

photo Bruno Fleurier « Paysage agricole façonné par les récoltes réalisées et celles à venir »
Arthies (95), Parc naturel régional du Vexin français. Concours photographique JAURIF/DRIAF 2003



Référentiel régional pour l'équilibre de la fertilisation azotée en Île-de-France

Rapport du groupe régional d'expertise «nitrates» (GREN)



Direction régionale et interdépartementale
de l'environnement et de l'énergie (DRIEE)



Direction régionale et interdépartementale
de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRIAAF)

SOMMAIRE

1.	Objectif.....	3
2.	bases réglementaires	3
3.	Composition du Groupe régional d'expertise « nitrates »	4
4.	Organisation des travaux du Groupe régional d'expertise « nitrates »	5
4.1.	Secrétariat.....	5
4.2.	Organisation des réunions	5
4.3.	Extranet.....	6
5.	Principe de la méthode du bilan prévisionnel.....	6
6.	Paramétrage de la méthode du bilan.....	7
6.1.	Équation du bilan retenue par le GREN	7
6.2.	Liste des cultures.....	8
6.3.	Ouverture et fermeture du bilan	9
6.4.	Paramètres de l'équation du bilan.....	9
6.4.1.	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf).....	9
6.4.2.	Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi).....	10
6.4.3.	Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri).....	10
6.4.4.	Minéralisation nette de l'humus du sol (Mh).....	11
6.4.5.	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)	13
6.4.6.	Minéralisation nette supplémentaire due aux retournements de prairie (Mhp)	14
6.4.7.	Minéralisation nette de résidus de récolte (Mr)	14
6.4.8.	Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire (MrCi).....	14
6.4.9.	Azote apporté par l'eau d'irrigation (N irr)	15
6.4.10.	Équivalent engrais minéral efficace (Xa)	16
6.4.11.	Apports atmosphériques (A)	16
7.	Paramétrage du référentiel pour les prairies.....	17
8.	Paramétrage du référentiel par défaut.....	17
8.1.	Rendement par défaut.....	18
8.2.	Cultures minoritaires et doses d'azote plafond	18
8.2.1.	Cultures maraîchères	18
8.2.2.	Vergers et arbres fruitiers	20
8.2.3.	Plantes à parfum aromatiques et médicinales (PPAM).....	20
8.2.4.	Cultures porte-graine	20
8.2.5.	Autres cultures	20
9.	Conditions de mise en œuvre	21
9.1.	Modalités d'apports de l'azote – apport de solution azotée	21
9.2.	Outils de pilotage et de calcul de dose	21
9.3.	Points particuliers dans l'application de la méthode du bilan sur betterave sucrière.....	21
9.4.	Diffusion d'une information auprès des agriculteurs	22
9.5.	Contrôle	22
10.	Perspectives.....	22
	Annexes.....	23

1. Objectif

Le décret n° 2011-1257 du 10 octobre 2011 relatif aux programmes d'actions à mettre en œuvre en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole a pour objet de remplacer, en écho au contentieux européen relatif aux nitrates, les actuels programmes d'actions départementaux par un programme d'actions national et des programmes d'actions régionaux. Un groupe régional d'expertise « nitrates » (GREN) est créé pour proposer les références techniques nécessaires à la mise en œuvre opérationnelle de certaines mesures du programme d'actions national.

Le présent rapport vise à présenter les travaux du GREN pour la définition du référentiel régional qui sera arrêté par le préfet de région, pour l'écriture opérationnelle de la méthode du bilan prévisionnel pour chaque culture et prairie. La méthode vise avant tout à prévoir la dose d'azote minéral complémentaire à apporter pour les cultures. L'objectif est bien de prévoir l'ensemble des postes qui influent sur la disponibilité de l'azote (en plus ou en moins) afin d'éviter toute surfertilisation. Son écriture et son paramétrage a fait l'objet de nombreux travaux nationaux, dont notamment ceux du Comité français d'études et de développement de la fertilisation raisonnée (COMIFER) sur lesquels se fondent la méthode. Les références du COMIFER sont accessibles en ligne à l'adresse suivante :

<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote.html>

L'article 4 de l'arrêté interministériel du 20 décembre 2011 précise que « *le groupe remet son expertise sous forme écrite présentant les travaux réalisés, les conclusions auxquelles le groupe est parvenu et, le cas échéant les points de divergences persistants. Ce document est rendu public* ». Le présent rapport fait état des échanges et des points d'accord et de divergence au sein du GREN. Les éléments techniques propres à chaque paramètre sont reportés en annexes. Cette publication est rendu publique sur le site de la Préfecture de la région d'Ile de France, en lien avec la DRIEE et la DRIAFA.

Comme le précise la lettre de mission adressée aux membres du GREN, la « *règle de calcul devra prioritairement prendre la forme d'une écriture simplifiée de la méthode du bilan prévisionnel selon les méthodes développées par le COMIFER, accompagnée de toutes les références nécessaires à son paramétrage pour les parcelles présentes dans la zone vulnérable* ». Ainsi, le calcul proposé doit être adapté au contexte local et suffisamment simple pour permettre son utilisation par tout agriculteur et tout contrôleur.

Les dispositions réglementaires liées à la refonte des programmes d'actions prévoient que l'arrêté préfectoral entre en vigueur au premier septembre 2012.

2. bases réglementaires

- Directive 91/676/CEE, dite directive "nitrates"
- Décret n°2011-1257 du 10 octobre 2011 relatif aux programme d'action à mettre en œuvre en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole
- Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national
- Arrêté du 20 décembre 2011 portant composition, organisation et fonctionnement du groupe régional d'expertise « nitrates »

Les textes réglementaires sont accessibles en ligne sur le site www.legifrance.gouv.fr/

3. Composition du Groupe régional d'expertise « nitrates »

Conformément à l'arrêté du 20 décembre 2011, le GREN Ile-de-France a été instauré par arrêté préfectoral n°2012136-0005 du 15 mai 2012. Les membres et leurs suppléants ont été nommés *intuitu personæ* en raison de leurs compétences techniques et scientifiques en matière de gestion de l'azote dans les écosystèmes ou les exploitations agricoles.

Les membres de droit sont le Directeur régional et interdépartemental de l'environnement et de l'énergie d'Ile-de-France ou son représentant, et la Directrice régionale et interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt d'Ile-de-France ou son représentant.

La DRIEE et la DRIAAC assurent le secrétariat du groupe d'expertise.

Secrétariat		
DRIAAC	Jean-Claude Vial	DRIAAC – Ingénieur de bassin
	Juliette Faivre	DRIAAC – Chef du service régional d'économie agricole
	Michel Aldebert	DRIAAC – Chargé de mission SREA
DRIEE	Jean-François Chauveau	DRIEE – Directeur adjoint
	Anne-Sophie Leclere	DRIEE – Chef du service eau sous-sol et de la délégation de bassin
	Estelle Desarnaud	DRIEE – Adjointe chef du service eau sous-sol
	Julien Monereau	DRIEE – Chargé de mission eau et agriculture

Tableau 1: représentants des services régionaux de l'état assurant le secrétariat du GREN

Les membres du GREN ont été nommés par l'arrêté préfectoral n°2012136-0005 du 15 mai 2012. La liste des membres nommés par arrêté est présentée dans le tableau 2 suivant:

Collège Services déconcentrés de l'État		
Titulaire	Yves Guy	DDT 91
Titulaire	Laurent Bedu	DDT 77
Collège des chambres d'agriculture		
Titulaire	Laurent Royer	Chambre d'agriculture de la Seine et Marne
Suppléant	A définir	Chambre d'agriculture de la Seine et Marne
Titulaire	Laurence Sablier	Chambre d'agriculture interdépartementale d'Ile-de-France
Suppléant	A définir	Chambre d'agriculture interdépartementale d'Ile-de-France
Collège des instituts techniques agricoles		
Titulaire	Delphine Bouttet	Arvalis – institut du végétal
Suppléant	Christine Le Souder	Arvalis – institut du végétal
Titulaire	Henry De Balatier	Institut technique de la betterave
Suppléant	Charles Popot	Institut technique de la betterave

Collège des coopératives et négoce		
Titulaire	Jacky Réveillère	Axéral
Suppléant	Pierre-Baptiste Baron	Coopérative SEVEPI
Titulaire	Julien Dugros	Valfrance
Suppléant	Michel Scohiez	Coopérative Ile-de-France sud
Invité	Jean-Marie Verrier	Soufflet Agriculture
Collège des établissements de recherche et d'enseignement		
Titulaire	Laurence Guichard	INRA, Grignon
Suppléant	Marie-Hélène Jeuffroy	INRA, Grignon
Titulaire	Gilles Billen	CNRS
Suppléant	Josette Garnier	CNRS
Collège Agence de l'eau		
Titulaire	Mathieu. Rouy	Agence de l'eau Seine-Normandie, DT RIF
Suppléant	Sophie Bonnet	Agence de l'eau Seine-Normandie, DT RIF

Tableau 2: Membres du groupe régional d'expertise « nitrates » classés par collège

La chambre d'agriculture de Seine-et-Marne a proposé Olivier Barnay pour assurer le poste de suppléant au sein du collège des chambres d'agriculture. Un suppléant sera proposé prochainement par la Chambre d'agriculture interdépartementale d'Ile-de-France pour également compléter ce collège.

A noter qu'un représentant des sociétés de négoce a été invité à participer à l'ensemble des réunions du GREN. En effet, l'administration centrale prévoit d'élargir le collège des coopératives en associant le négoce au sein d'un collège unique « coopérative et négoce ». L'expert invité est Jean-Marie Verrier, représentant le groupe Soufflet.

4. Organisation des travaux du Groupe régional d'expertise « nitrates »

4.1. Secrétariat

Les représentants des services régionaux de l'État ont organisé le travail du groupe et assuré le secrétariat, c'est à dire :

- Envoi des convocations,
- Préparation et animation des réunions,
- Rédaction des relevés de conclusion des réunions,
- Animation d'un extranet
- Rédaction du rapport

4.2. Organisation des réunions

Une partie des experts a été invitée à participer à la réunion d'information organisée par les ministères en charge de l'agriculture et de l'écologie. Cette réunion initiant la démarche d'élaboration du référentiel s'est tenue le 15 mars 2012.

Le GREN s'est réuni à 5 reprises en séance plénière et à 3 reprises en configuration de sous-groupe . Le planning des réunions réalisées est le suivant:

- 27 mars 2012: réunion d'installation du GREN
- 19 avril 2012: réunion en sous-groupe « sol »
- 04 mai 2012: réunion plénière
- 04 juin 2012: réunion plénière
- 11 juin 2012: réunion en sous-groupe « sol »
- 02 juillet 2012: réunion en sous-groupe
- 04 juillet 2012: réunion plénière
- 25 juillet 2012 : réunion plénière

Le présent rapport a fait l'objet d'une validation par les experts du GREN lors de la réunion organisée le 25 juillet 2012.

4.3. Extranet

Un extranet à accès restreint aux experts a été mis en place afin de faciliter les échanges de documents et d'informations au sein du GREN.

5. Principe de la méthode du bilan prévisionnel

La méthode du bilan prévisionnel vise à calculer la dose d'azote à apporter par les fertilisants pour un niveau de rendement donné, en complément de la fourniture apportée par le milieu. Ce calcul, réalisé par culture, correspond à la différence entre les différents postes de fournitures en azote hors engrais les apports et les différents postes de pertes d'azote, tout en minimisant les pertes, pour assurer l'équilibre prévisionnel de la fertilisation azotée.

L'arrêté du 19 décembre 2012 prévoit que le calcul de la dose prévisionnelle d'azote s'appuie sur la méthode du bilan d'azote minéral du sol du COMIFER. La formule présentée dans la publication du COMIFER la plus récente (mars 2012) est présentée en figure 1 sous la forme d'un bilan de masse du stock d'azote minéral du sol: $\text{État final} - \text{État initial} = \text{Entrée} - \text{Sorties}$.

