

# Prairies temporaires - cultures

## Quelles incidences de l'assolement et de la rotation sur les fuites d'azote ?

### Etat des lieux de la composition de la SFP et des rotations pratiquées, en Bretagne

#### Assolements :

SFP (Superficie Fourragère Principale = cultures fourragères et prairies) : 1/3 maïs et 2/3 prairies

#### Rotations :

- Sur la majorité de la sole de céréales à paille : successions avec maïs et 1 à 2 céréales à paille
- Moins de 20% de la sole de maïs en monoculture de maïs
- Légumineuses utilisées à moins de 10% dans les rotations (en % des surfaces grandes cultures)

Sources : [Agreste Bretagne, 2012](#), enquêtes pratiques culturales 2006 ([Agreste, 2010](#))

## Rotations

### Connaissances sur les intérêts des prairies de longue durée en rotation pour réduire les risques de lixiviation d'N

Selon [Viaux et al. \(1999\)](#) les prairies d'au moins 4-5 ans incluses dans des rotations présentent de nombreux atouts pour la durabilité des systèmes de production animale herbivore, en assurant de nombreux services écosystémiques :

#### De production

Elles fournissent sur une grande partie de l'année une **biomasse riche en protéines parfaitement adaptée à la nutrition des herbivores**

Elles permettent de valoriser des sols peu labourables (en pente, hydromorphes, ....) mais accessibles aux animaux

**Elles ont un impact positif sur le rendement des cultures**, et en limitent la variabilité interannuelle

#### Environnementaux :

##### Impacts sur les propriétés physiques du sol :

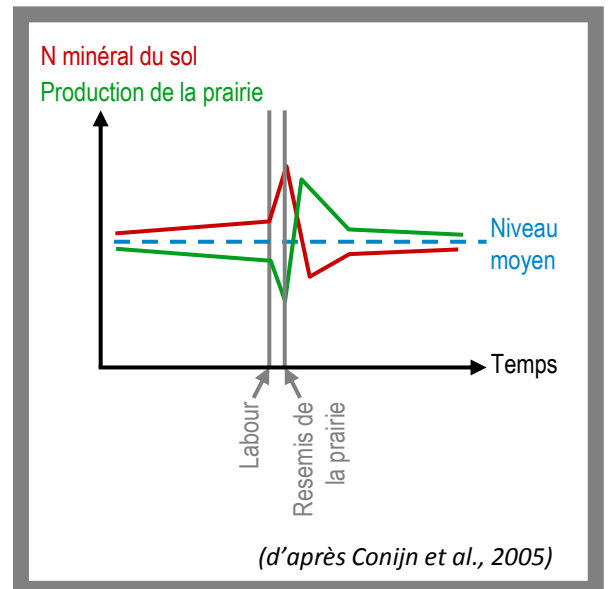
- Les prairies contribuent au stockage de matière organique, carbone et azote, dont une partie sera minéralisée lors du retournement et fournira des éléments nutritifs aux cultures suivantes de la rotation
- Elles créent une structure du sol favorable à l'implantation des cultures suivantes, par la formation d'agrégats stables et l'amélioration de la porosité du sol qui facilite le ressuyage. Elles peuvent augmenter la portance des sols et limiter l'érosion hydrique des sols.
- Elles favorisent la vie du sol et sa biodiversité
- **Elles ont un impact sur la flore adventice** : Les prairies limitent le développement et la spécialisation de la flore adventices dans les cultures de la rotation, permettant de diminuer l'usage de produits phytosanitaires
- A l'échelle de la rotation les prairies permettent de réduire de l'usage des produits phytosanitaires et atténuent leur transfert vers les eaux de surface par épuration
- **Elles contribuent à la biodiversité floristique et faunistique des territoires**

Néanmoins, une grande quantité d'azote étant minéralisé au moment du retournement, les risques de fuites de nitrates sont importants dans les rotations prairies – cultures, typiques des systèmes fourragers bretons

