

**Arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre
de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Hauts-de-France**

Le préfet de la région Hauts-de-France,
préfet de la zone de défense et de sécurité Nord,
préfet du Nord,
chevalier de la Légion d'honneur,
officier de l'ordre national du Mérite,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles R.211-80 et suivants ;

Vu le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État ;

Vu le décret du 17 janvier 2024 du ministre de l'intérieur et des outre-mer portant nomination de monsieur Bertrand GAUME, en qualité de préfet de la région Hauts-de-France, préfet de la zone de défense et de sécurité Nord, préfet du Nord ;

Vu les arrêtés interministériels des 30 janvier 2023 et 19 décembre 2011 relatifs au programme d'actions national (PAN) à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole ;

Vu l'arrêté interministériel du 20 décembre 2011 modifié portant composition, organisation et fonctionnement du groupe régional d'expertise « nitrates » pour le programme d'actions à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole ;

Vu l'arrêté préfectoral en date du 21 mars 2022 portant désignation des membres du groupe régional d'expertise « nitrates » pour la région Hauts-de-France ;

Vu l'arrêté préfectoral en date du 30 juillet 2024 établissant le programme d'actions régional en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole en Hauts-de-France ;

Vu les propositions du groupe régional d'expertise « nitrates » en date du 16 mai 2025 ;

Sur proposition du directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement des Hauts-de-France et du directeur régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt des Hauts-de-France;

ARRÊTE

Article 1^{er} : Objet

L'arrêté préfectoral du 25 octobre 2019 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de la fertilisation azotée pour la région Hauts-de-France est abrogé et remplacé par le présent arrêté.

Article 2 : Champ d'application

Le présent arrêté fixe le référentiel régional mentionné au b du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 30 janvier 2023 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole.

Ce référentiel permet de calculer, pour chaque îlot cultural situé dans les zones vulnérables de la région Hauts-de-France, la dose prévisionnelle d'azote à apporter. Selon la culture, le présent référentiel préconise l'utilisation de la méthode du bilan prévisionnel ou le recours à une dose plafond.

L'annexe n°1 liste les cultures présentes dans les zones vulnérables de la région Hauts-de-France, et indique pour chacune d'entre elles, la méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à utiliser.

Conformément à l'arrêté du 30 janvier 2023 susvisé, le calcul, pour chaque îlot cultural localisé en zone vulnérable, de la dose prévisionnelle selon les règles du présent arrêté et de ses annexes, est obligatoire pour tout apport de fertilisant azoté.

Le détail du calcul de la dose prévisionnelle n'est pas exigé pour les couverts végétaux d'interculture non exportés (CINE), ni pour les cultures principales recevant une quantité d'azote total inférieure à 50 kg par hectare.

Pour un couvert végétal d'interculture exporté (CIE), il est nécessairement exigé lorsque l'une des 3 conditions suivantes est remplie :

- en cas d'apport de fertilisant azoté de type III ;
- ou lorsque la quantité d'azote apportée est supérieure à la dose maximale autorisée sur un CINE ;
- ou en cas d'apports de fertilisants azotés sur un CIE encore en place en sortie d'hiver et implanté l'année précédente.

Sur un CINE, et avant son implantation, l'apport de fertilisants azotés minéraux est interdit.

Sur un CIE, et avant son implantation, dans les cas où le calcul de la dose prévisionnelle d'azote est exigé, si aucune écriture opérationnelle de la méthode du bilan prévisionnel n'est disponible ou applicable, les modalités alternatives de limitation, a priori, de la dose totale apportée, définies par le présent arrêté, ne doivent pas conduire à une dose prévisionnelle supérieure à 100 kg d'azote efficace par hectare.

La part de la minéralisation nette de l'azote organique des apports de fertilisants azotés organiques sur un couvert d'interculture implanté l'année précédente, ayant lieu après la date d'ouverture du bilan de la culture suivante, entre dans le calcul de la dose prévisionnelle de la culture suivante et ne doit pas conduire à un excédent de fourniture par rapport à ses besoins.

Article 3 : Cultures avec bilan prévisionnel

1° - L'équation et son paramétrage :

Les annexes n°2 à n°16 fixent l'écriture opérationnelle de la méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture selon la méthode du bilan prévisionnel d'azote qui s'applique pour les cultures concernées de la région Hauts-de-France (voir annexe n°1). Elles précisent également les valeurs par défaut nécessaires à son paramétrage.

2° - Détermination de l'objectif de rendement :

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 du référentiel établi 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 considérée, pour 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.

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. S'il manque une référence pour l'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 effectuer le calcul selon le paragraphe précédent, les valeurs de rendement par défaut figurant dans l'annexe n°3-2 du présent arrêté, sont utilisées en lieu et place de ces références.

De même, ces valeurs de rendement par défaut peuvent être utilisées s'il manque une ou plusieurs années de référence sur l'exploitation, dans ce cas, c'est la valeur du référentiel de l'annexe n°3-2 qui est choisie en remplacement de l'année ou des années manquantes afin de procéder à la moyenne selon la même méthode.

Pour les parcelles de production de semences de céréales hybrides (blé tendre, orge, seigle), compte tenu des caractéristiques particulières liées au processus d'hybridation, l'objectif de rendement devra être calculé selon les mêmes modalités que précédemment, en utilisant les rendements de la lignée mâle comme référence pour l'ensemble de la parcelle.

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

Le calcul de l'objectif de rendement n'est pas nécessaire dans le cas des cultures à besoins forfaitaires (annexes n°3-5 et n° 3-6) et les cultures à dose plafond (annexes n°18 et n°19).

3° - Prise en compte des autres apports d'azote :

- a) Les valeurs des reliquats d'azote disponible en sortie hiver dans les sols (voir annexe n°7 du présent arrêté), peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation, à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une analyse de reliquat azoté correspondant à l'îlot cultural considéré ou à un îlot présentant des caractéristiques comparables de sol et d'histoire culturale (voir également article 8) ;
- b) Les valeurs de fourniture d'azote par l'eau d'irrigation doivent être justifiées au niveau de chaque exploitation agricole soit :
 - par une analyse effectuée sur la ressource ;
 - ou par des résultats d'analyses sur la masse d'eau utilisée mis à disposition par un prestataire ou publiés par les organismes publics. La valeur utilisée doit correspondre au résultat disponible le plus récent.

En cas d'absence de référence locale sur la masse d'eau utilisée ou d'analyse spécifique de l'eau d'irrigation, la teneur en azote de celle-ci est fixée par défaut à 40 mg/l. Le tableau figurant à l'annexe n°15 permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée (en mm) et le nombre d'unités d'azote apportées.

4° - Bilan négatif et dose minimale :

Dès lors que le calcul du bilan donne un résultat nul ou négatif, aucune fertilisation azotée ne peut être apportée sur la culture. En cas de résultat du calcul non nul et inférieur à 30 kg d'azote par hectare, une dose d'azote de 30 kg/ha peut être épandue compte tenu des difficultés matérielles pour épandre de façon précise une dose inférieure à 30 kg/ha.

5° - Cas particulier des apports d'azote à l'automne sur culture de colza

Un apport d'un maximum de 30 unités d'azote supplémentaire sous forme minérale, en végétation à partir du stade « 4 feuilles » est possible entre le 1^{er} septembre et le 15 octobre, dans les situations où la disponibilité en azote du sol pendant l'automne est limitée, c'est-à-dire dans les cas où :

- Il n'est pas réalisé antérieurement d'apport de fertilisant azoté organique (de type 0, Ia, Ib et II) de plus de 30 unités d'azote efficace ;
- et le semis de colza est réalisé avant le 25 août ;
- et où au moins une des conditions suivantes est respectée :
 - implantation de colza après un précédent céréale à paille avec résidus de cultures enfouis et fréquence historique d'apport d'engrais organiques inférieure à une année sur 3 ;
 - ou sols à faibles disponibilités en azote.

Les sols à faible disponibilités en azote concernés par cet apport d'azote minéral supplémentaire de 30 unités, sont définis en annexe n°4 du présent arrêté.

Article 4 : Cultures à dose plafond

Pour les cultures non mentionnées à l'article 3 du présent arrêté, la dose annuelle d'azote prévisionnelle à apporter à la culture ne peut dépasser une dose plafond. Les annexes n°18 et n°19 fixent cette dose plafond, exprimée en azote équivalent minéral par hectare, pour chacune de ces cultures.

Pour les autres cultures non mentionnées dans les annexes n°3, n°18 et n°19, une dose maximale de 210 kg d'azote équivalent minéral par hectare ne doit pas être dépassée (« dose balai »).

Pour les cultures légumières en succession rapide (maraîchage), une dose cumulée maximale de 380 kg d'azote équivalent minéral par hectare ne doit pas être dépassée en cas de succession de 2 cultures sur la même parcelle durant la campagne culturale, et de 500 kg d'azote équivalent minéral par hectare en cas de succession de 3 cultures dans les mêmes conditions (même parcelle sur une campagne culturale).

Article 5 : Azote apporté par les fertilisants organiques et coefficient d'équivalence « engrais minéral »

La teneur moyenne en azote total des fertilisants organiques, les coefficients d'équivalence azote minéral des principaux produits organiques utilisés dans la région figurent en annexe n°13 du présent arrêté.

Pour ce qui est de la teneur moyenne en azote total des fertilisants organiques, elle peut être adaptée au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une ou des analyses représentatives et récentes (moins de 4 ans et conditions équivalentes de production) du fertilisant organique épandu. L'idéal est toutefois de disposer d'une analyse du produit au plus près de la date d'épandage.

Ce type d'analyse, indispensable pour les produits organiques non listés dans l'annexe n°13, est à la charge du producteur de fertilisants organiques. A défaut d'analyse, ou dans le cas de résultats aberrants, les valeurs des fournitures d'azote figurant en annexe n°13 du présent arrêté doivent être utilisées.

Le coefficient d'équivalence « engrais minéral » (ou K_{eq}) permet de déterminer les fournitures d'azote par les fertilisants organiques. Il correspond notamment à la proportion d'azote total du produit qui sera disponible pour la culture sur la période de réalisation du bilan. Ce coefficient dépend de la durée de présence au champ de la culture sur cette période et de la date d'apport du produit organique. Le coefficient d'équivalence peut également être adapté à la condition que le producteur du fertilisant organique apporte des éléments justificatifs (essais, cinétiques de minéralisation de l'azote...).

Article 6 : Azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver

L'arrêté du 30 janvier 2023 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, impose désormais, dans son annexe I, point I, des limitations d'épandage de fertilisants organiques sur les couverts d'interculture, ainsi que sur les prairies implantées depuis plus de 6 mois (dont prairies permanentes et luzerne), exprimées en azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH).

L'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver (ou APLSH) est défini comme la somme des quantités d'azote minéral et d'azote organique minéralisé contenu dans le fertilisant organique entre sa date d'apport et le 15 janvier assimilé à la sortie de l'hiver.

L'annexe n°14 du présent arrêté définit également le coefficient à utiliser pour le calcul de la dose totale d'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver pour les principaux produits organiques épandus dans la région.

Article 7 : Toutes cultures : Recours à des outils de calcul de la dose prévisionnelle

Pour les cultures relevant de l'article 3 du présent arrêté, les méthodes de calcul utilisées ne peuvent différer de celles figurant en annexes n°2 à n°16 qu'à la condition que l'exploitant utilise un outil de calcul de la dose prévisionnelle labellisé par le Comité français d'études et de développement de la fertilisation raisonnée (COMIFER). Ce Label Prev'N COMIFER a d'ailleurs pour objectif de garantir que les outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote respectent bien les principes de la méthode du bilan prévisionnel telle que développée par le COMIFER. La liste des outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote actuellement labellisés par le COMIFER figure en annexe n°21 du présent arrêté, elle est également téléchargeable sur le site internet du COMIFER.

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

De même, pour les cultures relevant de l'article 4, la dose prévisionnelle ne peut être supérieure à la dose plafond fixée par l'arrêté qu'à condition que l'exploitant utilise un outil de calcul de la dose prévisionnelle labellisé par le COMIFER.

Article 8 : Toutes exploitations : Obligations d'analyses

1° L'analyse de sol annuelle mentionnée au c) du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, obligatoire pour toute personne exploitant plus de 3 ha en zone vulnérable, doit concerner un îlot cultural comportant au moins l'une des 3 cultures principales exploitées en zone vulnérable. L'analyse concerne, selon l'écriture opérationnelle de la méthode du bilan d'azote prévisionnel, le reliquat azoté en sortie d'hiver sur la profondeur d'enracinement de la culture (ou la profondeur du sol si celle-ci est limitante pour l'enracinement des plantes). Les profondeurs à prendre en compte sont présentées en annexe n°4 du présent arrêté.

2° Pour les situations agronomiques (types de sols x précédents culturaux) non représentatives de l'analyse annuelle réalisée, l'agriculteur peut s'appuyer sur des synthèses de reliquats azotés sortie hiver réalisées par les organismes de développement agricole (chambres d'agriculture, instituts techniques...) ou d'autres sources (groupes d'agriculteurs type CETA, GEDA, groupe 30000, GIEE...) qui prennent en compte les résultats d'analyses locales disponibles. Dans tous les cas, les agriculteurs doivent être à même de justifier les valeurs des reliquats azotés sortie hiver retenues pour leurs parcelles.

3° Pour les situations dans lesquelles la mesure du reliquat azoté sortie hiver n'est pas nécessaire pour le calcul de la dose prévisionnelle (notamment les cultures visées à l'article 4 du présent arrêté), cette analyse peut être substituée par une analyse de terre comportant a minima les teneurs en carbone organique et en azote total du sol.

Pour les exploitations d'élevage qui ne possèdent que des prairies permanentes, l'analyse de reliquat azoté sortie hiver peut être substituée par une analyse de terre (comportant a minima la teneur en carbone organique du sol et en azote total du sol) ou une analyse d'herbe dont l'objectif est d'ajuster la fertilisation azotée le cas échéant (exemple : mesure de la biomasse par unité de surface et azote total).

Pour les deux situations précédentes, une seule analyse effectuée sur la durée totale du programme d'actions régional est suffisante.

Article 9 : Toutes exploitations : Outils de pilotage en cours de végétation

Conformément au 2° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, il est recommandé d'ajuster la dose totale prévisionnelle précédemment calculée au cours du cycle de la culture en fonction de l'état de croissance ou de nutrition azotée mesurée grâce à un outil de pilotage de la fertilisation permettant l'ajustement de la dose totale en cours de culture. Ces outils figurent en annexe n° 21 du présent arrêté.

Article 10 : Toutes exploitations : dépassement de la dose totale prévisionnelle

1° - Utilisation d'un outil de raisonnement dynamique ou de pilotage de la fertilisation :

Conformément au 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, tout apport d'azote réalisé supérieur à la dose prévisionnelle totale calculée selon les règles énoncées dans le présent arrêté doit être dûment justifié par l'utilisation d'un outil de raisonnement dynamique ou de pilotage de la fertilisation, ou par une quantité d'azote exportée par la culture supérieure à la dose prévisionnelle ou, dans le cas d'un accident cultural intervenu postérieurement au calcul de la dose prévisionnelle, par la description détaillée, dans le cahier d'enregistrement des pratiques, des événements survenus, précisant notamment leur nature et leur date. En cas d'utilisation d'un outil de raisonnement dynamique ou de pilotage, les justificatifs doivent être conservés et tenus à disposition en cas de contrôle.

