

R

éférentiel pour le calcul des plans prévisionnels de fumure azotée



**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRES D'AGRICULTURE
HAUTS-DE-FRANCE

Référentiel zones vulnérables Hauts-de-France

Cette plaquette, élaborée en collaboration avec les services de l'Etat, reprend les références, établies en Hauts-de-France, de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée, fixées par l'arrêté préfectoral du 25 octobre 2019.

Ce référentiel permet de calculer pour chaque îlot cultural situé dans les zones vulnérables, 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.

NOVEMBRE 2019

Utilisation pratique de ce guide

«Le raisonnement de la fertilisation azotée est une méthode permettant d'ajuster les apports d'engrais minéraux ou organiques aux besoins de la culture, pour atteindre un objectif de production donné, en prenant en compte les autres fournitures d'azote du sol». (COMIFER, 2013)

La méthode de calcul du plan prévisionnel de fumure azotée présentée dans les pages 4 à 13 est la méthode la plus fiable pour appréhender la dose bilan. Toutefois, une méthode simplifiée a néanmoins été validée pour des cas bien précis (voir pages 17 à 18).

Cas des cultures avec méthode des bilans

Pour les cultures où la méthode du bilan azoté s'applique, les références sont indiquées, poste par poste, de la page 4 à la page 13.

Pour calculer la dose d'azote minéral à apporter :

- 1/ Évaluez les besoins de la culture en vous reportant aux paragraphes 1 et 2.
- 2/ Évaluez les fournitures en azote à déduire des besoins en vous reportant aux paragraphes 3 à 10. N'oubliez pas de comptabiliser les éventuels apports par l'eau d'irrigation.
- 3/ Calculez la dose prévisionnelle (cf exemple de calcul page 19).

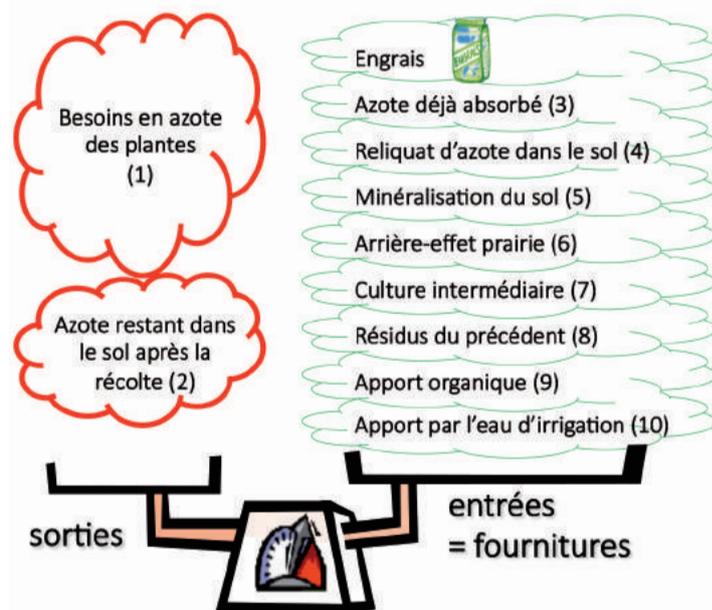
*Nb : Les **apports atmosphériques** sont considérés comme négligeables au regard des quantités qu'ils représentent. On peut considérer qu'ils compensent globalement les pertes par voie gazeuse.*

Cas des bilans négatifs

- Lorsque le calcul de dose donne un résultat négatif (besoins < fournitures) → les apports azotés ne sont pas autorisés.
- Si le calcul donne une dose bilan entre 0 et 30 kg d'azote → un apport de 30 kg/ha d'azote est possible.



Illustration de la méthode du bilan (entre parenthèses figurent les n° des postes du bilan, correspondant aux paragraphes des pages suivantes)



Cas des cultures à doses plafonds

Certaines cultures ne bénéficient pas de références scientifiques suffisantes pour permettre un calcul selon la méthode des bilans. Dans ce cas, des doses maximales d'azote ont été définies par culture. Ces plafonds n'interdisent pas l'utilisation d'outils de calcul conformes à la méthode du bilan prévisionnel le cas échéant.

Ces plafonds sont indiqués en pages 14-15

Conditions de réalisation du plan prévisionnel de fertilisation

Le plan prévisionnel de fumure azotée est obligatoire en zones vulnérables.

Dans ce cadre, il doit être établi au plus tard :

- avant le 2^{ème} apport réalisé en sortie d'hiver en cas de fractionnement des doses de printemps,
- avant l'apport unique de sortie d'hiver en l'absence de fractionnement,
- il est exigible au plus tard le 15 mai et doit être conservé 5 ans.

Tous les îlots culturaux doivent y figurer, y compris les parcelles non fertilisées.

En cas de culture dérobée fertilisée avec de l'azote minéral, un plan de fumure doit être établi au même titre que la culture principale. L'îlot cultural fait alors l'objet de 2 plans de fumure.



Les éléments obligatoires du plan de fumure :

Identification de l'îlot, surface de l'îlot cultural, type de sol
Culture pratiquée, période d'implantation envisagée
Date d'ouverture du bilan (*) (**)
Quantité d'azote absorbée par la culture à l'ouverture du bilan (*) (**) pour les cultures de fin d'été ou d'automne
Objectif de production envisagé (*)
Pourcentage de légumineuses pour les associations graminées/légumineuses (*)
Apports par irrigation envisagés et teneur en N de l'eau d'irrigation
Reliquat d'azote mesuré en sortie d'hiver (*)
Quantité d'azote efficace et total à apporter par fertilisation après ouverture du bilan
Quantité d'azote efficace et total à apporter après l'ouverture du bilan pour chaque apport de fertilisant azoté envisagé

(*) Non exigé si l'îlot cultural ne reçoit aucun fertilisant azoté ou une quantité totale d'azote < 50 kg N/ha.

(**) Non exigé pour les cultures pour lesquelles le référentiel régional préconise le recours à une dose plafond et non un calcul de dose selon la méthode du bilan.

Des modèles de plan de fumure sont disponibles en téléchargement sur <http://www.hautsdefrance.chambres-agriculture.fr>



Pour rappel

- Tout apport d'azote réalisé supérieur à la dose prévisionnelle calculée selon la méthode du bilan doit être justifié par :
- l'utilisation d'un outil de pilotage de la fertilisation en cours de végétation (Farmstar, N-Pilot, N-tester, Jubil, Mes dron'images, Mes sat'images,...),
 - un accident cultural intervenu postérieurement au calcul de la dose prévisionnelle, dûment enregistré dans le cahier d'enregistrement des pratiques (nature et date),
 - une quantité d'azote exportée par la culture supérieure au prévisionnel.