Cette formule constitue le point de départ des travaux du GREN.

$$[1] : R_f - R_i = [M_h + F_s + F_{ns} + M_{hp} + M_r + M_{rCi} + M_{pro1} + M_{pro2} + A + N_{irr} + X + X_{pro}] - [P_f - P_i + I_x + G_s + G_x + L]$$

Avec :

États initial et final	
R _f	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan
R _i	Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan
Entrée d'azote dans le système sol-plante	
M _h	Minéralisation nette de l'humus du sol*
F _s	Fixation symbiotique d'azote atmosphérique par la culture
F _{ns}	Fixation non symbiotique d'azote atmosphérique
M _{hp}	Minéralisation nette due à un retournement de prairie
M _r	Minéralisation nette de résidus de récolte
M _{rCi}	Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire
M _{pro1}	Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°1 apporté avant l'ouverture du bilan
M _{pro2}	Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°2 apporté après l'ouverture du bilan
A	Apports atmosphériques (apports météoriques = dépôts secs ou humides)
N _{irr}	Azote apporté par l'eau d'irrigation
X	Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse
X _{pro}	Azote de la fraction minérale d'un PRO apporté après la date d'ouverture du bilan
Sorties d'azote du système sol-plante	
P _f	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan
P _i	Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan
I _x	Organisation par voie microbienne aux dépens de l'azote minéral apporté sous forme d'engrais de synthèse ou de fraction minérale du PRO
G _s	Pertes du sol par voie gazeuse (dénitrification pour l'essentiel)
G _x	Pertes par voie gazeuse (volatilisation, dénitrification) aux dépens de l'engrais minéral (X) et de la fraction minérale du PRO apporté après l'ouverture du bilan
L	Pertes par lixiviation du nitrate

Figure 1: Équation du bilan prévisionnel complète issue du guide COMIFER *calcul de la fertilisation azotée* (mars 2012)

6. Paramétrage de la méthode du bilan

6.1. Équation du bilan retenue par le GREN

A partir de l'équation présentée ci-dessus en figure 1, le GREN a opéré plusieurs simplifications.

Les simplifications ont conduit à considérer que les pertes du sol par voies gazeuses (G_s) et la fixation non symbiotique (F_{ns}) étaient des phénomènes de faible ampleur, d'une part, et de niveau équivalent, d'autre part.

La fertilisation azotée des légumineuses étant interdite (sauf exception prévue par arrêté du 19 décembre 2012¹), la méthode du bilan ne s'applique pas à ces cultures. Le paramètre de fixation symbiotique d'azote atmosphérique par la culture (F_s) est considéré comme nul pour les autres cultures. Certains membres du

¹ L'Arrêté du 19 décembre 2012 précise au c) du III de l'annexe I que « la fertilisation azotée des légumineuses est interdite sauf dans les cas suivants :

- l'apport de fertilisants azotés minéraux ou organiques est autorisé sur luzerne et sur les prairies d'association graminées-légumineuses dans la limite de l'équilibre de la fertilisation tel que défini dans le III de la présente annexe ;
- un apport d'azote minéral est toléré sur les cultures de haricot (vert et grain), de pois légume et de soja ; la dose maximale est fixée par l'arrêté préfectoral régional mentionné au b. »

GREN soulignent que les dispositions interdisant de la fertilisation des légumineuses peuvent poser des problèmes lors des contrôles, et plus précisément dans le cas où un exploitant ayant réalisé un apport organique en hiver en prévision d'une culture change son assolement pour implanter une légumineuse.

Sur la base des recommandations COMIFER, les pertes aux dépens de l'azote apporté sous forme minérale et organique (Lx et Gx) ont également été négligées considérant que la méthode du bilan prévisionnel s'accompagne de conditions d'emploi des produits qui minimisent ces pertes.

Les pertes par lixiviation (L) sont négligées dans l'équation du bilan, considérant qu'elles interviennent en dehors de la période de mise en œuvre du bilan et qu'elles sont traitées par ailleurs par la mise en place de cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN). Néanmoins, l'un des membres du GREN s'est interrogé sur le risque d'écarter le phénomène de lixiviation, principale origine des fuites d'azote dans le milieu, et suggère de renforcer le réseau de surveillance technique et d'alimenter en données un bilan d'azote global étendu à l'ensemble du cycle annuel plutôt qu'à la seule période de croissance des cultures.

L'équation et les paramètres retenues par le GREN sont les suivants:

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

6.2. Liste des cultures

La liste des cultures a été établie sur la base de références régionales de la DRIAAF (SRISE – recensement agricole 2010). La liste présentée ci-dessous correspond aux cultures pour lesquelles des références techniques étaient disponibles pour le paramétrage de la méthode du bilan. Ponctuellement des références provenant de régions voisines ont également été prises en compte. C'est notamment le cas pour les prairies, dont les références ont été transmises par la Picardie:

- Blé d'hiver,
- Blé améliorant,
- Betterave,
- Maïs grain,
- Maïs ensilage,
- Tournesol,
- Orge de printemps,
- Orge d'hiver,
- Seigle,
- Avoine d'hiver,
- Avoine de printemps,
- Blé dur,
- Triticale,
- Sorgho,
- Oignon,
- Pomme de terre de consommation,
- Colza,
- Prairie,

Pour toutes les autres cultures pour lesquelles la méthode du bilan n'est pas applicable en l'absence de références suffisantes, l'arrêté du 19 décembre 2011 prévoit que soient fixées par l'arrêté « *les mesures nécessaires à la limitation a priori de la dose totale d'azote apporté* ». Le GREN Ile-de-France a fait le choix

de définir une dose plafond d'azote par culture. La liste des cultures concernées, ainsi que les doses plafond retenues sont présentées en annexe 13.

6.3. Ouverture et fermeture du bilan

L'ouverture du bilan correspond à la période de mesure des reliquats sortie hiver pour les cultures d'hiver ou au semis pour les cultures de printemps. La fermeture du bilan correspond à la fin d'absorption d'azote par la culture, soit pour certaines cultures telles que la betterave, à la date de récolte et pour d'autres cultures à une date précédant la récolte. La période du bilan intervient dans l'estimation de certains paramètres tels que le calcul des jours normalisés (JN) et la minéralisation de l'humus du sol. Les membres du GREN ont débattu sur ce point. Notamment, certains membres du GREN ont évoqué une absorption de l'azote jusqu'à la date de récolte pour les céréales à paille. D'autres membres suggèrent que la date de fin d'absorption soit calée selon les références actuellement utilisées par les outils de conseil standardisés (3 décades pour les céréales à paille, 5 décades pour le maïs). [Voir point 6.4.4]

6.4. Paramètres de l'équation du bilan

Cette partie concerne la définition de l'ensemble des paramètres nécessaires pour l'écriture opérationnelle de la méthode du bilan pour les cultures précisées au 6.2 du présent rapport.

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

Le paramètre Pf est obtenu par la multiplication de l'objectif de rendement (y) par la valeur de besoin en azote de la culture (b). Le premier paramètre (y) est défini réglementairement par l'arrêté du 19 décembre 2011 et a été précisé par l'administration centrale. Le second paramètre a été défini par le GREN pour la liste de culture précisée au 6.2.

a) Objectif de rendement (y)

En ce qui concerne l'objectif de rendement, la méthode de calcul est fixée par le programme d'actions national. L'arrêté interministériel du 19 décembre 2011 précise « *l'objectif de rendement sera calculé comme la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture ou prairie considérée et, si possible pour des conditions comparables de sol au cours des cinq dernières années, en excluant la valeur maximale et la valeur minimale [...]. Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes [...], valeur par défaut d'objectif de rendement, établie par arrêté préfectoral.* »

La méthode de calcul de l'objectif de rendement retenue par le GREN est celle précisée dans l'arrêté national du 19 décembre 2011, calculée à l'échelle de l'exploitation. Certains membres du GREN ont demandé la possibilité de prendre en compte l'hétérogénéité parcellaire de cette valeur dès lors que celle-ci est significative (différences de caractéristiques de sol, de précédent ou de potentiel variétal). A contrario, pour d'autres membres du GREN, la définition de l'arrêté interministériel permet, par l'assertion « *si possible pour des conditions comparables de sols* » d'intégrer l'effet du milieu sur l'espérance de rendement. Cependant, Plusieurs membres du GREN rappellent que cette méthode conduit à une baisse tendancielle des objectifs de rendement sans possibilité de prise en compte des progrès génétiques. Dans ces conditions, il a été demandé à plusieurs reprises la possibilité de prendre en compte une variabilité des objectifs de rendement selon les orientations techniques des agriculteurs (irrigation ou non, semis précoce ou tardif, ...) et des potentiels réels des sols.

Enfin, certains membres du GREN demandent plus de souplesse dans le choix des références à utiliser, lorsque celles-ci sont insuffisantes sur l'exploitation, et qu'en l'occurrence un exploitant puisse mobiliser les références de son exploitation ou toutes autres références locales disponibles (voisin, ancien exploitant pour une reprise, moyenne de groupe) ou à défaut de prendre les références établies par arrêté préfectoral.

b) Besoin en azote de la culture (b)

Les valeurs de besoins en azote des cultures sont principalement issues de références nationales diffusées par le COMIFER. Adaptées au niveau régional, ces valeurs ont été adoptées par consensus au sein du GREN. Elles sont reportées dans un tableau en annexe 1. Néanmoins, certains membres s'étonnent notamment de l'évolution à la hausse des besoins du blé tendre et du blé dur et alertent sur la sensibilité du résultat à ce paramètre : une surestimation de 0,3 points de ce poste besoin, sur un blé à 100 qx d'objectif de rendement entraîne un excès d'azote de 30 U. L'un des membres du GREN a précisé que ces valeurs avaient été mises à jour avec des essais plus récents et locaux (essais réalisés en région centre-Ile-de-France). Les besoins du maïs sont aussi discutés par certains membres : si la prise en compte des potentialités n'est pas remise en cause, en revanche le mode de calcul qui en découle étonne.

On distinguera les cultures dont les besoins sont définis par unité de production, des cultures dont la valeur correspond à un besoin forfaitaire à l'hectare (ex: betterave).

Par ailleurs, les besoins par unité de production peuvent varier en fonction des variétés. Aussi, il conviendra de mettre à jour la liste des variétés de blés tendres d'hiver chaque année ainsi que les valeurs de b qui leur sont rattachées. De plus, pour les variétés de blé qui ne seraient pas référencées, une classe « autres variétés de blé tendre » est créée, dont la valeur du b est fixée à 3,0 u/q.

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

Les références concernant le paramètre Pi sont issues du référentiel national COMIFER. Elles sont utilisées par les agriculteurs franciliens depuis plusieurs années. On distingue plusieurs méthodes selon le type de culture: céréales d'hiver ou colza.

L'estimation de ce paramètre est basée sur le stade de développement de la culture.

Pour les céréales d'hiver, la quantité est estimée en fonction du nombre de talles présentes en sortie d'hiver au moment de l'ouverture du bilan. Les références pour ce paramètre sont présentées en annexe 2.

Pour la culture de colza, il existe différentes méthodes : méthode par pesée, méthode visuelle, méthode d'estimation par image satellite (Farmstar), etc. Le GREN s'est interrogé sur la ou les méthodes à retenir. Au terme des échanges, un consensus a été trouvé pour retenir « la méthode par pesée ou toute autre mesure validée par le COMIFER ». Le coefficient pour passer du poids frais à la valeur de Pi retenu pour l'Ile-de-France est de 65 (référence CETION Centre, 2012).