## Connaissances sur l'évolution de l' N du sol dans les rotations avec prairies

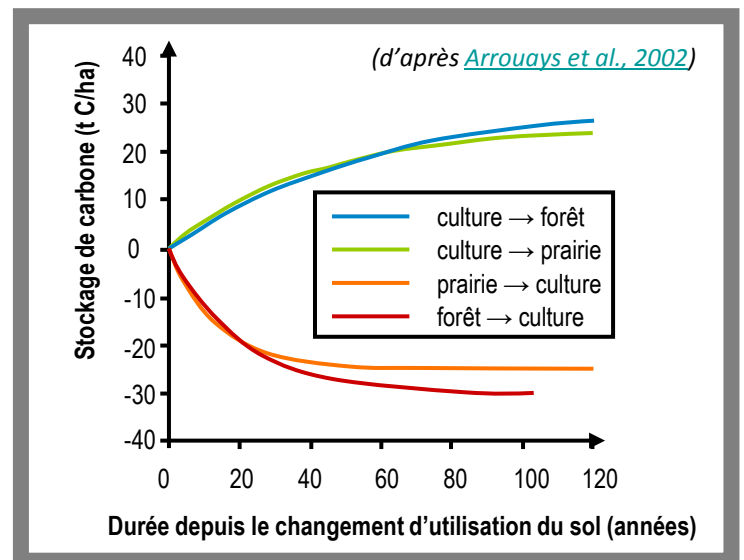
Les prairies ont une grande capacité d'organisation de l'azote. Plus la prairie vieillit, plus elle accumule de l'azote organique, jusqu'à un niveau d'équilibre. Sous ces prairies, la minéralisation d'azote et la lixiviation augmentent donc avec l'âge. Mais la production de la prairie a tendance à diminuer en parallèle.

Un labour permet la rénovation de la prairie (pour retrouver une productivité suffisante) ou la mise en culture (pour profiter des bénéfices liés au retournement de la prairie). Suite au retournement, une quantité importante d'azote est minéralisée, qui présente de forts risques de lixiviation ([Vertès et al., 2007a](#)).

