irrigable

### Nombre d'actifs

2 actifs familiaux  
 1 salarié TP  
 0,6 UTH saisonniers

### Équipement

4 tracteurs (jusqu'à 185 cv)  
 Arracheuse 2 rangs adaptée 3 rangs  
 Calibreuse (60t/h)  
 Frigo (1 500t)

### Rotation

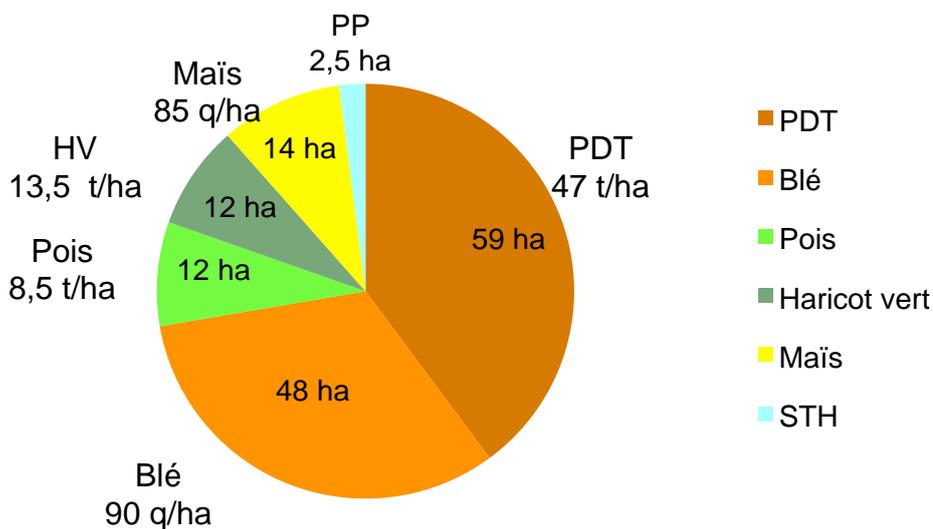
PDT // B // HV ou P // B // M

### Assolement

Pour 120 ha :

- 10 ha d'échange de PDT : au sein de la rotation = 48 ha de Blé ; 12 ha de Pois ; 12 ha de Haricot vert ;  $24+10 = 34$  ha de PDT ;  $24-10 = 14$  ha de maïs
- + 25 ha de PDT en location annuelle = 59 ha de PDT au total

### Assolement pour 148 ha



### 3.5 Le système de production économe en intrants PDT2 EI

#### *Assolement et rotation*

Pour ce système de production, la même logique de fonctionnement a été adoptée : conserver les surfaces en PDT et légumes, introduire le chanvre et le sarrasin dans la rotation, développer des couverts complexes en inter-culture (Figure 89).

La rotation est, comme pour PDT1 EI :

**PDT // M // Ch ou Sar // B // LEG**

Avec les mêmes couverts en inter-culture.

#### *Nombre d'actifs*

Le calendrier de travail incluant les nouvelles cultures et inter-cultures et l'adaptation des itinéraires techniques des cultures permet ici comme pour PDT1 EI par rapport à PDT1 de conserver le même nombre d'actifs que dans PDT2 soit :

- 2 actifs familiaux
- 1 salarié à temps plein
- 0,6 UTH saisonniers

#### *Niveau d'équipement*

L'équipement est exactement le même que PDT2. Vient cependant s'ajouter, comme pour PDT1 EI, une herse étrille (6 m), une bineuse (6 rangs) et une butteuse (4 rangs). Ce matériel supplémentaire est indispensable pour l'adaptation des itinéraires techniques, travail du sol (faux-semis notamment) et désherbage mécanique des cultures.

Figure 89 : Schéma descriptif du système de production PDT2 EI

## SYSTÈME PDT2 EI

### Gamme de surface

- 100 à 130 ha en propre
- 8% ha échange de terres (PDT contre maïs)
- + 20% location annuelle de terres
- 100 % irrigable

### Nombre d'actifs

- 2 actifs familiaux
- 1 salarié TP
- 0,6 UTH saisonniers

### Équipement

- 4 tracteurs (jusqu'à 185 cv)
- Arracheuse 2 rangs adaptée 3 rangs
- Calibreuse (60t/h)
- Frigo (1 500t)

