

REGION FRANCHE-COMTE

Références techniques pour le calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter par les fertilisants selon la méthode du bilan de masse (méthode COMIFER) en zone vulnérable du Graylois.

Révisions 2013

Compte-rendu des travaux du Groupe régional d'expertise « nitrates » (GREN) de
Franche-Comté

15 Octobre 2013

1 - Introduction

La directive 91/676/CEE dénommée « directive Nitrates » adoptée le 12 décembre 1991, vise à protéger les eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole. Elle a donné lieu, en France, à quatre générations de programmes d'action départementaux applicables sur des zones identifiées comme vulnérables.

Pour améliorer l'efficacité de la réglementation française et répondre à des griefs de la Commission européenne, le dispositif d'élaboration et de mise en œuvre des programmes d'action a évolué vers un programme d'action national, complété par un programme régional, en application du décret n°2011-1257 du 10 octobre 2011.

L'adaptation aux caractéristiques locales de la mesure nationale visant à définir a priori une dose d'azote pour chaque culture a induit la création d'un Groupe Régional d'Expertise « Nitrates » (GREN) dans chaque région comprenant au moins une zone vulnérable, conformément à l'article R.211-81-2 du code de l'Environnement.

L'arrêté préfectoral régional du 05/04/2012 a nommé les membres du GREN de Franche Comté. Leur lettre de mission leur a été adressée le 16/04/2012. Elle leur demandait de proposer les références techniques nécessaires à la mise en œuvre opérationnelle de la mesure des programmes d'actions nitrates relative à la limitation de l'épandage des fertilisants azotés, en application du programme d'actions national (arrêté du 19 décembre 2011).

Le groupe a restitué et rendu public ses travaux sous la forme d'un document de synthèse le 19 juillet 2012. Il a proposé une règle de calcul de la dose prévisionnelle d'azote pour chaque culture présente dans la zone vulnérable du Graylois, seule zone vulnérable désignée actuellement en Franche-Comté. Cette règle de calcul a été écrite selon la méthode du bilan d'azote minéral du sol prévisionnel appelé bilan de masse du COMIFER (Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée). Pour les cultures pour lesquelles la méthode du bilan prévisionnel n'est pas encore opérationnelle et pour les cultures minoritaires, le GREN a proposé un plafond d'azote total à la culture.

Ce référentiel de calcul de la dose prévisionnelle d'azote a été rendu juridiquement opposable par un arrêté préfectoral régional signé le 28 août 2012.

Cet arrêté peut évoluer annuellement pour actualiser certains paramètres techniques à partir de l'acquisition de nouvelles références ou encore pour étendre la méthode du bilan prévisionnel à de nouvelles cultures à partir du progrès des connaissances.

Aussi en 2013, le groupe s'est réuni à quatre reprises, les 14 juin, 3 juillet, 28 août et 20 septembre. Les travaux ont eu comme objectifs de rendre le référentiel plus lisible et plus opérationnel, de reprendre la forme et le contenu de l'arrêté préfectoral régional conformément aux consignes nationales d'harmonisation et d'amélioration de la cohérence des référentiels entre les régions et d'actualiser les valeurs des différents paramètres techniques à partir des travaux du COMIFER¹ parus depuis l'été 2012.

Ce rapport présente les conclusions des travaux du groupe.

1 COMIFER : comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée.

2 – Prise en compte des remarques des ministères

La prise en compte des remarques des ministères MAAF² et MEDDE³ ont conduit à modifier l'arrêté préfectoral régional du 28/08/2012 et à apporter les changements suivants dans le nouvel arrêté :

- ajout d'une **annexe 1 récapitulant les méthodes de calcul de la dose prévisionnelle** à utiliser pour chacune des cultures de la ZV du Graylois ;
- **nouvelle présentation des équations de l'arrêté culture par culture** (annexes 2 à 8) qui doit permettre de faciliter aux agriculteurs et aux contrôleurs le calcul de la dose minérale d'azote à apporter ;
- ajout dans l'annexe 14 d'un paragraphe 2 sur la **classification des types de sol** telle qu'elle figure dans le guide de la fertilisation de Franche Comté de mars 2003 ; en effet les ministères demandent que tout utilisateur de l'arrêté trouve tous les éléments nécessaires au calcul dans l'arrêté sans avoir à se reporter à de la documentation ;
- ajout, en début de chaque annexe culturale après la présentation de l'équation, d'un paragraphe sur la **non prise en compte de la volatilisation ammoniacale** des engrais minéraux et d'une **annexe 15** :
 - précisant les pratiques culturales maximisant l'efficacité de l'azote apporté,
 - donnant la grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité dans le cas particulier de l'application d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale, tel qu'urée et solution uréique, apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration dans le sol,
(pour plus de détails cf la fiche du COMIFER – RMT F&E en annexe 1 du présent rapport) ;
- confirmation du rapport du GREN de Franche Comté du 19/07/2012 sur la **non prise en compte du poste A (dépôts atmosphériques)** dans les équations de calcul du bilan prévisionnel de l'arrêté. En effet le COMIFER - RMT F&E propose de négliger le terme A (dépôts atmosphérique) en raison de sa faible valeur (moins de 5 kg N/ha dans la période de calcul du bilan prévisionnel d'un blé selon ONF 2002 et EMEP 2012), en attendant des éléments techniques et scientifiques supplémentaires ;
- confirmation du rapport du GREN de Franche Comté du 19/07/2012 sur la **non prise en compte du poste L (lixiviation)** dans les équations de calcul du bilan prévisionnel de l'arrêté ;
- ajout, dans chaque annexe culturale après la présentation de l'équation, de la possibilité d'apporter une dose prévisionnelle d'azote de 30 kg N/ha dans le cas d'un **bilan calculé compris entre 0 et 30 kg N/ha** au vu de la difficulté d'épandre une dose plus faible avec précision ;
- ajout d'une **date limite calendaire pour l'établissement du plan prévisionnel de fumure (PPF)** selon la formule : « Il est exigible au plus tard avant le premier apport d'azote minéral et, en tout état de cause, avant le 15 février pour les cultures d'hiver et avant le 15 avril pour les cultures de printemps. »
- **correction de la formule de calcul de la fertilisation azotée des prairies** en prenant en compte le CAU pour être conforme à l'équation (19) de calcul de la fertilisation azotée de la prairie présentée en page 66 de la brochure du COMIFER de mars 2012. Suite à la parution de la mise à jour 2013 de la brochure du COMIFER, le groupe a opté pour une simplification du calcul de la dose prévisionnelle d'azote en proposant des **doses « pivot »** par grand type d'exploitation des prairies (voir ci-après le paragraphe 3.11 « prairies ») ;
- classement du **tourne-sol** dans la liste des cultures à **dose pivot** puisque ce n'est pas l'équation de calcul du COMIFER qui est prise en compte mais l'apport ou non de matière organique.

