



• FNAB •
Fédération Nationale
d'Agriculture BIOLOGIQUE



• Réseau GRAB-GAB •
Les Agriculteurs Bio de Franche Comté

interbio
Franche-Comté

NOTE TECHNIQUE



de Franche-Comté

Février 2018



Calcul de la dose d'azote à apporter Zones vulnérables nitrates

La directive nitrates impose une réglementation précise à toutes les exploitations situées en zone vulnérable. Parmi ces obligations, celle d'utiliser une méthode précise pour le calcul de la dose d'azote à apporter sur les cultures.

Ce document reprend les méthodes de calcul de fertilisation azotée sur céréales, maïs et Sorgho. Pour les autres cultures (ex : Légumineuses, colza, tournesol...), d'autres méthodes de calcul existent, par exemple la méthode de la dose plafond pour les légumineuses. Se référer à l'arrêté n° 2015-301-439 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Franche-Comté, disponible sur le site internet de la DRAAF: http://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/referentiel_regionale_cle0d8d96-1.pdf

SOURCES

- Arrêté n°2015-301-439 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée en Franche comté
- Arvalis Institut du végétal
- Comifer

DES QUESTIONS ?

Pour toute question:

Alice Dousse

Animatrice technique grandes cultures
Interbio Franche-comté

Email : alice.dousse@agribiofranchecomte.fr

Tél : 03 81 66 28 30 - 06 78 89 55 47

La méthode du bilan prévisionnel : équilibrer l'offre et la demande

Il s'agit d'une méthode applicable à la plupart des cultures qui prend en compte les besoins de la culture et les fournitures en azote.

Besoins – Fournitures = Dose à apporter

Ce document présente la méthode du bilan (céréales à paille) et la méthode du bilan avec CAU (Maïs, Sorgho). Les données de référence sont issues de l'arrêté n° 2015-301-439 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Franche-Comté.

Calcul de la dose à apporter sur céréales à paille

Selon la méthode COMIFER

| Besoins de la culture (A) | | Fournitures (B) | |
|---|---|--|---|
| Besoins de la plante (1, page 3) x Objectif de rendement (2, page 4) = quantité d'azote absorbé par la culture (3, page 4) | 1 x 2 = x = 3 | Reliquat sortie hiver (5, page 5) | 5 = |
| | | Minéralisation de l'humus du sol (6, page 5) | 6 = |
| | | Effet du précédent (7, page 5) | 7 = |
| Quantité d'azote minéral dans le sol après récolte (4, page 4) | 4 = | Effet des cultures intermédiaires (8, page 6) | 8 = |
| | | Effet du retournement de prairie (9, page 7) | 9 = effet prairie x coeff. d'exploitation = |
| | | Azote absorbé pendant l'hiver (10, page 7) | 10 = |
| | | Minéralisation des apports organiques (11, page 8) | 11 = |
| | | Azote apporté par l'eau d'irrigation (12, page 9) | 12 = |
| TOTAL besoins (A) = 3 + 4 | A = | TOTAL Fournitures (B) = 5+6+7+8+9+10+11+12 | B = |
| Dose d'azote à apporter = A – B = kg N /ha | | | |

Il est nécessaire de connaître l'ensemble des valeurs (nommées de 1 à 12) afin de mener à bien le calcul de la dose d'azote à apporter. L'obtention de chacune de ces valeurs est détaillée ci-après.

Besoins de la culture (A)

= (Besoins de la plante x objectif de rendement) + azote minéral bloqué dans le sol

Besoins de la plante (1)

C'est la quantité d'azote nécessaire à la constitution de la plante, exprimée en kg d'azote par quintal de grain produit.

| Culture (unité de production) | Besoin (en kg N/unité de production) | Source |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Avoine (q) | 2,2 | Arvalis (2012) |
| Colza (q) | 7 | Cetiom (2012) |
| Chanvre (T) | 15 | Cetiom (2012) |
| Orge (q) | 2,5 | Arvalis (2012) |
| Seigle (q) | 2,3 | Arvalis (2012) |
| Triticale (q) | 2,6 | Arvalis (2012) |

Le besoin en azote du blé est généralement de 3 kg/q mais des disparités sont observées entre variétés. Elles sont ainsi réparties dans trois catégories : b = 2,8 ; b = 3 ; b = 3,2. En tendance, plus la variété est productive et moins riche en protéines, plus son besoin unitaire en azote est faible

