



**PRÉFET
DE LA RÉGION
NOUVELLE-AQUITAINE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction régionale de l'alimentation
de l'agriculture et de la forêt**

**Direction régionale de l'environnement
de l'aménagement et du logement**

ARRÊTÉ

**établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée
pour la région Nouvelle-Aquitaine**

Le Préfet de la région Nouvelle-Aquitaine

Préfet de la zone de défense et de la sécurité Sud-Ouest,

Préfet de la Gironde

Officier de la légion d'honneur

Officier de l'ordre national du Mérite

VU le code de l'environnement, en particulier ses articles R211-80 et suivants,

VU l'arrêté interministériel du 19 décembre 2011 modifié 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,

VU l'arrêté du préfet de région du 1^{er} mars 2024 modifiant l'arrêté du 16 mars 2018 portant création du groupe régional d'expertise nitrates pour la région Nouvelle-Aquitaine,

VU les propositions du groupe régional d'expertise nitrates Nouvelle-Aquitaine,

SUR proposition conjointe du directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement et de la directrice régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt,

ARRÊTE

Article premier : objet et champ d'application

Le présent arrêté fixe le référentiel régional mentionné au b du 1^o du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié 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.

Ce référentiel permet de calculer, pour chaque îlot cultural situé dans la zone vulnérable de la région Nouvelle-Aquitaine, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture. Selon la culture, le présent référentiel peut préconiser l'utilisation de la méthode du bilan prévisionnel, de la méthode de la dose pivot ou le recours à une dose plafond. L'annexe 1 liste les cultures présentes dans les zones vulnérables de la région Nouvelle-Aquitaine et précise pour chacune d'entre elles la méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à utiliser.

Conformément à l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, pour chaque îlot cultural situé en zone vulnérable, le calcul de la dose prévisionnelle selon les règles du présent arrêté et de ses annexes est obligatoire pour tout apport de fertilisant azoté.

Article 2 : rendement prévisionnel

Conformément au c) du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, dès lors que l'application des référentiels établis en annexe du présent arrêté requiert la fixation d'un objectif de rendement, celui-ci est égal à la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture ou la prairie considérée, dans des conditions comparables de sol, au cours des cinq dernières années, en excluant la valeur maximale et la valeur minimale. Les cinq dernières années s'entendent comme les cinq dernières campagnes culturales successives, sans interruption.

S'il manque une référence pour une des cinq dernières années, il est possible de remonter à la sixième année, et de procéder à la moyenne selon les mêmes règles (exclusion des extrêmes).

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour les dissocier par type de sol (moins de cinq valeurs pour une condition de sol et de culture), le rendement moyen sur l'exploitation au cours des cinq dernières années, également calculé en excluant la valeur maximale et la valeur minimale, est utilisé en lieu et place de ces références.

Il s'agit bien de références de l'exploitation et non obligatoirement de références de l'exploitant agricole. Ainsi, en cas d'installation, l'exploitant agricole peut prendre les références de son prédécesseur.

Dans le cas particulier des cultures sous contrat, le rendement prévisionnel sera égal au rendement mentionné dans le contrat.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul selon les paragraphes précédents, l'agriculteur peut utiliser des valeurs issues de références locales d'accès public ou privé, fournies par des organismes professionnels techniques pour des situations comparables.

À défaut, les valeurs issues de la statistique agricole annuelle sont utilisées en lieu et place de ces références. Ces valeurs sont disponibles à partir du lien suivant : <https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/le-groupe-regional-d-expertise-nitrates-gren-a1768.html>.

Ou : <https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/le-programme-d-action-nitrates-a3038.html>.

Dans tous les cas, l'agriculteur devra être à même de justifier de la pertinence des valeurs de rendement qu'il aura utilisées et de présenter les documents correspondants.

Article 3 : cultures avec bilan prévisionnel

Pour les cultures suivantes : céréales à paille, maïs, sorgho, tabac, colza d'hiver, lin, certaines cultures porte-graines et prairies, l'annexe 2 fixe l'écriture opérationnelle de la méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture ou à la prairie selon la méthode du bilan prévisionnel, ainsi que les valeurs par défaut nécessaires à son paramétrage.

Article 4 : cultures avec dose pivot

Pour les cultures suivantes : tournesol, kiwi et noyers, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture est calculée par la méthode de la dose pivot.

Une dose pivot correspond à un apport d'azote maximal dépendant d'un nombre limité de facteurs facilement maîtrisables et décrits pour chaque culture.

L'annexe 3 fixe les doses pivots et les règles de détermination à utiliser pour chacune de ces cultures. La dose ainsi obtenue est exprimée en azote efficace.

Article 5 : cultures avec dose plafond

Pour les cultures non mentionnées aux articles 3 et 4, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture ne peut pas dépasser une dose plafond. L'annexe 4 fixe cette valeur plafond, exprimée en azote efficace, pour chacune de ces cultures.

Article 6 : coefficient d'équivalence engrais minéral

Les coefficients d'équivalence engrais minéral pour les principaux fertilisants azotés organiques figurent en annexe 5. Ce coefficient d'équivalence représente le rapport entre la quantité d'azote apporté par un engrais minéral et la quantité d'azote apporté par le fertilisant organique permettant la même absorption d'azote que l'engrais minéral. Il est différent selon qu'il est calculé pour l'ensemble du cycle cultural ou uniquement pour une partie de ce cycle. Il doit être utilisé pour calculer la quantité d'azote efficace apportée.

Les valeurs de coefficients d'équivalence engrais minéral des fertilisants azotés organiques qui figurent en annexe 5 peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une mesure ou une modélisation spécifique au fertilisant utilisé, et réalisée pour des conditions équivalentes de production du fertilisant.

Les valeurs retenues peuvent être propres à l'exploitation ou issues de références locales d'accès public ou privé, fournies par des organismes professionnels techniques pour des situations comparables.

L'agriculteur tient à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

Article 7 : types de sols

Les types de sols utilisés dans les annexes sont caractérisés en annexe 7.

Article 8 : fournitures d'azote par le sol et azote apporté par l'eau d'irrigation et les fertilisants organiques

1° - Les valeurs de fourniture d'azote par les sols figurant dans les annexes du présent arrêté sont déterminées au niveau de chaque exploitation par :

- La mesure du reliquat sortie hiver à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une analyse correspondant à l'ilot cultural considéré ou à un îlot présentant des caractéristiques comparables de sol et d'histoire culturale.
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées. Ces références peuvent être d'accès public ou privé, et fournies par des organismes professionnels techniques.

Les valeurs retenues doivent correspondre à une situation comparable (localisation, type de sols, historique de fertilisation organique, itinéraire technique). L'agriculteur tient à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

2° - La valeur de fourniture d'azote par l'eau d'irrigation figurant dans les annexes du présent arrêté peut être adaptée au niveau de chaque exploitation, en cas d'utilisation d'une eau souterraine, par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse de l'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation.
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès public ou privé, et fournies par des organismes professionnels techniques pour des situations comparables.

L'agriculteur tient à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

3° - Les valeurs de fourniture d'azote par les fertilisants organiques figurant dans les annexes du présent arrêté (teneurs en azote total) peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par :

- Une ou des analyses représentatives et récentes (moins de cinq ans et conditions équivalentes de production du fertilisant) du fertilisant organique épandu. Pour les systèmes de production dans lesquels la composition du fertilisant organique produit est variable au cours du temps, plusieurs analyses sont indispensables pour caractériser le fertilisant organique épandu.
- L'utilisation de références locales d'accès public ou privé, fournies par des organismes professionnels techniques pour des situations comparables.

L'agriculteur tient à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

Article 9 : recours à des outils de calcul de dose prévisionnelle

Pour une culture donnée, la méthode de calcul de la dose prévisionnelle (méthode du bilan prévisionnel, méthode de la dose pivot ou dose plafond) peut être différente de celle prescrite dans les annexes, à condition que l'exploitant utilise un outil de calcul de la dose prévisionnelle.

L'outil utilisé doit être labellisé par le Comité français d'études et de développement de la fertilisation raisonnée (COMIFER).

Durant une période transitoire de deux années à compter de la date d'entrée en vigueur du présent arrêté, l'outil utilisé peut ne pas être labellisé par le COMIFER. Dans ce cas, il doit être conforme à la méthode du bilan prévisionnel telle que développée par le COMIFER.

Les valeurs utilisées pour le paramétrage de l'outil (valeurs utilisées pour les différents postes de la formule de calcul) ainsi que les bulletins de sortie du logiciel doivent être tenus à disposition de l'administration.

Lorsque le paramétrage de l'outil requiert la réalisation de mesures ou d'analyses propres à l'exploitation, ces mesures ou ces analyses doivent être tenues à disposition de l'administration.

L'outil utilisé doit respecter le calcul de l'objectif de rendement décrit dans l'article 2 du présent arrêté.

Le résultat de l'outil de calcul de la dose prévisionnelle labellisé peut être pris en compte quelle que soit la méthode prescrite par le présent arrêté.

Article 10 : obligation d'analyse de sol

L'annexe 6 décrit les préconisations pour réaliser des campagnes de mesures du reliquat sortie hiver.

Article 11 : outils de pilotage intégral

Les outils de pilotage intégral de la dose à apporter en fonction de l'état nutritif de la plante au cours du cycle cultural, peuvent être employés en remplacement de la méthode du bilan prévisionnel s'ils figurent dans la liste publiée en ligne sur les sites internet de la DREAL ou de la DRAAF Nouvelle-Aquitaine.

Le fractionnement à pratiquer est celui indiqué par l'outil de pilotage intégral.

L'agriculteur tient à disposition de l'administration les données de paramétrage renseignées dans l'outil de pilotage intégral ainsi que les états de sortie de l'outil.

Article 12 : dose forfaitaire minimale possible

Dans le cas où la dose prévisionnelle issue du calcul est inférieure à 30 kgN/ha, la dose retenue à apporter peut être ramenée à 30 kgN/ha forfaitairement si la nature ou les modalités de l'apport ne permettent pas de s'assurer d'une pratique de fertilisation suffisamment précise.

Article 13 : azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver

Conformément au tableau des périodes minimales pendant lesquelles l'épandage des divers fertilisants azotés est interdit, paragraphe I de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, la quantité d'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH) est un critère de plafonnement des apports de fertilisants azotés organiques sur les prairies et les couverts d'interculture.

Afin de respecter les plafonnements exprimés en APLSH, l'annexe 2.7 concernant les prairies et l'annexe 4.3 concernant les couverts d'interculture du présent arrêté précisent les quantités maximales de fertilisants azotés organiques (produits résiduaux organiques) épanchables par période d'apport.

Article 14 : pratiques adaptées pour éviter ou réduire la perte ammoniacale

L'annexe 8 précise que le calcul de la dose prévisionnelle d'azote ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux et se place dans les conditions d'efficacité maximale de l'engrais azoté. Les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté sont décrites.

Article 15 : entrée en vigueur

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur au lendemain de sa publication.

Le présent référentiel est actualisable au vu du travail du groupe régional d'expertise nitrates et pour tenir compte de l'avancée des connaissances techniques et scientifiques.

Article 16 : abrogation

Le présent arrêté abroge l'arrêté préfectoral du 23 décembre 2015 modifié le 3 octobre 2016 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Aquitaine, l'arrêté préfectoral du 31 octobre 2014 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Limousin et l'arrêté préfectoral du 23 mai 2014 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Poitou-Charentes.

Article 17 : exécution

Le secrétaire général pour les affaires régionales, le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement et la directrice régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt, les préfets de département sont chargés chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de région.

Bordeaux, le

29 JUL. 2025

Le Préfet

Etienne GUYOT



Annexe 1 : SOMMAIRE

Récapitulatif des méthodes de calcul de la dose prévisionnelle à utiliser pour chacune des cultures en zones vulnérables

CULTURE	Méthode de calcul de la dose prévisionnelle	Annexe
Sommaire		1
<i>Introduction méthode du bilan</i>		2
Céréales à paille	Bilan additif ou bilan CAU pour les départements 16, 17, 79 et 86	2.1.a
	Bilan CAU pour les départements 19, 23, 24, 33, 40, 47, 64 et 87	2.1.b
Maïs et sorgho	Bilan additif ou bilan CAU pour les départements 16, 17, 79 et 86	2.2.a
	Bilan CAU pour les départements 19, 23, 24, 33, 40, 47, 64 et 87	2.2.b
Tabac	Bilan additif pour les départements 16, 17, 79 et 86	2.3.a
	Bilan CAU pour les départements 19, 23, 24, 33, 40, 47, 64 et 87	2.3.b
Colza	Bilan additif pour toute la Nouvelle-Aquitaine	2.4
Lin	Bilan additif pour toute la Nouvelle-Aquitaine	2.5
Cultures porte-graines	Bilan additif pour toute la Nouvelle-Aquitaine pour les cultures listées dans l'annexe	2.6
Prairies	Bilan CAU pour toute la Nouvelle-Aquitaine	2.7
<i>Introduction méthode pivot</i>		3
Tournesol	Pivot pour toute la Nouvelle-Aquitaine	3.1
Kiwi	Pivot pour toute la Nouvelle-Aquitaine	3.2
Noyer	Pivot pour toute la Nouvelle-Aquitaine	3.3
<i>Introduction doses plafond</i>		4
Légumes de plein champ et cultures maraîchères	Plafond pour toute la Nouvelle-Aquitaine	4.1
Légumineuses	Plafond pour toute la Nouvelle-Aquitaine	4.2
Cultures intermédiaires	Plafond pour toute la Nouvelle-Aquitaine	4.3
Autres cultures	Plafond pour toute la Nouvelle-Aquitaine	4.4
ANNEXES TRANSVERSALES		Annexe
Produits résiduaire organiques	Valeurs de référence des principaux produits résiduaire organiques	5
Préconisations pour réaliser des campagnes de mesures de reliquats d'azote en sortie d'hiver (RSH)		6
Types de sols		7
Éviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées		8

ANNEXE 2 :

Cultures pour lesquelles une écriture opérationnelle de la méthode du BILAN azoté est disponible et paramétrée

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports en azote : fournitures par le sol (reliquats du précédent, minéralisation de l'humus, minéralisation des résidus), apports organiques et engrais minéraux.

La dose totale d'azote minéral à apporter à la culture est calculée comme suit :

$$\text{Dose d'engrais minéral à apporter} = \text{besoins de la culture} - \text{fournitures du sol} - \text{apports organiques}$$

Deux écritures opérationnelles du bilan prévisionnel d'azote développées par le COMIFER (cf. guide « Calcul de la fertilisation azotée », COMIFER, 2013) sont utilisées en Nouvelle-Aquitaine selon les cultures, les secteurs géographiques et les types de sol :

- L'équation [3'] du bilan de masse, dite « additive » ;
- L'équation [4] du bilan de masse, dite « CAU » car elle intègre un coefficient apparent d'utilisation de l'engrais (CAU), multiplicateur de la dose d'engrais sous forme minérale apportée.

En ce qui concerne **les céréales à paille, le maïs et le sorgho** :

- Dans les départements de Charente (16), Charente-Maritime (17), Deux-Sèvres (79) et Vienne (86), l'écriture opérationnelle retenue dépend du type de sol :
 - o Sur les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers, deux écritures opérationnelles sont retenues :
 - une simplification de l'équation [4] ;
 - l'équation [3'] ;
 - o Sur les autres types de sols, l'écriture opérationnelle retenue correspond à l'équation [3'] ;
- Dans les départements de Corrèze (19), Creuse (23), Dordogne (24), Gironde (33), Landes (40), Lot-et-Garonne (47), Pyrénées-Atlantiques (64) et Haute-Vienne (87), l'écriture opérationnelle retenue correspond à l'équation [4].

En ce qui concerne **le tabac** :

- Dans les départements de Charente (16), Charente-Maritime (17), Deux-Sèvres (79) et Vienne (86), l'écriture opérationnelle retenue correspond à l'équation [3'] ;
- Dans les départements de Corrèze (19), Creuse (23), Dordogne (24), Gironde (33), Landes (40), Lot-et-Garonne (47), Pyrénées-Atlantiques (64) et Haute-Vienne (87), l'écriture opérationnelle retenue correspond à l'équation [4].

En ce qui concerne le **colza d'hiver**, dans l'ensemble de la région, l'écriture opérationnelle retenue est une adaptation de l'équation [3'].

En ce qui concerne **le lin et certaines cultures porte-graines**, dans l'ensemble de la région, l'écriture opérationnelle retenue correspond à l'équation [3'].

En ce qui concerne **les prairies**, dans l'ensemble de la région, l'écriture opérationnelle retenue est une adaptation de l'équation [4].

Annexe 2.1.a :
Fertilisation des CÉRÉALES À PAILLE (grains et semences)
Méthode bilan additif ou avec CAU
Départements 16, 17, 79, 86

Équation bilan retenue

Les écritures opérationnelles retenues sont :

a) Pour tous les types de sol

$$X = Pf + Rf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

b) Pour les sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = \frac{(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) - Xa}{CAU}$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

Po : Fourniture du sol

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'azote

Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes pour tous les types de sol, quelle que soit l'équation retenue et utilisée.

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal)

y : Objectif de rendement

a) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Le tableau suivant donne le besoin en azote des cultures pour produire 1 quintal de grain **b** (en kgN/q) :

Type de céréale	Valeur par défaut du besoin en N (kgN/q)
Triticale	2,6
Seigle	2,3
Orge	2,5
Autres céréales et mélanges de céréales	2,5
Avoine	2,2
Blé tendre d'hiver	3 (variable selon variété)
Blé dur	3,7 (variable selon variété)
Blé tendre améliorant	3,5 (variable selon variété)

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Pour les blés et orges, le GREN recommande d'utiliser les valeurs de b et bq par variété ou débouché. Les références sont remises à jour annuellement par Arvalis pour les nouvelles variétés inscrites. Ces informations sont disponibles à partir du mois de février sur le site internet de la DREAL.

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Cas particulier des méteils :

Mélanges de cultures annuelles type méteil = espèces fixatrices d'azote + espèces non fixatrices d'azote.

Le b retenu du mélange est celui des espèces non fixatrices calculé à la proportion de semis plantes non fixatrices d'azote / plantes fixatrices d'azote.

L'objectif de rendement retenu est l'objectif de rendement moyen des espèces non fixatrices présentes dans l'association de culture (sur la base des rendements visés en culture pure), avec une pondération au *pro rata* de la densité relative au semis des espèces non fixatrices, voir exemple ci-dessous :

Culture	Besoin (kgN/q)	Objectif de rendement (q/ha)	Pf (kgN/ha)
Blé 100 %	3	66	3 x 66 = 198
Mélange 50 % blé / 50 % pois	3	66 x 0,5 = 33	3 x 33 = 99

La dose d'azote apportée sur une association céréales-légumineuses ne pourra en aucun cas dépasser la dose raisonnée pour la culture en pure de la plante non fixatrice présentant les besoins les plus élevés.

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant les valeurs de **Rf** sont indiquées en kgN/ha pour les différents types de sol (cf. annexe 7 - description des sols) :

Réserve utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Type de sol			
Sols argilo-calcaires	15	15	20
Sols argileux à sablo-argileux	15	20	-
Sols de fond de vallée, terres noires	-	30	40
Sols de terrasses de vallée	15	20	30
Sols sableux	5	10	15
Sols limoneux	15	20	30
Sols sur granite	15	20	30

Source : Arvalis – Institut du Végétal

3. Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Pour les céréales à paille d'hiver, la quantité d'azote absorbé par la culture **Pi** (en kgN/ha) au 1^{er} février, date d'ouverture du bilan, dépend du stade de développement :

Nombre de talles	Pas de talle	1	2	3	4	5
Pi (kgN/ha)	10	15	20	25	30	35

Source : Arvalis – Institut du Végétal

5 kgN/ha par talle supplémentaire. En cas de fort tallage, la valeur est plafonnée à 50 kgN/ha.

4. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs de **Ri** à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

5. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans les tableaux suivants, les valeurs de **Mh** (en kgN/ha) sont indiquées pour les différents types de sol :

a) Céréales à paille d'hiver

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		30	35	40	45
Sols argileux à sablo-argileux		35	40	45	50
Sols de fond de vallée / Terres noires		45	50	50	60
Sols de terrasses de vallée		30	35	40	45
Sols sableux		35	40	45	50
Sols limoneux		35	40	45	50
Sols sur granite		35	40	45	50

Source : Arvalis - Institut du Végétal et chambres d'agriculture

b) Céréales à paille de printemps

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		20	25	30	35
Sols argileux à sablo-argileux		25	30	35	40
Sols de fond de vallée / Terres noires		30	35	40	45
Sols de terrasses de vallée		20	25	30	35
Sols sableux		25	30	35	40
Sols limoneux		25	30	35	40
Sols sur granite		25	30	35	40

Source : Arvalis - Institut du Végétal et chambres d'agriculture

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie :

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâturage	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâturage	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

7. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha) :

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

8. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés).

Pour les cultures d'hiver : MrCi est négligeable donc **MrCi = 0**.

Pour les cultures de printemps : Les valeurs de **MrCi** sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha :

Espèce	Production de la culture intermédiaire (TMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov / Déc	Destruction Janvier et au-delà	Destruction Nov / Déc	Destruction Janvier et au-delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (> 1 et < 3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (> 1 et < 3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray-grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (> 1 et < 3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (> 1 et < 3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (> 1 et < 3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées- légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (> 1 et < 3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères- légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (> 1 et < 3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...). Source : COMIFER

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(\text{Q H}_2\text{O}) \times (\text{T NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 120 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas de l'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L** de nitrates.

Dans le cas de l'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L** de nitrates.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)							
Hauteur d'eau prévue (mm)	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)							
Hauteur d'eau prévue (mm)	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

10. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Npro} \times \text{Q} \times \text{Keq}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

11. Fourniture d'azote par le sol (Po)

Si utilisation de l'écriture opérationnelle avec CAU pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers

Le paramètre fourniture du sol **Po** intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie. Le tableau suivant reprend la contribution en azote du sol en kgN/ha, en fonction de la réserve utile des sols, de la pluviométrie et de la céréale cultivée :

Réserve utile (RU) des sols	Sols superficiels RU < 80 mm		Sols moyennement profonds 80 mm ≤ RU ≤ 120 mm		Sols profonds RU > 120 mm	
	< 350 mm entre le 01/10 et le 01/03	> 350 mm entre le 01/10 et le 01/03	< 400 mm entre le 01/10 et le 01/03	> 400 mm entre le 01/10 et le 01/03	< 400 mm entre le 01/10 et le 01/03	> 400 mm entre le 01/10 et le 01/03
Blé	65	50	85	70	105	90
Céréale semée au printemps	50	35	60	45	70	55

Source : Outil PC Azote, septembre 2006

Le tableau suivant reprend l'arrière effet des retournements de prairies en kgN/ha :

		Age de la prairie			
		< 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année de retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source : Arvalis, septembre 2006

12. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Si utilisation de l'écriture opérationnelle avec CAU pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers

Le coefficient apparent d'utilisation **CAU** permet de corriger la dose d'azote minéral à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté.