2 MAAF : ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

3 MEDDE : ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

3.1 - Doses plafond

La comparaison des doses plafond des arrêtés régionaux des régions limitrophes conduit le groupe à :

- ajouter une ligne « **Pépinière ornementale, fruitière, forestière** » avec une dose **plafond à 130 unités N/ha** dans le tableau franc-comtois des cultures avec dose plafond (annexe 11 du nouvel arrêté préfectoral régional) ;
- harmoniser la « dose balai » avec celle des régions voisines en l'augmentant de 180 à 210 unités N/ha. Elle devient la dose plafond de « autres cultures » en dernière ligne du tableau des doses plafond (annexe 11 du nouvel arrêté préfectoral régional).

3.2 - Analyse de sol (article 8 du nouvel arrêté préfectoral régional)

Il est ajouté :

« **La valeur du reliquat azoté en sortie hiver est égale à la somme des nitrates de chacun des horizons du sol augmentée de la partie ammoniacale du premier horizon du sol.** »

3.3 - Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (reliquat sortie hiver) (Ri)

Dans chaque annexe culture du nouvel arrêté préfectoral régional, la phrase « À évaluer par une analyse de sol sur la parcelle » est remplacée par « **A mesurer par une analyse du reliquat sortie hiver de la parcelle.** »

3.4 - Produits organiques

- **Lisiers de vaches laitières (annexe 12.2 Teneurs en éléments fertilisants du nouvel arrêté préfectoral régional)**

Le groupe adopte la mise à jour suivante de leur teneur en éléments fertilisants proposée par la CA 70 :

	Kg N	Kg P ₂ O ₅	Kg K ₂ O
Lisier VL (6 % MS)	2,1	1,1	2,6
Lisier dilué VL (3 % MS)	1,2	0,7	1,7

- **Définition des effluents organiques (annexe 12.1 Coefficients d'équivalence engrais minéral du nouvel arrêté préfectoral régional)**

Le groupe précise et complète les définitions de la façon suivante :

- « **Effluents de type B** » : lisier de bovins, fumier de porcs, fumier de volailles riche en litière dont fientes à plus de 65 % de MS, fraction solide des digestats bruts de méthanisation après séparation de phase ;
- « **Effluents de type C** » : lisier de porcs, de volailles, fumier de volailles pauvre en litière dont fientes à moins de 65 % de MS, purin, digestats bruts de méthanisation ou leur fraction liquide après séparation de phase.

- **Coefficients d'équivalence engrais Keq (annexe 12.1 Coefficients d'équivalence engrais minéral du nouvel arrêté préfectoral régional)**

- **Boues d'épuration et de laiterie** : le groupe accepte les valeurs proposées par la CA 70 qui sont issues d'essais en parcelles en Franche Comté et en Lorraine :

Effet direct de l'apport de l'année :

Type de boues	Keq	Keq
	Épandage hivernal	Épandage printanier
Boues épaisses > 12%MS	0.3	0.45
Boues liquides <12%MS	0.4	0.6

Pas d'effet indirect

Source CA70

- **Boues de digestats de méthanisation** : le groupe accepte et complète les valeurs proposées par la CA 70 qui sont issues :

- de valeurs produites en Haute Saône,
- du tableau 8 page 46 de l'édition de la brochure du Comifer de mai 2013,
- à défaut, pour certaines valeurs manquantes, du tableau 11 page 33 de l'arrêté régional relatif à l'équilibre de la fertilisation du 28/08/2012, en les assimilant à des effluents organiques de type B et C tels que définis dans le tableau 11 précité.

Dans le tableau, le groupe retient d'assimiler les « **digestats bruts** » et leur « **fraction liquide** après séparation de phase » à des effluents organiques de **type C** ; leur fraction solide après séparation de phase à un effluent organique de **type B**.

Effet direct = effet de l'apport de l'année :

	Apport au printemps	Cultures d'automne (blé)	Colza d'hiver	Cultures de Printemps (maïs)	Herbe
Type C	Digestats bruts	0.65	0.80	0.50	0.70
Type C	Fraction liquide après séparation de phase	0.65	0.80	0.70	0.70
Type B	Fraction solide après séparation de phase	0,45	0,60	0.30	0.30

	Apport à l'automne	Cultures d'automne (blé)	Colza d'hiver	Cultures de Printemps (maïs)	Herbe
Type C	Digestats bruts	0.20	0,50	/	0,35
Type C	Fraction liquide après séparation de phase	0.20	0,50	/	0.35
Type B	Fraction solide après séparation de phase	0.20	0,40	/	0.35

Effet indirect = effet des apports de l'année précédente :

		Cultures d'automne (blé)	Colza d'hiver	Cultures de Printemps (maïs)	Herbe
Type C	Digestats bruts	0,05	0,05	0.10	0.10
Type C	Fraction liquide après séparation de phase	0,05	0,05	0.10	0.10
Type B	Fraction solide après séparation de phase	0,10	0,10	0.15	0.15

3.5 - Cas particulier de l'orge de brasserie

La dose d'azote épandue sur les orges brassicoles est diminuée par rapport à une orge fourragère pour en limiter la teneur en protéines et lui est donc toujours inférieure. Certains agriculteurs pouvant être amenés à changer la destination commerciale de leur orge de brasserie en orge fourragère au cours de l'itinéraire technique, le groupe estime qu'il est plus simple de ne retenir que le seul calcul de la dose prévisionnelle de l'orge fourragère dans l'arrêté et en supprime le tableau de la valeur de réduction de la fertilisation azotée de l'orge de brasserie.