Le tableau ci-dessous présente les besoins pour les variétés non améliorantes. Pour les variétés non améliorantes non mentionnées, prendre la valeur de 3.

 ces références sont basées sur l'agriculture conventionnelle.

| Type de Blé | Variétés | Besoin | Source |
|-------------|---|--------|----------------|
| Blé tendre | Addict, Adhoc, Advisor, Aigle, Ambition, Arlequin, basmati, Bermude, Boisseau, Chevignon, Costello, Diderot, Garcia, Gedser, Granamax, Hybello, hybery, Hybiza, hyclick, Hyguardo, Hyking, Hypodrom, Hypolite, Hystar, Kundera, Lear, Lithium, Lyrik, Meeting, Modern, Mogador, Montecristo CS, Mortimer, Mutic, Popeye, RGT mondio, RGT Texaco, Salvador, Sanremo, Sepia, Sokal, Trapez, Viscount, Zephyr, Glasgow, Istabraq, Reflexion, Sobred, Torp | 2,8 | Arvalis (2018) |
| Blé tendre | Accor, Alhambra, Allez Y, Apache, Apanage, Aprilio, Arezzo, Aubusson, bagou, Bonifacio, boregar, Brentano, Buenn, calabro, calcio, calisol, Calumet, Cellule, Cezanne, Chevalier, Comilfo, Compil, Descartes, Diamento, Ephoros, Euclide, Filon, Fluor, Forblanc, Foxyl, galactic, Galopain, Gimmick, Goncourt, Gotik, Hyfi, Illico, Interet, Kalystar, Koreli, KWS dakotana, Lavoisier, LG abrahma, LG absalon, LG altamont, Lipari, Musik, Numeric, Oregon, Paledor, Pastoral, Pibrac RGT Ampiezzo, RGT Cyclo, RGT Kilimanjaro, RGT Producto, RGT Tekno, RGT Velasko, RGT Venezia, Rochfort, Rubisko, Rustic, Scenario, Silverio, Sirtaki, Sobbel, Solehio, Sollario, Solognac, Solveig, Sophie CS, Sothys CS, Sponsor, Starway, Stromboli, Syllon, Vyckor, Accroc, Adriatic, Alixan, Andalou, Arkeos, Ascott, Attraktion, Auckland, Barok, belepi, Bergamo, Chevron, Collector, Complice, Creek, Donjon, Etana, Expert, Faustus, Fructidor, Gallixe, Grapeli, Hydrock, ionesco, Kylian, Laurier, Maori, Matheo, Milor, Nemo, Oxebo, pakito, Pr22r58, RGT cesario, RGT libravo, RGT Sacramento, Ronsard, Sherlcok, Stereo, SY Mattis, SY Moisson, System, Terroir, Tobak, Triomph, Valdo, Waximum | 3 | Arvalis (2018) |

| | | | |
|------------|--|------------|----------------|
| Blé tendre | Altamira, Athlon, Atlass , Bienfait, Camp Rémy, cecybon, Centurion, Exelior, Exotic, Falado, graindor, hendrix, lazaro, LG armstrong, LG Ascona, Lukullus , Manager, Nogal, Orloge, RGT Forzano, scipion, Soissons, Sorrial, Tulip | 3,2 | Arvalis (2018) |
| Blé dur | Pescadou, Biensur, Joyau, Luminur, Pictur, Plussur (Qualidou), Sy Banco | 3,7 | Arvalis (2016) |
| Blé dur | Karur, Kultur, Fabulis, Miradoud, Lloyd, Janeiro (Babylone), Nemesis, Sy Cysco | 3,9 | Arvalis (2016) |
| Blé dur | Alexis, Aventur, Floridou, Sculptur, Tablur | 4,1 | Arvalis (2016) |

Ci-après les besoins en azote des variétés de blé améliorantes. Pour les variétés non mentionnées, prendre une valeur de 3.5

| Type de Blé | Variétés | Besoin | Source |
|-------------|--|------------|----------------|
| Blé tendre | Manital, Renan | 3.7 | Arvalis (2013) |
| Blé tendre | Antonius, Esperia, Galibier, MV suba, Quality | 3.9 | Arvalis (2013) |
| Blé tendre | Bologna, Bussard, Claro, Courtot, Figaro, Levis, Lona, Nara, Qualital, Quebon, Runal, Sagittorio, Tamaro | 4.1 | Arvalis (2013) |

Objectif de rendement (2)

Il s'agit du rendement qui peut être atteint raisonnablement : son calcul est fait à partir de la moyenne de rendement des 5 dernières campagnes sur la parcelle ou une parcelle équivalente, après avoir exclu la valeur minimale et la valeur maximale.

