



**HAL**  
open science

## La place des prairies pour réduire l’empreinte environnementale et l’utilisation pesticides dans 3 systèmes expérimentaux laitiers de l’Ouest

Sylvain Foray, Pascal Lecoeur, Laurent Clarys, Marc Fougère, Benjamin  
Pointereau, Philippe Tresch, Nicolas Chartier

### ► To cite this version:

Sylvain Foray, Pascal Lecoeur, Laurent Clarys, Marc Fougère, Benjamin Pointereau, et al.. La place des prairies pour réduire l’empreinte environnementale et l’utilisation pesticides dans 3 systèmes expérimentaux laitiers de l’Ouest. *Innovations Agronomiques*, 2018, 70, pp.291-303. 10.15454/n7gzxh . hal-04682615

**HAL Id: hal-04682615**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04682615>**

Submitted on 30 Aug 2024

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

## La place des prairies pour réduire l’empreinte environnementale et l’utilisation pesticides dans 3 systèmes expérimentaux laitiers de l’Ouest

Foray S.<sup>1</sup>, Lecoecur P.<sup>2</sup>, Clarys L.<sup>3</sup>, Fougère M.<sup>4</sup>, Pointereau B.<sup>5</sup>, Tresch P.<sup>6</sup>, Chartier N.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Institut de l’Elevage, Monvoisin - BP 85225, F-35652 Le Rheu cedex

<sup>2</sup> Chambre d’Agriculture de Bretagne, Ferme expérimentale de Trévarez, St Goazec, F-29250 Chateauneuf du Faou

<sup>3</sup> Association de la Ferme Expérimentale de la Blanche Maison, La Blanche Maison, F-50880 Pont-Hebert

<sup>4</sup> Chambre d’Agriculture des Pays de la Loire, Ferme Expérimentale de Derval, La Touche, F-44590 Derval

<sup>5</sup> Arvalis Institut du végétal, Chemin des Bissonnets, F-14980 Rots

<sup>6</sup> Institut de l’Elevage, Agrapole - 23 rue Jean Baldassini, F-69364 Lyon Cedex 7

**Correspondance** : sylvain.foray@idele.fr

### Résumé

L’élevage laitier français, dont 80 % de sa production est issue de systèmes de plaine associant élevage et cultures (maïs fourrage et céréales), est responsable d’une part non négligeable des utilisations de produits phytosanitaires en agriculture. Aussi, la réduction de l’emploi des pesticides apparait comme un enjeu important sur les plans environnementaux, sociétaux et économiques. Le dispositif expérimental développé dans le cadre du projet Ecophyto Expé DEPHY LAIT OUEST a consisté à tester des systèmes de culture économes en produits phytosanitaire au sein d’un réseau de trois fermes expérimentales de l’Ouest de la France : Derval (44), Trévarez (29), La Blanche-Maison (50). Les impacts environnementaux de nouvelles pratiques et de nouveaux systèmes de cultures faisant plus de place aux prairies et visant à optimiser la protection phytosanitaire des cultures, mais également à répondre aux besoins fourragers des systèmes d’élevage présents, ont été analysés afin de juger de leur pertinence. Une évaluation multicritère globale a permis d’analyser les réponses des systèmes d’élevage sur un ensemble d’indicateurs environnementaux, dont l’Indice de Fréquence de Traitement (IFT).

**Mots-clés** : Elevages laitiers, Analyse multicritère, Systèmes fourragers, Prairies, Azote, GES

### Abstract: The role of grasslands to reduce the use of pesticides and the environmental footprint in experimental dairy farms of West of France

French dairy farming, of which 80% of its production comes from lowland systems combining livestock and crops (fodder maize and cereals), is responsible for a significant proportion of pesticide use in agriculture. Reducing the use of pesticides is therefore an important environmental, societal and economic issue. The experimental set-up developed within the framework of the Ecophyto Expé DEPHY LAIT OUEST project consisted of testing crop protection systems that are economical in pesticides within a network of three experimental farms in the West of France: Derval (44), Trévarez (29), La Blanche-Maison (50). These experimental dairy farms, representative of the main types of dairy systems, exert different potential pressure of pesticides and environmental footprint according to their production systems and their respective pedoclimatic contexts. The environmental impacts of new

practices and new cropping systems, aimed at optimizing the phytosanitary protection of crops, but also at meeting fodder requirements of current livestock systems, are analyzed to judge their relevance. A global multicriteria assessment was used to analyze a set of environmental indicators, including TFI (Treatment Frequency Intensity).

**Keywords:** Dairy system, Multicriteria approach, Forage systems, Grassland, Nitrogen, GHG

## 1. Elevages laitiers et produits phytosanitaires

### 1.1 *Le constat sur les exploitations de polyculture-élevage*

Environ 80% du lait français est produit aujourd'hui dans des systèmes polyculture élevage ou des systèmes de culture fourragère avec du maïs et des céréales, consommateurs de produits phytosanitaires. Même si l'utilisation de ces produits est globalement modérée, de fortes disparités existent entre systèmes de production. Selon les résultats issus d'une étude portée par l'Institut de l'Elevage (Tresch et al., 2018, en cours de publication), les exploitations laitières présentent un IFT moyen de 1,2 au niveau de l'exploitation. Ce chiffre varie de 0,16 pour les systèmes herbagers de montagne à 2,01 pour les systèmes d'élevage présentant plus de 30% de maïs dans la surface fourragère principale (SFP).