3.6 - Valeur de la minéralisation de l'humus (Mh)

Les valeurs du tableau 6 « minéralisation de l'humus » (Mh) de l'annexe 2 de l'arrêté du 28/08/2012 sont celles du guide de fertilisation en Franche Comté de mars 2003 qui sont elles mêmes probablement issues de la brochure COMIFER 1996. Elles commencent à dater alors qu'en ZV du Graylois, les grandes cultures se sont développées au détriment de l'élevage et des prairies, les quantités d'effluents d'élevage épandus ont diminué et le taux de matière organique des sols a certainement baissé. Comme l'a adopté la Bourgogne, le groupe retient la proposition d'utiliser l'outil de calcul de (Mh) mis au point par ARVALIS sur la base des équations de minéralisation de l'humus du COMIFER, accessible sur le site du COMIFER par le lien suivant :

http://www.comifer.asso.fr/images/stories/pdf/Tableaux/Mh_COMIFER_GREN_310712.xls.

Les résultats des calculs avec leurs commentaires sont rapportés ci-dessous :

« L'outil de calcul proposé aux agronomes dans les régions permet d'explorer la gamme des valeurs de minéralisation de l'azote du sol Mh en fonction des différentes situations climatiques (27 postes météo) et des types de sol.

Côté climat, une seule station météo est retenue par région administrative : par exemple Besançon (25) pour la Franche Comté et Dijon (21) pour la Bourgogne.

Sont exposés ci-dessous, pour les sols identifiés dans l'arrêté préfectoral régional du 28 août 2012, plusieurs résultats de Mh (en unités d'azote / ha) pour les céréales à paille et le colza selon différentes hypothèses :

- 1/ Mh actuellement dans l'arrêté Franche Comté ... probablement issus de la brochure COMIFER de 1996
- 2/ Mh issus de l'outil de calcul COMIFER pour la Bourgogne sur la base de météo Dijon (21)
- 3/ Mh retenus en Bourgogne à partir de l'outil de calcul COMIFER (des arrondis)
- 4/ Mh issus de l'outil de calcul COMIFER pour la Franche Comté sur la base de météo Besançon (25)

N° sol	Sols Comifer	1	2	3	4
2	Limons battants (drainés, moins de 2% MO)	30	36	35	37
3	Limons argileux profonds (moins de 2% MO)	35	22	25	23
4	Argilo-calcaires superficiels	35	9	10	10
5	Argilo-calcaires profonds	35	17	20	16
6	Sols sablo-graveleux	20	22	20	23
7	Alluvions argileuses	40	39	40	41

8	Limons superficiels de plateaux	20	36	35	37
10	Argilo-calcaires de vallée	35	16	20	16
11	Limons hydromorphes	30	20	20	21
12	Limons argileux hydromorphes de vallées	30	20	20	21

Qu'on prenne la météo de Besançon ou Dijon, les valeurs de Mh sont proches à 1 unité près.

Donc, soit on déclare un calcul fait avec météo Besançon, soit finalement la colonne 3, en Mh arrondis, soit on dit que la météo de Gray = celle de Dijon, et on retient toujours la colonne 3. »

Remarques :

1. les valeurs de la colonne 3 du tableau sont semblables à celles qui ont été estimées en groupe de travail en utilisant les travaux bourguignons et en établissant des correspondances entre les types de sol bourguignons et franc-comtois et en estimant que le climat graylois est proche de celui de Dijon.
2. Le type de sol N°8 a donné lieu au plus de discussion ; le groupe s'est demandé si ce sol a bien un équivalent en Bourgogne et si l'actualisation de la valeur de (Mh) de 20 à 35 est bien plausible ? L'examen plus approfondi du guide de fertilisation en Franche Comté de mars 2003 décrit les sols N°8 comme étant globalement limono argileux ou argilo limoneux voire argileux et **superficiels avec présence de cailloux**. Après échange, il semblerait que ce type de sol puisse être plutôt comparé à un sol argilo-calcaire moyen de plateaux pour lequel la valeur à retenir est égale à 20.
3. Le type de sol N°2 est décrit dans le tableau ci-dessus comme « limons battants (drainés, moins de 2% MO) » ; il est peu probable qu'il soit répandu en ZV du Graylois. En refaisant tourner la calculatrice « Mh » pour ce sol non drainé hydromorphe à faible teneur en argile (12 à 15%) et moins de 2% de MO, on obtient comme résultat 32 arrondi à 30. C'est cohérent entre le limon drainé et l'argilo limoneux sain et profond. »

En définitive, le groupe retient les nouvelles valeurs de minéralisation de l'humus (Mh) calculées ci-dessous plus proches de la réalité de terrain actuelle :

N° sol	Sols Comifer	Unités d'azote/ha
2	Limons battants	30
3	Limons argileux profonds	25
4	Argilo-calcaires superficiels	10
5	Argilo-calcaires profonds	20
6	Sols sablo-graveleux	20
7	Alluvions argileuses	40
8	Limons superficiels de plateaux	20
10	Argilo-calcaires de vallée	20
11	Limons hydromorphes	20
12	Limons argileux hydromorphes de vallée	20

Remarque : ces nouvelles valeurs de (Mh) réduisent les écarts de dose prévisionnelle d'azote entre les

cultures de blé de Bourgogne et celles de Franche Comté installées sur les mêmes types de sol alors que le climat est très semblable.