1 - Besoins en azote des cultures

Pour calculer les besoins, utilisez les références ci-dessous en tenant compte du rendement prévisionnel de votre parcelle, sauf pour les besoins forfaitaires à l'hectare.

RAPPEL : Le **rendement prévisionnel** est calculé comme la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture considérée et, de préférence, **pour des conditions comparables de sol** au cours des 5 dernières années, en excluant les valeurs maximales et minimales. Possibilité de remonter à la 6^{ème} année s'il manque une référence pour une des 5 années. Si les références sont insuffisantes

sur l'exploitation (ex : nouvelle culture), utiliser le rendement moyen départemental disponible sur le site de la DRAAF (www.draaf.hauts-de-france.agriculture.gouv.fr).

Le calcul de l'objectif de rendement n'est pas nécessaire dans le cas des cultures à besoins forfaitaires et des cultures à doses plafonds.

Nb : Pour la production de semences de céréales hybrides (blé tendre, orge, seigle), l'objectif de rendement sera calculé en utilisant les rendements de la lignée mâle comme référence pour l'ensemble de la parcelle.

Cultures	Besoins en azote
GRANDES CULTURES	
Avoine hiver et printemps	2,2 kg/q
Betterave fourragère	260 kg/ha
Betterave sucrière	220 kg/ha
Blé dur	* Les besoins unitaires variétaux du blé sont actualisés chaque année par Arvalis et sont téléchargeables sur www.arvalis-info.fr/index.html 3,7 kg/q (à adapter en fonction de la variété)*
Blé tendre	3 kg/q (à adapter en fonction de la variété)*
Chicorée racine	130 kg/ha
Colza d'hiver	7 kg/q
Colza de printemps	5,2 kg/q
Epeautre	1,9 kg/q
Lin textile (fibre, y compris semences)	12 kg/t RNB (roui non battu)
Lin oléagineux (graine)	4,5 kg/q
Maïs fourrage et ensilage	14 kg/t MS (si objectif de rendement < ou égal à 14 t MS/ha) 13 kg/t MS (si objectif de rendement entre 14 et 18 t MS/ha) 12 kg/t MS (si objectif de rendement >18 t MS/ha)
Maïs grain (rendement exprimé à 15 % d'humidité)	2.3 kg/q (si objectif de rendement <100 q/ha) 2.2 kg/q (si objectif de rendement entre 100 et 120 q/ha) 2.1 kg/q (si objectif de rendement >120 q/ha)
Orge d'hiver ou de printemps, brassicole ou non, escourgeon	2,5 kg/q
Seigle	2,3 kg/q
Sorgho grain	2.5 kg/q
Tabac de Virginie (remplissage classique et précoce)	35 kg/t de feuilles sèches produites (classique) et 39 kg/t de feuilles sèches produites (précoce)
Tabac de Burley	95 kg/t de feuilles sèches produites
Tournesol	4,5 kg/q
Triticale	2,6 kg/q
LÉGUMES	
Carottes nantaises	180 kg/ha
Carottes grosses (type Flakkee)	200 kg/ha
Endives	90 à 120 kg/ha (variétés sensibles) 120 à 155 kg/ha (variété tolérantes) 155 à 185 kg/ha (variétés préférantes)
Epinard d'industrie d'hiver ou de printemps précoce (semis mars-avril et récolte mai-juin)	260 kg/ha (+ 50 kg/ha par coupe supplémentaire)
Epinard d'industrie de printemps tardif, d'été ou d'automne (semis juin-août et récolte août-octobre)	240 kg/ha (+ 50 kg/ha par coupe supplémentaire)
Haricots très fin (verts et beurre), flageolets et lingots (y compris haricots de Soissons AOC), haricots mange-tout	200 kg/ha (en 2 ^{ème} culture : plafond de 130 kg/ha ou plafond de 110 kg/ha après pois de conserve)
Haricots extra fins (verts et beurre)	180 kg/ha (en 2 ^{ème} culture : plafond de 100 kg/ha ou plafond de 80 kg/ha après pois de conserve)
Jeunes carottes feuilles (type Amsterdam)	120 kg/ha
Jeunes carottes «décolletées»	140 kg/ha
Oignons blanc botte et bulbilles d'oignons	120 kg/ha
Oignons de garde pour marché du frais	165 kg/ha
Oignons déshydratation industrie	200 kg/ha
Salsifis et scorsonères	260 kg/ha

Besoins de la pomme de terre

Les besoins azotés de la pomme de terre dépendent du type de débouchés et de la durée du cycle. Les besoins qui figurent dans les tableaux ci-dessous sont des besoins maximums.

Pomme de terre grenaille

DATES DE PLANTATION	DATES 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
21/03 - 31/03	105	110	125	130	140	140	145	150	150
01/04 - 10/04	100	110	120	130	135	140	145	145	150
11/04 - 20/04	100	105	120	125	130	135	140	145	150
21/04 - 30/04	95	100	115	120	130	135	140	140	145
01/05 - 10/05	75	90	105	115	125	130	135	140	140
11/05 - 20/05	60	85	95	110	120	125	130	135	140
21/05 - 31/05	25	60	80	100	110	115	125	130	135
01/06 - 10/06	0	20	60	85	100	110	115	125	130

Pomme de terre chair ferme

DATES DE PLANTATION	DATES 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
21/03 - 31/03	155	175	185	190	195	200	205	205	205
01/04 - 10/04	155	170	180	190	195	200	205	205	205
11/04 - 20/04	150	165	180	185	190	200	200	205	205
21/04 - 30/04	140	160	170	180	185	195	195	200	205
01/05 - 10/05	125	145	165	175	180	190	195	195	200
11/05 - 20/05	115	135	155	165	175	180	185	195	195
21/05 - 31/05	90	115	140	155	165	175	180	190	190
01/06 - 10/06	35	95	120	140	155	165	175	180	185

Pomme de terre de consommation et plants de pomme de terre*

DATES DE PLANTATION	DATES 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
21/03 - 31/03	200	225	235	245	250	260	265	265	265
01/04 - 10/04	200	220	230	240	250	255	260	260	265
11/04 - 20/04	195	215	230	240	245	255	260	260	265
21/04 - 30/04	180	205	220	230	240	250	255	260	260
01/05 - 10/05	165	185	210	220	235	240	250	255	255
11/05 - 20/05	150	170	200	215	225	230	240	250	250
21/05 - 31/05	115	150	180	200	210	225	235	240	245
01/06 - 10/06	45	120	155	180	195	215	225	230	240

* en cas de production de plants, se rapprocher du Comité Nord Plants afin de connaître les préconisations par variété.

