

Pertes d'azote sous prairie

Quelle gestion pour limiter les fuites d'azote ?

Trois principaux processus régulent les fuites d'N sous prairie :

- celui ayant le plus d'impact : les entrées/sorties d'N : les pratiques de fertilisation et la gestion de l'exploitation de la prairie (fauche, pâturage)
- la composition floristique de la prairie
- et de manière moins clairement établie, l'âge de la prairie

Entrées/sorties d'N : fertilisation et exploitation des prairies

Connaissances sur le devenir de l'N en prairie fauchée ou pâturée

Dans une prairie, les apports de matière organique provenant de la décomposition des racines et feuilles sénescentes ont un fort C/N : l'azote apporté a donc tendance à être organisé. Par ailleurs, l'activité de croissance des prairies est quasiment continue toute l'année. Malgré la minéralisation, la lixiviation de l'azote sous prairies est donc limitée par deux facteurs : l'absorption d'N minéral par le couvert tout au long de l'année et l'immobilisation de l'N minéral ([Chabbi et Lemaire, 2007](#)).

En prairie fauchée

200 à 400 kg N/ha/an de l'azote apporté est consommé par les plantes et les microorganismes ; au-delà, le système est saturé et l'azote en excès risque d'être lixivié.

En prairie pâturée

Le système est plus complexe qu'en prairie fauchée car s'ajoutent les restitutions par les déjections animales.

Un animal ingère de 200 à 400 kg d'N/ha/an au pâturage (Decau et Simon, 1990). 75 à 90% de cet azote est restitué par les déjections ([CORPEN, 2001](#)), ce qui représente au total 150 à 500 kg d'N/ha selon le chargement et la durée de la saison de pâturage (accroissement de 70 kg, pour un accroissement de 100 journées de pâturage, Decau et Simon, 1990).

Selon [Vertès et al. \(1997\)](#), ces restitutions sont distribuées de manière hétérogène : sous les pissats, l'azote représente une dose équivalente en moyenne à 500 kg N/ha (variant de quelques dizaines à 1000 kg N/ha). Ainsi, pour des prairies modérément fertilisées (200-250 kg N/ha/an), 10 à 15% de la surface d'une prairie reçoit des quantités supérieures à ce que peuvent utiliser le couvert et les microorganismes du sol, et même 60% dans le cas de chargements très intensifs. De ce fait, la lixiviation potentielle irréductible d'une prairie pâturée est de 20-30 kg N/ha. Plus les pissats sont émis tardivement, plus les risques de lixiviation du nitrate sont importants.

Connaissances sur l'effet de la forme de l'azote apporté sur la lixiviation d'N sous prairie

FERTILISATION

Les apports tardifs sont d'autant plus risqués que la fraction minérale de l'N de l'engrais est importante. Ainsi, l'épandage tardif de lisier est plus risqué que celui de fumier ([Laurent et al., 2000](#)).

Connaissances sur l'effet de la forme de l'azote apporté sur la lixiviation d'N sous prairie (suite)

PÂTURAGE

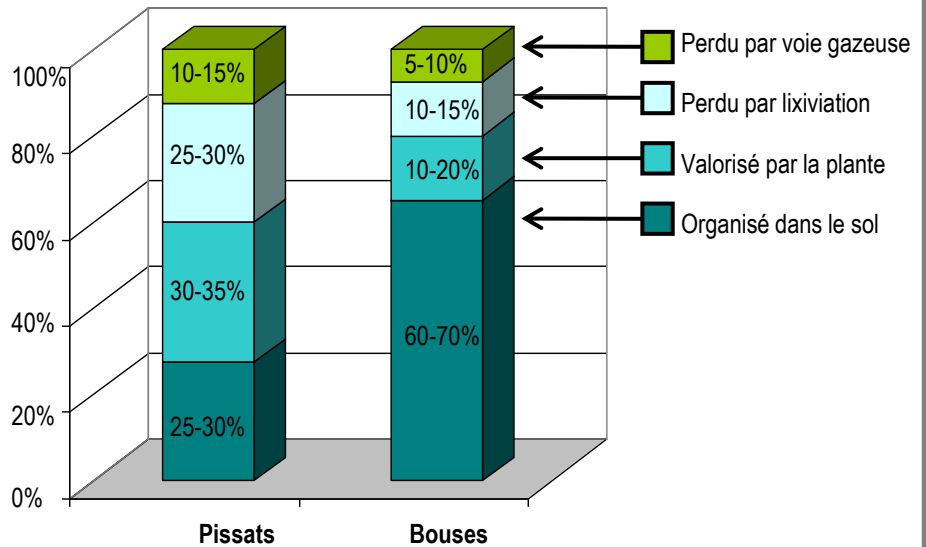
La lixiviation est plus importante sous les pissats (Decau et Simon, 1990, [Laurent et al., 2000](#)), car :