Source : Guide la fertilisation en Franche-Comté – Chambres d'agriculture de Franche-Comté – Mars 2003 actualisé par le GREN de Franche-Comté le 08/06/2012.)
http://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/referentiel_regional_cle0d8d96-1.pdf

En cas d'absence de références il est possible d'utiliser les valeurs ci-dessous (q/ha):

| Culture | Rendement | Culture | Rendement |
|------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Avoine hiver | 26.9 | Mel. Céréales | 28.5 |
| Avoine printemps | 28.5 | Mel. Céréales prot. | 35.2 |
| Blé | 31.8 | Orge hiver | 21.1 |
| Blé Printemps | 37.5 | Orge Printemps | 37.7 |
| Colza | 15.9 | Pois Hiver | 35 |
| Epeautre | 29.6 | Pois Printemps | 21.4 |
| Féverole H | 15.2 | Prairie Temporaire | 51.4 |
| Féverole P | 21.5 | Seigle | 22.3 |
| Luzerne | 24.2 | Soja | 22.8 |
| Maïs | 49.9 | Tournesol | 20 |
| Maïs ensilage | 36 | Triticale | 30.8 |

Source : enquête régionale CRA BFC - Interbio

Besoins de la culture (1) x Objectif de rendement (2) = Quantité d'azote absorbé par la culture (3)

Quantité d'azote minéral dans le sol après récolte (4)

Il s'agit de la quantité d'azote qui est bloquée dans le sol et ne peut être utilisée par la culture.

| Type de sol | Unités d'azote par hectare |
|--|----------------------------|
| Limons battants | 30 |
| Limons argileux profonds | 30 |
| Argilo-calcaires superficiels | 15 |
| Argilo-calcaires profonds | 40 |
| Sols sablo-graveleux | 15 |
| Alluvions argileuses | 25 |
| Limons argileux superficiels de plateaux | 10 |
| Argileux calcaire de vallées | 25 |
| Limons hydromorphes | 20 |
| Limons argileux hydromorphes de vallées | 25 |

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

Quantité d'azote absorbé par la culture (3) + Quantité N minéral dans le sol après récolte (4) = Besoins (A)

Fournitures (B)

RSH+ MINERALISATION DE L'HUMUS DU SOL (DONT L'ARRIERE-EFFET DES APPORTS ORGANIQUES) + MINERALISATION DES PRO + RESIDUS DU PRECEDENT + EFFET DES CULTURES INTERMEDIAIRES + EFFET DES RETOURNEMENTS DE PRAIRIE + AZOTE ABSORBE PENDANT L'HIVER + AZOTE APORTE PAR L'EAU D'IRRIGATION

Reliquat azote en sortie d'hiver (5) (RSH)

Mesuré à partir d'échantillons prélevés en fin d'hiver, le RSH est très variable d'une année sur l'autre.

Minéralisation de l'humus du sol (6)

| Type de sol | Unités d'azote par hectare |
|--|----------------------------|
| Limons battants | 30 |
| Limons argileux profonds | 25 |
| Argilo-calcaires superficiels | 10 |
| Argilo-calcaires profonds | 20 |
| Sols sablo-graveleux | 20 |
| Alluvions argileuses | 40 |
| Limons argileux superficiels de plateaux | 20 |
| Argileux calcaire de vallées | 20 |
| Limons hydromorphes | 20 |
| Limons argileux hydromorphes de vallées | 20 |

Effet du précédent (7)

La date d'ouverture du bilan correspond à la sortie d'hiver (février) pour les cultures d'automne et au semis pour les cultures de printemps.