3.7 - Céréales à paille « besoins unitaires en azote des cultures (b) »

Tableau 2a1 Pour les **variétés améliorantes de blé tendre**, ARVALIS confirme que l'on peut retenir les **valeurs de l'arrêté de Bourgogne**.

Tableau 2a2 ARVALIS corrobore son actualisation par le remplacement du tableau d'ARVALIS 2012 par celui de 2013.

3.8 - Colza

« minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire » (MrCi)

Le CETIOM corrobore que la valeur MrCi est égale à 0 pour le colza d'hiver puisque cette culture n'est pas précédée d'une culture intermédiaire et que le tableau (MrCi) n'est utile que pour le colza de printemps.

« reliquat sortie hiver » (Ri)

Le CETIOM précise que la réglette conseille de procéder à une analyse de (Ri) lorsque la parcelle de colza reçoit des apports organiques réguliers ou pour de petits colzas en sols profonds.

Après discussion le groupe convient qu'il n'est pas opportun de réviser le tableau des valeurs de Ri d'autant que le CETIOM est en train d'actualiser les paramètres de sa réglette et que la nouvelle réglette devrait paraître au plus tard pour la campagne 2014-2015.

3.9 - Tournesol

Après discussion, le groupe adopte que la dose d'azote soit plafonnée à 60 unités par ha en l'absence d'apport de matière organique et qu'il ne soit effectué aucun apport d'azote minéral en cas d'apports organiques.

3.10 - Maïs et sorgho

Le groupe compare les résultats des calculs de dose prévisionnelle d'azote à apporter sur maïs à partir des équations et paramètres des arrêtés de Bourgogne, de Champagne Ardenne et de Franche Comté dans les cas de figure suivants :

- Rendement potentiel du maïs = 100 q

- 4 types de sol :

 Limon battant

 Limon argileux profond

 Sable graveleux

 Alluvions argileuses

- Avec pour chaque type de sol, un calcul

 Sans apport d'effluents

 Avec apport régulier de 30 T/ha de fumier de bovin VL tous les 2-3 ans d'une teneur de 5,4 kg d'N/T

- Sans irrigation

- Culture intermédiaire d'avoine-vesce détruite au 15/11 d'une production de 1T de MS/ha

- Sans retournement de prairie.

Le groupe constate que les écarts de dose calculée peuvent être assez importants : ils s'échelonnent de 25 unités d'N/ha (en absence d'apport de matières organiques) à 35 unités d'N/ha (en présence d'apports de matières organiques) **en moins** en Champagne Ardenne par rapport à la Franche Comté, de 20 à 35 unités d'N/ha **en plus** en Bourgogne qu'en Franche Comté ; par ailleurs l'application en Bourgogne d'un CAU

moyen de 0,72 en 2013 au lieu d'un CAU de 0,6 au semis puis de 0,8 au stade 6-8 feuilles en 2012 creuse encore les écarts.

Il relève que les valeurs du tableau des « fournitures du sol pour le maïs et le sorgho » en page 9 de l'arrêté préfectoral régional du 28 août 2012 (« **Minéralisation nette de l'humus** » (Mh) + « **Effet retournement de prairies** » (Mhp) + « **Effet du précédent** » (Mr) + « **Fourniture d'azote par les Produits Résiduaire Organiques** » (Xa) + « **Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan** » (Ri)) sont le résultat d'expérimentations qui commencent à dater et qu'elles sont certainement surévaluées au vu de l'évolution des pratiques culturales des 20 dernières années : la réduction des apports de produits résiduaire organiques d'élevage en quantité et en fréquence et l'enlèvement plus fréquent des pailles s'accompagnent d'une baisse de la teneur en matière organique des sols et de leurs fournitures d'azote. Aussi **le groupe demande que les instituts techniques, de recherche et d'enseignement agricole relancent des expérimentations sur les fournitures d'azote du sol aux cultures du maïs pour en réactualiser les valeurs et mettent au point un outil de pilotage de la fertilisation azotée du maïs.**

Le groupe retient l'intérêt d'harmoniser la méthode de calcul franc-comtoise avec celle de Bourgogne en prenant en compte les travaux du GREN Bourguignon sur la fertilisation azotée du maïs. Il adopte la méthode CAU à l'instar de la Bourgogne et ARVALIS établit la correspondance des sols puis celle des valeurs P0 entre la Bourgogne et la Franche Comté.

La méthode met en relation les besoins de la plante et la fourniture globale du sol P0. Les apports minéraux viennent garantir l'alimentation de la plante à la hauteur de ses besoins en prenant en compte un facteur d'efficacité de la consommation d'azote : le CAU.

P0 : les valeurs P0 utilisées en Bourgogne sont fortement inspirées des travaux de la chambre d'agriculture de Saône et Loire et de références ARVALIS de Rhône Alpes datant de certainement plus de 10 ans. Le groupe se demande s'il n'est pas possible d'utiliser la caleulette Mh pour le maïs, comme ARVALIS l'a fait pour réactualiser les valeurs de Mh des cultures d'hiver en Franche Comté. Après évaluation par ARVALIS, il apparaît qu'il n'est pas possible d'utiliser la caleulette Mh pour estimer un P0 car on fait des raccourcis dans les calculs ou des hypothèses non validées. En réalité le P0 est la somme de plusieurs flux d'azote sous le maïs : le Mh, le Mr, le MrCi, le L, l'absorption du reliquat présent au semis et d'éventuelles interactions entre ces termes ... La caleulette Minéralisation de l'humus n'en donne qu'une composante le Mh. Donc, le P0 a un lien avec le Mh mais n'est pas équivalent.