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

L'arrêté du 19 décembre précise que « toute personne exploitant plus de 3 ha en zone vulnérable est tenue de réaliser, chaque année, une analyse de sol sur un îlot cultural au moins pour une des trois principales cultures exploitées en zone vulnérable. L'analyse porte, selon l'écriture opérationnelle de la méthode retenue, sur le reliquat azoté en sortie d'hiver, le taux de matière organique, ou encore l'azote total présent dans les horizons de sol cultivés ».

Pour le GREN IDF, la quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) sera évaluée sur la base des mesures de reliquat sortie d'hiver (RSH).

En l'absence de valeur de RSH (précédent cultural, type de sol, etc.), les chambres d'agriculture mobilisent des réseaux auxquels les exploitants peuvent accéder.

L'arrêté régional devra prévoir d'indiquer où trouver l'information de la valeur de RSH à appliquer par milieu et précédent chaque année.

6.4.4. Minéralisation nette de l'humus du sol (Mh)

Ce paramètre a fait l'objet de nombreux travaux et de nombreux échanges au sein du GREN. Deux réunions en sous-groupe ont spécifiquement été organisées. A ce titre, les valeurs de Mh ont pu être estimées après différentes phases de travail :

- Consolidation des différentes classes de sol Ile-de-France
- Simplification en quatre grandes catégories de sols
- Paramétrage de la méthode de calcul de Mh du COMIFER (période de calcul des valeurs de Mh – JN, pourcentage de matière organique - %MO,)
- Mise en forme des références

a) Classes de sols Ile-de-France

Les différentes classes de sols pour la région Ile-de-France ont été élaborées sur la base des références des chambres d'agriculture interdépartementale d'Ile-de-France et de Seine-et-Marne, ainsi que de la carte des pédopaysages de l'Ile-de-France (INRA). La classification retenue, ainsi que les références des chambres d'agriculture sont présentées en annexe 3.

Dans un souci de simplification et de clarté, le GREN a choisi de réunir les valeurs de Mh en quatre grandes classes de sol :

- Argilo-calcaire
- Sables argileux
- Argile et limons
- Sables et limons avec cailloux et/ou calcaire

Les agriculteurs pourront se reporter au référentiel afin de savoir dans quelle classe de sol leurs parcelles se situent.

b) Paramétrage et calcul de Mh

Parmi les différentes méthodes accessibles pour le calcul de la minéralisation de l'humus des sols, le GREN Ile-de-France a choisi de mettre en œuvre la méthode préconisée par le COMIFER. Cette méthode ainsi que son paramétrage pour l'ensemble des cultures sont détaillés en annexe 4.

Le paramétrage de cette méthode de calcul a donné lieu à de nombreuses discussions entre experts. Plusieurs points ont été évoqués, dont la période sur laquelle est estimé Mh (calcul des jours normalisés, JN), l'utilisation du facteur d'augmentation du pool d'azote organique rapidement minéralisable F_{sys} , ainsi que les valeurs de Mh obtenues par la méthode COMIFER.

Jours normalisés (JN)

Le paramètre JN, qui intervient dans le calcul de la minéralisation de l'humus, a été calculé suivant les préconisations du COMIFER, à savoir pour les périodes de calcul suivantes:

Début = ouverture du bilan, soit la période des RSH pour les cultures

Fin = date de récolte moins trois décades pour le blé (17/06), date de récolte moins cinq décades pour le maïs (25/08), date de récolte moyenne pour les betteraves (15/10), date de défanage pour les pommes de terre (01/08).

L'ensemble des dates retenues pour le paramétrage du calcul de Mh sont précisées à l'annexe 4 du rapport.

Les experts ont retenu la date du 01/02 pour les céréales à paille comme date de début du calcul de Mh. Une vérification a été faite auprès d'un laboratoire pour déterminer la date la plus pertinente en fonction de la répartition des dates de mesure des RSH.

En ce qui concerne la fin de la période de calcul, certains membres du GREN ont indiqué que pour le blé, la fin d'absorption de l'azote correspond à la date de maturité physiologique, soit approximativement au 10-15 juillet. En outre, ils ont estimé que la période durant laquelle était calculé le paramètre Mh était trop courte et que cela conduisait à sous-estimer sa valeur.

La station météorologique utilisée pour l'estimation de JN est celle de Boigneville.

Facteur système: facteur d'augmentation du pool d'azote organique (F_{syst})

Certains experts ont souligné que la méthode du bilan COMIFER ne tenait pas compte des arrière-effets d'apports de produits résiduels organiques. La publication la plus récente du COMIFER précise que la vitesse de minéralisation de cet azote n'est pas différente de celle de l'azote de l'humus et qu'à présent le terme Mh intègre l'arrière-effet des apports réguliers de produits résiduels organiques. En l'occurrence, le facteur système F_{syst} remplace l'utilisation du terme arrière-effets. A défaut d'un référentiel F_{syst} développé régionalement, il a été proposé d'utiliser la grille du COMIFER présentée en annexe 4. Selon l'un des membres du GREN, dans les cas où il n'y a jamais d'apport de produit résiduel organique et non enfouissement des résidus de récolte, l'application d'un coefficient F_{syst} de 0,80 couplé à une valeur déjà faible de minéralisation Mh conduirait à une sur-fertilisation non négligeable.

Par ailleurs, on notera que les valeurs de F_{syst} dans le cas des cultures intermédiaires (100% de couverture hivernale obligatoire en 2012) est en cours d'étude.

Les valeurs de Mh ont été estimées sur la base d'une valeur de F_{syst} par défaut de 1.

Valeurs de Mh calculées

L'estimation de la minéralisation de l'humus du sol calculées suivant la méthode COMIFER a constitué l'un des principaux points de divergence au sein du GREN.

Certains experts ont souligné que les valeurs de Mh calculées à partir de la méthode COMIFER étaient faibles au regard des références existantes, mais aussi des témoins zéro azote (de l'ordre de 80 kg N/ha pour des céréales à paille sur sol limoneux). Le principal élément qui explique ce constat est la période de calcul de Mh, avec une date de fin d'absorption trop précoce. En effet, certaines études tendent à montrer que les cultures de céréales absorbent de l'azote jusqu'à une date très proche de la récolte, soit le 10-15/07.

En réponse, certains experts ont expliqué que la méthode COMIFER est très sensible au taux de matière organique. Ils ont proposé de prendre trois niveaux de pourcentage de MO pour rendre les valeurs comparables avec celles existantes. En termes de cinétique d'absorption de l'azote, ils ont également souligné que le 15/06 pour les céréales à paille correspond à 95% de l'azote absorbé en médiane. Pour atteindre 99%, il faut fixer une date de fin d'absorption au 01/07.

Pour cette année, un consensus a été obtenu sur ces calculs. Cependant, les membres souhaitent que ces valeurs soient retravaillées pour l'année prochaine.

c) Mise en forme des valeurs de Mh

La formule de calcul de Mh du COMIFER est sensible aux pourcentages de matière organique du sol. Une attention particulière a donc été portée sur ce point. Ainsi certains membres du GREN ont souhaité distinguer les valeurs de Mh selon 3 taux de MO : faible, médian et élevé.

Ainsi deux positions se sont distinguées au sein du GREN:

- Mise en forme des valeurs de Mh suivant trois classes de MO pour compenser la sensibilité de la méthode COMIFER. Dans ce cas, l'exploitant a deux possibilités : En l'absence d'analyse du taux de MO sur la parcelle, il est invité à prendre la valeur médiane. A contrario, l'exploitant dispose d'une analyse du taux de MO sur sa parcelle. Si celle-ci se situe entre les bornes faible et élevée, alors l'exploitant retiendra la valeur médiane. En dessous de la borne faible et au dessus de la valeur élevée, l'exploitant choisit respectivement les valeurs de Mh faible et élevée.
- Un seul taux de MO et une seule valeur de Mh, dans un souci de simplification, et de contrôlabilité,

Pour pouvoir mettre en forme les valeurs de Mh en fonction de trois classes de taux de MO, une première répartition des valeurs de %MO a été réalisée sur la base des données des chambres d'agriculture. Les valeurs extrêmes de %MO ayant été définies de manière moins précise, le sous groupe « sol » du 11 juin 2012 a proposé que soit réétudié les %MO pour chaque type de sol. Ce travail a été réalisé sur la base des données du GISSOL et suivant la méthode décrite en annexe 4.

d) Synthèse des valeurs de Mh

Pour cette année, un consensus a été obtenu sur la synthèse des valeurs de Mh présentée en annexe 4 du présent rapport. Mais certains membres du GREN souhaitent que ces valeurs soient retravaillées pour l'année prochaine.

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

Les références nationales COMIFER concernant la quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) ont été adaptées afin de prendre en compte le classement des différents types de sol d'Ile-de-France (travaux sur le paramètre de minéralisation Mh). Les valeurs de ce paramètre sont déterminées en fonction du type de sol et de sa profondeur. Ainsi, Les experts ont souligné l'importance de retenir la même profondeur de sol que pour le paramètre Ri (reliquat de sortie d'hiver).

Un consensus au sein du GREN a été obtenu sur ce paramètre. Le tableau de synthèse est présenté en annexe 5 du rapport.

6.4.6. Minéralisation nette supplémentaire due aux retournements de prairie (Mhp)

La région Ile-de-France est très peu concernée par ce cas de figure. Il y a eu consensus au sein du GREN pour reconduire les références nationales Arvalis, INRA et CRAB diffusées par le COMIFER. Ces références, présentées en annexe 6, prennent en compte l'âge de la prairie, la période de retournement, le rang et la culture « post-destruction », ainsi que le mode d'exploitation de la prairie.

6.4.7. Minéralisation nette de résidus de récolte (Mr)

Les valeurs du paramètre de minéralisation nette de résidus de récolte (Mr) diffusées par le COMIFER correspondent aux valeurs préconisées jusqu'à présent en Ile-de-France.

L'un des experts a précisé que « seule une faible fraction de ces résidus est considérée explicitement dans l'équation du bilan de la culture suivante, soit à travers le terme Mr, soit à travers le terme (Ri-Rf), qui exprime la quantité d'azote minéral issu de la minéralisation de l'azote organique disponible à l'ouverture du bilan. Une partie du reste est légitimement considérée comme contribuant à entretenir le stock d'humus du sol, lequel est considéré comme indépendant du précédent cultural, sauf à travers le facteur système. Une part importante des résidus de culture n'est pas prise en compte dans les plans de fertilisation, et risque d'alimenter un surplus lessivable au moins à terme. Ce surplus est particulièrement important pour les précédents céréale, betterave et pois protéagineux. Il est plus important sur sols argilo-calcaires que sur limon profond ». L'expert a également noté que le surplus lié à la non prise en compte des résidus de culture est d'autant plus important que le rendement de la culture est élevé à cause du caractère forfaitaire des termes Mr et Mh.

En réponse, l'un des experts a expliqué que « la prise en compte de l'enfouissement des résidus de culture est réalisée par deux postes additifs du bilan, à savoir les termes Ri et Mr, d'une part et le terme Mh, via la modification du stock d'azote organique du sol et le facteur F_{sys} , d'autre part ». Il a par ailleurs été précisé que l'ensemble des références proposées par la brochure du COMIFER en vue d'estimer les postes de fournitures d'azote par apport de matières organiques correspondent au surplus de minéralisation dans la période d'établissement du bilan.

Les références issues du guide COMIFER sont présentées en annexe 7. Les experts du GREN ont proposé d'ajouter une ligne supplémentaire pour les « autres cultures » (chanvre, oignon, etc.).

6.4.8. Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Les références qui ont été présentées au GREN pour le paramètre de minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire (MrCi) sont issues du guide COMIFER. Ces références sont présentées en annexe 8. Elles sont organisées en 3 classes pour chacune des cultures intermédiaires : biomasse faible <1T MS/ha, biomasse médian de 1 à 3 T MS/ha et biomasse élevée > 3T MS/ha.

