



Version n° 2

Nouvelles références

Guide de calcul de la dose d'azote à apporter sur les cultures et les prairies

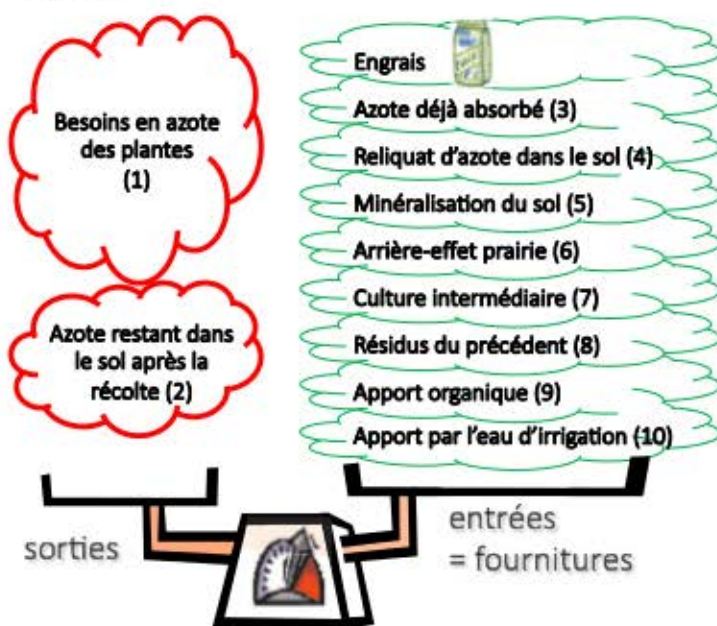
Référentiel fertilisation azotée de Picardie applicable en zones vulnérables à compter du 01/09/2015



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)

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



Cette méthode ne peut s'appliquer que lorsque chaque poste du bilan peut être estimé ou mesuré précisément.

Cas 1 : Pour les cultures où la méthode du bilan azoté s'applique, les références sont indiquées, poste par poste, de la page 3 à la page 10.

Les apports par l'eau d'irrigation (10) sont à calculer sur la base de la teneur en azote de l'eau selon la formule suivante :

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

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

Les apports atmosphériques (11) sont considérés comme négligeables au regard des quantités qu'ils représentent. On peut considérer qu'ils compensent globalement les pertes par voie gazeuse.

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 9.
- 3/ Calculez la dose prévisionnelle. N'oubliez pas de comptabiliser les éventuels apports par l'eau d'irrigation.

Exemple : calcul de dose à apporter pour un maïs fourrage

| | | | |
|---|----|--|------------|
| BESOINS | 1 | Besoins en azote de la culture | 210 |
| | 2 | Azote restant dans le sol après la récolte | 30 |
| BESOINS TOTAUX (A) | | | 240 |
| 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 ammonitrates) = (A)-(B) | | | 77 kg N/ha |
| Ajustement ou outil de pilotage | | | 0 |
| Dose totale en équivalent engrais : (A)-(B)+/-(C) | | | 77 kg N/ha |

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)

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 d'azote est possible

Cas 2 : Certaines cultures ne bénéficient pas de références scientifiques suffisantes à ce jour pour permettre un calcul selon cette méthode. Dans ce cas, des doses maximales d'azote ont été définies par culture. Ces plafonds n'interdisent pas l'utilisation d'outils de pilotage de l'azote apporté. Ces plafonds sont indiqués en pages 10-11.

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 cinq dernières années, en excluant la valeur maximale et la valeur minimale. Possibilité de remonter à la 6^{ème} année s'il manque une référence pour une des cinq années.

Si les références sont insuffisantes sur l'exploitation (ex : cas d'une nouvelle culture), prendre le rendement moyen départemental.