### Rotations

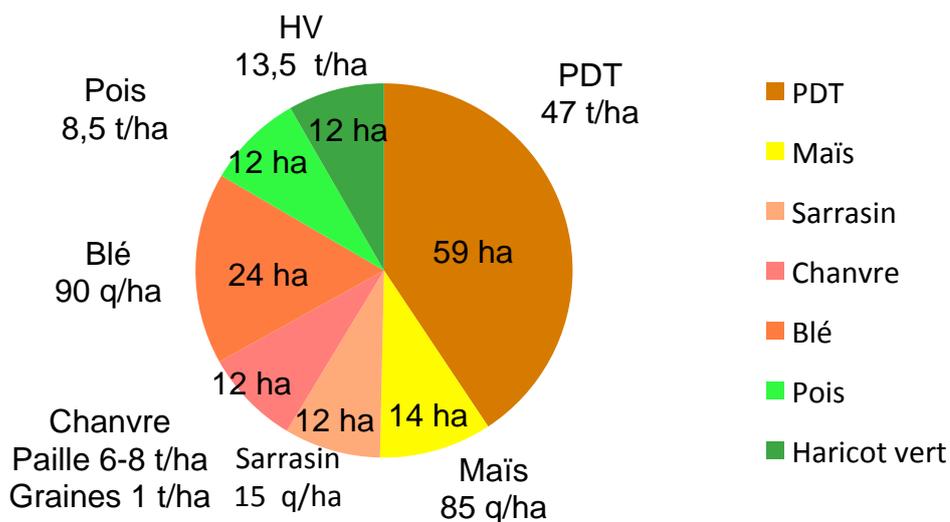
PDT // M // Chanvre ou Sarrasin // B // HV ou Pois

### Assolement

Pour 120 ha :

- 10 ha d'échange de PDT : au sein de la rotation = 24 ha de Blé ; 12 ha de Pois ; 12 ha de Haricot vert ; 24+10 = 34 ha de PDT ; 24-10 = 14 ha de maïs ; 12 ha de chanvre ; 12 ha de sarrasin
- + 25 ha de PDT en location annuelle = 59 ha de PDT au total

### Assolement pour 148 ha



### 3.6 Comparaison des résultats économiques des systèmes PDT2 et PDT2 EI

La comparaison des résultats économiques (Figure 2) des deux systèmes de production PDT2 et PDT2 EI est effectuée en deux étapes :

- comparaison de la valeur ajoutée brute par hectare par culture entre les systèmes de production (Figure 91)
- comparaison de la valeur ajoutée nette par actif et du revenu agricole par actif familial entre les deux systèmes (Figure 92).

Nous avons réalisé un test de sensibilité à la variation des prix agricoles en retenant deux hypothèses (Figure 90) :

- prix moyens
- prix défavorables

Figure 90 : Hypothèses de prix retenues pour les calculs économiques

| <b><i>Hypothèses de prix</i></b> | <b>Prix moyens retenus (€/t)</b> | <b>Prix défavorables testés (€/t)</b> |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Pomme de terre plant</b>      | 230                              | 190                                   |
| <b>Blé tendre</b>                | 145                              | 130                                   |
| <b>Maïs</b>                      | 130                              | 120                                   |
| <b>Haricots verts</b>            | 260                              | 260                                   |
| <b>Pois</b>                      | 300                              | 300                                   |
| <b>Sarrasin</b>                  | 500                              | idem                                  |
| <b>Chanvre graine / paille</b>   | 650 / 130                        | idem                                  |

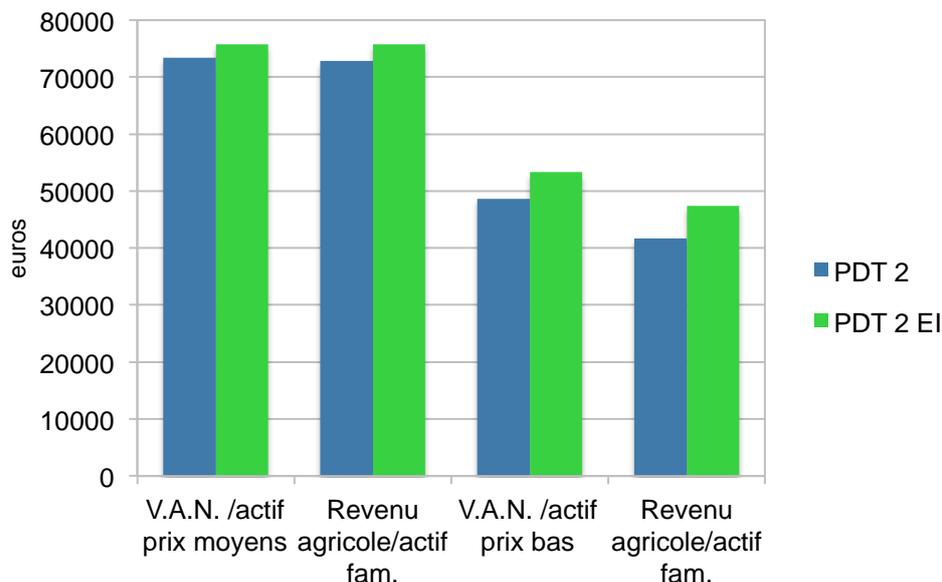
En ce qui concerne la VAB/ha des cultures, les résultats sont similaires à ceux de PDT1 puisque les systèmes de culture sont comparables, sauf pour la pomme de terre qui est cultivée sur billons à une densité plus forte et qui obtient des rendements plus élevés.