2° - Pertes par volatilisation :

La prise en compte des pertes par volatilisation ammoniacale des engrais minéraux, potentiellement très variable, n'intervient pas a priori dans le calcul de la dose prévisionnelle d'azote. Il est d'ailleurs recommandé de chercher à réduire ces pertes en mettant en œuvre des pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté et qui sont décrites en annexe n°17 du présent arrêté.

Lorsqu'un engrais minéral azoté est apporté, en cours de culture, sans possibilité ni d'enfouissement ou incorporation, ni d'infiltration à la faveur de précipitations ou d'une irrigation, ou notamment lors de l'application de solution azotée ou d'urée, il est possible d'évaluer le risque de perte d'efficacité associée à cet apport, en utilisant la grille d'évaluation du risque de volatilisation ammoniacale figurant également à l'annexe n°17. Cette grille permet en effet de caractériser les fenêtres optimales d'apport et de mettre en œuvre les bonnes pratiques agricoles pour une valorisation maximale des apports azotés.

Ces pertes peuvent être prises en compte par les outils de pilotage de la fertilisation azotée en cours de végétation tels que mentionnés aux points 1°, 2° et 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 30 janvier 2023.

Article 11 : Toutes exploitations : Plan prévisionnel de fumure

L'annexe n° 20 du présent arrêté précise pour chaque culture en fonction des méthodes détaillées dans les annexes du présent arrêté, les contenus des rubriques du plan prévisionnel de fumure mentionné au IV de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé.

Le plan prévisionnel de fumure doit être établi pour chaque îlot cultural exploité en zone vulnérable, conformément à l'article 2 du présent arrêté, pour chaque campagne culturale et au plus tard le 15 mai.

Le plan de fumure doit être conservé durant au moins 5 campagnes et sur l'ensemble de la période sur laquelle s'effectue le calcul de l'objectif de rendement si cette dernière dépasse les cinq années.

Article 12 : Entrée en vigueur

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur à compter de sa date de publication au recueil des actes administratifs de la préfecture de la région Hauts-de-France.

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 et de la nécessité d'intégrer, le cas échéant, de nouvelles cultures.

Article 13 : Recours

Conformément aux dispositions des articles R421-1 et R421-5 du code de justice administrative, le présent arrêté peut faire l'objet d'un recours contentieux devant le tribunal administratif de Lille dans le délai de deux mois à compter de sa publication.

Tout litige résultant de l'exécution du présent arrêté est du ressort du tribunal administratif de Lille (5, rue Geoffroy Saint Hilaire - CS 62039 - 59014 Lille Cedex). Le tribunal peut être saisi par voie électronique en se rendant sur le site www.telerecours.fr.

Article 14 : Exécution

Le secrétaire général pour les affaires régionales des Hauts-de-France, le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement des Hauts-de-France, le directeur régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt des Hauts-de-France, les Préfets de l'Aisne, de l'Oise, du Pas-de-Calais et de la Somme, ainsi que le secrétaire général de la préfecture du Nord, 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 la région Hauts-de-France.

Fait à Lille, le 22 JUL. 2025

Bertrand GAUME

Sommaire des annexes

- Annexe n°1 : Méthode de calcul de la dose prévisionnelle à apporter pour chaque culture présente en zones vulnérables de la région Hauts-de-France.....p 9-10
- Annexe n°2 : Méthode de calcul du bilan prévisionnel.....p 11
- Annexe n°3 : Pf = Besoins en azote des cultures.....p 12
 - Annexe n°3-1 : Pf = Besoins proportionnels aux rendements des cultures.....p 13
 - Annexe n°3-2 : Rendements moyens de référence pour les cultures à besoins en azote proportionnels au rendement en région Hauts-de-France.....p 14
 - Annexe n°3-3 : Besoins en azote par unité de production pour les cultures de blé tendre, blé améliorant et blé dur.....p 15-16
 - Annexe n°3-4 : Cas des mélanges de cultures annuelles (hors fourrages et CIE).....p 17
 - Annexe n°3-5 : Pf = Besoins des cultures déterminés par des besoins forfaitaires.....p 18
 - Annexe n°3-6 : Besoins en azote de la pomme de terre.....p 19-20
- Annexe n°4 : Types de sols, groupes de cultures et profondeurs de sols utilisés dans les différentes annexes détaillant le bilan prévisionnel (annexes 2 à 15).....p 21-22
- Annexe n°5 : Rf = Azote restant dans le sol à la fermeture du bilan (après la culture).....p 23
- Annexe n°6 : Pi = Azote déjà absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (en sortie d'hiver).....p 24-25
- Annexe n°7 : Ri = Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan
.....(ou RSH = Reliquat d'azote minéral du sol en sortie d'Hiver).....p 26
- Annexe n°8 : L= Pertes par lixiviation (à déduire du Reliquat Sortie Hiver ou RSH).....p 27-28
- Annexe n°9 : Mh = Minéralisation nette de l'humus du sol.....p 29-30
- Annexe n°10 : Mr = Minéralisation des résidus de culture du précédent.....p 31-32
- Annexe n°11 : MrCi = Minéralisation nette des résidus des cultures intermédiaires.....p 33
- Annexe n°12 : Mhp = Minéralisation nette supplémentaire due aux retournements de prairies.....p 34
- Annexe n°13 : Xa = Effet direct des apports organiques.....p 35-37
- Annexe n°14 : Azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH) : coefficient à appliquer pour calculer la dose maximale de produits organiques à appliquer sur CIE, CINE, prairies et luzerne.....p 38-39
- Annexe n°15 : Nirr = Apport d'azote par l'eau d'irrigation.....p 40
- Annexe n°16 : Apport d'azote localisé au semis sur betterave.....p 40
- Annexe n°17 : Evaluation du risque de volatilisation ammoniacale des apports d'azote minéral.....p 41-42
- Annexe n°18 : Cultures à dose plafond d'azote annuelle (hors prairies et fourrages).....p 43-44
- Annexe n°19 : Doses plafond annuelles d'azote pour les prairies, fourrages
et couverts d'interculture exportés (CIE) à vocation fourragère.....p 45-46
- Annexe n°20 : Plan prévisionnel de fumure azotée (PPF) et cahier d'enregistrement des pratiques.....p 47
- Annexe n°21 : Liste des outils d'aide à la décision (OAD) pour la gestion de la fertilisation azotée
des culturesp 48-49

**Annexe n° 1 : Méthode de calcul de la dose prévisionnelle à apporter
pour chaque culture présente en zone vulnérable de la région Hauts-de-France**

Cultures	Méthode de calcul	
Grandes cultures avoine vêtue (hiver et printemps) blé dur d'hiver et printemps blé tendre d'hiver et de printemps betterave fourragère betterave sucrière colza d'hiver et de printemps épeautre lin oléagineux lin textile (y compris semences) maïs fourrage et ensilage maïs grain orge d'hiver et escourgeon orge de printemps pomme de terre seigle sorgho grain tournesol triticale	Bilan prévisionnel	Annexes <u>n° 2 à n°16</u>
Légumes d'industries chou brocoli d'industries' carotte (jeune, nantaise et grosse carotte) chou-fleur d'industries..... endive racines épinards haricots à écosser et demi-secs haricots verts navet industriel..... oignon blanc oignon de couleur pois de conserve, pois chiche..... salsifis et scorsonère	Bilan prévisionnel en général Dose plafond pour cette culture	Annexes <u>n°2 à n°16</u> Annexe <u>n°18</u>
Légumes maraîchage ail artichaut asperge aubergine bette potagère betterave potagère céleri branche céleri rave chicorée frisée chicorée scarole chou brocolis à jets chou blanc ou rouge chou de Bruxelles chou à choucroute chou-fleur chou de Milan concombre cornichon courgette cresson échalote épinards fève laitue lentilles mâche navet potager bottes petit pois pois chiche poireau poivron potiron, courge de plein champ radis tomate	Dose plafond pour cette culture Dose plafond pour ces cultures Doses plafond	Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u>
En légumes de maraîchage : Succession de 2 cultures sur une même parcelle Succession de 3 cultures sur une même parcelle	Dose plafond de 380 kg N/ha Dose plafond de 500 kg N/ha	Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u>

Couverts d'interculture exportés CIE d'hiver (dont couverts à vocation fourragère et CIVE) CIE d'été	Bilan prévisionnel ou dose plafond Dose plafond	Annexe <u>n°2 à n°16</u> ou <u>n°19</u> Annexe <u>n°19</u>
Fruits rouges cassis et myrtilles fraises framboises groseilles	Dose plafond	Annexe <u>n°18</u>
Vergers poires pommes à cidre pommes à couteaux prunes noix	Doses plafond	Annexe <u>n°18</u>
Vignes :	Doses plafond	Annexe <u>n°18</u>
<u>Prairies permanentes, temporaires et autres fourrages en culture principale</u>	Dose plafond	Annexe <u>n°19</u>
<u>Autres cultures :</u> Avoine nue..... cameline chanvre chicorée racine..... féverole houblon lupin miscanthus oeillette médicinale (ou pavot) pois protéagineux porte-graines : céréales, graminées, potagères silphie soja sorgho fourrager swithgrass tabac Burley et Virginie taillis à courte et à très courte rotation (TCR/TTTCR)	Dose plafond..... Dose plafond Dose plafond Bilan prévisionnel..... Dose plafond Dose plafond Dose plafond Dose plafond Dose plafond Dose plafond Dose plafond Dose plafond ou bilan prévisionnel..... Dose plafond Dose plafond Dose plafond Dose plafond Bilan prévisionnel Dose plafond	Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°2 à n°16</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Selon les cultures Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°18</u> Annexe <u>n°17</u> Annexes <u>n°2 à n°16</u> Annexe <u>n°18</u>
Toutes autres cultures	Dose balai de 210 kg/ha	Annexe <u>n°18</u>

Annexe n° 2 : Méthode de calcul du bilan prévisionnel

L'écriture opérationnelle retenue pour la région Hauts-de-France est la suivante :

$$X = Pf + Rf - Pi - Fass^{(1)} - (Ri - L) - Mh - Mr - MrCi - Mhp - Xa - Nirr$$

⁽¹⁾ Le poste Fass ne s'applique **que** pour les cultures de colza

X : Dose d'azote minéral à apporter

Pf : Besoins en azote de la culture

Rf : Reliquat d'azote minéral dans le sol à la récolte

Ri : Reliquat d'azote minéral du sol à l'ouverture du bilan (ou RSH : reliquat d'azote minéral dans le sol en sortie d'hiver)

L : Pertes par lixiviation (*à ne prendre en compte que si les reliquats sortie hiver sont effectivement mesurés par une analyse de sol*)

Pi : Azote déjà absorbé par la culture à l'ouverture du bilan

Fass : Dans le cas d'une culture de colza associée à des légumineuses, supplément de fourniture d'azote lié à la présence de légumineuses.

Mh : Minéralisation de l'humus du sol

Mr : Minéralisation des résidus de récolte ou de jachère précédente

MrCi : Minéralisation des résidus de cultures intermédiaires

Mhp : Minéralisation des résidus de prairie retournée ou arrière effet prairie

Xa : Contribution des apports organiques exprimée en valeur équivalente d'engrais minéral efficace

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

Le mode de calcul des différents postes du bilan est défini dans les annexes **n°3 à n°16**.

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kg N/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha, car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Cas particulier des couverts d'interculture exportés (CIE) dans le cadre de la méthode du bilan :

Pour les couverts d'interculture exportés, la dose plafond est dorénavant fixée à 100 kg N efficace/ha.

Néanmoins, il est possible de dépasser cette dose **à condition d'appliquer la méthode du bilan prévisionnel**.

Cette méthode n'est actuellement applicable que dans le cas des CIE d'hiver, dont notamment les couverts d'interculture à vocation énergétique (CIVE) d'hiver (c'est-à-dire des couverts de céréales cultivés en dérobés, semés en fin d'été-début d'automne et récoltés immatures au printemps de type seigle, escourgeon ou mélange seigle-triticales...).

Les valeurs à prendre en compte pour les différents postes du bilan sont précisées dans chacune des annexes se rapportant au bilan prévisionnel (annexes n°3 à 16).

Pour ces cultures, le plan prévisionnel de fumure pourra donc être réalisé, soit avec la dose plafond de 100 kg N efficace par ha, soit avec la méthode du bilan prévisionnel.

Dans le cas des CIE comportant des légumineuses (méteil fourrage) ou des CIE d'été (couverts d'interculture semés en fin de printemps ou pendant l'été et récoltés à l'automne), on appliquera les doses plafonds indiqués en annexe n°19.

Annexe n° 3 : Pf = Besoins en azote des cultures

Dans le cadre de la méthode du bilan prévisionnel présentée en annexe n°2, le poste **Pf** correspond aux besoins en azote de la culture. Les besoins en azote de la culture sont conditionnés par les objectifs de production d'un point de vue qualitatif et quantitatif.

Selon la nature de la culture concernée, deux méthodes de détermination des besoins :

- **prendre en compte un objectif de rendement** (annexe n°3-1)
- **utiliser directement un besoin d'azote par unité de surface** (annexes n°3-5 et n°3-6)

Pour rappel, la liste des cultures présentes en région Hauts-de-France figure en annexe n°1.

Conformément au 2° de l'article 2 du présent arrêté, pour les cultures dont les besoins sont proportionnels à l'objectif de rendement, lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, les valeurs de rendement par défaut figurant **dans l'annexe n° 3-2** du présent arrêté, sont utilisées en lieu et place de ces références.

Cas particuliers :

- le blé tendre, le blé améliorant et le blé dur : annexe n° 3-3 ;
- les pommes de terre, annexe n°3-6 ;
- le cas des mélanges de cultures annuelles (hors fourrages, CIE et CIVE), annexe n°3-4.

Annexe n°3-1 : Pf = Besoins proportionnels aux rendements des cultures

Pour les cultures référencées dans cette annexe, les besoins sont **proportionnels à l'objectif de rendement**.

L'objectif de rendement est défini au 2° de l'article 3 du présent arrêté, lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, les valeurs de rendement par défaut figurant dans **l'annexe n°3-2** du présent arrêté, sont utilisées en lieu et place de ces références.