Pomme de terre d'industrie et féculé

DATES DE PLANTATION*	DATES 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
01/04 - 10/04	265	270	275	280	285	285	290	290
11/04 - 20/04	260	265	270	275	280	285	285	290
21/04 - 30/04	255	260	265	275	275	280	285	285
01/05 - 10/05	245	255	260	265	275	275	280	280
11/05 - 20/05	235	245	255	260	265	270	270	275
21/05 - 31/05	220	235	245	255	260	265	265	270
01/06 - 10/06	205	220	235	240	250	255	255	260
11/06 - 20/06	190	205	220	235	240	245	250	255

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

Les grands types de sol en Hauts-de-France

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 à l'aide du triangle des textures.

Pour plus d'information, contactez votre conseiller

2 - Azote restant dans le sol après la récolte

- Quantité d'azote restant dans le sol après la récolte (kg N/ha)

Profondeur maximale d'enracinement (cf encadré p. 7)	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
0 - 30 cm	5	10	15
0 - 45 cm	7	12	17
0 - 60 cm	10	15	20
0 - 90 cm	15	20	30
0 - 120 cm	20	30	40

3 - Azote déjà absorbé par la culture en sortie d'hiver

- Pour les céréales d'hiver :

Estimation via imagerie satellite (ex : Farmstar) ou imagerie aérienne (ex : Mes dron'images) ou via le stade :

Stade de la céréale	Azote déjà absorbé en sortie d'hiver (kg N/ha)
Jusqu'à 3 feuilles	10
Maître brin + 1 talle	15
Maître brin + 2 talles	20
Maître brin + 3 talles	25
Maître brin + 4 talles	30
+ 5 kg par talle supplémentaire avec un max de 50 kg/ha	



- Pour le colza :

- Estimation par imagerie satellitaire ou imagerie aérienne ou photographique

- Ou estimation par pesée :

- méthode simple pesée (en sortie d'hiver (SH)) : azote absorbé(N abs) = poids de matière verte aérienne (en kg/m²) x 65

- méthode double pesée (entrée d'hiver (EH) et sortie d'hiver (SH)) :

Si N abs SH ≥ N abs EH → N absorbé = N abs SH

Si N abs SH < N abs EH → N absorbé = N abs SH + [0,5 x (Nabs EH - N abs SH) / 1,35]

Avec N abs EH = azote absorbé entrée hiver = poids de matière verte aérienne (en kg/m²) x 50

Et N abs SH = azote absorbé sortie hiver = poids de matière verte aérienne (en kg/m²) x 65

En cas de difficulté avec les formules indiquées ci-contre, la réglette colza du site internet de Terres Inovia (qui intègre ce calcul permettant de déterminer la dose prévisionnelle d'azote) est également utilisable et disponible sur <http://regletteazotecolza.fr>



Exemple de calcul : azote absorbé par le colza en sortie hiver – cas double pesée

Pesée entrée hiver = 1,5 kg/m² Nabs EH = 1,5 x 50 = 75 kg N/ha

Pesée sortie hiver = 1 kg/m² Nabs SH = 1 x 65 = 65 kg N/ha

⇒ N abs SH < N abs EH : Soit azote déjà absorbé en sortie hiver = 65 + [0,5 x (75-65) / 1,35] = 68,7 U

- Pour le lin oléagineux d'hiver : 15 kg N/ha

- Pour toute autre culture d'hiver : 0 kg N /ha

4 - Reliquat d'azote dans le sol en sortie d'hiver

Lorsque vous disposez d'une mesure de reliquat sortie d'hiver sur votre îlot cultural, vous devez l'utiliser dans votre calcul selon la méthode du bilan.

Analysez en priorité les parcelles avec apports organiques, les précédents riches, les accidents culturaux du précédent...

Pour rappel, le programme d'actions de la directive nitrates oblige toute exploitation qui exploite plus de 3 ha en zones vulnérables, à réaliser une mesure de reliquat d'azote en sortie d'hiver, sur l'une des 3 cultures principales. Pour les cultures à doses plafond, pour lesquelles la méthode du bilan est non applicable, cette analyse peut être remplacée par une analyse de taux de matière organique du sol. Pour les exploitations qui ne cultivent que des prairies, cette analyse peut être substituée par une seule analyse d'herbe à réaliser au cours du programme d'actions.

Le prélèvement doit être réalisé sur la partie de votre parcelle la plus représentative et homogène, et le plus près possible du futur apport d'azote.

En l'absence d'analyses, vous pouvez utiliser les synthèses de reliquats azotés publiées chaque année par les organismes de développement agricole (Chambres d'agriculture, instituts techniques...) en collaboration avec les laboratoires, ou autres sources qui prennent en compte les résultats d'analyses disponibles à l'échelle du département. Il est également possible de se rapprocher de cercles d'agriculteurs ou d'un exploitant voisin pour obtenir une valeur correspondante à sa situation (sol, précédent...). Dans ce cas, la valeur utilisée doit être justifiée.

Il est possible d'utiliser une analyse de reliquat azoté pour une autre parcelle à condition d'être dans des situations en tout point comparable (proximité géographique, type de sol, précédent, culture en place, interculture,...).

Cas des Zones d'Actions Renforcées (ZAR)

En Hauts-de-France, 56 captages d'eau potable font l'objet de mesures supplémentaires au titre du programme d'actions régional.



Parmi ces mesures, il y a l'obligation de réaliser des reliquats d'azote sortie d'hiver supplémentaires. Ainsi, tout agriculteur exploitant dans ces zones doit réaliser en complément du reliquat d'azote déjà obligatoire, une mesure de reliquat sortie d'hiver supplémentaire pour chacune des 2 cultures principales qu'il exploite en ZAR (dès lors que leur surface est supérieure à 3 ha).

Pour plus de précisions sur la localisation des ZAR et sur toutes les mesures imposées en ZAR (nombre de RSH à effectuer selon les situations...), se référer à la plaquette du 6^{ème} programme d'actions zones vulnérables en Hauts de France disponible sur le site internet de la Chambre d'agriculture.

Sur quelle profondeur faut-il faire le bilan azoté ?

Les postes du bilan (2) et (4) explicités précédemment doivent être pris en compte sur la même profondeur maximale explorable par les racines de la culture pour laquelle vous faites le calcul de dose :

Céréales à pailles, betteraves, colza, endives, maïs, lin, grosses carottes, salsifis, sorgho, tournesol, chicorée	90 cm à 120 cm
Autres carottes, tabac	60 cm
Pommes de terre, autres légumes	45 cm

ATTENTION : Si votre sol est peu profond, adaptez cette valeur à la profondeur de votre sol. Vous pouvez consulter pour cela la carte des sols de votre exploitation ou simplement faire un sondage à la tarière.

