

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.

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

19 Juillet 2012

Sommaire

1 - Introduction

2 - Liste des cultures de la zone vulnérable du Graylois

2.1 Surfaces cultivées dans la zone vulnérable du Graylois

2.2 Cultures retenues pour l'écriture de la méthode du bilan azoté

2.3 Cultures retenues pour la définition d'un plafond d'azote par ha (ou une dose pivot)

3 - Calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter sur chaque culture

3.1 - Cas général

3.2 - Céréales à paille

3.3 - Maïs et sorgho

3.4 - Colza

3.5 - Tournesol

3.6 - Chanvre

3.7 - Lin

3.8 – Betterave

3.9 - Moutarde

3.10 - Prairies

4 - Tableaux de références

5 – Membres du GREN Franche-Comté

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 évolue aujourd'hui vers un programme d'action national, complété par un programme régional, en application du décret n°20 11-1257 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.

Actuellement la Franche-Comté n'est concernée que par une zone vulnérable, en Haute-Saône, dans le secteur du Graylois.

L'arrêté préfectoral du 05/04/2012 a nommé les membres du GREN de Franche-Comté. Ils ont été nommés *intuitu personae* pour leurs compétences techniques et scientifiques en matière de gestion de l'azote dans les écosystèmes ou les exploitations agricoles. Le Préfet de région leur a adressé leur lettre de mission le 16/04/2012.

Il leur a été demandé dans un premier temps de rédiger un document de synthèse définissant le référentiel technique de calcul de la dose prévisionnelle d'azote pour chaque culture de la zone vulnérable selon la méthode du bilan de masse du COMIFER¹ d'ici fin juin 2012.

Les travaux du groupe doivent aboutir à une écriture simplifiée de la méthode du bilan prévisionnel, accompagnée de toutes les références nécessaires à son paramétrage pour les parcelles présentes dans la zone vulnérable.

Ce document, rendu public, permettra au Préfet de région de prendre, au cours de l'été 2012, un arrêté de mise en œuvre opérationnelle de la mesure visant à limiter l'épandage des fertilisants azotés qui sera applicable dès la campagne 2012/2013 dans la zone vulnérable du Graylois.

Cet arrêté pourra évoluer annuellement, en fonction des travaux conduits ultérieurement par le GREN qui permettront d'élaborer des références régionales complémentaires.

Le groupe s'est réuni à quatre reprises, les 25 avril, 24 mai, 8 juin et 3 juillet 2012. Les travaux conduits lors de ces réunions ont été régulièrement complétés par des contributions individuelles des différents membres en fonction de leurs champs d'expertise. Le groupe s'est considéré compétent pour les espèces les plus cultivées ; il s'en est remis aux travaux du COMIFER et des groupes d'expertise des autres régions pour les espèces peu implantées pour lesquelles il ne disposait pas de références.

Ce rapport présente les conclusions des travaux du groupe.

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

2 - Liste des cultures de la zone vulnérable du Graylois

Le GREN de Franche-Comté a commencé par établir la liste des cultures de la zone vulnérable du Graylois à partir des données communiquées par le SRISE²/DRAAF³ et le SEA⁴/DDT⁵ 70. Il a ensuite défini les cultures pour lesquelles il pouvait, au vu des références disponibles, construire une équation de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter par les fertilisants et celles pour lesquelles il définirait un plafond d'azote ou une dose pivot. Les résultats sont récapitulés dans les tableaux suivants :

2.1 Surfaces cultivées dans la zone vulnérable du Graylois

Source : SRISE/DRAAF – RPG 2010

NOM de la CULTURE	Surface en ha	%
Blé tendre hiver	22 209	25,9
Prairie permanente (non intégrée dans 1 rotation)	18 067	21,1
Colza d'hiver	13 581	15,8
Orge d'hiver	8 209	9,6
Maïs grain	7 100	8,3
Prairie temporaire (entrant dans 1 rotation)	5 262	6,1
Maïs ensilage	1 946	2,3
Tournesol	1 666	1,9
Prairie temporaire de plus de 5 ans	1 180	1,4
Orge de printemps	937	1,1
Gel annuel	682	0,8
Soja	674	0,8
Triticale	627	0,7
Autres utilisations	580	0,7
Gel fixe	380	0,4
Légumineuses fourragères	375	0,4
Avoine de printemps	318	0,4
Chanvre fibres	294	0,3
Fourrages déshydratés	220	0,3
Pois de printemps	203	0,2
Avoine d'hiver	179	0,2
Féverole	133	0,2
Gel spécifique	109	0,1
Autres cultures	105	0,1
Lin non textile	74	0,1
Épeautre	71	0,1
Autres céréales	69	0,1
Seigle	62	0,1
Usage non agricole	55	0,1
Blé tendre printemps	50	0,1
Sorgho	41	/
Prairie permanente production foin commercialisé	36	/
Betterave non fourragère	34	/
Sarrasin	33	/
Pois d'hiver	28	/
Prairie temporaire production foin commercialisé	25	/

² SRISE : service régional de l'information statistique et économique

³ DRAAF : direction régionale de l'alimentation de l'agriculture et de la forêt

⁴ SEA : service économie agricole

⁵ DDT : direction départementale des territoires

Vignes	20	/
Moutarde	19	/
Sylviculture	18	/
Fourrage annuel, plantes sarclées	18	/
Plantes médicinales, à parfum, ornementales, aromatiques pérennes	14	/
Chanvre-Oléagineux	14	/
Verger	13	/
Lentilles	11	/
Prairie temporaire de plus de 5 ans production foin commercialisé	11	/
Lupin doux	10	/
Légumes de plein champ	6	/
Pommes de terre de consommation	6	/
Hors culture - aidée	4	/
Maraîchage (hors serres et tunnels fixes)	3	
Autres Oléagineux		
Blé dur hiver		
Betterave non fourragère commercialisée		
Colza de printemps		
Protéagineux fourragers commercialisés	32	/
Gel vert		
Pommes de terre de consommation commercialisées		
Pois d'hiver commercialisé		
Total	85 815	100

2.2 Cultures retenues pour l'écriture de la méthode du bilan azoté

Blé tendre d'hiver
Blé tendre de printemps
Blé dur d'hiver
Blé améliorant
Orge d'hiver
Orge de printemps
Triticale
Seigle
Avoine d'hiver
Avoine de printemps
Épeautre
Maïs ensilage
Maïs grain
Sorgho fourrager
Colza d'hiver
Colza de printemps
Tournesol
Chanvre fibres - chènevis
Lin oléagineux

Betterave
Moutarde
Prairies

2.3 Cultures retenues pour la définition d'un plafond d'azote par ha (ou une dose pivot)

Culture	Dose plafond Unités/ha/an	Observations
Fève	0	
Féveroles	0	
Lentilles	0	
Légumineuses fourragères pures	0	
Luzerne	0	Très exceptionnellement 120 kg N/ha en cas de destruction des nodosités par des larves de sitone
Lupin	0	
Pois protéagineux	0	
Protéagineux fourragers	0	
Soja	0	Exceptionnellement 120 kg N/ha autorisé en cas d'échec de l'inoculation (au moins 30 % des plantes ne présentent pas de nodosités et le feuillage des plantes présente une coloration vert pâle à jaunâtre avant leur entrée en floraison)
Vesces	0	
Gel fixe ou annuel ou autre	0	
Choux	200	Source : GREN Basse Normandie
Oignons	150	Source : COMIFER
Poireaux	250	Source : COMIFER
Pommes de terre	220	Source : COMIFER (pomme de terre de consommation)
Sarrasin	30	Source : Chambre d'agriculture 70
Miscanthus	30 60	Si récolte en sec Si exportation en vert (Source : Cadoux et al., 2012)
Maraîchage	350 500	Si succession de 2 cultures sur une même parcelle Si succession de 3 cultures ou plus (Source : GREN Picardie)
Cassis bourgeons	90	Sol profond, bien pourvu en matière organique, bonne capacité de minéralisation
	130	Sol superficiel, faiblement pourvu en matière organique, faible capacité de minéralisation Source : GREN Bourgogne
Cassis fruits	100	Toutes situations (Source : GREN Bourgogne)
Plantes médicinales, à parfum, Ornementales, aromatiques pérennes	350	Source GREN Rhône-Alpes
Pépinières	Sans références	
Vignes	50	Dont un maximum de 30 unités d'azote minéral de synthèse (Source : Chambre d'agriculture 70 et GREN Bourgogne)
Vergers Pommiers Autres (cerisiers, ...)	100 120	Source : GREN Picardie
	0	
Sylviculture	0	

Pour toute culture qui ne figurerait ni dans la partie 2.2 (« cultures retenues pour l'écriture de la méthode du bilan azoté »), ni dans la partie 2.3 (« cultures retenues pour la définition d'un plafond d'azote par ha »), la valeur maximale de fertilisant azoté qui pourra être apportée est de 180 unités/ha.

3 - Calcul de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter

Pour conduire ses travaux sur le calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter par les fertilisants, le GREN de Franche-Comté a utilisé les documents de base suivants :

- l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole ;
- l'arrêté préfectoral de Haute-Saône n°55 du 1er juillet 2009 relatif au 4ème programme d'action à mettre en œuvre en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole ;
- les données régionales franc-comtoises communiquées par la chambre régionale d'agriculture, la chambre d'agriculture de Haute Saône, INTERVAL, les instituts techniques et AgroSup Dijon ;
- les publications du COMIFER (Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée) relatives à la méthode du bilan d'azote minéral du sol prévisionnel appelé bilan de masse ;
- les données des autres régions ou du COMIFER pour les espèces peu cultivées sans références régionales franc-comtoises.

3.1 – Cas général

Les écritures opérationnelles du bilan prévisionnel d'azote permettent d'obtenir les équations suivantes, en faisant l'hypothèse que les apports atmosphériques sont négligeables et que les pertes du sol par voie gazeuse sont compensées par la fixation non symbiotique d'azote atmosphérique :

$$P_f + R_f = P_i + R_i + M_h + M_{hp} + M_r + M_{rCi} + N_{irr} + X + X_a - L$$

et

$$P_f + R_f = P_i + R_i + M_h + M_{hp} + M_r + M_{rCi} + N_{irr} + X_{xCAU} + X_a - L, \text{ aussi appelée équation d'efficacité, elle-même souvent simplifiée en } P_f = P_0 + (X + X_a) \times CAU$$

Avec :

P_f : Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

R_f : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

P_i : Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan

R_i : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan

M_h : Minéralisation nette de l'humus du sol

M_{hp} : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

M_r : Minéralisation nette des résidus de récolte

M_{rCi} : Minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires

N_{irr} : Quantité d'azote apporté par l'eau d'irrigation

X = Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse

X_a : Equivalent engrais minéral efficace lié à l'apport de produits organiques

L : Pertes par lixiviation du nitrate

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'azote de l'engrais minéral de synthèse

P_0 : fourniture d'azote par le sol ($R_i + M_h + M_{hp} + M_r + M_{rCi} + N_{irr}$)

Commentaires de certains paramètres :

- **Nirr** : azote apporté par l'eau d'irrigation

Le groupe relève que les cultures du Graylois ne sont pas irriguées. S'il s'avérait qu'une culture le soit, les apports d'azote par l'eau d'irrigation sont à estimer de la façon suivante :

- 5 kg N/ha au delà de 100 mm apportés,
- 10 kg N/ha au delà de 200 mm

- **L** : pertes par lixiviation du nitrate

L'objectif d'une fertilisation maîtrisée correspond à une valeur de L tendant vers zéro. La valeur de L retenue est donc 0.