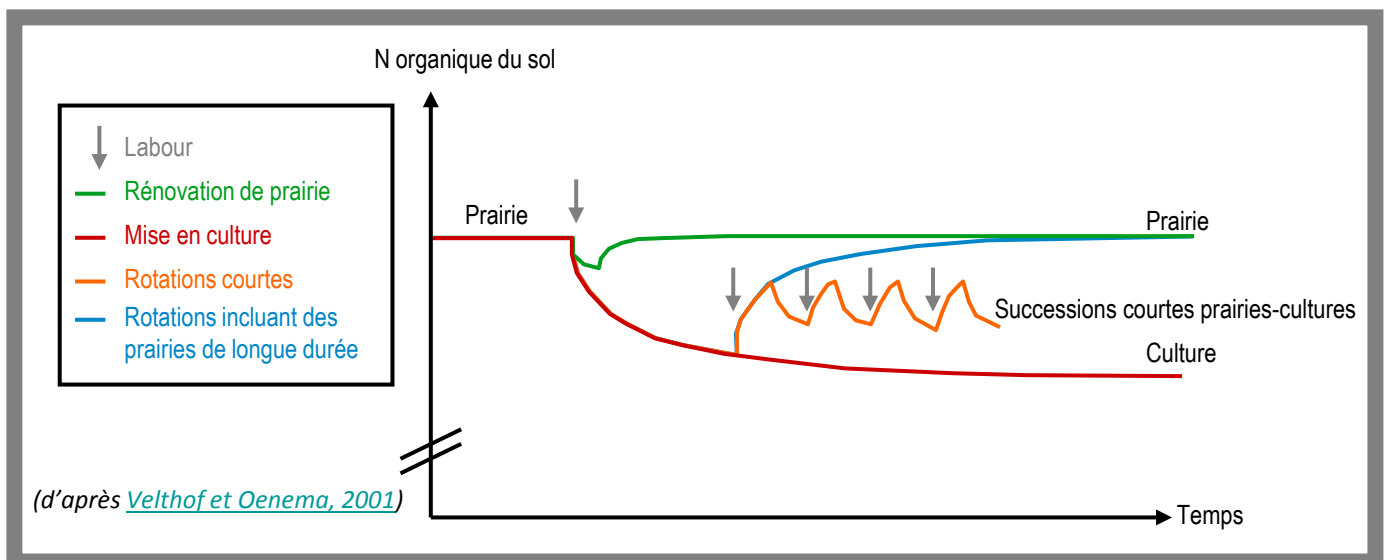


Une expertise scientifique collective INRA ([Arrouays et al., 2002](#)) a conclu à un stockage de C et N dans la MO du sol de 0,1 à 0,5 t C/ha/an lors du passage d'une culture à une forêt ou prairie, et à un déstockage de 1 à 1,3 t C/ha/an lors de la mise en culture d'une prairie ou d'une forêt.

Le resemis d'une prairie de longue durée ramène donc progressivement la MO à son niveau d'équilibre, tandis que la mise en culture amène progressivement à un équilibre plus bas.



Les rotations courtes de prairies temporaires et cultures conduisent à un niveau fluctuant intermédiaire, avec un moindre stockage de matière organique pour des prairies de courte durée comparées aux prairies de longue durée : la quantité d'azote minéralisé est donc plus faible au retournement pour les premières, mais les retournements sont plus fréquents (voir [fiche 6](#)).



## Connaissances sur les fuites d'azote sous diverses rotations

### Comparaison de la lixiviation sous rotation avec maïs ou sous prairie

Les **pertes d'azote par lixiviation sous maïs ensilage** sont plus importantes que sous prairie pâturée intensive, notamment en cas de sur-fertilisation, mais **équivalentes si la conduite du maïs est optimisée** (fertilisation raisonnée et implantation d'une culture intermédiaire) ([Laurent et al., 2000](#)).

### Effet du type de culture sur la lixiviation

Après un retournement de prairie, 100 à 300 kg N/ha sont lessivés sous un sol nu l'hiver suivant la destruction ([Vertès et al., 2007b](#)). L'efficacité d'absorption des couverts suivant le retournement est primordiale pour limiter ces pertes. Sur le sujet, se reporter également à la [fiche 6](#).

Après un retournement de printemps, **maïs** et **betterave fourragère** sont efficaces pour absorber de grandes quantités d'azote (200 kg N/ha pour le maïs et 400 kg N/ha pour la betterave, [Vertès et al., 2007b](#)). La succession prairie temporaire/betterave/blé permet ainsi de diviser par 2,5 la perte d'azote par lixiviation sur les deux années de culture par rapport aux successions dans lesquelles la betterave est remplacée par du maïs ou du blé ([Journet, 2003](#)).

La couverture du sol l'hiver suivant le retournement par une **CIPAN** permet de réduire jusqu'à 60% la lixiviation d'azote ([Vertès et al., 2007b](#)) en immobilisant 50 à 90 kg N/ha ([Ferchaud, 2006](#)). L'efficacité de la CIPAN dépend de l'espèce choisie (voir [Ferchaud, 2006](#)) et de la date d'implantation (si trop tardive, pas de développement suffisant de la CIPAN pour pomper l'azote du sol avant drainage).

### Lixiviation incompressible pour les principales rotations

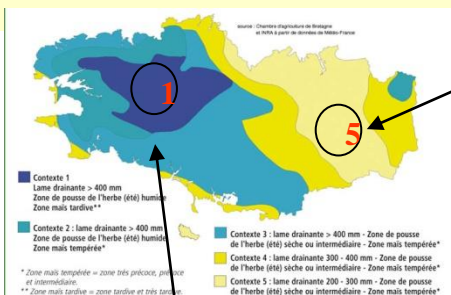
On peut classer le niveau de lixiviation annuel moyen pour les rotations les plus courantes en Bretagne, en fonction de l'utilisation du sol et de la gestion de la prairie ([Peyraud, Cellier et al., 2012](#)).