Exemple : pour un blé en sol de calcaire dur apparaissant à 60 cm, l'azote restant dans le sol (2) et le reliquat d'azote en sortie d'hiver (4) sont à estimer sur 60 cm.

Au contraire, en limon très profond sur blé, escourgeon, orge d'hiver et betterave, la prise en compte du reliquat peut être réalisée sur une profondeur de 120 cm



5 - Minéralisation du sol en grandes cultures

Le poste de minéralisation du sol est établi pour chaque culture en fonction du type de sol. Cette minéralisation basale est ensuite à multiplier par des coefficients pour prendre en compte le facteur système (habitude d'apports organiques, gestion habituelle des résidus de récoltes, fréquence de cultures intermédiaires...).

Pour le cas des pommes de terre et légumes, on prendra également en compte la durée de présence de la culture et l'irrigation.

5.1. Minéralisation basale du sol en kg N/ha (sans apport organique, pailles toujours enfouies)

Minéralisation basale pour un facteur système = 1 en région Hauts-de-France	Cultures d'automne	Cultures de printemps	Maïs, sorgho tournesol	Betterave endives, chicorée racine, tabac, salsifis	Cultures à cycle variable : pommes de terre et légumes
Cranettes sèches et sols argilo-calcaires et sols non calcaires à texture de surface sableuse	25	35	50	60	60*
Sols non calcaires à texture de surface argileuse	25	45	70	80	80*
Sols non calcaires à texture de surface limoneuse Sols calcaires de Champagne, cranettes grasses et limons calcaires	30	50	75	90	90*
Sols à très forte teneur en matière organique	45	70	100	120	120*

- Classe cultures d'automne : avoine d'hiver, blé d'hiver, colza d'hiver, lin d'hiver, orge-escourgeon d'hiver, orge brassicole d'hiver, seigle d'hiver, triticale d'hiver

- Classe cultures de printemps : avoine de printemps, blé tendre et dur de printemps, colza de printemps, lin de printemps fibre et oléagineux, orge de printemps, orge brassicole de printemps, seigle de printemps, triticale de printemps

* Pour les pommes de terre et légumes (cultures à cycle variable), il faut multiplier cette valeur de minéralisation basale par le coefficient repris dans le paragraphe 5.2.



5.2. Cas des pommes de terre et légumes

Multiplier la valeur basale par la somme des coefficients correspondants aux mois de présence de la culture.

En cas de succession de plusieurs cultures la même année : prendre la minéralisation totale sur une année, et répartir sur les cultures.

• Cultures non irriguées

PRESENCE DE LA CULTURE	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPT.	OCTOBRE
Coefficients de minéralisation du sol	0,05	0,10	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	0,15

• Cultures irriguées

En culture irriguée, la minéralisation de l'humus du sol est plus importante notamment pendant les mois d'été de juillet à septembre.

PRESENCE DE LA CULTURE	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPT.	OCTOBRE
Coefficients de minéralisation du sol	0,05	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,15

5.3. Coefficient multiplicateur de la minéralisation du sol selon le système de culture

Habitude de restitution des pailles	Fréquence des apports organiques sur la parcelle						
	Jamais d'apport	5 - 10 ans		3 - 4 ans		1 - 2 ans	
		Fumiers et composts	Autres et fumiers de volailles	Fumiers et composts	Autres et fumiers de volailles	Fumiers et composts	Autres et fumiers de volailles
Toujours enlevées ou brûlées	0,8	0,95	0,9	1	0,95	1,05	1
Enfouies 1 fois sur 2	0,9	1	0,95	1,05	1	1,1	1,02
Toujours enfouies	1	1,05	1	1,1	1,02	1,2	1,05

Si plusieurs types de produits organiques sont apportés : privilégier les types «fumiers et composts».

5.4. Coefficient multiplicateur selon la fréquence des CIPAN

Si présence de CIPAN tous les 2 ans, il faut multiplier la valeur de minéralisation basale par 1,05

5.5. Coefficient multiplicateur si retournement de prairies

Si retournement de prairie, multiplier la valeur de minéralisation par 1,1

Ce coefficient est à appliquer durant 10 ans.

Exemple de calcul pour le poste minéralisation du sol

- Cas d'un blé

- sol : limon moyen
- gestion des résidus : enfouis 1 fois sur 2
- fréquence et type d'apport organique : fumier de bovins tous les 3 ans
- fréquence CIPAN : tous les 2 ans

→ Minéralisation du sol = 30 (minéralisation basale) x 1.05 (système de culture) x 1.05 (fréquence CIPAN) = 33,1 unités

- Cas d'une pomme de terre irriguée (culture présente d'avril à début septembre)

Même type de sol et de fréquence d'apport organique que l'exemple précédent
CIPAN tous les 3 ans

→ Minéralisation du sol = 90 (minéralisation basale) x 0,8 (présence de la culture) x 1.05 (système de culture) = 75,6 unités

Nb : en cas de retournement de prairies au cours de ces 10 dernières années, il faudrait également multiplier par 1.1



6 - Arrière effet prairie

• Minéralisation des résidus de prairies (kg N/ha)

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	10	30	50	60	70
2 ^{ème} culture après destruction de printemps	0	0	25	35	40
2 ^{ème} culture après destruction automne	0	0	0	0	0
3 ^{ème} culture après destruction de la prairie	0	0	0	0	0

Dans le cas particulier de prairies en ray grass anglais (RGA), multiplier les valeurs ci-dessus par les valeurs ci-contre :



	RGA pur	Association RGA - Trèfle blanc
Pâture intégrale	1	1
Fauche + pâture	0,7	1
Fauche intégrale	0,4	1

7 - Effet couvert végétal en interculture

• Minéralisation des résidus de la culture intermédiaire (kg N/ ha)

Espèces	Production en t de MS/ha	Cas général (reliquat mesuré en janvier-février)		Cultures implantées à partir d'avril avec un reliquat mesuré tardivement	
		Destruction en novembre/décembre	Destruction à partir de janvier	Destruction en novembre/décembre	Destruction à partir de janvier
Crucifères : moutarde, radis...	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées : type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées type ray-grass	≤ 1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophylacées : phacélie	≤ 1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées - légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères - légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

8 - Effet précédent

• Minéralisation des résidus de récolte de la culture précédente (kg N/ha)