- **Xa** : équivalent engrais minéral efficace lié à l'apport de produits résiduels organiques (PRO)

Il se calcule à l'aide de l'équation suivante :

$$Xa = \% N \text{ pro} \times Q \times Keq$$

avec :

% N pro = teneur en azote total du produit (% par unité de volume ou de masse) ;

Q = volume ou masse du produit épandu par hectare ;

Keq = coefficient d'équivalence engrais minéral efficace.

- **CAU** : Coefficient apparent d'utilisation de l'azote de l'engrais minéral de synthèse

L'équation prenant en compte le coefficient apparent d'utilisation de l'azote minéral de synthèse est utilisée pour le maïs, le sorgho et la prairie.

Cas particulier des **solutions azotées liquides** : pour tenir compte de la volatilisation ammoniacale de l'azote épandu sous forme de solution liquide azotée, une majoration peut être appliquée à la dose calculée :

- + 15 % en sols calcaires
- + 10 % pour les autres sols.

Comparaison des équations de l'arrêté préfectoral de Haute-Saône n° 55 du 1er juillet 2009 et du COMIFER :

L'établissement de correspondances entre les équations de l'arrêté préfectoral de Haute-Saône dans lequel des équations simplifiées avaient déjà été écrites pour la majorité des cultures de la zone vulnérable et les équations énoncées ci-dessus donne le tableau suivant :

		AP 70	COMIFER
	Objectif de rendement	(A)	y
	Azote absorbé par quintal ou tonne de matière sèche (MS)	(B)	b
Besoins totaux en azote	Azote restant après culture	(C)	Rf
	Objectif de rendement x azote absorbé par quintal = besoin d'azote de la culture	(D) = Ax B	Pf = b x y
Apports d'azote	Reliquat sortie hiver	(F)	Ri
	Azote absorbé à la sortie de l'hiver	Non pris en compte	Pi
	Minéralisation de l'humus	(G)	Mh
	Effet du précédent	(H)	Mr
	Effet « CIPAN ou couvert »	Non pris en compte	MrCi
	Effet « retournement de prairie »	(I)	Mhp
	Apports d'effluents	(J)	Xa
	Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	(K) = D+C – (F+G+H+I+J)	X = Pf+Rf – (Ri+Pi+Mh+Mr+MrCi+Mhp+Xa)

Par rapport à l'arrêté préfectoral de Haute-Saône, le GREN a retenu :

- d'ajouter la quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan Pi, lorsque les données existent ;
- d'ajouter la minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires MrCi : le tableau retenu est celui des instituts techniques dans lequel les valeurs quantitatives de production de la colonne « production de la CI⁶ (T MS/ha) » sont respectivement remplacées par les qualificatifs « faible », « moyenne » ou « forte » ; en effet le groupe estime qu'il est difficile d'évaluer une production visuellement, et ce d'autant plus qu'elle est importante.
- de ne pas rappeler systématiquement le terme Nirr (la quantité d'azote apporté par l'eau d'irrigation) dans les formules de calcul ; l'irrigation n'est pas pratiquée dans la zone vulnérable du Graylois, l'apport d'azote par cette voie est donc considéré comme nul. Toutefois, s'il s'avérait qu'une culture soit irriguée, il conviendrait de considérer les apports d'azote par l'eau d'irrigation selon les valeurs suivantes :
 - 5 kg N/ha au delà de 100 mm,
 - 10 kg N/ha au delà de 200 mm

Calcul de l'objectif de rendement

Conformément à l'annexe III de l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, **l'objectif de rendement sera calculé comme la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture ou la prairie considérée et, si possible, pour des conditions comparables de sol au cours des cinq dernières années, en excluant la valeur maximale et la valeur minimale.**

Dans les quelques cas particuliers où les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes (exemples : acquisition de nouvelles terres, installation d'un jeune agriculteur ou introduction d'une nouvelle culture), l'exploitant peut exceptionnellement se reporter, par défaut, aux rendements de référence locaux présentés dans le tableau I - « Évaluation de l'objectif de rendement » .

Les objectifs de rendements présentés dans le tableau ont été définis à dire d'experts et croisés avec les données fournies par la profession agricole et par le Service régional de l'information statistique et économique (SRISE) de la DRAAF. Les données retenues sont légèrement supérieures à celles du SRISE mais les données du SRISE sont des données départementales, or la zone vulnérable du Graylois correspond à la zone la plus fertile du département de la Haute-Saône. L'ensemble des membres du GREN se sont accordés sur les valeurs retenues.

Analyses de sol :

L'arrêté ministériel du 19/12/2011 précise que « **toute personne exploitant plus de 3 ha en zone vulnérable est tenue de réaliser, chaque année, une analyse de sol sur un îlot cultural au moins pour une des trois principales cultures exploitées en zone vulnérable** ».

Cette analyse portera prioritairement sur le **reliquat azoté en sortie d'hiver (Ri)** pour les cultures dont la mesure du reliquat est préconisée par le GREN dans le calcul du bilan prévisionnel. Elle pourra éventuellement porter sur le taux de matière organique ou encore l'azote total présent dans les horizons de sol cultivés lorsqu'ils sont utilisés dans le calcul de la dose prévisionnelle.

La constitution de l'échantillon pour l'analyse du reliquat azoté sortie hiver est réalisée selon le protocole suivant fourni par la Chambre d'agriculture de la Haute-Saône :

« Après avoir repéré une zone représentative de la parcelle, en évitant les fourrières et les bas de pentes, un prélèvement de terre sera réalisé avec une tarière dans les 3 horizons : 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm. 10 carottes minimum seront prélevées pour chaque horizon et déposées dans trois cuvettes (une par horizon). Tous les prélèvements par horizon seront mélangés pour obtenir un mélange homogène et donc représentatif de la parcelle en prenant soin de retirer les cailloux ».

Pour les exploitations dont la SAU en Zone vulnérable est supérieure à 100 ha, le groupe préconise deux analyses de sol sur deux îlots culturaux.

⁶ CI : culture intermédiaire

3.2 - Céréales à paille

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote est à réaliser au plus tard avant le 1er apport d'azote.

Correspondance entre l'arrêté préfectoral de Haute-Saône et l'équation du COMIFER

	AP 70	COMIFER
Objectif de rendement	(A)	y
Azote absorbé par quintal ou tonne de MS	(B)	b
Azote restant après culture	(C)	Rf
Objectif de rendement x azote absorbé par quintal = besoin d'azote de la culture	(D) = AxB	Pf = b x y
Reliquat sortie hiver	(F)	Ri
Azote absorbé à la sortie de l'hiver	Non pris en compte	Pi
Minéralisation de l'humus	(G)	Mh
Effet du précédent	(H)	Mr
Effet « CIPAN ou couvert »	Non pris en compte	MrCi
Effet « retournement de prairie »	(I)	Mhp
Apports d'effluents	(J)	Xa
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	(K) = D+C - (F+G+H+I+J)	X = Pf+Rf - (Ri+Pi+Mh+Mr+MrCi+Mhp+Xa)

Définition des paramètres de l'équation :

(A) ou y : à calculer à partir des références de l'exploitation (en cas d'absence de références, se reporter au TABLEAU 1 - « Objectif de rendement »)

(B) ou b : se référer aux TABLEAUX 2 - « Besoins en azote des cultures »

(C) ou Rf : se référer au TABLEAU 3 - « Azote restant après récolte »

Pi : se référer au TABLEAU 4 - « Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan »

(F) ou Ri : à évaluer par une analyse de sol sur la parcelle. Le résultat de l'analyse peut être utilisé sur d'autres parcelles de l'exploitation dont les conditions de sol, de fertilisation et de précédent cultural sont comparables (cf. paragraphe relatif aux analyses de sol p. 9). A défaut, se reporter au tableau TABLEAU 5 - « Reliquats sortie hiver » des céréales à paille)

(G) ou (Mh) : se référer au TABLEAU 6 - « Minéralisation de l'humus »

(H) ou (Mr) : se référer au TABLEAU 7 - « Effet du précédent »

(I) ou (Mhp) : se référer au TABLEAU 8 - « Effet retournement de prairies »

MrCi = se référer au TABLEAU 9 - « Minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires »

(J) ou Xa : Pour déterminer la valeur fertilisante des effluents organiques, réaliser le calcul suivant :
 J ou Xa = nombre de tonnes ou m³ par ha (Q) x teneur en azote (% N pro) x coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq)

La teneur en azote (% N pro) sera évaluée de préférence par une analyse ; à défaut, se reporter au TABLEAU 10 - « Teneur en éléments fertilisants »

Pour le coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq), se reporter au TABLEAU 11 - « Coefficient d'équivalence engrais ».

3.3 - Maïs et sorgho

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote est à réaliser au plus tard au semis.

Correspondance entre l'arrêté préfectoral de Haute-Saône et l'équation du COMIFER

	AP 70		COMIFER	
Objectif de rendement	(A)		y	
Azote absorbé par q ou t MS	(B)		b	
Azote restant après culture	(C)	= 0 unité	Rf	= 0 unité
Objectif de Rdt x azote absorbé par q = besoin d'azote de la culture	(D) = AxB		Pf = b x y	
Azote absorbé à l'ouverture du bilan	Non pris en compte		Pi	= 0 unité (ouverture du bilan au semis)
Reliquat sortie hiver	(F)	(E)	Ri	P0
Minéralisation de l'humus	(G)		Mh	
Effet du précédent	(H)		Mr	
Effet retournement de prairie	(I)		Mhp	
Apport d'effluents	(J)		Xa	
Effet CIPAN ou couvert	Non pris en compte		MrCi	
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	(K) = D - E		$X = (Pf - (P0 + Xa + MrCi)) / CAU$	

(A) ou y : à calculer à partir des références de l'exploitation (en cas d'absence de références, se référer au TABLEAU 1 - « Objectif de rendement »)

(B) ou b : se référer au TABLEAU 2 - « Besoin en azote des cultures »

(C) ou Rf = 0 pour le maïs comme pour le sorgho

(E) ou (P0 + Xa) = (F + G + H + I + J) = (Ri + Mh + Mr + Mhp) + Xa : se référer au tableau « fournitures du sol pour le maïs et le sorgho » ci-dessous :

Apports organiques sur la rotation / retournement de prairies	Type de sol COMIFER	Niveau de fourniture (kg/ha)
Pas d'apport organique sur la rotation, ou apport organique occasionnel (+ de 3 ans)	2, 3, 5	95
	7, 10	80
	4, 6, 8, 11, 12	70
Apport organique régulier sur la rotation (tous les ans ou tous les 2 - 3 ans)	2, 3, 5	120
	7, 10	110
	4, 6, 8, 11, 12	100
Apport organique au semis occasionnel	2, 3, 5	115
	7, 10	105
	4, 6, 8, 11, 12	100
Apport organique au semis régulier (tous les ans ou tous les 2 - 3 ans)	2, 3, 5	140
	7, 10	125
	4, 6, 8, 11, 12	115

Prairie retournée il y a 3 – 5 ans	2, 3, 5	135
	7, 10	115
	4, 6, 8, 11, 12	110
Prairie retournée il y a moins de 3 ans	2, 3, 5	140
	7, 10	120
	4, 6, 8, 11, 12	115

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003

MrCi : se référer au TABLEAU 9 « Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire »

CAU : il dépend du stade d'apport :

-pour un apport du semis jusqu'au stade 6-8 feuilles, prendre CAU = 0,6

Apport = apport d'azote prévu / 0.6

exemple : pour disposer de 30 unités effectives, en tenant compte du CAU de 0,6 il faudra donc apporter réellement 50 unités équivalent ammonitrate.