Ce classement montre notamment que les pertes par lixiviation sont d'autant plus importantes que :

- la prairie est pâturée et le chargement animal important (voir [fiche 5](#))
- la culture est peu couvrante en période de drainage (CIPAN tardives ou céréales d'hiver)

## Connaissances sur les fuites d'azote sous diverses rotations (suite)

Niveaux « plancher » de pertes d'azote par lixiviation pour les rotations les plus courantes (avec des pratiques optimisées) et une lame drainante hivernale supérieure à 400 mm (contexte typique de l'Ouest de la Bretagne ; pour les autres situations pédoclimatiques, se reporter aux [références agronomiques de Territ'Eau](#)).



5- Bassin Rennais:	
Coefficient de lessivage=0,72, pousse de l'herbe=zone sèche, récolte maïs=précoce	
Prairie <300 UGB.JPP/ha/an jamais retournée	< 15
Monoculture de maïs fourrage + cipan avant le 30/09	
Prairie 9 ans < 300 UGB.JPP/ha/an / blé (système herbager)	15-25
Maïs (grain ou fourrage)/blé/colza/blé+cipan	
Prairie 300-450 UGB.JPP jamais retournée	
Prairie 300-450 UGB.JPP/ha/an retournée en prairie	
Maïs (grain ou fourrage)/blé + cipan courte durée /orge + cipa	
Maïs (grain ou fourrage)/blé+cipan	25-35
Prairie 300-450 UGB.JPP/ha/an / maïs / blé	
Monoculture de maïs fourrage + cipan entre le 30/09 et 10/10	
Maïs/blé/orge + cipan	35-45
Maïs/blé+cipan/épinard+haricot/blé/orge+cipan	
Monoculture de maïs grain + sol nu	45-55

1- Centre Bretagne:	
Coefficient de lessivage=1, pousse de l'herbe=zone humide, récolte maïs=tardive	
Prairie <300 UGB.JPP/ha/an jamais retournée	15-25
Prairie 9 ans < 300 UGB.JPP/ha/an / blé (système herbager)	25-35
Prairie 300-550 UGB.JPP jamais retournée	35-45
Maïs (grain ou fourrage)/blé+cipan	
Maïs (grain ou fourrage)/blé/colza/blé+cipan	
Maïs (grain ou fourrage)/blé + cipan courte durée /orge + cipa	
Monoculture de maïs fourrage + cipan sous couvert	
Prairie 300-550 UGB.JPP/ha/an retournée en prairie	45-55
Prairie 300-550 UGB.JPP/ha/an / maïs / blé	
Maïs/blé/orge + cipan	
Maïs/blé+cipan/épinard+haricot/blé/orge+cipan	55-65
Monoculture de maïs fourrage + cipan après le 10/10	65-75
Monoculture de maïs grain + sol nu	

UGB.JPP = Unité Gros Bovin x jour de pâturage

Monoculture maïs

Rotations prairies -cultures

Rotations grandes cultures

Il s'agit ici de moyennes annuelles calculées sur l'ensemble de la rotation, mais ces pertes sont très variables selon les années : par exemple, sous prairie, les pertes peuvent être relativement faibles, mais elles sont souvent très importantes lors du retournement de la prairie. Il est donc essentiel de raisonner l'ensemble de la rotation et de la gestion de la prairie pour tenter de réduire ces pertes au retournement.

## Connaissances sur l'effet de l'âge de la prairie sur la quantité d'azote minéralisé au retournement

### Des quantités d'azote libérées au retournement augmentent avec l'âge de la prairie

En tendance, plus la prairie est âgée, plus la quantité d'azote minéralisée au retournement est importante (quantité croissante pour des prairie de 1 an < 3-4 ans < 7-10 ans), et donc plus il y a de risque de lixiviation ([Velthof et Oenema, 2001](#), Laurent et al., 2004, voir aussi [fiche 8](#)).