Pour des prix moyens, la VAB/ha des cultures (pomme de terre, blé, maïs, haricot vert, pois) est légèrement supérieure dans le système PDT1 EI grâce aux économies d'intrants (Figure 91). En imputant à la culture le coût du couvert végétal qui la précède, les résultats sont très proches entre les deux systèmes. Ce calcul n'inclue toutefois pas les effets à long terme de la pratique des couverts sur la structure du sol, le taux de matière organique ou la pression des adventices qui seront à l'origine d'économies supplémentaires à l'avenir, comme le montre la bibliographie plus large sur l'agriculture de conservation.

Figure 91 : Valeur ajoutée brute par ha (€/ha) et par culture pour chaque système de production (prix moyens ; sans/avec coût du couvert en interculture)

|                       | PDT 2 | PDT2 EI |
|-----------------------|-------|---------|
| <b>Pomme de terre</b> | 5 330 | 5 420   |
| <b>Chanvre</b>        |       | 795     |
| <b>Sarrasin</b>       |       | 550     |
| <b>Blé</b>            | 870   | 900     |
| <b>Maïs</b>           | 360   | 440     |
| <b>Haricot vert</b>   | 2 160 | 2 220   |
| <b>Pois</b>           | 1 480 | 1 530   |

Figure 92 : Comparaison de la VA/actif et du Revenu agricole/actif familial pour les deux systèmes de production PDT 2 et PDT 2 EI, avec les deux hypothèses de prix moyens et de prix bas



Le calcul de la valeur ajoutée pour l'ensemble du système de production montre que dans l'hypothèse de prix moyens, les résultats économiques sont équivalents entre PDT2 et PDT2EI, et même légèrement supérieurs pour ce dernier.

La transition vers des systèmes économes en intrants, sous les hypothèses décrites précédemment, permet donc de maintenir et même de légèrement accroître le niveau de création de richesse par actif mesurée par la VA/actif et le revenu des agriculteurs.

Dans le cas d'une évolution défavorable des prix agricoles par rapport à ceux des moyens de production (baisse des prix agricoles et maintien à l'identique du prix des moyens de production) l'écart au niveau de la valeur ajoutée par actif et du revenu par actif familial se creuse légèrement en faveur du système PDT1EI.

Au total, le passage à un système économe en intrants permet d'accroître légèrement les performances économiques, tout en réduisant l'impact environnemental des systèmes de production. Ce calcul ne prend pas en compte les effets à long terme de modification des rotations et des couverts, notamment au niveau de l'accroissement du taux de matière organique du sol que permettent ces derniers.

### 3.7 Quelles conditions pour le développement de ces systèmes? Les débouchés du sarrasin, du chanvre et des légumes

#### 3.7.1 Le sarrasin

L'idée de l'introduction du sarrasin dans les rotations part du constat que la Bretagne est un bassin historique de production et de consommation. Aujourd'hui encore la consommation moyenne par habitant est plus de trois fois plus élevée en Bretagne que dans l'ensemble de la France. Alors que le sarrasin a longtemps été une culture vivrière importante en Bretagne, celle-ci importe aujourd'hui 70 à 80% du sarrasin qu'elle consomme (VivaTerr<sup>4</sup>). À l'échelle nationale, c'est environ la moitié du sarrasin qui est importée de l'étranger (FranceAgriMer et Douanes françaises). Le sarrasin est importé depuis la Chine, le Canada ou les pays de l'Est (Pologne, Lituanie). Or la production dans la plupart de ces pays n'est pas soumise aux mêmes normes que la production française (interdiction d'utiliser un défoliant, détection de présence de datura, de métaux lourds). La concurrence vient aussi du Bassin Parisien où le sarrasin est mis en place en inter-cultures et récolté si les températures permettent sa fructification. Cela peut suivant les années concerner des surfaces importantes dans le Bassin Parisien et ce statut de culture potentiellement dérobée permet au sarrasin français d'être commercialisé à très bas prix. Il y a néanmoins un véritable intérêt à relocaliser la production de sarrasin en Bretagne en s'appuyant sur le débouché privilégié qu'offre le tourisme, cette culture présentant, nous l'avons vu, un grand intérêt sur le plan agronomique.

La filière IGP Blé Noir Tradition Bretagne a été créée en 2010, avec des prix élevés (750 €/t et 850 €/t pour le bio, contre 400 €/t pour le sarrasin non IGP) qui rendent difficile l'écoulement de la production. Une autre initiative dans les Côtes d'Armor semble rencontrer un plus grand succès, le projet Blé Noir de Vivaterr Rance-Emeraude. Ce projet initié en 2015 vise à mettre en place sur le territoire du futur Parc Naturel Régional Rance - Côte d'Emeraude des circuits "efficaces", qui ont "pour objectif une relation quadripartite « gagnant-gagnant-gagnant-gagnant » pour le producteur, le transformateur, le consommateur et le territoire"<sup>5</sup>. Ce projet est basé sur l'établissement de contrats de production entre les producteurs et une entreprise artisanale locale qui fabrique des galettes et des biscuits : ces contrats reposent sur un prix fixé avant la mise en place de la culture (470 €/t en 2018), qui tient compte des coûts de production des agriculteurs et du prix sur le marché. Le prix fixé est supérieur au blé noir français mais reste inférieur à celui de l'IGP et les débouchés sont assurés pour les producteurs. Il s'agit d'un projet de territoire récent, qui connaît un développement rapide. Cette démarche a été présentée lors d'une réunion du comité local et a rencontré un grand intérêt de la part des agriculteurs comme de celui de la présidence et de la direction du syndicat du Blavet. Des pistes pourraient être recherchées dans le territoire du Blavet pour développer une culture qui présente des intérêts agronomiques forts et articuler écologie et développement local.