- pour un apport au delà du stade 8 feuilles, prendre CAU = 0,8

Apport = apport d'azote / 0,8

exemple : pour disposer de 100 unités effectives, en tenant compte du CAU de 0,8 il faudra donc apporter réellement 125 unités équivalent ammonitrate.

3.4 - Colza

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote est à réaliser au plus tard avant le 1er apport d'azote.

L'arrêté de Haute-Saône préconisait l'utilisation de la réglette Colza élaborée par le CETIOM. Cette réglette est un outil de calcul de la fertilisation azotée basé sur la méthode du bilan de masse du COMIFER. Le GREN préconise l'utilisation de la réglette, de préférence avec la méthode dite « de la pesée ». Sont explicités ci-dessous les valeurs des paramètres que la réglette prend en compte. Le calcul de l'équation reste néanmoins possible avec les paramètres définis ci-dessous.

	AP 70		COMIFER	
Objectif de rendement	(A)		y	
Azote absorbé par q ou t MS	(B)		b	
Azote restant après culture	(C)		Rf	
Objectif de Rdt x azote absorbé par q = besoin d'azote de la culture	(D) = AxB		Pf = b x y	
Reliquat sortie hiver	(F)		Ri	
Azote absorbé à la sortie de l'hiver	Non désigné mais pris en compte dans la réglette colza		Pi	
Minéralisation de l'humus	(G)	(E)	Mh	P0
Effet du précédent	(H)		Mr	
Effet retournement de prairie	(I)		Mhp	
Apport d'effluents	(J)		Xa	Xa
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	(K) = D+C - (F+ E)		X = Pf+Rf -(Ri+Pi+P0+Xa)	

(A) ou y : à calculer à partir des références de l'exploitation (en cas d'absence de références, se reporter au TABLEAU 1 - « Objectif de rendement »)

(B) ou b = 6,5 unités/quintal

(C) ou Rf : se référer au tableau ci-dessous (pris en compte dans la réglette azote colza du CETIOM) :

		Type de sol COMIFER
(C) :	20 unités	4 – 6 – 8
	30 unités	2 – 3 – 5 – 7 – 10 – 11 - 12

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche Comté – Mars 2003 – modifié par le GREN de Franche-Comté le 08/06/2012.

(F) ou Ri : à évaluer par un reliquat sur la parcelle. Le résultat de l'analyse peut être utilisé sur d'autres parcelles de l'exploitation dont les conditions de sol, de fertilisation et de précédent cultural sont comparables (cf. paragraphe relatif aux analyses de sol p. 9) A défaut, se reporter au tableau des reliquats sortie hiver ci-dessous :

(Remarque : ce paramètre est pris en compte dans le calcul de la réglette azote colza)

		Type de sol COMIFER
(F) :	10 unités	4 – 6 – 8
	30 unités	2 – 3 – 5 – 7 – 10 – 11 - 12

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003

Pi : le raisonnement de l'apport d'azote au colza à partir du calcul ou de l'estimation du poids frais du colza

(kg/m²) à la sortie de l'hiver avant le premier apport prend en compte la quantité d'azote absorbé par le colza : 1 kg de biomasse aérienne de colza correspond à 70 unités d'azote absorbé par le colza, plante entière (= coefficient d'absorption de 70kg N/ kg de poids frais aérien/m² : source CETIOM).

Remarque : l'estimation visuelle du poids frais du colza est rapide mais fiable seulement pour les petits colzas jusqu'à 1 kg/m².

La pesée ou l'estimation visuelle doit être effectuée sur chaque parcelle.

En l'absence de pesée ou d'estimation visuelle, on prendra la valeur Pi = 140 unités/ha. La valeur retenue par défaut correspond à l'azote absorbé par le colza lorsque le poids frais du colza à la sortie de l'hiver est égal à 2kg/m².

(E) = G+H+I+J ou P0 + Xa = (Mh+ Mr+ Mhp) + Xa :

Dans tous les cas (réalisation ou non de pesée ou d'estimation visuelle), il est possible d'utiliser soit les valeurs des céréales à paille, soit la réglette colza. La note du CETIOM concernant « la fertilisation azotée du colza d'hiver au printemps » précise que « la réglette azote colza prend en compte des valeurs forfaitaires de P0 qui vont de 30 à 60 kg N/ha pour la Franche-Comté selon le type de sol » ;

-**Xa** : la même note du CETIOM indique que « dans la plupart des cas, les apports de produits organiques sur colza sont réalisés avant le semis. On considère que, le plus souvent, la part rapidement disponible est absorbée par le colza pendant l'automne et l'hiver et est prise en compte dans la quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi). Une autre partie est prise en compte dans le reliquat d'azote minéral à l'ouverture du bilan (Ri) ».

La méthode de la pesée ou d'appréciation visuelle du poids frais du colza et le tableau des apports minéraux d'azote correspondant aux résultats sont présentés dans les tableaux des pages suivantes.

Fractionnement de la fertilisation azotée :

La dose d'azote doit être fractionnée en au moins deux apports dès qu'elle est supérieure à 60 unités/ha. Le deuxième apport ne doit pas être réalisé avant le stade C2 du colza.

Le stade C2 du colza se caractérise par la présence d'un étranglement vert clair à la base des nouveaux pétioles (cf. photo ci-dessous).





Pour raisonner l'azote sur colza

Une méthode simple,
pratique et performante !

1 Estimez l'azote absorbé par votre colza juste avant le premier apport

La méthode visuelle

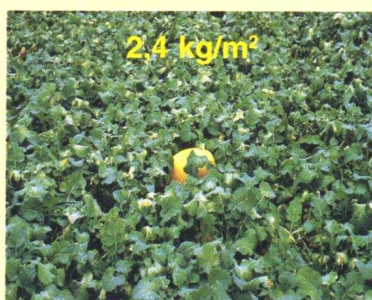
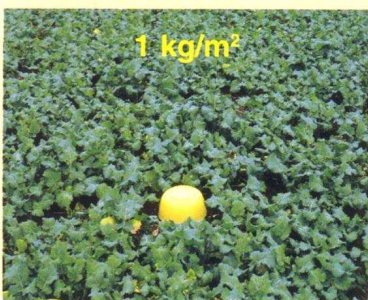
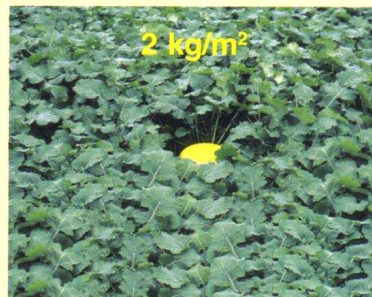
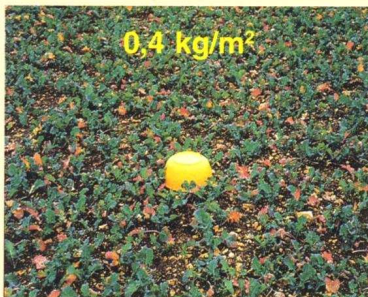
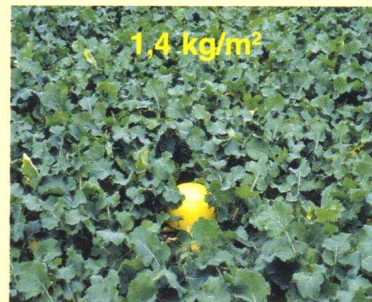
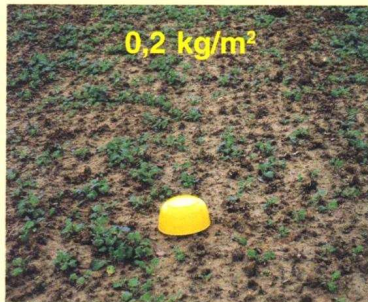
Rapide, bien adaptée aux petits colzas.

ou mieux

La méthode par pesée

Utilisable dans tous les cas.

Situez votre parcelle par rapport à ces photos !

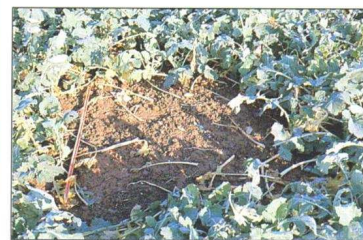


Trois étapes pour calculer la dose

1 - Marquez précisément 2 placettes de 1 m²
(4 placettes si la recherche est irrégulière), puis couper au niveau du sol toutes les plantes des placettes, de préférence quand la végétation est ressuyée.

2 - Pesez les plantes
fraîchement coupées de chaque placette (sans séchage), puis calculez le poids moyen par placette.

3 - Reportez la valeur au dos de cette fiche (en arrondissant à la valeur la plus proche) pour connaître la dose à apporter.



Prélever 2 placettes de 1 m².



Peser le colza frais de chaque placette.

Plus le colza est gros en sortie hiver, plus vous pourrez réduire l'apport total d'azote en conservant le même niveau de production.

Tableau des apports minéraux d'azote pour le colza

POIDS FRAIS du colza en Kg / m ²	RENDEMENTS OBJECTIFS	Apports minéral d'azote (kg/ha)			
		Sols SUPERFICIELS Sols COMIFER		Sols PROFONDS Sols COMIFER	
		4-6-8		2-3-5-7-10-11-12	
		Sans MO	Avec MO	Sans MO	Avec MO
0.2	30	170	130	140	100
	35	210	170	180	140
0.4	30	160	120	130	90
	35	190	150	160	120
0.6	30	150	110	120	80
	35	180	140	150	110
	40	-	-	180	140
0.8	30	130	90	100	60
	35	170	130	140	100
	40	200	160	170	130
1	30	120	80	90	50
	35	150	110	120	80
	40 et +	180	140	150	110
1.2	30	100	60	70	30
	35	140	100	110	70
	40 et +	170	130	140	100
1.4	30	90	50	60	20
	35	120	80	90	50
	40 et +	160	120	130	90
1.6	30	80	40	50	20
	35	110	70	80	40
	40 et +	140	100	110	70
1.8	30	60	20	30	0
	35	90	50	60	20
	40 et +	130	90	100	60
2	35	80	40	50	20
	40 et +	110	70	80	40
2.2	35	70	30	40	0
	40 et +	100	60	70	30
2.4	35	50	20	20	0
	40 et +	80	40	50	20
2.6	35	40	0	20	0
	40 et +	70	30	40	0

Source : Cetiom, 2012

On considère qu'il y a eu apport de matière organique (MO) si la parcelle reçoit au moins tous les 3-4 ans un effluent organique (fumier, lisier, fientes...).