Dans les exploitations associant élevage et cultures, les herbicides sont les produits les plus utilisés et représentent 54% des traitements réalisés. En étudiant les résultats par culture, l'IFT moyen du maïs est de 1,61 et celui du blé plus élevé que le maïs avec une moyenne de 3,45.

On constate que sur ces mêmes cultures, les itinéraires de protection phytosanitaire diffèrent entre les systèmes de polyculture-élevage et ceux de grandes cultures. Cela se traduit par des IFT inférieurs lorsque ces cultures sont mises en œuvre dans des systèmes de polyculture-élevage (-16% pour le blé tendre d'hiver et -24% pour le maïs). Plusieurs facteurs sont susceptibles de d'expliquer ces différences, comme l'autoconsommation de ces cultures dans les élevages, mais également la présence de prairies temporaires dans les rotations, souvent citée comme un atout pour réduire la pression en bioagresseurs (Chartier et al., 2015). Par ailleurs, les travaux réalisés dans le cadre du dispositif national DEPHY FERME montrent que la réduction de l'IFT des systèmes de cultures suivis dans les exploitations polyculture-élevages est de l'ordre de 18% entre la situation initiale et l'année 2015 alors que pour les systèmes de grandes cultures la baisse observée s'élève à 8%.

Enfin, des travaux d'analyse des trajectoires vertueuses observées dans le réseau DEPHY suggèrent qu'il existe des sources d'économies de phytosanitaires non négligeables par une montée en compétence technique sur la gestion de la pulvérisation (conditions d'applications, choix des buses, etc.) en particulier dans les exploitations de polyculture-élevages (Felix et al., 2018, en cours de publication).

Ces constats démontrent que des progrès sont possibles en exploitations d'élevage et qu'il existe un ensemble de leviers permettant de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires. Avec un recours possible aux prairies, à l'allongement des rotations et à la valorisation des infrastructures écologiques existantes (haies, talus, zones tampon,...), les systèmes de cultures mis en œuvre dans les exploitations d'élevage disposent sans doute de degrés de liberté supérieurs aux systèmes de grandes cultures pour réduire l'usage des produits phytosanitaires.

Le suivi de plusieurs systèmes d'élevages laitiers sur des dispositifs expérimentaux décrits ci-dessous permet de compléter ces arguments.

### 1.2 *La nécessité d'une approche globale « système d'élevage »*

En élevage laitier, les systèmes de culture sont très liés aux systèmes de production.

La conception des systèmes de culture répond à des objectifs que se fixe un éleveur en réponse à certaines problématiques inhérentes au contexte de son système de production :

- Besoins en fourrage du troupeau (détermine la surface fourragère nécessaire),
- Surfaces accessibles aux vaches laitières (détermine les surfaces potentiellement pâturables),
- Caractéristiques des sols et leur potentiel (détermine le type de cultures à mettre en place),
- Localisation des parcelles (distance au site de production),
- Réduction des intrants et notamment de l’utilisation des produits phytosanitaires.

Ainsi, la prise en compte du système d’élevage dans son intégralité est essentielle. Toute modification sur les systèmes de culture peut impacter le système fourrager et remettre en cause le système d’élevage, ses impacts environnementaux et son efficacité économique.

## 2. Dispositif expérimental et analyses associées

Trois fermes expérimentales laitières de l’Ouest de la France – Derval (44), Trévarez (29), La Blanche-Maison (50), représentatives des grands types de systèmes laitiers ont été retenues pour expérimenter de nouveaux systèmes de cultures intégrés. 5 systèmes d’élevage laitiers et leurs systèmes de cultures associés ont ainsi été suivis (Tableau 1). Les systèmes de cultures, visant à optimiser la protection phytosanitaire des cultures, mais également à répondre aux besoins fourragers des systèmes d’élevage présents, ont été analysés afin de juger de leur pertinence et d’identifier les freins et les leviers d’action pour leur déploiement, à grande échelle, dans les exploitations laitières.



- 1 : Trévarez (29)
- 2 : Blanche Maison (50)
- 3 : Derval (44)

### 2.1 Les systèmes d’élevage suivis

**La ferme expérimentale de Trévarez**, de la Chambre Régionale d’Agriculture de Bretagne, est située dans le Finistère. L’exploitation, composée de 170 vaches laitières (VL) de race Prim’holstein, est divisée en trois systèmes (S1, S2 et S3) indépendants, nommés aussi « mini-fermes ». Les systèmes S1 et S2 sont des systèmes en agriculture conventionnelle ; le système S3 (non étudié) est quant à lui en agriculture biologique. La surface agricole utile (SAU) totale de la station est de 183 ha. Chaque système comporte un système d’élevage (SdE) et quatre à cinq systèmes de culture (SdC). Ces trois systèmes d’exploitation représentent les principaux systèmes agricoles bretons. Seuls les systèmes conventionnels, décrits ci-dessous, font l’objet de l’analyse présentée dans ce document.

- Le Système 1 (S1) dit « intensif animal raisonné » ou « maïs concentré » présente un objectif de production de 8 700 l lait /VL et 15 ares/VL de pâture. La SAU est de 53,91 ha. Ce système compte en moyenne 55 VL présentes. Il est adapté à des exploitations agricoles où l’accès au

pâturage est limité. La part de maïs dans la surface fourragère principale (SFP) est supérieure à 30%. Ce type de système est de plus en plus répandu dans les élevages bretons. Il nécessite cependant une bonne gestion des coûts alimentaires et une optimisation des pratiques afin de veiller au respect de l'environnement (Espinasse et al., 2012).