Dans la continuité des discussions au sujet du paramètre Mr, l'un des experts a précisé qu'implicitement les hypothèses du COMIFER impliquait que la plus grande partie des résidus de culture précédente et intermédiaire rejoignent le stock d'azote organique du sol sans en affecter le taux de minéralisation autrement qu'à travers le Facteur système. L'effet lié à la majoration de ce facteur est toujours inférieur à 10%.

En effet, selon l'expert, un couvert de moutarde à 2.5 t de MS/ha (C/N 20) fixe 60 kgN/ha rien qu'en biomasse aérienne. Dans le bilan de fertilisation de la culture suivante, la grille COMIFER recommande de

prendre en compte un MrCi de 20 kgN/ha. La prise en compte d'un facteur système aboutirait à réduire au mieux la fertilisation exogène de 5 kg N/ha ce qui conduirait à un surplus d'au moins 35 kg N/ha.

Ainsi, sur la base de travaux de modélisation sur le devenir de l'azote des cultures intermédiaires (Constantin et al., 2012), il y a lieu de réduire la fertilisation de 20-25 kg N/ha/an, à objectif de rendement constant, pour maintenir l'effet de réduction de la lixiviation obtenu par les CIPAN.

Des éléments de réponse ont été formulés par un des experts, précisant notamment que l'enfouissement d'un couvert intermédiaire impacte deux postes du bilan : le reliquat sortie hiver (terme Ri) et le surplus de minéralisation (MrCi). En fonction de la nature du couvert (espèce, niveau de croissance, date de destruction) et de l'intensité du drainage, l'effet sur le poste Ri est variable (Cohan et al. 2011). Les termes MrCi proposés par le COMIFER sont issus de plusieurs travaux en laboratoires (Nicolardot et al. 2001, Justes et al. 2009) et au champ (Laurent et al. 1995, Cohan et al. 2011). Ces derniers ont prouvé que le taux de minéralisation maximal d'un couvert se situait entre 50 et 60% (cas de couvert à rapport C/N bas aux alentours de 11) et que cette minéralisation s'accomplissait rapidement (dans les 3 à 4 mois suivant l'enfouissement). L'azote organique restant est intégré dans la matière organique du sol et contribue au stockage de l'azote organique, et indirectement à l'évolution de la fourniture d'azote par le sol Mh. Des travaux récents ont permis de chiffrer cet impact et ses conséquences en termes d'effets long terme (Constantin et al. 2010, Constantin et al. 2011). Ils vont permettre à l'avenir de paramétrer un F_{sys} lié aux CIPAN (référence technique non diffusée encore par le COMIFER).

Concernant spécifiquement l'essai de longue durée de Boigneville (ARVALIS-91) utilisé dans les travaux cités (Constantin et al. 2010, 2011), l'insertion systématique de couverts intermédiaires a induit une augmentation significative du stock d'azote organique de l'horizon de surface (3.3 à 4.5% en 16 ans) sans pour autant que soit mis en évidence d'arrière-effet statistiquement significatif sur la fourniture d'azote par minéralisation de l'humus. Cette faible réaction serait attribuée aux faibles croissances des couverts sur le site, situation assez commune pour l'Île de France (tout du moins pour le sud de la zone). Les travaux de modélisation (Constantin et al. 2012) évoqués sont réalisés à très longue échéance (60 ans) et démontrent qu'il faudra attendre encore de nombreuses années avant que ne se manifeste un arrière-effet susceptible d'impacter la performance des CIPAN vis-à-vis de la lixiviation.

Par ailleurs, certains membres du GREN ont souligné que la prise en compte du niveau de production de la culture intermédiaire en t MS/ha pouvait s'avérer difficilement contrôlable.

6.4.9. Azote apporté par l'eau d'irrigation (N irr)

Afin de tenir compte de l'azote apporté par l'eau d'irrigation, il a été proposé d'appliquer la formule issue du guide COMIFER suivante:

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

La teneur des eaux en nitrates doit être connue par l'exploitant (arrêté du 19 décembre 2011) soit par une analyse réalisée par l'agriculteur, soit par une autre analyse à laquelle il a accès. Le tableau suivant permet de compléter la formule ci-dessus.

Teneur en nitrates de l'eau d'irrigation (mg/l)	30	40	50	60	70
Apport par l'eau d'irrigation (Kg N/ha) pour 100 mm	7	9	11	14	16

Tableau 3: Apport d'azote par l'eau d'irrigation par tour d'eau de 100mm en fonction de la teneur en nitrates de l'eau

Lorsque l'agriculteur prévoit d'irriguer, il doit tenir compte des apports en nitrates en fonction de la moyenne de ses apports habituels d'eau d'irrigation.

Dans le cas d'apports par une irrigation non programmée initialement, le surplus d'azote pourra être géré soit par outil de pilotage pour les agriculteurs bénéficiant de ce genre d'outils, soit par un CIPAN en interculture.

Il est souligné par plusieurs experts que l'irrigation en Ile-de-France est très variable et qu'une telle méthode pourrait poser problème pour les cultures dont les apports d'azote sont réalisés en une seule fois.

6.4.10. Équivalent engrais minéral efficace (Xa)

Pour ce paramètre, les experts du GREN Ile-de-France ont retenu la méthode développée par le groupe « effluents » du GREN de Champagne-Ardenne et qui consiste à classer les différents produits résiduels organiques selon leur cinétique de minéralisation. En effet, les références diffusées par le COMIFER correspondent à des fourchettes de valeurs pour lesquelles il aurait été difficile d'estimer des valeurs moyennes régionales dans les délais impartis.

Ainsi la méthode retenue par le GREN se fonde sur la formule suivante:

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

Avec :

%N_{pro} : teneur en azote total du produit (% par unité de volume ou de masse)

Q : volume ou masse de produit épanché par hectare

Keq : coefficient d'équivalence engrais minéral efficace

Les valeurs de %N pro en fonction des différents types de produits résiduels organiques et les coefficients Keq pour les différentes classes de produits sont respectivement présentés en annexe 9. [Données GREN Champagne-Ardenne]

Au vu du temps très court imparti pour le paramétrage de la méthode du bilan régional, il paraît souhaitable d'affiner et de réactualiser certains tableaux avec de nouvelles références. Une nouvelle version de ce tableau pourrait voir le jour en septembre 2013.

6.4.11. Apports atmosphériques (A)

Un premier débat au sein du groupe d'expert a eu lieu afin de savoir si les apports d'azote atmosphériques devaient être négligés ou non, tel que le suggère la publication du COMIFER. L'arrêté du 19 décembre précise que « *dans les régions recevant des dépôts azotés participants significativement aux apports d'azote à la culture, la quantité d'azote issue des apports atmosphériques [doit] être prise en compte dans le calcul de la dose prévisionnelle* ».

Sur la base d'une note technique, l'un des experts a montré que la valeur de dépôt d'azote atmosphérique est de 10 kg N/ha/an Source: European Monitoring and Evaluation Programme (ordre de grandeur publiée par le COMIFER). Il a estimé que cette valeur répartie de manière uniforme sur l'année semble être une approximation raisonnable dans les calculs de fertilisation en Ile de France. Cette valeur a été acceptée et retenue par les membres du GREN. Toutefois, Certains membres du GREN souhaitent revenir ultérieurement sur la répartition géographique et temporelle de ces dépôts au niveau de l'Ile de France ainsi que sur la répartition estimée uniforme sur l'année par l'un des membres du GREN. Ils considèrent que

d'après la publication du COMIFER, ces dépôts sont très liés à la pluviométrie.

Ajustée aux périodes de calcul de la méthode du bilan, la prise en compte de cet apport conduit à ajouter 4 kg N/ha pour les cultures récoltées en été et 6 kg N/ha pour les cultures récoltées à l'automne. L'un des membres du GREN a suggéré de prendre une valeur unique de 5 kg N/ha.

Certains experts ont également suggéré que cet apport puisse être directement intégré aux valeurs de Mh. D'autres experts ont souligné qu'il était préférable de bien distinguer les deux apports d'azote. Il y a eu consensus pour bien distinguer ces apports.

7. Paramétrage du référentiel pour les prairies

Deux options ont été envisagées par le GREN pour le paramétrage de la méthode du bilan sur les prairies.

La première option consiste à retenir une dose plafond de 140 Kg N/ha pour les prairies pâturées, et une dose plafond en équivalent azote minéral de 40 Kg par hectare et par fauche.

La seconde option consiste à prendre en compte les références issues du GREN Picardie pour les prairies.

L'un des experts s'est interrogé sur les valeurs de ce référentiel, et notamment sur le fait que les prairies pâturées nécessitent autant d'azote que les prairies fauchées pour des niveaux de chargement importants (>4 UGB/ha). L'expert a également souligné que plus le niveau de chargement était élevé et plus la dose plafond était importante.

L'un des membres du GREN s'est interrogé sur la contrôlabilité du potentiel de la prairie tel que décrit dans le référentiel (bon, moyen, réduit). Aussi, il a suggéré de ne retenir que les valeurs de la colonne de potentiel moyen.

Le référentiel prairie tel qu'élaboré par le GREN Picardie a été retenu pour la région Ile-de-France. Il est affiché en annexe 10 du rapport.

8. Paramétrage du référentiel par défaut

L'arrêté du 19 décembre 2011 précise que le référentiel doit définir « les valeurs par défaut nécessaire au paramétrage complet de l'écriture opérationnelle ». L'objectif est de permettre à tout agriculteur de mettre en œuvre la méthode du bilan sur son exploitation et ses parcelles. Par ailleurs, dans le cas d'insuffisance de références expérimentales pour paramétrer la méthode, le référentiel régional doit fixer pour chaque culture concernée les mesures nécessaires à la limitation, a priori, de la dose totale d'azote apportée. Pour la région Ile-de-France, cette limitation consiste en la définition d'une limite maximale d'apports d'azote totaux autorisés ou dose plafond.

8.1. Rendement par défaut

Conformément aux dispositions prévues par l'administration centrale, le GREN s'est accordé sur le fait que pour l'établissement du référentiel par défaut, il convient de mobiliser en priorité les données des statistiques agricoles régionales fournies par les SRISE, valeurs moyennes régionales sur la base de 5 ans, en excluant les deux extrêmes avec possibilité d'affiner à plus petite échelle.

Certains membres du GREN ont souligné que ces modalités de calcul ne permettaient pas de prendre en compte le progrès génétique. L'administration centrale, ainsi que d'autres membres du GREN, ont expliqué que le progrès génétique sera pris en considération par le fait de retenir les 5 dernières années glissantes. Les données statistiques des rendements par défaut sont présentées en annexe 11.

Par ailleurs, des experts ont rappelé que le contexte actuel est à la diversification et à l'allongement des périodes de culture, et que dans ces conditions les exploitants seront amenés à utiliser des références par défaut qui pourraient les pénaliser dans cette démarche. En réponse, certains membres proposent la fixation d'une dose plafond pour ces cultures (cultures listées au 6.2). D'autres proposent plutôt la fixation d'un rendement plafond.

Afin de pouvoir prendre en considération le potentiel agronomique des sols d'Ile-de-France, le GREN a choisi d'associer un coefficient aux valeurs de rendement par défaut. Ces valeurs sont également issues des statistiques agricoles régionales. Initialement destinées aux céréales, ces valeurs de potentiel sont étendues à l'ensemble des cultures de la liste précisée au 6.2. Les membres du GREN considèrent qu'il sera nécessaire de retravailler sur ces éléments afin d'affiner les données par cultures. Le potentiel agronomique est présenté sous la forme de classe de potentiel par communes. Les classes sont définies à partir de la projection sur le % de rendement du blé tendre 2009:

Classe 6	90	%
Classe 5	95	%
Classe 4	98,5	%
Classe 3	101,5	%
Classe 2	105	%
Classe 1	110	%

La méthodologie et le classement par commune sont présentés en annexe 12 du rapport.