Précédent	Cas général (reliquat mesuré en janvier-février)	Cultures implantées à partir d'avril avec un reliquat mesuré tardivement
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	- 20	- 10
Céréales pailles enlevées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre / lin graine	0	0
Luzerne (retournement printemps)	20	20
Luzerne retournée fin d'été/début automne	Année n+1	30
	Année n+2	20 (s'ajoute à l'effet du précédent)*
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	- 10	0
Pois protéagineux, pois et haricot de conserve	20	10
Prairie	0	0
Pomme de terre	20	10
Tournesol	- 10	0
Ray-grass dérobé	- 10	0
Soja	20	10

Pour toute autre culture non mentionnée : 0 kg N/ha

Précédent	
Ail, échalote, mâche, oignon, poireau, salade, salsifis	0
Chicorée racine, courgette, navet	10
Ray-Grass d'Italie	20
Epinard	20
Artichaut, céleri, chou pommé, fève, haricot lingot, trèfle	30
Brocolis, chou fleur, chou de Bruxelles, chou romanesco	40

* En cas d'anté-précédent luzerne retournée en fin d'été/début d'automne 2 ans avant la culture à fertiliser, ajouter 20 kg N/ha à l'effet de la culture précédente.



• Cas particulier du précédent jachère : minéralisation des résidus de la jachère (kg N/ha)

Types de jachère		Destruction en fin d'été avant culture d'hiver	Destruction en fin d'été avant culture de printemps	Destruction en fin d'hiver avant culture de printemps
Espèces dominantes	Âge			
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

• Cas particulier des cultures précédées d'une culture légumière dans la même année : minéralisation des résidus de récolte de la culture précédente (kg N/ha)

Précédent	Minéralisation du précédent pour la 2 ^{ème} culture de l'année (kg N/ha)
Brocoli	55
Carotte (jeune et grosse)	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

9 - Effet produits organiques

Les effets directs des fertilisants organiques correspondent à la part d'azote du produit organique qui va encore se minéraliser après l'ouverture du bilan. Ils s'obtiennent par la multiplication de la teneur en azote du produit brut, du coefficient de minéralisation (qui est fonction des cultures fertilisées et des périodes d'apport) et de la quantité épandue :

$$\text{Effet direct du produit organique (kg N/ha)} = \text{dose d'apport (t ou m}^3\text{/ha)} \times \text{teneur du produit (kg N/t ou m}^3\text{)} \times \text{coef d'équivalent N minéral}$$

La teneur moyenne en azote total du produit apporté et les coefficients d'équivalent azote minéral des principaux fertilisants organiques utilisés dans la région figurent dans le tableau suivant. La dernière colonne correspond au coefficient à prendre en compte pour la vérification du plafond des 70 kg d'azote efficace à apporter sur CIPAN ou dérobée du calendrier d'épandage.

Produit organique		Coefficient d'équivalent azote minéral				Coef N efficace (CIPAN et culture dérobée)
		Cultures à cycle court et/ou récolte d'été (céréales à paille d'hiver ou de printemps, colza, lin graine, lin fibre, petite carotte, épinard, haricot, oignon...)		Cultures à cycle long et/ou récolte tardive (maïs, sorgho, betterave, tournesol, pomme de terre, grosse carotte et carotte nantaise, salsifis, endives, prairies, culture pérennes...)		
		Apport d'été automne	Apport de printemps	Apport d'été automne	Apport de printemps	
La composition moyenne présentée ci-dessous masque une grande variabilité. Il est possible d'adapter les valeurs si on dispose d'une analyse de son produit.		Teneur moy en azote total (kg/t ou kg/m ³ brut)**				
Fumier de bovins pailleux	5,5	0,1	-	0,2	0,2	0,05
Fumier de bovins bien décomposé	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 engraisseur : 5	0,05	0,6	0,05	0,6	0,55
Fientes de volailles (environ 60 % de MS)	24	0,1	-	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 de champignon	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
Digestat brut liquide de méthanisation et fraction liquide de séparation de phase	Voir analyse	0,1	0,5	0,1	0,5	0,4
Digestat brut solide (voie sèche) et fraction solide de séparation de phase de digestats	Voir analyse	0,15	-	0,2	0,25	0,1
Vinasses de sucrerie	20	0,15	0,45	0,2	0,65	0,45
Ecumes de sucrerie	3	0,2	-	0,3	-	0,05

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

Produit organique	Teneur moy en azote total (kg/t ou kg/m ³ brut)**	Coefficient d'équivalent azote minéral				Coef N efficace (CIPAN et culture dérobée)
		Cultures à cycle court et/ou récolte d'été (céréales à paille d'hiver ou de printemps, colza, lin graine, lin fibre, petite carotte, épinard, haricot, oignon...)		Cultures à cycle long et/ou récolte tardive (maïs, sorgho, betterave, tournesol, pomme de terre, grosse carotte et carotte nantaise, salsifis, endives, prairies, culture pérennes...)		
		Apport d'été automne	Apport de printemps	Apport d'été automne	Apport de printemps	
Eaux résiduelles de féculerie	0,5	0,05 (sept.-déc)	0,35 (janv-mars)	0,05 (sept-déc)	-	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 chaulées (environ 35 % MS)	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 séchées (environ 85 % MS)	38	0,1	0,3	0,1	0,35	0,25
Boues de papeterie C/N > 25	2	0	-	0	-	0
Composts de boues	13	0,05	-	0,15	-	0,05
Composts de déchets verts	10	0,05	-	0,1	-	0

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

** Valeurs indicatives

Ces contributions peuvent être adaptées, sous réserve que le producteur de l'effluent organique apporte à l'exploitant agricole les références spécifiques de son produit. Il en est de même pour les fertilisants organiques non listés.



Comment calculer les contributions des apports organiques pour les dérobées et la culture qui suit ?

- Si un apport organique est réalisé sur ou avant l'implantation d'une dérobée, la minéralisation du produit organique va bénéficier à la dérobée et la culture principale qui suit. Dans ce cas, les coefficients d'équivalence azote minéral à utiliser pour les deux cultures respectives sont déterminés ainsi :

• **apport d'été automne** (dérobée récoltée en automne ou au printemps) :

- pour la dérobée, utiliser le coefficient d'azote efficace donné pour les CIPAN et dérobée ;
- pour la culture principale, utiliser le coefficient pour les apports d'été automne sur culture à cycle long et/ou récolte tardive.

• **apport de printemps** (dérobée récoltée au printemps) :

- pour la dérobée, utiliser le coefficient pour les apports de printemps sur cultures à cycle court et/ou récolte d'été ;
- pour la culture principale, le coefficient à utiliser est égal à la diffé-

rence entre le coefficient pour les apports de printemps sur culture à cycle long et/ou récolte tardive et le coefficient pour les apports de printemps sur les cultures à cycle court et/ou récolte d'été.