| Précédent | Minéralisation (kg N/ha) | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| | Ouverture bilan Février | Ouverture bilan Mars Avril |
| Betterave | 20 | 10 |
| Céréales paille enfouies | -20 | -10 |
| Céréales paille enlevées ou brûlées | 0 | 0 |
| Colza | 20 | 10 |
| Féverole | 30 | 20 |
| Lin fibre | 0 | 0 |
| Luzerne (retournement fin été / début automne) année n+1 | 40 | 30 |
| Luzerne (retournement fin été / début automne) année n+2 | 20 | 20 |
| Luzerne (retournement printemps) | 0 | 0 |
| Maïs fourrage | 0 | 0 |
| Maïs grain | -10 | 0 |
| Pois protéagineux | 20 | 10 |
| Prairie | 0 | 0 |
| Pois, haricots | 20 | 10 |
| Pomme de terre | 20 | 10 |
| Tournesol | -10 | 0 |
| Ray grass dérobé | -10 | 0 |
| Soja | 20 | 10 |
| Jachère | Voir tableau suivant | |

Source : Comifer

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

Source : Comifer

Effet des couverts d'interculture (8)

La date d'ouverture du bilan correspond à la sortie d'hiver (février) pour les cultures d'automne et au semis pour les cultures de printemps.

| | Production de la culture intermédiaire | Ouverture du bilan en sortie hiver | | Ouverture du bilan en Avril | |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | | Destruction Nov / Dec | Destruction > janvier | Destruction Nov / Dec | Destruction > janvier |
| Crucifères | Faible | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Moyenne | 10 | 15 | 5 | 10 |
| | Forte | 15 | 20 | 10 | 15 |
| Graminées de type seigle, avoine... | Faible | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | Moyenne | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Forte | 10 | 15 | 5 | 10 |
| Graminées de type Ray-Grass | Faible | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Moyenne | 10 | 15 | 5 | 10 |
| | Forte | 15 | 20 | 10 | 15 |
| Légumineuses | Faible | 10 | 20 | 5 | 10 |
| | Moyenne | 20 | 30 | 10 | 20 |
| | Forte | 30 | 40 | 20 | 30 |
| Hydrophyllacées (phacélie) | Faible | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | Moyenne | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Forte | 10 | 15 | 5 | 10 |
| Mélanges graminées légumineuses | Faible | 5 | 13 | 3 | 5 |
| | Moyenne | 13 | 20 | 5 | 13 |
| | Forte | 20 | 28 | 13 | 20 |
| Mélanges crucifères légumineuses | Faible | 8 | 15 | 3 | 8 |
| | Moyenne | 15 | 23 | 8 | 15 |
| | Forte | 23 | 30 | 15 | 23 |

Source : « Cultures intermédiaires- impacts et conduite » Arvalis, Cetiom, ITB, ITL (2011)

Effet du retournement de prairie (9)

Le rang de la culture correspond au nombre d'années après prairie. (3 ans après la destruction de la prairie, son effet n'est plus pris en compte.)

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

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

Les valeurs mentionnées dans les 2 tableaux précédents doivent être multipliées par les valeurs suivantes selon la proportion de fauches.

| 3. Effet du mode d'exploitation | Prairie RGA Pur | Prairie association RGA-TB |
|---------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Pâturage intégrale | 1,0 | 1,0 |
| Fauche + pâturage | 0,7 | 1,0 |
| Fauche intégrale | 0,4 | 1,0 |

Apport de la prairie (tab. 1 et 2) x Effet mode d'exploitation (tab. 3) = Effet retournement de prairie (9)

Azote absorbé pendant l'hiver (10)

(en fonction du stade de la plante à l'ouverture du bilan)

| Nombre de talles | Pas de talles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|---------------|----|----|----|----|----|
| Kg N/ ha | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |

Minéralisation directe des apports organiques (11)

La minéralisation directe des produits résiduels organiques (PRO) est à prendre en compte dans le calcul du bilan azoté prévisionnel, si l'apport a lieu juste avant ou sur la culture concernée par le bilan.

= Quantité apportée (T/ha) x Teneur en azote du produit (kg/T) x Keq

Teneur en azote du produit = Cf annexe

Keq : Coefficient d'équivalence engrais minéral :

« Effluents d'élevage »

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

Effluents de **type B** : lisier de bovins, fumier de porcs, fumier de volailles riche en litière dont fientes à plus de 65 % de MS, fraction solide des digestats bruts de méthanisation après séparation de phase.