Les prairies âgées minéralisent en principe plus au retournement que les jeunes prairies parce que plus d'azote s'est accumulé, à la fois dans les 10 premiers centimètres du sol et dans les racines et chaumes du couvert prairial. La quantité d'azote organique accumulée dans le sol sous prairie augmente d'environ 100 kg N/ha/an pendant 10 à 30 ans après l'installation de la prairie, tandis que la quantité d'azote accumulée dans les racines et chaumes des prairies augmente de 20 à 30 kg N/ha/an pendant les 5 premières années ([Velthof et Oenema, 2001](#)). Ce stockage d'azote (et de carbone) sous forme de matière organique dans les sols ralentit avec l'âge de la prairie pour se stabiliser à la capacité de stockage du système (graphique p.2).

### Un « effet prairie » plus durable avec l'âge de la prairie

La minéralisation liée au retournement s'observe plus longtemps pour les prairies plus âgées : on considère qu'elle dure environ un an pour les prairies de moins de 5 ans, et de 2 à 3 ans pour les prairies de plus de 5 ans (Comifer, 2013).

### Et replacé à l'échelle de la rotation ?

Plus on laisse la prairie longtemps en place, plus d'un côté on réduit la fréquence des fortes minéralisations liées au retournement, mais d'un autre on augmente la quantité d'azote libérée à chaque retournement.

A l'échelle de la rotation, quelle est donc la durée de la prairie ayant le moins d'incidence sur la lixiviation d'azote ? La réponse n'est pas clairement établie, mais selon le référentiel Territ'Eau, la lixiviation annuelle moyenne calculée sur l'ensemble de la rotation est un peu inférieure dans les rotations intégrant des prairies temporaires de longue durée (6 ans) que des prairies de plus courte durée (4 ans) (voir [fiche 7](#)). Dans l'expertise collective INRA, [Peyraud, Cellier et al. \(2012\)](#) suggèrent une durée optimale de 5-6 ans pour les prairies temporaires. En conditions favorables et bien gérée, si la prairie reste productive, des durées d'exploitation plus longues améliorent le bilan environnemental.

Toutefois, les prairies intensément pâturées ont tendance à vieillir plus rapidement : il est alors nécessaire de trouver des solutions pour maintenir ces prairies pâturées suffisamment longtemps : se reporter à la [fiche 8](#).

## Connaissances sur les effets de la composition floristique et du mode d'exploitation de la prairie détruite sur la quantité d'azote minéralisé au retournement

### Effet du mode d'exploitation de la prairie

Les pertes sous prairies fauchés sont négligeables si la fertilisation est raisonnée (voir [fiche n°5](#)). La pratique « zéro pâturage » (affouragement en vert apporté aux animaux en stabulation) semble donc intéressante de prime abord, d'autant plus qu'elle permet la valorisation des lisiers sur d'autres cultures. Mais elle est plus coûteuse en matériel et énergie, et les pertes d'azote par volatilisation au bâtiment, au stockage et à l'épandage des effluents d'élevage sont bien plus importantes que celles des restitutions au pâturage ([Peyraud, Cellier et al., 2012](#), voir les [fiches 2a, 3a et 3b](#)) : les pertes d'azote à l'échelle de l'exploitation sont donc plus importantes avec cette pratique du « zéro pâturage ». La fauche (seule ou associée au pâturage) permettant de constituer des stocks, d'utiliser en prairie des parcelles non accessibles aux animaux, complémentaire du pâturage dans le système fourrager.

## Connaissances sur les effets de la composition floristique et du mode d'exploitation de la prairie détruite sur la quantité d'azote minéralisé au retournement (suite)

### Effet de la composition floristique de la prairie détruite

La minéralisation d'azote après retournement des associations ray-grass anglais-trèfle blanc (RGA-TB) n'est pas significativement différente de celle du RGA pur ([Cohan et al., 2012](#)) sauf lorsque la légumineuse est très abondante (>50%, Laurent et al., 2004).