CAU (Coefficient apparent d'utilisation de l'azote de l'engrais minéral de synthèse) : les travaux d'ARVALIS ont établi un CAU de 0,6 pour les apports d'azote minéral au semis et de 0,8 pour les apports au stade 6-8 feuilles du maïs. Pour simplifier les calculs des agriculteurs et des contrôleurs, le GREN Bourguignon a décidé de n'en calculer qu'un seul en prenant en compte le fait qu'habituellement la dose d'azote minéral est fractionnée en deux apports à raison d'un tiers au semis et de deux tiers au stade 6-8 feuilles, ce qui donne un CAU moyen de 0,72 sur le cycle de la culture.

10.1 EQUATION DU BILAN

L'équation utilisée pour définir la dose X à amener est la suivante :

$$X = \left(\frac{Pf - P0 - Mhp - MrCI - Nirr}{CAU} \right) - Xa$$

Où : Pf = b x y

1. Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU)

Le Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU) est de 72% sur l'ensemble du cycle.

Coefficient Apparent d'Utilisation = 0.72

2. Calcul des besoins de la culture (Pf)

Les besoins de la culture sont calculés comme suit :

Pf = b x y

b : besoin d'azote par unité de production

y : objectif de rendement

- **b** : **besoin d'azote par unité de production (kg N/q)**.

Il varie entre 2.1 et 2.3 kg/q selon l'objectif de rendement fixé en maïs grain et entre 12 et 14 kg/t MS pour le maïs fourrage.

- **y** : **objectif de rendement (q/ha)**

Ce n'est pas le rendement maximum obtenu sur la parcelle, mais la moyenne atteinte les 5 dernières années en enlevant la meilleure et la plus mauvaise.

Besoins de la culture = Pf
 = besoin unitaire (b) x objectif de rendement (y) =

3. Fourniture globale du sol (P0)

Les fournitures du sol peuvent être évaluées globalement sur une parcelle à partir d'une zone témoin non fertilisée en azote. Sur cette zone, on estime que l'azote absorbé par la culture (plante entière, racines comprises) représente ce que le sol fournit naturellement.

Type de sol	Fournitures globale kg/ha sans apports organiques
Limons battants	85
Limons argileux profonds	80
Argilo-calcaire superficiels	30
Argilo-calcaire profonds	70
Sablo graveleux	45
Alluvions argileuses	90
Limon argileux superficiel de plateaux	60
Argilo-calcaire de vallée	60
Limons hydromorphes	75
Limon argileux hydromorphe de vallée	70

Pour prendre en compte les apports organiques sur le long terme et leur arrière effet, il faut multiplier les chiffres précédents par les coefficients ci-dessous :

	Fréquence des apports organiques exogènes et type de produit							
	Jamais	5-10 ans		3-4 ans		1-2 ans		
		A	BC	A	BC	A	BC	
Résidus de récolte								
Exportés tous les ans	0,80	0,95	0,90	1,00	0,95	1,05	1,00	
Restitués 1 an sur 2	0,90	1,00	0,95	1,05	1,00	1,10	1,02	
Restitués tous les ans	1,00	1,05	1,00	1,10	1,02	1,20	1,05	

Types de produits : A = fumiers et composts (décomposition lente) ; B et C = autres, ainsi que les fumiers de volaille (décomposition rapide). Dans le cas où plusieurs types de produits sont apportés (des A et des BC), alors on privilégie les types A.

Fourniture globale du sol (P0)
 =
Fourniture globale sans apport organique x coefficient apport organique
 =

4. Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

Se référer au terme Mhp de la méthode des bilans. Mettre 0 s'il n'y a jamais eu de prairie sur la parcelle.

Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp) =

5. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCI)

Une minéralisation utile pour la culture est à prendre en compte selon le couvert, sa production et la date de destruction :

	Niveau de Croissance	Ouverture du bilan en Avril *	
		Date de destruction de la CI	
		Novembre à décembre	Janvier et au-delà
. Crucifères (moutarde, radis...) . Graminées de type Ray-Grass	<= 1 faible	0	5
	2 (> 1 et < 3) moyenne	5	10
	>= 3 forte	10	15
. Graminées de type seigle, avoine... . Hydrophyllacées (Phacélie)	<= 1 faible	0	0
	2 (> 1 et < 3) moyenne	0	5
	>= 3 forte	5	10
. Légumineuses	<= 1 faible	5	10
	2 (> 1 et < 3) moyenne	10	20
	>= 3 forte	20	30
Mélanges (à base de légumineuses)	<= 1 faible	3	8
	2 (> 1 et < 3) moyenne	8	15
	>= 3 forte	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (Maïs, Pomme de Terre)

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCI) =

6. Azote apporté par l'eau d'irrigation (Nirr)

L'azote contenu dans l'eau d'irrigation est pris en compte selon le tableau suivant :

Irrigation	Quantité d'azote à prendre en compte
Inférieur à 100 mm	0 u
Entre 100 et 200 mm	5 u
Supérieur à 200 mm	10 u

Un calcul plus précis est possible si la teneur en nitrates de l'eau est connue.

Azote apporté par l'eau d'irrigation (Nirr) =

7. Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

Cela revient à estimer l'effet direct des apports organiques récents. Cette évaluation nécessite de disposer :

- de la quantité de produit organique : en tonne ou m³,
- de la teneur en azote du produit à partir de la table du référentiel Franche-Comté ou mieux d'analyses,
- de coefficient d'équivalence du produit qui permet de transposer l'effluent en équivalent « engrais » (ammonitrate).