Effluents de **type C** : lisier de porcs, de volailles, fumier de volailles pauvre en litière dont fientes à moins de 65 % de MS, purin, digestats bruts de méthanisation ou leur fraction liquide après séparation de phase.

Dans le cas des composts de fumiers de bovins, de porcins, d'ovins, de caprins et d'équins, ces coefficients ne s'appliquent pas.

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

| Apport d'effluent au printemps | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type A | 0.15 | 0.15 | 0.30 | 0.23 |
| Type B | 0.30 | 0.30 | 0.45 | 0.40 |
| Type C | 0.40 | 0.40 | 0.60 | 0.45 |

| Apport d'effluent à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|-------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type A | 0.15 | 0.30 | 0.20 | 0.23 |
| Type B | 0.20 | 0.40 | 0.30 | 0.32 |
| Type C | 0.20 | 0.50 | 0.30 | 0.35 |

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

| Apport d'effluent à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|-------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type A | 0.15 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| Type B | 0.10 | 0.10 | 0.12 | 0.15 |
| Type C | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 |

« Boues de laiterie »

Effet direct :

| Type de boues | Epandage hivernal | Epandage printanier |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| Epaisses > 12 % MS | 0.3 | 0.45 |
| Liquides < 12% MS | 0.4 | 0.6 |

Pas d'effet indirect.

« Digestats de méthanisation agricole »

Effet direct :

| | Apport au printemps | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------|--|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type C | Digestats bruts | 0.65 | 0.80 | 0.50 | 0.70 |
| Type C | Fraction liquide après séparation de phase | 0.65 | 0.80 | 0.70 | 0.70 |
| Type B | Fraction solide après séparation de phase | 0.45 | 0.60 | 0.30 | 0.30 |

| | Apport à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------|--|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type C | Digestats bruts | 0.20 | 0.50 | / | 0.35 |
| Type C | Fraction liquide après séparation de phase | 0.20 | 0.50 | / | 0.35 |
| Type B | Fraction solide après séparation de phase | 0.20 | 0.40 | / | 0.35 |

Effet indirect :

| | Apport à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------|--|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type C | Digestats bruts | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 |
| Type C | Fraction liquide après séparation de phase | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 |
| Type B | Fraction solide après séparation de phase | 0.10 | 0.10 | 0.15 | 0.15 |

Azote apporté par l'eau d'irrigation (12)

L'azote apporté par l'eau d'irrigation, dans les situations où l'irrigation est intense, est une donnée à prendre en compte. Ce poste est évalué en fonction de la teneur en nitrates de l'eau apportée et des volumes d'eau utilisés.

| |
|---|
| 1+2+3+5+6+7+8+9+10+11+12 = Total Fournitures (B) |
|---|

Calcul de la dose à apporter sur Maïs et Sorgho

Selon la méthode COMIFER

| Besoins de la culture (A) | | Fournitures (B) | |
|---|---|---|------------------|
| Besoins de la plante (1, page 11) x Objectif de rendement (2, page 11) = quantité d'azote absorbé par la culture (3) | 1 x 2 = x = 3 | Fourniture globale du sol (4, page 12) | 4 = |
| | | Effet du retournement de prairie (5, page 12) | 5 = |
| | | Effet des cultures intermédiaires (6, page 13) | 6 = |
| | | Azote apporté par l'eau d'irrigation (7, page 14) | 7 = |
| TOTAL besoins (A) = 3 | A = | TOTAL Fournitures (B) = 4+5+6+7 | B = |
| Dose d'azote à apporter = (A – B) / CAU* -Fourniture de N par les PRO (8, page 14) = Kg N / ha | | | |

*CAU = 0,72

L'obtention de chaque valeur nécessaire au calcul est détaillée ci-après

Besoins de la culture (A)

= (Besoins de la plante x objectif de rendement) + azote minéral dans le sol après récolte

Besoins de la plante (1)

C'est la quantité d'azote nécessaire à la constitution de la plante, exprimée en kg d'azote par quintal de grain produit.

| Culture (unité de production) | Besoin (en kg N/unité de production) | Source |
|-------------------------------|---|----------------|
| Maïs grain (q) | 2,3 si objectif de rendement inférieur à 100 q 2,2 si objectif de rendement entre 100 et 120 q 2,1 si objectif de rendement supérieur à 120 q | Arvalis (2012) |
| Maïs ensilage (T de MS) | 14 si objectif de rendement inférieur à 14 t 13 si objectif de rendement entre 14 et 18 t 12 si objectif de rendement supérieur à 18 t | Arvalis (2012) |
| Sorgho fourrage (T de MS) | 13 | Arvalis (2012) |
| Sorgho grain (q) | 2,4 | Arvalis (2012) |

Objectif de rendement (2)

Il s'agit du rendement qui peut être atteint raisonnablement : son calcul est fait à partir de la moyenne de rendement des 5 dernières campagnes sur la parcelle ou une parcelle équivalente, après avoir exclu la valeur minimale et la valeur maximale.