<sup>4</sup> <http://www.vivaterr.bzh/rance-emeraude/la-demarche-vivaterr/>

<sup>5</sup> *ibid*

### 3.7.2 Le chanvre

Les débouchés existent au niveau de l'entreprise AgroChanvre, spécialisée dans la trituration de la paille de chanvre, la production de fibres courtes et le commerce de la graine. Ici aussi, l'engagement est formalisé sous forme de contrat, avec des prix fixés. Une enquête a été réalisée auprès d'AgroChanvre, qui a permis de discuter des perspectives d'évolution de son activité et des débouchés pour le chanvre, et auprès d'agriculteurs qui livrent à cette entreprise.

Comme nous l'avons vu, pour que cette culture soit économiquement intéressante en agriculture conventionnelle, il faut valoriser la graine et la paille. La récolte de la graine peut s'effectuer avec une moissonneuse-batteuse, en protégeant les roulements et les roues grâce à la pose d'une bâche sous la machine et en réglant la hauteur de coupe à un niveau élevé, 50 à 60 cm au-dessous de la tête du chanvre. Il peut s'avérer parfois difficile de trouver un entrepreneur pour réaliser la récolte car celle-ci entre en concurrence dans le calendrier de travail avec celle du maïs et qu'il s'agit d'une récolte salissante pour la machine, qui nécessite ensuite un travail de nettoyage important. La graine ou chènevis, doit être ventilée et séchée très rapidement après la récolte pour conserver sa qualité (1 h maximum). Il est donc nécessaire de s'équiper pour effectuer le séchage. Ces difficultés ont été levées dans le département de la Manche, avec des investissements qui demeurent limités et en s'organisant pour travailler en commun. Le recours à la location d'un caisson-séchoir étant beaucoup trop cher, certains agriculteurs ont adaptés des remorques monocoques à double fond d'un système de trémie et de ventilation au-dessous pour un montant de 11 000€, qui permet de sécher 7 à 8 ha de chanvre, mais aussi d'autres graines (sarrasin par exemple). D'autres se sont regroupés pour investir en commun dans des installations plus performantes qui permettent un séchage plus rapide.

La récolte de la paille nécessite le recours à une faucheuse ou faucheuse-conditionneuse à double section, cette dernière permettant un séchage plus rapide de la paille. Après un séchage d'une dizaine de jours au sol la paille peut être pressée et mise en balles. Il est difficile de trouver un entrepreneur qui accepte d'intervenir avec une presse à balles rondes pour faire ce travail : la paille est longue et résistante, il y a des risques d'abîmer la machine. Il est également nécessaire d'utiliser de la ficelle en sisal et non en plastique pour que la paille puisse servir à la fabrication de papier, or le diamètre de la ficelle en sisal est trop grand pour certains modèles de presse à balles rondes. Les agriculteurs de la Manche qui livrent à Agrochanvre ont réussi à s'organiser, en s'équipant en CUMA ou en travaillant avec des entrepreneurs, dans les deux cas un nombre suffisant de producteurs étant nécessaire pour que ce soit possible (au moins 2 ou 3).

Les débouchés d'Agrochanvre ont fortement évolué au cours de ces dernières années, avec la recherche d'une meilleure valorisation des produits du chanvre.

Pour la **graine**, les débouchés en conventionnel sont plus difficiles à trouver qu'en bio. L'entreprise a recours à des courtiers et les prix de marché sont très variables. Un prix de 1 000€/t est rémunérateur (le prix est de 2 000 € en bio) ; à 600 ou 700 €/t, la vente de graine n'est plus intéressante sur le plan économique.

La **paille** donne 3 produits aux utilisations différentes : les fibres (à la périphérie de la tige, 32% de la paille), la chènevotte (cœur de la tige, 50 à 55% de la paille) et les poussières (part variable selon le stade de récolte et les conditions de séchage au sol, en moyenne 15% de la paille). Alors que le débouché principal était le papier pour la fibre et le paillage végétal et animal pour la chènevotte, de nouveaux débouchés plus rémunérateurs sont en développement depuis quelques années, largement impulsés par la politique de

diversification et de valorisation des produits mise en œuvre par l'entreprise. Il s'agit tout d'abord l'éco-construction, avec pour les fibres, la production de bottes de 200 kg, d'une dimension de 0,80 à 1,20 x 1,20 utilisables directement pour la construction, et, pour la chènevotte, la fabrication de béton de chaux-chanvre, de rouleaux de laine de chanvre pour l'isolation ou d'enduits de finition à base de chènevotte broyée et de chaux. Enfin, depuis très récemment, la plasturgie connaît des débuts prometteurs. Ce débouché en est au stade de la recherche-développement et l'entreprise, qui soutient la recherche sur la mise au point de procédés industriels, en attend une très forte expansion, notamment avec la fabrication de plastiques bio-sourcés à base de chènevotte. Ce développement permettra de poursuivre l'amélioration de la valorisation de la paille de chanvre.