Les besoins en azote sont définis par unité de production et sont à multiplier avec l'objectif de rendement de la parcelle :

$$Pf = b \times Y$$

b = besoin par unité de production

Y = objectif de rendement

Besoins en fonction des rendements :

Cultures	Besoins par unité de production (kg N/q ou kg N/tonne MS)	Remarques (sources, autres précisions...)
Avoine vêtue (hiver et printemps)	2,2 kg/q	Arvalis
Blé dur	3,9 kg/q ⁽¹⁾	Arvalis - A adapter selon les variétés (voir annexe n° 3-3)
Blé tendre	3 kg/q ⁽¹⁾	Arvalis - A adapter selon les variétés (voir annexe n° 3-3)
Blé tendre - Mélanges de variétés	3 kg/q ou 3,2 kg/q	Arvalis (voir annexe n° 3-3) si uniquement mélange de variétés à 3,2 kg/q
Blé tendre améliorant	3,9 kg/q ⁽¹⁾	Arvalis (voir annexe n° 3-3)
CIE d'hiver ⁽²⁾	19 kg/t de MS	COMIFER
Colza d'hiver	7 kg/q	Terres Inovia
Colza de printemps	5,2 kg/q	Terres Inovia
Epeautre	1,9 kg/q d'épillets (grains vêtus)	GREN Picardie
Lin oléagineux d'hiver et de printemps	4,5 kg/q	COMIFER
Lin textile d'hiver et de printemps	12 kg/t de Lin Roui Non Battu	Arvalis
Maïs fourrage et ensilage	14 kg/t de MS 13 kg/t de MS 12 kg/t de MS	si objectif de rendement < ou égal à 14 t si objectif de rendement entre 14 et 18 t si objectif de rendement > 18 t
Maïs grain	2,3 kg/q 2,2 kg/q 2,1 kg/q	si objectif de rendement < 100 q si objectif de rendement entre 100 et 120 q si objectif de rendement > 120 q
Orge d'hiver (et escourgeon) brassicole ou non	2,5 kg/q	Arvalis
Orge de printemps brassicole ou non	2,5 kg/q	Arvalis
Seigle	2,3 kg/q	COMIFER
Sorgho grain	2,5 kg/q	COMIFER
Tabac Virginie de « remplissage classique »	35 kg/t de feuilles sèches produites	COMIFER
Tabac Virginie de « remplissage précoce »	39 kg/t de feuilles sèches produites	COMIFER
Tabac Burley	95 kg/t de feuilles sèches produites	COMIFER
Tournesol	4,5 kg/q	COMIFER
Triticale	2,6 kg/q	COMIFER

⁽¹⁾ ces valeurs sont à appliquer par défaut si la variété n'est pas référencée dans les tableaux de besoins actualisés chaque année par Arvalis (figurant en annexe n°3-3 ou sur leur site internet) ou en cas de mélange de variétés

ATTENTION, les besoins ci-dessus peuvent être actualisés en fonction de nouvelles références techniques disponibles : vérifier auprès de votre conseiller technique et/ou sur le site internet du Comité français d'étude et de développement de la fertilisation azotée (COMIFER) : <https://comifer.asso.fr/fr/>

⁽²⁾ CIE d'hiver = couvert d'interculture exporté semé en fin d'été-début d'automne et récolté au printemps suivant (dont CIVE d'hiver)

Annexe n°3-2 - Rendements moyens de référence pour les cultures à besoins en azote proportionnels au rendement en région Hauts-de-France sur la période 2019-2023 (exprimés en q/ha)

(Source : DRAAF-SRISE Hauts-de-France)

Les rendements moyens de référence pour les cultures à besoins en azote proportionnels au rendement sont calculés sur la base de la moyenne des rendements des cinq campagnes culturales de 2019 à 2023 par culture et par département en excluant les valeurs minimale et maximale.

Lorsque les surfaces des cultures par département ne sont pas suffisantes pour être représentatives, ce sont les moyennes des rendements des cinq dernières campagnes culturales de 2019 à 2023 pour la région Hauts-de-France et/ou pour la France (en excluant les valeurs extrêmes) qui sont retenues.

Ce tableau des rendements moyens des cultures par département sera actualisé chaque année sur le site internet de la DRAAF des Hauts-de-France à l'adresse suivante : <http://draaf.hauts-de-france.agriculture.gouv.fr/Gestion-de-l-azote-referentiel>

Pour les cultures pour lesquelles on ne dispose pas de rendement moyen de référence (culture nouvellement présente dans la région ou CIE d'hiver par exemple), on appliquera un objectif de rendement technique cohérent avec le potentiel de la culture dans le contexte agropédoclimatique local (ou vous renseigner auprès de votre conseiller technique).

	Rendements moyens par département (en q/ha sauf mention spéciale en observations)					Observations le cas échéant
	Aisne	Oise	Somme	Nord	Pas-de-Calais	
Cultures	Rdt (q/ha)	Rdt (q/ha)	Rdt (q/ha)	Rdt (q/ha)	Rdt (q/ha)	
Avoine vêtue (Avena sativa)	60	59	61	60	64	
Blé dur d'hiver			62			Rendement Hauts-de-France
Blé dur de printemps			60			Rendement Hauts-de-France
Blé tendre d'hiver	85	85	91	93	93	
Blé tendre de printemps	81	80	85	84	84	
Colza d'hiver (et navette)	34	35	37	39	40	
Colza de printemps	33	35	38	36	36	
Epeautre			80			Pas de référence DRAAF Information Chambres d'agriculture
Lin oléagineux			21			Rendement Hauts-de-France
Lin textile (y c semences)	4,0	4,5	5,1	5,0	4,5	En tonnes de lin roui non battu par hectare
Maïs grain à 15% d'humidité non irrigué	84	85	91	94	94	
Maïs fourrage et ensilage non irrigué	14,3	14,3	14,9	15,7	15,5	En tonnes de matières sèches/ha
Orge et escourgeon d'hiver	82	83	87	88	88	
Orge de printemps	65	65	63	65	64	
Seigle	64	65	64	63	65	
Sorgho grain			54			Rendement Hauts-de-France
Tabac Virginie			3,0			En tonnes de feuille sèche produite/ha Rendement France (réf coop CT2F)
Tabac Burley			3,0			En tonnes de feuille sèche produite/ha Rendement France (réf coop CT2F)
Tournesol			31			Rendement Hauts-de-France
Triticale			66			Rendement Hauts-de-France

Annexe n°3-3 : Besoins en azote par unité de production pour les cultures de blé tendre, de blé améliorant et de blé dur

Pour les cultures de blé, la méthode du bilan prévisionnel s'applique et les besoins en azote de la culture (en kg/ha) sont déterminés selon la variété : **Pf = bq (b qualité en kg d'N/q) x Objectif de rendement**

Le besoin total du blé bq correspond au besoin unitaire du blé en fonction du rendement (b), auquel s'ajoute un besoin complémentaire (bc) nécessaire afin de satisfaire les exigences du marché et atteindre une teneur en protéines proche de 11.5%. On utilisera donc pour chaque variété le besoin total, soit $bq = b + bc$.

L'existence d'un besoin complémentaire renvoie à un fractionnement adapté, avec une mise en réserve plus élevée. Ainsi, pour une variété avec un bc de 0.2, on réservera 60u pour la fin de cycle et l'utilisation des OAD.

1. Besoins unitaires d'azote des variétés de blé tendre (variétés non améliorantes) 2025

CLASSES DE b	VARIETES	CLASSES DE bq11.5%	Modalités de fractionnement à respecter en utilisant bq11.5%	
			bc11.5%	Mise en réserve minimale conseillée pour la fin de montaison
2.8	LG SKYSCRAPER	2.8	0	40* kg N
	ADVISOR, AMPLEUR, ANTIBES, ARCACHON, CAMPESINO, CELEBRITY, CHEVIGNON, CROSSWAY, GEDSER, GODZILLA, HEMINGWAY, HYLIGO, HYSTAR, KARABOL, KEANU, KINGKONG, KWS AGRUM, KWS ETOILE, LG AERO, LG AKATHON, LG ASTERION, MORTIMER, MUTIC, OLAF, POSITIV, RGT DISTINGO, RGT FARMEO, RGT INDEXO, RGT PROPULSO, RGT VOLUPTO, SHAUN, SHREK, SU CANOLON, SU HYLORD, SU HYREAL, SY ADMIRATION, SY ROCINANTE.	3	0.2	60 kg N (40*+20)
	SU HORIZON	3.2	0.4	70 kg N (40*+30)
3	ACADEMY, AGENOR, APACHE, AREZZO, ARKEOS, BALZAC, CAMELEON, DIAMENTO, FILON, GERRY, GRIMM, HANSEL, INTENSITY, JERIKO, JUNIOR, KAROQUE, KWS ERRUPTUM, KWS PARFUM, KWS SPHERE, LG ABRAZO, LG ABSALON, LG ACADIE, LG ARLETY, LG AUDACE, LG AURIGA, OBIWAN, OREGRAIN, PASTORAL, PIBRAC, PILIER, PRESTANCE, PROVIDENCE, REALITY, RGT LUXEO, RGT NOBELLO, RGT VIVENDO, RUBISKO, SOLEHIO, SOLINDO CS, STROMBOLI, SU ECUSSON, SU HYBISCUS, SU HYCARDI, SU MOUSQUETON, SU SAUVIGNON, SY PASSION, SYLLON, TALENDOR, THERMIDOR, WINNER	3	0	40* kg N
	ANDORRE, ASCOTT, COMPLICE, GARFIELD, GRAVELINE, HYACINTH, KWS ASTRUM, KWS EXTASE, KWS PERCEPTUM, KWS REGATE, KWS ULTIM, MACARON, PICTAVUM, PONDOR, RGT CESARIO, RGT LOOKEO, RGT PALMEO, RGT PERKUSSIO, RGT SACRAMENTO, RGT TWEETEO, RGT WINDO, SPIROU, SU HYNTECT, SU PULSION, SY MOISSON, TENOR	3.2	0.2	60 kg N (40*+20)
3.2	AUTRICUM, FABULOR, FALADO, GRAINDOR, GREKAU, LG ABILENE, LG AIKIDO, LG ARMSTRONG, LG ASTROLABE, LID MACUMBA, RGT BORSALINO, RGT LETSGO, RGT MONTECARLO, RGT PACTEO, SOISSONS, SU ADDICTION, SY TRANSITION, UNIK	3.2	0	40* kg N

Les variétés introduites pour 2025 dans le classement apparaissent en caractères gras. Si la variété ne figure pas ci-dessus ou s'il s'agit d'un mélange de variétés, la valeur du bq est de 3kg/q (ou de 3,2 kg/q, s'il s'agit d'un mélange de variétés à 3,2 kg/q).

2. Besoins unitaires d'azote des variétés de blé améliorant



CLASSEMENT DES VARIÉTÉS BLE AMELIORANT SELON LEUR BESOIN EN AZOTE (COEFFICIENTS bq_{14%})

2025

CENTRE-GRAND-OUEST-NORD		
VARIETES	CLASSES DE bq14%	Mise en réserve minimale conseillée pour la fin de montaison
ALICANTUS, ANACLETA, KWS CRITERIUM, KWS FORTICIUM, RENAN,	3.7	40 kg N
ALESSIO, CH NARA, ENERGO, FORCALI, GALIBIER, GALLOWAY, GIAMBOLOGNA, IZALCO CS, KWS CONSTELLUM, LENNOX, LID GATINEL, LUDWIG, MV TOLDI, PIRENEO, REBELDE, SIALA, TEOREMA, TOGANO, VALBONA, VERZASCA	3.9	60 kg N
ACTIVUS, ADESSO, ANNIE, AXUM, BOLOGNA, GEO, CHRISTOPH, GHAYTA, LG AGRIATE, METROPOLIS, POSTMEDA, SKERZZO, SU CORRECTION, TIEPOLO, UBICUS	4.1	80 kg N



Les variétés introduites pour 2025 dans le classement apparaissent en caractères gras

30 novembre 2024



3. Besoins unitaires d'azote des variétés de blé dur



CLASSEMENT DES VARIÉTÉS BLE DUR SELON LEUR BESOIN EN AZOTE (COEFFICIENTS $bq_{14\%}$)

2025

AURA, CENTRE-VAL-DE-LOIRE, HAUTS-DE-FRANCE, GRAND-EST, BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE, ILE-DE-FRANCE

VARIETES	CLASSES DE $bq_{14\%}$	Mise en réserve minimale conseillée pour la fin de montaison
ATOUDUR, BIENSUR, GIBUS, JOYAU, PESCADOU, PICTUR, PLUSSUR, QUALIDOU, RGT ENCABLUR, RGT FABIONUR, RGT IZALMUR, RGT VOILUR, RGT AVENTADUR, SANTUR, SY BANCO,	3.7	40 kg N
ANVERGUR, KARUR, CABAYOU, CASTELDOUX, CULTUR, FABULIS, MIRADOUX, LLOYD, LUMINUR, JANEIRO, NEMESIS, PASTADOU, PLATONE, RGT KAPSUR, ROCAILLOU, SY CYSCO, TOSCADOU,	3.9	60 kg N
ALEXIS, AVENTUR, BABYLONE, CANAILLOU, DAURUR, FLORIDOU, FORMIDOU, HARISTIDE, HERAKLION, LG BORIS, NOBILIS, RELIEF, RGT BELALUR, RGT MUSCLUR, RGT SOISSUR, RGT VANUR, SCULPTUR, TABLUR	4.1	80 kg N

Les variétés introduites pour 2025 dans le classement apparaissent en caractères gras



29 novembre 2024



Ces trois tableaux de besoins unitaires variétaux du blé sont **actualisés chaque année par Arvalis** et sont téléchargeables sur le site internet.

En cas d'indisponibilité de ces besoins unitaires variétaux, vous rapprocher de votre conseiller technique.

Annexe n°3-4 : Cas des mélanges de cultures annuelles (hors fourrages et CIE)

Dans cette annexe, seuls les mélanges d'espèces fixatrices d'azote (légumineuses fourragère ou protéagineux) avec des espèces non fixatrices d'azote (céréales ou colza) sont considérés.

1) Les mélanges Céréales - Légumineuses : (Source GREN PDL - ARVALIS)

Soit l'équation des besoins en azote de la plante pour les céréales :

$$Pf = b \times Y$$

b = besoin par unité de production

Y = objectif de rendement

Dans ce cas, le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur la méthode du bilan détaillée dans le présent arrêté avec les spécificités suivantes :

- Le b retenu pour les besoins en azote de la plante est celui des espèces non fixatrices d'azote exprimé en nombre de grains par unité de surface (= densité de semis des céréales)
- L'objectif de rendement retenu est l'objectif de rendement moyen des espèces non fixatrices présentes dans l'association de cultures (sur la base des rendements visés en cultures pures) ; avec une pondération au prorata de la densité relative au semis des espèces non fixatrices en comparaison des densités recommandées pour les semis en cultures pures ;
- L'estimation de toutes les fournitures est raisonnée selon la méthode du bilan proposée dans le présent arrêté pour une culture de céréales pures ;
- Plafonnement : la dose 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 (besoin par unité de rendement x objectif de rendement).

Ajustement de la dose sortie hiver :

- Concernant des associations de cultures comportant des légumineuses fourragères, si une disparition complète des légumineuses est observée en sortie d'hiver, alors la dose sera calculée comme pour une céréale pure ;
- Concernant des associations de cultures comportant des protéagineux, s'il est observé en sortie d'hiver une densité de protéagineux inférieure à 5 pieds par m², alors la dose sera calculée comme pour une céréale pure (ou un mélange de céréales sans plante fixatrice) ;
- S'il est observé en sortie d'hiver une disparition complète des céréales, alors aucune fertilisation ne peut être apportée.
- Dans le cas où la fertilisation est nécessaire, les besoins en azote des céréales sont ceux figurant en annexe n° 3-2 du présent arrêté.