Tableau correctif de la réglette azote en cas de gel important des feuilles		
Taille du colza en sortie hiver	Taille du colza avant l'hiver	Diminuer l'apport d'azote de :
très petit colza (<0.2 kg/m ²)	< à 0.4 kg/m ²	0 unité
petit colza (0.2 à 0.4 kg/m ²)	0.4 à 0.8 kg/m ²	10 unités
colza moyen (0.4 à 0.8 kg/m ²)	0.8 à 1.6 kg/m ²	20 unités
gros colza (0.8 à 1.3 kg/m ²)	1.6 à 2.6 kg/m ²	30 unités
très gros colza (> 1.3 kg/m ²)	+ de 2.6 kg/m ²	40 unités

3.5 - Tournesol

Le GREN préconise l'utilisation de la méthode HELIOTEST développée par le CETIOM.

Utilisation de l'Héliotest pour ajuster l'apport d'azote aux besoins du tournesol :

HELIOTEST

Au semis
j'applique 60 unités d'azote sur une bande de la parcelle (1 passage d'épandeur à engrais ou 2 si l'épandeur travaille en recroisement)

Pas d'azote au semis / Pas d'azote au semis

Du stade 6 feuilles...
j'observe

Apparaît-il une différence visuelle entre la bande fertilisée au semis et le reste de la parcelle ? (différence de couleur, de hauteur, de volume)

...au stade 14 feuilles

OUI j'observe une différence
Aussitôt :
1- je compte le nombre de feuilles ;
2- je calcule la dose d'azote grâce au disque ci-dessus ;
3- j'apporte la dose d'azote calculée.

NON je ne remarque pas de différence
Je n'apporte pas d'azote.

4 cm
3 cm
2 cm
1 cm

Nous déconseillons d'apporter de l'azote à partir de l'apparition du bouton

Conseils pour déterminer le nombre de feuilles :
- Ne pas compter les cotylédons.
- Compter seulement les feuilles de plus de 4 cm de long.

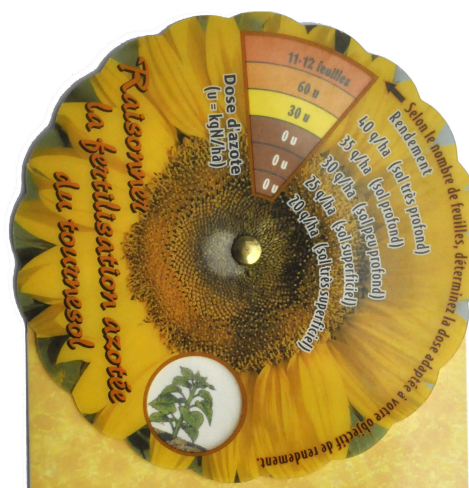


Tableau des apports minéraux d'azote pour le tournesol (méthode Héliotest)

La Méthode Héliotest définit une quantité d'azote à apporter en fonction du potentiel de la culture et du stade à partir duquel une différence visuelle est observée entre la bande fertilisée au semis et le reste de la parcelle.

Rendement potentiel	20q/ha (sol très superficiel)	25 q/ha (sol superficiel)	30 q/ha (sol peu profond)	35 q/ha (sol profond)	40 q/ha et + (sol très profond)
Stade d'observation					
7-8 feuilles	0 unité	30 unités	40 unités	60 unités	60 unités
9-10 feuilles	0 unité	0 unité	30 unités	50 unités	60 unités
11-12 feuilles	0 unité	0 unité	0 unité	30 unités	60 unités
13-14 feuilles	0 unité	0 unité	0 unité	30 unités	40 unités

Source : CETIOM

En cas de non utilisation d'Héliotest, se référer au tableau suivant :

Type de sol COMIFER	Dose totale d'azote à apporter sans matière organique
2, 3, 5, 7, 10	0 à 30
4, 6, 8, 11, 12	30 à 60

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003

En cas d'apports organiques, aucun apport d'azote minéral ne sera effectué.

L'apport d'azote minéral est plafonné à 60 unités/ha.

Remarque : l'apport d'azote est possible au semis mais les apports après le stade quatre feuilles sont mieux valorisés.

3.6 - Chanvre

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote est à réaliser au plus tard au semis.

	COMIFER	
Objectif de rendement	y	
Azote absorbé par q ou t MS	b	
Azote restant après culture	Rf	
Objectif de Rdt x azote absorbé par q = besoin d'azote de la culture	Pf = b x y	
Azote absorbé à l'ouverture du bilan	Pi	= 0 unité (ouverture du bilan au semis)
Reliquat sortie hiver	Ri	
Minéralisation de l'humus	Mh	P0
Effet du précédent	Mr	
Effet retournement de prairie	Mhp	
Apport d'effluents	Xa	
Effet CIPAN ou couvert	MrCi	
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	X = Pf+Rf – (P0+Xa+MrCi)	

y : à calculer à partir des références de l'exploitation ; à exprimer en t MS de fibres ou fibres + chènevis (en cas d'absence de références, se reporter au TABLEAU 1 - « Objectif de rendement »)

Remarque : la production de chènevis est toujours de l'ordre de 1,2 t quel que soit le rendement en fibres

b = 15 unités/t MS (cette valeur prend en compte les besoins des fibres et du chènevis)

Rf : se référer au tableau ci-dessous :

Type de sol COMIFER	Azote restant après culture
4 - 8	20 unités
6	40 unités
2 - 3 - 5 - 7 - 10 - 11 - 12	60 unités

Source : Chambre d'agriculture de Haute-Saône

P0 = Ri + Mh + Mr + Mhp = au moins **60 kg N/ha** (note du CETIOM). Pour chacun des paramètres, utiliser les valeurs des tableaux des fournitures du sol des céréales à paille et prendre en compte leur somme si celle-ci est supérieure à 60 kg N/ha.

MrCi : se référer au TABLEAU 9 « Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire »

Xa : Pour déterminer la valeur fertilisante des effluents organiques, réaliser le calcul suivant :
 $Xa = \text{nombre de tonnes ou m}^3 \text{ par ha (Q)} \times \text{teneur en azote (\% N pro)} \times \text{coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq)}$.

La teneur en azote sera évaluée de préférence par une analyse ; à défaut, se reporter au TABLEAU 10 – « Teneur en éléments fertilisants »

Pour le Keq (coefficient d'équivalence engrais minéral efficace), se reporter au TABLEAU 11 – « Coefficient d'équivalence engrais ».

3.7 - Lin

Le GREN ne dispose pas d'expertise pour cette culture marginale en Haute-Saône. Il s'est reporté aux références du COMIFER ou du CETIOM.

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote est à réaliser au plus tard au semis pour le lin de printemps et au plus tard au printemps pour le lin d'hiver.

	COMIFER	
Objectif de rendement	y	
Azote absorbé par q ou t MS	b	
Azote restant après culture	Rf	
Objectif de Rdt x azote absorbé par q = besoin d'azote de la culture	Pf = b x y	
Azote absorbé à l'ouverture du bilan	Pi	
Reliquat sortie hiver	Ri	
Minéralisation de l'humus	Mh	P0
Effet du précédent	Mr	
Effet retournement de prairie	Mhp	
Apport d'effluents	Xa	
Effet CIPAN ou couvert	MrCi	
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	X = Pf+Rf – (P0+Xa+MrCi)	

y : à calculer à partir des références de l'exploitation ; (en cas d'absence de références, l'estimer à 21 q/ha)

b : lin oléagineux = 4,5 unités/q (référence COMIFER + note du CETIOM)

Rf = 30 unités/ha sur 90 cm (note du CETIOM)

Pi : lin d'hiver = 20 unités/ha (note du CETIOM)

lin de printemps = 0 (ouverture du bilan au semis) (note du CETIOM)

P0 = Ri + Mh + Mr + Mhp = elle varie de **50 kg N/ha à 100 kg** selon la durée des cycles (lin d'hiver ou de printemps) et les types de sol et de milieux (note du CETIOM). Pour chacun des paramètres, utiliser les valeurs des tableaux des fournitures du sol des céréales à paille.

MrCi : se référer au TABLEAU 9 « Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire »

Xa : Pour déterminer la valeur fertilisante des effluents organiques, réaliser le calcul suivant :
 $Xa = \text{nombre de tonnes ou m}^3 \text{ par ha (Q)} \times \text{teneur en azote (\% N pro)} \times \text{coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq)}$.

La teneur en azote sera évaluée de préférence par une analyse ; à défaut, se reporter au TABLEAU 10 – « Teneur en éléments fertilisants »

Pour le Keq (coefficient d'équivalence engrais minéral efficace), se reporter au TABLEAU 11 – « Coefficient d'équivalence engrais ».

3.8 - Betterave

Le GREN ne dispose pas d'expertise pour cette culture marginale en Haute-Saône. Il s'est reporté aux références du COMIFER ou d'autres régions.

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote est à réaliser au plus tard au semis.

	COMIFER	
Objectif de rendement	y	
Azote absorbé par q ou t MS	b	
Azote restant après culture	Rf	
Objectif de Rdt x azote absorbé par q = besoin d'azote de la culture	Pf = b x y	
Azote absorbé à l'ouverture du bilan	Pi	= 0 unité (ouverture du bilan au semis)
Reliquat sortie hiver	Ri	
Minéralisation de l'humus	Mh	P0
Effet du précédent	Mr	
Effet retournement de prairie	Mhp	
Apport d'effluents	Xa	
Effet CIPAN ou couvert	MrCi	
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	X = Pf+Rf – (P0+Xa+MrCi)	

Pf : besoin forfaitaire à l'hectare = 220 kg N/ha (Source COMIFER – ITB)

Rf : se reporter au tableau suivant :

Type de sol COMIFER	Azote restant après culture
4 - 8	10 unités
6	20 unités
2 – 3 – 5 – 7 – 10 – 11 - 12	30 unités

Source : Chambre d'agriculture de Haute-Saône

Ri : à évaluer par une analyse de sol sur la parcelle ou sur une parcelle dont les conditions de sol, de fertilisation et de précédent cultural sont comparables (cf. paragraphe relatif aux analyses de sol p 9) ; à défaut se référer au TABLEAU 5 – « Reliquats sortie hiver » des céréales à paille)

Mh : se référer au TABLEAU 6 - « Minéralisation de l'humus »,

Mr : se référer au TABLEAU 7 - « Effet du précédent »

Mhp : se référer au TABLEAU 8 - « Effet retournement de prairies »

MrCi : se référer au TABLEAU 9 « Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire »

Xa : Pour déterminer la valeur fertilisante des effluents organiques, réaliser le calcul suivant :

$Xa = \text{nombre de tonnes ou m}^3 \text{ par ha (Q)} \times \text{teneur en azote (\% N pro)} \times \text{coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq)}$

La teneur en azote (% N pro) sera évaluée de préférence par une analyse ; à défaut, se reporter au TABLEAU 10 – « Teneur en éléments fertilisants »

Pour le coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq), se reporter au TABLEAU 11 – « Coefficient d'équivalence engrais ».