Pour les céréales à pailles, **CAU = 0,8**.

Annexe 2.1.b :
Fertilisation des CÉRÉALES À PAILLE
Méthode bilan avec CAU
Départements 24, 33, 40, 47, 64, 19, 23, 87

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Pi + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr)}{CAU} - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

CAU : Coefficient apparent d'utilisation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal)

y : Objectif de rendement

a) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Tableau 1 : Besoins en azote des cultures pour produire 1 quintal de grain (b) :

Type de céréale	Valeurs par défaut du besoin en N (kgN/q)
Triticale	2,6
Seigle	2,3
Orge	2,5
Avoine	2,2
Autres céréales et mélanges de céréales	2,5
Blé tendre d'hiver	3 (variable selon variété)
Blé dur	3,7 (variable selon variété)
Blé tendre améliorant	3,5 (variable selon variété)

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Pour les blés et orges, le GREN recommande d'utiliser les valeurs de b et bq par variété ou débouché. Les références sont remises à jour annuellement par Arvalis pour les nouvelles variétés inscrites. Ces informations sont disponibles à partir du mois de février sur le site internet de la DREAL.

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Cas particulier des méteils :

Mélanges de cultures annuelles type méteil = espèces fixatrices d'azote + espèces non fixatrices d'azote.

Le b retenu du mélange est celui des espèces non fixatrices calculé à la proportion de « semis plantes non fixatrices d'azote/plantes fixatrices d'azote ».

L'objectif de rendement retenu est l'objectif de rendement moyen des espèces non fixatrices présentes dans l'association de culture (sur la base des rendements visés en culture pure), avec une pondération au *pro rata* de la densité relative au semis des espèces non fixatrices, voir exemple ci-dessous :

Culture	Besoin (kgN/q)	Objectif de rendement (q/ha)	Pf (kgN/ha)
Blé 100 %	3	66	3 x 66 = 198
Mélange 50 % blé / 50 % pois	3	66 x 0,5 = 33	3 x 33 = 99

La dose d'azote apportée sur une association céréales-légumineuses ne pourra en aucun cas dépasser la dose raisonnée pour la culture en pure de la plante non fixatrice présentant les besoins les plus élevés.

2. Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant, les valeurs de **Rf** sont indiquées (en kgN/ha) pour les différents types de sol (cf. annexe 7 - description des sols).

Tableau 3 : Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf) :

Type de sol	Rf (kgN/ha)
Sols argilo-calcaires	30
Sols sableux	10
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	(*)
Sols limoneux	30
Sols de terrasses de vallées	15
Sols sur granite	(*)
Sols argileux à sablo argileux	40

Source : GREN

(*) Pour les sols de marais argileux sodiques, utiliser la valeur des sols de fond de vallées, terres noires. Pour les sols sur granite, utiliser la valeur des sols argileux à sablo-argileux.

3. Quantité d'azote minéral dans le sol et azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Ri + Pi)

Les valeurs à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral :

(Ri + Pi) à l'ouverture du bilan

Avec :

Ri : Reliquat d'azote disponible dans le sol en sortie d'hiver.

Pi : Quantité d'azote déjà absorbé par la culture à l'ouverture du bilan.

Deux solutions sont possibles pour renseigner ce paramètre :

- a) Mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver ;
- b) Estimation des valeurs du paramètre **(Ri + Pi)** grâce à un modèle agro-météorologique pour les différents types de sol.

a) Mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver (Ri)

Mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver (**Ri**) au moyen d'une analyse de sol réalisée selon les recommandations de l'annexe 6. Le paramètre **Pi** est alors estimé en fonction du nombre de talles de la culture (tableau 4).

Tableau 4 : Quantité d'azote absorbée par les céréales d'hiver à l'ouverture du bilan :

Nombre de talles primaires	Pas de talle	1	2	3	4	5	> 5 talles
Pi (kgN/ha)	10	15	20	25	30	35	40

Source : Arvalis – Institut du Végétal

5 kgN/ha par talle supplémentaire. En cas de forte biomasse, la valeur est plafonnée à 50 kgN/ha.

b) Estimation des valeurs du paramètre (Ri + Pi) grâce à un modèle agro-météorologique pour les différents types de sol

Le calcul se fait en deux étapes :

b.1) Estimation de la quantité d'azote potentiellement lixiviable à l'entrée de l'hiver (APL).

Trois cas sont distingués en fonction du type de précédent :

- Cas n° 1 : précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...)
- Cas n° 2 : précédent légumineuse ;

- Cas n° 3 : précédent prairie ou jachère.

Pour les précédents non décrits (notamment les précédents légumes) pour lesquels l'agriculteur ne dispose pas de mesure de reliquat, il est possible d'utiliser des références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées (cf. article 8.1° de l'arrêté préfectoral).

b.2) Estimation de la valeur de **(Ri + Pi)** à partir de la quantité d'azote potentiellement lixiviable à l'entrée de l'hiver (APL) et de la pluviométrie hivernale (cf tableau 10) :

b.2.1) Première étape du calcul : estimer l'azote potentiellement lixiviable (APL)

CAS n° 1 : Estimation de l'APL pour un précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...)

$$\text{APL} = \text{Bilan azoté précédent} \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

$$= [(\text{Valeur A} + \text{X}_{\text{Précédent}} + \text{Xa}_{\text{Précédent}} + \text{Mhp}_{\text{Précédent}} + \text{MrCi}_{\text{Précédent}}) - \text{Pf}_{\text{Précédent}}] \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

Tableau 5 : Paramètres de l'équation pour le calcul de l'APL :

APL	Azote potentiellement lixiviable ; soit la quantité d'azote minéral présent dans le sol avant lixiviation	tableau 10	
Valeur A¹	Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation	tableau 6	Bilan azoté du précédent
X_{Précédent}	Fertilisation azotée minérale apportée au précédent		
Xa_{Précédent}²	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté au précédent		
Mhp_{Précédent}	Effet d'un retournement de prairie avant le précédent	tableau 12	
MrCi_{Précédent}	Minéralisation nette de la culture intermédiaire avant le précédent	tableau 14	
Pf_{Précédent}³	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan		
Coef RPR	Coefficients de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente	tableau 7	
Xa_{avant ouverture}⁴	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant l'ouverture du bilan		

¹ **Valeur A** : elle représente la quantité d'azote minéralisé par le sol pendant l'année précédente. Elle dépend des conditions climatiques.

La valeur A est fournie chaque année par Arvalis – Institut du Végétal. Elle est disponible sur le site internet de la DREAL chaque début d'année. A défaut, les valeurs indicatives suivantes (en kgN/ha) peuvent être utilisées en fonction des conditions climatiques de l'année précédente.

Tableau 6 : Valeurs A pour le Sud-Ouest :

Conditions climatiques l'année précédente	A (kgN/ha)
Forte minéralisation (climat chaud et humide)	160
Minéralisation moyenne (année normale)	120
Faible minéralisation (climat froid et sec)	70

Le GREN recommande d'utiliser la valeur annuelle du A d'Arvalis – Institut du Végétal dès sa publication.

$${}^2 \text{Xa}_{\text{Précédent}} = \frac{\text{quantité de produit organique}}{\text{apportée au précédent}} \times \frac{\text{teneur en N}}{(\text{kg N / t ou m}^3)} \times \text{Keq}_{\text{cycle}}$$

(t/ha ou m³/ha)

Avec Keq_{cycle} : coefficient d'équivalence azote minéral sur le cycle de la culture (cf. annexe 5).

$${}^3 P_{\text{Précédent}} = \text{rendement réalisé par le précédent} \times \text{besoin N unitaire du précédent}$$

Les valeurs des besoins unitaires en azote du précédent sont données dans le tableau 7.

$${}^4 X_{\text{avant ouverture}} = \frac{\text{quantité de produit organique apportée avant l'ouverture du bilan (t/ha ou m}^3\text{/ha)}}{\text{teneur en N (kg N /t ou m}^3\text{)}} \times \text{Keq Ri}$$

Avec **Keq Ri** : coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique avant ouverture du bilan, soit un apport d'automne ou de fin d'été (cf annexe 5).

Tableau 7 : Valeurs de références pour différents types de précédents :

- Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS (bp)
- Coefficient de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente (coef RPR)

Précédent	Besoin N unitaire du précédent bp (kgN/q ou kgN/t)	Coefficient de correction Coef RPR
Avoine pailles enlevées	2,5	0,27
Avoine pailles restituées	2,5 + 0,3	0,27
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0,27
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0,3	0,27
Blé dur pailles enlevées	3,5 ⁽¹⁾	0,27
Blé dur pailles restitués	3,5 ⁽¹⁾ + 0,3	0,27
Colza	7	0,4
Maïs doux épis + spathes	12 ⁽²⁾	0,48
Maïs doux épis dépouillés	10 ⁽²⁾	0,48
Maïs fourrage	13 ⁽²⁾	0,48
Maïs grain	2,2 ⁽²⁾	0,48
Maïs semence	5,7	0,48
Orge pailles enlevées	2,5 ⁽¹⁾	0,27
Orge pailles restituées	2,5 + 0,3 ⁽¹⁾	0,27
Seigle pailles enlevées	2,3	0,27
Seigle pailles restitués	2,3 + 0,3	0,27
Sorgho ensilage	13	0,48
Sorgho grain	2,8	0,48
Tournesol	4	0,4
Triticale pailles enlevées	2,6	0,27
Triticale pailles restitués	2,6 + 0,3	0,27
Autres cultures	Voir fiches cultures	0,4

Source : Arvalis – Institut du Végétal

(1) Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées sur le site internet de la DREAL à compter de février.

(2) Les valeurs des besoins unitaires pour le maïs et le sorgho varient selon le potentiel de rendement. La valeur indiquée dans le tableau est une valeur moyenne. Les valeurs détaillées sont dans la fiche culture correspondante.

CAS n° 2 : Estimation de l'azote potentiellement lixiviable (APL) pour un précédent légumineuse

$$\text{APL} = \text{Reliquat avant lixiviation} + X_{\text{avant ouverture}}$$

Tableau 8 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent légumineuse :

	Reliquat avant lixiviation (kgN/ha)
Pois	30 + 0,5 x Valeur A
Féverole, lupin	20 + 0,4 x Valeur A
Soja	20 + 0,3 x Valeur A

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Références des paramètres A et Xa avant ouverture de l'équation : cf cas n° 1.

CAS n° 3 : Estimation de l'azote potentiellement lixiviable (APL) pour un précédent prairie ou jachère

$$\text{APL} = \text{Reliquat avant lixiviation} + Xa_{\text{avant ouverture}}$$

Tableau 9 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent prairie :

		Reliquat avant lixiviation (kgN/ha)				
		Prairie de 1 à 2 ans	Prairie de 3 à 6 ans	Prairie de plus de 6 ans	Jachère annuelle	Jachère pluriannuelle
Graminées pures	Pâture intégrale	25 + 0,3 x A	75 + 0,3 x A	100 + 0,3 x A	10 + 0,4 x A	20 + 0,4 x A
	Fauche + pâture	17,5 + 0,3 x A	52,5 + 0,3 x A	70 + 0,3 x A	10 + 0,4 x A	20 + 0,4 x A
	Fauche intégrale	10 + 0,3 x A	30 + 0,3 x A	40 + 0,3 x A	10 + 0,4 x A	20 + 0,4 x A
Association graminées-légumineuses	/	25 + 0,3 x A	75 + 0,3 x A	100 + 0,3 x A	20 + 0,4 x A	20 + 0,4 x A

Source : Arvalis - Institut du Végétal

Références des paramètres A et Xa avant ouverture de l'équation : cf cas n° 1.

b.2.2) Deuxième étape du calcul : estimer la valeur de (Ri + Pi) à partir de la quantité d'azote potentiellement lixiviable à l'entrée de l'hiver (APL) et de la pluviométrie hivernale

Le tableau 10 indique les valeurs de (Ri + Pi) pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64, en fonction de :

- l'azote potentiellement lixiviable (APL) : cf. paragraphe.b.2.1) ;
- le cumul de pluviométrie entre le 1^{er} octobre et le 1^{er} mars.

Tableau 10 : Valeurs de Ri + Pi par type de sol en fonction de l'azote potentiellement lixiviable (APL) et de la pluviométrie

Type de sol	APL (kgN/ha)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
Sols argilo-calcaires	0	30	30	29	29	28	27	27	27	26
	20	45	44	42	40	37	33	30	28	27
	40	59	58	55	51	45	39	33	30	27
	60	74	72	68	62	53	44	37	32	27
	80	89	86	82	73	62	50	40	33	28
	100	104	101	95	84	70	55	43	35	28

Type de sol	APL (kg N/ha)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
Sols sableux	0	53	45	31	25	24	24	24	24	24
	20	72	58	35	25	24	24	24	24	24
	40	90	71	39	26	24	24	24	24	24
	60	108	83	43	27	24	24	24	24	24
	80	126	96	47	28	24	24	24	24	24
	100	144	109	52	28	24	24	24	24	24
Sols de fond de vallées, terres noires	0	50	49	48	46	44	41	39	38	37
	20	64	63	61	57	51	45	41	39	38
	40	78	76	73	67	58	49	43	40	38
	60	92	89	85	77	65	54	45	41	38
	80	105	103	97	87	72	58	48	42	38
	100	119	116	109	97	80	62	50	43	38
Sols de marais argileux sodiques	-	-								
Sols limoneux	0	40	39	38	36	34	33	32	32	32
	20	54	52	49	43	38	34	33	32	32
	40	68	65	59	50	42	36	33	32	32
	60	83	79	70	57	45	38	34	33	32
	80	97	92	81	65	49	39	35	33	32
	100	111	105	91	72	53	41	35	33	32
Sols de terrasses de vallées	0	41	41	40	38	36	34	33	32	32
	20	56	55	52	47	41	36	34	33	32
	40	71	69	65	57	47	39	35	33	32
	60	86	84	78	66	52	42	36	34	32
	80	101	98	90	76	58	44	37	34	32
	100	116	112	103	85	64	47	38	34	32
Sols sur granite	-	-								
Sols argileux à sablo argileux	0	22	22	22	22	22	22	21	21	21
	20	37	36	34	32	28	25	23	22	22
	40	52	50	47	41	35	29	25	23	22
	60	67	64	59	51	41	33	27	24	22
	80	82	78	71	61	48	37	29	25	22
	100	97	92	84	70	54	41	31	26	22

Source : Arvalis - Institut du Végétal

4. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans le tableau 11, les valeurs de **Mh** (en kgN/ha) sont indiquées pour les différents types de sol :

Tableau 11 : Minéralisation nette de l'humus après l'ouverture du bilan (Mh) :

Type de sol	Mh céréales à paille (kgN/ha)
Sols argilo-calcaires	20
Sols sableux	40
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	-
Sols de terrasses de vallées	35
Sols limoneux	35
Sols sur granite	-
Sols argileux à sablo argileux	25

Source : GREN

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie.

Tableau 12 : Minéralisation nette due à un retournement de prairie (kgN/ha) : Mhp et Mhp précédent :

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâture	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâture	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

6. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau 13 donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Tableau 13 : Minéralisation nette de l'azote issu des résidus de récolte (Mr). Valeurs de références pour différents types de précédents :

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...). Source : COMIFER

7. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés).

Pour les cultures d'hiver : MrCi est négligeable donc **MrCi = 0**.

Pour les cultures de printemps : Les valeurs de MrCi sont données dans le tableau 14 en kgN/ha :

Tableau 14 : Apport d'azote dû à la minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires pour les cultures de printemps : MrCi et MrCi précédent

	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril(*)	
		Destruction Nov / déc	Destruction > janv	Destruction Nov / déc	Destruction > janv
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray-grass	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(\text{Q H}_2\text{O}) \times (\text{T NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 120 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L** de nitrates.

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L** de nitrates.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)							
Hauteur d'eau prévue (mm)	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)							
Hauteur d'eau prévue (mm)	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

9. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (**CAU**) permet de corriger la dose d'azote minéral à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté.

Pour les céréales à paille, **CAU = 0,9**.

Exceptionnellement et sur justificatifs : en cas de mauvaise structure sol, de conditions climatiques très défavorables (excès d'eau) ou de maladies (du pied, maladies précoces sur le feuillage), un CAU de 0,8 peut être utilisé.

L'objectif de rendement doit alors être revu à la baisse, et dans tous les cas, être inférieur :

- à celui du calcul décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral ;
- à la valeur moyenne départementale indiquée dans le tableau 2.

10. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\mathbf{Xa = Npro \times Q \times Keq \text{ bilan}}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq bilan : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Keq bilan est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 2.2.a :

Fertilisation du MAÏS (grain et ensilage) ET DU SORGHO Méthode bilan additif ou avec CAU Départements 16, 17, 79, 86

Équation bilan retenue

Les écritures opérationnelles retenues sont :

a) Pour tous les types de sol

$$X = Pf + Rf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

b) Pour les sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = \frac{(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) - Xa}{CAU}$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

Po : Fourniture du sol

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'azote

Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes pour tous les types de sol, quelle que soit l'équation retenue et utilisée.

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal)

y : Objectif de rendement

a) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Le tableau suivant donne le besoin en azote des cultures pour produire 1 quintal de grain **b** (en kg/q) :

Maïs grain		Maïs fourrage		Maïs semence	
Objectif de rendement (q/ha)	Valeur de b (kgN/q)	Objectif de rendement (tMS/ha)	Valeur de b (kgN/q)	Objectif de rendement (q/ha) Variété femelle	Valeur de b (kgN/q)
< 100	2,3	< 12	14	< 35	4
[100 ; 120]	2,2	[12 ; 18]	13	[35 ; 40]	3,5
> 120	2,1	> 18	12	[40 ; 50]	3

Source : Arvalis - Institut du Végétal

Pour le maïs semence, les besoins unitaires **b** doivent être divisés par le coefficient d'occupation par les femelles (COF) :

Dispositif de semis	6 x 3	6 x 2	4 x 2 normal	4 x 2 réduit	4 x 3	2 x 1 x 2 x 2 réduit	2 x 2	Inter-planting	Semences de base
COF	0,75	0,77	0,69	0,71	0,67	0,63	0,57	0,67	1

Source : Arvalis - Institut du Végétal

Pour le maïs pop-corn, le besoin est de **4,1 kgN/q**.

Pour le sorgho grain, le besoin est de **2,4 kgN/q**.

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant les valeurs de **Rf** sont indiquées en kgN/ha pour les différents types de sol (cf. annexe 7 - description des sols).

Type de sols	Réserve utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sableux		5	10	15
Sols de fond de vallée, terres noires		-	30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols limoneux		15	20	30
Sols sur granite		15	20	30
Sols argileux à sablo-argileux		15	20	-

Source : Arvalis – Institut du Végétal

3. Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

La date d'ouverture du bilan ayant été fixée au 1^{er} février, le paramètre **Pi** est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

4. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs de **Ri** à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

5. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans les tableaux suivants, les valeurs de **Mh** (en kgN/ha) sont indiquées pour les différents types de sol.

a) Maïs et sorgho en sec

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		40	45	50	55
Sols sableux		70	75	80	85
Sols de fond de vallée, terres noires		75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée		50	50	65	75
Sols limoneux		50	50	65	75
Sols sur granite		50	50	65	75
Sols argileux à sablo-argileux		50	50	65	75

Source : Arvalis – Institut du Végétal et chambres d'agriculture d'ex-Poitou-Charentes

b) Mais et sorgho irrigué

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		60	65	70	75
Sols sableux		80	85	90	95
Sols de fond de vallée, terres noires		-	-	-	-
Sols de terrasses de vallée		70	70	80	90
Sols limoneux		70	70	80	90
Sols sur granite		70	70	80	90
Sols argileux à sablo-argileux		70	70	80	90

Source : Arvalis - Institut du Végétal et chambres d'agriculture d'ex-Poitou-Charentes

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie.

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâturage	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâturage	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâturage	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

7. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha) :

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

8. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés). Les valeurs de **MrCi** (en kgN/ha) sont données dans le tableau ci-dessous :

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(\text{Q H}_2\text{O}) \times (\text{T NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates.**

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L de nitrates**.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

10. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$Xa = N_{pro} \times Q \times Keq$$

Avec :

N_{pro} : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

11. Fourniture d'azote par le sol (Po)

Si utilisation de l'écriture opérationnelle avec CAU pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers.

Le paramètre fourniture du sol **Po** intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie.

Le tableau suivant reprend la contribution en azote du sol en kgN/ha, en fonction de la réserve utile des sols, de la pluviométrie, et de la céréale cultivée.

Réserve utile (RU) des sols	Sols superficiels RU < 80 mm		Sols moyennement profonds 80 mm ≤ RU ≤ 120 mm		Sols profonds RU > 120 mm	
	< 350 mm entre le 01/10 et le 01/03	> 350 mm entre le 01/10 et le 01/03	< 400 mm entre le 01/10 et le 01/03	> 400 mm entre le 01/10 et le 01/03	< 400 mm entre le 01/10 et le 01/03	> 400 mm entre le 01/10 et le 01/03
Maïs	75	60	85	70	95	80

Source : Outil PC Azote, septembre 2006

Le tableau suivant reprend l'arrière effet des retournements de prairies en kgN/ha :

		Age de la prairie			
		< 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année de retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source : Arvalis, septembre 2006

12. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Si utilisation de l'écriture opérationnelle avec CAU pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers.

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (**CAU**) permet de corriger la dose d'azote minéral à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté.

Pour le maïs et le sorgho, **CAU = 0,80**.

Annexe 2.2.b :

Fertilisation du MAÏS (grain et ensilage) et du SORGHO Méthode bilan avec CAU

Départements : 24, 33, 40, 47, 64, 19, 23, 87

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'équation opérationnelle retenue est :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr)}{CAU} - Xa$$

Pour le maïs et le sorgho, le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (CAU) varie en fonction du stade de la culture (cf. tableau 17), en lien avec ses capacités d'absorption.

Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps :

- Apport d'azote minéral utile avant 4 feuilles :

$$\begin{aligned} N_{\text{minéral avant 4 feuilles}} &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times CAU_{\text{avant 4 feuilles}} \\ &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times 0,6 \end{aligned}$$

- Dose d'azote minérale à apporter après 4 feuilles :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + N_{\text{minéral avant 4 feuilles}})}{CAU_{\text{après 4 feuilles}}} - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

N_{minéral avant 4 feuilles} : Apport d'azote minéral utile avant 4 feuilles

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

CAU : Coefficient apparent d'utilisation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal ou tonne) (cf. tableau 1)

y : Objectif de rendement

2) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Tableau 1 : Quantité d'azote nécessaire pour produire une unité de production :

Type	Rendement	Valeur de b	Unité de production
Maïs grain	< 100 q/ha	2.3	quintal
	100 à ≤ 120 q/ha	2.2	
	> 120 q/ha	2.1	
Maïs pop-corn	-	4.1	
Maïs fourrage	<14 t MS/ha	14	tonne de matière sèche
	14 à ≤ 18 t MS/ha	13	
	> 18 t MS/ha	12	
Maïs doux	Épis vêtus	10	tonne d'épis verts
	Épis nus	12	
Sorgho grain	< 50 q/ha	2.9	quintal
	50 à < 80 q/ha	2.5	
	80 à ≤ 100 q/ha	2.3	
	> 100 q/ha	2.1	
Sorgho fourrage	0 à < 10 t MS/ha	16	tonne de matière sèche
	10 à ≤ 15 t MS/ha	14	
	> 15 t MS/ha	12.5	

Source : Arvalis – Institut du Végétal

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

c) Cas particulier du maïs semence

$$Pf = Pf \text{ semences femelles} / \text{coefficient d'occupation des sols des rangs femelles}$$

La valeur Pf dépend de l'objectif de rendement (cf. tableau 3a). En absence de références, Il est conseillé de se référer au contrat de production. La valeur réelle du besoin par ha des rangs femelle doit ensuite être ajustée en fonction du dispositif de semis (cf. tableau 3b).

Tableau 3a : Besoins en azote Pf par hectare des rangs femelle en fonction de l'objectif de rendement :

Objectif de rendement des rangs femelles à 15 % H ₂ O (q/ha)	Besoin en azote : Pf semences femelle (kgN/ha)
< 10	70
[10 ; 15[	85
[15 ; 20[	95
[20 ; 25[	105
[25 ; 30[	115
[30 ; 35[	125

Objectif de rendement des rangs femelles à 15 % H ₂ O (q/ha)	Besoin en azote : Pf semences femelle (kgN/ha)
[35 ; 40[	130
[40 ; 45[	135
[45 ; 50[	140
[50 ; 55[	145
[55 ; 60[	150
[60 ; 70[	155
≥ 70	165

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Tableau 3b : Coefficients d'occupation des sols des rangs femelles :

Dispositif de semis	6 x 3	6 x 2	4 x 2 normal	4 x 2 réduit	4 x 3	2 x 1 x 2 x 2 réduit	2 x 2	Inter-planting	Semences de base
COF	0,75	0,77	0,69	0,71	0,67	0,63	0,57	0,67	1

Source : Arvalis - Institut du Végétal

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant les valeurs de **Rf** sont indiquées en kgN/ha pour les différents types de sol (cf. annexe 7 : description des sols).

Tableau 4 : Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf) :

Type de sol	Rf (kgN/ha)
Sols argilo-calcaires	30
Sols sableux	10
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	(*)
Sols limoneux	30
Sols de terrasses de vallées	15
Sols sur granite	(*)
Sols argileux à sablo argileux	40

Source : GREN

(*) Pour les sols de marais argileux sodiques, utiliser la valeur des sols de fond de vallées, terres noires. Pour les sols sur granite, utiliser la valeur des sols argileux à sablo-argileux.

3. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

Ri est le reliquat d'azote disponible au semis. Deux solutions sont possibles pour renseigner ce paramètre :

- a) Mesure du reliquat azoté avant le semis ;
- b) Estimation des valeurs du paramètre **Ri** en fonction du type du précédent.

a) Mesure du reliquat azoté (Ri)

Mesure du reliquat azoté **Ri** avant le semis au moyen d'une analyse de sol réalisée selon les recommandations de l'annexe 6.

b) Estimation des valeurs de Ri en fonction du type du précédent

On distingue 4 cas :

- Cas n° 1 : précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires
- Cas n° 2 : précédent légumineuse
- Cas n° 3 : précédent prairie ou jachère
- Cas n° 4 : une culture intermédiaire précède la culture.

Pour les précédents non décrits (notamment les précédents légumes) pour lesquels l'agriculteur ne dispose pas de mesure de reliquat il est possible d'utiliser des références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées. (cf. article 8.1° de l'arrêté préfectoral).

CAS n° 1 : Valeur de Ri pour un précédent autre que prairie et légumineuses (exemple : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires

Dans un premier temps, on calcule la quantité d'azote potentiellement lixiviable (APL), puis on détermine la valeur de **Ri** à partir du tableau 8 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol.

$$\text{APL} = \text{Bilan azoté précédent} \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

$$= [(\text{Valeur A} + \text{X}_{\text{Précédent}} + \text{Xa}_{\text{Précédent}} + \text{Mhp}_{\text{Précédent}} + \text{MrCi}_{\text{Précédent}}) - \text{Pf}_{\text{Précédent}}] \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

Tableau 5 : Paramètres de l'équation pour le calcul de l'APL :

APL	Azote potentiellement lixiviable ; soit la quantité d'azote minéral présent dans le sol avant lixiviation	tableau 8	
Valeur A ¹	Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation	tableau 6	Bilan azoté du précédent
X_{Précédent}	Fertilisation azotée minérale apportée au précédent		
Xa_{Précédent} ²	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté au précédent		
Mhp_{Précédent}	Effet d'un retournement de prairie avant le précédent	tableau 13	
MrCi_{Précédent}	Minéralisation nette de la culture intermédiaire avant le précédent	tableau 15	
Pf_{Précédent} ³	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan		
Coef RPR	Coefficients de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente	tableau 7	
Xa_{avant ouverture} ⁴	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant l'ouverture du bilan		

¹ **Valeur A** : elle représente la quantité d'azote minéralisé par le sol pendant l'année précédente. Elle dépend des conditions climatiques.

La valeur A est fournie chaque année par Arvalis – Institut du Végétal. Elle est disponible sur le site internet de la DREAL chaque début d'année. À défaut, les valeurs indicatives suivantes (en kgN/ha) peuvent être utilisées en fonction des conditions climatiques de l'année précédente :

Tableau 6 : Valeurs A pour le Sud-Ouest :

Conditions climatiques l'année précédente	A (kgN/ha)
Forte minéralisation (climat chaud et humide)	160
Minéralisation moyenne (année normale)	120
Faible minéralisation (climat froid et sec)	70

Le GREN recommande d'utiliser la valeur annuelle du A d'Arvalis – Institut du Végétal dès sa publication.

$${}^2 X_{a\text{Précédent}} = \frac{\text{quantité de produit organique apportée au précédent (t/ha ou m}^3\text{/ha)}}{\text{teneur en N (kg N /t ou m}^3\text{)}} \times \text{Keq}_{\text{cycle}}$$

Avec $\text{Keq}_{\text{cycle}}$: coefficient d'équivalence azote minéral sur le cycle de la culture (cf. annexe 5.a)

$${}^3 P_{f\text{Précédent}} = \frac{\text{rendement réalisé par le précédent}}{\text{besoin N unitaire du précédent}}$$

Les valeurs des besoins unitaires en azote du précédent sont données dans le tableau 7.

$${}^4 X_{a\text{avant ouverture}} = \frac{\text{quantité de produit organique apportée avant l'ouverture du bilan (t/ha ou m}^3\text{/ha)}}{\text{teneur en N (kg N /t ou m}^3\text{)}} \times \text{Keq}_{\text{Ri}}$$

où Keq_{Ri} est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique avant ouverture du bilan ; soit un apport d'automne ou de fin d'été (cf. annexe 5.a).

Tableau 7 : Valeurs de références pour différents types de précédents :

- Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS (bp)
- Coefficient de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente (coef RPR)

Précédent	Besoin N unitaire du précédent bp (kgN/q ou kgN/t)	Coefficient de correction Coef RPR
Avoine pailles enlevées	2,5	0,27
Avoine pailles restituées	2,5 + 0,3	0,27
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0,27
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0,3	0,27
Blé dur pailles enlevées	3,5 ⁽¹⁾	0,27
Blé dur pailles restitués	3,5 ⁽¹⁾ + 0,3	0,27
Colza	7	0,4
Maïs doux épis + spathes	12 ⁽²⁾	0,48
Maïs doux épis dépouillés	10 ⁽²⁾	0,48
Maïs fourrage	13 ⁽²⁾	0,48
Maïs grain	2,2 ⁽²⁾	0,48
Maïs semence	5,7	0,48
Orge pailles enlevées	2,5 ⁽¹⁾	0,27
Orge pailles restituées	2,5 + 0,3 ⁽¹⁾	0,27
Seigle pailles enlevées	2,3	0,27
Seigle pailles restitués	2,3 + 0,3	0,27
Sorgho ensilage	13	0,48
Sorgho grain	2,8	0,48
Tournesol	4	0,4
Triticale pailles enlevées	2,6	0,27
Triticale pailles restitués	2,6 + 0,3	0,27
Autres cultures	Voir fiches cultures	0,4

Source : Arvalis – Institut du Végétal

(1) Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées sur le site internet de la DREAL à compter de février.

(2) Les valeurs des besoins unitaires pour le maïs et le sorgho varient selon le potentiel de rendement. La valeur indiquée dans le tableau est une valeur moyenne. Les valeurs détaillées sont dans la fiche culture correspondante.

Tableau 8 : Valeurs de Ri par type de sol en fonction de l'APL et de la pluviométrie :

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
Sols argilo-calcaires	0	36	35	32	29	26	24	21	20	20
	20	51	48	44	38	32	27	22	21	20
	40	67	62	56	46	37	30	23	21	20
	60	82	76	67	55	43	33	24	21	20
	80	98	90	79	64	49	37	25	21	20
	100	113	104	91	73	54	40	25	21	20
Sols sableux	0	71	58	44	35	32	31	30	30	30
	20	86	69	49	37	33	31	30	30	30
	40	102	79	55	40	33	31	30	30	30
	60	117	90	60	42	34	31	30	30	30
	80	132	100	65	44	35	32	30	30	30
	100	148	111	70	46	35	32	30	30	30
Sols de fond de vallées, terres noires	0	61	60	57	53	47	41	35	34	33
	20	76	74	69	62	54	46	37	34	33
	40	90	87	82	72	61	50	38	34	33
	60	105	101	94	82	68	54	39	34	33
	80	119	115	106	92	75	58	40	35	34
	100	134	128	118	102	82	63	41	35	34
Sols de marais argileux sodiques	0	-								
Sols limoneux	0	50	48	46	41	36	32	27	26	26
	20	66	63	59	52	44	37	29	27	26
	40	81	78	72	62	51	41	30	28	27
	60	97	93	85	72	58	46	32	28	27
	80	113	107	98	83	66	50	34	29	28
	100	129	122	111	93	73	55	35	30	29
Sols de terrasses de vallées	0	50	47	44	39	35	31	28	27	26
	20	65	61	55	48	40	34	28	27	26
	40	80	75	67	56	45	37	29	27	27
	60	95	88	78	64	50	40	30	27	27
	80	110	102	89	73	56	43	31	27	27
	100	125	116	101	81	61	46	31	28	27
Sols sur granite	-	-								
Sols argileux à sablo argileux	0	24	23	22	20	19	17	16	16	16
	20	39	37	33	28	24	20	17	16	16
	40	54	50	44	37	29	23	18	16	16
	60	69	64	56	45	34	26	18	16	16
	80	84	77	67	53	39	29	19	16	16
	100	99	91	78	61	44	31	20	17	16

Source : Arvalis – Institut du Végétal

CAS n° 2 : Valeur du Ri pour un précédent légumineuse

Dans un premier temps, on calcule la quantité d'azote potentiellement lixiviable (APL), puis on détermine la valeur de Ri à partir du tableau 8 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol.

$$\text{APL} = \text{Reliquat avant lixiviation} + X_a \text{ avant ouverture}$$

Tableau 9 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent légumineuse :

	Reliquat avant lixiviation (kgN/ha)
Pois	$30 + 0,5 \times \text{Valeur A}$
Féverole, lupin	$20 + 0,4 \times \text{Valeur A}$
Soja	$20 + 0,3 \times \text{Valeur A}$

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Références des paramètres de l'équation, A et X_a avant ouverture : cf cas n° 1

CAS n° 3 : Valeur du Ri pour un précédent prairie ou jachère

Tableau 10 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent prairie :

		Ri (kgN/ha)				
		Prairie de 1 à 2 ans	Prairie de 3 à 6 ans	Prairie de plus de 6 ans	Jachère annuelle	Jachère pluriannuelle
Graminées pures	Pâture intégrale	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche + pâture	$17.5 + 0.3 \times A$	$52.5 + 0.3 \times A$	$70 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche intégrale	$10 + 0.3 \times A$	$30 + 0.3 \times A$	$40 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
Association graminées-légumineuses	/	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$20 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$

Source : Arvalis - Institut du Végétal

Références des paramètres A et X_a avant ouverture de l'équation : cf cas n° 1.

CAS n° 4 : Valeur du Ri si une culture intermédiaire précède la culture

Tableau 11 : Reliquat d'azote disponible dans le sol pour la culture après une culture intermédiaire (Ri) :

Type de sol	Ri après une culture intermédiaire (kgN/ha)
Sols argilo-calcaires	40
Sols sableux	15
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	-
Sols limoneux	30
Sols de terrasses de vallées	30
Sols sur granite	-
Sols argileux à sablo argileux	40

Source : GREN

4. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans le tableau 12, les valeurs de **Mh** sont indiquées (en kgN/ha) pour les différents types de sol :

Tableau 12 : Minéralisation nette de l'humus disponible pour la culture (Mh) :

Type de sol	Minéralisation nette de l'humus (kgN/ha)		
	Maïs et sorgho (grain et ensilage) SEC	Maïs et sorgho (grain et ensilage) IRRIGUÉ	Maïs doux et semence
Sols argilo-calcaires	25	35	20
Sols sableux	55	70	40
Sols de fond de vallées, terres noires	35	45	25
Sols de marais argileux sodiques	-	-	-
Sols limoneux	45	60	35
Sols de terrasses de vallées	45	55	30
Sols sur granite	-	-	-
Sols argileux à sablo argileux	30	40	20

Source : GREN

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie.

Tableau 13 : Minéralisation nette due à un retournement de prairie (kgN/ha) : Mhp et Mhp précédent :

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâture	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâture	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

6. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau 14 donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Tableau 14 : Minéralisation nette de l'azote issu des résidus de récolte (Mr).
Valeurs de références pour différents types de précédents :

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

7. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés).

Tableau 15 : Apport d'azote dû à la minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires (kgN/ha) : MrCi et MrCi précédent :

	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov / Déc	Destruction > Janv	Destruction Nov / Déc	Destruction > Janv
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray-grass	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$Nirr = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates.**

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L de nitrates**.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

9. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (**CAU**) permet de corriger la dose à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté en fonction de la capacité de la culture à absorber l'azote. Il varie en fonction du type de culture et également du stade de l'apport.

Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps pour tenir compte des stades d'apport :

- Apport d'azote minéral utile avant 4 feuilles :

$$N_{\text{minéral avant 4 feuilles}} = \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times \text{CAU}_{\text{avant 4 feuilles}}$$

$$= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times 0,6$$

Conformément au programme d'actions régional en vigueur sur l'ensemble de la zone vulnérable de la région Nouvelle-Aquitaine, le premier apport minéral sur maïs (pour un semis avant le 1^{er} mai) est plafonné à 50 kg d'azote efficace par ha. C'est-à-dire : dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles < 50 kgN/ha.

- Dose d'azote minéral à apporter après 4 feuilles :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + N_{\text{minéral avant 4 feuilles}})}{\text{CAU}_{\text{après 4 feuilles}}} - Xa$$

Tableau 17 : Coefficients apparents d'utilisation de l'engrais pour en fonction du stade et de la culture :

Maïs / sorgho grain et maïs / sorgho fourrage	Date d'apport N	avant 4 feuilles	4 feuilles - floraison	
	CAU	0,6	0,8	
Maïs semence	Date d'apport N	avant 4 feuilles	4 feuilles – 12 feuilles	
	Rendement		Rdt ≤ 30 q/ha	Rdt > 30 q/ha
	CAU	0,6	0,7	0,8
Maïs doux	Date d'apport N	avant 4 feuilles	4 feuilles – 12 feuilles	
	CAU	0,6	0,7	

Source : GREN

10. Fourniture d'azote par les produits résiduaire organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$Xa = N_{pro} \times Q \times Keq \text{ bilan}$$

Avec :

N_{pro} : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq bilan : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Keq bilan est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduaire organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 2.3.a :
Fertilisation du TABAC
Méthode bilan additif
Départements 16, 17, 79, 86

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = Pf + Rf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal)

y : Objectif de rendement

a) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Espèce / variété	Valeur de b (kgN/ha/q feuilles sèches)
Tabac Virginie	3
Tabac Burley	8,5

Source : GREN

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture.

La valeur du reliquat post-récolte **Rf** pour le tabac est fixée à **50 kgN/ha**.

3. Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

La date d'ouverture du bilan ayant été fixée au 1^{er} février, le paramètre **Pi est nul** pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

4. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs de **Ri** à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

5. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans le tableau suivant, les valeurs de **Mh** sont indiquées (en kgN/ha) pour les différents types de sol :

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		40	45	50	55
Sols sableux		70	75	80	85
Sols de fond de vallée, terres noires		75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée		50	50	65	75
Sols limoneux		50	50	65	75
Sols sur granite		50	50	65	75
Sols argileux à sablo-argileux		50	50	65	75

Source : Arvalis – Institut du Végétal

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie.

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâture	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâture	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

7. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha) :

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

8. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés).

Les valeurs de **MrCi** sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha :

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au-delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au-delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(\text{Q H}_2\text{O}) \times (\text{T NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates**.

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L de nitrates**.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

10. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) donnée par le calcul suivant :

$$\mathbf{Xa = Npro \times Q \times Keq}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 5.

Annexe 2.3.b :
Fertilisation du TABAC
Méthode bilan avec CAU
Départements 24, 33, 40, 47, 64, 19, 23, 87

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr)}{CAU} - Xa$$

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (CAU) varie en fonction du stade de la culture (cf. tableau 16), en lien avec ses capacités d'absorption. Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps :

- Apport d'azote minéral utile avant plantation :

$$N_{\text{minéral avant plantation}} = \text{Dose d'azote minéral apportée avant plantation} \times CAU_{\text{avant plantation}}$$

$$= \text{Dose d'azote minéral apportée avant plantation} \times 0,6$$

- Dose d'azote minérale à apporter après plantation :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + N_{\text{minéral avant plantation}})}{CAU_{\text{après plantation}}} - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

N_{minéral avant plantation} : Apport d'azote minéral utile avant plantation

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

CAU: Coefficient apparent d'utilisation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production (kg/t de feuilles à l'humidité de référence)

y : Objectif de rendement

a) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Tableau 1 : Quantité d'azote nécessaire pour produire une unité de production (b) :

Type	Besoin N (kg/t de feuilles à l'humidité de référence)
Tabac Brun	80
Tabac Burley	95
Tabac Virginie classique durée de végétation pondérée > 104 jours	35
Tabac Virginie précoce durée de végétation pondérée ≤ 104 jours	39

Source : COMIFER

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant les valeurs de **Rf** sont indiquées (en kgN/ha) pour les différents types de sol (cf. annexe 7 : description des sols).

Tableau 3 : Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf) :

Type de sol	Rf (kgN/ha)
Sols argilo-calcaires	30
Sols sableux	10
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	(*)
Sols limoneux	30
Sols de terrasses de vallées	15
Sols sur granite	(*)
Sols argileux à sablo argileux	40

Source : GREN

(*) Pour les sols de marais argileux sodiques, utiliser la valeur des sols de fond de vallées, terres noires.
Pour les sols sur granite, utiliser la valeur des sols argileux à sablo-argileux.

3. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs de **Ri** à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral. Ri est le reliquat d'azote disponible au semis. Deux solutions sont possibles pour renseigner ce paramètre :

- a) Mesure du reliquat azoté avant le semis ;
- b) Estimation des valeurs du paramètre **Ri** en fonction du type du précédent.

a) Mesure du reliquat azoté (Ri)

Mesure du reliquat azoté Ri avant le semis au moyen d'une analyse de sol réalisée selon les recommandations de l'annexe 6.

b) Estimation des valeurs de Ri en fonction du type du précédent

On distingue 4 cas :

- Cas n° 1 : précédent autre que prairie et légumineuses (ex. : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires ;
- Cas n° 2 : précédent légumineuse ;
- Cas n° 3 : précédent prairie ou jachère ;
- Cas n° 4 : une culture intermédiaire précède la culture.

Pour les précédents non décrits (notamment les précédents légumes) pour lesquels l'agriculteur ne dispose pas de mesure de reliquat il est possible d'utiliser des références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées. (cf. article 8.1° de l'arrêté préfectoral).

CAS n° 1 : Valeur de Ri pour un précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires

Dans un premier temps, on procède au calcul de la quantité d'azote potentiellement lixiviable (APL), puis on détermine la valeur de Ri à partir du tableau 9 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol :

$$\text{APL} = \text{Bilan azoté précédent} \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

$$= [(\text{valeur A} + \text{X}_{\text{Précédent}} + \text{Xa}_{\text{Précédent}} + \text{Mhp}_{\text{Précédent}} + \text{MrCi}_{\text{Précédent}}) - \text{Pf}_{\text{Précédent}}] \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

Tableau 4 : Paramètres de l'équation pour le calcul de l'APL :

APL	Azote potentiellement lixiviable ; soit la quantité d'azote minéral présent dans le sol avant lixiviation	tableau 7	
Valeur A ¹	Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation	tableau 5	Bilan azoté du précédent
X_{Précédent}	Fertilisation azotée minérale apportée au précédent		
Xa_{Précédent} ²	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté au précédent		
Mhp_{Précédent}	Effet d'un retournement de prairie avant le précédent	tableau 12	
MrCi_{Précédent}	Minéralisation nette de la culture intermédiaire avant le précédent	tableau 14	
Pf_{Précédent} ³	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan		
Coef RPR	Coefficients de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente	tableau 6	
Xa_{avant ouverture} ⁴	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant l'ouverture du bilan		

¹ **Valeur A** : elle représente la quantité d'azote minéralisé par le sol pendant l'année précédente. Elle dépend des conditions climatiques.