Exemple :

Densité de semis	Besoin/quintal (kg N/q)	Objectif de Rendement (q/ha)	Besoins totaux (kg N/ha)
Culture pure : 100 % blé, variété Arezzo	3,0	80	80 x 3 = 240
Mélange : 50 % blé arezzo + 50 % pois protéagineux	3,0	80 x 0,5 = 40	80 x 0,5 x 3 = 120

2) Les mélanges Colza - Légumineuses : (Source Terres Inovia)

Dans le cas des cultures de colza associées à la présence de légumineuses compagnes (gélives ou non), **le poste Fass** doit être pris en compte dans l'écriture de l'équation du bilan prévisionnel.

Si les cultures de légumineuses ne se sont pas développées à l'automne, **alors Fass = 0 kg/ha**

Si les cultures de légumineuses se sont développées à l'automne, qu'elles soient présentes (ou non) à la sortie de l'hiver, **alors Fass = 30 kg/ha.**

Annexe n°3-5 : Pf = Besoins des cultures déterminés par des besoins forfaitaires

Pour les cultures présentées dans le tableau suivant, les besoins en azote sont fixés par **unité surfacique**.

Pour ces cultures, il n'y a pas de relation directe entre le niveau de production et la quantité d'azote absorbée par la plante à la récolte. Il s'agit d'une quantité optimale d'azote. Ces besoins forfaitaires n'impliquent pas le calcul avec un objectif de rendement.

Les données présentées dans le tableau ci-dessous déterminent directement le poste Pf pour les cultures mentionnées.

Cultures	Besoins (Pf)	Complément d'information (sources, précisions...)
Betteraves fourragères	260kg/ha	ITB
Betteraves sucrières	220kg/ha	ITB - Fiche culture COMIFER
Brocolis d'industries	230kg/ha	Fiche culture COMIFER
Jeunes carottes feuilles (type Amsterdam)	120kg/ha	UNILET Infos n°58 de mars 2018
Jeunes carottes décolletées	140kg/ha	Fiche culture COMIFER
Carottes nantaises	180 kg/ha	Fiche culture COMIFER
Grosses carottes (type Flakkee)	200 kg/ha	Fiche culture COMIFER
Chicorée racine	130 kg/ha	Interprofession de la Chicorée
Endives racine - variétés sensibles	90 à 120 kg/ha	APEF - Fiche culture COMIFER
Endives racine - variétés tolérantes	120 à 155 kg/ha	APEF - Fiche culture COMIFER
Endives racine - variétés préférantes	155 à 185 kg/ha	APEF - Fiche culture COMIFER
Épinards d'industrie hiver / printemps précoce (semis mars-avril et récolte mai à juin)	260 kg/ha	UNILET - Fiche culture COMIFER + 50 kg/ha par coupe supplémentaire
Épinards d'industrie printemps tardif / été / automne (semis juin à août et récolte août à octobre)	240 kg/ha	UNILET - Fiche culture COMIFER + 50 kg/ha par coupe supplémentaire
Haricots très fins (verts et beurre), Haricots mange-tout, Flageolets et Lingots (y compris Haricots de Soissons AOC)	200 kg/ha	En 2ème culture : - plafond de 130 kg/ha - plafond de 110 kg/ha après pois de conserve
Haricots extra-fins (verts et beurre)	180 kg/ha	En 2ème culture : - plafond de 100 kg/ha - plafond de 80 kg/ha après pois de conserve
Oignons blancs botte et bulbilles d'oignons	120 kg/ha	
Oignons de garde pour marché du frais (couleur)	165 kg/ha	
Oignon d'industries (pour la déshydratation)	200 kg/ha	
Pommes de terre	Annexe <u>n°3-6</u>	Les besoins fluctuent en fonction de la durée du cycle et de la destination commerciale
Salsifis et scorsonères	260 kg/ha	

Source : COMIFER - ITB - UNILET – 2018

Annexe n°3-6 : Besoins en azote de la pomme de terre

Pour la culture de la pomme de terre, les besoins azotés sont fixés par unité surfacique. Ils prennent en compte la date de plantation et la date de défanage. Ces besoins azotés dépendent essentiellement de la destination finale de la pomme de terre :

- Grenaille ;
- Marché du frais : Chair ferme (primeurs, autres) ;
- Pomme de terre de consommation - Plants de pomme de terre ;
- Féculé et autres industries de transformation (chips, frites...).

1 Pomme de terre Grenaille

Pomme de terre Grenaille		Date de défanage								
		Du 01/07 au 10/07	Du 11/07 au 20/07	Du 21/07 au 31/07	Du 01/08 au 10/08	Du 11/08 au 20/08	Du 21/08 au 31/08	Du 01/09 au 10/09	Du 11/09 au 20/09	Du 21/09 au 30/09
Date de plantation	Du 21/03 au 31/03	105	110	125	130	140	140	145	150	150
	Du 01/04 au 10/04	100	110	120	130	135	140	145	145	150
	Du 11/04 au 20/04	100	105	120	125	130	135	140	145	150
	Du 21/04 au 30-04	95	100	115	120	130	135	140	140	145
	Du 01/05 au 10/05	75	90	105	115	125	130	135	140	140
	Du 11/05 au 20/05	60	85	95	110	120	125	130	135	140
	Du 21/05 au 31/05	25	60	80	100	110	115	125	130	135
	Du 01/06 au 10/06	0	20	60	85	100	110	115	125	130

Source : ARVALIS – GREN Hauts-de-France 2019

Les besoins azotés figurant dans le tableau ci-dessus sont des **besoins maximums**.

Ils sont éventuellement **à adapter en fonction de la variété, mais ne peuvent en aucun cas dépasser ces valeurs**.

2 Pomme de terre Chair ferme

Pomme de terre Chair ferme		Date de défanage								
		Du 01/07 au 10/07	Du 11/07 au 20/07	Du 21/07 au 31/07	Du 01/08 au 10/08	Du 11/08 au 20/08	Du 21/08 au 31/08	Du 01/09 au 10/09	Du 11/09 au 20/09	Du 21/09 au 30/09
Date de plantation	Du 21/03 au 31/03	155	175	185	190	195	200	205	205	205
	Du 01/04 au 10/04	155	170	180	190	195	200	205	205	205
	Du 11/04 au 20/04	150	165	180	185	190	200	200	205	205
	Du 21/04 au 30-04	140	160	170	180	185	195	195	200	205
	Du 01/05 au 10/05	125	145	165	175	180	190	195	195	200
	Du 11/05 au 20/05	115	135	155	165	175	180	185	195	195
	Du 21/05 au 31/05	90	115	140	155	165	175	180	190	190
	Du 01/06 au 10/06	35	95	120	140	155	165	175	180	185

Source : ARVALIS – GREN Hauts-de-France 2019

Les besoins azotés figurant dans le tableau ci-dessus sont des **besoins maximums**.

Ils sont éventuellement **à adapter en fonction de la destination effective de la pomme de terre** (marché du frais, primeur...) et de la variété, **mais ne peuvent en aucun cas dépasser ces valeurs**.

3 Pomme de terre de consommation - Plant de pomme de terre ⁽¹⁾

Pomme de terre de consommation		Date de défanage								
		Du 01/07 au 10/07	Du 11/07 au 20/07	Du 21/07 au 31/07	Du 01/08 au 10/08	Du 11/08 au 20/08	Du 21/08 au 31/08	Du 01/09 au 10/09	Du 11/09 au 20/09	Du 21/09 au 30/09
Date de plantation	Du 21/03 au 31/03	200	225	235	245	250	260	265	265	265
	Du 01/04 au 10/04	200	220	230	240	250	255	260	260	265
	Du 11/04 au 20/04	195	215	230	240	245	255	260	260	265
	Du 21/04 au 30-04	180	205	220	230	240	250	255	260	260
	Du 01/05 au 10/05	165	185	210	220	235	240	250	255	255
	Du 11/05 au 20/05	150	170	200	215	225	230	240	250	250
	Du 21/05 au 31/05	115	150	180	200	210	225	235	240	245
	Du 01/06 au 10/06	45	120	155	180	195	215	225	230	240

Source : ARVALIS – GREN Hauts-de-France 2019

Les besoins azotés figurant dans le tableau ci-dessus sont des **besoins maximums**.

Ils sont éventuellement à adapter **en fonction de la destination effective de la pomme de terre** (plants, marché du frais, primeur...) **et de la variété, mais ne peuvent en aucun cas dépasser ces valeurs**.

⁽¹⁾ **En cas de production de plants, se rapprocher du Comité Nord Plants afin de connaître les préconisations adaptées par variétés.**

4 Pomme de terre d'Industries et Féculé

Pomme de terre Industrie et Féculé		Date de défanage							
		Du 11/08 au 20/08	Du 21/08 au 31/08	Du 01/09 au 10/09	Du 11/09- au 20/09	Du 21/09- au 30/09	Du 01/10- au 10/10	Du 11/10- au 20/10	Du 21/10- au 31/10
Date de plantation	Du 01/04 au 10/04 *	265	270	275	280	285	285	290	290
	Du 11/04 au 20/04	260	265	270	275	280	285	285	290
	Du 21/04 au 30-04	255	260	265	275	275	280	285	285
	Du 01/05 au 10/05	245	255	260	265	275	275	280	280
	Du 11/05 au 20/05	235	245	255	260	265	270	270	275
	Du 21/05 au 31/05	220	235	245	255	260	265	265	270
	Du 01/06 au 10/06	205	220	235	240	250	255	255	260
	Du 11/06 au 20/06	190	205	220	235	240	245	250	255

Source : ARVALIS – GREN Hauts-de-France 2019

* En cas d'implantation des pommes de terre avant le 1^{er} avril, appliquer les besoins figurant dans la première ligne du tableau.

Les besoins azotés figurant dans le tableau ci-dessus sont des **besoins maximums**.

Ils sont éventuellement à adapter **en fonction de la destination effective de la pomme de terre** (industrie, féculé) **et de la variété, mais ne peuvent en aucun cas dépasser ces valeurs**.

dans les différentes annexes détaillant le bilan prévisionnel (annexes 2 à 15)

1. **Les grands types de sols identifiés** dans les différentes annexes du bilan prévisionnel sont les suivants :

- **Les sols non calcaires dont :**
 - . Les sols non calcaires à texture de surface sableuse ;
 - . Les sols non calcaires à texture de surface limoneuse ;
 - . Les sols non calcaires à texture de surface argileuse.
- **Les sols calcaires dont :**
 - . Les cranettes sèches et sols argilo-calcaires ;
 - . Les sols calcaires de Champagne, les cranettes grasses et limons calcaires.
- **Les sols à très forte teneur en matière organique dont :**
 - . Les marais, terres noires, tourbes....

Les textures de surface sont déterminées, soit à l'aide du triangle des textures (sauf sols avec présence de calcaire), soit par cartographie ou par analyse de sol.

Les types de cultures à prendre en compte pour le calcul de la minéralisation :

CULTURES D'AUTOMNE	AVOINE D'HIVER
	BLE DUR D'HIVER
	BLE TENDRE D'HIVER
	COLZA D'HIVER
	LIN D'HIVER
	EPEAUTRE
	ORGE BRASSICOLE D'HIVER
	ORGE-ESCORGEON D'HIVER
	SEIGLE D'HIVER
	TRITICALE D'HIVER
CULTURES DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS
	BLE DUR DE PRINTEMPS
	BLE TENDRE DE PRINTEMPS
	COLZA DE PRINTEMPS
	LIN DE PRINTEMPS
	ORGE BRASSICOLE DE PRINTEMPS
	ORGE DE PRINTEMPS
	SEIGLE DE PRINTEMPS
	TRITICALE DE PRINTEMPS
MAIS, SORGHO TOURNESOL	MAIS FOURRAGE
	MAIS GRAIN
	SORGHO FOURRAGER
	SORGHO GRAIN
	TOURNESOL
BETTERAVE, CHICOREE, ENDIVE, LEGUMES, POMME DE TERRE et TABAC	BETTERAVE FOURRAGERE
	BETTERAVE SUCRIERE
	CHICOREE
	ENDIVE
	LEGUMES DE PLEIN CHAMP
	POMME DE TERRE
	TABAC
CIE d'HIVER	VOIR ANNEXE N°2

2. Les profondeurs d'enracinement à prendre en compte, par types de cultures, dans le calcul des postes **Rf** (annexe n°5) et **Ri** (annexe n°7) sont les suivantes :

Les références Rf (quantité d'azote restant dans le sol à la récolte) **et Ri** (reliquat d'azote minéral du sol en sortie d'hiver à l'ouverture du bilan) **doivent être prises en compte sur la même profondeur de sol** qui correspond à la profondeur d'enracinement de la culture.

Betteraves, Céréales à pailles, CIE d'hiver, Chicorée, Colza, Endives, Lin, Maïs, Sorgho, Tournesol	De 90 cm en sols profonds à 120 cm en sols très profonds
Grosses carottes, Salsifis/scorsonères, et Tabac	60 cm
Pommes de terre et autres légumes	45 cm
Jeunes carottes, Choux brocolis, Epinards, Haricots et Flageolets	30 cm

Attention, si le sol est peu profond, il est nécessaire d'adapter cette valeur à la profondeur du sol. Le cas échéant, consulter la carte des sols, ou tout simplement réaliser un sondage à la tarière.

3. Les sols à faible disponibilité en azote en région Hauts-de-France pour l'application d'azote à l'automne sur culture de colza (article 3 5° du présent arrêté):

Les sols à faible disponibilité en azote sont définis comme étant les sols ayant la plus faible minéralisation de l'humus (dans l'annexe n°9 du présent arrêté), à savoir les sols suivants :

- Les cranettes sèches ;
- Les sols argilo-calcaires ;
- Les sols non calcaires à texture de surface sableuse.

Par ailleurs, il faut préciser qu'outre cette condition de « sols à faible disponibilité en azote », pour laquelle l'apport de 30 unités d'azote minéral au stade « 4 feuilles » est possible entre le 1^{er} septembre et 15 octobre, il faut également respecter les 2 autres conditions suivantes : le semis de colza est réalisé avant le 25 août et il n'a pas été réalisé antérieurement un apport de fertilisant azoté organique de plus de 30 unités d'azote efficace.

Annexe n°5 - Rf = Azote restant dans le sol à la fermeture du bilan (après la culture)

(Source : COMIFER)

Le poste Rf, exprimé en kg N/ha, correspond à la quantité d'azote minéral présente dans le sol à la fermeture du bilan. Les valeurs de ce poste sont modulées en fonction du type de sol et de la profondeur d'enracinement de la culture.

Rf (en kgN/ha)	Sols non calcaires à texture de surface sableuse	Sols non calcaires à texture de surface limoneuse	Sols non calcaires à texture de surface argileuse, sols calcaires et sols à forte teneur en matière organique
Enracinement superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15
Enracinement peu profond (0 à 45 cm)	7	12	17
Enracinement moyennement profond (0 à 60 cm)	10	15	20
Enracinement profond (0 à 90 cm)	15	20	30
Enracinement très profond (0 à 120 cm)	20	30	40

NB : ce poste du bilan s'applique également pour les couverts d'interculture exportés (CIE) d'hiver.