3.9 - Moutarde

Le GREN ne dispose pas d'expertise pour cette culture marginale en Haute-Saône. Il a pris en compte la méthode proposée par le GREN de Bourgogne.

La plante, cultivée sur tous les types de sol, est implantée généralement à l'automne mais peut l'être aussi au printemps. Elle prélève l'essentiel de ses besoins azotés sur la période de printemps. Elle est récoltée entre le 15 juillet et le 15 août.

L'équation de calcul de la dose prévisionnelle d'azote est la même que celle du colza.

Le calcul est à réaliser au plus tard avant le 1er apport d'azote pour un semis d'automne et au plus tard au semis pour un semis de printemps.

	COMIFER	
Objectif de rendement	y	
Azote absorbé par q ou t MS	b	
Azote restant après culture	Rf	
Objectif de Rdt x azote absorbé par q = besoin d'azote de la culture	Pf = b x y	
Azote absorbé à l'ouverture du bilan	Pi	
Reliquat sortie hiver	Ri	
Minéralisation de l'humus	Mh	P0
Effet du précédent	Mr	
Effet retournement de prairie	Mhp	
Apport d'effluents	Xa	
Effet CIPAN ou couvert	MrCi	
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	X = Pf+Rf – (P0+Xa+MrCi)	

y : à calculer à partir des références de l'exploitation ; (en cas d'absence de références, l'estimer à 15 qx/ha)

b = 6,5 unités/quintal

Rf : se référer au tableau ci-dessous

	Type de sol COMIFER	
(Rf) :	20 unités	4 – 6 – 8
	30 unités	2 – 3 – 5 – 7 – 10 – 11 - 12

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche Comté – Mars 2003 – modifié par le GREN de Franche-Comté le 08/06/2012.

Pi = 0 en culture de printemps (ouverture du bilan avant le semis) mais aussi en culture d'hiver (en effet on ne tient pas compte de l'azote absorbé par la plante à la sortie de l'hiver étant donné le faible développement de cette culture à la sortie de l'hiver).

Ri : à évaluer par une analyse de sol sur la parcelle. Le résultat de l'analyse peut être utilisé sur d'autres parcelles de l'exploitation dont les conditions de sol, de fertilisation et de précédent cultural sont comparables (cf. paragraphe relatif aux analyses de sol p. 9). A défaut, se reporter au tableau des reliquats sortie hiver ci-dessous :

	Type de sol COMIFER	
(Ri) :	10 unités	4 – 6 – 8
	30 unités	2 – 3 – 5 – 7 – 10 – 11 - 12

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche Comté – Mars 2003

$$P0 = Mh + Mr + Mhp$$

Les fournitures d'azote par le sol sont évaluées de la même façon que pour le colza et les céréales à paille

Mh : se référer au TABLEAU 6 - « Minéralisation de l'humus »

Mr : se référer au TABLEAU 7 - « Effet du précédent »

Mhp : se référer au TABLEAU 8 - « Effet retournement de prairies »

MrCi = se référer au TABLEAU 9 - « Minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires »

Xa : Pour déterminer la valeur fertilisante des effluents organiques, réaliser le calcul suivant :

$Xa = \text{nombre de tonnes ou m}^3 \text{ par ha (Q)} \times \text{teneur en azote (\% N pro)} \times \text{coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq)}$

La teneur en azote (% N pro) sera évaluée de préférence par une analyse ; à défaut, se reporter au TABLEAU 10 – « Teneur en éléments fertilisants »)

Pour le coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq), se reporter au TABLEAU 11 – « Coefficient d'équivalence engrais ».

3.10 - Prairies

L'équation de calcul de la dose prévisionnelle d'azote du COMIFER, adaptée à la prairie s'écrit :

$$X = (N_{exp} - P0) / CAU - Xa$$

avec :

N_{exp} : quantité totale d'azote exportée par la prairie

$$P0 = Mh + N_{rest} + F_s$$

Mh : fourniture d'azote par le sol

N_{rest} : contribution directe des restitutions au pâturage de l'année

F_s : quantité d'azote fixé par les légumineuses

CAU : coefficient apparent d'utilisation de l'engrais minéral

Xa : effet direct de l'engrais de ferme en équivalence engrais minéral

L'établissement de correspondances entre l'équation de l'arrêté préfectoral de Haute Saône et l'équation du COMIFER donne le tableau suivant :

	AP 70	COMIFER
Quantité totale d'azote exportée par la prairie	A + B	$N_{exp} = N_{expA} + N_{expB}$
Fournitures d'azote par le sol	D	Mh
Contribution directe des restitutions de l'année au pâturage	E	N_{rest}
Quantité d'azote fixé par les légumineuses	F	F_s
Sources d'azote hors épandage	D + E + F	$P0 = Mh + N_{rest} + F_s$
Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais minéral	Non pris en compte	CAU
Effet direct de l'engrais de ferme en équivalence engrais minéral	J	Xa
Dose d'azote minéral à apporter (à calculer)	$K = (A+B) - (D+E+F) - J$	$X = (N_{exp} - P0) / CAU - Xa$

A = Les exportations liées aux coupes

Type de coupe	Rdt en TMS/ha	Exportations en kg/TMS	Exportations de la coupe
1 ^{ère} coupe précoce	(ex entre 3 et 4,5)	x 25 =	
1 ^{ère} coupe normale	(ex entre 3,5 et 4,5)	x 20 =	
1 ^{ère} coupe tardive	(ex entre 4 et 4,5)	x 15 =	
2 ^{ème} coupe et suivantes	(ex entre 1,5 et 2,5 en 2 ^{ème} coupe)	x 27 =	
Somme des Rdt des coupes : R =		Somme des exportations A=	

B = Les exportations liées au pâturage

Kg d'azote organique pâturant :

Type et nombre d'animaux pâturant	Kg N produit par animal ⁽¹⁾	Pâturage		Kg d'azote organique pâturant
		Nb mois 12	Heures/jours 24	
	x	x	x =	
	x	x	x =	
	x	x	x =	
	x	x	x =	
C = Total des Kg d'azote organique pâturants =				
B = CX2/Surface de la pâture =				

(1) : les productions d' N organique en Kg / animal se trouvent dans le **TABLEAU 12**

Mh = D = Les fournitures d'azote par le sol

Type de sol	Fourniture d'azote /ha
Très profond	90 – 100
Profond	80 – 90
Assez profond	60 – 80
Superficiel	50 – 70

Nrest = E = Les restitutions totales au pâturage

$$E = \frac{C \text{ (Kg d'azote organique pâturant)} \times 0.5}{\text{Surface de la parcelle}} = \frac{\quad \times 0.5}{\quad} =$$

**Fs = F = La fixation d'azote par les légumineuses
(négligeable si moins de 10 % de légumineuses dans la prairie)**

Si fauche, Somme des rendements des coupes (voir calcul A)	R =	
Surface de la parcelle	S =	
Si pâturage , Kg d'azote organique pâturant (voir calcul B)	C =	
Rendement total de la prairie (Rtot)	$R_{tot} = \frac{C}{15 \times S} + R =$	
% de légumineuses de la prairie (Voir tableau ci-dessous)	L =	
Fixation d'azote par les légumineuses	F = L x Rtot x 31 =	

Taux de trèfle estimé par observation visuelle en fin de printemps – Source Institut de l'élevage

Niveau	Éléments d'observation	% trèfle blanc en mai-juin
Faible	La graminée domine largement le trèfle	10-20
Moyen	La graminée domine mais on voit bien le trèfle blanc	20-35
Élevé	On voit presque partout du trèfle blanc	35-50
Excessif	On ne voit quasiment que du trèfle blanc	> 50

Xa = J = Effet direct de l'engrais de ferme en équivalence engrais minéral

Type d'effluent épandu sur la parcelle	Tonnes ou m ³ épandus / ha	x	Teneur en azote de l'effluent	x	Coefficient d'équivalence engrais minéral	=	Qté d'azote apporté par l'effluent
		x		x		=	
		x		x		=	
Xa = J = Somme des quantités d'azote apporté =							

Teneur en azote de l'effluent : prendre la valeur de l'analyse ou se reporter au TABLEAU 10

Coefficient d'équivalence engrais minéral : se reporter au TABLEAU 11

X = Calcul de l'azote minéral restant à apporter sur la prairie

Quantité totale d'azote exportée par la prairie	$N_{exp} = A + B =$	
Fourniture d'azote par le sol	$M_h = D =$	
Contribution directe des restitutions au pâturage de l'année	$N_{rest} = E =$	
Quantité d'azote fixé par les légumineuses	$F_s = F =$	
Sources d'azote hors épandage	$P_0 = M_h (D) + N_{rest}(E) + F_s (F) =$	
Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais minéral	$CAU =$	0,6
Effet direct de l'engrais de ferme en équivalence engrais minéral	$X_a = J =$	
Dose d'azote minéral à apporter	$X = (N_{exp} - P_0) / CAU - X_a =$	

4 – Tableaux de références

TABLEAU 1 – EVALUATION DE L'OBJECTIF DE RENDEMENT (y)

Calcul de l'objectif de rendement

Conformément à l'annexe III de l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, l'objectif de rendement sera calculé comme la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture et la prairie considérée et, si possible, pour des conditions comparables de sol au cours des cinq dernières années, en excluant la valeur maximale et la valeur minimale.

Rendements de référence par défaut des principales cultures de la zone vulnérable du Graylois.

Dans les quelques cas particuliers où les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes (exemples : acquisition de nouvelles terres, installation d'un jeune agriculteur ou introduction d'une nouvelle culture), l'exploitant peut exceptionnellement se reporter, par défaut, aux rendements de référence locaux présentés ci-dessous.

Selon le « Guide de la fertilisation en Franche-Comté » élaboré en 2002 par la Chambre régionale d'agriculture avec l'appui des chambres départementales, d'Interval et des principaux instituts techniques, la fixation d'un objectif de rendement d'une culture doit s'appuyer sur la situation culturale de la parcelle, celle-ci étant déterminée par :

- la situation climatique,
- le type de sol dominant.