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.

| Culture | Besoins en azote |
|--|--|
| Grandes cultures | |
| Avoine | 2,2 kg/q |
| Betterave fourragère | 260 kg/ha |
| Betterave sucrière | 220 kg/ha |
| Blé dur | 3,7 à 4,1 kg/q selon les variétés |
| Blé tendre | 2,8 à 4,1 kg/q selon les variétés |
| Colza d'hiver | 7 kg/q |
| Colza de printemps | 5,2 kg/q |
| Epeautre | 1,9 kg/q |
| Lin textile (fibre, y compris semences) | 10 kg/t de MS |
| Lin oléagineux (graine) | 4,5 kg/q |
| Maïs fourrage | 14 kg/t de MS |
| Maïs grain (rendement exprimé à 15 % d'humidité) | 2,2 kg/q |
| Orge d'hiver, esourgeon, orge de printemps* | 2,5 kg/q |
| Seigle | 2,3 kg/q |
| Sorgho sucrier - fourrager | 13 kg / t de MS |
| Tournesol | 4,5 kg/q |
| Triticale | 2,6 kg/q |
| Légumes | |
| Carottes petites «feuilles» | 120 kg/ha |
| Carottes petites «décolletées» | 140 kg/ha |
| Carottes nantaises | 180 kg/ha |
| Carottes grosses | 200 kg/ha |
| Endive | Variétés sensibles : 110 kg/ha Variété tolérantes : 155 kg/ha Variétés préférantes : 185 kg/ha |
| Epinard d'hiver ou de printemps précoce | 260 kg/ha (période de présence) |
| Epinard de printemps tardif, d'été ou d'automne | 240 kg/ha + 50 kg/ha pour une coupe supplémentaire |
| Haricots à écosser et secs (flageolets, haricots de Soissons) et haricots mange-tout | 200 kg/ha (si 2 ^{ème} culture, plafond de 130 kg/ha en dérobée et 110 kg/ha après pois de conserve) |
| Haricots verts extra-fins et haricots beurre | 180 kg/ha (si 2 ^{ème} culture, plafond de 100 kg/ha en dérobée et 80 kg après pois de conserve) |
| Salsifis et scorsonères | 260 kg/ha |

* Possibilité de tenir compte de la variété, voir références Arvalis

Références COMIFER / LDAR - INRA

Besoins de la pomme de terre (kg N/ha)

| Pomme de terre chair ferme | Plantation durant la décade du : | Défanage durant la décade du : | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 01/07 | 11/07 | 21/07 | 01/08 | 11/08 | 21/08 | 01/09 | 11/09 | 21/09 |
| | 21/03 | 120 | 140 | 155 | 165 | 170 | 180 | 185 | 190 | 190 |
| | 01/04 | 115 | 135 | 150 | 160 | 170 | 180 | 180 | 190 | 190 |
| | 11/04 | 110 | 130 | 145 | 155 | 165 | 180 | 180 | 185 | 190 |
| | 21/04 | 105 | 130 | 145 | 155 | 165 | 175 | 180 | 185 | 190 |
| | 01/05 | 105 | 125 | 140 | 150 | 160 | 170 | 175 | 180 | 185 |
| | 11/05 | 85 | 110 | 135 | 145 | 155 | 165 | 170 | 175 | 180 |
| | 21/05 | 40 | 90 | 120 | 130 | 150 | 155 | 165 | 170 | 170 |
| | 01/06 | 10 | 50 | 95 | 115 | 135 | 145 | 155 | 160 | 165 |

| Pomme de terre consommation Marché du frais | | 01/07 | 11/07 | 21/07 | 01/08 | 11/08 | 21/08 | 01/09 | 11/09 | 21/09 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 21/03 | 145 | 170 | 185 | 195 | 205 | 215 | 220 |
| | 01/04 | 140 | 165 | 180 | 190 | 200 | 215 | 215 | 225 | 230 |
| | 11/04 | 130 | 160 | 175 | 190 | 200 | 215 | 215 | 225 | 230 |
| | 21/04 | 125 | 155 | 175 | 185 | 195 | 205 | 215 | 225 | 225 |
| | 01/05 | 125 | 150 | 170 | 185 | 195 | 205 | 210 | 215 | 220 |
| | 11/05 | 100 | 130 | 160 | 170 | 190 | 195 | 205 | 210 | 215 |
| | 21/05 | 45 | 105 | 140 | 155 | 180 | 190 | 195 | 205 | 205 |
| | 01/06 | 15 | 60 | 115 | 140 | 160 | 175 | 185 | 195 | 200 |