Ainsi un jeune agriculteur devra soit retenir les références de l'exploitant précédent, s'il dispose de celles-ci, soit utiliser les références régionales associées au potentiel agronomique de sa commune.

8.2. Cultures minoritaires et doses d'azote plafonds

Comme précisé ci-dessus, le GREN a fait le choix de définir des doses plafond d'azote pour les cultures dont les références expérimentales sont insuffisantes. Il s'agit, entre autres, des cultures maraîchères, des vergers, des plantes à parfum, aromatiques et médicinales et des cultures de porte-graine.

8.2.1. Cultures maraîchères

Pour établir les valeurs de dose plafond pour les cultures maraîchères, différentes données ont été comparées: données de besoin en azote des cultures CTIFL 1994 et 2012 et données chambre d'agriculture elles-mêmes issues du CTIFL. Les données du CTIFL 2012 dont dispose le GREN sont exprimées en besoins

minimum et maximum déterminés en fonction de niveau de rendement.

Les membres du GREN ont proposé de reprendre les valeurs préconisées par les chambres d'agriculture. Néanmoins, comme le suggèrent les échanges résumés ci-après, les données devront être retravaillées et améliorées pour l'année prochaine.

Certains experts ont rappelé qu'il était nécessaire de prendre en compte les fournitures d'azote par le sol et ne pas fixer la limite aux valeurs du besoin en azote des cultures afin d'éviter les risques de sur-fertilisation, d'une part, et de tenir compte des cultures précédentes, d'autre part. Selon eux, un raisonnement de la fertilisation prenant en compte ces fournitures s'avère nécessaire. L'un des experts a précisé que les données issues des chambres d'agriculture prenaient bien en compte les précédents culturaux.

Les références du GREN Picardie consultées par le GREN IDF prennent en compte la minéralisation de l'humus du sol et l'effet de la culture précédente.

Plusieurs membres du GREN ont souligné que pour certaines cultures, les doses plafonds d'azote étaient supérieures aux besoins validés par le CTIFL, et que compte tenu des éléments dont le GREN dispose, il serait difficile de justifier ces écarts pour l'ensemble de ces cultures. Selon eux, en aucune façon les doses plafonds ne devraient dépasser les besoins.

Certains membres du GREN soulèvent le manque de références fiables sur les cultures maraîchères, et l'imprécision dans les différentes valeurs fournies notamment par le CTIFL, qui confondent besoins, dose plafond, dose pivot, sans toujours ni définir les termes, ni proposer les unités.

Compte tenu de la diversité des données, il n'a pas été possible de distinguer les doses d'azote plafonds pour les cultures maraîchères de plein champs et les cultures sous serre. Selon certains experts, les écarts entre besoin et dose plafonds préconisées proviennent de cette distinction.

En ce qui concerne spécifiquement les cultures de laitue, les pratiques actuelles varient selon le cycle cultural. On compte en moyenne 3 cycles par an avec une première en février. Les fertilisations varient selon la période de l'année pour prendre en compte la minéralisation du sol et l'azote disponible au moment de l'implantation. Globalement, la valeur de besoin de 90 unités pour la laitue dans les références du CTIFL correspond à la production d'une salade de 500g. La production sur Chailly peut atteindre des valeurs bien supérieures allant jusqu'à 700 à 800g. Dans ces conditions; les besoins sont de l'ordre de 120 kg/ha. Il est donc proposé de retenir ce plafond de 120 kg N/ha pour les laitues.

Sur la base des notes techniques d'UNILET (*état des connaissances et recommandations*, 2005 et *la fertilisation des haricots*, 2012), la valeur plafond pour les cultures de haricots (verts et flageolet) a été fixé à 80 kg N/ha considérant que les besoins de la plante varient entre 160 et 200 Kg d'azote/ha, d'une part, et que les conseils sont basés sur la formule suivante, d'autre part : $\text{apport} = 95 - \text{reliquat d'azote au semis sur le 1}^{\text{er}} \text{ horizon}$.

Dans le cas de cultures non référencées, les membres du GREN ont décidé d'appliquer une dose plafond unique de 210 kg N/ha par culture mise en place. Cependant, il a été rappelé l'importance de tenir compte des apports d'azote par le sol.

Un tableau de synthèse des propositions de doses plafond retenues par le GREN est présenté en annexe 13.

8.2.2. Vergers et arbres fruitiers

Certaines doses ont pu être déterminées pour les arbres fruitiers. Les doses plafonds pour les pommiers et les poiriers sont de 60 unités pour un apport au pied et 80 unités pour un apport en plein. Les membres du GREN ont proposé une dose plafond unique pour tous les arbres fruitiers de 80 unités d'azote.

8.2.3. Plantes à parfum aromatiques et médicinales (PPAM)

Des références pour les plantes à parfum, aromatiques et médicinales (PPAM) ont été transmises par certains experts du GREN. Ces références correspondent aux apports préconisés à l'installation des cultures auxquels s'ajoute la fertilisation après coupe lorsque que plusieurs récoltes par an sont réalisées.

Les doses plafonds proposées par le GREN correspondent à la dose maximale d'azote préconisée dans le tableau présenté en annexe 13.

Une ligne « autres PPAM » est ajoutée à la liste, avec comme plafond la valeur de 210 Kg N/ha.

8.2.4. Cultures porte-graine

Les cultures porte-graine sont très peu représentées en région Ile-de-France. Les experts du GREN disposent de peu de références concernant ces cultures. Cependant, afin d'être exhaustif, le GREN a proposé de reprendre les références de la Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences (FNAMS) diffusées par le COMIFER (avril 2012). Certaines valeurs sont fournies sous la forme de dose recommandée.

Les besoins et doses recommandées des différentes espèces sont rapportés dans un tableau en annexe 13. Il convient de préciser que ce tableau a été adapté en fonction de plusieurs cas de figure :

- 1er cas : le besoin en azote de la culture est connu
- 2ème cas : le besoin en azote de la culture n'est pas connu mais on peut s'appuyer sur une culture de référence.
- 3ème cas : le besoin de la culture n'est pas établi, il n'existe pas de culture de référence sur laquelle on peut s'appuyer, mais une « dose pivot » a pu être établie à partir d'éléments bibliographiques. Cette valeur est alors renseignée dans la colonne correspondante.

Une ligne « autres cultures porte graine » est ajoutée au tableau. La dose plafond correspondante est fixée à 210 kg N/ha.

8.2.5. Autres cultures

Le GREN propose une dose plafond d'azote pour la culture de Miscanthus à 80 kg N/ha l'année de l'implantation.

Le GREN propose de prendre en compte une dose plafond de 90 kg N/ha pour les cultures de lin graine.

Pour toutes les cultures minoritaires qui n'apparaissent pas dans le référentiel régional, une catégorie « autres cultures » pourra être créée avec un plafond unique de 210 kg N/ha.

9. Conditions de mise en œuvre

9.1. Modalités d'apports de l'azote – apport de solution azotée

Sur la base de la publication de l'ITCF « *formes d'engrais, quelle incidence sur le rendement et la teneur en protéine du blé tendre d'hiver?* » (C. Le Souder, 1997), certains experts du GREN ont demandé la possibilité de prise en compte d'une majoration de la dose d'azote de 10% sur sol non calcaire et de 15% sur sol calcaire pour les apports sous forme de solution azotée. L'étude en question montre que dans certains cas, il existe un écart d'efficacité (lié majoritairement aux pertes par volatilisation) entre l'apport d'azote sous forme ammonitrate ou de solution azotée. Les experts ont précisé que les apports sous forme de solution azotée sont prépondérants en Ile-de-France.

D'autres experts soulignent que dans 53% des cas sur sol non calcaire (87% de la SAU) la réponse est identique en terme de rendement. D'autre part, ils ont rappelé que la méthode du bilan est mise en œuvre *a priori*, et que les pertes par volatilisation dépendent des conditions d'épandage. La publication ITCF préconise d'ailleurs comme première stratégie l'utilisation d'un outil de diagnostic avant d'envisager la majoration de la dose de la solution azotée.

Au terme des échanges, un consensus est trouvé au sein du GREN pour préciser que la dose à apporter est calculée pour un apport sous forme d'ammonitrate. En fonction des choix d'épandage et de conditions d'épandage sans enfouissement rapide ainsi que d'autres conditions défavorables (vent fort, température élevée, faible humidité du sol, évapotranspiration élevée) une majoration de 10% sur sol non calcaire et de 15% sur sol calcaire pourra le cas échéant être appliquée à l'apport d'azote sous forme de solution azotée.

Toutefois des précisions nationales sont souhaitées pour l'avenir sur ce sujet.

9.2. Outils de pilotage et de calcul de dose

Un exploitant peut utiliser tout outil de calcul de dose conforme à la méthode du bilan telle que développée par le COMIFER. La majorité des membres du GREN ont reconnu que l'utilisation d'un outil de calcul de dose dynamique ou non (parmi les outils les plus fréquemment utilisés par les agriculteurs franciliens) était plus précise que la méthode proposée par le GREN Ile de France. Ces outils sont généralement plus précis grâce à une meilleure prise en compte du type de sol (outils informatisés) et donc de la minéralisation du sol. Ces membres sont d'accord sur le fait qu'il convient d'encourager les agriculteurs à utiliser ce type d'outils pour calculer leurs doses et pour les cultures qui le peuvent (ex : blés) d'utiliser par la suite des outils de pilotage.

Par ailleurs, des exercices de simulations ont été réalisées afin de comparer les valeurs estimées par les logiciels d'établissement de plan de fumure prévisionnel.

9.3. Points particuliers dans l'application de la méthode du bilan sur betterave sucrière

Un expert du GREN a soulevé le point particulier d'un calcul de bilan négatif pour les cultures de betterave sucrière. A ce sujet, il a indiqué qu'il était conseillé d'apporter une dose forfaitaire de 40kg N/ha dès lors que le bilan calculé est négatif mais supérieur à - 50 kg N/ha. Cet apport viserait à permettre à la plante de s'installer plus rapidement et de valoriser ensuite l'offre de la minéralisation ou du reliquat. Cependant, si le bilan reste entre 0 et - 50 kg N/ha, alors le conseil est maintenu à 0.

Faute de temps, ces éléments complémentaires n'ont pas fait l'objet d'échanges au sein du groupe d'experts.

9.4. Diffusion d'une information auprès des agriculteurs

Les membres du GREN ont rappelé que le référentiel régional ne devait pas se substituer au conseil agricole. Ainsi, l'information accompagnant la mise en place de l'arrêté préfectoral devra préciser comment le conseil en fertilisation s'inscrira dans le respect de cet arrêté.

En termes pratiques, l'organisation d'une phase d'information sera organisée. Elle comprendra au moins une information écrite.

9.5. Contrôle

Pour rappel, les contrôles relèvent des services de police de l'eau, ou des installations classées, ainsi que de la conditionnalité PAC.

L'arrêté du 19 décembre 2011 fixe les conditions de dépassement de la dose prévisionnelle comme suit: *« Tout apport d'azote (réalisé) supérieur à la dose prévisionnelle totale calculée selon les règles énoncées au 1° doit être dûment justifié par l'utilisation d'un outil de raisonnement dynamique ou de pilotage de la fertilisation, par une quantité d'azote exportée par la culture supérieure au prévisionnel ou, dans le cas d'un accident cultural intervenu postérieurement au calcul de la dose prévisionnelle, par la description détaillée, dans le cahier d'enregistrement, des événements survenus (nature et date notamment). »*

Les modalités d'établissement du plan de fumure et du cahier d'enregistrement des pratiques sont également fixées par l'arrêté du 19 décembre 2011.