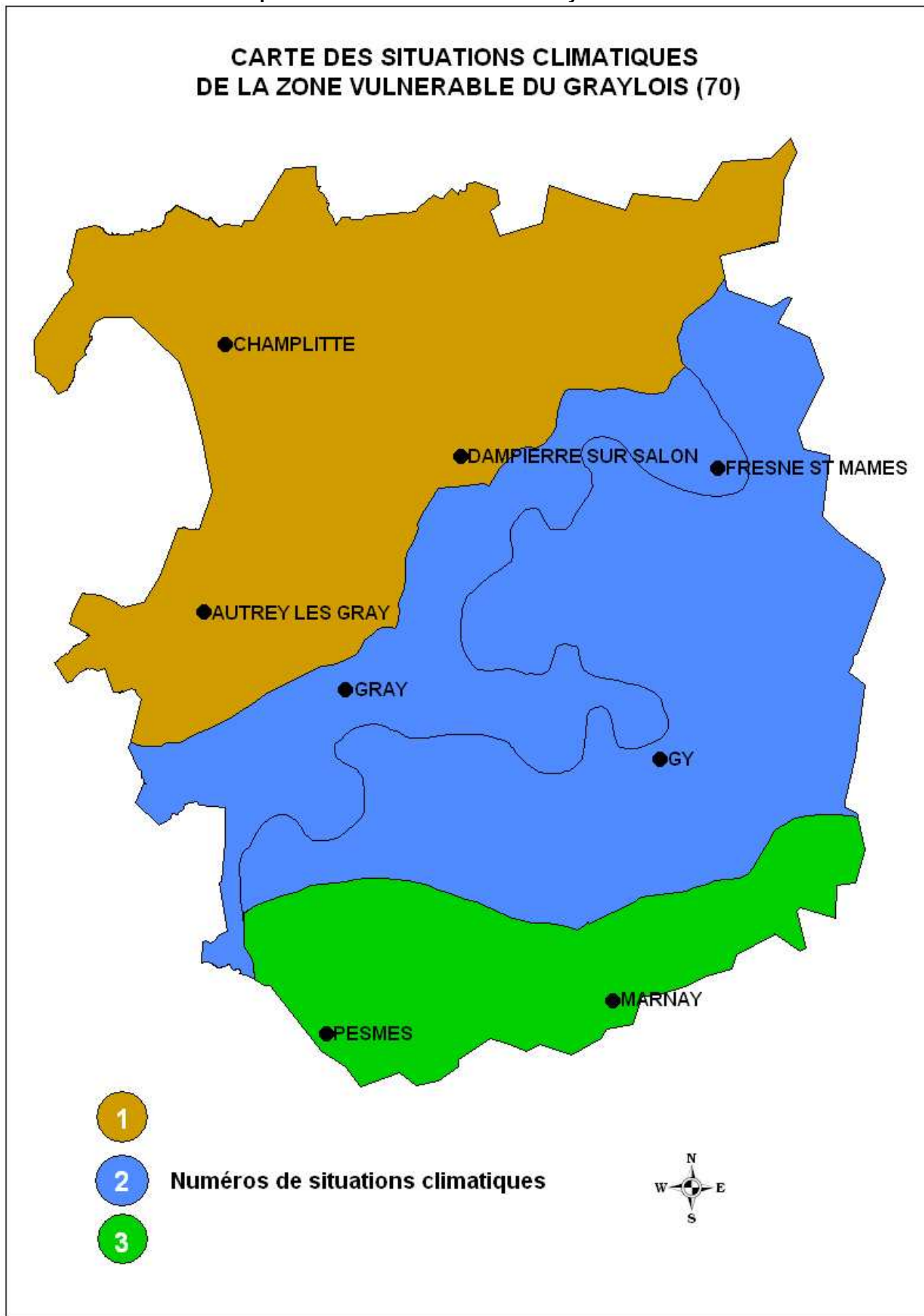
1 - La situation climatique

Par convention, toutes les communes de la zone vulnérable sont rattachées à une situation climatique 1, 2 ou 3 de la carte des situations climatiques de France-Comté. Les 3 situations climatiques de la zone vulnérable du graylois sont les suivantes :

- situation n°1 : plateau calcaire de l'Ouest, amorce du plateau de Langres
- situation n°2 : vallée de la Saône, plaine grayloise, et plateaux calcaires centraux
- situation n°3 : situation de la vallée de l'Ognon.

La carte ci-dessous présente les 3 situations climatiques pour la zone vulnérable du graylois

Le tableau des communes du Graylois ci-dessous mentionne le rattachement de chaque commune à une situation climatique unique.



Source : Chambre d'agriculture de Haute-Saone

LISTE DES COMMUNES SITUEES DANS LA ZONE VULNERABLE DU GRAYLOIS
(Arrêté du Préfet Coordonnateur du bassin Rhône-Méditerranée-Corse n°2007-249 du 28 juin 2007)

Nom de commune	Situation* climatique	Nom de commune	Situation* climatique	Nom de commune	Situation* climatique
Achey	1	Denèvre	1	Pierrecourt	1
Ancier	2	Ecuelle	1	Pin	3
Angirey	2	Esmoulins	2	Pont-de-Planches (Le)	2
Apremont	2	Essertenne-et-Cecey	2	Poyans	1
Arc-lès-Gray	1	Etreilles-et-la-Montbleuse	2	Ray-sur-Saône	1
Argillières	1	Etuz	3	Recologne	2
Arsans	2	Fahy-lès-Autrey	1	Renaucourt	1
Attricourt	1	Fédry	2	Grande-Résie (La)	3
Autet	1	Ferrières-lès-Ray	2	Résie-Saint-Martin (La)	3
Autoreille	2	Fleurey-lès-Lavoncourt	1	Rigny	2
Autrey-lès-Gray (chef lieu)	1	Fouvent-Saint-Andoche	1	Roche-et-Raucourt	1
Auvet-et-la-Chapelotte	1	Francourt	1	Saint-Broing	2
Avrigny-Virey	2	Framont	1	Saint-Gand	2
Bard-lès-Pesmes	3	Frasne-le-Château	2	Saint-Loup-Nantouard	2
Bâties (Les)	2	Fresne-Saint-Mamès (chef	2	Sainte-Reine	2
Batrans	2	Fretigney-et-Velloreille	2	Sauvigney-lès-Gray	2
Bay	3	Germigney	2	Sauvigney-lès-Pesmes	3
Beaujeu-Saint-Vallier-	2	Gézier-et-Fontenelay	3	Savoieux	2
Beaumotte-lès-Pin	3	Grandecourt	1	Seveux	2
Bonboillon	2	Gray (chef lieu)	2	Soing-Cubry-Charentenay	2
Bonnevent-Velloreille	2	Gray-la-Ville	2	Sornay	3
Bouhans-et-Feurg	1	Greucourt	2	Theuley	1
Bresilley	3	Gy (chef lieu)	2	Tincey-et-Pontrebeau	1
Brotte-lès-Ray	1	Hugier	3	Tremblois (Le)	2
Broye-les-Loups-et-	1	Igny	2	Tromarey	2
Broye-Aubigny-	3	Larret	1	Vadans	3
Brussey	3	Lavoncourt	1	Vaite	1
Bucey-lès-Gy	2	Lieucourt	2	Valay	3
Chambornay-lès-Pin	3	Loeuilley	1	Vanne	2
Champlitte (chef lieu)	1	Malans	3	Vantoux-et-Longevelle	2
Champtonnay	2	Mantoeche	2	Vars	1
Champvans	2	Marnay (chef lieu)	3	Vauconcourt-Nervezain	1
Chancey	3	Membrey	1	Vaux-le-Moncelot	2
Chapelle-Saint-Quillain	2	Mercey-sur-Saône	2	Velesmes-Echevanne	2
Charcenne	2	Montagney	3	Velet	2
Chargey-lès-Gray	1	Montboillon	2	Velleclair	2
Chaumercenne	3	Villers-Chemin-et-Mont-lès-	2	Vellefrey-et-Vellefrange	2
Chenevrey-et-Morogne	3	Montot	1	Vellemoz	2
Chevigny	3	Mont-Saint-Léger	1	Vellexon-Queutrey-et-	2
Choye	2	Montureux-et-Prantigny	1	Velloreille-lès-Choye	2
Citey	2	Motey-Besuche	3	Venère	2
Confracourt	1	Motey-sur-Saône	2	Vereux	1
Courcuire	2	Nantilly	1	Vernotte (La)	2
Courtesoult-et-Gatey	1	Noiron	2	Vezet	2
Cresancey	2	Oiselay-et-Grachaux	2	Villefrancon	2
Cugney	2	Onay	2	Villers-Vaudey	1
Cult	3	Oyrières	1	Volon	1
Dampierre-sur-Salon	1	Percey-le-Grand	1	Vregille	3
Delain	1	Pesmes (chef lieu)	3		

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003

2- Le type de sol dominant

10 types de sols COMIFER ont été retenus pour la Haute-Saône. Une correspondance entre les sols selon la typologie utilisée en Franche-Comté et les sols COMIFER a été établie. Elle peut être obtenue auprès de la Chambre d'Agriculture.

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003

3 - La situation culturale

Elle résulte du croisement de la situation climatique et du type de sol COMIFER (tableau ci-dessous).

Situation culturale en fonction de la situation climatique et du type de sol

Sols COMIFER \ Situations climatiques		1	2	3
		2	Limons battants	C
3	Limons argileux profonds	C	A	B
4	Argilo-calcaire superficiel	E	D	D
5	Argilo-calcaire profond	C	A	B
6	Sablo-graveleux	E	D	E
7	Alluvions argileuses	C	A	B
8	Limon argileux superficiel de plateau	E	D	D
10	Argilo-calcaire de vallée	C	A	B
11	Limons hydromorphe	E	D	E
12	Limons argileux hydromorphe de vallée	D	C	D

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003

4 - L'objectif de rendement

Il peut être lu pour les principales cultures à partir de la situation culturale de la parcelle déterminée précédemment.

TABLEAU 1 : Objectif de rendement en fonction de la situation culturale (y)

Culture \ Situation culturale (voir tableau précédent)	A	B	C	D	E
	Blé tendre d'hiver (q/ha)	85	80	75	70
Blé tendre de printemps (q/ha)	75	70	65	60	55
Blé dur d'hiver (q/ha)	80	75	70	65	60
Blé améliorant (q/ha)	70	65	60	55	50
Orge d'hiver (q/ha)	80	75	70	65	60
Orge de printemps (q/ha)	70	65	60	55	50
Triticale (q/ha)	85	80	75	70	65
Seigle (q/ha)	75	70	65	60	55

Avoine d'hiver (q/ha)	65	60	55	55	50
Avoine de printemps (q/ha)	60	55	50	50	50
Épeautre (q/ha)	50	45	40	35	30
Sarrasin (q/ha)	25	25	20	15	15
Colza d'hiver (q/ha)	42	40	37	35	31
Colza de printemps (q/ha)	27	25	25	20	20
Tournesol (q/ha)	35	33	28	25	22
Soja (q/ha)	33	30	27	25	22
Féverole de printemps (q/ha)	40	35	30		
Féverole d'automne (q/ha)	40	35	30		
Lupin (q/ha)	30	30	25		
Pois protéagineux (q/ha)	55	50	45		
Maïs ensilage (t MS/ha)	20	17	15	14	14
Maïs grain (q/ha)	110	105	90	85	80
Sorgho fourrager (t MS/ha)	16	15	14	13	13
Betterave (q/ha)	75	70			
Chanvre fibres ou fibres+ chènevis (t MS/ha)	8,5	8,5	8	7,5	6,5
Lin oléagineux (q/ha)					
Pommes de terre (T/ha)					
Choux (q/ha)					
Poireaux (q/ha)					
Oignons (t/ha)	60	55	50	50	45

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003 actualisé par le GREN de Franche-Comté le 08/06/2012.