- La majorité de l'azote ingéré au pâturage (64 à 75%) est restituée à la parcelle sous forme urinaire. Les quantités d'azote urinaire sont reliées à la quantité d'azote ingéré et tout azote ingéré en excès est éliminé dans les urines.
- L'azote de l'urine est sous forme d'urée rapidement minéralisable (1 à 7 jours), tandis que l'azote des bouses est sous forme organique à minéralisation progressive (qui rejoint le pool de la matière organique stable du sol).
- Les restitutions par les pissats, très locales, génèrent de fortes concentrations d'azote minéral, bien supérieures aux capacités instantanées d'absorption du couvert et d'organisation par la biomasse microbienne, exposant ainsi l'excès d'azote minéral à la lixiviation. Les quantités d'azote lixiviables peuvent atteindre localement plusieurs centaines de kg N/ha.

Devenir de l'azote des pissats et des bouses.

Ces proportions peuvent varier en fonction des conditions pédoclimatiques et de l'exploitation de la prairie : la part et la valeur absolue des pertes par lixiviation sont ainsi plus importantes en pâturage intensif et sous les parcelles « parking ».

(d'après [Peyraud, Cellier et al., 2012](#))

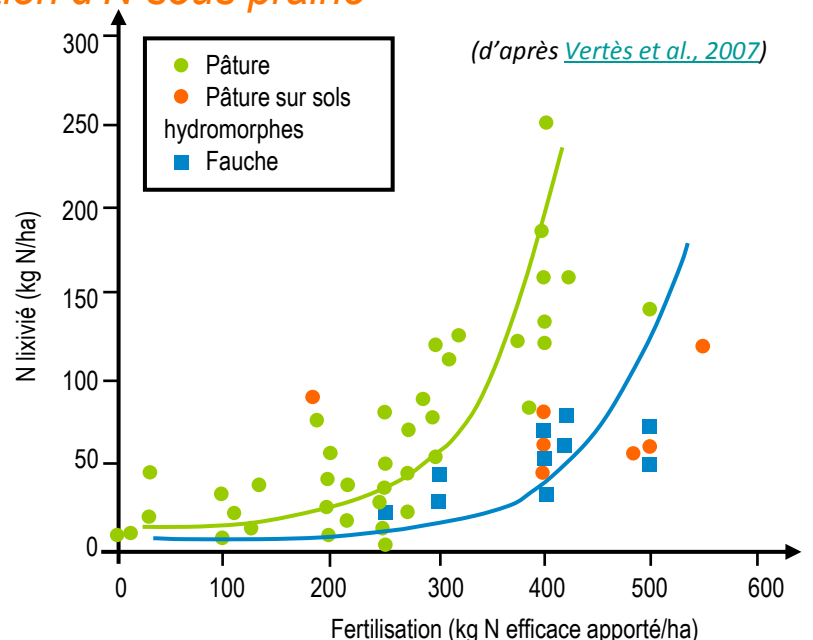


La **fertilisation** (dose et date des apports) est à raisonner pour éviter les pertes de nitrates sous prairies fauchées ou pâturées. Sous prairie pâturée, les risques de lixiviation des nitrates sous prairies pâturées dépendent également de la **gestion du pâturage** (chargement animal et saison du pâturage).