La valeur A est fournie annuellement par Arvalis – Institut du Végétal. Elle est disponible sur le site internet de la DREAL chaque début d'année. À défaut, les valeurs indicatives suivantes (en kgN/ha) peuvent être utilisées en fonction des conditions climatiques de l'année précédente :

Tableau 5 : Valeurs A pour le Sud-Ouest :

Conditions climatiques l'année précédente	A (kgN/ha)
Forte minéralisation (climat chaud et humide)	160
Minéralisation moyenne (année normale)	120
Faible minéralisation (climat froid et sec)	70

Le GREN recommande d'utiliser la valeur annuelle du A d'Arvalis – Institut du Végétal dès sa publication.

$${}^2 X_{a_{\text{Précédent}}} = \frac{\text{quantité de produit organique}}{\text{apportée au précédent}} \times \frac{\text{teneur en N}}{(\text{kg N / t ou m}^3)} \times \text{Keq}_{\text{cycle}}$$

(t/ha ou m³/ha)

où **Keq_{cycle}** est le coefficient d'équivalence azote minéral sur le cycle de la culture (cf annexe 5).

$${}^3 P_{f_{\text{Précédent}}} = \frac{\text{rendement réalisé}}{\text{par le précédent}} \times \frac{\text{besoin N unitaire}}{\text{du précédent}}$$

Les valeurs des besoins unitaires en azote du précédent sont données dans le tableau 8.

$${}^4 X_{a_{\text{avant ouverture}}} = \frac{\text{quantité de produit organique}}{\text{apportée avant l'ouverture}} \times \frac{\text{teneur en N}}{(\text{kg N / t ou m}^3)} \times \text{Keq}_{\text{Ri}}$$

du bilan (t/ha ou m³/ha)

où **Keq_{Ri}** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique avant ouverture du bilan ; soit un apport d'automne ou de fin d'été (cf annexe 5).

Tableau 6 : Valeurs de références pour différents types de précédents :

- Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kgN par q de grain ou par tonne de MS (bp)
- Coefficient de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente (coef RPR)

Précédent	Besoin N unitaire du précédent bp (kgN/q ou kgN/t)	Coefficient de correction Coef RPR
Avoine pailles enlevées	2,5	0,27
Avoine pailles restituées	2,5 + 0,3	0,27
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0,27
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0,3	0,27
Blé dur pailles enlevées	3,5 ⁽¹⁾	0,27
Blé dur pailles restitués	3,5 ⁽¹⁾ + 0,3	0,27
Colza	7	0,4
Maïs doux épis + spathes	12 ⁽²⁾	0,48
Maïs doux épis dépouillés	10 ⁽²⁾	0,48
Maïs fourrage	13 ⁽²⁾	0,48
Maïs grain	2,2 ⁽²⁾	0,48
Maïs semence	5,7	0,48
Orge pailles enlevées	2,5 ⁽¹⁾	0,27
Orge pailles restituées	2,5 + 0,3 ⁽¹⁾	0,27
Seigle pailles enlevées	2,3	0,27
Seigle pailles restitués	2,3 + 0,3	0,27
Sorgho ensilage	13	0,48
Sorgho grain	2,8	0,48
Tournesol	4	0,4
Triticale pailles enlevées	2,6	0,27
Triticale pailles restitués	2,6 + 0,3	0,27
Autres cultures	Voir fiches cultures	0,4

Source : Arvalis – Institut du Végétal

(1) Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées sur le site internet de la DREAL à compter de février.

(2) Les valeurs des besoins unitaires pour le maïs et le sorgho varient selon le potentiel de rendement. La valeur indiquée dans le tableau est une valeur moyenne. Les valeurs détaillées sont dans la fiche culture correspondante.

Tableau 7 : Valeurs de Ri par type de sol en fonction de l'APL et de la pluviométrie :

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
Sols argilo-calcaires	0	36	35	32	29	26	24	21	20	20
	20	51	48	44	38	32	27	22	21	20
	40	67	62	56	46	37	30	23	21	20
	60	82	76	67	55	43	33	24	21	20
	80	98	90	79	64	49	37	25	21	20
	100	113	104	91	73	54	40	25	21	20
Sols sableux	0	71	58	44	35	32	31	30	30	30
	20	86	69	49	37	33	31	30	30	30
	40	102	79	55	40	33	31	30	30	30
	60	117	90	60	42	34	31	30	30	30
	80	132	100	65	44	35	32	30	30	30
	100	148	111	70	46	35	32	30	30	30
Sols de fond de vallées, terres noires	0	61	60	57	53	47	41	35	34	33
	20	76	74	69	62	54	46	37	34	33
	40	90	87	82	72	61	50	38	34	33
	60	105	101	94	82	68	54	39	34	33
	80	119	115	106	92	75	58	40	35	34
	100	134	128	118	102	82	63	41	35	34
Sols de marais argileux sodiques	-	-								
Sols limoneux	0	50	48	46	41	36	32	27	26	26
	20	66	63	59	52	44	37	29	27	26
	40	81	78	72	62	51	41	30	28	27
	60	97	93	85	72	58	46	32	28	27
	80	113	107	98	83	66	50	34	29	28
	100	129	122	111	93	73	55	35	30	29
Sols de terrasses de vallées	0	50	47	44	39	35	31	28	27	26
	20	65	61	55	48	40	34	28	27	26
	40	80	75	67	56	45	37	29	27	27
	60	95	88	78	64	50	40	30	27	27
	80	110	102	89	73	56	43	31	27	27
	100	125	116	101	81	61	46	31	28	27
Sols sur granite	-	-								
Sols argileux à sablo argileux	0	24	23	22	20	19	17	16	16	16
	20	39	37	33	28	24	20	17	16	16
	40	54	50	44	37	29	23	18	16	16
	60	69	64	56	45	34	26	18	16	16
	80	84	77	67	53	39	29	19	16	16
	100	99	91	78	61	44	31	20	17	16

Source : Arvalis - Institut du Végétal

CAS n° 2 : Valeur du Ri pour un précédent légumineuse

Dans un premier temps, on procède au calcul de la quantité d'azote potentiellement lixiviable (APL), puis on détermine la valeur de **Ri** à partir du tableau 7 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol.

$$\text{APL} = \text{Reliquat avant lixiviation} + X_a \text{ avant ouverture}$$

Tableau 8 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent légumineuse :

	Reliquat avant lixiviation (kgN/ha)
Pois	$30 + 0,5 \times \text{Valeur A}$
Féverole, lupin	$20 + 0,4 \times \text{Valeur A}$
Soja	$20 + 0,3 \times \text{Valeur A}$

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Références des paramètres A et X_a avant ouverture de l'équation : cf cas n° 1

CAS n° 3 : Valeur du Ri pour un précédent prairie ou jachère

Tableau 9 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent prairie :

		Ri (kgN/ha)				
		Prairie de 1 à 2 ans	Prairie de 3 à 6 ans	Prairie de plus de 6 ans	Jachère annuelle	Jachère pluriannuelle
Graminées pures	Pâturage intégrale	$25 + 0,3 \times A$	$75 + 0,3 \times A$	$100 + 0,3 \times A$	$10 + 0,4 \times A$	$20 + 0,4 \times A$
	Fauche + pâturage	$17,5 + 0,3 \times A$	$52,5 + 0,3 \times A$	$70 + 0,3 \times A$	$10 + 0,4 \times A$	$20 + 0,4 \times A$
	Fauche intégrale	$10 + 0,3 \times A$	$30 + 0,3 \times A$	$40 + 0,3 \times A$	$10 + 0,4 \times A$	$20 + 0,4 \times A$
Association graminées-légumineuses	/	$25 + 0,3 \times A$	$75 + 0,3 \times A$	$100 + 0,3 \times A$	$20 + 0,4 \times A$	$20 + 0,4 \times A$

Source : Arvalis - Institut du Végétal

Références des paramètres A et X_a avant ouverture de l'équation : cf cas n° 1.

CAS n° 4 : Valeur du Ri si une culture intermédiaire précède la culture

Tableau 10 : Reliquat d'azote disponible dans le sol pour la culture après une culture intermédiaire (Ri) :

Type de sol	Ri après une culture intermédiaire (kgN/ha)
Argilo calcaire	40
Sols sableux	15
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	-
Sols limoneux	30
Sols de terrasses de vallées	30
Sols sur granite	-
Sols argileux à sablo argileux	40

Source : GREN

4. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de

sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans le tableau 11, les valeurs de **Mh** (en kgN/ha) sont indiquées pour les différents types de sol.

Tableau 11 : Minéralisation nette de l'humus disponible pour la culture (Mh) :

Type de sol	Mh (kgN/ha)	
	Tabac Virginie IRRIGUÉ cycle > 120 j	Tabac Burley IRRIGUÉ cycle < 120 j
Sols argilo-calcaires	35	20
Sols sableux	70	40
Sols de fond de vallées, terres noires	45	25
Sols de marais argileux sodiques	-	-
Sols limoneux	60	35
Sols de terrasses de vallées	55	30
Sols sur granite	-	-
Sols argileux à sablo argileux	40	20

Source : GREN

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie.

Tableau 12 : Minéralisation nette due à un retournement de prairie (kgN/ha) : Mhp et Mhp précédent

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâture	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâture	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

6. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau 13 donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Tableau 13 : Minéralisation nette de l'azote issu des résidus de récolte (Mr) :
Valeurs de références pour différents types de précédents

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

7. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés).

Tableau 14 : Apport d'azote dû à la minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires (kgN/ha) : MrCi et MrCi précédent

	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov / Déc	Destruction > Janv	Destruction Nov / Déc	Destruction > Janv
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray-grass	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$Nirr = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates.**

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : $T \text{ NO}_3 = 40 \text{ mg/L}$ de nitrates.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine ($T \text{ NO}_3 = 40 \text{ mg/L}$)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle ($T \text{ NO}_3 = 25 \text{ mg/L}$)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

9. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (**CAU**) permet de corriger la dose à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté en fonction de la capacité de la culture à absorber l'azote. Il varie en fonction du type de culture et également du stade de l'apport.

Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps pour tenir compte des stades d'apport :

- Apport d'azote minéral utile avant plantation :

$$\begin{aligned} N_{\text{minéral avant plantation}} &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant plantation} \times \text{CAU}_{\text{avant plantation}} \\ &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant plantation} \times 0,6 \end{aligned}$$

- Dose d'azote minérale à apporter après plantation :

$$X = \frac{(P_f + R_f) - (R_i + M_h + M_{hp} + M_r + M_{rCi} + N_{irr} + N_{\text{minéral avant plantation}})}{\text{CAU}_{\text{après plantation}}} - X_a$$

Tableau 16 : Coefficient apparent d'utilisation en fonction de la date d'apport de l'engrais sur le tabac

	Avant plantation	Après plantation
CAU	0,6	0,8

Source : GREN

10. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\mathbf{Xa = Npro \times Q \times Keq\ bilan}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq bilan : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Keq bilan est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

À défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 2.4 :

Fertilisation du COLZA D'HIVER

Méthode bilan additif

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine.

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = (Pf + Rf) - (Pi + Ri + M + Fleg + Fass + Mha + Nirr + Xa)$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

M : Minéralisation nette de l'humus du sol et des résidus de récolte du précédent (Mh + Mr)

Fleg : Supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux

Fass : Supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes

Mha : Fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de produits résiduels organiques

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

X est plafonné à 250 unités d'azote quel que soit le résultat du calcul.

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production

y : Objectif de rendement

a) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Pour le colza, le besoin d'azote unitaire est **b = 7 kgN/q/ha** absorbé plante entière à la fermeture du bilan par quintal de graines produites et par hectare (source : Terres Inovia).

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Plafonnement de Pf : si $b \times y > 330$, alors $P_f = 330$ kgN/ha.

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant, les valeurs de **Rf** sont indiquées en kgN/ha pour selon la profondeur du sol.

Tableau 2 : Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf) :

Profondeur de sol	Rf (kgN/ha)
≤ 80 cm	15
> 80 cm	30

Source : GREN

3. Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Le paramètre **Pi** est la quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan. **Pi** est à déterminer **avant le premier apport en sortie d'hiver**. Elle est calculée à partir du poids frais de la matière verte du colza.

a) Évaluation du poids frais

Le poids frais de la matière verte (MV) peut être évalué selon deux méthodes : la pesée ou la télédétection satellitaire (capteurs).

1) *Évaluation du poids frais par double pesée ou par pesée sortie hiver (SH)*

Le poids frais de la matière verte (MV) est évalué en une ou deux fois :

- **Si le gel est fréquent**, la matière verte est évaluée par **deux pesées** :
 - o Une 1^{re} pesée en entrée d'hiver (EH) avant la destruction des feuilles par le gel,
 - o Puis une 2^e pesée en sortie d'hiver (SH) juste avant le 1^{er} apport d'azote à la reprise de végétation,
- **Si le gel est peu fréquent**, la matière verte est évaluée par **une pesée unique**, en sortie d'hiver (SH).

Réaliser une pesée pour chaque **parcelle représentative**.

La méthode de prélèvement est celle préconisée par Terres Inovia, en particulier :

- Prélever le colza sur des placettes représentatives de la parcelle, de 1 m² chacune, en évitant les bordures :
 - o 2 placettes si la parcelle est homogène ;
 - o 4 placettes si la parcelle est hétérogène ;
- Bien secouer les plantes pour les débarrasser des gouttes d'eau sur les feuilles en cas de forte rosée ou de pluie et enlever les éventuelles petites mottes de terre à la base de la tige ;
- Couper le colza au ras du sol ;
- Peser afin d'estimer le poids frais du colza sur la parcelle (en kg/m²).

2) *Évaluation du poids frais par capteurs*

Le poids frais de la matière verte peut également être estimé par télédétection satellitaire (par exemple méthode Farmstar ®) par tout autre capteur sur différents supports (drone, téléphone portable...).

b) Calcul de Pi

Nabs : azote absorbé par la culture (kgN/ha)

MV : poids de matière verte aérienne (kg/m²)

EH : entrée hiver

SH : sortie hiver (ouverture du bilan)

coeff : coefficient de conversion de la biomasse verte aérienne en quantité d'azote absorbé, avec :

coeff EH = 50

coeff SH = 65

$$\mathbf{Nabs = MV \times coeff}$$

soit :

$$\mathbf{Nabs\ EH = MV\ EH \times 50}$$

$$\mathbf{Nabs\ SH = MV\ SH \times 65}$$

Après la pesée (disponibilité de MV EH et/ou MV SH) :

- En l'absence de gel hivernal :

- o Si le poids de l'azote absorbé à la sortie de l'hiver (Nabs SH soit MV SH x 65) est supérieur ou égal au poids de l'azote absorbé à l'entrée de l'hiver (Nabs EH soit MV EH x 50),
- o Ou, si le poids frais de la matière verte en entrée hiver MV EH n'est pas disponible,

$$\mathbf{alors\ Pi = MV\ SH \times 65}$$

- En cas de gel hivernal, si le poids de l'azote absorbé à la sortie de l'hiver (Nabs SH soit MV SH x 65) est inférieur au poids de l'azote absorbé à l'entrée de l'hiver (Nabs EH soit MV EH x 50)

$$\mathbf{alors\ Pi = (MV\ SH \times 65) + 0,5 \times \frac{(MV\ EH \times 50 - MV\ SH \times 65)}{1,35}}$$

(pour tenir compte du fait que la moitié de l'azote tombé au sol pendant l'hiver via les feuilles vertes gelées est réabsorbé par la culture).

- Dans tous les cas, si le poids frais de la matière verte en sortie hiver MV SH n'est pas disponible,

alors le calcul de Pi est impossible

(impossibilité de calculer le bilan sans intégrer l'absorption automnale).

4. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Deux solutions sont possibles pour déterminer la valeur de **Ri** au 15 janvier :

- Utilisation des méthodes décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral ;
- Estimation des valeurs du reliquat azoté en sortie d'hiver selon le paramétrage suivant :

Tableau 3 : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) :

Profondeur de sol	Ri (kgN/ha)
≤ 80 cm	20
> 80 cm	30

Source : GREN

Pour un précédent légume le GREN recommande une analyse de reliquat.

5. Minéralisation nette de l'humus du sol et des résidus de récolte du précédent (M)

Le paramètre **M** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus et des résidus de récolte du précédent, qui sera disponible pour le colza pendant sa croissance. Dans le tableau 4, les valeurs de **M** (en kgN/ha) sont indiquées selon la profondeur de sol.

Tableau 4 : Minéralisation nette de l'humus du sol et des résidus de récolte du précédent (M) :

Profondeur de sol	M (kgN/ha)
≤ 80 cm	20
> 80 cm	40

Source : GREN

6. Supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux (Fleg)

Fleg = 25 kgN/ha en cas de précédent pois protéagineux.

Sinon Fleg = 0.

7. Supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes (Fass)

Fass = 30 kgN/ha dans le cas où le colza est associé à un couvert de légumineuses, si ce couvert a correctement levé et si sa croissance est suffisante.

Sinon Fass = 0.

(source : Terres Inovia)

L'exploitant agricole décrit la croissance des légumineuses dans son cahier d'enregistrement des pratiques

8. Fourniture d'azote liée à l'historique de produits résiduels organiques (Mha)

Le paramètre **Mha** correspond à la minéralisation supplémentaire par arrière-effet due à l'apport régulier de produits résiduels organiques. Le tableau 5 donne les valeurs de **Mha** (en kgN/ha) en fonction de l'historique de fertilisation organique.

Tableau 5 : Fourniture d'azote liée à l'historique de produits résiduels organiques (Mha) en kgN/ha :

Produits résiduels organiques	Tous les ans	2 années sur 3	Tous les 2 ans	Tous les 3 ans et plus
Fumier de bovins	30	20	15	5
Fumier de volailles	15	10	5	5
Fumier de porcs	20	15	5	0
Fumier de cheval	40	25	20	10
Fumier d'ovins	35	20	15	10
Lisier de porcs	20	15	10	5
Lisier de bovins	25	15	10	5
Lisier de bovins dilué	10	5	5	0

Produits résiduels organiques	Tous les ans	2 années sur 3	Tous les 2 ans	Tous les 3 ans et plus
Lisier, fientes de volailles (≤ 60 % MS)	10	5	5	0
Fientes de volailles sèches (80 % MS)	20	10	10	0
Boues urbaines liquides et pâteuses (≤ 20 % MS)	15	15	10	5
Boues urbaines séchées (90 % MS)	100	60	50	25
Boues urbaines compostées	30	20	15	5
Compost de déchets verts	30	20	15	10
Compost de fumier de bovins, boues STEP + déchets verts	30	20	15	5
Compost de fumier de volailles	25	15	10	10

Source : GREN

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates**.

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L de nitrates**.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

10. Fourniture d'azote par les produits résiduaux organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\mathbf{Xa = Npro \times Q \times Keq \text{ bilan}}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq bilan : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

où **Keq bilan** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être soit de fin d'été ou d'automne, soit de printemps (cf annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduaux organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 2.5 :

Fertilisation du LIN OLÉAGINEUX

Méthode bilan additif

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine.

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = Pf + Rf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

b : Besoin en azote de la céréale par unité de production

y : Objectif de rendement

a) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Pour le lin, le besoin d'azote est **b = 4,5 kgN/q** (source Arvalis – Institut du Végétal et Terres Inovia)

b) Objectif de rendement (y)

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant, les valeurs de **Rf** sont indiquées en kgN/ha selon la profondeur de sol.

Profondeur de sol	Rf (kgN/ha)
≤ 80 cm	15
> 80 cm	30

Source : GREN

3. Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Pour le lin d'hiver, la valeur de **Pi** est fixée à 20 kgN/ha (source : Terres Inovia).

Pour le lin de printemps, **Pi** est nul car la date d'ouverture du bilan a été fixée au 1^{er} février.

4. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs de **Ri** à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

5. Minéralisation nette de l'humus du sol (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans le tableau suivant, les valeurs de **Mh** sont indiquées en kgN/ha pour les différents types de sol :

Type de parcelle Type de sol	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
		Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires	40	45	50	55
Sols sableux	70	75	80	85
Sols de fond de vallée, terres noires	75	85	85	90
Sols de terrasse de vallée	50	50	65	75
Sols limoneux	50	50	65	75
Sols sur granite	50	50	65	75
Sols argileux à sablo-argileux	50	50	65	75

Source : Arvalis – Institut du Végétal et chambres d'agriculture de l'ex-Poitou-Charentes

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie.

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâture	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâture	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Associations graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

7. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

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

8. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés). Les valeurs du paramètre **MrCi** sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha :

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov / Déc	Destruction Janvier et au-delà	Destruction Nov / Déc	Destruction Janvier et au-delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (> 1 et < 3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (> 1 et < 3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (> 1 et < 3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov / Déc	Destruction Janvier et au-delà	Destruction Nov / Déc	Destruction Janvier et au-delà
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (> 1 et < 3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (> 1 et < 3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (> 1 et < 3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (> 1 et < 3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

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

Les apports d'azote sous cette forme sont négligés car l'irrigation n'est quasiment jamais pratiquée sur le lin.

10. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

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

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

où **Keq** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être soit de fin d'été ou d'automne, soit de printemps (cf annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 2.6 :

Fertilisation des CULTURES PORTE-GRAINES

Méthode bilan additif

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine. Elle concerne les cultures porte-graines pour lesquelles la méthode du bilan est opérationnelle.

Les cultures porte-graines pour lesquelles la méthode du bilan n'est pas opérationnelle font l'objet d'une dose plafond. Elles ne sont pas mentionnées dans la présente annexe mais dans l'annexe 4.4 – Autres plafonds.

Les espèces de grandes cultures ont, sauf la betterave, le même cycle que les cultures de consommation et ne présentent pas de spécificités pour la fertilisation azotée.

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = Pf + Rf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr : Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

1. Calcul des besoins de la culture (Pf)

Les besoins en azote pour ces cultures ne sont pas liés à l'objectif de rendement grainier qui est très variable.

Tableau 1 : Besoin en azote des cultures porte-graines (b) :

Famille botanique	Espèce	Besoin N absorbé par culture (kg/ha)
FOURRAGÈRES PORTE-GRAINE		
Poacées	Ray-grass anglais	170
	Ray-grass d'Italie	110 (hors coupe de printemps)
	Fétuque élevée	160
	Fétuque rouge	150
	Dactyle	190
	Ray-grass hybride	110 (hors coupe de printemps)
	Fétuque ovine	150
	Fétuque des prés	160
	Brome	160
	Fléole des prés	160
Brassicacées	Radis fourrager	150
Betterave sucrière porte-graine		
Chénopodiacées	Betterave sucrière	280
Potagères porte-graine		
Alliacées	Oignon, plantation d'automne	150
	Oignon, plantation de printemps	70
	Poireau	140
	Échalote	150
Apiacées	Carotte (type Nantaise)	140
	Persil	140
	Aneth	140
	Coriandre	140
	Fenouil	140
	Panais	140
	Céleri	140
Astéracées	Chicorée Witloof (semis direct)	160
	Chicorée à feuille	160
	Laitue	130
	Cardon	140
	Chicorée Scarole / Frisée	160
Brassicacées	Radis (type rond rouge)	150
	Navet	150
	Cresson de fontaine	70
	Roquette	150
Chénopodiacées	Betterave rouge	200
	Épinard	200
	Poirée	200
Valérianacée	Mâche	70

Source : GREN

2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le paramètre **Rf** correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Le tableau suivant donne la valeur de **Rf** (en kgN/ha) en fonction des types de sols.