Besoins de la culture (1) x Objectif de rendement (2) = Quantité d'azote absorbé par la culture

Fourniture globale du sol (4)

= Fourniture globale sans apport organique x Coefficient apport organique

Fourniture globale du sol :

| Type de sol | Unités d'azote par hectare sans apport organique |
|--|--|
| Limons battants | 85 |
| Limons argileux profonds | 80 |
| Argilo-calcaires superficiels | 30 |
| Argilo-calcaires profonds | 70 |
| Sols sablo-graveleux | 45 |
| Alluvions argileuses | 90 |
| Limons argileux superficiels de plateaux | 60 |
| Argileux calcaire de vallées | 60 |
| Limons hydromorphes | 75 |
| Limons argileux hydromorphes de vallées | 70 |

Coefficient apport organique :

Pour prendre en compte les apports organiques sur le long terme et leur arrière effet, il faut multiplier les chiffres précédents par les coefficients ci-dessous :

| | Fréquence des apports organiques exogènes et type de produit | | | | | | |
|------------------------|--|----------|------|---------|------|---------|------|
| | Jamais | 5-10 ans | | 3-4 ans | | 1-2 ans | |
| Résidus de récolte : | | A | BC | A | BC | A | BC |
| Exportés tous les ans | 0.8 | 0.95 | 0.9 | 1.0 | 0.95 | 1.05 | 1 |
| Restitués 1 an sur 2 | 0.9 | 1.0 | 0.95 | 1.05 | 1.0 | 1.1 | 1.02 |
| Restitués tous les ans | 1.0 | 1.05 | 1.0 | 1.1 | 1.02 | 1.2 | 1.05 |

Types de produits : A = fumiers et composts (décomposition lente) ; B et C = autres, ainsi que les fumiers de volaille (décomposition rapide). Dans le cas où plusieurs types de produits sont apportés (des A et des BC), alors on privilégie les types A.

Source : ARVALIS Bourgogne Franche-Comté

Fourniture du sol x Coefficient = Fourniture globale du sol (4)

Effet retournement de prairie (5)

*Le rang correspond au nombre d'années après destruction de la prairie

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

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

Les valeurs mentionnées dans les 2 tableaux précédents doivent être multipliées par les valeurs suivantes selon la proportion de fauches.

| 3. Effet du mode d'exploitation | Prairie RGA Pur | Prairie association RGA-TB |
|---------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Pâturage intégrale | 1,0 | 1,0 |
| Fauche + pâturage | 0,7 | 1,0 |
| Fauche intégrale | 0,4 | 1,0 |

Apport de la prairie (tab. 1 et 2) x Effet mode d'exploitation (tab. 3) = Effet retournement de prairie (5)

Effet du couvert d'interculture (6)

| | Production de la culture intermédiaire | Ouverture du bilan en sortie hiver | | Ouverture du bilan en Avril | |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | | Destruction Nov / Dec | Destruction > janvier | Destruction Nov / Dec | Destruction > janvier |
| Crucifères | Faible | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Moyenne | 10 | 15 | 5 | 10 |
| | Forte | 15 | 20 | 10 | 15 |
| Graminées de type seigle, avoine... | Faible | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | Moyenne | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Forte | 10 | 15 | 5 | 10 |
| Graminées de type Ray-Grass | Faible | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Moyenne | 10 | 15 | 5 | 10 |
| | Forte | 15 | 20 | 10 | 15 |
| Légumineuses | Faible | 10 | 20 | 5 | 10 |
| | Moyenne | 20 | 30 | 10 | 20 |
| | Forte | 30 | 40 | 20 | 30 |
| Hydrophyllacées (phacélie) | Faible | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | Moyenne | 5 | 10 | 0 | 5 |
| | Forte | 10 | 15 | 5 | 10 |
| Mélanges graminées légumineuses | Faible | 5 | 13 | 3 | 5 |
| | Moyenne | 13 | 20 | 5 | 13 |
| | Forte | 20 | 28 | 13 | 20 |
| Mélanges crucifères légumineuses | Faible | 8 | 15 | 3 | 8 |
| | Moyenne | 15 | 23 | 8 | 15 |
| | Forte | 23 | 30 | 15 | 23 |