| Pomme de terre consommation Grenaille | | 01/07 | 11/07 | 21/07 | 01/08 | 11/08 | 21/08 | 01/09 | 11/09 | 21/09 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 21/03 | 75 | 90 | 105 | 115 | 120 | 130 | 135 |
| | 01/04 | 75 | 85 | 100 | 110 | 120 | 130 | 135 | 140 | 140 |
| | 11/04 | 70 | 80 | 95 | 110 | 115 | 125 | 135 | 135 | 140 |
| | 21/04 | 55 | 80 | 95 | 105 | 115 | 125 | 130 | 135 | 140 |
| | 01/05 | 50 | 75 | 95 | 105 | 115 | 120 | 130 | 130 | 135 |
| | 11/05 | 15 | 55 | 80 | 100 | 105 | 120 | 120 | 130 | 130 |
| | 21/05 | 5 | 20 | 60 | 85 | 100 | 110 | 115 | 120 | 130 |
| | 01/06 | 0 | 5 | 25 | 65 | 85 | 100 | 105 | 115 | 120 |

| Pomme de terre Fécule | | 11/08 | 21/08 | 01/09 | 11/09 | 21/09 | 01/10 | 11/10 | 21/10 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 01/04 | 225 | 235 | 240 | 245 | 250 | 250 |
| | 11/04 | 220 | 230 | 235 | 240 | 245 | 250 | 255 | 255 |
| | 21/04 | 215 | 225 | 235 | 240 | 245 | 245 | 250 | 255 |
| | 01/05 | 210 | 220 | 230 | 240 | 240 | 245 | 250 | 250 |
| | 11/05 | 200 | 215 | 220 | 230 | 235 | 240 | 240 | 245 |
| | 21/05 | 190 | 205 | 215 | 220 | 230 | 235 | 235 | 240 |
| | 01/06 | 170 | 190 | 200 | 210 | 215 | 225 | 225 | 230 |
| | 11/06 | 160 | 180 | 190 | 200 | 205 | 210 | 220 | 220 |

| Pomme de terre Industrie | | 11/08 | 21/08 | 01/09 | 11/09 | 21/09 | 01/10 | 11/10 | 21/10 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 01/04 | 255 | 265 | 270 | 275 | 280 | 280 |
| | 11/04 | 250 | 260 | 265 | 270 | 275 | 280 | 285 | 285 |
| | 21/04 | 245 | 255 | 265 | 270 | 275 | 275 | 280 | 285 |
| | 01/05 | 240 | 250 | 260 | 270 | 270 | 275 | 280 | 280 |
| | 11/05 | 230 | 245 | 250 | 260 | 265 | 270 | 270 | 275 |
| | 21/05 | 220 | 235 | 245 | 250 | 260 | 265 | 265 | 270 |
| | 01/06 | 200 | 220 | 230 | 240 | 245 | 255 | 255 | 260 |
| | 11/06 | 190 | 210 | 220 | 230 | 235 | 240 | 250 | 250 |

| Plant de pomme de terre | | 01/07 | 11/07 | 21/07 | 01/08 | 11/08 | 21/08 | 01/09 | 11/09 | 21/09 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 21/03 | 145 | 170 | 185 | 195 | 205 | 215 | 220 |
| | 01/04 | 140 | 165 | 180 | 190 | 200 | 215 | 215 | 225 | 230 |
| | 11/04 | 130 | 160 | 175 | 190 | 200 | 215 | 215 | 225 | 230 |
| | 21/04 | 125 | 155 | 175 | 185 | 195 | 205 | 215 | 225 | 225 |
| | 01/05 | 125 | 150 | 170 | 185 | 195 | 205 | 210 | 215 | 220 |
| | 11/05 | 100 | 130 | 160 | 170 | 190 | 195 | 205 | 210 | 215 |
| | 21/05 | 45 | 105 | 140 | 155 | 180 | 190 | 195 | 205 | 205 |
| | 01/06 | 15 | 60 | 115 | 140 | 160 | 175 | 185 | 195 | 200 |

Ref. : Agrotransfert PICARDIE, INRA, ITPT, ARVALIS

Ref. : A dire d'experts du sous-groupe pomme de terre du GREN - 2012

Sur quelle profondeur faut-il faire le bilan azoté ?