- Le Système 2 (S2) dit « pâturant » se fixe un objectif de production de 7 750 l lait/VL et 40 ares/VL de pâture. En moyenne 60 VL sont présentes sur l'exploitation. La SAU est de 63,38 ha. Ce système correspond à des exploitations où l'accessibilité au pâturage n'est pas limitant. La part de maïs dans la SFP se situe entre 10 et 30%. Ce système permet de maîtriser les coûts alimentaires et de réduire les impacts environnementaux mais demande néanmoins plus de technicité quant à la gestion du pâturage (Espinasse et al., 2012).

**Tableau 1** : Caractéristiques des systèmes d'élevage suivi sur les 3 fermes expérimentales

	Derval	Trévarez		La Blanche Maison	
	Robot et pâturage	Contrainte accès pâturage	Accès pâturage non contraint	Contrainte accès pâturage	Prairie et pâturage exclusifs
Type de système	Maïs	Maïs	Maïs-herbe	Maïs	Herbe
SAU de l'exploitation (ha)	108	54	62	33	36
Surface fourragère principale (ha)	94.31	44	59	30	36
Surface en herbe (ha)	57.33	22	44	20,4	36
Surface en maïs (ha)	36.98	22	16	9,6	0
Part du maïs dans la SFP (%)	39	50	26	32	0
Accessibilité au pâturage (ares/VL/an)	35	15	40	15	40
Nombre de vaches	89.00	55	63	35	35
Lait produit / vache (l)	8544	8 118	7 482	6 121	5 285
Lait produit / ha SFP (l)	8068	8 272	7 606	7 142	5 139
UGB / ha SFP	1.5	1.8	1,4	1,8	1,4
Concentrés / vache /an (kg)	1 312	1 082	753	943	703
Fourrages stockés dans la ration (% tMS ingérée totale)	79	77	53	83	55
Herbe pâturée ration (% tMS ingérée totale)	21	23	47	17	45

**La station expérimentale de la Blanche Maison** : située dans la Manche, elle étudie simultanément entre 2011 et 2016, deux systèmes de production laitière contrastés.

Le premier est basé sur les cultures fourragères et en particulier l'ensilage de maïs avec une surface réduite de pâturage. Ce système est de plus en plus rencontré en Normandie pour trois raisons majeures :

- L'inadaptation des parcelles face à l'agrandissement des troupeaux qui conduit généralement à une réduction de la surface accessible par vache,
- L'efficacité de la culture de maïs en termes de rendement, sécurité fourragère et qualité nutritive,
- La simplicité de la culture du maïs au regard de la conduite des prairies, plus soumises aux aléas climatiques et à une observation plus régulière.

Le second système, basé exclusivement sur le pâturage des prairies, vise à évaluer des systèmes qui deviendraient attractifs en cas de fortes évolutions réglementaires sur les produits phytosanitaires notamment.

Située au nord du département de Loire-Atlantique, **la station de Derval** est une exploitation spécialisée lait avec plus de 30% de maïs dans la surface fourragère. Les cultures de vente ne représentent que 12% de la SAU.

Le système d’élevage combine la traite robotisée et le pâturage. Une stalle équipe ainsi l’exploitation depuis 2008. Elle fonctionne à saturation avec une moyenne de 73 vaches laitières en production.

Les vaches, de race Prim’Holstein, disposent d’une surface de pâtures de 28 hectares, soit 38 ares par vaches en production. Les parcelles sont attenantes au corps de la ferme et se situent à des distances comprises entre 50 et 800 mètres (au point le plus éloigné) de la stabulation. Les 28 hectares sont divisés en trois parcelles qui sont conduites en pâturage tournant simplifié.

La SAU est de 108 hectares et la SFP est de 94 hectares. Ceux-ci représentent la surface directement consacrée à la production de fourrages pour les animaux. Les prairies, temporaires ou permanentes, représentent 61% de la surface fourragère principale, et sont principalement implantées avec un mélange de ray-grass anglais et de trèfle blanc. Les 39% restant sont consacrés à la culture de maïs ensilage. Le reste de la surface agricole utile (SAU) est utilisé pour produire des céréales à paille.

### 2.3 Contexte pédoclimatique et risques associés

La recherche de la réduction de l’utilisation de produits phytosanitaires sur ces systèmes nécessite la mise en place de méthodes alternatives, notamment pour le maïs, et l’acceptation d’un risque minimal vis-à-vis des ravageurs et pathogènes des cultures.

La combinaison d’un désherbage chimique/mécanique sur maïs est ainsi généralisé et suivi sur les parcelles de Derval qui le permettent, ainsi que sur la ferme de la Blanche Maison depuis le début du projet. Les conditions météorologiques (Tableau 2) y sont plutôt propices, à l’exception d’années plus humides qui demandent soit le renouvellement de traitement mécanique, soit un rattrapage chimique.

Ce même climat, associé à la nature des sols hydromorphes, révèle une moindre marge de manœuvre pour la gestion des adventices et une augmentation de pression de maladies sur le blé, notamment sur la ferme de Trévarez.