Connaissances sur l'effet de la dose apportée sur la lixiviation d'N sous prairie

N apporté par fertilisation uniquement (cas des prairies fauchées)

En Bretagne, dans des conditions pédoclimatiques favorables à la croissance des prairies, la **lixiviation peut rester à des niveaux acceptables jusqu'à 400 kg N efficace/ha** (N minéral + N ammoniacal du lisier) lorsque les périodes d'apport sont raisonnées et dans des sols moins sujets à la lixiviation ([Vertès et al., 2007](#)).



Connaissances sur l'effet de la dose apportée sur la lixiviation d'N sous prairie (suite)

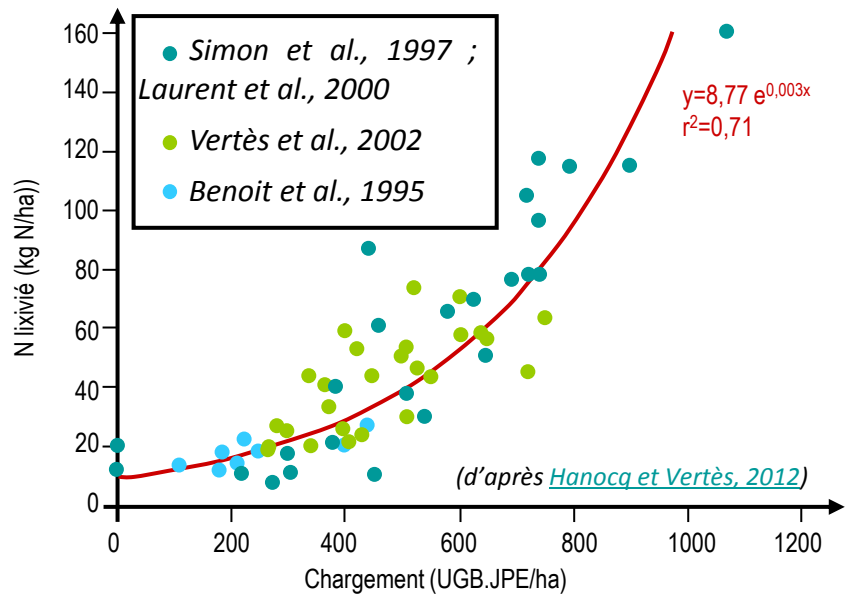
N apporté par fertilisation et restitutions au pâturage (cas des prairies pâturées)

Du fait des quantités d'azote émises par les animaux au pâturage, les risques de lixiviation apparaissent pour des doses d'azote apportée par fertilisation bien plus faibles.

Effet des restitutions au pâturage :

Les risques de lixiviation d'azote sont modérés (généralement inférieurs à 50 kg N/ha/an) pour des chargements jusqu'à 450-550 UGB.JPE/ha/an (JPE : Jours de Pâturage Equivalent), soit environ 1,3-1,5 UGB/ha. Au-delà, les risques augmentent rapidement, d'autant plus pour des pâturages d'hiver pour lesquels l'absorption par le couvert est ralentie.

UGB.JPE : chargement au pâturage exprimée en Unite Gros Bétail. Jour de pâturage équivalent par hectare et par an.



Effet des interactions entre fertilisation et restitutions au pâturage :

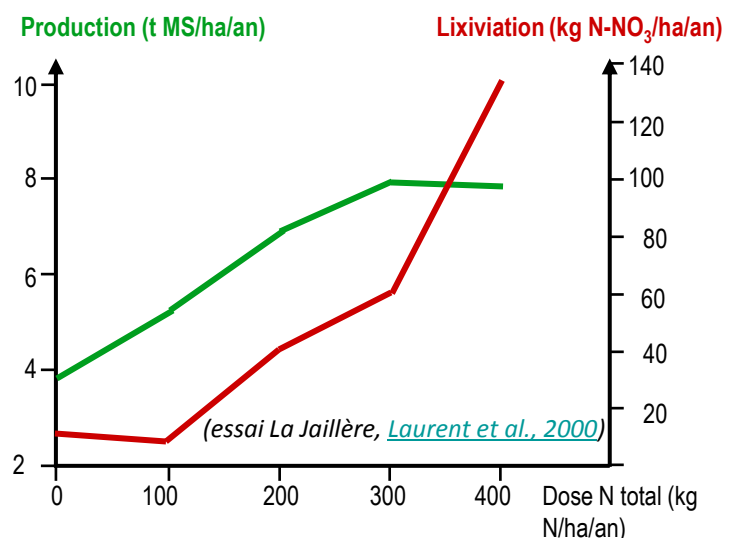
Plus la prairie pâturée est fertilisée :