Annexe n°6 : Pi = Azote déjà absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (en sortie d'hiver)

■ **Pour le colza** (source : Terres INOVIA)

La quantité d'azote absorbé par la culture de colza en sortie hiver devra être déterminée à partir d'une estimation de la biomasse verte aérienne par une méthode de la pesée simple (sortie hiver) ou double (entrée et sortie hiver) ou par imagerie satellitaire, photographique ou aérienne.

1. La double pesée :

Cette méthode de double pesée est **la plus fiable pour estimer manuellement le poids frais du colza**.

La procédure à suivre pour réaliser un bon prélèvement et une bonne mesure, est la suivante :

- Délimiter 2 à 4 placettes de 1 m² chacune, représentatives de la parcelle (attention, prendre en compte la largeur de l'entre rang) ;
- Prélever les plantes lorsque la végétation est bien ressuyée (absence de rosée ou de pluie) ;
- Couper les plantes au niveau du collet, au ras du sol ;
- Prélever en entrée d'hiver (avant la destruction des feuilles par le gel) et en sortie d'hiver (avant la date prévue du 1^{er} apport d'azote au printemps courant février en règle générale) ;
- Peser les plantes fraîchement coupées sur chaque placette sans séchage.
- Calculer ensuite la moyenne des pesées réalisées sur les placettes.

Cas des parcelles hétérogènes :

Si la parcelle comprend plusieurs zones avec des densités ou des niveaux de croissance très différents, il est conseillé de réaliser la même opération sur chacune de ces zones.

Le coefficient de conversion du poids de matière verte aérienne (en kg/m²) en quantité d'azote absorbé (en kg N/ha) est de 50 en entrée d'hiver et de 65 en sortie d'hiver. Ainsi :

- Nabs EH = 50 x MV EH
 - Nabs SH = 65 x MV SH
- Nabs : quantité d'azote absorbé (kg N/ha)
MV : poids de Matière Verte aérienne (kg/m²)
EH : Entrée Hiver
SH : Sortie Hiver*

La quantité d'azote issue de la biomasse du colza à l'ouverture du bilan (Pi) se calculera de la manière suivante :

- Si disponibilité de MV EH et MV SH :
 - Si Nabs SH supérieur ou égal à Nabs EH, alors Pi = Nabs SH
 - Dans le cas contraire, Pi = Nabs SH + [1/2 (Nabs EH – Nabs SH) / 1,35]
- Si MV EH pas disponible, alors Pi = MV SH x 65
- Si MV SH pas disponible, le calcul de Pi est impossible.

En cas de difficulté avec la méthode présentée ci-dessus, la réglette colza du site internet de Terres Inovia (qui intègre les 2 pesées Entrée et Sortie Hiver) est également utilisable et disponible sur : <http://www.regletteazotecolza.fr/>.

2. Estimation de la biomasse par méthode indirecte (satellite, drone ou autres capteurs) :

La quantité d'azote absorbée par la culture de colza peut également être déterminée par imagerie photographique (application mobile telle que Image IT Yara), satellitaire (Farmstar ou MesSatimages) ou aérienne (drone).

Ces méthodes permettent facilement d'identifier des niveaux de croissance du colza. Certains de ces outils utilisent la réglette azote colza Terres Inovia.

3. La méthode visuelle :

Enfin, pour des cultures de colza faiblement développées, l'observation des parcelles à la sortie de l'hiver comparativement aux photos ci-dessous permet d'estimer le poids de matière fraîche aérienne du colza.

Toutefois, cette méthode étant beaucoup moins précise que la méthode par pesée, elle est **fortement déconseillée pour des cultures de colza bien développées à l'entrée de l'hiver** (pesées supérieures ou égales à 1 kg/m²)

Méthode visuelle d'estimation de la biomasse			
En kg/m²	0,2 kg/m²	0,4 kg/m²	1 kg/m²

- Pour les céréales d'hiver et CIE d'hiver (source : ARVALIS - COMIFER)

La valeur à prendre en sortie d'hiver est la suivante, selon le nombre de talles :

Stade de la céréale	Quantité d'azote absorbé en sortie d'hiver (kg N/ha)
3 feuilles (pas encore de talle)	10
maître brin + 1 talle	15
maître brin + 2 talles	20
maître brin + 3 talles	25
maître brin + 4 talles	30
maître brin + 5 talles	35

Ajouter 5 kg par talle supplémentaire. En cas de fort tallage, la valeur est plafonnée à 50 kg N/ha (sauf pour les CIE d'hiver pour lesquels le plafonnement ne s'applique pas).

L'estimation de ce poste peut aussi être effectuée par télédétection.

Pour les CIE d'hiver, il est également possible d'estimer la quantité d'azote absorbée pendant l'hiver par une pesée manuelle associée à l'utilisation de l'outil en ligne MERCI (<https://methode-merci.fr/>)

- Pour le lin oléagineux d'hiver (source : Terres INOVIA - COMIFER)

La valeur de la quantité d'azote absorbée par la culture de lin oléagineux d'hiver est de **15 kg N/ha**.

- Pour le lin textile d'hiver (source : ARVALIS)

La valeur de la quantité d'azote absorbée par la culture de lin fibre d'hiver est de **15 kg N/ha**.

- Pour toute autre culture d'hiver : $P_i = 0$

**Annexe n°7 : Ri = Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan
(ou RSH : reliquat d'azote minéral dans le sol en sortie d'hiver)**

Lorsque l'agriculteur dispose d'une mesure de reliquat azoté en sortie d'hiver sur l'îlot cultural, la valeur Ri à prendre en compte pour la méthode du bilan correspond à cette mesure. Cette valeur peut être utilisée pour les parcelles de l'exploitation qui sont dans une situation comparable, c'est à dire de type de sol et de précédent cultural identique.

En l'absence d'analyse effectuée pour ses autres parcelles, l'agriculteur peut s'appuyer sur les **synthèses de reliquats azotés sortie hiver** réalisées par les organismes de développement agricole (chambres d'agriculture, instituts techniques...), **ou d'autres sources** qui prennent en compte les résultats d'analyses disponibles à l'échelle du département ou à une échelle infradépartementale (CETA, groupes d'agriculteurs : GIEE, groupes 30 000...). Il peut également se rapprocher de cercles d'agriculteurs ou d'un exploitant voisin pour obtenir une valeur correspondant à sa situation (en matière de sol et de précédent cultural).

Dans le cas général, toute personne exploitant plus de 3 ha en zone vulnérable est tenue de réaliser une analyse de sol sur un îlot cultural au moins pour une des 3 principales cultures exploitées en zone vulnérable :

- pour les cultures à dose plafond (annexe n°18) pour lesquelles aucune méthode opérationnelle du bilan prévisionnel n'est disponible, l'analyse de reliquat azoté sortie hiver peut être substituée par une analyse de terre comportant a minima les teneurs en carbone organique et en azote total du sol ;
- pour les exploitations d'élevage qui ne possèdent que des prairies permanentes, cette analyse peut être substituée par une analyse de terre (comportant a minima les teneurs en carbone organique et en azote total du sol) ou une analyse d'herbe dont l'objectif est d'ajuster la fertilisation azotée (mesure de la biomasse par unité de surface et azote total).

Dans les deux situations précédentes, une seule analyse effectuée sur la durée totale du programme d'actions régional est suffisante.

Aujourd'hui, certains outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote permettent d'estimer le reliquat sortie hiver, par le biais de modèles agro-climatiques qui font appel à une estimation du drainage hivernal et des sources d'azote minéral disponibles (précédent cultural, type de sol, minéralisation des apports organiques...). Ces estimations peuvent être acceptées à la condition que ces outils soient labellisés Prev'N et qu'il soit clairement précisé à l'exploitant agricole qu'il s'agit d'une estimation du RSH avec les données d'entrée (telle culture, tel précédent, tel type de sol, apports organiques ou non sur la parcelle etc...). Le recours à de tels modèles peut également être utilisé pour estimer le RSH dans des milieux où une mesure n'est pas aisément réalisable (par exemple en cas de sol caillouteux).

Dans tous les cas, l'agriculteur devra être à même **de justifier les valeurs de reliquats azotés sortie hiver retenues** pour ses parcelles (copie d'analyses de sol de son exploitation, synthèse départementale des RSH ou estimation de la valeur par un outil labellisé Prev'N...).

Pour les CIE d'hiver, dans la mesure où aucune référence de RSH n'est disponible en région Hauts-de-France, il est fortement conseillé de réaliser ce type d'analyse.

Toutefois, afin de pouvoir estimer ce poste, en l'absence de référence régionale actuelle, et dans l'attente de celles-ci, il est proposé d'utiliser un pourcentage de la valeur du RSH du blé. Cette méthode permet de tenir compte de la situation climatique de l'année et l'on retiendra les valeurs du RSH d'un blé pris dans les mêmes conditions (sol, précédent, apport organique ou non..).

RSH de la CIE d'hiver = 70% x RSH du blé pris dans les mêmes conditions culturales

(type de sol, de précédent, apport ou non d'effluents organiques...)

Annexe n°8 : L = Pertes par lixiviation (à déduire du Reliquat Sortie Hiver ou RSH)

Si les reliquats azotés sortie hiver sont mesurés très en amont de la date d'ouverture du bilan et que les précipitations entre les 2 dates sont importantes, il est probable qu'une partie de l'azote minéral mesuré ait été lixivié pendant cette période. Dans ce cas il peut être légitime de réévaluer la valeur du reliquat à utiliser dans le bilan.

Cependant, certains outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote labellisés Prev'N estiment déjà ces pertes par lixiviation en fonction des données climatiques de la campagne agricole et du type de sol, il ne faut donc pas réaliser cette ré-évaluation dans ce cas.

Par ailleurs, les pertes par lixiviation ne peuvent être prises en compte que **si le reliquat sortie hiver a été effectivement mesuré par une analyse de sol détaillant au minimum 3 horizons distincts** (0-30cm, 30-60cm et 60-90cm).

Dans ce cas :

- soit le prestataire de service ou l'outil d'aide à la décision utilisé pour le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, peut effectivement prendre en compte les pertes par lixiviation sur la base du résultat de l'analyse de reliquat sortie hiver et de la répartition d'azote dans le profil, des précipitations, du type de sol et de l'occupation du sol ;
- soit l'agriculteur est en mesure d'évaluer ces pertes en appliquant la méthodologie basée sur celle du COMIFER et décrite ci-après.

Dans tous les autres cas, les pertes par lixiviation sont considérées comme nulles.

Pour éviter au maximum ces pertes, il est particulièrement important de pouvoir réaliser le reliquat sortie hiver (RSH) au plus près de la date d'ouverture du bilan (1^{er} apport d'azote sur cultures d'hiver ou date de semis pour les cultures de printemps).

Ajustement du poste Ri en fonction des précipitations

1- Calcul de la lame drainante

Pour la période considérée, on fait l'hypothèse que le sol est à la capacité au champ (capacité de rétention maximale en eau du sol). Dans ces conditions, la lame drainante correspond aux quantités de pluies cumulées entre la date de réalisation du reliquat et la date d'ouverture du bilan. On retiendra la valeur arrondie à la dizaine de millimètres.

2- Déterminer les taux de lixiviation applicable en fonction du type de sol et de la lame drainante

Sols limoneux

Taux de lixiviation au-delà de 90 cm												
Lame drainante (mm)	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0-30 cm	0	0	0	4.2	16.1	34.2	53.9	71	83.5	91.4	95.8	98.1
30-60 cm	0.2	0.6	1.5	23.7	51.2	73.3	87.2	94.5	96.1	99.2	99.7	99.9
60-90 cm	33.2	43.9	54.1	82.2	94.1	98.3	99.6	99.9	100	100	100	100

Sols sableux

Taux de lixiviation au-delà de 90 cm												
Lame drainante (mm)	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0-30 cm	0.2	0.8	2.3	32.9	64.2	84.3	94.1	98.1	99.4	9.8	100	100
30-60 cm	6.0	13.4	23.9	68.5	89.6	97.1	99.3	99.9	100	100	100	100
60-90 cm	60.4	74.6	84.9	97.2	99.6	99.9	100	100	100	100	100	100

Sols argileux

Taux de lixiviation au-delà de 90 cm												
Lame drainante (mm)	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0-30 cm	0	0	0	0.2	1.5	4.8	11.4	21.4	33.9	47.6	60.7	72.2
30-60 cm	0	0	0	4.6	15.9	32.3	50.1	66.2	78.8	87.6	93.2	96.5
60-90 cm	19.0	25.4	31.7	58.7	77.8	89.3	95.3	98.1	99.3	99.8	99.9	100

Sols de craie

Taux de lixiviation au-delà de 90 cm												
Lame drainante (mm)	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0-30 cm	0	0	0	2.7	11.2	26.1	44.5	62.6	77.6	88.5	95.8	100
30-60 cm	0.1	0.3	0.7	18.0	42.9	65.9	82.3	92.3	97.8	100	100	100
60-90 cm	38.9	48.2	77.4	91.6	97.4	99.7	100	100	100	100	100	100

3- Calculer les pertes par lixiviation (L) et la valeur de Ri ajusté

Afin de simplifier la méthode, on ne tient compte que de l'azote nitrique (N-NO₃) car c'est principalement l'azote nitrique qui est sensible à la lixiviation.

Les pertes (L) et le reliquat ajusté Ri se calculent ainsi :

$$L = (N\text{-NO}_{3\text{0-30 cm}} \times Tx_{\text{0-30 cm}}) + (N\text{-NO}_{3\text{30-60 cm}} \times Tx_{\text{30-60 cm}}) + (N\text{-NO}_{3\text{60-90 cm}} \times Tx_{\text{60-90 cm}})$$

$$Ri \text{ ajusté} = Ri - L$$

(Tx étant le taux de lixiviation en % -lu dans l'abaque pour le type de sol et la lame drainante considérés-)

Exemple :

Parcelle de maïs en sol sableux pour laquelle le semis est prévu le 20 avril avec un reliquat azoté mesuré le 15 février présentant le profil suivant :

Horizon	N-NH ₄	N-NO ₃	Nmin
0-30 cm	10	90	100
30-60 cm	5	45	50
60-90 cm	5	25	30
Reliquat utilisable sur 90 cm (Ri)			170 kgN/ha

Pluies cumulées entre le 15 février et le 20 avril = 100 mm

$$L = (90 \times 32,9\%) + (45 \times 68,5\%) + (25 \times 97,2\%) = 29,6 + 30,8 + 24,3 = 84,7 \text{ kg N/ha}$$

$$Ri \text{ ajusté} = 170 - 85 = 85 \text{ kg N/ha}$$

Annexe n°9 : Mh = Minéralisation nette de l'humus du sol

1. Minéralisation de l'humus du sol sans apport organique avec enfouissement systématique des pailles (kg d'azote par ha) :

Les valeurs de minéralisation nette de l'humus du sol (Mh) sont établies pour chaque culture en fonction du type de sol.