Actuellement les débouchés et leur niveau de valorisation sont les suivants :

- Fibre :
  - Plasturgie : 15%, à 650-700 \$/t
  - Éco-construction : 20% ; essentiellement en circuit court, à 550-580 \$/t
  - Papier : 60%, à 400€/t
  
- Chènevotte:
  - Paillage animal et végétal : 100% il y a 5 ou 6 ans, 50% aujourd'hui ; 250€/t
  - Éco-construction : 35-40% ; 350€/t
  - Plasturgie : très prometteur
  
- Poussières (15% de la paille) : 70€/t
  - Élevage
  - Méthaniseurs

L'entreprise établit un contrat avec les agriculteurs, qui porte sur la surface et sur le prix. Le développement de nouveaux débouchés, plus rémunérateurs mais plus exigeants sur le plan de la qualité a conduit l'entreprise à établir très récemment un cahier des charges qui permet de rémunérer la qualité de la chènevotte : +5 €/t pour l'éco-construction; - 5€/t pour paillage; -30€/t si elle n'est pas valorisable. Actuellement l'entreprise collecte du chanvre auprès de 85 agriculteurs sur 900 ha, à 50% en bio. Son rayon de collecte est de 150 km, ce qui lui permet de recouvrir une diversité pédoclimatique lui assurant une plus grande régularité de son approvisionnement. Elle collecte jusqu'au centre de la Bretagne : la production de chanvre du Blavet pourrait donc trouver un débouché auprès d'AgroChanvre qui prévoit un essor de la demande dans les secteurs de l'éco-construction et de la plasturgie. La région Bretagne, qui poursuit des objectifs de transition écologique, qui repose notamment sur les économies d'énergie basées sur l'amélioration de l'isolation des bâtiments et le développement d'une économie basée sur un approvisionnement local, pourrait avoir tout intérêt à soutenir le développement de cette filière qui présente également un grand intérêt sur le plan agronomique.

La possibilité d'introduire le chanvre dans les rotations avec un résultat économique intéressant a été discutée lors d'une réunion du comité de pilotage local en mars 2018 et a beaucoup intéressé les agriculteurs, et ce d'autant plus que la région abrite à Baud une entreprise de fabrication de matériaux de construction, Béton chanvre, qui utilise des fibres de chanvre. La possibilité de mettre en place une démarche de territoire a également été évoquée.

### 3.7.3 *Les légumes*

L'introduction de cultures à bas intrants et le développement de couverts complexes dans les rotations permettent un moindre recours aux engrais et aux produits phytosanitaires. La mise en œuvre d'itinéraires techniques économes en intrants, notamment en produits phytosanitaires pour la production de légumes est en phase avec les objectifs des conserveries qui cherchent de plus en plus, face à l'interdiction d'un nombre croissant de produits phytosanitaires et à la demande du consommateur, à produire des légumes avec le moins d'intrants possible.

## Conclusion : des systèmes économes en intrants intéressants sur le plan économique, social et environnemental

Cette étude a permis de comprendre quelle a été l'évolution des systèmes de production dans la petite région du Blavet morbihannais et d'étudier leur fonctionnement actuel. Elle a aussi permis de montrer qu'il existe dans la région des exploitations agricoles qui mettent en œuvre des systèmes de production économes en intrants, voire aussi en équipements, en s'appuyant pour cela sur les régulations biologiques plutôt que sur le recours systématique aux intrants de synthèse, s'inscrivant ainsi dans l'agro-écologie. Nos travaux montrent que ces systèmes, adaptés aux conditions pédoclimatiques de la région, permettent de dégager des revenus intéressants.

En élevage bovin laitier, les simulations faites pour la période 2015-2029 indiquent en effet que ces systèmes sont dans l'ensemble économiquement intéressants pour les agriculteurs : le niveau de revenu agricole par actif dégagé par les systèmes herbagers est comparable à celui qui a été calculé pour les situations témoins (qui prévaudraient sans ce passage en système herbager économe) mais avec, contrairement à ces dernières, un agrandissement nul ou faible des exploitations. Le passage en système herbager économe contribue ainsi au maintien (voire à la création) d'emplois agricoles, tout en conservant, dans la majorité des cas évalués, les mêmes débouchés en agriculture conventionnelle. En système herbager, les agriculteurs bénéficient en outre d'un moindre risque d'endettement grâce à des immobilisations de capital fixe inférieures, d'une sensibilité plus réduite à l'évolution tendancielle défavorable des prix compte-tenu du poids moins important des consommations intermédiaires, et d'une moindre dépendance du revenu agricole aux aides de la PAC.