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

- céréales à paille, betterave, endive, colza, maïs, lin, grosses carottes, salsifis, sorgho, tournesol
→ 90 cm à 120 cm
- autres carottes → 60 cm
- pommes de terre et 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 profond sur blé, escourgeon, orge d'hiver et betterave, la prise en compte du reliquat est recommandée sur une profondeur de 120 cm.

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 | Sols légers (sables et sols de bordure) | Sols limoneux | Sols argileux et crayeux |
|------------------------------------|---|---------------|--------------------------|
| 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 |

Références COMIFER / LDAR - INRA

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 : drone) ou via le stade :

| Stade de la céréale | Azote déjà absorbé en sortie d'hiver (kg N/ha) |
|---|--|
| Jusqu'à 3 feuilles | 5 |
| Maître brin + 1 talle | 10 |
| Maître brin + 2 talles | 15 |
| Maître brin + 3 talles | 25 |
| Maître brin + 4 talles | 35 |
| + 5 kg par talle supplémentaire avec un max de 50 kg/ha | |

Les plantes semées en été-automne ont, pour se développer, déjà comblé une partie de leurs besoins en azote.

Références COMIFER / LDAR - INRA

■ Pour le colza :

Estimation par imagerie satellitaire ou imagerie aérienne ou photographique

Ou estimation par pesée : (références CETIOM)

- Méthode simple pesée (en sortie d'hiver) : azote absorbé = Poids de matière verte aérienne (en kg/m²) x 65
- Méthode double pesée (entrée et sortie d'hiver) :

Si N abs SH ≥ N abs EH → N absorbé = N abs SH sinon, N absorbé = N abs SH + [0,5 x (N abs 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

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

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

Analysez en priorité les parcelles avec apports organiques, les précédents riches et retournements de prairie récents, les accidents culturaux du précédent...

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

En l'absence d'analyse, vous pouvez utiliser les synthèses de

reliquats azotés publiées chaque année par les 3 Chambres d'Agriculture de Picardie en collaboration avec les laboratoires (GALYS, LDAR, SAS...), l'INRA (voir journaux agricoles et sites internet) et coopératives selon les cas. 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 retenue doit être dûment justifiée (copie de l'analyse).

5 - Minéralisation du sol en grandes cultures (hors légumes)

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

| Sables ; sables calcaires ; sables limoneux ; sols sableux sur grèves ou sur calcaire dur ; argilo-calcaires | | | Cranettes ; limons sablo-argileux ; sols argileux peu profonds sur calcaire dur ; argiles, argiles limoneuses et sables argileux profonds ; limons à silex | | | Limons moyens ; limons sableux, limons argileux et argiles sableuses profondes ; limons argilo-sableux ; sols argileux sur grève ; craies de champagne | | |
|--|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--|
| Culture d'automne | Culture de printemps à récolte d'été | Culture de printemps à récolte tardive | Culture d'automne | Culture de printemps à récolte d'été | Culture de printemps à récolte tardive | Culture d'automne | Culture de printemps à récolte d'été | Culture de printemps à récolte tardive |
| 30 | 45 | 55 | 35 | 55 | 70 | 40 | 60 | 85 |

Sur les sols sableux du littoral maritime, ajouter 10 unités aux valeurs ci-dessus.