TABLEAUX 2 - « Besoins en azote des cultures » (b)

Tableau 2a- Besoins unitaires, en kg N/unité de production

Culture	Unité de production	Besoin unitaire (kg N/unité de production)
Avoine (hiver et printemps)	q (normes hum.) /ha	b = 2.2
Blé tendre (hiver et printemps) hors variétés améliorantes	q (normes hum.) /ha	se référer au tableau 2b
Blé tendre : variétés améliorantes (hiver et printemps)	q (normes hum.) /ha	b = 3.5
Blé Dur (hiver et printemps)	q (normes hum.) /ha	b = 3.5
Lin fibre	t MS de vert non battu	b = 10
Lin graines	q (normes hum.) /ha	b = 4.5
Maïs fourrage	t MS /ha	b = 14 si Obj Rdt <=14 t b = 13 entre 14 et 18 t b = 12 si Obj Rdt > 18 t
Maïs grain	q (normes hum.) /ha	b = 2.3 si Obj Rdt <100 q b = 2.2 entre 100 et 120 q b = 2.1 si Obj Rdt > 120 q
Épeautre	q (normes hum.) /ha	b = 2.0
Orge (hiver et printemps)	q (normes hum.) /ha	b = 2.5 pour les orges de brasserie la valeur d'azote minéral à apporter (X) sera modulée en se référant au tableau 2c pour répondre aux objectifs de qualité brassicole
Seigle	q (normes hum.) /ha	b = 2.3
Sorgho grain	q (normes hum.) /ha	b = 2.4
Sorgho fourrage	t MS /ha	b = 13
Triticale	q (normes hum.) /ha	b = 2.6

Source : ARVALIS Institut du Végétal, 2012

Tableau 2b : valeurs de besoin, b, sur blé tendre, par variété

Variétés de Blé tendre (non améliorant)	Valeur de b, en kg N/q
ACCROC, ACIENDA, ADHOC, ALBERIC, AMBITION, AMUNDSSEN, ANDALOU, ARAMIS, ARLEQUIN, BALANCE, BERMUDE, CCB PREFERENCE, CLAIRE, EXPERT, GLASGOW, HEKTO, HYBERY, HYMAC, HYSORE, HYSTAR, HYSUN, JB DIEGO, LEAR, OAKLEY, PAKITO, PARADOR, PERFECTOR, PIERROT, PREVERT, ROYSSAC, SCIPION, SCOR, SELEKT, SOBBEL, SOKAL, SPONSOR, SWEET, TRAPEZ, TREMIE, VALORIS, VISCOUNT	2.8
ADEQUAT, ALDRIC, ALIGATOR, ALIXAN, ALTIGO, ALTRIA, AMADOR, ANDINO, APACHE, APRILIO, AREZZO, ARISTOTE, ARKEOS, AS DE CŒUR, ATTITUDE, AURELE, AUTAN, AZTEC, BAGOU, BAROK, BASTIDE, BOISSEAU, BOREGAR, BOSTON, BRENTANO, BUENNO, CALISTO, CAMPERO, CATALAN, CELESTIN, CENTENAIRE, CHAGALL, CHARGER, CHEVRON, COMPIL, CORDIALE, CRAKLIN, CYRANO, DIALOG, DINGHY, DINOSOR, ELEPHANT, EPHOROS, EPIDOC, EQUILIBRE, EUCLIDE, FLAUBERT, FLUOR, FOLKLOR, FORBAN, FORBLANC, GALOPAIN, GARANTUS, GARCIA, GONCOURT, GRETHEL, HAMAC, HAUSSMANN, HYBRED, HYXO, ILLICO, INNOV, ISENGRAIN, KALYSTAR, KARILLON, MARCELIN, MAXWELL, MAXYL, MINOTOR, NIRVANA, NUCLEO, ORCAS, ORNICAR, ORVANTIS, OXEBO, PALEDOR, PEPIDOR, PERCEVAL, PHARE, PLAINEDOR, PR22R20, PR22R28, PR22R58, PREMIO, QUATUOR, RAZZANO, RECORD, RICHEPAIN, RITMO, ROCHFORT, RODRIGO, ROSARIO, RUSTIC, SANKARA, SEMAFOR, SEYRAC, SHANGO,	3.0

SIDERAL, SIRTAKI, SISLEY, SOGOOD, SOLEHIO, SOLLARIO, SWINDY, SWINGGY, TALDOR, TEXEL, TIAGO, TIMBER, TOISONDOR, USKI	
ACCOR, ADAGIO, AEROBIC, ALLEZ Y, ALTAMIRA, AMBELLO, AMERIGO, ATHLON, ATTLASS, AUBUSSON, AVANTAGE, AZIMUT, AZZERTI, CAMP REMY, CAPHORN, CCB INGENIO, CEZANNE, CHEVALIER, CROISADE, EXELCIOR, EXOTIC, FARANDOLE, FRELON, GALACTIC, GRAINDOR, INSTINCT, INTERET, IRIDIUM, ISIDOR, KALANGO, KORELI, LIMES, LUKULLUS, MANAGER, MENDEL, MERCATO, MIROIR, MUSIK, NOGAL, NUAGE, ORATORIO, PAINDOR, RACINE, RECITAL, RESSOR, SAINT EX, SAMOURAI, SOISSONS, SOPHYTRA, SORRIAL, SY ALTEO, VALODOR, ZINAL	3.2
HYNO-RISTA, MONOPOLE, SEBASTO, SEGOR, SOMME, TURELLI	3.5

Source : ARVALIS Institut du Végétal, 2012

Pour les autres variétés de blé tendre non améliorantes, non référencées ici, on prendra par défaut une valeur b=3,0.

Le tableau sera réactualisé chaque année.

Tableau 2c : Adaptation de la dose d'azote (X) aux objectifs de qualité pour les orges de printemps

Le calcul de X est effectué avec $b = 2,5 \text{ kg N/q}$

X est ensuite ajusté selon le type de sol, la variété et le potentiel de rendement à partir du tableau ci-dessous :

	Cas général		Variétés à plus faible teneur en protéines (NFC Tipple et Chandy*)	
	Apports précoces (totalité de la dose apportée à 3 feuilles).	Apports fractionnés avec au moins 50 % de la dose totale courant tallage.	Apports précoces (totalité de la dose apportée à 3 feuilles).	Apports fractionnés avec au moins 50 % de la dose totale courant tallage.
Objectif de rendement > 70 q/ha	-20 kg N/ha	-10 kg N/ha	-10 kg N/ha	0 kg N/ha
Objectif de rendement < 70 q/ha	-30 kg N/ha	-20 kg N/ha	-20 kg N/ha	-10 kg N/ha

* Mise à jour annuelle de la liste variétale.

Source : ARVALIS Institut du Végétal, 2012

TABLEAU 3 – « Azote restant après récolte » des céréales à paille par type de sol (Rf)

Sols COMIFER		Unités d'azote /ha
2	Limons battants	30
3	Limons argileux profonds	30
4	Argilo-calcaire superficiels	15
5	Argilo-calcaire profonds	40
6	Sols sablo-graveleux	15
7	Alluvions argileuses	25
8	Limons argileux superficiels de plateaux	10
10	Argileux calcaire de vallées	25
11	Limons hydromorphes	20
12	Limons argileux hydromorphes de vallées	25

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche Comté – Mars 2003

TABLEAU 4 – « Quantité d'azote absorbé par les céréales d'hiver à l'ouverture du bilan »(Pi)

Nombre de talles	Pas de talle	1	2	3	4	5
Pi (en kg d'N/ha)	10	15	20	25	30	35

5 kg d'N/ha par talle supplémentaire.

En cas de fort tallage, la valeur est plafonnée à 50 kg d'N/ha.

Source : ARVALIS – Institut du végétal 2012

TABLEAU 5 – « Reliquats sortie hiver » des céréales à paille par type de sol COMIFER (Ri)

Type de sol Précédent	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
Colza	30	40	30	35	30	50	30	35	40	40
Tournesol /chanvre	30	30	25	30	25	40	25	30	35	35
Maïs grain	40	40	25	40	30	50	25	40	35	35
Maïs ensilage	45	35	30	40	35	50	30	40	30	30
Légumineuses	45	45	30	45	35	55	30	45	40	40
Céréales	35	35	35	40	30	40	35	40	40	40
Soja	35	30	20	45	30	55	20	45	40	40
Betterave	30	30				30			30	30
Prairie	Mesure à effectuer									

Source : chambre d'agriculture de Haute-Saône – 2012

TABLEAU 6 – « Minéralisation de l'humus » (Mh)

Sols COMIFER		Unités d'azote /ha
2	Limons battants	30
3	Limons argileux profonds	35
4	Argilo-calcaire superficiels	35
5	Argilo-calcaire profonds	35
6	Sols sablo-graveleux	20
7	Alluvions argileuses	40
8	Limons argileux superficiels de plateaux	20
10	Argileux calcaire de vallées	35
11	Limons hydromorphes	30
12	Limons argileux hydromorphes de vallées	30

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche Comté – Mars 2003

TABLEAU 7 – « Effet du précédent » (Mr)

Nature du précédent	Mr (kg N/ha)	
	Date d'ouverture du bilan (date de mesure du reliquat azoté)	
	Février	Mars - avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement printemps)	En cours d'étude	
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-10	0
Soja	20	10
Jachère	Voir tableau suivant	

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

Source : Comifer

Type de jachère (espèce dominante)	Âge	Période de destruction / Culture suivante		
		Fin été / hiver	Fin été / printemps	Fin hiver / printemps
Graminée	Moins de 1 an	10	5	10
	Plus de 1 an	20	15	20
Légumineuse	Moins de 1 an	20	15	20
	Plus de 1 an	40	30	40
Graminée + légumineuse	Moins de 1 an	15	10	15
	Plus de 1 an	30	25	30

Source : Comifer

TABLEAU 8 – « Effet retournement de prairies » (Mhp)

Les valeurs des tableaux a et b ci-dessous représentent le supplément de minéralisation (en kg N/ha) pour la période d'établissement du bilan azoté prévisionnel de chaque culture (semis – récolte pour le maïs, 15 février – récolte pour le blé).

a- Destruction de printemps			Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture	1	Maïs	20	60	100	120	140
	2	Maïs ou blé	0	0	25	35	40
	3	Maïs ou blé	0	0	0	0	0

b - Destruction d'automne			Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture	1	Blé	10	30	50	60	70
	2	Maïs ou blé	0	0	0	0	0
	3	Maïs ou blé	0	0	0	0	0

Source : COMIFER

Attention : les valeurs mentionnées dans les tableaux a et b sont à multiplier par les valeurs suivantes selon la proportion de fauches dans le mode d'exploitation d'une prairie de RGA (ray-grass anglais) pur.