En Ile-de-France, la date limite pour l'établissement du plan prévisionnel de fumure est fixée 1er mars.

10. Perspectives

L'arrêté du 19 décembre 2011 prévoit l'actualisation du référentiel régional (annexe 1 – art. III 1b). Il est actualisable au vu du travail du GREN et pour tenir compte de l'avancée des données et des connaissances techniques et scientifiques.

En premier lieu, il conviendra de mettre à jour:

- les données statistiques de rendement et la liste des cultures,
- Les valeurs de besoin en azote des cultures (b)

Par ailleurs, la mise en place rapide du dispositif en 2012, laisse ouvert un champ de discussions pour les années ultérieures. Sur ces sujets d'avenir, les membres du GREN ont formulé des recommandations quand aux futures modalités de travail, soit nationales, soit régionales:

- Réexamen des valeurs de Mh par type de sol
- Liste des cultures les plus importantes faisant l'objet d'un calcul utilisant la méthode du bilan (les

autres étant traitées par un plafond à l'hectare) : en 2012 , l'ensemble des grandes cultures a été traité, mais certains membres souhaitent que les salades (laitues) puissent aussi faire l'objet d'un calcul avec une méthode adaptée à ce type de production à partir de 2013, compte tenu de la place de l'Ile de France dans cette production.

- Un membre du GREN a montré en effet que l'équilibre de la fertilisation comme défini par l'ensemble des préconisations du COMIFER et du GREN, s'il constitue une condition nécessaire à la minimisation des pertes par lixiviation, ne permet pas à elle seule de prévenir les risques de dépassement des normes de concentration nitriques dans les eaux infiltrées. D'autres membres ont précisé qu'avant l'ouverture du bilan, la lixiviation est prise en compte par la mesure de l'azote restant dans le sol au moment de l'ouverture du bilan. Concernant les risques de lixiviation, le seul raisonnement des doses ne peut pas répondre entièrement à cette problématique. En conséquence, une réflexion sera à mener pour la mise en œuvre du bilan global et la prise en compte de la lixiviation.
- Cultures minoritaires : certains membres souhaitent que les doses maximales soient retravaillées l'an prochain sur la base de références locales.
- Potentiel agronomique des sols d'Ile-de-France pour les différentes cultures à préciser
- Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (R_i) : le GREN a souligné l'importance du reliquat sortie d'hiver (RSH), mais il reste à mettre en place une diffusion auprès des agriculteurs des résultats des réseaux de données existants, ce qui suppose une concertation fin 2012 entre les acteurs concernés.
- Majoration de la dose en cas d'usage de solution azotée : le GREN est parvenu à une rédaction consensuelle, toutefois des précisions nationales sont souhaitées pour l'avenir sur ce sujet,
- Prise en compte du paramétrage du facteur système (F_{sys}) lié aux CIPAN, de arrière-effet est attendu de la part du COMIFER.
- Préciser les valeurs d'équivalent engrais minéral efficace (X_a) dans le contexte francilien
- Organisation d'un réseau technique des RSH mobilisable par le GREN

Annexe 1: Besoin en azote des cultures (b)

Besoin en azote par unité de production pour la culture de blé

variétés	b (u/q)	Sources	Commentaires
Blé tendre			
Accroc, (Adhoc), Ambition, Amundsen, Andalou, Aramis, Arlequin, Bermude, Expert, Glasgow, Hekto, (Hybery), Hymack, Hyscore, Hystar, Hysun, Istabraq, JB Diego, Lear, Oakley, (Pakito), Parador, Perfector, Pierrot, Prevert, Royssac, Scipion, Scor, Selekt, Sobbel, (Sokal), Sponsor, (Sweet), Trapez, Trémie, Viscount	2,8	Arvalis, institut du végétal 2012	Le classement est provisoire pour les variétés entre parenthèses
Adequat, Aldric, Aligator, Alixan, Altigo, Altria, Amador, Andino, Apache, Aprilio, Arezzo, Aristote, (Arkeos), (As de cœur), Attitude, Aurele, Autan, Bagou, Barok, Bastide, Boisseau, Boregar, Boston, (Brentano), Campero, Catalan, Celestin, (Centenaire), Charger, Chevron, Compil, Cordiale, Dialog, Dinosor, Epidoc, Ephoros, Equilibre, Euclide, (Flaubert), Fluor, (Folklor), (Forblanc), Galopain, (Garantus), Garcia, Goncourt, Haussmann, Hybred, Hyxo, Illico, (Innov), Isengrain, (Kalystar), Karillon, Marcelin, Maxwell, (Minotor), Nirvana, Nucleo, Orcas, Orvantis, Oxebo, Paledor, Pepidor, Perceval, Phare, Plainedor, Pr22r20, Pr22r28, Pr22R58, Premio, Razzano, Richepain, Rochfort, Rodrigo, Rosario, Rustic, Sankara, Seyrac, Sirtaki, Sogood, Solehio, Sollario, Swinggy, Toisonдор, Uski	3,0		
Accor, Adagio, (Aerobic), Allez y, (Altamira), Ambello, (Amerigo), Athlon, Attlas, Aubusson, Avantage, Azimut, Azzerti, Camp-Rémy, Caphorn, CCB Ingenio, Cézanne, Chevalier, Croisade, Exelcior, Exotic, Farandole, Frelon, Galactic, Graindor, Instinct, Interet, Iridium, Isidor, Kalango, Koreli, Limes, Lukullus, Manager, Mendel, Mercato, Miroir, Musik, Nogal, Nuage, Oratorio, Paindor, Racine, Recital, (Ressor), Saint Ex, Samurai, Soissons, (Sophytra), Sorrial, Sy Alteo, Valodor, (Zinal)	3,2		
Monopole, Sebasto, Segor, Somme, (Turelli)	3,5		
Autres variétés de blé tendre	3,0		
Blé dur			
Pescadou, Biensur, Joyau, Pictur, Sy Banco	3,7	Arvalis, institut du végétal 2012	Le classement est provisoire pour les variétés entre parenthèses
Karur, Cultur, Fabulis, Miradoux, Lloyd, Janeiro, (Babylone), Nemesis, Sy Cysco	3,9		
Aventur, Sculptur, (Alexis), Tablur	4,1		
Blé améliorant			
Manital, Renan	3,7	Arvalis, institut du végétal 2012	
Antonius, Esperia, Galibier, MV Suba, Quality	3,9		
Bologna, Bussard, Claro, Courtot, Figaro, Levis, Lona, Nara, Qualital, Quebon, Runal, Sagittorio, Tamaro	4,1		

Besoin par unité de production pour les cultures de maïs

Maïs grain:

Rendement prévisionnel (q / ha)	B (u/q)	Sources
< 100	2,2	Référence région centre
100 à 120	2,1	
> 120	2	

Maïs ensilage:

Rendement prévisionnel (t de MS/ha)	B (u/t de MS)	Sources
< 14	14	Référence
14 à 18	13	
> 18	12	

Besoin par unité de production des autres cultures

Cultures	b	Sources
Colza	6,5 u/q	CETIOM 2012
Orge de printemps	2,2 u/q	Arvalis, institut du végétal 2012
Orge d'hiver, Escourgeon	2,5 u/q	
triticale	2.6 u/q	
seigle	2,3 u/q	
Avoine	2,2 u/q	
Tournesol	4,5 u/q	CETIOM 2012
Sorgho grain	2,4 u/q	Arvalis, institut du végétal 2012
Sorgho fourrage	13,2 u/T de MS /ha	

Besoin forfaitaire par hectare

Cultures	B (u)	Sources
Betterave	220	ITB
Oignon	160	CTIFL/chambres d'agriculture d'Ile-de-France

Besoin forfaitaire par hectares des différents types de pomme de terre

Besoin d'azote de la pomme de terre de consommation (en Kg N/ha)

Date de Plantation	Date de défanage ou de récolte en vert								
	01 au 10/07	11 au 20/07	21 au 31/07	01 au 10/08	11 au 20/08	21 au 31/08	01 au 10/09	11 au 20/09	21 au 30/09
Du 21 au 31/03	160	180	200	210	215	220	225	230	230
Du 01 au 10/04	155	170	190	200	210	220	225	230	235
Du 11 au 20/04	150	170	190	200	210	215	220	225	230
Du 21 au 30/04	150	165	185	195	210	215	220	225	230
Du 01 au 10/05	130	160	170	190	200	210	215	220	225
Du 11 au 20/05	110	145	160	180	195	205	210	215	220
Du 21 au 31/05	70	125	150	165	185	195	205	210	215
Du 01 au 10/06	15	75	125	145	170	185	190	195	205

Besoin d'azote de la pomme de terre à chair ferme (en Kg N/ha)

Date de Plantation	Date de défanage ou de récolte en vert								
	01 au 10/07	11 au 20/07	21 au 31/07	01 au 10/08	11 au 20/08	21 au 31/08	01 au 10/09	11 au 20/09	21 au 30/09
Du 21 au 31/03	130	150	165	175	180	185	185	190	195
Du 01 au 10/04	130	145	155	165	175	180	185	190	195
Du 11 au 20/04	125	140	160	165	175	180	185	190	190
Du 21 au 30/04	125	140	155	165	175	180	185	185	190
Du 01 au 10/05	110	130	145	155	165	175	180	185	190
Du 11 au 20/05	95	120	135	150	160	170	175	180	185
Du 21 au 31/05	60	105	125	140	155	165	170	175	180
Du 01 au 10/06	15	60	100	120	140	150	160	165	170

Besoin d'azote de la pomme de terre féculée (en Kg N/ha)

Date de Plantation	Date de défanage ou de récolte en vert							
	11 au 20/08	21 au 31/08	21 au 10/09	11 au 20/09	21 au 30/09	01 au 10/10	11 au 20/10	21 au 31/10
Du 01 au 10/04	230	240	245	250	255	260	260	260
Du 11 au 20/04	230	240	245	245	250	255	260	260
Du 21 au 30/04	225	235	240	245	250	255	255	260
Du 01 au 10/05	220	230	235	240	245	250	255	255
Du 11 au 20/05	210	220	230	235	240	245	245	250
Du 21 au 31/05	200	210	225	230	235	235	240	245
Du 01 au 10/06	180	200	210	215	225	230	230	235
Du 11 au 20/06	165	185	195	205	210	220	225	230

Besoin d'azote de la pomme de terre grenaille (en Kg N/ha)

Date de Plantation	Date de défanage ou de récolte en vert								
	21 au 30/06	01 au 10/07	11 au 20/07	21 au 31/07	01 au 10/08	11 au 20/08	21 au 31/08	01 au 10/09	11 au 20/09
Du 21 au 31/03	85	100	110	125	130	135	140	140	145
Du 01 au 10/04	80	95	105	115	130	135	135	140	145
Du 11 au 20/04	75	95	105	120	125	130	135	140	145
Du 21 au 30/04	75	95	105	115	125	130	135	140	140
Du 01 au 10/05	65	80	95	105	115	125	130	135	140
Du 11 au 20/05	35	65	90	100	110	120	125	130	135
Du 21 au 31/05	5	35	75	90	105	115	120	130	130
Du 01 au 10/06	0	5	35	75	90	105	115	120	125

Source : Arvalis – instituts du végétal, 2012

Annexe 2: Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Quantité d'azote absorbé par les céréales d'hiver à l'ouverture du bilan

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

NB:

- 5 kg d'N/ha par talle supplémentaire.
- En cas de fort tallage, la valeur est plafonnée à 50 kg d'N/ha