**Tableau 2** : Contextes pédoclimatiques et principaux bioagresseurs pour les systèmes d’élevage suivis sur les 3 fermes expérimentales

	<b>Derval</b>	<b>Trévarez</b>	<b>La Blanche Maison</b>
<b>Climat</b>	Océanique doux, printemps et été secs	Océanique, hivers doux et pluvieux, étés frais et parfois humides	Océanique doux
<b>Pluviométrie</b>	750 mm	1250 mm	850 mm
<b>Type de sol</b>	Limons sablo argileux ou argilo-sableux. Sols hydromorphes et peu profonds reposant sur des altérites de schistes.	En fond de vallées, sols limono-argilo-sableux moyennement profonds et sur les points hauts, des sols à tendance limono-sablo-argileux plus caillouteux avec la roche mère qui peut effleurée.	Le sol est assez profond. Sa texture est limono sablo argileuse sur la plupart des parcelles et limono argilo sableuse
<b>Comportement du sol</b>	Sols très séchants l’été. Hydromorphie hivernale marquée	Sol à tendance hydromorphe et peu portant en fond de vallée. Sols superficiels et filtrants en points hauts.	Sol à tendance hydromorphe, peu portant en sortie hiver.
<b>Risque maladies</b>	Piétin verse Fusariose Septoriose	Fusariose	Faible (peu de céréales)
<b>Risque ravageurs</b>	Taupin	Taupin	Taupin Limaces
<b>Risques adventices</b>	Stellaire Véronique Renouée liseron	Renouée liseron Amarante Liserons des haies	Pâturin annuel Chénopode blanc Renouée liseron

## 2.4 Les systèmes de culture associés

Sur les 5 systèmes d'élevage suivis, les systèmes de cultures associés ont été mis en place afin de répondre aux différents besoins alimentaires des troupeaux, mais également dans une optique de réduire le recours aux intrants (engrais, produits phytosanitaires) et de limiter les pertes vers le milieu.

L'ensemble de ces systèmes de culture est décrit dans le Tableau 3, ainsi que les leviers et les stratégies mis en place pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires.

Trois stratégies de gestion des bio-agresseurs peuvent être décrites :

- Stratégie E – Efficience : stratégie mobilisant principalement l'amélioration des modalités de prise de décision ou des techniques de Pulvérisation pour améliorer l'efficacité des traitements, et réduire le niveau de recours aux pesticides.
- Stratégie S – Substitution : stratégie reposant sur le remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires Par un Levier de gestion alternatif.
- Stratégie R – Reconception : stratégie impliquant la mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires dans un système dont la cohérence d'ensemble est repensée.

Dans le tableau suivant, tous les systèmes de culture sont présentés, mais seuls les systèmes figurant en noir font l'objet d'une analyse spécifique dans la suite de ce document.

**Tableau 3** : Espèces et leviers mis en œuvre dans les systèmes d'élevage suivis sur les 3 fermes expérimentales

SITE	SYSTEME DEPHY	ESPECES DU SYSTEME DE CULTURE	LEVIERS					Stratégie globale E-S-R
			Contrôle génétique	Contrôle cultural	Lutte biologique	Lutte chimique	Lutte physique	
Ferme de Derval	SDC 1	Prairie - Maïs - Blé				x	x	E + R
	SDC 2	Maïs - Blé				x	x	S
Ferme de Blanche Maison	<i>Système Maïs SDC 1</i>	<i>Prairie</i>						
	Système Maïs SDC 2	PME - Maïs - Blé		x		x	x	S + R
	Système Maïs SDC 3	Maïs				x	x	S
	Système Maïs SDC 4	Maïs - Blé		x		x	x	S
	<i>Système Herbe SDC 1</i>	<i>RGA+TB</i>						
	<i>Système Herbe SDC 2</i>	<i>PME ou Prairie</i>						
Ferme de Trévarez	<i>Système 15 ares SDC 1</i>	<i>Prairie P</i>						
	Système 15 ares SDC 5	RGA+TB - Maïs - Céréales - Prairie T				x		E
	Système 15 ares SDC 8	RGH+TV - Maïs - Céréales				x		E + R
	Système 15 ares SDC 9	Maïs				x		E
	<i>Système 40 ares SDC 1</i>	<i>Prairie P</i>						
	Système 40 ares SDC 2	RGA+TB - Colza four - RGI		x		x		R
	Système 40 ares SDC 4	RGA+TB - Maïs - Céréales - Colza - Prairie T				x		E
	Système 40 ares SDC 8	RGH+TV - Maïs - Céréales				x		E + R
Système 40 ares SDC 9	Maïs				x		E	

## 2.5 Les outils de suivi

Alors que l’évaluation environnementale des systèmes d’élevage laitier porte souvent sur les pertes d’azote vers l’eau et l’air, et plus récemment sur les émissions de gaz à effet de serre, il paraît pertinent de l’étendre à l’utilisation des produits phytosanitaires, dans l’objectif d’une efficacité environnementale globale. Cet ajout d’un volet phytosanitaire à une évaluation environnementale multicritère déjà engagée sur les 3 fermes expérimentales permet d’étudier les éventuels antagonismes des mesures d’atténuation entre réduction des phytosanitaires et autres performances attendues du système (production de lait, limitation des pertes d’azote nitrique, ammoniacal...).

La méthodologie utilisée pour cette approche globale est composée de plusieurs étapes :

1. Identification et collecte des données nécessaires à l’évaluation,
2. Calcul des flux de carbone, azote et phosphore à l’échelle des cultures, des animaux et de l’exploitation,
3. Calcul des émissions de ces éléments vers l’air et l’eau,
4. Estimation des indicateurs d’impacts environnementaux (réchauffement climatique, eutrophisation,...) selon une approche ACV (IPCC-2006 Tiers 3, FAO-2016 et IDF-2010 guidelines).