Tableau 2 : Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf) en kgN/ha :

Type de sols	Réserve utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sableux		5	10	15
Sols de fond de vallée, terres noires		-	30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols limoneux		15	20	30
Sols sur granite		15	20	30
Sols argileux à sablo-argileux		15	20	-

Source: Arvalis – Institut du Végétal

3. Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

La date d'ouverture du bilan étant fixée au 1^{er} février, le paramètre **Pi est nul** pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

Pi sera considéré comme négligeable pour les cultures implantées à l'automne.

4. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

5. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant sa croissance. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans les tableaux suivants, les valeurs de **Mh** sont indiquées (en kgN/ha) pour les différents types de sol.

a) Cultures implantées à l'hiver

Tableau 3 : Minéralisation nette de l'humus après l'ouverture du bilan (Mh) en kgN/ha pour les cultures implantées à l'hiver :

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		30	35	40	45
Sols sableux		35	40	45	50
Sols de fond de vallée, terres noires		45	50	50	60
Sols de terrasses de vallée		30	35	40	45
Sols limoneux		35	40	45	50

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols sur granite		35	40	45	50
Sols argileux à sablo-argileux		35	40	45	50

Source : Arvalis – Institut du Végétal et chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

b) Cultures implantées au printemps

Tableau 4 : Minéralisation nette de l'humus après l'ouverture du bilan (Mh) en kgN/ha pour les cultures implantées au printemps :

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		40	45	50	55
Sols sableux		70	75	80	85
Sols de fond de vallée, terres noires		75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée		50	50	65	75
Sols limoneux		50	50	65	75
Sols sur granite		50	50	65	75
Sols argileux à sablo-argileux		50	50	65	75

Source: Arvalis – Institut du Végétal et chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

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

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie :

Tableau 5 : Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp) en kgN/ha :

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâturage	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 ^e culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâturage	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 ^{re} culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 ^e culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

7. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau 6 donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Tableau 6 : Minéralisation nette de l'azote issu des résidus de récolte (Mr).
Valeurs de références pour différents types de précédents :

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha) :

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

8. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés).

Pour les cultures d'hiver : Le paramètre **MrCi** est négligeable donc **MrCi = 0**.

Pour les cultures de printemps : Les valeurs de **MrCi** sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha.

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction nov / déc	Destruction janvier et au-delà	Destruction nov / déc	Destruction janvier et au-delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (> 1 et < 3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (> 1 et < 3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (> 1 et < 3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (> 1 et < 3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (> 1 et < 3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées- légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (> 1 et < 3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères- légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (> 1 et < 3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source : COMIFER

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(\text{Q H}_2\text{O}) \times (\text{T NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ = Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates**.

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L de nitrates**.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation.
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

10. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Npro} \times \text{Q} \times \text{Keq}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

où **Keq** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être soit de fin d'été ou d'automne, soit de printemps (cf annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 2.7 :

Fertilisation des PRAIRIES

Méthode bilan avec CAU

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine

Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = [(Pf - Mh - Nrest - Fs) / CAU] - Xa$$

$$X = [(Pf - Po) / CAU] - Xa$$

X : Fertilisation azotée minérale

Pf : Quantité d'azote absorbé par la prairie jusqu'à la récolte

Mh : Fourniture d'azote minéral par le sol

Nrest : Contribution directe des restitutions azotées au pâturage de l'année

Fs : Fixation symbiotique des légumineuses prairiales

Po : Fournitures globales d'azote minéral par le sol (kgN/ha). **Po = Mh + Nrest + Fs**

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'azote

1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

Le calcul des besoins de la culture est donné par la formule :

$$Pf = MS \times \%N$$

a) Objectif de production (MS)

L'objectif de production est exprimé en tonnes de matière sèche par hectare (tMS/ha). Le calcul de l'objectif de production peut se faire selon deux approches :

1) *Approche globale à partir de la valorisation moyenne de l'herbe de l'exploitation à l'échelle de l'année :*

$$MS = \left(\text{Nombre d'UGB}^1 \times \frac{\text{besoins MS}}{\text{UGB / an}} \right) - \text{achats de fourrages} \pm \text{variation de stocks} - \text{consommation de maïs ensilage et autres}$$

Les besoins de matière sèche par UGB et par an sont fixés à **5 tMS/UGB**.

¹UGB: Unité gros bétail

2) **Sinon, approche parcellaire par les niveaux de production accessible à l'échelle de l'année ou de la saison. Les références à utiliser sont les suivantes :**

		Excès d'eau hivernal				
		Nul		Moyen		Fort
Pousse estivale	Forte	Pâture 10 tMS	Fauche + pâture 11 tMS	Pâture 9 tMS	Fauche + pâture 10 tMS	Fauche (+ pâture) 7 tMS
	Ralentie	Pâture 8 tMS	Fauche + pâture 9 tMS	Pâture 7 tMS	Fauche + pâture 8 tMS	Foin (+ pâture) 6 tMS
	Très faible à nulle	Pâture 6 tMS	Fauche + pâture 7 tMS	Pâture 5 tMS	Fauche + pâture 6 tMS	Foin (+ pâture) 4 tMS

Source: COMIFER

b) Teneur en azote de l'herbe (%N)

La teneur en azote de l'herbe tient compte du mode d'exploitation dominant de la prairie :

Mode d'exploitation	%N (kgN/tMS)
Pâturage à rotation rapide (retour toutes les 3 semaines) ou continu	30
Pâturage à rotation lente (retour toutes les 5 semaines)	25
Ensilage	25
Foin précoce et Foin de repousse	20
Foin tardif de 1er cycle	15

Source : COMIFER 2013 – INRA 2007

2. Fourniture globale d'azote minéral du sol ($Po = Mh + Nrest + Fs$)

a) Fourniture d'azote par les sols sous les prairies ($Mh + Nrest$)

Par souci de simplification, les restitutions au pâturage sont intégrées dans les valeurs de fourniture du sol suivantes :

	Pousse estivale très ralentie à nulle	Pousse estivale moyenne	Bonne pousse estivale
Entretien azoté antérieur faible : pas ou peu d'épandage ou pâture extensive ou faible fertilisation N minéral	45	75	90
Situations intermédiaires	65	105	125
Entretien azoté antérieur fort : épandages fréquents ou pâture intensive ou fertilisation N minéral élevée	90	140	160
<i>Fourniture printemps / Fourniture totale</i>	<i>3/4</i>	<i>2/3</i>	<i>1/2 à 2/3</i>

Source : COMIFER

b) Contribution des légumineuses (Fs)

Le tableau suivant donne la quantité d'azote fixé dans la biomasse récoltée pour :

- le trèfle blanc (chiffres en gras) ;
- et les autres légumineuses prairiales (en italique).

Le taux de légumineuses observé en fin de printemps (fin mai à début juillet) donne une bonne indication du taux de légumineuses pondéré annuel.

Rendement annuel	Taux de légumineuses pondéré annuel (%)			
	10	15	20	25
4 tMS	15 - 15	25 - 20	35 - 25	40 - 30
6 tMS	25 - 20	35 - 30	50 - 40	60 - 50
8 tMS	30 - 25	50 - 40	65 - 50	80 - 65
10 tMS	40 - 30	60 - 50	80 - 60	100 - 80

Source COMIFER

Si les légumineuses représentent moins de 10 %, l'apport d'azote par fixation peut être négligé.

En cas d'apport en début de saison (c'est-à-dire en sortie d'hiver / début de printemps), limiter cet apport dans tous les cas à **50 kgN/ha**, en azote efficace, tous types d'apports confondus.

Si les légumineuses représentent plus de 25 % au printemps, le transfert d'azote vers les graminées suffit pour satisfaire la totalité des besoins en azote de la prairie (source COMIFER). **L'apport d'engrais azoté (fertilisants organiques et minéraux) est alors inutile : aucun apport n'est autorisé.**

3. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (**CAU**) permet de corriger la dose à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté.

Pour les prairies, **CAU = 0,7**.

4. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\mathbf{Xa = Npro \times Q \times Keq}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

À défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

5. Plafonnement de la dose pour les prairies permanentes

L'arrêté du 19 décembre 2011 modifié relatif au programme d'actions national plafonne les apports de certains fertilisants azotés organiques sur les prairies permanentes à compter du 1^{er} septembre. Ce plafond est exprimé en azote libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH).

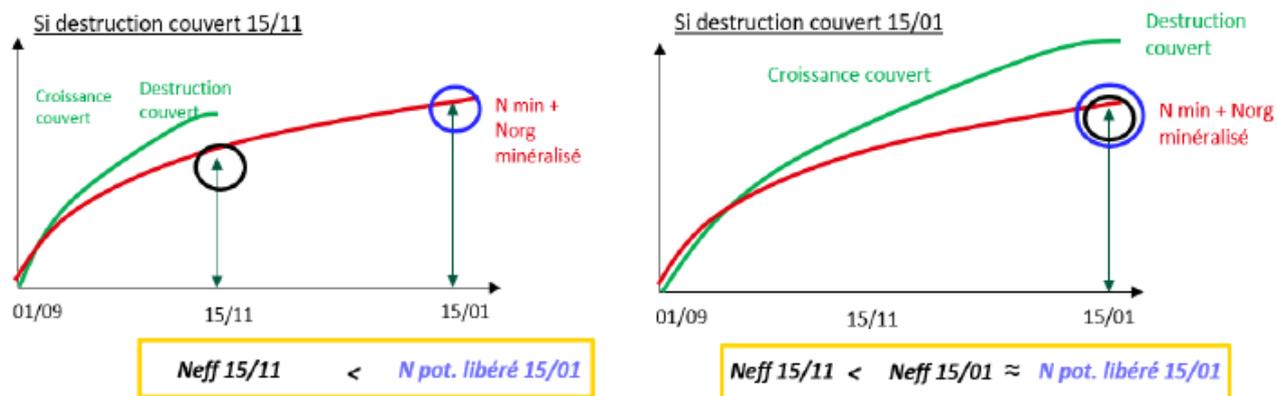
L'APLSH permet de quantifier l'azote minéral présent dans le sol à la suite d'un apport réalisé entre la récolte en été et la sortie d'hiver. La sortie d'hiver est fixée au 15 janvier, selon le rapport final 2024 de l'étude

COMIFER « évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques ». L'APLSH peut s'exprimer de la façon suivante :

$$\text{APLSH} = \text{azote présent dans un fertilisant azoté sous forme minérale} + \text{azote présent sous forme organique minéralisable jusqu'à la sortie de l'hiver}$$

En période automne-hiver et en présence d'un couvert, l'azote potentiellement libéré en sortie d'hiver peut s'assimiler à de l'azote efficace selon les conditions du milieu.

Le schéma suivant illustre la variation d'azote libéré jusqu'en sortie d'hiver, comparé à l'azote efficace. Dans cet exemple, un apport de matière organique a été réalisé à l'implantation du couvert ou de la prairie, et le couvert ou la prairie a été détruit(e) au 15 novembre (schéma de gauche) ou au 15 janvier (schéma de droite).



Source : APCA/MASA, novembre 2021

Les tableaux suivants précisent les valeurs maximales de produit résiduaire organique (PRO) épandables à ne pas dépasser, exprimées en quantité de produit brut par PRO (t/ha ou m³/ha) et selon la période d'apport, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié exprimés en APLSH. Dans certains cas, les tableaux indiquent la nécessité de calculer la dose prévisionnelle dans le respect du plafond du programme d'actions régional.

Lorsque le PRO n'est pas référencé, un tableau spécifique permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut par période d'apport, en fonction des caractéristiques du PRO, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N) du PRO
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (N_{min}/N_{tot}) du PRO
- la teneur en azote total du PRO.

a) **Valeurs maximales à ne pas dépasser par produit résiduaire organique dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest)**

Tableau 1 : quantité maximale de produit brut épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest) ^{2 3}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.** En cas de mélange, il faut se référer au tableau 2 des produits non référencés.

Types de PRO		Teneur en azote total (kgN / t ou m3 de produit brut)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09 - 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	10	18
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	6	18
	Fraction liquide après séparation de phase	5,2	21
	Fraction sèche après séparation de phase	2	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières 20<C/N<35	2,8	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
	Boues mixtes papetières	1,6	
	Boues de désencrage 40<C/N<70	1,6	
Compost de fumier de porcs de LP + paille (Guernevez)	Compost de fumier de porcs jeune (moins de 6 mois)	6,7	35
	Compost de fumier de porcs âgé (de 6 à 10 mois)	6,7	35

² Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

³ Les quantités maximales de produit brut indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

Types de PRO		Teneur en azote total (kgN / t ou m3 de produit brut)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09 - 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)
Fumier de porcs		8	22
Fumier de bovins	Fumier de bovin pailleux de litière accumulée	5,8	27
	Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3	38
Fientes de volaille avec litière		25	7
Compost de fumiers de bovins	Composts de fumiers de bovins jeune de moins de 6 mois	6,3	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
	Composts de fumiers de bovins vieux de plus de 6 mois	6,5	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Fientes de volaille	Fientes de volaille séchées (80%MS)	40	4
	Fientes de volailles 60 % MS	24	6
Lisier de porc mixte		3,5	27
Lisier de bovins	Lisier de bovins non dilué	4,5	26

b) Valeurs maximales à ne pas dépasser dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest) pour les produits résiduels organiques non listés dans la partie 1

Lorsque le PRO n'est pas référencé dans le tableau 1, le tableau 2 ci-dessous permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha) dans la période d'apport du 01/09 au 15/11, en fonction des caractéristiques du PRO utilisé, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N)
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (N_{min}/N_{tot}) du PRO
- la teneur en azote total du PRO.

Tableau 2 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épanachable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en fonction des caractéristiques du PRO dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest) ^{4 5}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe Nmin/Ntot (%)	Dose MAXIMALE Ntot (kgN/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09- 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09 - 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)
PRO non référencés dans le tableau 1	<=8	<=20	140	Calculer : dose maximum Ntot / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	100	
	>8 ; <=10	<=20	175	
	>8 ; <=10	>40	117	
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	175	
	>10 ; <=20	>40	117	
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épanchée est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle	
	>20	<=20		

⁴ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

⁵ Les doses maximales Ntot indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

c) Ajustement de la quantité maximale de produit brut à ne pas dépasser par période selon la teneur en azote totale exacte du produit

La conversion des valeurs d'APLSH en quantité maximale de produit brut a été faite sur la base de teneurs en azote total de référence (*Source : guide « Calcul de la fertilisation azotée », COMIFER, édition 2013*).

Si la teneur en azote totale du PRO utilisé est connue, il est possible d'ajuster les valeurs des deux colonnes « quantité maximale produit brut », du tableau 1 « quantité maximale de produit brut épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO et selon la période d'apport ».

Cet ajustement est possible en utilisant la formule suivante :

$$Q_{\text{pro ajustée}} = \frac{Q_{\text{pro tableau1}} \times N_{\text{pro analysé}}}{N_{\text{pro tableau}}}$$

Avec :

Q_{pro} : Quantité maximale de produit brut (en t/ha ou m³/ha)

N_{pro} : Teneur en azote total du produit (en kgN/t ou kgN/m³ de produit brut)

d) Cas particulier : apport d'effluents de type II peu chargés pendant la période d'interdiction

L'arrêté du 19 décembre 2011 modifié autorise l'épandage dans la période d'interdiction d'effluents de type II peu chargés sur prairies entre le 15 novembre et le 15 janvier, dans la limite d'un plafond à respecter exprimé en APLSH. Le programme d'actions régional « nitrates » prévoit la situation en zone ouest entre le 15 octobre et le 31 janvier.

Les effluents peu chargés sont définis dans l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié comme les effluents issus d'un traitement d'effluents bruts et ayant une quantité d'azote inférieure à 0,5 kg/m³. Aucun des produits référencés dans le tableau 1 n'est un effluent de type II peu chargé.

Le tableau 3 ci-dessous permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha), en fonction des caractéristiques du PRO utilisé, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N)
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale ($N_{\text{min}}/N_{\text{tot}}$) du PRO
- la teneur en azote total du PRO.

Tableau 3 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épannable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en fonction des caractéristiques du PRO pour les apports à compter du 15/11 jusqu'au 15/01 (zone Ouest : apports période du 01/10 au 31/01) ^{6 7}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe Nmin/Ntot (%)	Dose MAXIMALE Ntot (kgN/ha) respect plafond PAN Période d'apport 15/11 - 15/01 (zone Ouest entre 01/10 - 31/01)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 15/11 - 15/01 (zone Ouest entre 01/10 - 31/01)
	<=8	<=20	50	Calculer : dose maximum Ntot / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	29	
	>8 ; <=10	<=20	67	
	>8 ; <=10	>40	36	
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	57	
	>10 ; <=20	>40	36	
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle	
>20	<=20			

⁶ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

⁷ Les doses maximales Ntot indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

ANNEXE 3 :

Cultures pour lesquelles une écriture opérationnelle de la méthode de la DOSE PIVOT est disponible et paramétrée

Une dose pivot est une dose à partir de laquelle on peut faire des ajustements en plus ou en moins. Elle exige donc des règles d'ajustement, pour diminuer ou augmenter la dose initiale d'une quantité donnée en fonction des conditions (climat, variété, sol...).

L'annexe 3 fixe les doses pivots et les règles d'ajustement à utiliser pour chacune des cultures concernées.

Ces doses correspondent à un apport d'azote maximum.

$$X + N_{irr} + X_a \leq \text{Dose pivot}$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

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

X_a : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

Un raisonnement de la fertilisation conduisant à des doses d'apport inférieures est recommandé.

Annexe 3.1 :

Fertilisation du TOURNESOL

Méthode pivot

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine

Mode de calcul de la dose pivot

La dose d'azote prévisionnelle s'entend comme :

$$X + Nirr + Xa \leq \text{Dose pivot}$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

La dose pivot est déterminée :

- soit en fonction de l'objectif de rendement ;
- soit selon la méthode dite « Héliotest ».

La dose pivot d'azote prévisionnelle est exprimée en kg d'azote efficace par hectare.

1. Objectif de rendement

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

2. Détermination de la dose pivot d'azote prévisionnelle en fonction de l'objectif de rendement

Pour les tournesols irrigués et pour les tournesols non irrigués, les préconisations sont déterminées en fonction de l'objectif de rendement.

Tableau 2 : dose pivot en fonction de l'objectif de rendement

Objectif de rendement	Dose pivot d'azote prévisionnelle (kgN/ha)		
	Reliquat azoté au semis faible (30 kgN/ha)	Reliquat azoté au semis moyen (60 kgN/ha)	Reliquat azoté au semis élevé (90 kgN/ha)
≥ 35 q/ha	90	60	30
≥ 30 q/ha et < 35 q/ha	75	45	15
< 30 q/ha	60	30	0

Source : GREN

Les reliquats d'azote au semis se mesurent en prélevant des échantillons de sol à différentes profondeurs, par couche de 30 cm d'épaisseur jusqu'à 90 cm, voire 120 cm pour les sols les plus profonds.

A défaut, les valeurs de reliquat d'azote au semis sont déterminées selon les méthodes décrites à l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

3. Méthode Héliotest

La méthode Héliotest ne peut être utilisée que par les agriculteurs qui maîtrisent parfaitement la quantité d'azote apportée sur la bande témoin (fertilisation exclusivement minérale ou épandage homogène de produits résiduels organiques dont la valeur azotée précise est connue).

1^{re} étape

L'agriculteur applique 60 à 80 unités d'azote au semis sur une bande de la parcelle mais n'applique aucune fertilisation sur le reste de la parcelle.

2^e étape

L'agriculteur observe si une éventuelle différence apparaît entre la bande témoin fertilisée au semis et le reste de la parcelle entre le stade 6 et 14 feuilles (différence de couleur, de hauteur ou de volume). Le stade auquel apparaît la différence permet d'estimer l'état d'alimentation azotée de la parcelle et les fournitures en azote du sol sur le cycle de la culture.

Tableau 3 : Méthode Héliotest :
Dose pivot d'azote à apporter (kgN/ha) suivant le constat entre le stade 6 et 14 feuilles

Stade d'apparition de la différence avec le témoin	Objectif de rendement				
	20 - 25 q/ha	25 - 30 q/ha	30 - 35 q/ha	35 - 40 q/ha	≥ 40 q/ha
7 à 8 feuilles	0	30	40	70	100
9 à 10 feuilles	0	0	30	50	80
11 à 12 feuilles	0	0	0	30	60
13 à 14 feuilles	0	0	0	30	40

Source : Terres Inovia

Aucune fertilisation minérale azotée n'est nécessaire en l'absence de différence avec le témoin entre le stade 6 et 14 feuilles.

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates.**

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L de nitrates.**

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation.
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

5. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du poste **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$Xa = N_{pro} \times Q \times Keq$$

Avec :

N_{pro} : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Où **Keq** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être soit de fin d'été ou d'automne, soit de printemps (cf annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 3.2 :

Fertilisation du KIWI Méthode pivot

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine

Mode de calcul de la dose pivot

La dose d'azote prévisionnelle s'entend comme :

$$X + Nirr + Xa \leq \text{Dose pivot}$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

La dose pivot combine :

- une dose relative au besoin des parties végétatives en fonction de l'âge de l'arbre ;
- une dose relative au besoin des fruits en fonction de l'objectif de rendement.

La dose pivot se calcule de la manière suivante :

$$\text{Dose} = \text{dose végétative} + \text{coefficient fruits} \times \text{rendement}$$

La dose pivot d'azote prévisionnelle est exprimée en kg d'azote efficace par hectare.

1. Dose prévisionnelle en azote sur jeunes vergers de kiwis

Pas ou peu de production de fruits :

$$\text{Dose pivot} = \text{dose végétative}$$

Tableau 1: dose prévisionnelle en azote des jeunes vergers de kiwis

Âge du verger	Dose végétative N prévisionnelle (kgN/ha)
1 ^{re} année	20
2 ^e année	40
3 ^e et 4 ^e année entrée en production (a)	70

(a) pour de jeunes vergers présentant un potentiel de rendement proche d'un verger adulte, se reporter aux données des vergers en production (paragraphe suivant).

Source : CTIFL 2012

Sur conseil d'expert, en fonction du niveau de vigueur, de la précocité d'aoûtement, de la formation des boutons floraux, la dose de fertilisant azoté peut être modulée, afin d'atteindre le développement optimum (± 30 kgN/ha). L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant de l'origine de la valeur retenue du conseil d'expert.