- plus l'herbe est riche en azote et plus il y aura d'azote excrété (Decau et Simon, 1990),
- et plus la prairie est productive, ce qui accroît le pâturage, donc les quantités d'N restitué (notamment ceux tardifs) (Laurent et al., 2000).

(d'après Peyraud, Cellier et al., 2012)	Fertilisation (kg N/ha)		
	0	100	320
Jours de pâturage (/ha)	456	550	689
Teneur en N de l'herbe (g/kg MS)	25,1	28,4	35,4
N-urine (kg N/ha/an)	113	161	276
Azote potentiellement lixiviable (kg N/ha/an)	28	44	161

Lien entre productivité de la prairie pâturée et les pertes par lixiviation :

La production de la prairie se stabilise progressivement quand on augmente la dose et plafonne à partir de 300 kg N/ha/an, tandis que la lixiviation continue d'augmenter. Au-delà de 250 kg N/ha/an, les pertes de nitrates sous prairies pâturées deviennent importantes. Un bon compromis entre production et lixiviation semble être une fertilisation azotée annuelle de 150 à 250 kg N/ha/an, en ciblant le bas de la fourchette dans les situations estivales séchantes et le haut de la fourchette dans les zones plus arrosées en été (Laurent et al., 2000).

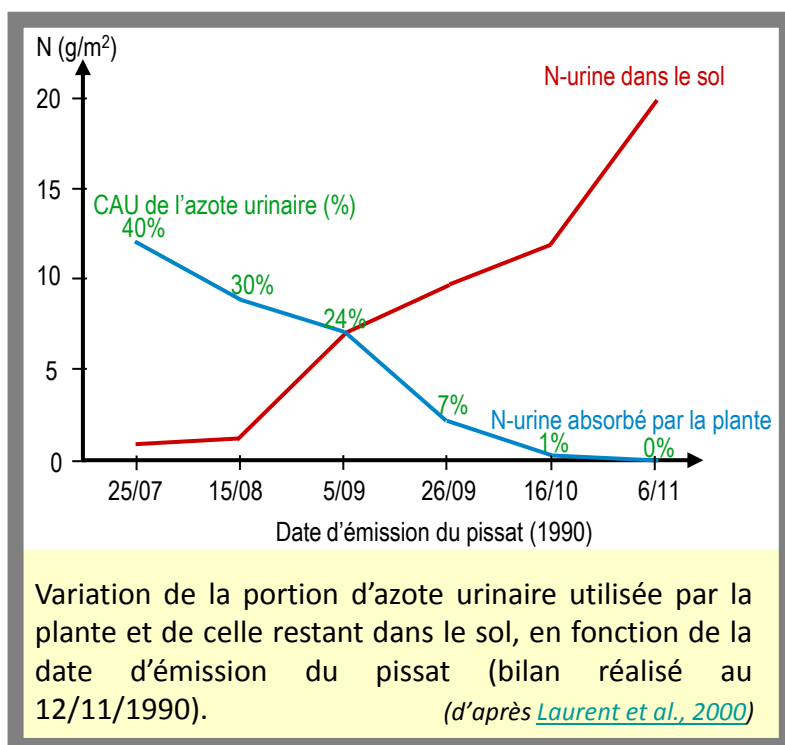


Connaissances sur l'effet de la période des apports sur la lixiviation d'N sous prairie

Que l'azote provienne de la fertilisation ou des restitutions au pâturage, pour une même quantité d'azote efficace apportée, la distribution des apports impacte les pertes par lixiviation, avec une augmentation de celles-ci en cas d'apports tardifs (à partir de l'arrêt de la végétation en été). Voir les périodes d'absorption de la prairie en relation avec la fourniture du sol et les périodes à risque pour la lixiviation ([fiche n°0](#)).