Source Arvalis, institut du végétal, 2012

Annexe 3: Classification des sols Ile-de-France

Synthèse des classes de sols Ile-de-France

Classification simplifiée des sol	Classification intermédiaire des sols -	Classification détaillée des sol	Taux de MO		
			Faible	médian	Elevé
ARGILOCALCAIRE	AC superficiel	Argilocalcaire caillouteux superficiel	2,5	2,9	3,2
		Argilocalcaire superficiel			
	AC moyennement profond	Argilocalcaire semi-profond	2	2,6	3
SABLE ARGILEUX	Sable Argileux	Sable argileux et argile sableux	1,8	2,3	2,8
ARGILE ET LIMONS	Argile	Argile engorgée	2,5	3	3,5
		Argile assez profonde à ressuyage moyennement rapide			
		Argile limoneuse			
	Limon argileux	Limon argileux vrai	1,6	1,8	2,3
		Limon argileux			
		Limon argileux engorgé			
		Limon argileux profond ou argile limoneuse			
	Limon battant hydromorphe	Limon battant engorgé	1,5	1,7	2
	Limon battant sain	Limon battant	1,5	1,7	2
		Limon profond battant			
	Limon moyen et limon franc	Limon franc	1,5	1,7	2
		Limon argileux profond sur calcaire grossier			
		Limon argileux peu profond sur calcaire grossier			
	Limon moyen ou argileux de la Plaine de France et du Vexin				
SABLES ET LIMON AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	Limon calcaire semi-profond	Limon calcaire	1,5	1,7	2
	Limon franc calcaire/caillouteux	Limon caillouteux assez peu profond sur argile	1,5	1,7	2
	Sable sain	Sable calcaire	1,1	1,4	1,7
		Sable sain			
		Sables des terrasses alluviales caillouteux séchant			
		Sables assez profonds séchant peu caillouteux sur argile			
Autres sables ou sable limoneux	Sable limoneux et limon sableux engorgé	1,5	1,7	2	
	Sable limoneux profond				

Type de sol
ARGILOCALCAIRES
SABLE ARGILEUX
ARGILE et LIMONS
SABLES et LIMONS avec cailloux et/ou calcaire

Références Chambre d'agriculture de Seine et Marne

		Granulométrie												
Guide 4	Guide 4	A	LT	LF	LG	ST	CEC	MO en %		CaCO3	pHKCl	CaO	Calcaire actif	
14 classes	sous-classe	%	%	%	%	%	meq/100g	Céréali-culture	Poly-culture élevage	%		‰	%	
1	LF	LFfp	16-19	70-75	25-35	40-50	5-10	12-16	1.2-2.0	2,2	< 0,1	6.5-6.8		
		LFsp	16-19	70-75	25-35	40-50	5-10	12-16	1.2-2.0	2,2	< 0,1	6.5-6.8		
2	LB	LBfp	12-16	70-75	25-35	35-50	5-10	9-12	1.2-1.7	1.6-2.0	< 0,1	5.5-6.0		
		LBp	12-16	70-75	25-35	35-50	5-10	9-12	1.2-1.7	1.6-2.0	< 0,1	5.5-6.0		
		LBsp	12-16	70-75	25-35	35-50	5-10	9-12	1.2-1.7	1.6-2.0	< 0,1	5.5-6.0		
		LBpp	16-18	70-75	25-35	35-50	5-10	9-12	1.2-1.7	1.6-2.0	< 0,1	5.5-6.0		
3	LBE	LBEsp	12-16	75-80	35-45	25-35	5-8	8-10	1.5-2.3	1.8-2.3	< 0,1	4.5-6.0		
		LBEsp	12-16	80-70	35-50	25-35	3-6	7-10	1.5-2.3	1.5-2.3	< 0,1	4.5-5.5		
4	LAV	LAV	20-24	70	25-30	40-45	6-10	14-17	2	2,4	< 0,1	6.0-6.5	>4-5	
5	LA	LAp	18-23	68-75	38-42	32-34	2-7	12-16	1,5-2,0	3,0	< 0,1	5.0-6.0		
		LAsp	20-28	60-70	30-35	30-35	2-7	12-16	2,0	3,0	< 0,1	5.0-6.0		
6	LAE	LAEsp	18-23	68-75	38-42	32-34	2-7	8-12	2,0-2,5	3,0	< 0,1	5.0-6.0		
		LAEsp	18-25	70-75	40-44	30-32	4-10	8-11	2,0-2,5	3,0	< 0,1	4.5-5.5		
7	AL	ALsp/a	30-35	60-65	30-32	30-33	2.0-5.0	>18	> 2,5	> 3	< 0,1	5.0-6.5		
		ALsp/c												
		ALpp	35-50	50-65	25-32	25-33	2.0-5.0	>18	> 2,5	> 3	< 0,1	5.0-6.5		
		AL ^C sp/a	30-45	50-65	25-32	30-33	2.0-5.0	>18	> 2,5	> 3	0,3< <3	6.0-7.0		
		AL ^C sp/c												
8	AE	AL ^C pp	30-45	50-65	25-32	25-33	2.0-5.0	>18	> 2,5	> 3	0,3< <3	6.0-7.0		
		AEpp	30-45	45-65	22-32	23-33	2.0-5.0	> 15	> 2.5	> 3	< 0.1	4.5-6.0		
		AEsup	35-55	< 45	< 20	< 25	> 20	> 18	> 3.0	> 3.5	< 0.1	3.5-5.5		
			30-45	45-65	22-32	23-33	2.0-5.0	> 15	> 2.5	> 3	0,3< <3	6.0-7.0		
			35-55	< 45	< 20	< 25	> 20	> 18	> 3.0	> 3.5	0,3< <3	6.0-7.0		
9	AC	ACsp	> 28	10-35	5-20	10-25	5-15	> 20	> 2.5	> 3	8< <40	6.5-7.5		
		ACpp	> 28	10-35	5-20	10-25	5-15	> 20	> 2.5	> 3	8< <40	6.5-7.5		
		ACsup	> 28	10-35	5-20	10-25	5-15	> 20	> 2.5	> 3	8< <40	6.5-7.5		
			> 28	5-25	2-15	5-20	5-15	> 20	> 2.5	> 3	> 40	6.5-7.5		
			> 28	5-25	2-15	5-20	5-15	> 20	> 2.5	> 3	> 40	6.5-7.5		
			> 28	5-25	2-15	5-20	5-15	> 20	> 2.5	> 3	> 40	6.5-7.5		
10	LC	LCp	12-18	70-80	25-50	30-55	2-7	7-12	2.0-3.5	3.0-5.0	8-25	6.8-7.4		
		LCsp/c	12-18	70-80	25-50	30-55	2-7	7-12	2.0-3.5	3.0-5.0	8-25	6.8-7.4		
		LCsp/a	12-18	70-80	25-50	30-55	2-7	7-12	2.0-3.5	3.0-5.0	8-25	6.8-7.4		
		LCpp	12-18	70-80	25-50	30-55	2-7	7-12	2.0-3.5	3.0-5.0	8-25	6.8-7.4		
		craie	< 10	40-60	15-25	25-35	30-50	4-6	2.0-2.5			> 20	6.8-7.4	>5000
11	SC	SCs	< 15	10-25	4-10	6-15	> 55	<9.5	1.5-3.5		> 8	6,8-7,5		
		SCe	< 15	20-40	12-25	8-15	35-55	<7.0	2.0-4.0		> 8	6,2-7,0		
12	SS	SSs	< 12.5	< 25	< 12	< 15	> 55	< 8.5	0,8-1.5	1,5-2.0	< 0,1	< 5.5		
		SSI	< 12.5	25-45	10-20	15-25	> 50	< 7.5	0.8-1.5	1,7-2	< 0,1	< 5.5		
13	SA & AS	ASsp	> 25	< 25	< 15	< 10	> 45	16-25	2.5-4	> 3	< 0,1	4.5-5.5		
		SA	15-25	< 30	< 12	< 18	> 55	10-17	1.5-3	> 2,5	< 0,1	5.0-6.0		
		ASsup	> 25	<25	< 15	< 10	> 45	16-25	2.5-4	> 3	< 0,1	4.5-5.5		
14	SL & LS	LSe	<17,5	30-55	20-30	10-25	35-55	< 7	1.0-2.3		< 0,1	3,0-4,0		
		SLe	<12,5	25-45	20-30	5-15	> 55	< 6	1.0-1.8		< 0,1	3,5-4,5		

Source: Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne, *classification agronomique et comportementale des sols de Seine-et-Marne*, guide conseil 4

Références Chambre d'agriculture interdépartementale d'Ile-de France

Types de sols		Texture %								
		Argile	Limons	Sable	Pierrosité	Teneur en calcaire	Hydromorphie	Profondeur racinaire (cm)	Teneur en matière organique	Indice de battance
Classe	Type SOL									
1	Limon argileux profond sur calcaire grossier	18 à 24	58 à 73	6 à 10	0%	0%	Non	> 90	2	0
2	Limon profond battant	12 à 16	70 à 75	5 à 10	0%	0%	Non	> 90	1,45	1
3	Limon argileux profond ou argile limoneuse	18 à 23	41 à 75	2 à 15	0%	0%	Oui	> 90	2	0 à 1
4	Limon moyen ou argileux de la Plaine de France et du Vexin	16 à 19	70 à 75	5 à 10	0%	0%	Non	> 90	1,6	0
5	Sable limoneux profond	< 12,5	25 à 45	> 50	0%	< 0,1%	Non	> 90	1,15	0
5	Limon sableux profond	< 17,5	30 à 55	35 à 55	< 10%	0%	Non	> 90	1,65	1
6	Limon caillouteux assez peu profond sur argile	15 à 20	49 à 55	25 à 40	> 20%	0%	Oui	80	1,35	1 à 2
7	Limon argileux assez peu profond sur calcaire grossier	18 à 28	60 à 70	< 10	< 5%	0%	Non	60 à 90	2	0
8	Sable limoneux humide	< 12,5	25 à 45	> 55	0%	0%	Oui	60 à 90	1,4	1
8	Limon sableux humide	< 17,5	30 à 55	35 à 55	0%	0%	Oui	< 60	1,65	1
8	Sable argileux caillouteux humide	15 à 25	< 30	> 55	> 20%	0%	Oui	< 80	2,25	0
9	Argilo-calcaire caillouteux superficiel	24 à 35	40 à 70	5 à 30	> 15%	0 à 40%	Non	20 à 35	> 2,5	0
9	Argilo-calcaire caillouteux moyen	24 à 35	40 à 70	5 à 30	> 15%	0 à 40%	Non	35 à 50	> 2,5	0
10	Argile assez profonde à ressuyage moyennement rapide	30 à 70	35 à 65	2 à 15	0%	0 à 70%	Oui	> 90	> 2,5	0
11	Sables des terrasses alluviales caillouteux séchants	5 à 22	6 à 13	77 à 87	25%	0%	Non	> 90	1,15	0
12	Sables assez profonds séchants peu caillouteux sur argile	< 12,5	< 25	> 55	0%	< 0,1%	Non	> 90	1,15	0

Classe	Type SOL	Localisation géographique
1	Limon argileux profond sur calcaire grossier	Beauce d'Etampes, de Dourdan, plateau profond du Gâtinais,...
2	Limon profond battant	Plaine de Thoiry, plateau de Saclay, Limours,...
3	Limon argileux profond ou argile limoneuse	Plateau de Bréval, Longnes, Orphin,...
4	Limon moyen ou argileux de la Plaine de France et du Vexin	Zone betteravière du Vexin et de la Vieille France
5	Sable limoneux profond	Quelques secteurs du Gâtinais et de Houdan
5	Limon sableux profond	Quelques secteurs du Gâtinais et de Houdan
6	Limon caillouteux assez peu profond sur argile	Quelques secteurs de Mantes - Bréval
7	Limon argileux assez peu profond sur calcaire grossier	Région Sud et Est d'Etampes, Plateau de Maisse,...
8	Sable limoneux humide	Région de Houdan, Rambouillet, Bréval,...
8	Limon sableux humide	Région de Houdan, Rambouillet, Bréval,...
8	Sable argileux caillouteux humide	Région de Houdan, Rambouillet, Bréval,...
9	Argilo-calcaire caillouteux superficiel	Coteaux des vallées de Seine, Essonne, Juine,...
9	Argilo-calcaire caillouteux moyen	Coteaux des vallées de Seine, Essonne, Juine,...
10	Argile assez profonde à ressuyage moyennement rapide	Quelques secteurs de Montfort, Mantes, Bréval, Marines,...
11	Sables des terrasses alluviales caillouteux séchants	Terrasses alluviales de la vallée de Seine
12	Sables assez profonds séchants peu caillouteux sur argile	Sables des buttes de Chavançon, Tertre St Denis, Houdan, vallée de l'Oise

Annexe 4: détail de la méthode de calcul COMIFER pour le paramètre Mh de minéralisation de l'humus des sols

Équation issue de la méthode COMIFER:

$$\mathbf{Mh = TNorg \times Km \times JN}$$

Avec:

TNorg = stock d'azote organique humifié de la couche minéralisante (tNorganique/ha)

$$\mathbf{Tnorg = \%Nt \times Prof \times Da \times (100 - \% Vol EG) / 100}$$

%Nt = teneur en azote organique de la terre fine de la couche de sol minéralisante exprimée en %, directement déterminée par l'analyse de sol.