### Effet du mode d'exploitation (fauche/pâture) en fonction de la composition floristique

#### • Cas des graminées pures (RGA) :

Plus les prairies de graminées pures ont été exploitées par pâturage, plutôt qu'en fauche, ou plus l'intensité du pâturage était importante (donc en général aussi la fertilisation) plus il y aura d'azote minéralisé au retournement ([Velthof et Oenema, 2001](#), Laurent et al., 2004). L'introduction de fauches dans l'exploitation de la prairie permet de réduire significativement la quantité d'azote minéralisé au retournement.

• **Cas des associations RGA-TB** : contrairement aux prairies de graminées pures, la fauche ne diminue pas la minéralisation par rapport à pâturage (Comifer, 2013).

## Les leviers en lien avec la composition floristique et le mode d'exploitation

- Il est conseillé d'introduire **plus de fauches** et de **supprimer les pâturages tardifs** en dernière année pour réduire la minéralisation post-destruction (Laurent et al., 2004, et voir [fiche n°6](#)).
- **Dans le raisonnement de la fertilisation de la culture suivant le retournement**, le [COMIFER \(2013\)](#) propose de retenir des quantités d'azote minérales fournies par le retournement de prairie :
  - égales pour les prairies pures RGA et d'association RGA-TB pâturées et pour les prairies d'association RGA-TB fauchées,
  - et inférieures pour les prairies pures RGA fauchées.

## Assolement :

### Impact de la composition de la SFP sur le niveau de lixiviation d'N

## Connaissances sur la lixiviation d'N sous différents systèmes optimisés

Les exploitations dont la SFP est constituée d'une **forte proportion de prairies permanentes réduisent le risque de pertes d'azote par lixiviation (et par volatilisation)** associé aux conduites culturales et aux retournements ([Peyraud, Cellier et al., 2012](#)).

Comparaison de trois systèmes conduits de manière optimisée  (d'après <a href="#">Peyraud et al., 2009</a> )	Systèmes basés sur :	Stocks	Maïs-herbe	Herbe
	Maïs dans SFP (%)	50-60	20-50	<20
	Chargements (UGB/ha SFP)	1,6-2,0	1,6-1,8	1,4-1,8
	Production laitière (L/has SFP)	8-11 000	7-11 000	6-9 000
	N lixivié (kg N/ha SAU)	50-70	40-60	30-40



## Connaissances sur la lixiviation d’N sous différents systèmes optimisés (suite)

Les faibles pertes d’azote en systèmes herbagers s’expliquent par ([Peyraud, Cellier et al., 2012](#)) :

- le moins grand recours aux entrées exogènes d’azote (concentrés) dans l’exploitation
- le moindre temps de résidence des animaux dans les bâtiments (phase durant laquelle les plus grosses pertes gazeuses d’azote se font dans les élevages, voir [fiches 2a, 2b et 2c](#))
- la meilleure utilisation de l’azote par les prairies que par les autres cultures
- la quasi absence de sols nus et de retournements entraînant les fortes minéralisations
- et le chargement moins important sur prairies permanentes du fait du moindre rendement.

Néanmoins, **à même chargement et lorsque la conduite de maïs est optimisée, la part du maïs dans la SFP impacte peu les niveaux de pertes nitriques par lixiviation.**

Deux études de Le Gall et Cabaret (2002, citées dans [Ferchaud, 2006](#)), comparant des systèmes fourragers à parts variables de maïs et prairies de RGA pur et à même chargement, ont montré que deux effets opposés se compensaient. **Lorsque la part de maïs décroît :**

- **les pertes nitriques sous prairies diminuent** (les prairies sont alors moins intensément pâturées : plus de fauche et diminution du nombre de jours de pâturage quand la surface en prairies augmente)
- **alors que les pertes sous maïs augmentent** (car il y a plus de retournements de prairies : plus la part de maïs augmente, plus la monoculture de maïs est présente).