Notre étude a également permis de montrer que le passage en système herbager est très favorable pour l'économie bretonne, en permettant le maintien de deux fois plus d'emplois agricoles par hectare sur la période considérée (2015-2029) et une création de richesse (directe et indirecte) sensiblement supérieure. Ils rejoignent ainsi des résultats enregistrés dans d'autres régions du Grand Ouest pour des périodes antérieures (1990-2009) (Garambois, 2011 ; Garambois et Devienne, 2010).

En grande culture avec pomme de terre plant, les revenus agricoles enregistrés sont équivalents à ceux des autres exploitations de la région qui ne s'inscrivent pas dans cette démarche « économe ». L'évaluation économique du point de vue de la collectivité, en prenant en compte les effets directs du passage à ces systèmes économes en intrants, mais aussi les effets indirects amont et aval, n'a pas pu être réalisée, car ces systèmes reposent sur l'introduction de nouvelles cultures (sarrasin, chanvre) dont les débouchés ne sont pour l'instant pas assez stabilisés. Les nouvelles cultures introduites offrent néanmoins à l'échelle de l'économie régionale des perspectives intéressantes de création de richesse et d'emplois en aval.

Ces travaux montrent enfin que le développement de ces systèmes de production économes est également intéressant sur le plan environnemental : l'augmentation de la place des prairies et de leur durée, la diversification et l'allongement des rotations et l'augmentation de la complexité et de la durée des couverts en interculture permettent en effet d'améliorer les performances sur le plan de l'azote et de la fixation de carbone, d'accroître la matière organique des sols, de diminuer la consommation de produits phytosanitaires et d'herbicides et, partant, de contribuer à la préservation de la biodiversité.

Ces résultats témoignent donc de l'intérêt, pour le Blavet morbihannais et la région Bretagne, de soutenir le développement de ces systèmes de production économes, qui permettraient de préserver l'activité des exploitations les plus fragiles et d'accéder à une plus grande résilience des revenus agricoles. Dès lors, comment accompagner la transition vers de tels systèmes de production ?

Nos travaux montrent que des référentiels techniques pour ces systèmes relevant de l'agro-écologie existent bel et bien dans la région, ce qui peut faciliter la transition des systèmes de production existants. En élevage bovin laitier, ils ont été mis au point et éprouvés par plusieurs éleveurs. La transition vers des systèmes reposant beaucoup plus largement sur le pâturage de prairies temporaires d'association graminées-légumineuses et sur des techniques de conduite des animaux au pâturage tournant, suppose néanmoins pour les agriculteurs concernés d'acquérir de nouveaux savoir-faire et d'adopter, tout en l'adaptant à leur situation propre, le référentiel technique local que des agriculteurs du Blavet morbihannais ont déjà élaboré, ce que permettrait sa plus large diffusion. Elles supposent également pour les agriculteurs candidats de disposer d'un parcellaire suffisamment groupé, ce qu'un appui ciblé des pouvoirs publics pourrait grandement favoriser.

En grande culture, ils pourraient être encore affinés, l'étude des couverts en interculture et de leur impact n'en étant qu'à ses débuts, et des améliorations pourraient encore être apportées au niveau des itinéraires techniques, du matériel génétique ou de l'aménagement des écosystèmes, par exemple en s'appuyant sur les haies, abris potentiels d'insectes auxiliaires de culture.

La diffusion des résultats de l'étude peut contribuer à faire la démonstration de la faisabilité technique de ces systèmes et de leur intérêt économique pour les agriculteurs. Au-delà de ces résultats, l'expérience montre que le passage à ces systèmes nécessite une phase de transition, qui est grandement facilitée par une démarche de groupe, comme l'illustrent l'expérience des CETA des années 1950-60 dans le cadre desquels ont été expérimentées les prairies temporaires d'association, ou encore celle des groupes Civam locaux créés à l'initiative d'agriculteurs dans de nombreuses petites régions du Grand Ouest. Les GIEE pourraient être un cadre adapté pour faciliter la transition vers ces systèmes, qui fonctionnerait d'autant mieux que les agriculteurs déjà engagés dans cette voie s'y impliqueraient. La transition pourrait également être soutenue économiquement par des aides dans le cadre de MAE systémiques.

Un certain nombre de blocages restent à lever afin de faciliter l'adoption de ces systèmes :

- au niveau du parcellaire, pour faciliter la conduite la plus large possible des animaux au pâturage, notamment par le regroupement des parcelles à proximité des bâtiments d'élevage. A défaut, l'adoption d'un équipement adapté, comme une salle de traite ambulante, tel qu'ont pu le faire des éleveurs qui utilisent des ressources pâturables dispersées dans l'espace (planèze du Cantal, Beaufortain par exemple) pourrait aussi être envisagé ;
- en matière d'équipement en grande cultures, par exemple pour le chanvre : matériel de récolte, de séchage, complété d'un appui technique et/ou économique ;
- en ce qui concerne le matériel génétique, notamment pour le sarrasin.