Les bilans globaux intègrent certains indicateurs obtenus par l’outil SYSTERRE®, notamment sur le volet phytosanitaire (IFT).

## 3. Le bilan des suivis

### 3.1 Bilan apparent de l’azote

Le bilan apparent, ou bilan des minéraux (Simon et al., 2000) est utilisé afin d’évaluer les principaux flux et excédents de minéraux au niveau de l’exploitation. Il permet d’évaluer le potentiel de production d’une exploitation avec les quantités d’éléments disponibles et les produits réalisés. En connaissant tous les flux générés par le système, on peut établir l’excédent non valorisé. Cet excédent est potentiellement perdu par le système vers l’eau, l’air ou le sol. Il y a alors lieu d’optimiser ce bilan pour réduire les pollutions d’une exploitation sur son environnement.

L’exploitation est considérée comme une « boîte noire » (approche systémique) et les flux de minéraux au sein même de l’exploitation ne sont pas pris en compte. Le bilan est ainsi déterminé en calculant la différence entre les entrées d’azote sur l’exploitation (achats ou importation d’aliments, de fourrages, d’engrais...) et les sorties d’azote (lait, viande, cultures...).

D’après Peyraud et al. (2012), cet excédent d’azote augmente avec la part de maïs dans la SFP, mais il est important de préciser que quels que soient les systèmes d’élevage herbivores (herbager ou à dominante maïs), les élevages optimisés d’un point de vue gestion de l’azote affichent une certaine autonomie d’un point de vue de gestion des intrants azotés. Ils valorisent également au maximum les fourrages produits sur l’exploitation permettant le recyclage de l’azote à l’intérieur même du système de production, limitant les surplus d’azote et ainsi les pertes vers le milieu (Foray et al., 2017).

Parmi les 5 systèmes laitiers expérimentaux suivis, et comme il était attendu, l’excédent du bilan apparent de l’azote du système herbager de La Blanche Maison affiche des valeurs plus faibles que les systèmes à dominante maïs de la Blanche Maison, Trévarez et Derval. En effet, l’excédent du bilan apparent de l’azote est en moyenne de 93 kg/ha de SAU sur la ferme de Derval. Cet excédent est de 108 kg/ha sur le système à dominante maïs de La Blanche Maison et de 71 kg/ha sur le système herbager de cette exploitation. Le système maïs de Trévarez affiche un excédent de 117 kgN/ha et celui combinant maïs et herbe une valeur de 92 kgN/ha.



**Tableau 4** : Bilan apparent de l'azote à l'échelle des 5 systèmes laitiers expérimentaux en kgN/ha

Système	Robot et Pâturage productif	Maïs	Maïs-Herbe	Dominante Maïs	Herbager
<b>Total entrées</b>	<b>147</b>	<b>238</b>	<b>187</b>	<b>174</b>	<b>127</b>
Dont fourrages et concentrés	80	93	44	99	46
Dont fixation symbiotique	26	32	34	40	44
Dont engrais minéraux	31	42	38	0	0
Dont engrais organiques	0	61	61	0	0
Dont déposition atmosphérique	10	10	10	10	10
<b>Total sorties</b>	<b>54</b>	<b>121</b>	<b>95</b>	<b>66</b>	<b>56</b>
<b>Entrées – sorties</b>	<b>93</b>	<b>117</b>	<b>92</b>	<b>108</b>	<b>71</b>

La comparaison de ces 5 systèmes, qui diffèrent par leur part de maïs dans la SFP et par les types et les quantités d'azote importés (dans l'alimentation, les engrais), met en évidence des pertes azotées à l'échelle globale de l'exploitation moindres dans les systèmes valorisant plus les prairies.

### *3.2 Le stockage de carbone dans les prairies compense une partie des émissions de Gaz à Effet de Serre*

La contribution de l'élevage laitier au changement climatique se traduit par l'empreinte carbone du lait définie par l'ensemble des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) liées à l'activité de l'élevage (fermentation entérique, gestion des déjections, consommation d'énergie, fabrication et transport des intrants...) ramené au litre de lait produit.

Toutefois, il est important de rappeler que les élevages d'herbivores contribuent également au stockage de carbone dans le sol, notamment par les prairies, compensant ainsi une partie des émissions de GES de l'activité d'élevage.

Le stockage/déstockage de carbone est fortement lié au changement de l'usage des sols ou encore aux pratiques agricoles. En ce qui concerne le changement d'usage des sols, le passage de prairies permanentes en culture engendre un déstockage de 950 kg C/ha/an. De même, le passage de prairies permanentes en prairies temporaires engendre lui aussi un déstockage moins important (150 kg C/ha/an). Il est à ajouter que les prairies stockent 570 kg/ha/an. De plus, de nombreux travaux ont mis en évidence la forte variation des flux de carbone selon le contexte pédoclimatique et les pratiques culturales. Les variations sont dues à l'apport d'azote, au pâturage et à l'intensité du pâturage (Dollé et al., 2013).

A l'échelle de l'exploitation agricole, le carbone stocké dans les prairies compenserait entre 5 et 40 % des émissions de GES en fonction du système fourrager (Dollé et al., 2013).

Comme le montre le Tableau 5, les émissions brutes de CO<sub>2</sub> sont assez proches entre les 5 systèmes d'élevage expérimentaux. Le système herbager de la Blanche-Maison affiche l'empreinte carbone du lait la plus élevée, en lien avec une production laitière par vache plus faible que les autres systèmes. L'empreinte carbone brute la plus faible est celle du système Maïs-Herbe de Trévez.