2. Dose prévisionnelle en azote sur vergers en production

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Le calcul de la dose prévisionnelle en azote des vergers de kiwis en production (à partir de la 5^e année) est donné par la formule suivante :

$$\text{Dose} = \text{dose végétative (unités/ha)} + \text{coefficient fruits} \times \text{rendement} \\ = 90 + 1,4 \times \text{rendement}$$

Avec un potentiel de rendement de 15 à 50 t/ha.

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(\text{Q H}_2\text{O}) \times (\text{T NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L de nitrates.**

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L de nitrates.**

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation.
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

4. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du poste **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\mathbf{Xa = Npro \times Q \times Keq}$$

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

où **Keq** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être soit de fin d'été ou d'automne, soit de printemps (cf annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Annexe 3.3 :

Fertilisation des NOYERS

Méthode pivot

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine

Mode de calcul de la dose pivot :

La dose d'azote prévisionnelle s'entend comme :

$$X + Nirr + Xa \leq \text{Dose pivot}$$

Avec :

X : Fertilisation azotée minérale

Nirr : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

La dose pivot est déterminée :

- en fonction de l'objectif de rendement et de la vigueur pour les noyeraies en production ;
- par arbre planté sur les plantations récentes.

La dose pivot d'azote prévisionnelle est exprimée en kg d'azote efficace par hectare.

1. Dose pivot d'azote sur noyeraie en production

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Tableau 1 : dose pivot sur noyeraie en production

Rendement et vigueur	Dose pivot N prévisionnelle (kgN/ha)
1 t / ha	80 en 2 fois
2 t / ha avec vigueur forte	90 en 2 fois
2 t / ha avec vigueur faible	100 en 2 fois
3 t / ha avec vigueur forte	100 en 2 fois
3 t / ha avec vigueur faible	120 en 3 fois
4 t / ha avec vigueur forte	120 en 3 fois
4 t / ha avec vigueur faible	140 en 3 fois

Source : GREN

2. Dose pivot d'azote sur jeune noyeraie

$$\text{Dose pivot} = d \times b$$

Avec :

d : nombre d'arbre/ha

b : besoin par arbre

Tableau 2 : dose pivot sur jeune noyeraie

Âge de la noyeraie	Rayon d'épandage (conseil de pratique)	b (kgN/arbre)
1 an	1 m	0,1
2 ans	1,50 m	0,2
3 ans	2 m	0,3

Source : GREN

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

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Nirr} = \frac{(\text{Q H}_2\text{O}) \times (\text{T NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L** de nitrates.

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L** de nitrates.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation.
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

4. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du poste **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

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

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

où **Keq** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être soit de fin d'été ou d'automne, soit de printemps (cf annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

ANNEXE 4 :

Cultures pour lesquelles la dose totale d'azote prévisionnelle est PLAFONNÉE

Pour les cultures présentées dans cette annexe, la méthode opérationnelle du bilan d'azote prévisionnel n'est pas appliquée. La limitation de l'épandage des fertilisants est assurée par la fixation d'une dose plafond d'azote total par hectare.

Ces doses plafond correspondent à un apport d'azote maximum. Un raisonnement de la fertilisation conduisant à des doses d'apport inférieures est recommandé.

Les doses plafond sont exprimées en kg d'azote efficace par hectare. La dose d'azote prévisionnelle tient compte des apports sous forme d'engrais minéral, d'eau d'irrigation, et d'engrais organique.

La dose d'azote prévisionnelle minérale s'entend comme :

$$X + N_{irr} + X_a \leq \text{Dose plafond}$$

Avec :

X : fertilisation azotée minérale

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

X_a : équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

1. Azote apporté par l'eau d'irrigation (N_{irr})

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

$$N_{irr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

Avec :

Q H₂O : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

T NO₃ : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

~~L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.~~

Dans le cas de l'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 25 mg/L** de nitrates.

Dans le cas de l'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO₃ = 40 mg/L** de nitrates.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO ₃ = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO ₃ = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

2. Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du poste **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

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

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Où **Keq** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

Si des produits résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.

Le GREN recommande de fractionner les apports d'azote en fonction de la longueur du cycle de la culture et de ses besoins.

Annexe 4.1 :
Fertilisation des LÉGUMES DE PLEIN CHAMP
et des CULTURES MARAÎCHÈRES
Dose plafond

Espèce		Dose plafond (kgN/ha)	Recommandation en termes de répartition des apports
Ail		150	Fractionnement à la plantation, sortie hiver et au printemps
Artichaut		180	30 U un mois après la plantation. 30 U à la formation des capitules
Asperge (<i>sauf départements 33 et 40</i>)	Année 1	60	Les apports d'azote minéral doivent obligatoirement être fractionnés, la dose maximale par apport ne pouvant pas dépasser 70 kg/ha. Sur sol sableux (> 70 %), du compost de déchets verts peut être initialement apporté la première année.
	Année 2	100	
	Année 3	150	Références fertilisation raisonnée : www.sudexpe.net/Fertilisation-de-l-asperge
Asperges (départements 33 et 40)	1 ^{re} pousse	200	Se référer au tableau ci-après
	Production	350	
Aubergine		250	60 U maximum à la plantation. Le reste à partir de la nouaison des fruits.
Aubergine sous abri		300	
Betterave potagère		250	Avant semis : 40 à 80 U. Le reste en 2 apports (2 et 3 mois après le semis).
Brocoli à jet		230	1/3 à la plantation. Le reste : 1 mois après.
Carotte		120	10 à 40 U au semis si nécessaire. Le reste en 2 ou 3 fois en cours de culture.
Céleri rave		260	Fractionnement en 2 à 3 fois entre la plantation et le boulage.
Céleri branche		220	Fractionnement en 2 ou 4 fois entre et après la plantation.
Chou pomme		200	Fractionnement en 3 fois : 1/3 avant plantation – 1/3 1 mois après plantation – 1/3 2 mois après plantation.
Chou-fleur		340	
Concombre		300	50 U avant plantation. Le reste en fractionnement en cours de culture.
Cornichon		100	30 à 40 U à la plantation. Le reste en cours de culture
Courgette (sous abri)		300	40 à 50 U avant plantation. Fractionnement en cours de culture.

Espèce	Dose plafond (kgN/ha)	Recommandation en termes de répartition des apports
Échalote	110	20 à 30 U à l'installation. Le reste en couverture en 2 fois.
Épinard	185	50 % semis ou plantation. 50 % au stade 2 à 3 feuilles.
Fraise précoce et saison	180	Fractionnement
Fraise remontante	250	Fractionnement
Fenouil	130	30 U avant plantation. Le reste en 2 fois entre la reprise et à mi-développement.
Laitue Batavia	120	40 à 50 U avant plantation. Complément au stade 10-12 feuilles.
Mâche	70	30 à 50 U au semis ou plantation. 20 U 3 semaines à 1 mois avant récolte
Melon	140	Fractionnement
Navet potager	120	20 à 40 U au semis si nécessaire. Le reste en couverture au cours du grossissement.
Oignon	150	30 à 50 U avant semis ou plantation. Le reste en fractionnement en cours de culture mais pas plus de 50 U par apport minéral
Persil	170	30 à 50 U avant semis, en cours de culture si besoin et 30 à 50 U après chaque coupe
Poireau	300	50 à 75 U avant plantation. Le reste en fractionnement en cours de culture
Poivron et piments	250	50 U avant plantation. Le reste en fractionnement en cours de culture après nouaison.
Poivron et piments sous abri	300	
Pommes de terre industrie	280	Dose à diminuer en fonction de la teneur en matière organique du sol.
Pommes de terre primeur	200	
Radis	70	En 2 fois : au semis et avant le grossissement des racines.
Tomates	170	50 U avant plantation. Fractionnement en cours de culture à partir de la nouaison du 1 ^{er} bouquet.
Tomates sous serres	420	

Note : Les pois et les haricots se trouvent dans l'annexe 4.2 – Légumineuses

Lorsque plusieurs espèces sont cultivées sur la même surface au cours d'une même année culturale, la quantité totale d'azote pouvant être apportée est calculée en ajoutant les doses plafond de chaque espèce cultivée sur cette surface.

Références utiles pour la fertilisation des fruits et légumes :

https://comifer.asso.fr/wp-content/uploads/2015/03/5_Argumentaire_GREN_lgumes_et_fruits_V_Ctifl_2.pdf.

Références pour la fertilisation de l'asperge dans les départements de la Gironde et des Landes :

CYCLE CULTURE		Quantité d'N / Ha	Argumentaire	Période Apport
Première Année 175 à 200 u/ha	1° année avant plantation AVANT PREMIERE RECOLTE	50 	Soit 5 à 30 % fraction minéralisable (suivant analyse et type de produit: exemple pour 100 tonnes/ha de compost de déchets verts apportés). Le compost ou les amendements organiques "en bouchons" sont utilisés <u>plus pour leur rôle structurant</u> dans les sols sableux	janvier à mi avril
	1° année, après plantation AVANT PREMIERE RECOLTE	125 à 150	Fonction des rendements attendus soit 4 à 5 tonnes/ha avec une base de besoin de 25 u par tonne récoltée + 25 u /tonne pour mettre en place le système racinaire .LA PREMIERE ANNEE est une période cruciale pour l'aspergeraie car la réussite de son implantation conditionne sa pérennité	En fractionneme nt de mai à mi août
Seconde Année 250 à 350 u/ha	2° année APRES PREMIERE RECOLTE	250 à 350	Fonction des rendements attendus soit 7 à 9 tonnes/ha avec une base de besoin de 25 u par tonne récoltée + 12,5 u /tonne pour finaliser la mise en place du système racinaire	En fractionneme nt d'avril à mi août
Troisième Année et Suivantes 250 à 350 u/ha	> 3° année APRES SECONDE RECOLTE+SUIVA NTES	250 à 350	Fonction des rendements attendus soit 10 à 14 tonnes/ha avec une base de besoin de 25 u par tonne récoltée	En fractionneme nt de mai à mi août

Source : COPADAX - INVENIO

Annexe 4.2 :

Fertilisation des LÉGUMINEUSES

Dose plafond

En règle générale, TOUT apport d'azote est INTERDIT sur les légumineuses. Les apports d'engrais azotés aux alentours du semis empêchent les nodosités de s'installer et de fonctionner, ce qui pénalise la culture durant tout son cycle.

Les seules exceptions sont décrites dans les paragraphes ci-après.

Tableau 1 : Récapitulatif des autorisations et interdictions d'apport d'azote sur les légumineuses

Culture	Apport d'azote
Légumes (haricots et pois potageers)	Autorisé uniquement dans les cas et les conditions décrits ci-après
Luzerne	
Pois chiche	
Soja	
Légumineuses pures en tant que couvert végétal d'interculture	Autorisé uniquement dans les cas et les conditions décrits dans le programme d'actions national
Pois protéagineux	Interdit
Autres légumineuses	

1. Légumes

Tableau 2 : Fertilisation azotée de certains légumes

Culture	Dose plafond (kgN/ha)	Cas
Haricot vert	100	-
Haricot sec et demi-sec	100	-
Pois potager	50	Certaines situations particulières peuvent justifier une fertilisation azotée : <ul style="list-style-type: none"> - Conditions de levée difficiles (semis précoces, terres froides) ; - Variétés courtes (favoriser l'élongation des entre-nœuds pour la récolte machine) ; - Parasitisme conduisant à une absence de nodulation (maladies telluriques, larves de silitones).

Source : GREN

2. Luzerne

Certaines situations particulières peuvent justifier une fertilisation azotée de la luzerne.

Une dose plafond de **30 kgN/ha** est autorisée dans les cas suivants :

- Sols avec un taux faible en matières organiques, c'est-à-dire dans les situations suivantes :
 - o MO < 15 g/kg sur sol avec texture grossière (sable) ;
 - o MO < 18-20 g/kg sur sol avec texture moyenne (limon) ;
 - o MO < 22 g/kg sur sol avec texture fine (argile) ;
 - o MO < 25 g/kg sur sol argilo-calcaire ;
- Sols avec une matière organique se minéralisant lentement, c'est-à-dire C/N du sol > 12.

L'apport peut être effectué pour faciliter le départ en végétation. L'azote doit être immédiatement utilisable. Il est important d'éviter les excès d'azote afin de ne pas nuire à l'établissement des nodosités.

3. Pois chiche : en cas d'échec de la nodulation

En tant que légumineuse, le pois chiche ne demande pas de fertilisation azotée.

En cas d'échec de la nodulation **et seulement si le pois chiche est implanté sur des sols alcalins** (pH > 7), favorables à l'implantation, un apport de soutien est cependant possible dans l'objectif d'un effet levier, afin de ne pas limiter le rendement de la culture.

Juste avant le début de la floraison, c'est-à-dire début mai pour un semis à date normale (début mars) :

- si la végétation de la parcelle présente globalement un aspect jaunâtre,

et

- si plus de 30 % des pieds ne portent pas de nodosités (vérifier la présence de nodosités en prélevant 20 pieds de pois chiche au hasard dans une zone de la parcelle et en observant ces nodosités sur le système racinaire. Réaliser l'observation à l'aide d'une pelle bêche),

Alors un apport d'azote est exceptionnellement possible.

L'exploitant agricole consigne les résultats du test de nodulation dans le cahier d'enregistrement des pratiques.

Il peut alors être apporté **entre 50 et 100 kgN/ha** en un ou deux apports en fonction du potentiel de rendement (profondeur de sol, peuplement, réserve utile, état sanitaire). Les apports sont à réaliser entre le stade début floraison (BBCH60) et le stade première gousse (BBCH65).

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral. Cet objectif de rendement initial devra être revu à la baisse.

4. Soja : en cas d'échec de la nodulation

En tant que légumineuse, le soja ne demande pas de fertilisation azotée.

En cas d'échec de la nodulation, un apport d'azote en végétation est cependant possible afin de ne pas limiter le rendement et la teneur en protéines, critère qualitatif important en soja. Dans ce cas, **et seulement ce cas**, la dose d'azote prévisionnelle est déterminée sur la base d'une dose pivot selon les recommandations de Terres Inovia.

Juste avant le début de la floraison (stade R1), c'est-à-dire à la mi-juin pour un semis à date normale (mi-avril) :

- si la végétation de la parcelle présente globalement un aspect jaunâtre,

et

- si plus de 30 % des pieds ne portent pas de nodosités (vérifier la présence de nodosités en prélevant 20 pieds de soja au hasard dans une zone de la parcelle et en observant ces nodosités sur le système racinaire. Réaliser l'observation à l'aide d'une pelle bêche),

Alors un apport d'azote minéral est exceptionnellement possible.

L'exploitant agricole consigne les résultats du test de nodulation dans le cahier d'enregistrement des pratiques.

Ces apports sont à réaliser entre le stade R1 (début floraison) et le stade R3 (premières gousses), en un ou, de préférence, en deux apports.

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Tableau 3 : Dose pivot en cas d'accident de nodulation du soja

Objectif de rendement du soja (q/ha)	Quantité d'azote minéral en cas d'accident de nodulation (kgN/ha)
25	80
30	100
35	120
40	140
45	150

Dans le cas où le soja est irrigué, l'apport sera réalisé de préférence juste avant une irrigation pour une meilleure utilisation par la plante de l'engrais minéral.

Annexe 4.3 :

Fertilisation des COUVERTS D'INTERCULTURE

Table des matières

1. Plafonnement de la dose : possibilité d'apport de fertilisants azotés de types 0, I ou II	2
a) Définition de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver	2
b) Valeurs maximales à ne pas dépasser par produit résiduaire organique et selon la période d'apport	3
c) Valeurs maximales à ne pas dépasser selon la période d'apport pour les produits résiduaire organiques non listés dans la partie 2.b)	5
d) Ajustement de la quantité maximale de produit brut à ne pas dépasser par période selon la teneur en azote totale exacte du produit	6
e) Cas particulier : apport pendant la période d'interdiction pour les plans d'épandage soumis à autorisation et à étude d'impact ou d'incidence sur les couverts d'interculture longue	6
f) Cas particulier : apport pendant la période d'interdiction pour les plans d'épandage soumis à déclaration ou enregistrement sur les couverts d'interculture longue	9
g) Cas particulier : apport pendant la période d'interdiction d'effluents de type II peu chargés issus d'élevage sur les couverts d'interculture longue	10
2. Couverts d'interculture exportés avec calcul de la dose prévisionnelle : possibilité d'apport minéral de type III	12

Définitions

Les couverts d'interculture mentionnés dans cette annexe comprennent les couverts végétaux d'interculture non exportés (CINE) et les couverts d'interculture exportés (CIE).

Les différents types de couverts végétaux d'interculture sont définis dans la partie définitions de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié.

Les périodes d'interdiction d'épandage qui s'appliquent aux couverts d'interculture sont celles des lignes « couverts d'interculture » des programmes d'actions national et régional, à savoir :

Interculture courte	Interculture longue	
Couvert végétal d'interculture courte non exporté	Couvert végétal d'interculture longue non exporté, détruit avant la fin de l'année	Couvert végétal d'interculture longue non exporté, détruit l'année suivante
Couvert végétal d'interculture courte exporté	Couvert végétal d'interculture longue exporté avant la fin de l'année	Couvert végétal d'interculture longue exporté l'année suivante

Les îlots culturaux concernés par un couvert végétal d'interculture exporté font l'objet de deux plans de fumure séparés : l'un pour le couvert végétal d'interculture exporté et l'autre pour la culture principale.

Tous les apports de fertilisant en interculture doivent être enregistrés dans le cahier d'enregistrement des pratiques de la culture suivante.

1. Plafonnement de la dose : possibilité d'apport de fertilisants azotés de types 0, I ou II

Deux types de plafond existent :

- D'une part les plafonds fixés dans le programme d'actions régional nitrates en vigueur, à l'article 2 (partie I.4) hors zones d'actions renforcées ou à l'article 3 (partie II.1) pour les zones d'actions renforcées. Ces plafonds concernent tous les types de fertilisants azotés.
- D'autre part les plafonds d'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH) fixés à l'annexe I.I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié.

**Ces doses plafond correspondent à un apport d'azote maximum.
Un raisonnement de la fertilisation conduisant à des doses d'apport inférieures est recommandé.**

L'arrêté du 19 décembre 2011 modifié relatif au programme d'actions national plafonne les apports de certains fertilisants azotés organiques sur les couverts d'interculture et les prairies (voir annexe 2.7 prairies). Ce plafond est exprimé en azote libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH).

Les tableaux de cette fiche précisent les valeurs maximales de produit résiduaire organique (PRO) épandables à ne pas dépasser, exprimées en quantité de produit brut par PRO (t/ha ou m³/ha) et selon la période d'apport, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié exprimés en APLSH. Dans certains cas, les tableaux indiquent la nécessité de calculer la dose prévisionnelle dans le respect du plafond du programme d'actions régional.

Lorsque le PRO n'est pas référencé un tableau spécifique permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut par période d'apport, en fonction des caractéristiques du PRO, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N) du PRO
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (N_{min}/N_{tot}) du PRO
- la teneur en azote total du PRO.

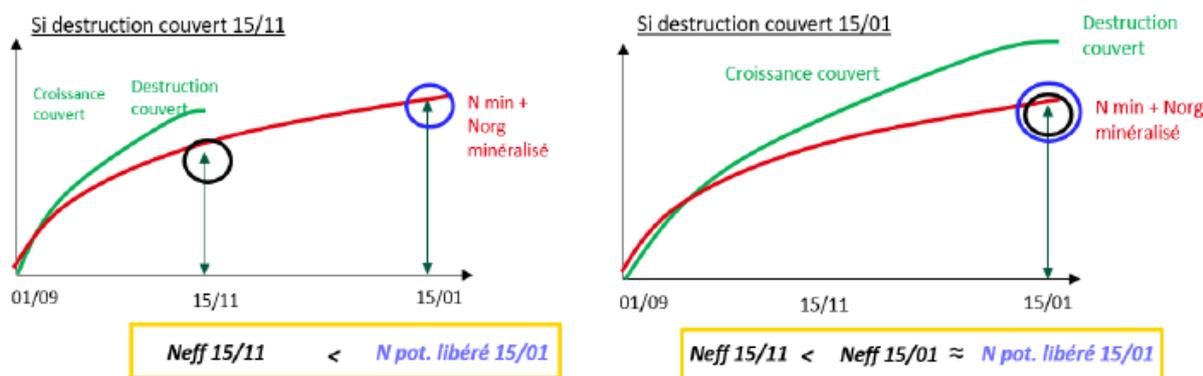
a) Définition de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver

L'APLSH permet de quantifier l'azote minéral présent dans le sol à la suite d'un apport réalisé entre la récolte en été et la sortie d'hiver. La sortie d'hiver est fixée au 15 janvier, selon le rapport final 2024 de l'étude COMIFER « évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques ». L'APLSH peut s'exprimer de la façon suivante :

$$\text{APLSH} = \text{azote présent dans un fertilisant azoté sous forme minérale} + \text{azote présent sous forme organique minéralisable jusqu'à la sortie de l'hiver}$$

En période automne-hiver et en présence d'un couvert, l'azote potentiellement libéré en sortie d'hiver peut s'assimiler à de l'azote efficace selon les conditions du milieu.

Le schéma suivant illustre la variation d'azote libéré jusqu'en sortie d'hiver, comparé à l'azote efficace. Dans cet exemple, un apport de matière organique a été réalisé à l'implantation du couvert, et le couvert a été détruit au 15 novembre (schéma de gauche) ou au 15 janvier (schéma de droite).



Source : APCA/MASA, novembre 2021

Dans cet exemple, un apport de matière organique a été réalisé à l'implantation d'un couvert.

b) Valeurs maximales à ne pas dépasser par produit résiduaire organique et selon la période d'apport

Tableau 1 : quantité maximale de produit brut (t/ha ou m³/ha) épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO et selon la période d'apport ^{1 2}

Si l'apport est réparti en plusieurs fois, la quantité totale de produit brut appliquée sur toute la période du 01/07 au 15/11 ne doit pas dépasser celle indiquée dans la colonne de la période d'apport du 01/10 au 15/11.

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.** En cas de mélange, il faut se référer au tableau 2 des produits non référencés.