Effet du mode d'exploitation d'une prairie de RGA pur	
Pâture intégrale	1.0
Fauche + pâture	0.7
Fauche intégrale	0.4

Source : COMIFER

TABLEAU 9 – « Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire » (MrCi)

	Production de la culture intermédiaire	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en Avril	
		Destruction Nov/dec	Destruction >Janv	Destruction Nov/dec	Destruction >Janv
CRUCIFERES (moutarde, radis, ...)	Faible	5	10	0	5
	Moyenne	10	15	5	10
	Forte	15	20	10	15
Graminées de type Seigle, avoine,...	Faible	0	5	0	0
	Moyenne	5	10	0	5
	Forte	10	15	5	10
Graminées de type Ray-Grass	Faible	5	10	0	5
	Moyenne	10	15	5	10
	Forte	15	20	10	15
LEGUMINEUSES	Faible	10	20	5	10
	Moyenne	20	30	10	20
	Forte	30	40	20	30
HYDROPHYLLACEES (Phacélie)	Faible	0	5	0	0
	Moyenne	5	10	0	5
	Forte	10	15	5	10
MELANGES graminées - légumineuses	Faible	5	13	3	5
	Moyenne	13	20	5	13
	Forte	20	28	13	20
MELANGES crucifères - légumineuses	Faible	8	15	3	8
	Moyenne	15	23	8	15
	Forte	23	30	15	23

Source: Brochure "Cultures Intermédiaires - Impacts et Conduite", ARVALIS/CETIOM/ITB/ITL, août 2011

TABLEAU 10 – « Effluents d'élevage : teneur en éléments fertilisants » (N pro)

Type d'effluent	type	kg	kg de	kg de	
		d'azote	P ₂ O ₅	K ₂ O	
par tonne					
Effluents d'élevage ruminants (Institut de l'Élevage ⁽¹⁾ et CA 70 ⁽²⁾)	Fumier bovins à l'engrais (21 %MS) ⁽²⁾	A	6,1	3,3	7,9
	Fumier génisses (20% MS) ⁽²⁾	A	5,6	3,0	8,7
	Fumier vaches allaitantes (25% MS) ⁽²⁾	A	6,5	4,6	9,3
	Fumier vaches laitières – plate-forme (18 % MS) ⁽²⁾	A	5,2	3,1	7,4
	Fumier vaches laitières – bout de champ (21 % MS) ⁽²⁾	A	6,3	3,8	9,4
	Compost élevage allaitant (30% MS) ⁽²⁾	A	5,3	4,1	10,0
	Compost élevage laitier (23% MS) ⁽²⁾	A	6,1	3,9	10,5
	Lisier vaches laitières – fosse non couverte (5,5% MS) ⁽²⁾	B	2,0	1,0	2,2
	Lisier vaches laitières – fosse caillebotis (9,4% MS) ⁽²⁾	B	3,7	1,7	4,3
	Lisier dilué vaches laitières – fosse non couverte (2,8 %MS) ⁽²⁾	B	1,1	0,6	1,6
	Purin vaches laitières – fosse non couverte (0,5% MS) ⁽²⁾	C	0,3	0,1	0,8
	Fumier d'ovins ⁽¹⁾	A	6,7	4	12
	Fumier de caprins ⁽¹⁾	A	6,1	5,2	7
	Composts de fumiers d'ovins ⁽¹⁾	A	11,5	7	23
Effluents d'élevages PORCINS (ITP-1997)	Lisier dilué porc engraissement (2% MS)	C	2,2	0,6	2,6
	Lisier pur porc engraissement (5% MS)	C	5,5	2,8	3,6
	Lisier dilué porc nais./engrais (3% MS)	C	2,9	1,8	2
	Fumier de litière accumulée	A	7,2	7,0	10,2
	Fumier de litière raclée	A	9,1	10,9	11,2
	Compost de fumier de litière accumulée	A	7,6	10,2	14,7
	Compost de fumier de litière raclée	A	11,0	18,3	20,8
	Compost de lisier sur paille	A	7,7	14,9	10,5
Effluents d'élevage AVICOLES (ITAVI 1999)	Fumier poulets de chair (sortie poulailler)	B	29	25	20
	Fumier poulets de chair (après stockage)	B	22	23	18
	Fumier dindes de chair (sortie poulailler)	B	27	27	20
	Fumiers dinde de chair (après stockage)	B	21	25	18
	Fumier poulets label (sortie poulailler)	B	20	18	15
	Fumier poulets label (après stockage)	B	15	17	14
	Lisier de poules pondeuse	C	6.8	9.5	5.5
	Fientes de poules pondeuses présechées	C	22	20	12
	Fientes de poules pondeuses séchées sous hangar	C	40	40	28

Remarque : Estimation de production d'effluents par les bovins :

Fumier : 15 t / UGB par an (12 mois)

Lisier : 18 m³ / UGB par an (12 mois)

TABLEAU 11 – Keq « effluents d'élevage : coefficient d'équivalence engrais »

Effluents de **type A** : fumier de bovins, ovins, caprins et chevaux.

Effluents de **type B** : lisier de bovins, fumier de porcs, fumier de volailles riche en litière.

Effluents de **type C** : lisier de porcs, de volailles, fumier de volailles pauvre en litière, purin.

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

Apport d'effluent au printemps	Cultures d'automne	Colza d'hiver	Cultures de printemps	Herbe
Type A	0,15	0,15	0,30	0,23
Type B	0,30	0,30	0,45	0,40
Type C	0,40	0,40	0,60	0,45

Apport d'effluent à l'automne	Cultures d'automne	Colza d'hiver	Cultures de printemps	Herbe
Type A	0,15	0,30	0,20	0,20
Type B	0,20	0,40	0,30	0,35
Type C	0,20	0,50	0,30	0,35

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

	Cultures d'automne	Colza d'hiver	Cultures de printemps	Herbe
Type A	0,15	0,15	0,20	0,25
Type B	0,10	0,10	0,12	0,15
Type C	0,05	0,05	0,10	0,10

Dans le cas des **composts de fumiers de bovins, de porcins, d'ovins, de caprins et d'équins**, ces coefficients ne s'appliquent pas ! En effet, ces composts ne contiennent pratiquement pas d'azote minéral, et très peu d'azote minéralisable la première année. Ainsi, en cas d'apports occasionnels, il ne peut pas y avoir de prise en compte d'azote organique dans le calcul de la fertilisation azotée. En cas d'apports réguliers sur la parcelle, il faudra augmenter la valeur de la fourniture du sol par minéralisation de l'humus.

Les **composts de fumiers de volailles** contiennent encore 15 à 20% d'azote ammoniacal dont il faut tenir compte dans le calcul de fertilisation azotée.

TABLEAU 12 – Azote organique produit par type d'animal en kg N/animal/an ou en kg/animal produit (production bouchère)

Type		Azote Production unitaire (*)
BOVINS	Vache laitière	cf. tableau ci-dessous
	Vache nourrice (sans son veau)	67
	Femelle > 2 ans	53
	Mâle > 2 ans	72
	Femelle ou mâle 1- 2 ans, croissance	42
	Bovin 1-2 ans, engraissement	40
	Vache de réforme	40
	Femelle < 1 an	25
	Mâle 0-1 ans, croissance	25
	Mâle 0-1 ans, engraissement	20
	Broutard < 1 an, engraissement	27
Veau de boucherie		6,3 kg/animal produit
CAPRINS OVINS	Brebis	10
	Brebis laitière	10
	Bélier	10
	Agnelle	5
	chèvre	10
	Bouc	10
	Chevrette	5
	Agneau engraisé produit	1,5 kg/animal produit
Chevreau engraisé produit		1,5 kg/animal produit
EQUINS	Cheval	44
	Cheval (lourd)	51
	Jument seule	37
	Jument seule (lourd)	44
	Jument suitée	44
	Jument suitée (lourd)	51
	Poulain 6 mois à 1 an	18
	Poulain 6 mois à 1 an (lourd)	22
	Poulain 1 à 2 ans	37
Poulain 1 à 2 ans (lourd)	44	

(*) Valeurs issues de l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole

Pour les porcins, les volailles et les élevages cunicoles, se référer à l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. Il est disponible sur Legifrance par le lien :

http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20111221&numTexte=12&pageDebut=21556&pageFin=21563

ou à la rubrique

[Accueil](#) > [Les autres textes législatifs et réglementaires](#) > Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole

Production unitaire des vaches laitières

(Valeurs issues de l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole)

Production laitière (kg lait/vache/an)	< 6000 kg	6000 à 8000 kg	> 8000 g
Temps passé à l'extérieur des bâtiments			
< 4 mois	75	83	91
4 à 7 mois	92	101 (*)	111 (*)
> 7 mois	104 (*)	115 (*)	126 (*)

(*) Pour la période du 1^{er} septembre 2012 au 31 août 2013, une valeur de 95 kg d'azote/an/vache s'applique aux élevages ayant plus de 75 % de surface en herbe dans la surface fourragère principale.

La production laitière est obtenue à partir de la quantité annuelle de lait livrée, y compris en vente directe, divisée par le nombre de vaches laitières présentes dans l'année puis divisée par le coefficient 0,92 afin de prendre en compte la différence entre lait produit et lait livré.

Le temps passé à l'extérieur des bâtiments additionne :

-le nombre de mois pendant lesquels les animaux sont dehors en continu (jours et nuits). La traite n'est pas décomptée.

-Le temps cumulé (exprimé en mois) passé à l'extérieur des bâtiments pendant les périodes où les animaux passent une partie du temps en bâtiments et une autre dehors. La traite est décomptée.

5 - Membres du GREN Franche-Comté

-2 experts des services déconcentrés de l'État dans la région :

- Titulaire 1 - Christiane NEZ - DDT 70
- Titulaire 2 - Marie FRAY - DDT 39
- Suppléant 1 - Christian GIRARDI DDT 70
- Suppléant 2 - Nicolas PICARD - DDT 25

-2 experts des chambres d'agriculture de la région :

- Titulaire 1 - Stéphane AUBERT CAMPENET - CA 70
- Titulaire 2 - Céline BELUCHE - CA 70
- Suppléant 1 - Patrick CHOPARD - CA 39
- Suppléant 2 - Philippe BOULIER - CA 70

-2 experts des instituts techniques agricoles :

- Titulaire 1 - Luc PELCE - ARVALIS
- Titulaire 2 - Louis Marie ALLARD - CETIOM
- Suppléant 1 - Matthieu KILLMAYER - ARVALIS

-2 experts des coopératives agricoles de la région :

- Titulaire 1 - Philippe KOEHL - INTERVAL
- Titulaire 2 - Olivier JAVEL - Terres Comtoises
- Suppléant 1 - Luc PEETERS - INTERVAL
- Suppléant 2 - Jean -Michel GUITTARD - Terres Comtoises

-2 experts des établissements de recherche et d'enseignement :

- Titulaire 1 - Bernard NICOLARDOT - AgroSup Dijon
- Titulaire 2 - Luc-Olivier WALDMEYER – LEGTA Vesoul
- Suppléant 1 - Marjorie UBERTOSI - AgroSup Dijon
- Suppléant 2 - Didier AUBRY- LEGTA Dannemarie s/Crête

-1 expert représentant les agences de l'eau :

- Titulaire - Stéphane DE WEVER (AERMC)

-2 animateurs, membres de droit :

- DRAAF Franche- Comté - Jean de SESMAISONS
- DREAL Franche-Comté - Marie GUIOT