Exemple 1 : Digestat liquide de méthanisation épandu en février sur une culture de seigle récoltée immature en mai, suivi par une culture de maïs.

Coefficient à utiliser pour la dérobée : 0.5

Coefficient à utiliser pour le maïs qui suit : 0.5-0.5 = 0

Exemple 2 : Lisier de bovins épandu en août sur une culture de seigle récoltée immature en mai, suivi par une culture de maïs.

Coefficient à utiliser pour la dérobée : 0.5

Coefficient à utiliser pour le maïs qui suit : 0.1

10 - Apport des eaux d'irrigation

Les apports par l'eau d'irrigation sont à calculer sur la base de la teneur en azote de l'eau selon la formule suivante :

$$N \text{ irrigation (kg N/ha)} = \text{Quantité d'eau (mm)} \times \text{teneur en mg NO}_3\text{/l} \times 0,0023$$

La teneur en NO₃ de l'eau devra être justifiée, soit par une analyse des eaux de forage effectuée par l'exploitant, soit par une analyse d'une ressource en eau proche du secteur irrigué.

Cas particulier des prairies et fourrages

Prairies : dose maximale annuelle en équivalent azote minéral (kg N/ha/an)

La dose plafond à appliquer sur prairie est fonction du chargement moyen calculé sur l'exploitation, de son mode d'exploitation (pâturage uniquement, pâturage et fauche ou fauches uniquement) et de son potentiel de production.

$$\text{Chargement moyen} = \frac{\text{surface totale des prairies pâturées ou mixtes (pâturées et fauchées)}}{\text{total des UGB pâturants}}$$

Potentiel bon = prairie ayant peu de facteurs limitant le potentiel de rendement : sols profonds (limon, limon argileux...), peu ou absence d'asphyxie, faible sensibilité à la sécheresse d'été et flore de qualité

Potentiel moyen = prairie présentant un seul facteur limitant le potentiel de rendement (manque ou excès d'eau ou sécheresse ponctuelle, pente, sol superficiel...)

Potentiel réduit = prairie présentant structurellement plusieurs facteurs limitant le potentiel de rendement (sol superficiel, réserve utile réduite pouvant occasionner une sécheresse, pente...)

• Cas des prairies pâturées

Chargement moyen de l'exploitation	< 25 ares / UGB			25 à 40 ares / UGB			40 à 60 ares / UGB			> 60 ares / UGB			
	Potentiel des prairies	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit
Prairies 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

• Cas des prairies uniquement fauchées

Potentiel des prairies	Bon	Moyen	Réduit
Prairies fauchées	250	180	140

Exemple : prairie pâturée et fauchée

- Chargement moyen des prairies fauchées et pâturées : 30 ares/UGB
- Potentiel de la prairie : bon
- Apport organique : 20 t/ha de compost de fumier de bovins au printemps

* Pour la contribution N organique : cf tableau 9

Ex : calcul dose plafond à ne pas dépasser

Dose maximale annuelle	180 kg N/ha
Apport organique*	35 kg N/ha
Dose plafond (en équivalent ammonitrate)	145 kg/ha

• Cas des autres fourrages dérobés ou annuels et cultures à vocation énergétique

Culture	Dose plafond	Dose plafond
Méteil grain ou fourrage	85 kg N/ha 50 kg N/ha	En culture principale ou culture dérobée à récolte de printemps En culture dérobée à récolte d'automne
Luzerne fourragère, luzerne déshydratée	100 kg N/ha	Sous forme d'apports de produits organiques (fertilisation minérale interdite)
Ray Grass Italien	125 kg N/ha	En culture dérobée
Céréales immatures (triticale, épeautre, seigle....)	150 kg N/ha 60 kg N/ha	En culture principale ou culture dérobée à récolte de printemps En culture dérobée à récolte d'automne
Sorgho fourrager	125 kg N/ha	En culture dérobée
Maïs fourrage	125 kg N/ha	En culture dérobée (en culture principale, méthode du bilan)
Autres cultures fourragères annuelles	125 kg N/ha	
Autres dérobées fourragères sans légumineuses	60 kg N/ha	
Légumineuses pures sauf luzerne	0 kg N/ha	Fertilisation azotée interdite
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)

Autres cultures herbagères (dactyle, fétuques,...) : voir tableaux "prairies"

Les autres cultures à dose maximale d'azote

• Dose maximale annuelle d'azote par hectare en équivalent engrais

Légumes de plein champ et maraîchage	
Ail	150 kg/ha
Artichauts	120 kg/ha
Asperges 1 à 2 ans (non productives)	110 kg/ha
Asperges 3 ans et plus (en production)	190 kg/ha
Aubergines (toujours sous abri)	370 kg/ha
Bettes potagères	220 kg/ha
Betteraves rouges potagères	190 kg/ha
Brocolis	200 kg/ha
Céleris branches et raves	270 kg/ha
Choux de Bruxelles	240 kg/ha
Choux blanc ou rouge d'été et d'automne	310 kg/ha
Choux de Milan et choux fleurs (industries)	270 kg/ha
Choux fleur (maraîchage)	240 kg/ha
Si succession de 2 choux-fleurs (maraîchage)	320 kg/ha
Concombre	450 kg/ha
Cornichons	90 kg/ha
Courgettes	270 kg/ha
Cresson	0 kg/ha
Echalottes	120 kg/ha
Epinards de maraîchage	220 kg/ha
Fèves	50 kg/ha
Lentille (y compris semence)	0 kg/ha
Mâche	50 kg/ha
Navets industriels et potager bottes	150 kg/ha
Petits pois, Pois de conserve	50 kg/ha si semis avant début avril (sinon 0 kg/ha)
Pois chiche	0 en présence de nodosité 50 kg/ha en première année de culture (si absence d'innoculum homologué) ou en l'absence de nodosité 6 semaines après la levée
Poivrons	250 kg/ha
Potiron, courges plein champ	140 kg/ha
Persil	125 kg/ha (+ 50 kg/ha/coupe)
Poireaux	220 kg/ha
Radis	80 kg/ha
Salades et autres chicorées	150 kg/ha
Tomates	420 kg/ha

• Dose maximale d'azote total par hectare pour la vigne

Vignes AOC
Champagne

60 kg N efficace/ha
(amendement organique NF U44-051
non pris en compte dans le calcul)

• Autres cultures

- Dose maximale annuelle pour toute culture ne figurant pas dans les tableaux : 210 kg N/ha équivalent engrais minéral.