Types de PRO		Teneur en azote total (kgN / t ou m3 de produit brut)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/07 et le 30/09	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/10 et le 15/11
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	10	16	20
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle dans la limite des plafonds du PAR	
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	6	17	18
	Fraction liquide après séparation de phase	5,2	19	21
	Fraction sèche après séparation de phase	2	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle dans la limite des plafonds du PAR	

¹ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

² Les quantités maximales de produit brut indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

Types de PRO		Teneur en azote total (kgN / t ou m3 de produit brut)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/07 et le 30/09	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/10 et le 15/11
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières 20<C/N<35	2,8	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle dans la limite des plafonds du PAR	
	Boues mixtes papetières	1,6		
	Boues de désencrage 40<C/N<70	1,6		
Compost de fumier de porcs de LP + paille (Guernevez)	Compost de fumier de porcs jeune (moins de 6 mois)	6,7	30	35
	Compost de fumier de porcs âgé (de 6 à 10 mois)	6,7	30	35
Fumier de porcs		8	18	22
Fumier de bovins	Fumier de bovin pailleux de litière accumulée	5,8	24	27
	Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3	29	44
Fientes de volaille avec litière		25	6	8
Compost de fumiers de bovins	Composts de fumiers de bovins jeune de moins de 6 mois	6,3	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle dans la limite des plafonds du PAR	
	Composts de fumiers de bovins vieux de plus de 6 mois	6,5		
Fientes de volaille	Fientes de volaille séchées (80%MS)	40	4	4
	Fientes de volailles 60 % MS	24	6	6
Lisier de porc mixte		3,5	25	27
Lisier de bovins	Lisier de bovins non dilué	4,5	24	26

c) **Valeurs maximales à ne pas dépasser selon la période d'apport pour les produits résiduaire organiques non listés dans la partie 2.b)**

Lorsque le PRO n'est pas référencé dans le tableau 1, le tableau 2 ci-dessous permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha) par période d'apport, en fonction des caractéristiques du PRO utilisé, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N)
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (N_{\min}/N_{tot})
- la teneur en azote total.

Tableau 2 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épanachable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en fonction des caractéristiques du PRO et selon la période d'apport ^{3 4}

Si l'apport est réparti en plusieurs fois, la quantité totale de produit brut appliquée sur toute la période du 01/07 au 15/11 ne doit pas dépasser celle indiquée dans la colonne de la période d'apport du 01/10 au 15/11.

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe N_{\min}/N_{tot} (%)	Dose MAXIMALE N_{tot} (kgN/ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/07 et 30/09	Dose MAXIMALE N_{tot} (kgN/ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/10 et le 15/11	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m ³ /ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/07 et le 30/09	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m ³ /ha) respect plafond PAN si apport entre le 01/10 et le 15/11
PRO non référencés dans le tableau 1	<=8	<=20	140	140	Calculer : dose maximum N_{tot} période 1 / teneur en azote total du PRO	Calculer : dose maximum N_{tot} période 2 / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	93	100		
	>8 ; <=10	<=20	140	175		
	>8 ; <=10	>40	108	117		
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	156	200		
	>10 ; <=20	>40	108	117		
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épanachée est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle dans la limite des plafonds du PAR			
	>20	<=20				

³ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

⁴ Les doses maximales N_{tot} indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

d) Ajustement de la quantité maximale de produit brut à ne pas dépasser par période selon la teneur en azote totale exacte du produit

La conversion des valeurs d'APLSH en quantité maximale de produit brut a été faite sur la base de teneurs en azote total de référence (Source : guide « Calcul de la fertilisation azotée », COMIFER, édition 2013).

Si la teneur en azote totale du PRO utilisé est connue, il est possible d'ajuster les valeurs des deux colonnes « quantité maximale produit brut », du tableau 1 « quantité maximale de produit brut épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO et selon la période d'apport ».

Cet ajustement est possible en utilisant la formule suivante :

$$\text{Qpro ajustée} = \frac{\text{Qpro tableau 1} \times \text{Npro analysé}}{\text{Npro tableau}}$$

Avec :

Qpro : Quantité maximale de produit brut (en t/ha ou m³/ha)

Npro : Teneur en azote total du produit (en kgN/t ou kgN/m³ de produit brut)

e) Cas particulier : apport pendant la période d'interdiction pour les plans d'épandage soumis à autorisation et à étude d'impact ou d'incidence sur les couverts d'interculture longue

L'arrêté du 19 décembre 2011 modifié autorise l'épandage de fertilisants azotés de type 0, I.a et d'effluents peu chargés sur les couverts d'interculture longue pendant les périodes d'interdiction, dans la limite d'un plafond à respecter exprimé en APLSH, dans le cadre des plans d'épandage soumis à autorisation et à étude d'impact ou d'incidence. Cet apport est possible sous réserve que l'étude d'impact ou d'incidence démontre l'absence de nocivité d'une telle pratique et qu'un dispositif de surveillance des teneurs en azote nitrique et ammoniacal des eaux lixiviées soit mis en place.

Les effluents peu chargés sont définis dans l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié comme les effluents issus d'un traitement d'effluents bruts et ayant une quantité d'azote inférieure à 0,5 kg/m³. Aucun des produits référencés dans le tableau 1 n'est un effluent peu chargé. Selon les indications de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en l'absence de connaissance des critères C/N, Nmin/Ntot et ISMO permettant de les classer par type, les effluents peu chargés doivent être considérés comme fertilisants azotés de type II.

L'épandage de fertilisants azotés issus de traitement et transformation de matières premières en vue de la fabrication de produits alimentaires ou d'aliments pour animaux, de la préparation et du conditionnement de vins, ou la production par distillation d'alcools de bouche d'origine agricole, qui n'entrent pas dans la définition des type 0, I.a ou effluents peu chargés, est possible dans les mêmes conditions. Cet apport est possible sous réserve qu'un dispositif de surveillance des reliquats azotés sous le couvert installé, et avant épandage, soit mis en place dans le périmètre d'épandage.

Le tableau 3 ci-dessous permet de connaître les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha), pour les produits de type 0 et I.a référencés, pour respecter le plafond de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié.

Tableau 3 : quantité maximale de produit brut épanachable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO pour un apport pendant la période d'interdiction ^{5 6}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.** En cas de mélange, il faut se référer au tableau 4 des produits non référencés.

Types de PRO		Teneur en azote total (kgN / t ou m3 de produit brut)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN pour un apport dans la période d'interdiction
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épanchée est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Digestats de méthanisation agricole	Fraction sèche après séparation de phase	2	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épanchée est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières 20<C/N<35	2,8	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épanchée est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
	Boues mixtes papetières	1,6	
	Boues de désencrage 40<C/N<70	1,6	
Compost de fumier de porcs de LP + paille (Guervevez)	Compost de fumier de porcs jeune (moins de 6 mois)	6,7	50
	Compost de fumier de porcs âgé (de 6 à 10 mois)	6,7	50
Fumier de bovins	Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3	63
Compost de fumiers de bovins	Composts de fumiers de bovins jeune de moins de 6 mois	6,3	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épanchée est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
	Composts de fumiers de bovins vieux de plus de 6 mois	6,5	

⁵ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

⁶ Les quantités maximales indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

Pour les produits non référencés, le tableau 4 ci-dessous permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha), en fonction des caractéristiques du PRO utilisé, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié.

Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N)
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (Nmin/Ntot)
- la teneur en azote total.

Tableau 4 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épannable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO pour un apport dans la période d'interdiction ^{7 8}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe Nmin/Ntot (%)	Dose MAXIMALE Ntot (kgN/ha) respect plafond PAN pour un apport dans la période d'interdiction	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN pour un apport dans la période d'interdiction
PRO non référencés	<=8	<=20	222	Calculer : dose maximum Ntot / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	143	
	>8 ; <=10	<=20	286	
	>8 ; <=10	>40	167	
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	286	
	>10 ; <=20	>40	167	
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle	
	>20	<=20		

⁷ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

⁸ Les doses maximales Ntot indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

f) **Cas particulier : apport pendant la période d'interdiction pour les plans d'épandage soumis à déclaration ou enregistrement sur les couverts d'interculture longue**

L'épandage de fertilisants azotés issus de traitement et transformation de matières premières en vue de la fabrication de produits alimentaires ou d'aliments pour animaux, de la préparation et du conditionnement de vins, ou la production par distillation d'alcools de bouche d'origine agricole, est possible pendant la période d'interdiction, dans la limite d'un plafond exprimé en APLSH, pour les couverts d'interculture longue pour les plans d'épandage soumis à déclaration ou enregistrement. Cet apport est possible sous réserve qu'un dispositif de surveillance des reliquats azotés sous le couvert installé, et avant épandage, soit mis en place dans le périmètre d'épandage.

Selon les indications de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en l'absence de connaissance des critères C/N, Nmin/Ntot et ISMO permettant de les classer par type, les effluents doivent être considérés comme fertilisants azotés de type II.

Le tableau 5 ci-dessous permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha), en fonction des caractéristiques du PRO utilisé, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N)
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (Nmin/Ntot)
- la teneur en azote total.

Tableau 5 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO pour un apport dans la période d'interdiction^{9 10}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe Nmin/Ntot (%)	Dose MAXIMALE Ntot (kgN/ha) respect plafond PAN pour un apport dans la période d'interdiction	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m ³ /ha) respect plafond PAN pour un apport dans la période d'interdiction
	<=8	<=20	156	Calculer : dose maximum Ntot / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	100	
	>8 ; <=10	<=20	200	
	>8 ; <=10	>40	117	
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	200	
	>10 ; <=20	>40	117	
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle	
>20	<=20			

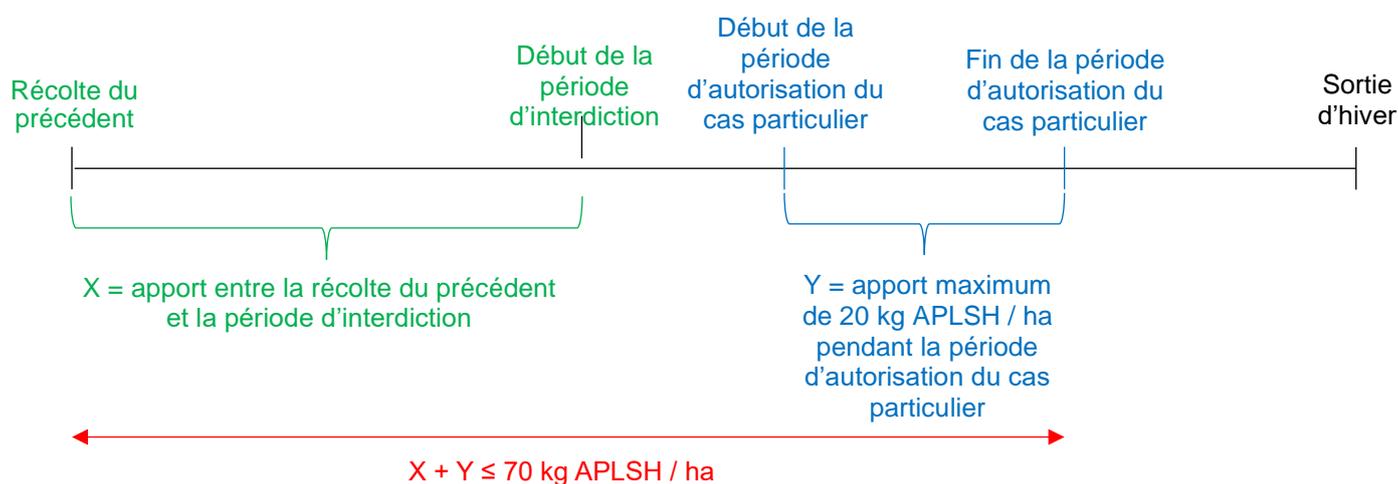
⁹ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

¹⁰ Les doses maximales Ntot indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

g) Cas particulier : apport pendant la période d'interdiction d'effluents de type II peu chargés issus d'élevage sur les couverts d'interculture longue

L'arrêté du 19 décembre 2011 modifié autorise l'épandage pendant la période d'interdiction d'effluents de type II peu chargés issus d'élevage sur les couverts d'interculture longue, dans la limite d'un plafond exprimé en APLSH.

Ces apports doivent tenir compte de tous les apports d'azote à partir de la récolte du précédent et sur toute la durée de l'interculture. Cette disposition permet d'épandre sur une période plus longue, mais sans augmenter la quantité maximale de produit brut applicable durant toute l'interculture.



Les plans d'épandage soumis à autorisation et à étude d'impact ou d'incidence ne sont pas concernés par ce cas particulier.

Les effluents peu chargés sont définis dans l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié comme les effluents issus d'un traitement d'effluents bruts et ayant une quantité d'azote inférieure à 0,5 kg/m³. Selon les indications de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en l'absence de connaissance des critères C/N, Nmin/Ntot et ISMO permettant de les classer par type, les effluents peu chargés doivent être considérés comme fertilisants azotés de type II.

Tableau 6 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO pour un apport pendant la période d'interdiction ^{11 12}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe Nmin/Ntot (%)	Dose MAXIMALE Ntot (kgN/ha) respect plafond PAN pour un apport dans la période d'interdiction	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN pour un apport dans la période d'interdiction
	<=8	<=20	44	Calculer : dose maximum Ntot / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	29	
	>8 ; <=10	<=20	57	
	>8 ; <=10	>40	33	
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	57	
	>10 ; <=20	>40	33	
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle	
	>20	<=20		

¹¹ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

¹² Les doses maximales Ntot indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

2. Couverts d'interculture exportés avec calcul de la dose prévisionnelle : possibilité d'apport minéral de type III

L'apport minéral de type III est autorisé sur les couverts d'interculture exportés dans les cas où il est possible de calculer la dose prévisionnelle d'azote pour la culture ou le mélange implanté en couvert (c'est-à-dire si des références opérationnelles sont disponibles).

Dans ce cas :

- si la dose calculée est inférieure au plafond fixé dans le programme d'actions régional nitrates en vigueur, c'est cette dose calculée qui s'applique ;
- si la dose calculée est supérieure au plafond fixé dans le programme d'actions régional nitrates en vigueur, c'est ce plafond qui s'applique.

Ces valeurs plafonds s'entendent en cumulant les apports organiques et minéraux.

Un calcul précis doit être réalisé en se référant aux annexes 2 (méthode bilan) et 3 (méthode pivot) et en prenant en compte un objectif de rendement adapté aux couverts d'interculture.

Couvert d'interculture	Période de culture	Type d'apport de fertilisant azoté	Principe de calcul de la dose d'azote
CIE de type fourrager (ray-grass d'Italie, méteil...) CIVE d'hiver	Semis en fin d'été ou début d'automne et récoltes au début du printemps	Type III possible Types I et II possibles : calcul selon annexe 5	Bilan de type prairie ou Bilan de type céréales à paille avec : - Lorsque les céréales sont récoltées immatures , le besoin retenu est : $b = 2 \text{ kgN/q}$ (soit 2/3 des besoins en mature) - Dans le cas d'un mélange graminées / légumineuses, le besoin retenu est celui des espèces non fixatrices d'azote calculé au <i>pro rata</i> du semis (en nombre de graines). Exemple : seigle 90 % + vesce 10 % besoin du mélange : $b = 2 \times 0.9 = 1,8 \text{ kgN/q}$. Le pourcentage peut être adapté avec une mesure en sortie d'hiver.
CIVE d'été / sorgho-maïs fourrage en récolte « plante entière »	Semis en été et récoltes en début d'automne	Type III possible Types I et II possibles avant semis : calcul selon annexe 5	Bilan de type prairie ou maïs-sorgho

Annexe 4.4 :

Autres cultures

Dose plafond

1. Arboriculture et vigne

Culture	Dose plafond (kgN/ha)
Pommiers	100
Arboriculture (hors noyers, kiwis et pommiers)	120
Petits fruits : cassis, framboises, myrtilles, groseilles...	120

Source : GREN Aquitaine, Limousin et Poitou-Charentes

Cas particulier des vignes :

Certaines vignes ne reçoivent pas d'azote tous les ans. De ce fait, il est possible de raisonner sur trois ans mais avec un plafond d'azote minéral à l'année :

- Dose plafond annuelle d'azote apporté sous forme minérale (y compris la part minérale des engrais organo-minéraux) : 80 kgN/ha
- Dose plafond sur trois ans d'azote total efficace (minéral + organique) : 240 kgN/ha.

(Source : GREN Poitou-Charentes).

2. Plantes à parfum, aromatiques et médicinales

Espèce	Dose plafond (kgN/ha/an)
Pavot - œillette	100
Sauge sarclée	60
Basilic	180
Camomille romaine	60
Chardon Marie	60
Coriandre	140
Estragon	150
Ginkgo	180
Menthe poivrée	260
Persil	320
Thym	160
Aneth	120
Cerfeuil	200
Ciboulette	300
Fenugrec	40
Mélisse officinale	200

Espèce	Dose plafond (kgN/ha/an)
Origan sp	140
Psyllium	60
Romarin	100

Source : ITEIPMAI 2012

3. Cultures porte-graines

La présente annexe concerne les cultures porte-graines pour lesquelles la méthode du bilan n'est pas opérationnelle. Les cultures porte-graines pour lesquelles il existe une méthode du bilan opérationnelle sont mentionnées dans l'annexe 2.6.

Culture	Dose plafond (kgN/ha)
Pâturin des prés	80
Ciboule	90
Choux potager – choux fourrager	125
Courge – courgette	120
Concombre	120
Cornichon	120
Melon	120
Citrouille – pâtisson	120

Source : FNMAS 2012

4. Chanvre

Sur le chanvre, la dose totale d'azote efficace prévisionnelle est plafonnée à **120 kg N/ha**.

5. Sarrasin

Sur le sarrasin, la dose totale d'azote efficace prévisionnelle est plafonnée à **50 kgN/ha**.
(Source *GREN Bretagne 2023*).

6. Autres cultures

Pour les cultures non mentionnées dans les annexes 2, 3 et 4 de l'arrêté référentiel, la dose totale d'azote efficace prévisionnelle est plafonnée à **210 kg N/ha**.

Annexe 5 :

Valeurs de référence des principaux FERTILISANTS ORGANIQUES

Les références de cette annexe sont à utiliser pour toutes les cultures :

La valeur fertilisante d'un apport organique est calculée en tenant compte de la quantité de matière épanchée, de sa teneur en azote et du coefficient d'équivalence à un engrais minéral (Keq).

Xa : Fourniture d'azote par les produits résiduaux organiques (PRO)

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

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épanché par hectare (en t/ha ou m³/ha)

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Npro : Des valeurs guides de **teneur en azote** sont indiquées dans les tableaux suivants. L'analyse des matières organiques épanchées est cependant préférable, en prenant soin de réaliser l'échantillonnage de façon représentative du lot à épancher.

Les valeurs peuvent être adaptées dans les conditions décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

Pour la détermination de la teneur en azote de l'effluent **Npro**, le GREN priorise les résultats d'analyses réalisées par l'exploitant.

Le GREN recommande la réalisation d'analyses si la fertilisation azotée avec des PRO représente 50 % et plus de la fertilisation totale des cultures, dès lors que ces analyses ont une justification en raison d'une variabilité des teneurs en azote *a priori* importante, par exemple lorsque plusieurs effluents sont mélangés ou encore lors de l'utilisation de produits compostés.

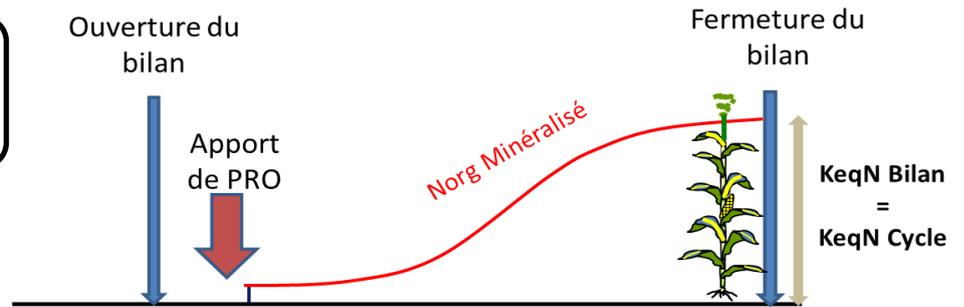
Le coefficient d'équivalence Keq varie en fonction du type de matière organique, de la culture réceptrice et de la période d'apport (le mode d'apport peut également modifier le Keq). Les valeurs indiquées sont des moyennes.

Les valeurs peuvent être adaptées dans les conditions décrites dans l'article 6 de l'arrêté préfectoral.

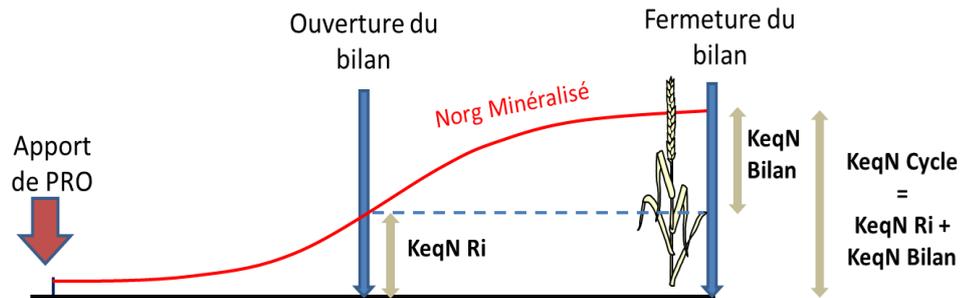
Quel coefficient d'équivalence (Keq) utiliser ?

Le coefficient d'équivalence **Keq** est différent selon qu'il est calculé pour l'ensemble du cycle cultural (**Keq cycle**) ou uniquement pour une partie de ce cycle (**Keq bilan** ou **Keq Ri**). Il est fonction de la date d'apport des produits résiduaux organiques par rapport à la date d'ouverture du bilan.

Cas 1 : Apport d'azote organique après ouverture du bilan (ex : apport de printemps)



Cas 2 : Apport d'azote organique avant ouverture du bilan (ex : apport d'automne)



Par défaut, les valeurs des N_{pro} et des différents Keq utilisés dans les calculs sont données dans les tableaux suivants à titre indicatif.

En l'absence de référence pour un PRO épandu et en l'absence de mesure ou de modélisation spécifique au fertilisant utilisé, déterminer un Keq en se basant sur des PRO proches dans la liste fournie par la présente annexe.

S'assurer que les apports sont autorisés pour le type de fertilisant utilisé, la période, la culture, l'interculture ainsi que le secteur géographique selon le calendrier d'interdiction d'épandage en zones vulnérables.

Pour des engrais organiques non cités dans les tableaux suivants, se référer aux données du fabricant concernant :

- La teneur en azote du produit : étiquette de composition du produit ou contrat de commercialisation ou plan d'épandage.
- Le coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq) : soit il est précisé pour le produit, soit il est à calculer en fonction des indications données par le fabricant.

Note : dans les tableaux suivants, les teneurs en azote des fertilisants organiques sont exprimées :

- En kg d'azote par tonne (kgN/t) pour les produits solides ;
- En kg d'azote par mètre-cube (kgN/m³) pour les produits liquides.