Cultures d'automne : avoine d'hiver, blé d'hiver, colza d'hiver, lin d'hiver, orge-escourgeon d'hiver, seigle, triticale

Cultures de printemps à récolte d'été : avoine de printemps, blé de printemps, blé dur, colza de printemps, lin de printemps fibre et déaginaire, orge de printemps

Cultures de printemps à récolte tardive : betteraves, endives, maïs, sorgho, tournesol

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

| Habitude de restitution des pailles | Fréquence des apports organiques sur la parcelle | | | | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|
| | Ja mais d'apport | 5-10 ans | | 3-4 ans | | 1-2 ans | |
| | | Fumiers et composts décomposition lente | Autres et fumiers de volailles décomposition rapide | Fumiers et composts décomposition lente | Autres et fumiers de volailles décomposition rapide | Fumiers et composts décomposition lente | Autres et fumiers de volailles décomposition rapide |
| 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»

5.3. Si présence de CIPAN tous les 2 ans, multiplier la valeur de minéralisation par 1,05

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

Ce coefficient est à appliquer durant 10 ans (en l'absence d'analyse d'azote total du sol) ou tant que la teneur en azote total du sol reste supérieure à la teneur en azote moyenne de ce type de sol.

5 bis - Minéralisation du sol en pomme de terre et légumes

Se référer aux références de minéralisation en culture de printemps à récolte tardive ci-dessus (5.1 à 5.4), et multiplier cette valeur de minéralisation par la somme des coefficients correspondant aux mois de présence de la culture :

| Présence de la culture | avril | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre |
|--------------------------------------|-------|------|------|---------|------|-----------|---------|
| Coefficient de minéralisation du sol | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,10 |

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

Exemple : betterave

Culture de betteraves en limon moyen
Apport de fumier tous les 3 à 4 ans
Résidus de récolte enfouies une fois sur deux
CIPAN tous les 2 ans

| | |
|--|-----------------|
| Référence (tab 5.1) | 85 |
| Coefficient multiplicateur Système (tab 5.2) | 1,05 |
| Coefficient multiplicateur CIPAN (tab 5.3) | 1,05 |
| Minéralisation du sol en kg N/ha | 94 kg/ha |

Exemple : légume

Sol sableux
Résidus toujours enfouies, jamais d'apport organique
Date d'implantation du légume : 1^{er} mai
Date de récolte : 1^{er} septembre

| | |
|---|-------------------|
| Référence (tab 5.1, 5.2, 5.3) | 55 |
| Coef de minéralisation du sol (5bis) | 0,65 |
| Minéralisation du sol en kg N/ha | 36 kg N/ha |

6 - Arrière effet prairie

6.1. 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 |
| 2 ^{ème} culture après destruction de printemps | 0 | 0 | 25 | 35 | 40 |
| 1 ^{ère} culture après destruction d'automne | 10 | 30 | 50 | 60 | 70 |
| 2 ^{ème} culture après destruction automne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

6.2. 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 |

Références COMIFER / INRA / ARVALIS

7 - Effet couvert végétal en interculture



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

| Espèce | 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 |
| Crucifère : moutarde... | ≤ 1 | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | entre 1 et 3 | 10 | 15 | 5 | 10 |
| | ≥ 3 | 15 | 20 | 10 | 15 |
| Graminée type seigle, avoine... | ≤ 1 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | entre 1 et 3 | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | ≥ 3 | 10 | 15 | 5 | 10 |
| Graminée type ray grass | ≤ 1 | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | entre 1 et 3 | 10 | 15 | 5 | 10 |
| | ≥ 3 | 15 | 20 | 10 | 15 |
| Légumineuse | ≤ 1 | 10 | 20 | 5 | 10 |
| | entre 1 et 3 | 20 | 30 | 10 | 20 |
| | ≥ 3 | 30 | 40 | 20 | 30 |
| Hydrophylacée : phacélie | ≤ 1 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | entre 1 et 3 | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | ≥ 3 | 10 | 15 | 5 | 10 |
| Mélange graminées-légumineuse | ≤ 1 | 5 | 13 | 3 | 5 |
| | entre 1 et 3 | 13 | 20 | 5 | 13 |
| | ≥ 3 | 20 | 28 | 13 | 20 |
| Mélange crucifère - légumineuse | ≤ 1 | 8 | 15 | 3 | 8 |
| | entre 1 et 3 | 15 | 23 | 8 | 15 |
| | ≥ 3 | 23 | 30 | 15 | 23 |