La valeur de ce poste est donnée par le calcul suivant :

$$Xa = \text{Teneur (kgN/t)} \times \text{Keq} \times \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

Xa = Teneur x Keq x quantité épandue =

8. Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse (X)

Rappel de l'équation retenue :

$$X = \left(\frac{Pf - P0 - Mhp - MrCI - Nirr}{CAU} \right) - Xa$$

10.2 CORRESPONDANCE ENTRE LES SOLS BOURGUIGNONS ET FRANC-COMTOIS

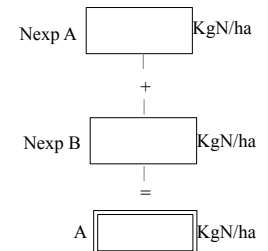
Type de sol BOURGOGNE	Fournitures globale kg/ha sans apports organiques	Sols COMIFER	Type de sol FRANCHE COMTE
Limons argileux profonds (MO<2%)	80	3	Limons argileux profonds
Limons argileux profonds (MO>2%)	80		
Limons battants drainés	85	2	Limons battants
Limons battants hydromorphes (de Bresse)	75	11	Limons hydromorphes
Argilo-calcaire superficiels	30	4	Argilo-calcaire superficiels
Argilo-calcaire moyens et craie Yonne	60	10	Argilo-calcaire de vallée
Argilo-calcaire profonds et terre argileuse calcaire	70	5	Argilo-calcaire profonds
Argilo-limoneux décarbonatés	70		
Argilo calcaire moyen de plateaux	60	8	Limon argileux superficiel de plateaux
Alluvions argileuses et terre humifère	90	7	Alluvions argileuses
Limons sableux	85		
Limon sableux sain	50		
Sable et gravier	45	6	Sablo graveleux
Terre argileuse hydromorphe	70	12	Limon argileux hydromorphe de vallée

3.11 – Prairies

Le groupe corrige la formule de calcul de la fertilisation azotée des prairies en prenant en compte le CAU (Coefficient apparent d'utilisation de l'azote de l'engrais minéral de synthèse) conformément à l'équation (19) de calcul de la fertilisation azotée de la prairie de la page 72 de la brochure du COMIFER de mai 2013 avec un CAU égal à 0,6. La nouvelle équation est décrite ci-dessous :

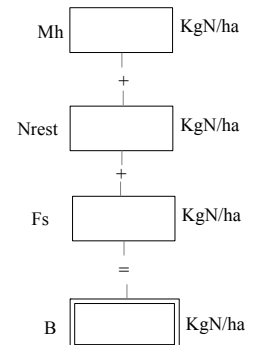
A. BESOINS TOTAUX EN AZOTE

- Nexp A : exportations liées aux coupes, *partie 2a*
- Nexp B : exportation liées au pâturage, *partie 2b*



B. APPORTS D'AZOTE

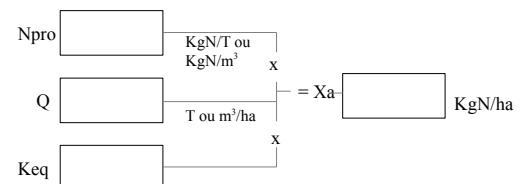
- Mh : fourniture d'azote par le sol, *partie 3*
- Nrest : contribution directe des restitutions au pâturage de l'année *partie 4*
- Fs : quantité d'azote fixé par les légumineuses, *partie 5*



- Xa : fourniture d'azote par les Produits Résiduaire Organiques, *partie 6*

$$Xa = \%Npro \times Q \times Keq$$

- %Npro : teneur en azote du produit, *annexe 12*
- Q : volume ou masse épandue à l'hectare
- Keq : coefficient d'équivalence engrais minéral efficace, *annexe 12*



On obtient ainsi X, la dose d'azote minéral à apporter

$$\text{Equilibre de la fertilisation minérale} \quad \left(A \boxed{} - B \boxed{} \right) / \text{CAU} \boxed{} - Xa \boxed{} = X \boxed{} \text{ KgN/ha}$$

Puis le GREN convient de rendre l'équation de calcul de la dose d'azote prévisionnelle sur prairies plus opérationnelle pour les agriculteurs comme pour les contrôleurs en la remplaçant par des doses « pivot » calculées avec l'équation (19) de la brochure du COMIFER pour chaque cas type. Le tableau ci-dessous récapitule les doses « pivot » qui ont été déterminées en appliquant la méthode du bilan à chaque cas type

(Les fiches de calcul des doses « pivot » de 12 des cas type sont présentées en annexe 2). **Elles ne prennent pas en compte les apports d'effluents organiques qui sont à déduire.**

Par ailleurs, le GREN conçoit qu'en cas de démarrage difficile de la croissance de l'herbe au printemps, il puisse être apporté exceptionnellement 20 à 30 kg N/ha.

			Exploitation extensive 0,8 UGB/ha 4 TMS/ha	Exploitation semi-extensive 1,2 UGB/ha 6 TMS/ha	Exploitation intensive 1,4 UGB/ha 7 TMS/ha	Exploitation très intensive 1,8 UGB/ha 9 TMS/ha
Pâture seule	sols comifer 2-3-5-7-10- 11-12	0	0	10	35	85
		10	0	0	10	55
		20	0	0	0	25
		35	0	0	0	0
		50	0	0	0	0
	sols comifer 4-6-8	0	0	50	75	130
		10	0	30	50	100
		20	0	10	30	65
		35	0	0	0	20
		50	0	0	0	0
Fauche(s) + pâture	sols comifer 2-3-5-7-10- 11-12	0	0	70	90	180
		10	0	40	60	140
		20	0	15	30	100
		35	0	0	0	40
		50	0	0	0	0
	sols comifer 4-6-8	0	25	110	130	220
		10	10	80	100	180
		20	0	55	70	140
		35	0	15	30	80
		50	0	0	0	20
Fauche(s) seule(s)	sols comifer 2-3-5-7-10- 11-12	0	0	80	160	250
		10	0	50	125	200
		20	0	20	90	155
		35	0	0	30	85
		50	0	0	0	15
	sols comifer 4-6-8	0	45	125	200	290
		10	25	90	165	240
		20	5	60	130	195
		35	0	15	75	125
		50	0	0	20	55

ANNEXE 1 Fiche du COMIFER – Juillet 2013 – VOLATILISATION AMMONIACALE DES ENGRAIS MINÉRAUX

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote ne doit pas tenir compte *a priori* de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux et se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté. Nous proposons que la prise en compte de cette perte potentiellement très variable n'intervienne pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fasse l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Éviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées
2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Il n'existe aujourd'hui aucune méthode simple et opérationnelle de prévision du poste Gx, pertes gazeuses aux dépens de l'engrais azoté et plus spécifiquement des pertes par volatilisation ammoniacale. Le poste Gx figure explicitement dans l'écriture complète du bilan prévisionnel mais il est omis dans la plupart des écritures opérationnelles (bilan de masse additif ou écriture CAU) retenues par les différents GREN. Seuls certains outils dynamiques disposent d'une estimation *a priori* de la volatilisation.