Origine	Type de produit	Teneur (kgN/t ou kg/m3)	Nature	CULTURES D'AUTOMNE									CULTURES DE PRINTEMPS									PRAIRIES		AUTRES CULTURES	
				CÉRÉALES À PAILLE						COLZA			MAÏS, SORGHO, TABAC									apports d'automne	apports de printemps	apports d'automne	apports de printemps
				apports de fin d'été			apports d'automne			apports de printemps	apport de fin d'été ou d'automne		apport après ouverture du bilan	apports de fin d'été			apports d'automne			apports de printemps					
				Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq	Keq	Keq	Keq	
Boues	Boues urbaines compostées	8	solide	0,11	0	0,11	0,09	0	0,09	0,08	0,1	nr	0,1	0,11	0	0,11	0,11	0	0,11	0,1	0,04	0,04	0,1	0,1	
	Boues urbaines pâteuses (20 % MS)	10	solide	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,1	nr	0,3	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,15	0,35	0,25	0,3	
	Boues urbaines liquides	3	liquide	0,53	0	0,53	0,51	0	0,51	0,51	0,2	nr	0,5	0,53	0	0,53	0,53	0	0,53	0,51	0,15	0,25	0,2	0,5	
Bovins	Composts de fumier de bovins	8	solide	0,05	0	0,05	0	0	0	0	0,12	0,2	0,2	0,05	0	0,05	0,05	0	0,05	0,05	0,04	0,04	0,15	0,2	
	Fumiers de bovins compacts de pente paillée	4,9	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	0,2	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins compacts d'étable entravée	5,3	solide	0,4	0,05	0,45	0,35	0,05	0,4	0,35	0,1	0,2	0,3	0,44	0,05	0,49	0,4	0,05	0,45	0,39	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins mous de logettes	5,1	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	0,2	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins très compacts de litière accumulée	5,8	solide	0,26	0,05	0,31	0,21	0,1	0,31	0,19	0,1	0,2	0,3	0,31	0,05	0,36	0,26	0,1	0,36	0,23	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins compact de pente paillée	4,9	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	0,2	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins mous de raclage	4,5	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,2	0,3	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,35	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins mixtes (CORPEN)	5,5	solide	0,4	0,05	0,45	0,35	0,05	0,4	0,35	0,1	0,2	0,3	0,44	0,05	0,49	0,4	0,05	0,45	0,39	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Lisiers de bovins (dilué en système couvert)	2,7	liquide	0,5	0,05	0,55	0,49	0,05	0,54	0,46	0,15	0,4	0,5	0,54	0,05	0,59	0,5	0,05	0,55	0,49	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de bovins (pur en système couvert)	4	liquide	0,5	0,05	0,55	0,49	0,05	0,54	0,46	0,15	0,4	0,5	0,54	0,05	0,59	0,5	0,05	0,55	0,49	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de bovins (très dilué en système non couvert)	1,6	liquide	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,15	0,4	0,5	0,25	0,05	0,3	0,2	0,1	0,3	0,15	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de veaux dilués	2	liquide	0,64	0	0,64	0,63	0	0,63	0,63	0,15	nr	0,5	0,65	0	0,65	0,64	0	0,64	0,63	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de veaux purs (CORPEN)	2,86	liquide	0,64	0	0,64	0,63	0	0,63	0,63	0,15	nr	0,5	0,65	0	0,65	0,64	0	0,64	0,63	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Purins de bovins dilués	0,4	liquide	0,55	0,05	0,6	0,53	0,05	0,58	0,53	0,1	nr	0,5	0,56	0	0,56	0,55	0,05	0,6	0,53	0,15	0,45	0,2	0,5	
Purins de bovins purs	3	liquide	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	nr	0,5	0,25	0,05	0,3	0,2	0,1	0,3	0,15	0,15	0,45	0,2	0,5		
Caprin	Fumiers de caprins	6,1	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	nr	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
Ovins	Fumiers d'ovins 30 % MS	6,7	solide	0,34	0,05	0,39	0,29	0,05	0,34	0,29	0,1	nr	0,3	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,3	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers d'ovins (CORPEN)	10,8	solide	0,34	0,05	0,39	0,29	0,05	0,34	0,29	0,1	nr	0,3	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,3	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Lisiers d'ovins	7,7	liquide	0,53	0,05	0,58	0,51	0,05	0,56	0,51	0,15	nr	0,5	0,55	0,05	0,6	0,51	0,05	0,56	0,51	0,15	0,35	0,2	0,5	
CORPEN : Comité d'orientation pour la réduction de la pollution des eaux par les nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires provenant des activités agricoles.																									
MS : matière sèche																									
nr : non référencé																									
Attention, ces situations ne sont pas recommandées et peuvent être interdites car elles présentent des risques de lixiviation importants : se référer au calendrier d'interdiction d'épandage																									

Origine	Type de produit	Teneur (kgN/t ou kg/m3)	Nature	CULTURES D'AUTOMNE									CULTURES DE PRINTEMPS									PRAIRIES		AUTRES CULTURES	
				CÉRÉALES À PAILLE						COLZA			MAÏS, SORGHO, TABAC									apports d'automne	apports de printemps	apports d'automne	apports de printemps
				apports de fin d'été			apports d'automne			apports de printemps	apport de fin d'été ou d'automne		apports de fin d'été			apports d'automne			apports de printemps						
				Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq	Keq	Keq	Keq	
Volailles	Fientes de poules déshydratées (CORPEN)	20	solide	0,5	0	0,5	0,49	0	0,49	0,49	0,05	nr	0,6	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,15	0,45	0,3	0,6	
	Fientes de poules pondeuses (10 % MS)	6,8	solide	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,05	nr	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,6	
	Fientes de poules pondeuses (humides 25 % MS)	15	solide	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,05	nr	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,6	
	Fientes de poules pondeuses (pré-séchées sur tapis 40 % MS)	22	solide	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,05	nr	0,6	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,15	0,45	0,3	0,6	
	Fientes de poules pondeuses (séchées en fosse profonde 80 % MS)	30	solide	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,5	0,05	nr	0,6	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,15	0,45	0,3	0,6	
	Fientes de poules pondeuses (séchées sous hangar 80 % MS)	40	solide	0,5	0	0,5	0,49	0	0,49	0,49	0,05	nr	0,6	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,15	0,45	0,3	0,6	
	Fumiers de dindes, à la sortie du bâtiment	27	solide	0,45	0	0,45	0,4	0,05	0,45	0,39	0,2	0,55	0,5	0,49	0	0,49	0,45	0,05	0,5	0,44	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de dindes, après stockage en conditions sèches	25	solide	0,44	0,05	0,49	0,39	0,05	0,44	0,36	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,4	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de dindes, après stockage en conditions humides	21	solide	0,44	0,05	0,49	0,39	0,05	0,44	0,36	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,4	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de pintades, à la sortie du bâtiment	32	solide	0,44	0	0,44	0,4	0,05	0,45	0,38	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,43	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de pintades, après stockage en conditions sèches	29	solide	0,44	0	0,44	0,4	0,05	0,45	0,38	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,43	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de pintades, après stockage en conditions humides	24	solide	0,44	0	0,44	0,4	0,05	0,45	0,38	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,43	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de poulets de chair, à la sortie du bâtiment	29	solide	0,43	0,05	0,48	0,38	0,05	0,43	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,43	0,05	0,48	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de poulets de chair, après stockage en conditions sèches	26	solide	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,41	0,05	0,46	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de poulets de chair, après stockage en conditions humides	22	solide	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,41	0,05	0,46	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers autres volailles de chair industrielles, stockage en conditions humides	22	solide	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,41	0,05	0,46	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de poulets label, à la sortie du bâtiment	20	solide	0,43	0,05	0,48	0,38	0,05	0,43	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,43	0,05	0,48	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de poulets label, après stockage en conditions sèches	18	solide	0,6	0	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0,2	0,55	0,5	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de poulets label, après stockage en conditions humides	12	solide	0,6	0	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0,2	0,55	0,5	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers autres volailles de chair industrielles (CORPEN)	29	solide	0,6	0	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0,2	0,55	0,5	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Fumiers de canards prêt à gaver	5	solide	0,45	0	0,45	0,41	0,05	0,46	0,4	0,2	0,55	0,5	0,49	0	0,49	0,45	0,05	0,5	0,44	0,15	0,45	0,3	0,5	
	Lisiers de pondeuses (10 % MS)	6,8	liquide	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,05	nr	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,6	
	Lisiers de canards	2,5	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6	
Lisiers de canards (10 % MS)	4,4	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6		
Lisiers de canards (10 à 15 % MS)	5,9	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6		
Lisiers de canards (> 15 % MS)	8,6	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6		

CORPEN : Comité d'orientation pour la réduction de la pollution des eaux par les nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires provenant des activités agricoles.

MS : matière sèche

nr : non référencé

Attention, ces situations ne sont pas recommandées et peuvent être interdites car elles présentent des risques de lixiviation importants : se référer au calendrier d'interdiction d'épandage

Origine	Type de produit	Teneur (kgN/t ou kg/m3)	Nature	CULTURES D'AUTOMNE										CULTURES DE PRINTEMPS							PRAIRIES		AUTRES CULTURES				
				CÉRÉALES À PAILLE									COLZA			MAÏS, SORGHO, TABAC							apports d'automne	apports de printemps	apports d'automne	apports de printemps	
				apports de fin d'été			apports d'automne			apports de printemps			apport de fin d'été ou d'automne		apport après ouverture du bilan		apports de fin d'été			apports d'automne							apports de printemps
				Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq bilan	Keq cycle	Keq bilan = Keq cycle	Keq	Keq	Keq	Keq
Porcins	Fumiers de porcs de litière accumulée (32,9 % de MS) (ITP)	7,2	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,35	0,4	0,4	0,05	0,45	0,36	0,05	0,41	0,34	0,15	0,25	0,2	0,4			
	Fumiers de porcs de litière raclée (ITP)	9,1	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,35	0,4	0,4	0,05	0,45	0,36	0,05	0,41	0,34	0,15	0,25	0,2	0,4			
	Fumiers de porcs (CORPEN)	4,1	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,35	0,4	0,4	0,05	0,45	0,36	0,05	0,41	0,34	0,15	0,25	0,2	0,4			
	Lisiers de porcelets post-sevrage (ITP)	5,7	liquide	0,46	0,05	0,51	0,44	0,05	0,49	0,43	0,05	nr	0,6	0,5	0,05	0,55	0,46	0,05	0,51	0,45	0,15	0,45	0,3	0,6			
	Lisiers de porcs en finition (prélèvement sous caillebotis) (ITP)	7,9	liquide	0,53	0,05	0,58	0,51	0,05	0,56	0,51	0,05	nr	0,6	0,55	0,05	0,6	0,51	0,05	0,56	0,51	0,15	0,45	0,3	0,6			
	Lisiers de porcs mixte (prélèvement en fosse extérieure) (Arvalis)	4	liquide	0,56	0	0,56	0,56	0,05	0,61	0,55	0,05	nr	0,6	0,59	0	0,59	0,56	0,05	0,61	0,56	0,15	0,45	0,3	0,6			
	Lisiers de porcs mixte (prélèvement en fosse extérieure) (ITP)	4,3	liquide	0,56	0	0,56	0,56	0,05	0,61	0,55	0,05	nr	0,6	0,59	0	0,59	0,56	0,05	0,61	0,56	0,15	0,45	0,3	0,6			
	Lisiers de porcs (CORPEN)	5	liquide	0,56	0	0,56	0,56	0,05	0,61	0,55	0,05	nr	0,6	0,59	0	0,59	0,56	0,05	0,61	0,56	0,15	0,45	0,3	0,6			
	Lisiers de truies gestantes (ITP)	2,8	liquide	0,59	0	0,59	0,59	0	0,59	0,59	0,05	nr	0,6	0,63	0	0,63	0,59	0	0,59	0,59	0,15	0,45	0,3	0,6			
	Lisiers de truies allaitantes et leur portée (ITP)	3,5	liquide	0,51	0,05	0,56	0,49	0,05	0,54	0,49	0,05	nr	0,6	0,54	0,05	0,59	0,51	0,05	0,56	0,5	0,15	0,45	0,3	0,6			
Lapins	Fumiers de lapins	7	solide	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert			
	Lisiers de lapins	9	liquide	0,35	0,05	0,4	0,3	0,05	0,35	0,29	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,31	0,15	0,45	dire d'expert	dire d'expert			
Chevaux	Fumiers frais de chevaux	8,2	solide	0,34	0,05	0,39	0,29	0,05	0,34	0,29	0,1	nr	0,3	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,31	0,15	0,25	0,2	0,3			
Produit Sud-Ouest	Effluents viticoles	0,1	liquide	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0,1	nr	0,5	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0,15	0,35	0,2	0,5			
	Effluents prunicoles	0,02	liquide	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0,1	nr	0,5	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0,2	0,5			
				CORPEN : Comité d'orientation pour la réduction de la pollution des eaux par les nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires provenant des activités agricoles.																							
				ITP : Institut technique du porc																							
				MS : matière sèche																							
				nr : non référencé																							
				ng : négligeable																							
				Attention, ces situations ne sont pas recommandées et peuvent être interdites car elles présentent des risques de lixiviation importants : se référer au calendrier d'interdiction d'épandage																							

ANNEXE 6 :

Préconisations pour réaliser des campagnes de mesures de reliquat en sortie d'hiver (RSH)

Le reliquat d'azote en sortie d'hiver (RSH) représente **le point de départ du bilan de l'azote dans la méthode du bilan**. Le RSH est également une des méthodes d'évaluation du **poste « quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan » (Ri) de l'équation de calcul** la dose totale d'azote à apporter à la culture.

Les analyses d'azote minéral (azote nitrique et azote ammoniacal) du sol ont pour objectif de donner une image aussi fiable que possible des quantités d'azote présentes dans le sol à un moment donné et rapidement disponible pour la plante. Pour assurer la fiabilité des mesures, un certain nombre de précautions doivent être prises concernant le prélèvement, l'échantillonnage au champ et le transport des échantillons au laboratoire.

La mesure de l'azote dans le sol à la sortie de l'hiver contribue à l'ajustement du niveau de fertilisation azotée sur les cultures d'hiver et de printemps. Le niveau d'azote présent dans le sol à cette période est surtout fonction de la pluviométrie hivernale (zone plus ou moins arrosée), du type de sol et de la pression de fertilisation organique et minérale sur la parcelle.

1. Période et conditions de réalisation des prélèvements

a) Principe

Le RSH doit être mesuré à la **fin du lessivage** des pluies de l'automne-hiver, c'est-à-dire généralement entre fin février et début mars. Le prélèvement doit être fait sur un **sol ressuyé**.

b) Précisions

Pour des questions de fertilisation des céréales au tallage et en raison du grand nombre de prélèvements à réaliser, la période de prélèvement peut commencer à la fin du mois de janvier. Pour ces parcelles analysées au début de la campagne, il sera nécessaire de corriger le niveau de RSH en fonction des pluies de fin janvier et de février.

En période pluvieuse, intervenir seulement 2 à 3 jours (selon les sols) après un épisode pluvieux.

Pour les cultures de printemps, réaliser les prélèvements de préférence avant le travail du sol précédant l'implantation de la culture.

Pour un travail de qualité :

- **ne jamais prélever sur un sol gelé, enneigé ou sous la pluie,**
- **toujours prélever avant tout apport azoté.**

2. Matériel et accessoires nécessaires

- **Tarière** : dans tous les cas, la tarière sera graduée avec un adhésif couleur tous les 30 cm ou marquée dans la masse afin d'identifier les différents horizons.
- **Seaux** : pour éviter toute erreur d'identification entre les horizons, utiliser des seaux différenciés pour référencer les différents niveaux de prélèvements (0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm). Veiller à ce que les seaux soient **propres** et surtout qu'ils n'aient **pas contenu un engrais ou un concentré azoté**.
- **Couteau** : pour décoller la terre de chaque côté de la tarière et nettoyer la carotte de terre.
- **Quantité de terre** : pour le prélèvement, utiliser un récipient d'une contenance d'environ 100 grammes de terre.
- **Sachets d'échantillonnage**.
- **Glacière et pains de glace** : pour le stockage des échantillons du champ au laboratoire ou congelés

rapidement.

- **Fiche de renseignements « parcelle » du laboratoire** : indispensable pour pouvoir interpréter le niveau de reliquat d'azote en particulier la fertilisation réalisée et les précédents culturaux.

3. Zone de prélèvements

Prélever dans une zone homogène d'environ 2 000 m² (50 x 40 m), relativement plane et représentative de la parcelle. **Éviter impérativement les bas de pente, l'emplacement des anciens tas de fumier, des talus et l'entrée du champ.**

Joindre à la feuille de renseignements un plan sommaire de la parcelle et de la zone de prélèvement.

4. Méthode de prélèvement

L'idéal est de prélever **sur toute la profondeur d'enracinement** de la culture considérée, par horizon de 30 cm. Dans tous les cas, le prélèvement doit être fait sur **au moins deux horizons (60 cm)**.

Si le prélèvement sur au moins deux horizons n'est pas possible, la mesure du RSH n'est pas pertinente. Dans ce cas, utiliser des références locales annuelles (cf. article 8) pour déterminer la quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri).

En cas de sols très profonds (plateaux limoneux), prélever jusqu'à 120 cm, ce qui correspond à la profondeur d'enracinement potentielle d'un blé.

Pour chaque horizon, l'échantillon sera constitué par un minimum de 12 à 16 sondages ou « carottes ».

Deux méthodes :

- Soit prélever sur une diagonale tous les 5 m de façon à bien prendre en compte la variabilité des pratiques de fertilisation et notamment celles liées aux épandages de déjections animales,
- Soit prélever dans un cercle de 15 à 20 m de diamètre, autour d'un point de référence repéré par ses coordonnées Lambert.

Prélever sur toute la profondeur du sol par couche de 30 cm. A chaque sondage :

- Retirer la terre qui se trouve à l'extérieur de la carotte en grattant les bords avec un couteau et supprimer les 2 cm ou plus de terre de la partie supérieure suivant la situation, afin d'éviter toute contamination d'un horizon à l'autre,
- Nettoyer le trou de prélèvements et la tarière.

5. Conservation des échantillons

Dès le prélèvement réalisé et les carottes mélangées, l'échantillon évolue très rapidement à température ambiante. Sans précautions particulières, la quantité d'azote nitrique et ammoniacal est susceptible d'évoluer rapidement en 24 heures. **Placer impérativement les échantillons dans une glacière avec pains de glace dès la constitution des échantillons au champ.**

Pour l'acheminement des échantillons du champ au laboratoire, trois possibilités sont envisageables :

- Soit apporter les échantillons au laboratoire le jour même du prélèvement,
- Soit les mettre au réfrigérateur à 4 °C, maximum 48 heures,
- Soit les congeler pendant au maximum 15 jours.

La congélation doit être rapide. L'échantillon doit parvenir congelé au laboratoire. Si celui-ci est éloigné, utiliser une caisse isotherme ou une glacière.

Sources : Chambre d'agriculture d'Aquitaine (Julien Michau et Patrice Mahieu), Chambre d'agriculture de Bretagne, INRA et Arvalis

ANNEXE 7 : Types de sols

	Nom vernaculaire	Classes de réserve utile possibles			Texture de surface	pH	Cailloux
		RU faible	RU moyenne	RU élevée			
Argilo-calcaire	Groies superficielle, moyenne et profonde, argileuse	<80 mm	de 80 à 120	>120 mm	Arg	>7	Cx Calcaire
	Aubues, champagnes, tuffeau				LAS/A	>7	Cx de Craie
Sols sableux	Sols sableux	<80 mm	de 80 à 120	Non concerné	S/SL	<7	Gravier de
	Doucins sableux hydromorphes				S/SL	<7	
	Podzols (sables noirs et sables blancs)				S/SL	<5	
Sols de fond de vallées	Marais tourbeux ou fond de vallée	Non observé	de 80 120 mm	>120 mm	Arg	acide	
Terres noires	Touyas, terres noires de vallées				Arg	neutre ou >7	
Sols de marais argileux sodiques	Marais argileux	Non concerné	de 80 à 120 mm	>120 mm	Arg	>7	
Sols Limoneux	Terres rouges à châtaigniers	<80 mm	de 80 à 120	>120 mm	Arg	neutre	Cx et graviers
	Bornais, limons				L/LA	<7	Cx et graviers
	Sols limono-argileux à argilo-limoneux, doucins limoneux				L/LA		
	Limons sur schistes ou gneiss				LA	<7	Cx de schistes
Sols de terrasses de vallées	Sols de terrasses de vallées	<80 mm	de 80 à 120	>120 mm	SL/LS	<7	Gravier de quartz
	Alluvions, colluvions, alluvions hydromorphes, colluvions hydromorphes				SL/LS	<7 voire neutre	Gravier de quartz
	Alluvions sableuses et caillouteuses, boubènes				SL	<7	Gravier de quartz
Sols sur granite	Sable sur granite, sables limoneux	<80 mm	de 80 à 120	>120 mm	LS/SL	<7	Cx de granite et Qtz
Sols argileux à sablo argileux	Argile à silex, brandes, doucins argileux, terreforts, palus, coteaux molassiques du piémont pyrénéen, silex, galets...)	< 80 mm	de 80 à 120	>120 mm	L/A	<7	Cx de silex

ANNEXE 8 :

Éviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux. Il est fait dans les conditions d'efficacité maximale de l'engrais azoté. Ce sont les pratiques culturales qui doivent préserver ce potentiel d'efficacité.

Ainsi, les **pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté** (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées :

- 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 ou un désherbinage superficiel (moindre efficacité).
- 3) **Sur cultures d'hiver ou céréales de printemps, avec apport en végétation** : épandre peu avant un épisode pluvieux prévu ou déclencher une irrigation de 10 à 15 mm 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 à 30 % de l'azote apporté. Lors d'une période sèche se prolongeant, on pourra choisir d'apporter une dose réduite d'azote afin de minimiser les risques de pertes tout en permettant une mise à disposition minimale à la moindre condition favorable.

Épandre de préférence en soirée afin d'éviter les conditions très favorables à la volatilisation de la journée et, en cas d'utilisation d'une solution azotée, de limiter les brûlures du feuillage.

- 4) **En sol à pH élevé (pH > 7,5)**, pour réduire d'une part le risque de pénaliser le rendement et la qualité et d'autre part l'impact environnemental, ~~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).

Le COMIFER et le RMT Bouclage ont construit une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité des apports d'azote minéral, accessible sur le site du COMIFER : https://comifer.asso.fr/wp-content/uploads/2015/03/Grille_defficacite_des_apports_azotes_mineraux_Sept_2022.pdf

Il est préconisé d'utiliser cette grille à chaque apport. Elle sert pédagogiquement à évaluer le risque encouru pour des apports passés et à estimer les risques d'inefficacité d'un prochain apport. Ainsi cette grille permet de **caractériser les fenêtres optimales d'apport et de mettre en œuvre les bonnes pratiques agricoles pour une valorisation maximale des apports azotés.**

Cette grille ne doit en aucun cas être utilisée pour majorer les doses prévisionnelles.