Pour déterminer la valeur de Mh à prendre en compte pour le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, l'exploitant se réfère aux tableaux ci-dessous :

Minéralisation basale pour un Fsyst=1 en région Hauts de France	Cultures d'automne	Cultures de printemps	Maïs, Sorgho, Tournesol	Betterave, Endive, Légumes, Tabac, Pommes de terre	CIE d'hiver
Cranettes sèches et sols argilo-calcaires et sols non calcaires à texture de surface sableuse	25	35	50	60	15
Sols non calcaires à texture de surface argileuse	25	45	70	80	15
Sols non calcaires à texture de surface limoneuse Sols calcaires de Champagne, Cranettes grasses et limons calcaires	30	50	75	90	20
Sols à très forte teneur en matière organique	45	70	100	120	25

Source : GREN Hauts-de-France

2. Coefficient multiplicateur de minéralisation du sol pour les cultures de pommes de terre et de légumes d'industries :

Se référer au tableau de minéralisation basale ci-dessus et multiplier la minéralisation obtenue par la somme des coefficients multiplicateurs ci-dessous correspondant aux mois de présence de la culture.

a) En cultures non irriguées :

Mois de présence de la culture	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
Coefficient de minéralisation	0,05	0,10	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	0,15

Source : GREN Hauts-de-France

En cas de succession de plusieurs cultures durant la campagne culturale, prendre la minéralisation totale sur une année, et la répartir sur les différentes cultures.

b) En cultures irriguées :

Mois de présence de la culture	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
Coefficient de minéralisation	0,05	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,15

Source : GREN Hauts-de-France

En cultures irriguées, la minéralisation de l'humus du sol est plus importante notamment pendant les mois d'été de juillet à septembre (+ 20 % environ)

3. Coefficient multiplicateur de la minéralisation du sol selon système de culture

Le coefficient multiplicateur de minéralisation du sol ou facteur système (Fsyst) permet de prendre en compte les habitudes d'apports organiques (fréquence et type d'apport) et la gestion habituelle des résidus de récolte.

Il s'applique à la valeur de Mh de référence déterminée précédemment (parties 1 et 2 de la présente annexe), selon la formule :

$$Mh = Mh \text{ de référence } \times F_{\text{syst}}$$

Gestion des résidus de récolte	Fréquence des apports organiques							Facteurs multiplicateurs en plus	
	<i>jamais</i>	5 - 10 ans		3 - 4 ans		1 - 2 ans			
	Types de produit								
		De type I	De type II	De type I	De type II	De type I	De type II	Retournement prairie	Couvert d'interculture (CIE ou CINE)
Enlevés	0, 8	0, 95	0, 9	1	0,95	1, 05	1	1, 10	1, 05 si présence d'un couvert d'interculture tous les 2 ans
Enfouis 1 an sur 2	0, 9	1	0,95	1, 05	1	1, 1	1, 02	1, 10	
Enfouis tous les ans	1	1, 05	1	1, 1	1, 02	1, 2	1, 05	1, 10	

Source : COMIFER

Nature des apports organiques :

- De type I : fumiers et composts (décomposition lente) ;
- De type II : autres ainsi que les fumiers de volaille (décomposition rapide).

Dans le cas où plusieurs types de produits sont apportés, alors on privilégie les types I.

En cas d'apport régulier de produits de type 0 (produits organiques à C/N > 20 tels les boues de papeterie), appliquer les mêmes coefficients que pour les types I

Le facteur multiplicateur de 1,1 à appliquer en cas de retournement de prairie permet de rendre compte d'une plus grande fraction active de l'humus dans les systèmes incluant fréquemment des prairies temporaires. Ce facteur est à appliquer pendant une période de 10 ans après la date de retournement de prairies.

Annexe n°10 - Mr = Minéralisation des résidus de culture du précédent

Ce poste correspond au supplément de minéralisation lié à la décomposition des résidus de culture du précédent cultural. Le tableau suivant fournit les valeurs standards de ce poste selon la culture précédente et la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures précédentes qui ne sont pas renseignées dans ces tableaux, ce poste peut être négligé.

1. Minéralisation des résidus de la culture du précédent

Nature du précédent		Minéralisation = Mr (en kgN/ha)		
		Cas général : reliquat mesuré en janvier- février	Culture implantée après le 1 ^{er} avril et reliquat mesuré tardivement	CIE d'hiver
Ail, Céréales pailles enlevées, Echalote, Lin fibre et graine, Mâche, Maïs fourrage, Oeillette, Oignon, Poireau, Prairie, Salade, Salsifis		0		0
Artichaut, Céleri, Chou pommé, Fève, Haricot lingot, Trèfle		30		20
Betterave, Colza, Haricot de conserve, Pois protéagineux, Pois, Pomme de terre, Soja		20	10	10
Carotte, Endive		10	0	10
Céréales pailles enfouies		-20	-10	- 10
Chicorée racines, Courgette, Courge, Navet, Ray Grass d'Italie		10		0
Choux (Brocoli, Chou-fleur, Chou de Bruxelles, Romanesco)		40		20
Épinard		20		10
Féverole		30	20	10
Luzerne (retournement fin été/début automne) :	En année n+1	40	30	20
	En année n+2	20 (s'ajoute au Mr de l'année n+1)		0
Luzerne (retournement de printemps)		20		-
Maïs grain, Ray Grass dérobé, Tournesol		-10	0	-10

Source : COMIFER

2. Valeurs du poste Mr pour une culture légumière précédée d'une culture légumière dans la campagne culturale :

Cultures légumières précédentes	Mr (en kg N/ha)
Brocoli	55
Jeune carotte	20
Grosse carotte	20
Céleri-branche	70
Epinard	25
Haricot et Flageolet	35 à 40 selon le développement végétatif
Pois de conserve	40 à 65
Salsifis / Scorsonère	30

Source : COMIFER

3. Valeurs du poste Mr pour les précédents jachères

Jachère		Minéralisation (en kg N/ha)		
		destruction jachère/culture suivante		
Type de jachère (espèce dominante)	Age	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

Annexe n°11 : MrCi = Minéralisation nette des résidus des cultures intermédiaires

La valeur de la minéralisation des cultures intermédiaires dépend du niveau de croissance et du délai séparant la date de destruction et la date d'ouverture du bilan prévisionnel. Elle est exprimée en kg N/ha dans le tableau suivant.

Type de couvert d'interculture	Production en tonne de MS/ha	Cas général : reliquat mesuré en janvier-février		Culture implantée après le 1 ^{er} avril et reliquat mesuré tardivement	
		Destruction nov. /déc. (kg N/ha)	Destruction après le 1 ^{er} janvier (kg N/ha)	Destruction nov. /déc. (kg N/ha)	Destruction après le 1 ^{er} janvier (kg N/ha)
Crucifères : moutarde, radis...	inférieure ou égale à 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	supérieure ou égale à 3	15	20	10	15
Graminées type seigle, avoine...	inférieure ou égale à 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	supérieure ou égale à 3	10	15	5	10
Graminées type ray grass	inférieure ou égale à 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	supérieure ou égale à 3	15	20	10	15
Légumineuses	inférieure ou égale à 1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	supérieure ou égale à 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées : (phacélie...)	inférieure ou égale à 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	supérieure ou égale à 3	10	15	5	10
Mélange graminées - légumineuses	inférieure ou égale à 1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	supérieure ou égale à 3	20	28	13	20
Mélange crucifères - légumineuses	inférieure ou égale à 1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	supérieure ou égale à 3	23	30	15	23
Mélanges crucifères - graminées et autres mélanges sans légumineuses	inférieure ou égale à 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	supérieure ou égale à 3	15	20	10	15

Source : COMIFER

Pour évaluer ce poste du bilan MrCi, on peut également utiliser la **méthode MERCI** en ligne sur internet à l'adresse suivante : <https://methode-merci.fr/>

La méthode MERCI repose sur le couplage entre des références « terrain » permettant d'estimer les teneurs N, P, K et S et Mg de la majorité des espèces de cultures intermédiaires et des références obtenues par simulation avec un modèle de culture de l'INRAE (STICS) pour définir, après destruction, la quantité d'azote disponible pour la culture suivante dans différents contextes pédo-climatiques de la France Métropolitaine.

L'utilisateur procède en 2 étapes :

1. réalisation et pesée d'un prélèvement au champ
2. saisie des informations dans l'application internet pour obtenir les résultats.

**Annexe n°12 : Mhp = Minéralisation nette supplémentaire due
aux retournements de prairies**

Source: ARVALIS-Institut du végétal-INRA-CRAB

La destruction de prairie s'accompagne d'une minéralisation intense d'azote provenant des résidus de plantes et de matières organiques du sol. Cet effet correspond au terme Mhp dans le bilan azoté. Sa valeur dépend de la conduite et de l'âge de la prairie au moment de sa destruction.

Le tableau suivant indique la valeur à prendre en compte en fonction de l'âge de la prairie :

Rang de la culture à fertiliser et période de destruction de la prairie		Durée de la prairie				
		< 18 mois	2 – 3 ans	4 – 5 ans	6 – 10 ans	> 10 ans
1 ^{ère} culture après destruction de printemps		20	60	100	120	140
1 ^{ère} culture après destruction d'automne	Culture	10	30	50	60	70
	CIE d'hiver	6	18	30	40	40
2 ^{ème} culture après destruction de printemps	Culture	0	0	25	35	40
	CIE d'hiver	0	0	15	20	25
2 ^{ème} culture après destruction d'automne		0	0	0	0	0
3 ^{ème} culture après destruction de la prairie		0	0	0	0	0

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessus sont à multiplier par les valeurs suivantes selon la proportion de fauche dans le mode d'exploitation de la prairie :

	Effet du mode d'exploitation	
	RGA pur ¹	Association RGA-TB ²
Pâturage intégrale	1,0	1,0
Fauche + Pâturage	0,7	1,0
Fauche intégrale	0,4	1,0

¹ Ray Gras Anglais

² Trèfle Blanc

Annexe n°13 : X_a = Effet direct des apports organiques

1. Le coefficient d'équivalence Engrais minéral ou K_{eq}

Les effets directs des fertilisants organiques s'obtiennent par la multiplication de la teneur en azote de produit brut, du coefficient de minéralisation (en fonction des cultures et des dates d'apport) et de la quantité épandue.

$$X_a = N_{pro} \text{ (en kgN/t)} \times K_{eq} \times Q \text{ produit organique épandu (t/ha)}$$

X_a est l'effet direct des apports organiques (amendements, produits résiduels organiques, effluents...).

N_{pro} est la teneur en azote total des fertilisants organiques apportés, obtenue à partir d'analyse du produit utilisé. A défaut d'analyse ou en cas de résultat non exploitable de cette analyse, il est possible de se référer à la valeur du tableau ci-après.

K_{eq} est le coefficient d'équivalence engrais N minéral efficace.

Q est le volume (en m³) ou la masse (en tonne) de produit épandu par hectare.

La teneur moyenne en azote total du produit apporté (**X_a**) et les coefficients d'équivalent azote minéral (**K_{eq}**) des principaux fertilisants organiques utilisés dans la région figurent dans le tableau suivant.

Pour ce qui est de la teneur moyenne en azote total des fertilisants organiques, elle peut être adaptée au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une ou des analyses représentatives et récentes (moins de 4 ans et conditions équivalentes de production) du fertilisant organique épandu. L'idéal est toutefois de disposer d'une analyse du produit au plus près de la date d'épandage.

Ce type d'analyse, indispensable pour les produits organiques non listés dans l'annexe **n°13** est à la charge du producteur de fertilisants organiques.

A défaut d'analyse, ou dans le cas de résultats inexploitable, les valeurs des fournitures d'azote figurant en annexe **n°13** du présent arrêté doivent être utilisées.

Le coefficient d'équivalence « engrais minéral » (ou K_{eq}) permet de déterminer les fournitures d'azote par les fertilisants organiques. Il correspond notamment à la proportion d'azote total du produit qui sera disponible pour la culture sur la période de réalisation du bilan. Ce coefficient dépend de la durée de présence au champ de la culture sur cette période et de la date d'apport du fertilisant organique.

Le coefficient d'équivalence peut également être adapté à la condition que le producteur du fertilisant organique apporte des éléments justificatifs (essais, cinétiques de minéralisation de l'azote...).

2. Cas particulier du K_{eq} pour les CIE d'hiver (source : COMIFER)

- Si l'apport de produit organique est fait après l'ouverture du bilan (au printemps), alors :
 $K_{eq} \text{ N bilan CIE} = K_{eq} \text{ N du bilan de la culture blé tendre (culture à cycle court et/ou récolte d'été).}$
- Si l'apport de produit organique est fait avant l'ouverture du bilan (à l'automne), alors :
 $K_{eq} \text{ N bilan CIE} = 0,6 \times K_{eq} \text{ N du bilan de la culture de blé tendre (culture à cycle court et/ou récolte d'été).}$

Suite de l'annexe n°13 : Xa = Effet direct des apports organiques

		Coefficient d'équivalence engrais minéral (Keq)				
		Culture à cycle court et/ou récolte d'été (céréales à paille d'hiver ou de printemps, colza, lin graine, lin textile, petite carotte, épinard, haricot, oignon...)		Cultures à cycle long et/ou récolte tardive (maïs, sorgo, betterave, tournesol, pomme de terre, grosse carotte et carotte nantaise, salsifis, endive, prairies, cultures pérennes...)		Keq pour les CIE à doses plafond*
Produits organiques	Teneur moyenne en azote total (kg/t ou kg/m³ brut)	Apport d'été automne	Apport de printemps	Apport d'été automne	Apport de printemps	Apport d'été automne
Fumier de bovins pailleux	5,5	0,1	-	0,2	0,2	0,05
Fumier de bovins bien décomposés	7	0,1	-	0,15	0,3	0,15
Compost de fumier de bovins	7	0,1	-	0,15	0,25	0,1
Lisier de bovins non dilué	4,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,5
Lisier de bovins dilué	2	0,1	0,5	0,1	0,6	0,5
Fumier d'ovins et caprins	7	0,1	-	0,15	0,3	0,15
Lisier de porcs (naisseur engraisseur)	3,5	0,05	0,6	0,05	0,6	0,55
Lisier de porcs (engraisseur)	5	0,05	0,6	0,05	0,6	0,55
Fientes de volailles (environ 60% de MS)	24	0,1	0,45	0,1	0,6	0,5
Fumier de volailles	23	0,15	-	0,2	0,5	0,3
Compost de fientes de volailles	Voir analyse	0,1	-	0,1	0,35	0,25
Fumier (et compost) de champignons	7	0,1	-	0,15	0,3	0,15
Effluents d'élevage peu chargés (eaux blanches, vertes et brunes)	0,4	0,1	0,5	0,1	0,65	0,55
Fumiers de porcs	8	0,1	-	0,15	0,3	0,15
Fumiers de chevaux	8	0,1	-	0,2	0,2	0
Vinasses de sucrerie	20	0,15	0,45	0,2	0,65	0,45
Eaux résiduaires de féculerie	Voir analyse	0,05	0,35	0,05	-	0,6
Autres eaux d'industries agro-alimentaires hors eaux terreuses**	Voir analyse	0,1	0,5	0,1	0,65	0,55
Soluble de pomme de terre	24	0,15	0,45	0,2	0,65	0,45
Boues déshydratées	10	0,1	-	0,1	0,35	0,25
Boues liquides (environ 5% de MS)	4	0,1	-	0,1	0,5	0,4
Boues digérées séchées thermiquement	Voir analyse	0,05	0,15	0,1	0,15	0,25
Boues de papeterie C/N > 25	2	0	-	0	-	0
Composts de déchets verts	10	0,05	-	0,1	-	0
Composts de boues et déchets verts	13	0,05	-	0,15	-	0,05
Digestat brut de méthanisation (voie humide) et fraction liquide de séparation de phase	Voir analyse	0,1	0,6	0,1	0,6	0,4
Digestat brut de méthanisation (voie sèche) et fraction solide de séparation de phase	Voir analyse	0,15	-	0,2	0,25	0,1

*Coefficient à utiliser pour la vérification des seuils d'azote efficace/ha en application des notes n°8 et n°13 du calendrier d'épandage

** Eaux terreuses : pas de disponibilité de l'azote qu'elles contiennent.

La composition moyenne présentée ci-dessus masque une grande variabilité. Il est possible d'adapter les valeurs si l'on dispose d'analyse du produit.