Source : brochure CIPAN - Instituts techniques

8 - Effet précédent

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

| Précédent | Cas général | Ouverture du bilan en avril * |
|--|-------------|---------------------------------------|
| Betterave | 20 | 10 |
| Carotte | 10 | 0 |
| Céréales pailles enfouies | -20 | -10 |
| Céréales pailles enlevées ou brûlées | 0 | 0 |
| Colza | 20 | 10 |
| Endive | 10 | 0 |
| Féverole | 30 | 20 |
| Lin fibre / lin graine | 0 | 0 |
| 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 |

| Précédent | |
|---|----|
| Ail, échalote, mâche, oignon, poireau, salade, salsifis | 0 |
| Chicorée à café, 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 à l'effet de la culture précédente estimée au 8.1

* Colonne à utiliser pour les cultures implantées à partir d'avril avec un reliquat mesuré tardivement

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

| Type 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 |
|------------------------|---------------|--|---|---|
| Espèce dominante | 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 |

Sources : INRA, Instituts techniques

▪ 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 & 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 |

Réf : UNILET 2012

9 - Effet produits organiques

Composition moyenne des produits et coefficients de minéralisation en fonction des cultures et des dates d'apport

| Produit organique | Teneur moyenne en azote total (kg/t ou kg/m ³ brut) | Coefficient d'équivalent azote minéral | | | |
|---|--|--|---------------------|---|---------------------|
| | | 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 |
| Fumier de bovins pailleux | 5,5 | 0,10 | - | 0,20 | 0,20 |
| Fumier de bovins bien décomposé | 7 | 0,10 | - | 0,15 | 0,30 |
| Compost de fumier de bovins | 7 | 0,10 | - | 0,15 | 0,25 |
| Lisier de bovins non dilué | 4,5 | 0,10 | 0,50 | 0,10 | 0,65 |
| Lisier de bovins dilué | 2 | 0,10 | 0,50 | 0,10 | 0,65 |
| Fumier d'ovins et caprins | 7 | 0,10 | - | 0,15 | 0,30 |
| Lisier de porcs | 3,5 | 0,05 | 0,70 | 0,05 | 0,70 |
| Fientes de volailles à 60% de MS | 24 | 0,10 | - | 0,10 | 0,60 |
| Fumier de volailles | 23 | 0,15 | - | 0,20 | 0,50 |
| Compost de fientes de volailles | Voir analyse | - | - | 0,10 | 0,35 |
| Fumier de champignon | 7 | 0,10 | - | 0,15 | 0,30 |
| Effluents (eaux blanches, vertes et brunes) | 0,5 | 0,10 | 0,50 | 0,10 | 0,65 |
| Fumiers de porcs | 8 | 0,10 | - | 0,15 | 0,30 |
| Fumiers de chevaux | 8 | 0,10 | - | 0,20 | 0,20 |
| Vinasses de sucrerie | 20 | 0,15 | 0,45 | 0,20 | 0,65 |
| Ecumes de sucrerie | 3 | 0,20 | - | 0,30 | - |
| Eaux résiduaires de féculerie | 0,5 | 0,05 (sept-déc) | 0,35 (janv-mars) | 0,05 (sept-déc) | - |
| Autres eaux d'industries agro alimentaires hors eaux terreuses* | 0,05 | 0,10 | 0,50 | 0,10 | 0,65 |
| Soluble de pomme de terre | 24 | 0,15 | 0,45 | 0,20 | 0,65 |
| Boues déshydratées chaulées | 10 | 0,10 | - | 0,20 | 0,35 |
| Boues liquides à 5% de MS | 4 | 0,15 | - | 0,20 | 0,50 |
| Boues séchées | 38 | 0,10 | 0,30 | 0,20 | 0,35 |
| Boues de papeterie C/N>25 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Composts de boues et déchets verts | 13 | 0,05 | - | 0,1 | - |
| Composts de déchets verts | 10 | 0,05 | - | 0,1 | - |
| Digestat brut de méthanisation et fraction liquide de séparation de phase | Voir analyse | 0,10 | 0,60 | 0,10 | 0,60 |
| Fraction solide de séparation de phase de digestats | Voir analyse | 0,15 | - | 0,15 | 0,30 |

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

Références : SATEGE80-62-59, MUADO2, LDAR - INRA

$$\text{Minéralisation du produit organique (kg N/ha)} = \text{dose d'apport (t ou m}^3\text{/ha)} \times \text{teneur du produit (kg N/t ou m}^3\text{)} \times \text{coefficient}$$

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

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 normalisés non listés ci-dessus.