La compensation liée au stockage de carbone est plus importante dans les systèmes herbagers ou à plus forte proportion de prairies. Ainsi le système herbager de la Blanche-Maison compense près de 40% ses émissions. Le système maïs-herbe de Trévez compense quant à lui environ 13 % de ses émissions permettant d'afficher une empreinte carbone nette du lait de 800 kg eq CO<sub>2</sub> / 1000 L de lait.

Les élevages avec un système fourrager basé sur le maïs (Derval, Trévarez maïs et La Blanche Maison Dominante maïs) ont une empreinte carbone nette du lait proche de l'empreinte brute, du fait d'une moindre compensation (environ 6%).

**Tableau 5** : Empreintes carbone du lait de l'azote à l'échelle des 5 systèmes laitiers expérimentaux

Sites Système	Derval	Trévarez		La Blanche Maison	
	Robot et pâturage productif	Maïs	Maïs-herbe	Dominante Maïs	Herbager
Empreinte Carbone brute du lait (kg eq CO <sub>2</sub> / 1000L lait)	980	970	930	960	1 070
Stockage de carbone (kg eq CO <sub>2</sub> / 1000L lait)	60	70	130	40	400
Empreinte carbone nette du lait (kg eq CO <sub>2</sub> / 1000L lait)	<b>920</b>	<b>900</b>	<b>800</b>	<b>920</b>	<b>670</b>

### 3.3 Un IFT faible en lien avec la présence des prairies dans les rotations

L'analyse des données sur les fermes expérimentales permettent de mettre en avant le rôle de la prairie dans les successions de culture (Tableau 6).

En effet, sur les 3 exploitations, l'ensemble des systèmes de cultures intégrant des prairies dans la rotation affichent des IFT beaucoup plus faibles (à l'échelle de cette rotation), que des systèmes n'intégrant que des cultures annuelles.

Dans ce tableau, les systèmes de culture apparaissant en noir font l'objet de l'analyse spécifique dans la suite de ce document.

**Tableau 6** : Moyenne des IFT sur les 5 systèmes d'élevage suivis par système de cultures pour les périodes 2012-2017 (Derval), 2013-2016 (Trévarez) et 2012-2014 (la Blanche-Maison).

SITE	SYSTEME DEPHY	ESPECES DU SYSTEME DE CULTURE	IFT Moyen / ha / an	Matière active (g / ha / an)	
Ferme de Derval	SDC 1	Prairie - Maïs - Blé	0.11	42	
	SDC 2	Maïs - Blé	1.43	707	
<b>IFT MOYEN SYTEME ROBOT-PATURAGE</b>			<b>0.70</b>	<b>342</b>	
Ferme de Blanche Maison	<i>Système Maïs SDC 1</i>	<i>Prairies pâturées</i>	0	0	
	Système Maïs SDC 2	PME -Maïs – Blé (méteil)	0.15	46	
	Système Maïs SDC 3	Maïs	0.45	230	
	Système Maïs SDC 4	Maïs - Blé	0.83	366	
	<b>IFT MOYEN SYSTEME MAÏS</b>			<b>0.46</b>	<b>143</b>
	<i>Système Herbe SDC 1</i>	<i>Prairies fauchées</i>	0	0	
	<i>Système Herbe SDC 2</i>	<i>Prairies pâturées</i>	0.03	0	
	<b>IFT MOYEN SYSTEME HERBAGER</b>			<b>0.02</b>	<b>0</b>
Ferme de Trévarez	<i>Système 15 ares SDC 1</i>	<i>Prairie P</i>	0	0	
	Système 15 ares SDC 5	RGA+TB - Maïs - Céréales - Prairie T	0.90	520	
	Système 15 ares SDC 8	RGH+TV - Maïs - Céréales	0.86	1 052	
	Système 15 ares SDC 9	Maïs	1.53	1 239	
	<b>IFT MOYEN SYTEME 15 ARES</b>			<b>0.88</b>	<b>756</b>
	<i>Système 40 ares SDC 1</i>	<i>Prairie P</i>	0	0	
	Système 40 ares SDC 2	RGA+TB - Maïs - Céréales – (Colza four) - Prairie T	0.51	381	
	Système 40 ares SDC 4	RGA+TB - Colza four+RGI – RGA+TB	0.20	180	
	Système 40 ares SDC 8	RGH+TV - Maïs - Céréales	0.76	837	
	Système 40 ares SDC 9	Maïs	1.68	1435	
<b>IFT MOYEN SYTEME 40 ARES</b>			<b>0.52</b>	<b>470</b>	

Les travaux conduits sur la ferme de Trévarez pour casser les monocultures de maïs (SDC 9) en intégrant du RGH-TV (SDC 8) montrent qu'il est possible de répondre au double objectif de réduire la pression en produits phytosanitaires et de permettre le maintien d'une culture fourragère satisfaisant aux besoins de l'élevage associé. Dans les systèmes d'élevages de Trévarez testant ce système de culture, la réduction de l'IFT à l'échelle de la rotation est de 50%.

L'essai également conduit sur la ferme de Trévarez, portant sur le renouvellement des prairies par l'introduction d'une association colza fourrager – RGI (SDC4), permet de renouveler les prairies de pâturage sans passer par une culture annuelle qui réduirait la surface pâturable proche de l'exploitation. Cette introduction permet de diminuer l'indice de fréquence de traitement à l'échelle de la rotation de 0.31 points, par rapport à une rotation « classique » associant prairies et cultures annuelles (SDC4).