Autres cultures	
Chanvre	120 kg/ha
Houblon	200 kg/ha
Oeillette médicinale ou pavot	120 kg/ha
Pois protéagineux	0
Soja	0 en présence de nodosité 80 à 150 kg/ha en cas d'échec de nodulation (80 pour 25 q/ha + 20 kg/ha tous les 5 q/ha supplémentaire sans dépasser 150 kg/ha)

Fruits rouges	
Cassis	80 kg/ha
Groseilles	80 kg/ha
Fraises	200 kg/ha
Framboises	200 kg/ha

Vergers	
Pommes de table (y compris pour l'industrie compotes) et pommes à cidre	90 kg/ha
Autres vergers (Paires, cerises et griottes, mirabelles, quetsches et autres prunes, noix)	110 kg/ha



- En maraîchage, dose maximale cumulée annuelle sur une parcelle :
→ si succession de 2 cultures sur une même parcelle : 380 kg N/ha équivalent engrais minéral
→ si succession de 3 cultures ou plus : 500 kg N/ha équivalent engrais minéral
- Les plantes aromatiques, médicinales ou à parfum s'intègrent en général dans une succession de cultures au cours de l'année pour lesquelles les plafonds d'azote total annuel s'appliquent (cf. succession de cultures maraîchères ci-dessus).



Ajustement de la dose d'apport en fonction du type d'apport

Les différents tableaux présentés dans la plaquette permettent de calculer une dose en équivalent ammonitrate.

• Apport organique

Si vous utilisez des apports organiques, utilisez le tableau 9 pour disposer des équivalences correspondantes.

• Azote liquide et urée

En cas d'utilisation d'azote liquide ou d'urée, la dose apportée peut être majorée en utilisant avant chaque apport la grille d'évaluation du risque de volatilisation (tableau 1) : la note globale s'obtient en additionnant les notes de chaque catégorie.

Note globale	Majoration possible de l'apport pour solution azotée et urée, toutes cultures sauf urée sur céréales à paille d'hiver
Jusqu'à 3	0 %
4 à 8	5 %
9 à 13	10 %
≥ 14	15 %

• 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, multiplier la dose calculée par le coefficient correspondant dans le tableau 2.

Tableau 1 : Grille d'évaluation du risque de volatilisation

Date d'apport :			Note
Référence parcelle :			
Culture :			
Sol	pH	pH ≤ 7	0
		7 < pH < 7,5	2
		pH ≥ 7,5	3
	CEC	≤ 12 meq/100 g de terre	2
> 12 meq/100 g de terre		0	
Météo	Pluviométrie prévue à 3 j	H < 10 mm sur 3 j	4
		H ≥ 10 mm sur 3 j	0
	Vitesse du vent	V ≤ 3 beaufort (0-19 km/h)	0
		V > 3 beaufort (0-19 km/h)	2
	T° de l'air le jour de l'apport	T° < 6°C	0
		6°C ≤ T° ≤ 13°C	3
T° > 13°C		6	
Note globale			=

Tableau 2

Particularités de la parcelle	Coefficient de réduction lié à la localisation de l'engrais		
	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
Précédents légumineuses	0,80	0,80	0,90
Parcelles irriguées	0,75	0,80	0,80



Méthode du bilan simplifié

Champs d'application

La méthode de calcul du plan prévisionnel de fumure azoté présentée dans les pages précédentes est la méthode la plus fiable pour appréhender la dose bilan à apporter pour ses cultures.

Une méthode simplifiée a néanmoins été validée par l'arrêté préfectoral du 25 octobre 2019 sur la région Hauts-de-France.

Elle peut être employée uniquement dans les cas suivants de rotations simples :

- des terres labourables dominées par les céréales et oléo-protéagineux
- présence éventuelle de pommes de terre, de betteraves, de colza, de maïs et de lin textile
- absence de légumes de plein champ et absence d'irrigation
- absence de retournement de prairies depuis 5 ans.

Si l'exploitant a également dans son assolement des cultures à doses plafonds (cf pages 14-15), qui ne nécessitent pas de calcul de dose bilan, il se référera pour celles-ci aux limites fixées.

Attention : tout exploitant qui utilise cette méthode doit l'appliquer à l'ensemble de ses îlots cultureux.

• Pour réaliser la méthode simplifiée de calcul du bilan :

- estimer les besoins de la culture (additionner les postes 1 et 2)
- y soustraire les autres postes de fournitures du sol et autres effets (postes 3 à 8).

1 - Besoins des cultures

• Besoins en fonction des rendements

Cultures	Besoins en azote
Blé	3 kg/q
Orge de printemps et escourgeon	2,5 kg/q
Colza	7 kg/q
Maïs grain	2,2 kg/q
Maïs fourrage	13 kg/t MS
Lin textile	12 kg/t RNB

• Besoins forfaitaires

Cultures	Besoins en azote
Pomme de terre	250 kg/ha
Betterave	220 kg/ha
Betterave fourragère	260 kg/ha

Rappel : l'objectif de rendement est calculé comme la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture considérée et de préférence pour des conditions comparables de sols au cours des 5 dernières années, en excluant la valeur maximale et minimale ; possibilité de remonter à la 6^{ème} année s'il manque une référence



2 - Azote restant dans le sol après la récolte

La quantité d'azote restant dans le sol à la récolte et le reliquat d'azote minéral du sol en sortie d'hiver à l'ouverture du bilan doivent être pris en compte sur la même profondeur de sol (profondeur d'enracinement de la culture).

La quantité de reliquat d'azote minéral restant dans le sol à la récolte est estimée selon le type de sol et le potentiel d'enracinement de la culture.

Sol superficiel (inférieur ou égal à 30 cm)	Sol moyennement profond (inférieur ou égal à 60 cm)	Sol profond (supérieur ou égal à 90 cm)
10 kg/ha	15 kg/ha	20 kg/ha

3 - Azote déjà absorbé par les céréales d'hiver et le colza en sortie d'hiver

Le calcul de la dose prévisionnelle s'effectuant en sortie d'hiver, il faut déduire des besoins des cultures l'azote déjà absorbé par les cultures d'hiver.

Cultures	Azote déjà absorbé en sortie d'hiver (kg/ha)
Céréales d'hiver (blé, escourgeon)	20
Colza	70

4 - Reliquat d'azote minéral sortie d'hiver

Si vous disposez de mesure de reliquat d'azote minéral sortie d'hiver sur votre îlot cultural, vous devez l'utiliser. Vous pouvez également l'utiliser pour une autre parcelle, s'il est représentatif de la situation (conditions comparables (précédent, sol, interculture...)).