En grandes cultures, le passage à des systèmes économes en intrants repose sur l'introduction de cultures encore peu présentes dans les rotations, dont le développement pourrait être grandement facilité par un appui apporté au développement de l'aval de la filière :

- le chanvre, pour lequel un débouché existe mais avec une valorisation qui pourrait être améliorée grâce à la poursuite de la recherche-développement sur les procédés

industriels de fabrication de plastiques biosourcés à partir de fibre et de chènevotte de chanvre. Le développement de la culture du chanvre s'inscrirait particulièrement bien dans le cadre du Plan Bâtiment Durable Breton (PBDB). Celui-ci vise en effet à s'appuyer sur la transition écologique et énergétique pour relancer l'activité économique bretonne, notamment en développant l'utilisation de matériaux biosourcés et présents à proximité afin de favoriser l'emploi local (4ème chantier prioritaire du PBDB).

- le sarrasin, pour lequel un débouché local pourrait être créé, avec l'établissement de contrats avec des entreprises locales de transformation. Il serait intéressant à cet égard de s'inspirer de la démarche conduite dans le pays d'Emeraude (Côtes d'Armor), qui s'efforce de mettre en relation les agriculteurs et certains transformateurs locaux, en mettant en avant les impacts environnementaux positifs du développement d'une culture à bas intrants dans les rotations des agriculteurs et d'un approvisionnement local pour tirer parti d'une demande locale forte, que vient soutenir l'activité touristique.

La transition vers des systèmes agro-écologiques pourrait ainsi être facilitée par la construction d'un projet de territoire, qui engloberait tout à la fois un soutien apporté à des groupes d'agriculteurs en transition, des aides pour certains équipements spécifiques, un appui aux échanges parcellaires et, en grandes cultures, le développement de filières aval permettant de sécuriser les débouchés pour les agriculteurs avec des contrats de production. Ce projet ouvrirait la voie à un développement durable, intéressant pour la préservation de la valeur ajoutée et de l'emploi comme de celle des ressources de l'agro-écosystème. Un tel projet pourrait être soutenu par différents acteurs, comme le syndicat du Blavet ou la Région Bretagne.

## Bibliographie

Archambeaud M. (2010) « Mesurer l'azote dans vos couverts » Techniques Culturelles Simplifiées, n°59, sept.-oct. 2010 p 29-31

Agro-Transfert Ressources et Territoire (2016) « Gestion de l'azote en agriculture biologique » Projet « Agri-bio : de la connaissance à la performance », 24 p.

Battiau-Queney Y. (1993) « Le relief de la France. Coupes et croquis » Paris, Masson Géographie, 252 p.

Berrou, M. (2014) « Diagnostic agraire dans le Blavet morbihannais » Mémoire de fin d'études AgroParisTech, Dominante d'approfondissement Développement agricole, 84 p.

Billen G., Ramarson A., Garnier J., Vertès F., Akkal N., Parnaudeau V., Gascuel C., Sauvage S., Lazrak E.G., Mignolet C. (2017) « Application du modèle SENEQUE 3.7 sur les territoires du projet ESCAPADE ; Evaluation des scénarios." Rapport final ANR Escapade, 141-161

Bridier M., Michaïlov S. (1995). "Guide pratique d'analyse de projets : Evaluation et choix des projets d'investissement", 5ème édition, Paris, Economica, 340 p.

Casal L., Durand P., N. Akkal-Corfini; C. Benhamou; F. Laurent; J. Salmon-Monviola; F. Vertès, (2019). "Optimal location of set-aside areas to reduce nitrogen pollution: a modeling study." The Journal of Agricultural Science, 156, 1090-1102.

Casal, L. (2019) "Evaluation de scénarios de gestion paysagère de l'azote par modélisation en bassins versants agricoles." Thèse de doctorat. Agrocampus-Ouest. UMR Sol Agro et Hydrosystème Spatialisation (SAS) INRA-Agrocampus Ouest Rennes. 199 p.

Cochet H., Ducourtieux O., Dufumier M., Peyre Y. (2009) "Quelle contribution de l'irrigation à un projet régional ? Evaluation économique d'un projet d'irrigation dans les côteaux du Béarn" Paris, AgroParisTech, 121 p.

Cochet H, Devienne S. (2006), « Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale », Cahiers Agriculture n°6, nov-dec 2006.

Coudurier B., Georget M., Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J-L. (sous la direction de), (2013) « Vers des agricultures à hautes performances » Volume 4. Analyse des voies de progrès en agriculture conventionnelle par orientation productive. Inra. 484 p.

Delarue J., Cochet H. (2011) "Proposition méthodologique pour l'évaluation des projets de développement agricole - L'évaluation systémique d'impact." Economie rurale, 323 : 36-54.

Denis M. (2016). « Etude des impacts sociaux et économiques du passage à des systèmes laitiers herbagers », Rapport de stage de 2<sup>ème</sup> année AgroParisTech, juin-août 2016, 25 p.

Devienne S., Garambois N., Perrot C., Dieulot R., Depeyrot J.-N. (2018) « Les exploitations d'élevage économes et autonomes en intrants, créatrices de valeur ajoutée » Analyse, Centre d'Etudes et de Prospective, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, n°126, août 2018, 8 p.