Cas particulier des prairies et fourrages

- **Prairies : dose maximale annuelle en équivalent azote minéral pour les surfaces concernées de l'exploitation (kg N/ha/an)**

| Chargement moyen de l'exploitation | < 25 ares / UGB | | | 25 à 40 ares / UGB | | | 40 à 60 ares / UGB | | | > 60 ares / UGB | | |
|--------------------------------------|-----------------|-------|--------|--------------------|-------|--------|--------------------|-------|--------|-----------------|-------|--------|
| | Bon | Moyen | Réduit | Bon | Moyen | Réduit | Bon | Moyen | Réduit | Bon | Moyen | Réduit |
| prairies pâturées | 200 | 180 | 140 | 170 | 140 | 110 | 140 | 110 | 90 | 110 | 60 | 30 |
| prairies pâturées et fauchées | 200 | 180 | 140 | 200 | 170 | 140 | 180 | 160 | 130 | 160 | 100 | 70 |
| prairies fauchées | 250 | 160 | 120 | 250 | 160 | 120 | 250 | 160 | 120 | 250 | 160 | 120 |

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

Le plafond s'applique aux lots de parcelles avec des systèmes d'exploitation identiques sur l'exploitation (pâturage, fauche ou pâturage et fauche).

Potentiel bon = limons moyens, limons sableux, limons argileux et argiles sableuses profondes, limons argileux sableux, sols argileux sur grève, craies de champagne

Potentiel moyen = cranettes, limons sablo-argileux, sols argileux peu profonds sur calcaire dur, argiles, argiles limoneuses et sables argileux profonds, limons à silex

Potentiel réduit = sables, sables calcaires, sables limoneux, sols sableux sur grèves ou sur calcaire dur, argilo-calcaires

- **Fourrages dérobés : dose maximale annuelle en équivalent azote**

- **Ray grass Italien** : 80 kg N/ha pour la coupe d'automne et 45 kg N/ha pour chaque coupe supplémentaire

- **Autres dérobées fourragères sans légumineuses** : 60 kg N/ha

- **Autres dérobées avec 50% de légumineuses** : 50 kg/ha

- **Légumineuses pures (dont féveroles)** : fertilisation interdite

- **Fourrages annuels : dose maximale annuelle en équivalent azote minéral**

- **Méteil** : 60 kg/ha

- **Luzerne** : fertilisation minérale interdite ; épandage de produits organiques autorisé dans la limite de 250 kg/ha équivalent azote minéral

- **Autres cultures annuelles** (sorgho, maïs, seigle...) : calcul de la dose bilan en grande culture

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

**Contribution des apports organiques à estimer grâce au tableau 9*

| | |
|---|------------------|
| Dose maximale annuelle | 200 kg N/ha |
| Apport organique * | 35 kg N/ha |
| Dose plafond à ne pas dépasser en équivalent ammonitrate | 165 kg/ha |