Les coefficients peuvent être adaptés sous réserve que le producteur de l'effluent organique apporte à l'exploitant les références spécifiques de son produit. Il en est de même pour les produits non listés.

Pour les apports de printemps sur CIE à dose plafond, utiliser le Keq donné pour les apports de printemps sur cultures à cycles courts et/ou récolte d'été.

Annexe n°14 : Azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH)

= coefficient à utiliser pour le calcul de la dose maximale d'apport de produits organiques sur couverts d'interculture exportés (CIE = dérobées) ou non exportés (CINE), prairies implantées depuis plus de 6 mois (prairies permanentes) et luzerne

Le texte du PAN7 (arrêté du 30 janvier 2023 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2011), impose désormais, dans son annexe I point I, **des limitations d'épandage de quantités de fertilisants organiques** sur les couverts d'interculture, ainsi que sur les prairies implantées depuis plus de 6 mois (dont prairies permanentes et luzerne) s'exprimant en **quantité d'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver** (encore appelée APLSH).

L'APLSH est défini comme la somme des quantités d'azote minéral et d'azote organique minéralisé contenu dans le fertilisant organique entre sa date d'apport et le 15 janvier assimilé à la sortie de l'hiver.

Le COMIFER a proposé des valeurs moyennes d'APLSH par contexte climatique indépendamment du système de culture et de l'occupation du sol. Ces valeurs sont dérivées d'un modèle estimant les jours normalisés nécessaires à la minéralisation de la fraction organique de divers fertilisants. Ainsi le flux d'azote quantifié avec l'indicateur APLSH dépend à la fois du fertilisant organique et du contexte pédoclimatique.

Ces valeurs ont été adaptées pour notre région par un groupe de travail issu des experts du GREN (cf tableau ci-dessous) :

	Coefficient à utiliser pour le calcul de l'APLSH sur CINE, CIE, prairies implantées depuis plus de 6 mois et luzerne	
Produits organiques	Apports d'été (juillet-août)	Apports d'automne
Fumier de bovins pailleux	0,05	0
Fumier de bovins bien décomposé	0,25	0,15
Compost de fumier de bovins	0,05	0,05
Lisier de bovins non dilué	0,55	0,50
Lisier de bovins dilué	0,55	0,50
Fumier d'ovins et caprins	0,25	0,15
Lisier de porcs (naisseur engraisseur)	0,70	0,65
Lisier de porcs (engraisseur)	0,70	0,65
Fientes de volailles (environ 60% de MS)	0,50	0,50
Fumier de volailles	0,50	0,40
Compost de fientes de volailles	0,45	0,35
Fumier (et compost) de champignons	0,25	0,15
Effluents d'élevage peu chargés (eaux blanches, vertes et brunes)	0,55	0,50
Fumiers de porcs	0,35	0,30
Fumiers de chevaux	0,05	0
Vinasses de sucrerie	0,50	0,50
Eaux résiduaires de féculerie	0,60	0,60
Autres eaux d'industries agro-alimentaires	0,60	0,60
Soluble de pomme de terre	0,50	0,50
Boues déshydratées	0,40	0,40
Boues liquides (environ 5% de MS)	0,45	0,45
Boues digérées séchées thermiquement	0,30	0,30
Boues de papeterie C/N > 25	0	0
Composts de déchets verts	0,05	0,05
Composts de boues et déchets verts	0,20	0,15
Digestat brut de méthanisation (voie humide) et fraction liquide de séparation de phase	0,55	0,50
Digestat brut de méthanisation (voie sèche) et fraction solide de séparation de phase	0,25	0,20

Voir exemple de calcul de la dose maximale d'apport de produit résiduaire organique en page suivante :

Exemple de calcul de la dose maximale de produit résiduaire organique :

Les valeurs d'APLSH obtenues permettent de calculer, pour un produit organique donné épandu dans notre région, la dose totale par hectare à ne pas dépasser afin de respecter les limites réglementaires du 7^{ème} PAN fixées à 70 kg d'APLSH/ha ou 100 kg d'APLSH/ha (= seuil d'APLSH/ha à respecter).

Le calcul est le suivant :

Dose maximale d'azote total à apporter (en kg/ha) =

Seuil d'APLSH/ha divisé par (quantité totale d'azote par tonne ou m³ x coefficient d'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver).

Exemple :

Lisier de bovins non dilué comportant 4,5 kg N /m³ de matière brute.

Le coefficient d'azote disponible jusqu'en sortie d'hiver pour un apport d'été est de 0,55.

Le seuil APLSH est de 70 kg N/ha.

La quantité maximale de lisier de bovin non dilué à apporter est de : $70 / (4,5 \times 0,55) = 28 \text{ m}^3/\text{ha}$

Annexe n°15 : Nirr - Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unité d'azote à apporter, pour une valeur forfaitaire de la teneur en azote de la ressource en eau de 40 mg/l :

Hauteur d'eau apportée (mm)	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Azote apportée (en kg/ha)	4	5	7	9	11	13	14	16	18	20	22	24	26

Si l'exploitant agricole dispose d'une analyse d'eau de son forage ou de la ressource en eau utilisée pour l'irrigation de la parcelle, le calcul de l'apport d'azote se fait selon la formule suivante :

$$\text{Nirr} = Q \times T \times 0,0023$$

Nirr = apport d'azote par l'eau d'irrigation en kg N/ha

Q = quantité d'eau apportée par le système d'irrigation en mm

T = teneur en nitrates de l'eau d'irrigation en mg/litre.

Annexe n°16 - Apport d'azote localisé au semis sur betteraves

En dessous de 80 kg N/ha, il n'y a pas d'ajustement à réaliser.

Si l'apport est de plus de 80 kg N/ha, il faut appliquer les coefficients multiplicateurs suivants à la dose prévisionnelle

	Sols non calcaires à texture de surface limoneuse et à texture de surface sableuse	Sols calcaires	Sols non calcaires à texture de surface argileuse et sols argilo-calcaires
Précédent céréales sans apport organique	0,85	0,85	0,90
Tous précédents avec apports organiques	0,80	0,80	0,80
Précédent légumineuses	0,80	0,80	0,90
Parcelles irriguées	0,75	0,80	0,80

Annexe n°17 - Evaluation du risque de volatilisation ammoniacale des apports d'azote minéral (Source COMIFER)

1. Contexte et enjeux

Si la directive européenne Nitrates, adoptée en 1991, cible principalement depuis son origine, la réduction de la pollution des eaux superficielles et souterraines par les nitrates d'origine agricole, dans sa 7^{ème} version, le nouveau programme d'actions national (PAN7) vise également la cohérence des actions menées avec d'autres enjeux environnementaux tels que ceux liés à la qualité de l'air.

Dans ce cadre, la France s'est fixée différents objectifs dont :

- La réduction des émissions d'ammoniac (NH_3) par volatilisation (94 % d'origine agricole) :
-13% en 2030 par rapport à 2005 ;
- La réduction des émissions de protoxyde d'azote (N_2O) de -15% en 2030 par rapport à 2015.

Or la fertilisation azotée (minérale et organique) représente un poste important dans l'empreinte carbone associée aux productions végétales. Les émissions de N_2O au champ sont directement proportionnelles à la quantité d'azote mise en jeu.

Réduire les pertes azotées, c'est utiliser moins d'azote par unité de production et donc limiter les effets des Gaz à Effet de Serre (GES) au champ.

Les principales pertes d'azote au champ peuvent avoir lieu par lixiviation (NO_3), par volatilisation (NH_3) ou par nitrification-dénitrification (N_2O , N_2). La volatilisation notamment peut se traduire par des pertes très significatives sur une courte période suivant l'apport.

Une bonne connaissance des facteurs de risque, ainsi que de bonnes pratiques à mettre en œuvre, doit donc permettre de limiter ce risque.

2. Evaluation du risque de volatilisation ammoniacale de l'azote minéral

Le calcul de la dose prévisionnelle ne doit pas tenir compte *a priori* de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux et se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté. C'est pourquoi la prise en compte des pertes par volatilisation n'apparaît pas dans l'équation de la méthode du bilan prévisionnel (cf annexe n°2). Un agriculteur souhaitant prendre en compte ces **pertes doit d'abord chercher à les réduire en mettant en œuvre des pratiques culturales adaptées** qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté.

a) Pratiques recommandées permettant de limiter les pertes par volatilisation :

1) **Sur culture de printemps en pré-semis ou au semis/plantation** : incorporer les engrais à base uréique et ammoniacale (sensibles à la volatilisation) 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 particulier pour les engrais à base uréique et ammoniacale, en profondeur (à 10-15 cm à l'aide d'un fertiliseur à coutre type « Magendie ») ou à défaut par un binage/désherbinage superficiel (moindre efficacité).

3) **Sur cultures d'hiver ou céréales de printemps, pour les apports** d'engrais à base uréique et ammoniacale **en végétation**, épandre peu de temps avant un épisode pluvieux significatif 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 20-30% 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 de ne pas exposer les engrais azotés aux conditions très favorables à la volatilisation de la journée et dans le cas d'une solution azotée, 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, éviter le recours aux engrais les plus sensibles à la volatilisation.

5) **Eviter les apports en conditions ventées et par températures élevées** (le vent nuit également à la précision de l'épandage).

b) Grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité des apports d'azote minéral :

(cas d'apport en plein sur végétation)

Lorsqu'un engrais minéral azoté est apporté, en cours de culture, sans possibilité ni d'enfouissement ou incorporation, ni d'infiltration à la faveur de précipitations ou d'une irrigation, ou notamment lors de l'application d'azote liquide ou d'urée, la grille ci-dessous permet d'estimer le risque de perte d'efficacité associée à cet apport (en fonction du type de fertilisant et des conditions pédoclimatiques).

Cette grille peut être utilisée à chaque apport. Elle peut servir **pédagogiquement** à évaluer le risque encouru pour des apports passés, ou estimer les risques d'inefficacité d'un prochain apport et **identifier les meilleures conditions d'apport possibles de certains engrais azotés**.

Le COMIFER recommande notamment de positionner les apports azotés en phase végétative et juste avant un épisode pluvieux. **Compte tenu du risque important de volatilisation des engrais minéraux, il n'est plus possible désormais de majorer les doses d'apport.**

Date d'apport :			Note	Votre situation
Référence de la parcelle :				
Culture :				
SOL	pH	pH < 7	0	
		$7 \leq \text{pH} \leq 7,5$	2	
		pH > 7,5	3	
	CEC (1)	< 12 meq/100 g de terre	2	
		≥ 12 meq/100 g de terre	0	
Couverture du sol par la culture	En %	< 50 %	0	
		$\geq 50\%$	-2	
Météorologie	Pluviométrie prévue à 3 jours	H < 10mm sur 3 jours	4	
		H \geq 10mm sur 3 jours	0	
	Vitesse du vent	V \leq à 3 Beaufort (0-19 km/h)	0	
		V > à 3 Beaufort (0-19 km/h)	2	
	Température de l'air le jour de l'apport	T° < 6°C	0	
		6°C \leq T° \leq 13°C	3	
		T° > 13°C	6	
(1)Le CEC détermine les quantités d'éléments fertilisants cationiques (K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , ...) pouvant être retenues ainsi que l'aptitude du sol à tamponner les variations de pH de la solution.			Note globale	

Qualité des conditions d'apport de l'engrais minéral azoté					Conditions d'apport de la forme considérée	
Note globale obtenue	< 4	de 4 à 8	de 9 à 13	> 13		
Ammonitrates						Bonnes conditions d'apport, efficacité optimale de l'azote apporté
Urée + inhibiteur d'uréase						Conditions moyennes pour lesquelles des pertes d'efficacité sont possibles
Solution azotée						Conditions limites, risque de pertes d'efficacité significatives
Urée solide						Apport à éviter : l'efficacité de l'azote apporté peut être fortement réduite

La grille ci-dessus permet uniquement de **caractériser les fenêtres optimales d'apport** et de mettre en œuvre les bonnes pratiques agricoles pour une **valorisation maximale des apports azotés**. Avec un risque accru de pollution de l'air, par volatilisation (NH₃) ou par nitrification-dénitrification (N₂O, N₂), la majoration des doses d'azote n'est plus autorisée, l'objectif est uniquement de trouver la meilleure fenêtre d'apport possible.