### 3.4 Les prairies sur Derval, moins de pertes, moins d'intrants

Sur la ferme de Derval, une approche spécifique a été conduite selon la durée de présence des prairies dans la rotation. Le suivi de plusieurs parcelles entre l'automne 2010 et la sortie hiver 2015 permet de fournir quelques renseignements concernant les pertes d'azote engendrées, mais également sur les IFT de la rotation associée. Ces systèmes sont basés sur les rotations de culture dont les principales caractéristiques sont présentées Tableau 7.

**Tableau 7** : Caractéristiques des systèmes de cultures sur la ferme expérimentale de Derval (période 2009-2015)

Variable	Cultures annuelles	Cultures en rotation avec des prairies temporaires	Prairies temporaires longue durée (> 6 ans)
<b>KgN exporté / ha</b>	<b>104</b>	<b>112</b>	<b>108</b>
<b>TOTAL Apports N / ha</b>	<b>130</b>	<b>214</b>	<b>235</b>
Apport N minéral / ha	43	17	25
Apport N fumier / ha	31	9	0
Apport N lisier / ha	46	69	68
Apport N Pâturage / ha	0	65	80
N fixation symbiotique / ha	0	44	52
N Déposition atmosphérique / ha	10	10	10
<b>BILAN</b>	<b>26</b>	<b>102</b>	<b>127</b>
<b>Perte N lessivage / ha</b>	<b>28</b>	<b>39</b>	<b>35</b>
<b>TOTAL Pertes gazeuses / ha</b>	<b>21</b>	<b>39</b>	<b>34</b>
<b>IFT</b>	<b>1.52</b>	<b>0.65</b>	<b>0</b>

Ces données montrent que l'addition des pertes d'azote par lixiviation et par émission gazeuse est plus élevée que l'excédent du bilan. Ce système de culture est ainsi probablement à l'origine de déstockage d'azote dans le sol. Ce système présente également l'IFT le plus important des 3 systèmes étudiés.

A l'inverse, pour le système de cultures basé sur des prairies temporaires de longue durée (prairies n'ayant pas été retournée entre 2009 et 2015), le bilan total est très excédentaire (127 kgN/ha), en lien avec de faibles rendements des prairies (5 TMS/ha) et une faible teneur en MAT. Bien que cet excédent soit important, les pertes par lessivage sont en moyenne de 35 kgN/ha et les pertes gazeuses de 34 kgN/ha. Ces pertes expliquent 55 % du surplus d'azote. Les 45 % restant sont certainement liés au stockage d'azote dans le sol. Aucun traitement phytosanitaire n'a été appliqué sur les parcelles concernées.

Enfin, le système associant cultures annuelles et prairies temporaires présente un surplus conséquent mais moins important que pour les prairies temporaires longues durées. Les pertes d’azote sont plus marquées, en lien avec le retournement des prairies. Néanmoins, à l’échelle globale de la rotation, un stockage d’azote semble se produire, mais beaucoup plus modérément que pour les prairies longues durées. L’IFT global du système est également réduit de plus de 55% en comparaison à la rotation n’associant que des cultures annuelles.

### 3.5 Le maïs plus économe dans les rotations intégrant de l’herbe à Trévarez

L’objectif de maintenir une productivité fourragère du système de production est important. Les rotations culturales peuvent être un levier fort pouvant engendrer un cercle vertueux conduisant à une amélioration des rendements et une réduction des besoins en herbicides.

Un premier examen a consisté à répertorier les rendements observés lorsqu’une prairie pâturée est placée dans une rotation comportant une ou plusieurs cultures de maïs, en comparaison à des situations de monoculture de maïs présentant de temps en temps une céréale à paille. L’examen des rendements sur 15 ans présenté Tableau 8 permet de s’affranchir de l’effet des années climatiques.

**Tableau 8** : Rendements observés sur le maïs selon sa place dans la rotation avec prairies sur la ferme de Trévarez entre 2001 et 2015 (les rendements les plus élevés et les plus faibles correspondent aux percentiles 10 et 90 des valeurs enregistrées).

2001-2015	monoculture	Maïs / céréales / prairie Retournement prairies année 1	Maïs / Maïs / céréales / prairie Retournement prairies année 2
<b>Nombre de parcelles</b>	<b>99</b>	<b>32</b>	<b>15</b>
<b>Rendement moyen récolté (t MS/ha)</b>	<b>11,1</b>	<b>14,1</b>	<b>13,1</b>
<b>Rendements plus élevés (t MS/ha)</b>	<b>14,9</b>	<b>19,4</b>	
<b>Rendements plus faible (t MS/ha)</b>	<b>6,9</b>	<b>10,4</b>	

L’avantage du premier maïs après retournement de prairie pâturée est de 3 t de MS/ha par rapport à une situation de monoculture. On note que la deuxième culture de maïs après retournement de prairie présente encore un avantage de 2 t de MS/ha par rapport à la situation de monoculture. Si la variabilité interannuelle est importante, la hiérarchie entre les rotations est toujours favorable à l’incorporation d’une prairie dans la rotation culturale.

Une deuxième analyse porte sur les pratiques d’intervention phytosanitaires par la mesure de l’IFT sur l’ensemble des parcelles de maïs depuis 10 ans. L’observation des résultats selon la place du maïs dans la rotation culturale est présentée dans le Tableau 9.