Les autres cultures à dose maximale d'azote

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

| Légumes de plein champ et maraîchage | | Légumes de plein champ et maraîchage (suite) | |
|--|-----------|---|---|
| Ail | 150 kg/ha | Petits pois, Pois de conserve et Fèves | 50 kg/ha si semis avant début avril 0 kg/ha si semis après début avril |
| Artichauts | 120 kg/ha | Poivrons | 250 kg/ha |
| Asperges 1 à 2 ans (non productives) | 110 kg/ha | Potiron, Courges plein champ | 140 kg/ha |
| Asperges 3 ans et plus (en production) | 190 kg/ha | Persil | 125 kg/ha (+ 50 kg/ha/coupe) |
| Aubergines (toujours sous abri) | 370 kg/ha | Poireaux | 220 kg/ha |
| Bettes potagères | 220 kg/ha | Radis | 80 kg/ha |
| Betterave rouge potagère | 190 kg/ha | Salades et autres chicorées | 150 kg/ha |
| Brocolis | 200 kg/ha | Tabac (sec non fermenté) | Virginie : 120 kg/ha Burley : 300 kg/ha |
| Céleris branches et raves | 270 kg/ha | Tomates | 420 kg/ha |
| Chicorée à café (racines) | 170 kg/ha | Fruits rouges | |
| Choux de Bruxelles | 240 kg/ha | Cassis | 80 kg/ha |
| Choux blanc ou rouge d'été | 310 kg/ha | Groseilles | 80 kg/ha |
| Choux blanc ou rouge d'automne, choux de Milan | 270 kg/ha | Fraises | 200 kg/ha |
| Choux fleurs | 240 kg/ha | Framboises | 200 kg/ha |
| Concombre | 450 kg/ha | Pépinières - Fleurs | |
| Cornichons | 90 kg/ha | Pépinières ornementales, fruitières et forestières | 130 kg/ha |
| Courgettes | 270 kg/ha | Cultures florales | 300 kg/ha |
| Cresson | 50 kg/ha | Vergers | |
| Echalottes | 120 kg/ha | Pommes de table (y compris pour l'industrie compotes) et pommes à cidre | 90 kg/ha |
| Mâche | 50 kg/ha | Poires de table, cerises, mirabelles, noix, quetsches | 120 kg/ha |
| Navets industriels et potager bottes | 150 kg/ha | | |
| Oeillette | 120 kg/ha | | |
| Oignons blancs bottes printemps | 120 kg/ha | | |
| Autres oignons | 180 kg/ha | | |

▪ Dose maximale d'azote total par hectare pour la vigne :

| | |
|------------|--|
| Vignes AOC | 50 kg N total/ha |
| Champagne | (Amendements organiques normés de type NFU 44-051 non pris en compte dans le calcul) |

▪ En maraîchage, dose maximale annuelle sur une parcelle :

- si succession de 2 cultures sur une même parcelle : 350 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).

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

Conditions de réalisation du plan prévisionnel de fertilisation

Le plan prévisionnel de fumure azotée est obligatoire en zone vulnérable.

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.

La partie "calcul de dose d'azote à apporter" du plan de fumure est facultative pour :

- les parcelles recevant moins de 50 kg N total par hectare,
- les CIPAN,
- les cultures dérobées ne recevant pas d'azote minéral.



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 en page 9 pour disposer des équivalences correspondantes.

■ Azote liquide

En cas d'utilisation d'azote liquide, la dose apportée peut être majorée en utilisant avant chaque apport la grille d'évaluation du risque de volatilisation (tableau 1) :

| 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 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 | | |
|--|---|--------------------------|--------------------------------------|
| | Limons, limons sableux, limons argileux | Sols de craie, cranettes | Sols argileux, sols argilo-calcaires |
| Tous précédents avec apports organiques | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Précédent céréales sans apport organique | 0,85 | 0,85 | 0,9 |
| Précédents légumineuses | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| Parcelles irriguées | 0,75 | 0,8 | 0,8 |

Réalisation de cette plaquette :

Avec l'appui scientifique et technique de l'ensemble des membres du Groupe Régional d'Expertise Nitrates Picardie :



et par les Chambres d'Agriculture de Picardie avec le soutien financier de la DRAAF de Picardie :

Chambre d'Agriculture de l'Aisne
1 rue René Blondelle
02007 LAON CEDEX
☎ 03 23 22 50 99

Chambre d'Agriculture de l'Oise
Rue Frère Gagne
60021 BEAUVAIS CEDEX
☎ 03 44 11 44 11

Chambre d'Agriculture de la Somme
19 bis rue Alexandre Dumas
80096 AMIENS CEDEX
☎ 03 22 33 69 00

<http://www.chambres-agriculture-picardie.fr>