En l'absence d'analyses réalisées sur les parcelles concernées de l'exploitation, 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...) en collaboration avec les laboratoires, ou d'autres sources qui prennent en compte les résultats d'analyses locales disponibles. Dans tous les cas, l'agriculteur devra être à même de justifier les valeurs de reliquats azotés sortie hiver retenues pour ses parcelles.

Rappel : obligation de réaliser au minimum 1 reliquat sortie d'hiver sur votre exploitation sur l'une des 3 principales cultures dès que vous exploitez au minimum 3 ha en zones vulnérables. Si vous exploitez en ZAR (zones d'actions renforcées) la fréquence d'analyse est plus élevée (cf page 7).

5 - Minéralisation du sol

La minéralisation de l'humus se détermine en principe selon un référentiel dépendant du type de sol, de la culture en place et de la fréquence des apports organiques.

Blé, orge de printemps, escourgeon, lin textile, colza	Betterave, maïs, pomme de terre
35 kg/ha	75 kg/ha

Dans cette méthode simplifiée, on considère que la nature de la culture implantée (durée de végétation) est le facteur dominant.

6 - Effet de la culture intermédiaire

Ce poste correspond à la part d'azote restituée par la minéralisation des résidus de la culture intermédiaire en sortie d'hiver. Cette quantité d'azote est fonction du type d'espèces implantées (crucifères, graminées, légumineuses...), de sa durée d'implantation et de son développement au moment de sa destruction (production de biomasse).

Dans cette méthode simplifiée, la valeur moyenne de minéralisation de la culture intermédiaire à prendre en compte est unique. Elle est estimée à **10 kg N/ha**.



7 - Effet précédent

Ce poste correspond au supplément de minéralisation lié à la décomposition des résidus de cultures du précédent cultural.

Précédent	Minéralisation (en kg N/ha)
Céréales à pailles enfouies	- 20
Colza, betteraves, pommes de terre	20
Autres cultures	0
Légumineuses	30

8 - Effet direct des amendements organiques

L'effet des amendements organiques correspond à la part d'azote organique qui va encore se minéraliser après l'ouverture du bilan (en sortie d'hiver). Il dépend de la nature du produit épandu (vitesse de minéralisation) et de la période d'apport.

Pour calculer cet effet direct, il faut multiplier la dose d'apport par le coefficient défini dans le tableau ci-contre.

Effet produit organique = quantité de produit organique (dose/ha) x coefficient du tableau (selon période d'apport).

Produit organique	Effet direct en kg/t ou m ³	
	Apport été - automne	Apport printemps
Fumier de bovins	1,1	1,1
Lisier de bovins	0,5	2,7
Lisier de porcs	0,3	3,0
Fumier de volailles	4,6	11,5
Boues à 35 % MS	1,0	3,5
Vinasses de sucrerie	4,0	13,0

Exemples :

- 30 t de fumiers de bovins apportés à l'automne devant betterave : $30 \times 1.1 = 33 \text{ kg d'azote d'effet direct}$
- 30 m³ de lisier de porcs apportés au printemps devant maïs : $30 \times 3.0 = 90 \text{ kg d'azote d'effet direct}$.

En cas d'analyse disponible des produits mentionnés ci-dessus, il est possible d'utiliser ses propres valeurs en y affectant les coefficients d'équivalence engrais minéral définies en pages 12 et 13.

En cas d'utilisation d'autres produits organiques non listés dans le tableau, il est nécessaire de se référer aux tableaux figurant pages 12 et 13.

Exemples de calculs

Méthode simplifiée

Culture : maïs fourrage (objectif de rendement : 15 t de MS/ha) - sol profond
 Précédent : céréale paille enlevée
 CIPAN : oui
 Apport organique : 25 t de fumier de bovin en août

Besoins	1	Besoins en azote de la culture	195
	2	Azote restant dans le sol après la récolte	20
Besoins totaux (A)			215
Azote fourni par le sol	3	Azote déjà absorbé pendant l'hiver	-
	4	Reliquat d'azote sortie d'hiver	50*
	5	Minéralisation du sol	75
	7	Effet culture intermédiaire	10
	8	Effet du précédent	0
	9	Effet direct des produits organiques	27,5
Total fournitures (B)			162,5
Dose bilan (en équivalent ammonitrate) = (A) - (B)			52,5 kgN/ha

* Chiffre à réactualiser chaque année

Méthode standard

Culture : maïs fourrager (objectif de rendement : 15 t de MS/ha)
 Type de sol : argile limoneuse, apport organique de fumier tous les 2 ans avec CIPAN, pailles toujours enlevées
 Précédent : Céréale pailles enlevées
 CIPAN : moutarde moyennement développée
 Apport organique : 25 t de fumier de bovin bien décomposé en août
 Pas de retournement de prairie depuis 10 ans

* Chiffre à réactualiser chaque année (cf. paragraphe 4 page 7)

Besoins	1	Besoins en azote de la culture	195
	2	Azote restant dans le sol après la récolte	30
Besoins totaux (A)			225
Azote fourni par le sol	3	Azote déjà absorbé pendant l'hiver	-
	4	Reliquat d'azote dans le sol en sortie d'hiver	50*
	5	Minéralisation du sol	77
	6	Arrière - effet prairie	-
Autres effets	7	Effet de la culture intermédiaire	10
	8	Effet du précédent	0
	9	Effet direct des produits organiques	26
	10	Apport par l'eau d'irrigation	-
Fournitures (B)			163
Dose bilan (équivalent ammonitrate) = (A) - (B)			62 kgN/ha

* Chiffre à réactualiser chaque année

Réalisation de cette plaquette

Plaquette réalisée par les Chambres d'agriculture des Hauts-de-France

Chambre d'agriculture de l'Aisne

1 rue René Blondelle
02007 LAON CEDEX
Tél : 03 23 22 50 99

Chambre d'agriculture de l'Oise

Rue Frère Gagne
60021 BEAUVAIS CEDEX
Tél : 03 44 11 44 11

Chambre d'agriculture de la Somme

19 bis rue Alexandre Dumas
80096 AMIENS CEDEX
Tél : 03 22 33 69 00

Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais

56 avenue Roger Salengro – BP 80039
62051 SAINT LAURENT BLANGY
Tél : 03 21 60 57 60



**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
**CHAMBRES D'AGRICULTURE
HAUTS-DE-FRANCE**

*Avec le soutien financier de la DRAAF
518 Rue Saint-Fuscien
80090 Amiens*

Le référentiel technique a été établi
avec l'appui scientifique et technique
de l'ensemble des membres du GREN Hauts-de-France.