### Pour aller plus loin...

Ferchaud F. (2006) *Pratiques agricoles, fuites de nitrates et qualité de l’eau dans les bassins versants : Synthèse des références applicables au contexte breton*. Agrocampus Rennes, CEVA Pleubian, 132 pages. [Lien](#)

Laurent F., Kerveillant P., Besnard A., Vertès F., Mary B., Recous S. (2004) *Effet de la destruction de prairies pâturées sur la minéralisation de l’azote : approche au champ et propositions de quantification. Synthèse de 7 dispositifs expérimentaux*, Rapport Arvalis - INRA - Chambres d’agriculture de Bretagne, 76 p.

Peyraud J.-L., P. Cellier, (coord.) (2012) *Les flux d’azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres*. Expertise scientifique collective, rapport, Inra (France), 527 pages. [Lien](#)

Vertès F., J.-C. Simon, F. Laurent et A. Besnard (2007a) *Prairies et qualité de l’eau – Evaluation des risques de lixiviation d’azote et optimisation des pratiques*. Fourrages, 192 : 423-440. [Lien](#)

#### Autres références citées :

Arrouays D., Balesdent J., Germon J.C., Jayet P.A., Soussana J.F., Stengel P. (Eds.) (2002) Contribution à la lutte contre l’effet de serre : stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Synthèse de l’expertise collective INRA pour le MEDD. Editions INRA, Paris (France), 332 pages. [Lien](#)

Cohan J.-P., Vertès F., Besnard A., Hanocq D., Grall J., Protin P.-V., Laurent F. (2012) *Impact des retournements des prairies sur la minéralisation de l’azote du sol : conséquences pour la gestion de la fertilisation*. In : « 30 ans de références pour comprendre et limiter les fuites d’azote à la parcelle ». Actes de la journée de synthèse scientifique organisée par les Chambres d’Agriculture de Bretagne, Arvalis-Institut du Végétal et INRA Agrocampus Ouest (Ploërmel, France, 3 février 2012), pages 41-44. [Lien](#)

COMIFER (2013) *Calcul de la fertilisation azotée : Guide méthodologique pour l’élaboration des prescriptions locales - Cultures annuelles et prairies*. Editions COMIFER (Paris), 159 pages. [Lien](#)

Journet M. (2003) *Des systèmes herbagers économes : une alternative aux systèmes intensifs bretons*. Fourrages, 173 : 63-88. [Lien](#)

Laurent F., Vertès F., Farruggia A. et Kerveillant P. (2000) *Effets de la conduite de la prairie pâturée sur la lixiviation du nitrate. Propositions pour une maîtrise du risque à la parcelle*. Fourrages, 164 : 397-420. [Lien](#)

Peyraud J.-L., Le Gall A., Delaby L., Faverdin P., Brunshwig P., Caillaud D. (2009) *Quels systèmes fourragers et quels types de vaches laitières demain ?* Fourrages, 197 : 47-70. [Lien](#)

Velthof G.L. et O. Oenema (2001) *Effects of ageing and cultivation of grassland on soil nitrogen*. Wageningen, Alterra, Green World Research. Alterra-rapport 399. 56 pages. [Lien](#)

Vertès F., Hatch D., Velthof G., Taube F., Laurent F., Loiseau P., Recous S. (2007b) *Short-term and cumulative effects of grassland cultivation on nitrogen and carbon cycling in ley-arable rotations*. Grassland Science in Europe, 12 : 227-246. [Lien](#)

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

Viaux P., Bodet J.-M., Le Gall A. (1999) *Complémentarité herbe-cultures dans les rotations*. Fourrages, 160 : 345-358. [Lien](#)



Rédaction : Pascaline MOREAU (AGROCAMPUS OUEST)

Encadrement du projet : Matthieu CAROF (AGROCAMPUS OUEST), Catherine GRIMALDI (INRA), Virginie PARNAUDEAU (INRA)

Validation scientifique : Françoise VERTES (INRA)

Ces fiches ont été réalisées avec le soutien financier de la Région Bretagne