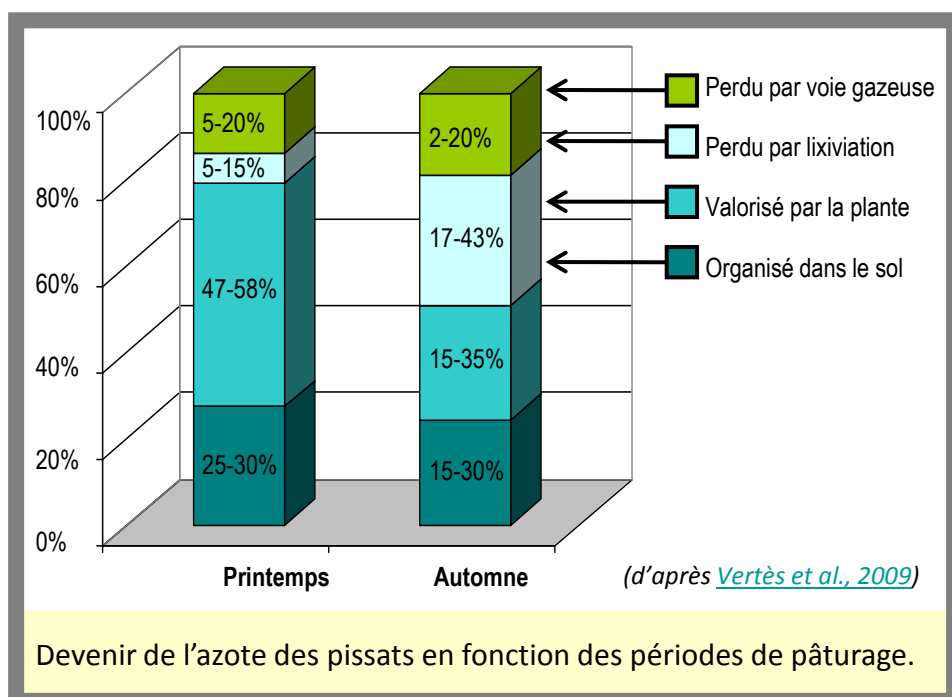
Plus l'apport est tardif, plus il y a de risques qu'il reste de l'N excédentaire en début de période de drainage, car :

- l'azote apporté tardivement est moins bien valorisé : l'absorption par le couvert diminue en période de moindre pousse en été (diminution du CAU de l'engrais au fil des cycles de production de la prairie : 0,75 au printemps, 0,25 en été), surtout si les conditions estivales sont défavorables (sécheresse).



L'impact des restitutions au pâturage tardives est d'autant plus important que :

- plus le pâturage est tardif, plus le nombre de cycles de croissance après déjections est faible et donc moins il y aura d'utilisation de l'azote par le couvert.
- plus le pâturage est tardif, plus le développement de la prairie reste stimulé, justifiant le maintien d'un pâturage d'autant plus tardif dont les restitutions présentent un plus fort risque de lixiviation.



En définitive, **presque la totalité de l'azote apporté en fin d'été ou automne est retrouvé dans les reliquats en début de drainage, donc potentiellement lixivié** ([Vertès et al., 1997](#)). Plus que la réduction de la dose annuelle totale, c'est la diminution de la fertilisation estivale qui permet de fortement réduire les quantités d'azote lixivié ([Laurent et al., 2000](#)).

Leviers pour réduire la lixiviation d’N sous prairie

Il existe une certaine variabilité du bilan azoté et de l’efficacité de l’azote entre exploitations pour un même niveau de production dans l’Ouest de la France : l’optimisation des pratiques mises en place par les exploitations les plus performantes permet de réduire de 30% (soit d’environ 50 kg N/ha/an) par rapport à la moyenne des autres exploitations ([Peyraud, Cellier et al., 2012](#)).