Source : « Cultures intermédiaires- impacts et conduite » Arvalis, Cetiom, ITB, ITL (2011)

Azote apporté par l'eau d'irrigation (7)

L'azote apporté par l'eau d'irrigation, dans les situations où l'irrigation est intense, est une donnée à prendre en compte. Ce poste est évalué en fonction de la teneur en nitrates de l'eau apportée et des volumes d'eau utilisés.

Fourniture d'azote par les produits résiduels organiques (8)

La minéralisation directe des produits résiduels organiques (PRO) est à prendre en compte dans le calcul du bilan azoté prévisionnel, si l'apport a lieu juste avant ou sur la culture concernée par le bilan.

= Quantité apportée (T/ha) x Teneur en azote du produit (kg/T) x Keq

Teneur en azote du produit = Cf annexe

Keg : Coefficient d'équivalence engrais minéral :

« Effluents d'élevage »

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

Effluents de **type B** : lisier de bovins, fumier de porcs, fumier de volailles riche en litière dont fientes à plus de 65 % de MS, fraction solide des digestats bruts de méthanisation après séparation de phase.

Effluents de **type C** : lisier de porcs, de volailles, fumier de volailles pauvre en litière dont fientes à moins de 65 % de MS, purin, digestats bruts de méthanisation ou leur fraction liquide après séparation de phase.

Dans le cas des composts de fumiers de bovins, de porcins, d'ovins, de caprins et d'équins, ces coefficients ne s'appliquent pas.

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

| Apport d'effluent au printemps | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type A | 0.15 | 0.15 | 0.30 | 0.23 |
| Type B | 0.30 | 0.30 | 0.45 | 0.40 |
| Type C | 0.40 | 0.40 | 0.60 | 0.45 |

| Apport d'effluent à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|-------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type A | 0.15 | 0.30 | 0.20 | 0.23 |
| Type B | 0.20 | 0.40 | 0.30 | 0.32 |
| Type C | 0.20 | 0.50 | 0.30 | 0.35 |

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

| Apport d'effluent à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|-------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type A | 0.15 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| Type B | 0.10 | 0.10 | 0.12 | 0.15 |
| Type C | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 |

« Boues de laiterie »

Effet direct :

| Type de boues | Epandage hivernal | Epandage printanier |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| Epaisses > 12 % MS | 0.3 | 0.45 |
| Liquides < 12% MS | 0.4 | 0.6 |

Pas d'effet indirect.

« Digestats de méthanisation agricole »

Effet direct :

| | Apport au printemps | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------|--|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type C | Digestats bruts | 0.65 | 0.80 | 0.50 | 0.70 |
| Type C | Fraction liquide après séparation de phase | 0.65 | 0.80 | 0.70 | 0.70 |
| Type B | Fraction solide après séparation de phase | 0.45 | 0.60 | 0.30 | 0.30 |

| | Apport à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------|--|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type C | Digestats bruts | 0.20 | 0.50 | / | 0.35 |
| Type C | Fraction liquide après séparation de phase | 0.20 | 0.50 | / | 0.35 |
| Type B | Fraction solide après séparation de phase | 0.20 | 0.40 | / | 0.35 |

Effet indirect :

| | Apport à l'automne | Cultures d'automne | Colza d'hiver | Cultures de printemps | Herbe |
|--------|--|--------------------|---------------|-----------------------|-------|
| Type C | Digestats bruts | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 |
| Type C | Fraction liquide après séparation de phase | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.10 |
| Type B | Fraction solide après séparation de phase | 0.10 | 0.10 | 0.15 | 0.15 |

4+5+6+7 = Fournitures (B)

Annexe : Teneur en N des PRO (Source : arrêté n° 2015-301-439 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Franche-Comté)

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

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

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

Lisier : 18 m³ / UGB par an (12 mois)