**Annexe n°18 : Cultures à doses plafond d'azote annuelle hors prairies et fourrages
(en équivalent azote minéral par ha)**

Le tableau présenté ci-dessous précise les doses d'azote plafond qui s'appliquent aux cultures suivantes :

Cultures	Dose	Observations
<u>Maraîchage et légumes de plein champ</u>		
Ail	150 kg/ha	
Artichauts	120 kg/ha	
Asperges 1 ^{ère} et 2 ^{ème} année	110 kg/ha	Asperges non productives
Asperges 3 ^{ème} année et suivantes	190 kg/ha	Asperges en production
Aubergines	370 kg/ha	Toujours sous abris
Betteraves rouges potagères	190 kg/ha	
Bettes potagères	220 kg/ha	
Céleris branche et rave	270 kg/ha	
Choux blanc ou rouge d'été et d'automne	310 kg/ha	
Choux brocolis (maraîchage)	200 kg/ha	
Choux de Bruxelles	240 kg/ha	
Choux fleurs (maraîchage)	240 kg/ha	
Choux-fleurs d'industries	270 kg/ha	
Choux de Milan	270 kg/ha	
Concombre	450 kg/ha	
Cornichons	90 kg/ha	
Courgettes	270 kg/ha	
Cresson	0 kg/ha	
Echalotes	120 kg/ha	
Epinards maraîchage	220 kg/ha	
Fèves	50 kg/ha	
Mâche	50 kg/ha	
Lentilles (y compris semences)	0 kg/ha	
Navets industriels et potager bottes	150 kg/ha	Les navets industriels sont souvent implantés en 2 ^{ème} culture après pois.
Persil	125 kg/ha	+ 50 kg/ha/coupe
Petits pois, pois de conserve	50 kg/ha	si semis avant début avril
	0 kg/ha	si semis après début avril
Pois chiche	0 kg/ha	En présence de nodosités
	50 kg/ha	En première année de culture (si absence d'inoculum homologué) ou en l'absence de nodosités 6 semaines après la levée)
Poireaux	220 kg/ha	
Poivrons	250 kg/ha	
Potirons, courges plein champ	140 kg/ha	
Radis	80 kg/ha	
Salades et autres chicorées	150 kg/ha	
Tomates	420 kg/ha	
<u>Fruits rouges</u>		
Cassis	80 kg/ha	
Groseilles	80 kg/ha	
Fraises	200 kg/ha	
Framboises	200 kg/ha	

Cultures	Doses	Observations
<u>Vergers</u>		
Pommes de table (y compris pour l'industrie) et pommes à cidre :	90 kg/ha	
Autres vergers (poires, cerises et griottes, mirabelles, quetsches et autres prunes, noix).	110 kg/ha	
<u>Vigne</u>		
Vigne	60 kg/ha	Amendements organiques normés de NFU 44-051 non pris en compte dans le calcul de l'azote apporté
<u>Autres cultures</u>		
Avoine nue	160 kg/ha	Source GREN Grand Est
Cameline	120 kg/ha	Source Terres Inovia
Chanvre	120 kg/ha	Source Terres Inovia
Féverole	0 kg/ha	Source Terres Inovia
Houblon	200 kg/ha	Sources : Chambres d'agriculture 67-68 et 59-62
Lupin	0 kg/ha	Source Terres Inovia (car inoculation possible)
Miscanthus, Switchgrass, TTCR	60 kg/ha 120 kg/ha	récolté en sec récolté en frais (Source : GREN Grand Est)
Moutarde	150 kg/ha	Source GREN Normandie-
Pois protéagineux	0 kg/ha	Source Terres Inovia
Oeillette médicinale (ou pavot)	120 kg/ha	Source Industries de transformation
Sarrasin	50 kg/ha	Source GRENs Bretagne et Normandie
Silphie	20 kg/ha 160 kg/ha	à l'implantation (engrais starter NPK) à partir de la 2 ^{ème} année (France Silphie et expérience CA 80 / CA 59-62)
Soja	0 kg/ha 80 à 150 kg/ha	En présence de nodosités En cas d'échec de nodulation, dose à moduler en fonction de l'objectif de rendement : 80 pour 25 q/ha + 20 unités tous les 5 q/ha, plafonné à 150 kg/ha (source Terres Inovia)
Autres plantes à parfum, médicinales et aromatiques (plus de 100 ha en France)		Voir note PPAM (2012) sur site du Comifer
<u>Succession de cultures en maraîchage</u>		
Succession de 2 cultures sur une même parcelle	380 kg/ha	Pôle Légumes Nord
Succession de 3 cultures sur une même parcelle	500 kg/ha	Pôle Légumes Nord
<u>Toute autre culture non mentionnée dans les annexes n°3, 17 et 18</u>		
Dose balai	210 kg/ha	hors légumineuse

Annexe n°19 : Dose plafond annuelle d'azote pour les prairies, fourrages, et cultures intermédiaires exportés (CIE)

Les tableaux ci-après permettent de connaître la dose d'azote pour les surfaces de prairies.

En effet, cette dose d'azote prévisionnelle annuelle (kg N/ha) est estimée en fonction du chargement moyen de l'exploitation et du potentiel de la prairie.

Le potentiel de la prairie est déterminé en fonction des caractéristiques suivantes :

- **potentiel bon** : prairies ayant peu de facteurs limitant le potentiel de rendement : sols profonds (limons, limons argileux...), peu ou absence d'asphyxie, faible sensibilité à la sécheresse d'été et flore de qualité ;
- **potentiel moyen** : prairies présentant un seul facteur limitant le potentiel de rendement : manque ou excès d'eau, pente, sol superficiel, etc... ;
- **potentiel réduit** : prairies présentant structurellement plusieurs facteurs limitant le potentiel de rendement : sol superficiel, réserve utile réduite pouvant occasionner une sécheresse, pente.....

Prairies pâturées

Dose plafond annuelle d'azote (en équivalent azote minéral)
pour les surfaces concernées de l'exploitation
en fonction du chargement moyen de l'exploitation et du potentiel de la prairie

Chargement moyen de l'exploitation	Moins de 25 ares par UGB			De 25 ares à 40 ares par UGB			De 40 ares à moins de 60 ares par UGB			Supérieur ou égal à 60 ares par UGB		
Potentiel de la prairie	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit
Prairies uniquement pâturées	200	160	120	170	140	110	140	110	90	110	60	30
Prairies pâturées et fauchées	200	180	140	180	170	140	180	160	130	160	100	70

Prairies fauchées

Dose plafond annuelle d'azote (en équivalent azote minéral)
pour les surfaces concernées de l'exploitation
en fonction du potentiel de la prairie

Potentiel de la prairie	Bon	Moyen	Réduit
Prairies uniquement fauchées	250	180	140

Autres fourrages en culture principale et couverts d'interculture exportés (= dérobées)

Dose plafond annuelle d'azote en équivalent azote minéral (en kg d'N/ha)

	Dose plafond	Observations
Fourrages et couverts d'interculture exportés (CIE) comportant des légumineuses		
Méteil fourrage (mélange de céréales, graminées ou autres espèces et légumineuses, récolté en plante entière)	85 kg N/ha 50 kg N/ha	si récolte de printemps si récolte d'automne (si récolte en grains : méthode du bilan à voir en annexe n°3-4)
Luzerne fourragère, luzerne déshydratée	100 kg N/ha	sous forme d'apports de produits organiques (fertilisation minérale interdite)
Légumineuses pures (sauf luzerne)	0 kg N/ha	Fertilisation azotée interdite
Autres fourrages et CIE sans légumineuses		
Céréales immatures (triticale, épeautre, seigle...) en pure ou en mélange (sans légumineuse)	60 kg. N/ha	si récolte d'automne (GREN HdF) si récolte de printemps : méthode du bilan prévisionnel pour CIE d'hiver ou plafond de 100 kg/ha
Ray Grass Italien	100 kg N/ha	En dérobée (CIE) = dose plafond imposée par le PAN 7
Sorgho fourrager	150 kg N/ha 100 kg N/ha	en culture principale (GREN Normandie/GE) en cultures dérobée (CIE)=dose plafond PAN7
Maïs fourrage	100 kg N/ha	En culture principale, voir méthode du bilan. en culture dérobée (CIE) = dose plafond PAN7
Autres cultures fourragères annuelles	125 kg N/ha	en culture principale
Autres cultures herbagères (dactyle, fétuques...)		Voir tableaux « prairies »
Fourragères porte-graine : Ray Grass Anglais, Ray Grass d'Italie, Ray Grass hybride, Fétuque élevée, Fétuque rouge...	170 kg N/ha	Pour plus de précisions, voir la note de la FNAMS (dernière version de mars 2019)

**Annexe n°20 - Plan prévisionnel de fumure azotée (PPF)
et cahier d'enregistrement des pratiques**

Contenu minimal des rubriques :

- du plan prévisionnel de fumure azotée
- du cahier d'enregistrement des pratiques de fumure azotée

Le plan prévisionnel de fumure azotée et le cahier d'enregistrement des pratiques doivent comporter au minimum, pour chaque îlot cultural conduit de façon homogène, les éléments suivants :

Plan prévisionnel de fumure (pratiques prévues)	Cahier d'enregistrement des pratiques (pratiques réalisées)
<ul style="list-style-type: none"> - Identification et surface de l'îlot cultural - Culture pratiquée et période d'implantation envisagée - Type de sol - Date d'ouverture du bilan(*) (**) - Lorsque le bilan est ouvert postérieurement au semis, la quantité d'azote absorbée par la culture à l'ouverture du bilan (*) (**) - Objectif de production envisagé (*) - Pourcentage de légumineuses pour les associations graminées/légumineuses (*) - Apports par irrigation envisagés et teneur en azote de l'eau d'irrigation - Lorsqu'une analyse de sol a été réalisée sur l'îlot, le reliquat sortie hiver mesuré ou la quantité d'azote sous forme organique et minérale ou de carbone organique du sol mesuré (*) - Quantité d'azote efficace et total à apporter par fertilisation après l'ouverture du bilan - Quantité d'azote efficace et total à apporter après l'ouverture du bilan pour chaque apport de fertilisant envisagé 	<p>Identification de l'îlot</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identification et surface de l'îlot cultural - Type de sol <p>Interculture précédant la culture principale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modalités de gestion des résidus de culture - Modalités de gestion des repousses et date de destruction - Modalités de gestion du couvert végétal d'interculture : <ul style="list-style-type: none"> . valorisation (exporté, non exporté), . espèce(s), . date d'implantation et de destruction (si CINE) ou de récolte, fauche ou pâturage (si CIE), . apports de fertilisants réalisés (date, superficie, nature, teneur en azote et quantité d'azote total) <p>Culture principale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Culture pratiquée et période d'implantation - Rendement réalisé - Pour chaque apport d'azote réalisé : <ul style="list-style-type: none"> . date d'épandage ; . superficie concernée ; . nature du fertilisant ; . teneur en azote et quantité totale d'azote contenue dans l'apport - Date de récolte ou de fauche pour les prairies <p>Travail du sol</p> <ul style="list-style-type: none"> . si techniques culturales simplifiées, indiquer l'absence de labour la campagne en cours et les 2 précédentes, . si semis direct sous couvert, indiquer cette conduite pour la campagne en cours

(*) Non exigé lorsque l'îlot cultural ne reçoit aucun fertilisant azoté ou une quantité d'azote totale inférieure à 50 kg/ha

(**) Non exigé lorsque, pour la culture pratiquée, l'arrêté préfectoral mentionne au b du 1° du III préconise le recours à une dose plafond d'azote annuelle

Annexe n°21 - Liste des outils d'aides à la décision (OAD) pour la gestion de la fertilisation azotée des cultures

Pour les grandes cultures

Outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote labellisés par le COMIFER	Outils d'ajustement du plan prévisionnel de fumure (non exhaustif)	Outil de pilotage en cours de végétation éligible HVE (non exhaustif)
Azofast (Eurofins Galys) Azofert (LDAR) Epiclès (SMAG) sur prairies également Exo Expert (Groupama Rhône Alpes) Fertiweb Basic (AUREA) sur prairies également Fertiweb Technic (AUREA) sur prairies également Geofolia (ISAGRI) sur prairies également Mes Parcelles (CA France) sur prairies également Réglette Azote Colza (Terres Inovia) Scopix module PPF (Ortix) Wiuz Fertil (Wiuz)	APM ⁽¹⁾ (Analyse de l'Azote Potentiellement Minéralisable du sol) ou PMS ⁽¹⁾ (potentiel de minéralisation du sol) Azofert (outil dynamique avec intégration des données météo) Reliquats azotés (RSH) mesurés ou estimés en sortie d'hiver ⁽²⁾ Héliostest (tournesol – terres Inovia), Bande double densité (blé) Mesure ou estimation d'une biomasse (céréales à paille, colza) à partir de prélèvements destructifs, ou de modèles basés sur des données de télé/proxy-détection : Imagerie issue de capteurs embarqués sur téléphone (application) ou tracteur Drone ou satellite : Yara Image IT, Farmstar (céréales, colza), Wanaka (colza), Spotifarm (colza), Précifert (colza), Mes Sat'Images (colza) Méthode MERCI (couverts végétaux)	- Abelio Smart Farming (Abélio) - Atfarm (Yara) - Crop Sensor (Claas) - Farmstar NEO et Farmstar ECO (Arvalis/Airbus/Terres Inovia) - Green Seeker/Green Seeker RT 200 (Trimble) - Index-N (Agro Conseil) - Jubil (Arvalis-INRAE) - Mes Sat'Images (CA France) - N-Pilot (LAT Boréal)is) - N-Sensor (Yara) - N-Tester (Yara) - Precifert'Azote (Précifield) - Spotifarm (Isagri) - Wanaka (Wanaka) - Xarvio Field Manager Pro (BASF) - Appi-N (INRAE) uniquement sur blé - CHN-conduite (ARVALIS) uniquement sur blé

⁽¹⁾ En cours de normalisation

⁽²⁾ Le reliquat Post Récolte (RPR) ou Début Drainage (RDD) n'est pas concerné car non intégrable à ce jour à la méthode du bilan

Ou consulter le [site internet du COMIFER](#) afin d'avoir la mise à jour régulière des outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote labellisés

Pour la vigne, l'arboriculture et le maraîchage

Outils de calcul de la dose prévisionnelle de fumure Les logiciels Plan prévisionnel de Fertilisation (PPF)	Outils d'ajustement du plan prévisionnel de fumure = PPF Aj	Outil de pilotage (utilisés seuls ou en complément de PPF seul ou PPF + PPF Aj)
- Fertiweb Basic (AUREA) - Geofolia (ISAGRI) - Mes P@rnelles (CA France) - Wiuz Fertil (Wiuz)	Pas d'outil identifié à ce jour	- Analyse de sol - Analyse de reliquats azotés - Analyse de rameaux (arboriculture) - Analyse de sarments (vigne) - Analyse de pétioles (feuilles) - Analyse de sève (teneur en nitrates, Nitra-check) - Grille ZeNit (mesure azote du sol et conseil associé) - Méthode PILazo (statut azoté des cultures) - Pilotage basé sur mesure NDVI - Pilotage basé sur la mesure de biomasse

Ou consulter le [site internet du COMIFER](#) afin d'avoir la mise à jour régulière des outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote labellisés

Pour l'horticulture et le maraîchage hors sol

Type d'outil d'aide à la décision	Exemple	Catégorie
Analyse en laboratoire de solutions nutritive		Outil de pilotage
Ec-mètre ou PH-mètre utilisés en cultures hors sol, et appareil portatif de mesure de nitrates dans l'eau	<p>Sondes de station fertilisante type Netajet, NetaFlex, Fertikit, FertiOne, Jusmo Inductive, Ordi Priva, Hoogendroon, Hortimax ..., sonde Hanna instruments, sonde Milwaukee, Grodan GroSens MultiSensor System, ...</p> <p>Appareil portatif nitrates : Nitracheck, photomètre nitrates Hanna Instruments, XS tester ...</p> <p>Hanna Instruments, NT sensors mulitiION, Horiba – LaquaTwin range, HACH – AN-ISE, METTLER TOLEDO – perfectION, Merck – RQ Flex</p>	Outil de pilotage
Analyses fluorimétriques et analyses foliaires	<p>Fluorimétrie : Handy PEA+, atleaf, ...</p> <p>Analyse foliaire : Spad, N-Tester, Laquatwin, ...</p>	Outil de pilotage
Capteurs infrarouges thermiques	Capteurs de température de plantes Ridder, Divatec, Hoogendoorn	Outil de pilotage
Capteurs de turgescence des feuilles ou des tiges	Capteurs de diamètre de tige, capteur de flux de sève, capteurs d'eau	Outil de pilotage

Ou consulter le [site internet du COMIFER](#) afin d'avoir la mise à jour régulière des outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote labellisés

Pour l'horticulture de pleine terre

Type d'outil d'aide à la décision	Catégorie
Analyse de sol réalisée en laboratoire agréé	Outil de pilotage

Ou consulter le [site internet du COMIFER](#) afin d'avoir la mise à jour régulière des outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote labellisés