LEVIERS POUR DES PRAIRIES FAUCHEES

Sous réserve d’une fertilisation azotée raisonnée, les risques de lixiviation d’azote sous prairies fauchées sont faibles. Les leviers proposés concernent la fertilisation (dose et date des apports) afin d’éviter les situations à risque.

- **Calculer la dose à apporter** en fonction des objectifs de production de la parcelle et en prenant en compte la fourniture du sol et la contribution des légumineuses (voir le guide de la fertilisation azotée du [COMIFER, 2013](#)). Pour cela, il est également nécessaire de bien **prévoir la valeur fertilisante des engrais de ferme** et d’ajuster le matériel d’épandage. Les références donnant la teneur en azote par type d’engrais étant très imprécises, des outils sont disponibles pour établir plus précisément la valeur fertilisante de son engrais organique (ex : Quantofix).
- **Raisonner le calendrier des apports** : apporter au moment de la pousse et quand la prairie valorise le mieux l’azote, donc apporter la plus grande quantité d’azote en sortie d’hiver et au printemps. Plus la dose apportée est importante, plus il faut l’apporter tôt pour laisser le temps au couvert et aux micro-organismes du sol de la valoriser dans son intégrité.
- **La fertilisation estivale peut être appliquée ou non en fonction du contexte pédoclimatique** : en zone de bonne pousses estivale et en absence de déficit hydrique, on peut fertiliser jusqu’à fin juin-début août (mais sur une dose totale de 250 kg N/ha par exemple, n’apporter que 50 kg N/ha en été). Mais si le déficit hydrique est prononcé en été, ne plus envisager d’apport au-delà de début juin ([Laurent et al., 2000](#)).

LEVIERS POUR LES PRAIRIES PÂTUREES

- **Raisonner la fertilisation** :
 - **Ajuster la dose** en fonction des objectifs de production de la parcelle et en prenant en compte la fourniture du sol, la fertilisation par les restitutions au pâturage et par la contribution des légumineuses (voir le guide de la fertilisation azotée du [COMIFER, 2013](#)).
 - **Adapter le calendrier des apports** en fonction des périodes de pâturage et des périodes de pousse de l’herbe.
- **Adopter un pâturage modéré** :
 - **Raccourcir la saison de pâturage** (ne plus pâturer à partir de la fin de l’été) et **éviter le surpâturage** (ne pas dépasser 1,5 UGB/ha de SFP).
 - **Ne pas laisser les animaux dans les parcelles où le pâturage n’est pas possible du fait de la croissance faible** ou nulle de la prairie (été sec, sol partiellement nu) ; éviter par exemple la mise à l’herbe sur des parcelles avec apport de fourrage exogène
 - Ne pas faire séjourner les animaux sur des parcelles lorsqu’une grande part de l’alimentation se fait sur un autre lieu (ex : parcelles « parking » proches de la salle de traite)

Leviers pour réduire la lixiviation d’N sous prairie (suite)

- **Introduire une ou plusieurs fauches** dans le mode d’exploitation d’une prairie (même sur les premiers cycles) ; plus il y a de fauches et plus le risque de lixiviation diminue ([Laurent et al., 2000](#)).
- **Apporter des inhibiteurs de nitrification** sur prairies pâturées en automne ou hiver, pour reporter la transformation de l’ammonium en nitrate à une période où la prairie l’absorbera (forte pousse de printemps). Ces inhibiteurs peuvent être directement épandus sur prairie ou diffusés par un bolus dans le rumen des animaux au pâturage. Cependant, la synthèse de [Peyraud, Cellier et al. \(2012\)](#) est plutôt pessimiste sur le réel effet positif de ces inhibiteurs.

Composition floristique de la prairie

Connaissances sur les spécificités des prairies d’association graminées-légumineuses pouvant avoir un impact sur la lixiviation d’N

La légumineuse fixe l’azote de l’air en fonction de ses besoins de croissance et des disponibilités en azote du sol. La graminée associée bénéficie de cet azote de façon indirecte (restitution des déjections et décomposition des organes morts de la légumineuse). La graminée est plus compétitive que la légumineuses pour absorber l’azote du sol, et la fixation d’azote de l’air par la légumineuse est inhibée lorsque l’azote est en grande quantité dans le sol : lorsque la prairie d’association est fertilisée, le trèfle est défavorisé et son taux régresse au profit de celui de la graminée. Une prairie d’association doit donc être peu ou pas fertilisée. L’azote du sol, en quantité limitée, est ainsi bien valorisé par la graminée.