La volatilisation de l'azote ammoniacal

La volatilisation d'ammoniac est le processus physico-chimique de passage du NH_4^+ adsorbé sur le complexe argilo-humique ou dissous dans la solution du sol vers sa forme gazeuse NH_3 libérée dans l'atmosphère. Elle s'opère à la surface du sol à partir d'une source d'azote ammoniacal : engrais minéral ou produit résiduaire organique. Ce phénomène se produit rapidement après l'apport (quelques heures à quelques jours). Les pertes par volatilisation peuvent dépasser 20 % des apports d'engrais minéral selon les formes et les conditions d'apport et 70% de la fraction ammoniacale des lisiers. L'intensité du phénomène dépend des propriétés du sol (pH, pouvoir tampon, humidité de surface) et des conditions climatiques (température, vent, pluviométrie) dans les heures et les jours qui suivent l'épandage.

1. Éviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose.

- 1) Sur culture de printemps en pré-semis ou au semis/plantation : incorporer les engrais à base uréique et ammoniacale et ne pas anticiper l'apport d'azote de plus de 15 jours avant l'implantation (afin de limiter également l'organisation microbienne)
- 2) Sur culture de printemps type Maïs , Sorgho , Tournesol (fort écartement inter-rang) avec apport en végétation : incorporer l'azote en profondeur (10-15 cm fertiliseur à coutre type « Magendie ») ou à défaut par un binage/désherbinage superficiel (moindre efficacité)
- 3) Pour les apports en végétation sur cultures d'hiver ou céréales de printemps , épandre peu avant un épisode pluvieux prévu ou déclencher une irrigation de 10 à 15mm après épandage quand c'est possible. Dans les limites du réalisable (organisation de chantier , stade de passage), différer un apport plutôt que de risquer de perdre jusqu'à 20-30% de l'azote apporté.
Avec la solution azotée, épandre de préférence en soirée afin d'éviter les conditions très favorables à la volatilisation de la journée et de limiter les brûlures du feuillage.
- 4) En sol à pH élevé >7.5, quand c'est possible, éviter le recours aux engrais les plus sensibles à la volatilisation risquant une pénalisation du rendement et de la qualité.
- 5) Éviter les apports en conditions ventées et par températures élevées (le vent nuit également à la précision de l'épandage).

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote,

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tels qu'urée et solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport.

Cette grille est utilisable avant chaque apport.

Grille d'évaluation du risque de volatilisation ammoniacale pour chaque apport

(cas d'apport en plein sur végétation)

date d'apport :			
Parcelle			
culture			
		note	Votre situation
SOL	pH	< pH 7	0
		> pH 7 et < pH 7,5	2
		> pH 7.5	3
	CEC	< 12 meq/100g terre	2
> 12 meq/100g terre		0	
CLIMAT	pluviométrie prévue à 3 jours	<10 mm/3 jours	4
		> 10 mm/ 3 jours	0
	vitesse du vent	<=3 Beaufort (0 -19km/h)	0
		> 3 Beaufort (>19km/h)	2
	température	< 6°C	0
	jour de l'apport	[6-13]°c	3
> 13°C		6	
* somme de la colonne		NOTE globale * =	0

Majoration de l'apport d'après l'évaluation du risque de volatilisation

NOTE globale	< 4	[4-8]	[9-13]	> 13
Solution azotée & urée, toutes cultures sauf urée sur céréales à paille d'hiver	0 %	5 %	10 %	15 %
Urée solide sur céréales à paille d'hiver	En attente			

Plusieurs éléments techniques issus de travaux en cours de finalisation et dont la publication est prévue à l'automne 2013 pourraient amener à préciser la prise en compte du risque de volatilisation de l'urée solide sur céréales à pailles en mettant en regard les références françaises publiées avec de nouveaux résultats en cours de traitement et des références étrangères. La grille d'évaluation du risque pourra donc évoluer dans les prochains mois pour tenir compte de ces nouvelles références.

En dernier ressort, le pilotage précédant les derniers apports sur les céréales à paille, offre la possibilité de corriger la nutrition azotée pour compenser, entre autres, une moindre efficacité de l'azote des apports précédents. Le pilotage représente donc aussi un moyen objectif de compenser a posteriori les pertes par volatilisation lors des précédents apports.