L’écart sur l’IFT est notable et remarquablement cohérent avec ce qui peut être observé dans le réseau DEPHY FERME (Chartier et al., 2015). Ceci s’explique par les situations de culture de maïs après retournement de prairie où le nombre d’interventions est limité à une seule voire aucune certaines années. Le deuxième maïs après retournement de prairie bénéficie aussi de cet « effet propreté » de l’anté-précédent pâture. Il nécessite également moins d’interventions phytosanitaires. Par contre, lors de monoculture de maïs, deux interventions phytosanitaires sont nécessaires dans 82% des cas.

**Tableau 9** : Pratiques d'interventions et IFT sur le maïs selon sa place dans la rotation avec prairies sur la ferme de Trévarez entre 2006 et 2015

2006-2015	monoculture	Maïs / céréales / prairie Retournement prairies année 1	Maïs / Maïs / céréales / prairie Retournement prairies année 2
Nombre de parcelles	51	19	11
Rendement moyen récolté (t MS/ha)	11,0	14,2	13,1
IFT moyen	2,11	1,46	1,52
Fréquence intervention $\geq 2$	82%	10%	
Fréquence intervention = 1	18%	80%	
Fréquence intervention = 0	0%	10%	

### *3.6 Moins de traitement, moins de GES émis dans les rotations intégrant des prairies multi-espèces à la Blanche Maison*

Le suivi des 3 systèmes de cultures intégrant du maïs dans leur rotation montre encore une fois l'intérêt d'intégrer le maïs en rotation avec des prairies en termes de réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires, mais également en termes de consommation d'énergie et de limitation des émissions de Gaz à Effet de Serre.

En effet, le système PME – Maïs – Blé affiche sur les années 2012 à 2014 un IFT moyen de 0,15 et une quantité de matières actives utilisées de 46 g/ha pour des émissions de GES total de 750 kg eqCO<sub>2</sub> par ha alors que les systèmes de monoculture de maïs consomment 5 fois plus de matières actives (231 g/ha) pour un IFT moyen de 0,57. Ils émettent pratiquement 2 291 kg eqCO<sub>2</sub> par ha.

Enfin, les rotations maïs/blé, plus consommatrices de produits phytosanitaires que les autres systèmes de cultures (365 g/ha de MA et un IFT moyen de 0,83) en lien avec les traitements réalisés sur le blé, sont moins émettrices de GES (1 086 kg eqCO<sub>2</sub>/ha).

## **Conclusions**

Les systèmes rencontrés sur les 3 fermes expérimentales de Derval, Trévarez et La Blanche Maison sont représentatifs des systèmes laitiers de l'Ouest et permettent d'avoir une visibilité sur les contraintes (réglementaires, accessibilité au pâturage, contexte pédoclimatique...) et sur les stratégies à adopter.

L'analyse réalisée dans le cadre du programme Ecophyto a permis de mettre en évidence le lien entre les impacts environnementaux, dont l'utilisation de produits phytosanitaires, et le système fourrager, et notamment la place de la prairie dans les 5 systèmes d'élevage. On n'observe pas d'antagonismes à priori entre réduction d'usage des produits phytosanitaires et amélioration des performances d'autres indicateurs environnementaux. Au contraire, l'intégration de prairies dans les rotations avec cultures annuelles, permet aussi bien de réduire l'usage de produits phytosanitaires, de limiter les pertes d'azote par lessivage, de favoriser le stockage de carbone dans les sols, mais également de fournir une source alimentaire au troupeau, que ce soit au pâturage ou sous forme de fourrage conservé.

Il n'existe pas de modèle parfait pour réduire l'utilisation de produits phytosanitaires. Un compromis doit être fait entre l'utilisation de produits phytosanitaires, les impacts environnementaux, les rendements, les besoins alimentaires mais aussi la rentabilité de l'élevage. Le choix du système fourrager et des systèmes de cultures liés doit avant tout prendre en compte les contraintes du parcellaire et les choix stratégiques de l'agriculteur.

## Références bibliographiques

Chartier N., Tresch P., Munier-Jolain N., Mischler P., 2015. Utilisation des Produits Phytosanitaires dans les systèmes de Polyculture-élevage et de Grandes Cultures : analyse des données du réseau DEPHY ECOPHYTO. Rencontres Recherche Ruminant 2015, p 57-61.

Dollé J.-B., Faverdin P., Agabriel J., Sauvart D., Klumpp K., 2013. Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production. Fourrages, 215, p 181-191.

Dollé J.-B., Moreau S., Foray S., 2013. Combiner production laitière et environnement, un défi pour la filière laitière. Collection l'essentiel Idele, 16p.

Espinasse R., Le Gall A., 2012. Trévarez prend en compte la diversité des contextes bretons. In : Produire du lait après 2015 - Des résultats de recherche pour préparer l'avenir - juin 2012, p 4-5.

Foray S., Billy C, Manneville V., Dolle J.-B., Le Gall A., Vertès F., Godinot O., 2017. Gestion de l'azote dans les systèmes d'élevages herbivores. Evaluation et amélioration de l'efficacité de l'azote, réduction des transferts vers les milieux aquatiques. Collection Résultats Idele, 97p.

Peyraud J.L., Delaby L., Durmad J.Y., Faverdin P., Morvan T., Vertes F., 2012. Les systèmes de polyculture-élevage pour bien valoriser l'azote. Innovations agronomiques, Issue 22, p 45-69.

Simon J.-C., Grignani C., Jacquet A. et al., 2000. Typologie des bilans d'azote de divers types d'exploitation agricole: recherche d'indicateurs de fonctionnement. Agronomie 20, 2, p 175-195.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).