La période de pousse, donc d’absorption, du trèfle blanc se situe à la fin du printemps-début été, tandis que celle des graminées est plus précoce (printemps). La prairie d’association a donc tendance à être conduite à un rythme plus lent, pour ne pas épuiser les plantes. Elle est donc moins productive, et de ce fait les restitutions au pâturage sont également moins abondantes.

La teneur en azote de l’herbe est peu différente de celle d’une prairie de graminée pure, car les graminées qui ne sont pas fertilisées à l’optimum sont alors moins riches en azote, mais ceci est compensé par la forte teneur en azote du trèfle.

Par ailleurs, une certaine régulation se fait face à l’apport considérable d’N par les pissats : la fixation symbiotique par le trèfle est alors stoppée, le taux de trèfles blancs régresse localement et l’azote disponible est valorisé par la graminée (qui est généralement en nutrition azotée limitante).

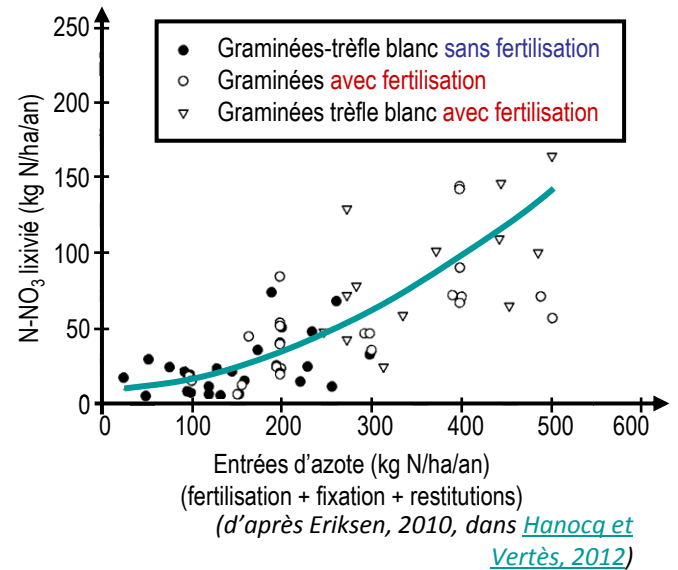
Du fait des périodes de pousse décalées du trèfle et de la graminée, l’incorporation de trèfle blanc dans la prairie permet d’étaler la période de production de la prairie. La période de pâturage a donc tendance à être prolongée vers des périodes plus à risque vis-à-vis de la lixiviation.

Connaissances sur les spécificités des prairies d'association graminées légumineuses pouvant avoir un impact sur la lixiviation d'N (suite)

BILAN DE CES PROCESSUS

A chargement équivalent, ainsi qu'à entrée d'azote équivalente (fertilisation + fixation + restitutions), les **niveaux de fuites sont proches pour les prairie de graminées pures ou prairie d'association graminées-trèfle blanc** (environ 10% de pertes en moins).

Mais généralement, les prairies avec trèfle blanc sont moins fertilisées et sont moins productives : les risques de pertes d'azote par lixiviation sont alors plus faibles que sous prairies de graminées pures fertilisées.