ANNEXE 2 Exemples de fiches de calcul des doses «pivot » de la fertilisation azotée des prairies

Exploitation extensive, 0.8 UBG/ha en pâture seule, sans légumineuses, en sol profond

Nexp A : 0

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce		0
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes		0
Somme	0	0

Nexp B : 67

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois /12	Nb heure /24	Kg N pâturant
VL 0.8	101	6	20	34
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				34
Surface pâture =				1

Besoins : 67

No : 85

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 17

Fs : 0

% légumineuse de la prairie =	0
-------------------------------	---

FOURNITURES Po : 102

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : -58

Exploitation extensive, 0.8 UBG/ha en pâture seule, 50 % légumineuses, en sol profond

Nexp A : 0

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce		0
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes		0
Somme	0	0

Nexp B : 67

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure / 24	Kg N pâturant
0.8	101	6	20	34
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				34
Surface pâture =				1

Besoins : 67

No : 85

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 17

Fs : 35

% légumineuse de la prairie =	0
-------------------------------	---

FOURNITURES Po : 137

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : -115

Exploitation semi-extensive, 6 TMS/ha, en fauche + pâture, 10 % légumineuses, en sol profond

Nexp A : 100

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce	4	100
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes		0
Somme	4	100

Nexp B : 34

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure /24	Kg N pâturant
VL 0.6	101	4	20	17
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				17
Surface pâture =				1

Besoins : 134

No : 85

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 8

Fs : 16

% légumineuse de la prairie =	0.1
-------------------------------	-----

FOURNITURES Po : 109

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 41

Exploitation semi-extensive, 6 TMS/ha, en fauche seule, sans légumineuse, en sol profond

Nexp A : 134

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce		0
1ere coupe normale	4	80
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes	2	54
Somme	6	134

Nexp B : 0

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure / 24	Kg N pâturant
VL 0	101	4	20	
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				0
Surface pâture =				1

Besoins : 134

No : 85

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 0

Fs : 0

% légumineuse de la prairie =	0
-------------------------------	---

FOURNITURES Po : 85

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 82

Exploitation très intensive, 9 TMS/ha, en fauche seule, 35% légumineuses, en sol profond

Nexp A : 235	Type de coupe	Rdt	Exportation
	1ere coupe précoce	4	100
	1ere coupe normale		0
	1ere coupe tardive		0
	2eme coupe et suivantes	5	135
	Somme	9	235

Nexp B : 0	Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure /24	Kg N pâturant
	0	101	4	20	0
					0
	C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				0
	Surface pâture =				1

VL

Besoins : 235

No : 85

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 0

Fs : 98

% légumineuse de la prairie =	0.35
-------------------------------	------

FOURNITURES Po : 183

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 87

Exploitation très intensive, 9 TMS/ha, en fauche seule, sans légumineuse, en sol superficiel

Nexp A : 235

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce	4	100
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes	5	135
Somme	9	235

Nexp B : 0

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure / 24	Kg N pâturant
VL 0	101	4	20	0
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				0
Surface pâture =				1

Besoins : 235

No : 60

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 0

Fs : 0

% légumineuse de la prairie =	0
-------------------------------	---

FOURNITURES Po : 60

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 292

Exploitation très intensive, 9 TMS/ha, en fauche seule, 50% légumineuses, en sol superficiel

Nexp A : 235

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce	4	100
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes	5	135
Somme	9	235

Nexp B : 0

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure /24	Kg N pâturant
VL 0	101	4	20	0
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				0
Surface pâture =				1

Besoins : 235

No : 60

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 0

Fs : 140

% légumineuse de la prairie =	0.5
-------------------------------	-----

FOURNITURES Po : 200

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 59

Exploitation très intensive, 9 TMS/ha, en fauche + pâture, 35% légumineuses, en sol profond

Nexp A : 154

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce	4	100
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes	2	54
Somme	6	154

Nexp B : 51

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure / 24	Kg N pâturant
VL 1.2	101	3	20	25
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				25
Surface pâture =				1

Besoins : 205

No : 85

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 13

Fs : 83

% légumineuse de la prairie =	0.35
-------------------------------	------

FOURNITURES Po : 181

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 39

Exploitation intensive, 7 TMS/ha, en fauche + pâture, 50% légumineuses, en sol superficiel

Nexp A : 100

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce	4	100
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes		0
Somme	4	100

Nexp B : 51

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure / 24	Kg N pâturant
VL 0.9	101	4	20	25
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				25
Surface pâture =				1

Besoins : 151

No : 60

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 13

Fs : 88

% légumineuse de la prairie =	0.5
-------------------------------	-----

FOURNITURES Po : 161

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : - 17

Exploitation intensive, 7 TMS/ha, en fauche + pâture, sans légumineuses, en sol superficiel

Nexp A : 100

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce	4	100
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes		0
Somme	4	100

Nexp B : 51

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure / 24	Kg N pâturant
VL 0.9	101	4	20	25
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				25
Surface pâture =				1

Besoins : 151

No : 60

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 13

Fs : 88

% légumineuse de la prairie =	0
-------------------------------	---

FOURNITURES Po : 73

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 130

Exploitation intensive, 1,4 UGB/ha, en pâture, 20% légumineuses, en sol superficiel

Nexp A : 0

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce		0
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes		0
Somme	0	0

Nexp B : 141

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure / 24	Kg N pâturant
VL 1.4	101	6	24	71
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				71
Surface pâture =				1

Besoins : 141

No : 60

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 35

Fs : 29

% légumineuse de la prairie =	0.2
-------------------------------	-----

FOURNITURES Po : 125

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 28

Exploitation intensive, 1,4 UGB/ha, en pâture, sans légumineuse, en sol superficiel

Nexp A : 0

Type de coupe	Rdt	Exportation
1ere coupe précoce		0
1ere coupe normale		0
1ere coupe tardive		0
2eme coupe et suivantes		0
Somme	0	0

Nexp B : 141

Type et Nb animaux pâturant	Kg N/animal	Nb mois / 12	Nb heure /24	Kg N pâturant
VL 1.4	101	6	24	71
				0
C= Total des Kg d'azote organique pâturants =				71
Surface pâture =				1

Besoins : 141

No : 60

Type de sol	No, Fourniture d'azote/ha
très profond	95
profond	85
assez profond	70
superficiel	60

Nrest : 35

Fs : 0

% légumineuse de la prairie =	0
-------------------------------	---

FOURNITURES Po : 95

Xa : 0

CAU : 0.6

	période poussante	conditions limitantes
CAU	0,7 (apport jusqu'au 30/06)	0.6

X : Dose minérale à apporter : 77