Devienne S., Garambois N., Dieulot R., Lebahers G. (2017) « Les systèmes de production économes et autonomes pour répondre aux enjeux agricoles d'aujourd'hui » Théma Analyse, Commissariat Général au Développement Durable, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, déc. 2017, 42 p. [<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Théma - Les systèmes économes et autonomes.pdf>]

Devienne S., Garambois N. (2014) « L'efficacité économique et environnementale de la production de porc sur paille (en Bretagne) » Etudes & Documents. Commissariat Général au Développement Durable, n°102, mai 2014, [<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED102.pdf>] 12 p.

Dufumier M. (1996) "Les projets de développement agricole." Paris, CTA-Karthala, 354 p.

Garambois N. (2011) "Des prairies et des hommes : agro-écologie, création de richesse et emploi en élevage bovin." Paris, Thèse de doctorat, AgroParisTech, 595 p.

Garambois N., Devienne S. (2010) "Evaluation économique, du point de vue de la collectivité, des systèmes bovins laitiers herbagers." 17e journées 3R (Rencontres de la Recherche autour des Ruminants), INRA/Institut de l'Élevage, 8 et 9 décembre 2010, Paris, 10 p.

Garambois N., Devienne S. (2012) "Les systèmes herbagers économes: une alternative de développement agricole pour l'élevage bovin laitier dans le Bocage vendéen ?" Economie Rurale, 330-331 : 56-72.

Garambois N., Devienne S. (2013) "Changement de paradigme et création de valeur ajoutée en agriculture : le cas des systèmes bovins herbagers économes du Bocage poitevin » Notes et Etudes Socio-Economiques, 37 : 33-49.

Gittinger J.P. (1985) "Analyse économique des projets agricoles." 2ème édition, Institut du développement économique de la Banque Mondiale, Paris, Economica, 547 p.

Lamine C., Meynard J.-M., Bui S., Messéan A. (2010) « Réductions d'intrants : des changements techniques, et après ? Effets de verrouillage et voies d'évolution à l'échelle du système agri-alimentaire » Innovations Agronomiques 8, 121-134

Meynard J.M., Jeuffroy M.H., (2002). « Progrès génétique et agriculture durable. » Le Sélectionneur Français, 53, p. 69-82

Moreau, P.; Ruiz, L.; Vertès, F.; Baratte, C.; Delaby, L.; Faverdin, P.; Gascuel-Oudou, C.; Piquemal, B.; Ramat, E.; Salmon-Monviola, J.; Durand, P. (2013) "CASIMOD'N: An agro-hydrological distributed model of catchment-scale nitrogen dynamics integrating farming system decisions." Agricultural Systems 118: 41-51

Morvan T., Beff L., Teillet C., Lambert Y. (2019) "Evaluation par un plan de simulation des conséquences de l'adoption du calcul de la minéralisation N par Sol-AID sur le conseil de fertilisation N, en fonction du système de culture et du contexte pédo-climatique." Note de synthèse, 13 p

Parnaudeau, V.; Reau, R.; Dubrulle, P. (2012) "Un outil d'évaluation des fuites d'azote vers l'environnement à l'échelle du système de culture: le logiciel Syst'N." Innovations Agronomiques, 21, 59-70.

Peyraud J.L., Delaby L., Dourmad J.Y, Faverdin P.1, Morvan T., Vertès F. (2012) "Les systèmes de polyculture-élevage pour bien valoriser l'azote." Innovations Agronomiques 22, 45-69

Pochon A. (2002) "La prairie temporaire à base de trèfle blanc." CEDAPA, 127 p.

Pellerin S., Bamière L., Launay C., *et al.* (2019) "Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ?" Synthèse du rapport d'étude, INRAE, Paris, France, 114 p.

Sebillotte M. (1990) "Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In: Les systèmes de culture. INRAE, Versailles, France, pp. 165-196.

Thomas E., Sevin B., Lesimple S., Le Berre P., Fullgraf T., Beuchet L., Carn A. (2010) "Notice explicative de la feuille Loudéac à 1/50 000" Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Loudéac" BRGM Editions, Service Géologique National, 118 p.

Véricel G., Minette S. (2009) « Méthode d'estimation de l'azote restituée par les couverts en inter-cultures. Références pour la Région Poitou-Charentes et le département de l'Indre » Chambre d'agriculture Poitou-Charente, Chambre d'agriculture de l'Indre, ENITA de Clermont, 7p.

[https://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/merci\\_2015.pdf](https://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/merci_2015.pdf) consulté le 13 mars 2018

Vertès, F.; Benoît, M. ; Dorioz, J-M. (2010) "Couverts herbacés pérennes et enjeux environnementaux (en particulier eutrophisation) : atouts et limites." Fourrages, 202, 83-94.

Viaud, V.; Santillan-Carvantes, P.; Akkal-Corfini, N.; Le Guillou, C.; Prevost-Boure, N.C.; Ranjard, L.; Menasseri-Aubry, S. (2018) "Landscape-scale analysis of cropping system effects on soil quality in a context of crop-livestock farming." Agriculture Ecosystems & Environment. 265, 166-177