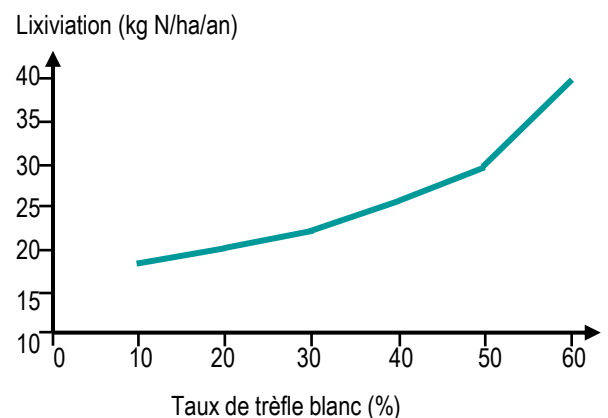
AUTRES INTERÊTS DES LEGUMINEUSES PRAIRIALES

- Les prairies d'association et multi-espèces avec des légumineuses, permettent d'économiser en azote minéral, ce qui généralement réduit les entrées d'azote sur l'exploitation (et donc le solde de la Balance Globale Azotée et la pression azotée), et d'économiser en fuel pour l'épandage de cet azote.
- Par ailleurs, la fixation d'N ne s'accompagne pas d'émissions de protoxyde d'azote, contrairement à ce qui se passe lors d'un épandage d'engrais minéral sur prairie.

Le levier : taux de trèfle blanc recherché

Le bon compromis entre productivité de la prairie et pertes d'azote est un **taux de trèfle en fin de printemps compris entre 30 et 45%**. Au-delà, le gain de production est faible, comparé au risque de lixiviation. En effet :

- Des taux très élevés augmentent les risques de lixiviation (figure ci-jointe) et les risques de météorisation.
- A l'inverse, des taux faibles (<25% biomasse en été) se traduisent par une moindre production.



(d'après Schils, 1994, dans [Laurent et al., 2000](#))

Âge de la prairie

Connaissances sur les fuites d'azote en fonction de l'âge de la prairie

L'effet de l'âge de la prairie sur le niveau de lixiviation annuel est courant mais pas systématique ([Laurent et al., 2000](#)). Trois types de réponses peuvent être observés :

- Les prairies jeunes accumulent une grande quantité de matière organique dans les plantes et le sol ; la minéralisation nette (minéralisation moins organisation) a alors tendance à croître avec l'âge de la prairie, entraînant un plus grand risque de lixiviation.
- D'un autre côté, le potentiel de dénitrification de la prairie augmente avec l'âge de celle-ci, ce qui peut atténuer plus ou moins cette augmentation du stock d'azote potentiellement lixiviable.
- Avec l'âge, on observe également une moindre réponse de la prairie à la fertilisation azotée : ce **pouvoir tampon** est lié à la plus grande capacité d'immobilisation de l'azote par le sol de la prairie.

Cependant, à l'échelle de la rotation, les prairies les plus courtes et les plus fréquemment retournées sont celles qui entraînent le plus de pertes d'N par lixiviation (voir la [fiche n°6](#) sur le retournement et la [fiche n°7](#) sur les rotations).

Pour aller plus loin...

Hanocq D., Vertès F. (2012) *Fuites d'azote sous prairies : les facteurs de variation et de maîtrise*. 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 35-40.

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](#)

Vertès F., Simon J.-C., Le Corre L., Decau M.-L. (1997) *Les flux d'azote au pâturage : II. Etude des flux et de leur effets sur le lessivage*. Fourrages, 151 : 263-280. [Lien](#)

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

Vertès F., Simon J.-C., Giovanni R., Grignani C., Corson M., Durand P., Peyraud J.-L. (2009) *Flux de nitrate dans les élevages bovins et qualité de l'eau : variabilité des phénomènes et diversité des conditions*. Académie d'Agriculture de France (Paris, France), Séance du 14 mai 2008, 9 pages. [Lien](#)

Il existe des outils aptes à préciser les risques encourus en termes de lixiviation d'azote, en testant différents scénarios (ex : Azofert, Syst'N).

Autres références citées :

Chabbi A. et Lemaire G. (2007) *Rôle des matières organiques des prairies dans le cycle de l'azote et impacts sur la qualité de l'eau*. Fourrages, 192 : 441-452. [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](#)

CORPEN (2001) *Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager*. CORPEN (Paris), 34 pages. [Lien](#)

Decau M.-L. et Simon J.-C. (1990) *Le lessivage d'azote sous prairie*. A la pointe de l'élevage, 224 : 28-32.

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



Rédaction : Pascaline MOREAU (AGROCAMPUS OUEST)

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

Validation scientifique : Françoise VERTES (INRA), Matthieu CAROF (AGROCAMPUS OUEST)

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