Prof = profondeur de la couche de sol minéralisante en cm. Elle correspond approximativement à la profondeur de labour. Pour les situations en non labour différenciées depuis plus de 10 ans, on prendra par défaut la profondeur équivalente à un labour dans le type de sol correspondant.

Da = densité apparente (de la terre fine t/m³) de la couche minéralisante % Vol EG : volume de la couche de sol minéralisante occupé par les éléments grossiers (taille > 2 mm), exprimé en %. On peut remplacer l'expression contenant Da et % Vol. EG par DaG:

$$DaG = Da \times (100 - \% vol EG) / 100$$

Da = densité apparente de la terre fine (t/m³)

% vol EG = % volumique d'éléments grossiers (cailloux) de l'horizon considéré

Km = taux de minéralisation de l'azote organique humifié (kg Nminéral/(tNorganique x JN))

$$\mathbf{Km = Kmstandard \times Fsyst}$$

Kmstandard = taux de minéralisation de l'azote organique humifié standard (kg Nminéral/(tNorganique x JN))

$$Kmstandard = 22750 / [(110+A) \times (600+CaCO_3)]$$

A = teneur en argile après décarbonatation de l'horizon minéralisant (g/kg)

CaCO₃ = teneur en calcaire de l'horizon minéralisant (g/kg)

Fsyst = facteur d'augmentation du pool d'azote organique rapidement minéralisable sous l'effet du régime de restitution organique du système de culture. (Cf. valeur issue du guide COMIFER p33)

JN = nombre de jours normalisés sur la période de calcul du bilan

Pour une période de calcul de d jours calendaires: $JN = 1 \sum d[f(T_i) \times g(H_i)]$

« fonction de température »: $f(T_i) = e^{[0,115 \times (T_i - Tréf)]}$

T_i = température moyenne du jour calendaire i en °C

Tréf = température de référence fixée ici à 15°C

« fonction humidité »: $g(H_i) = 0,2 + 0,8 \times (H_i - H_{min} / H_{cc} - H_{pf})$

H_i = humidité moyenne de la couche minéralisante du jour calendaire i

H_{cc} = humidité à la capacité au champ de la couche minéralisante

H_{pf} = humidité au point de flétrissement de la couche minéralisante

Paramétrage pour le calcul des valeurs de Mh

Culture	Date de récolte	Date défanage	Date ouverture bilan	Date fermeture bilan	JN
Betterave	15-oct.		5-mars	15-oct.	132
Pomme de terre fécule	Paramétrage idem betterave		5-mars	15-oct.	132
Maïs grain	13-oct.		5-mars	25-août	102
Maïs fourrage	01-sept.		5-mars	25-août	102
Sorgho	Paramétrage idem maïs		5-mars	25-août	102
Tournesol	Paramétrage idem maïs		5-mars	25-août	102
Pomme de terre conso		1er août	15-mars	1-août	93
Oignon	Paramétrage idem pdt conso		15-mars	1-août	93
colza	13-juil.		01-févr.	13-juin	49
Blé tendre d'hiver (BTH)	17-juil.		01-févr.	17-juin	52
Blé améliorant	Paramétrage idem BTH		01-févr.	17-juin	52
Blé dur	Paramétrage idem BTH		01-févr.	17-juin	52
Seigle	Paramétrage idem BTH		01-févr.	17-juin	52
Triticale	Paramétrage idem BTH		01-févr.	17-juin	52
Orge d'hiver (OH)/escourgeons	03-juil.		01-févr.	3-juin	43
Avoine hiver	Paramétrage Idem OH		01-févr.	3-juin	43
Orge de printemps (OP)	20-juil.		01-févr.	20-juin	54
Avoine printemps	Paramétrage Idem OP		01-févr.	20-juin	54

Par ailleurs, une valeur de frein hydrique a été appliquée en fonction des différents types de sol. Pour certaines cultures (betterave, maïs, pomme de terre), une seule valeur de frein hydrique a été retenue considérant qu'elles n'étaient pas cultivées sur sol sableux. Ce paramètre influence le calcul de JN.

Cultures	Types de sol	Frein hydrique
Céréales à paille OP féveroles colza OH/Escourgeon Pois de printemps Tournesol	Sable sain	0,44
	Autres sables ou sable limoneux	0,44
	Sable Argileux	0,54
	AC superficiel	0,54
	AC moyennement profond	0,54
	Argile	0,54
	Limon argileux	0,54
	Limon battant hydromorphe	0,49
	Limon battant sain	0,54
	Limon moyen et limon franc	0,54
	Limon franc calcaire/caillouteux	0,54
	Limon calcaire semi-profond	0,54
Pomme de terre de consommation		0,6
Betterave, maïs		0,5

Source: Arvalis, institut du végétal

Méthode suivie pour déterminer les classes de pourcentage de matière organique

Méthode de détermination des valeurs faible et élevée de pourcentage de matière organique pour les différentes classes de sol Ile-de-France

1 - Récupération des données des sols de la région Ile-de-France sur la base Gissol de l'INRA (<http://bdat.gissol.fr/geosol/index.php>), à savoir:

- ➔ Données texture: LT, A, ST
- ➔ % de carbone organique

NB: Les données sont consolidées à l'échelle du canton et délivrées avec les valeurs moyennes, écart-type, médianes, premier et dernier quartile.

2 - Calcul des valeurs de %MO sur l'ensemble des communes et cantons IDF couverts par la base GISSOL suivant la formule:

$$\%MO = 1.724 * \% \text{ de carbone organique}$$

3 - Rapprochement des types de sols avec les différentes communes et différents cantons de la base GISSOL sur la base des données textures (comparaison avec les données transmises par les chambres) et de la carte des unités cartographiques des sols.

Les sols suivants ont ainsi pu être étudiés:

- sable sain
- autres sables ou sables limoneux
- sable argileux
- limons argileux
- les limons (tous confondus)

Autant le maillage des données issues du GISSOL permet de bien différencier ces différents sols, autant, il est difficile de distinguer les sols argilo-calcaire et argileux. Aussi, pour ces derniers les valeurs de %MO initialement issues des référentiels chambre d'agriculture ont été maintenues.

Facteur système (F_{syst})

	Fréquence des apports organiques exogènes et type de produit								
	Jamais	5 – 10 ans		3 – 4 ans		1 – 2 ans		Facteurs multiplicateurs en plus	
Résidus de récolte		A	B, C	A	B, C	A	B, C	Retour – prairie	Culture Intermédiaire
Enlevés-brûlés	0,80	0,95	0,90	1,00	0,95	1,05	1,00	1,10	En cours d'étude
Enfouis ½	0,90	1,00	0,95	1,05	1,00	1,10	1,02	1,10	
Enfouis 1/1	1,00	1,05	1,00	1,10	1,02	1,20	1,05	1,10	

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: guide COMIFER (mars 2012)

Valeurs de minéralisation de l'humus du sol (Mh)

Type de sol	Minéralisation de l'humus du sol (Mh) (Kg N/ha)		
	% MO Faible	% MO Médian	% MO Élevé
COLZA			
ARGILO-CALCAIRE	23	28	32
SABLES ARGILEUX	33	35	42
ARGILES ET LIMONS	29	34	40
SABLES ET LIMONS AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	24	28	33
BLE TENDRE D'HIVER / BLE DUR / BLE AMELIORANT / TRITICALE / SEIGLE			
ARGILO-CALCAIRE	24	30	34
SABLES ARGILEUX	35	37	45
ARGILES ET LIMONS	31	36	43
SABLES ET LIMONS AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	25	29	34
ORGE D'HIVER / ESCOURGEON / AVOINE D'HIVER			
ARGILO-CALCAIRE	24	29	33
SABLES ARGILEUX	34	36	44
ARGILES ET LIMONS	30	35	42
SABLES ET LIMONS AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	24	28	34
ORGE DE PRINTAMPS/ AVOINE DE PRINTEMPS			
ARGILO-CALCAIRE	25	31	35
SABLES ARGILEUX	36	38	46
ARGILES ET LIMONS	32	38	44
SABLES ET LIMONS AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	26	30	36
BETTERAVE / POMME DE TERRE FECULE			
ARGILO-CALCAIRE	62	75	85
SABLES ARGILEUX	89	93	113
ARGILES ET LIMONS	80	94	110
SABLES ET LIMONS AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	71	83	98
MAÏS GRAIN / MAÏS ENSILAGE / SORGHO / TOURNESOL			
ARGILO-CALCAIRE	48	58	66
SABLES ARGILEUX	69	72	87
ARGILES ET LIMONS	62	72	85
SABLES ET LIMONS AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	55	64	76
POMME DE TERRE DE CONSOMMATION / OIGNON			
ARGILO-CALCAIRE	43	53	60
SABLES ARGILEUX	63	65	80
ARGILES ET LIMONS	56	66	78
SABLES ET LIMONS AVEC CAILLOUX ET/OU CALCAIRE	50	58	69

Annexe 5: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) (en kg N/ha)

	Sols Légers Arg < 15% L < 45% CaCO ₃ < 10%	Sols Limoneux 15% < Arg < 30 % L > 45% CaCO ₃ < 10%	Sols Argileux Arg > 30%
	Sable calcaire	Limons argileux	Sable argileux ou argile sableuse
	Sable sain	Limons argileux engorgés	Argilo-calcaire caillouteux peu profonds
	Sables assez profonds séchant, peu caillouteux	Limons argileux vrai	Argilo-calcaire superficiel
	Limons sableux, sables limoneux ou sables argileux caillouteux peu profonds	Limons argileux profonds	Argilo-calcaire semi-profond
	Limons sableux ou sables limoneux profonds	Limons battant engorgé	Argile engorgée
	Sables limoneux engorgés	Limons battant assez sain	Argiles assez profondes à ressuyage
		Limons profonds battant	Argile limoneuse
		Limons francs	
		Limons argileux profonds sur calcaire grossier	
		Limons argileux assez peu profonds sur calcaire	
		Limons moyens ou argileux de la Plaine de France ou du Vexin	
		Limons caillouteux assez profonds sur argile	
		Limons calcaires	
Sol superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15
Sol peu profond (0 à 60 cm)	10	15	20
Sol profond (0 à 90 cm)	15	20	30

Source: AZOBIL © INRA, 2012

Annexe 6: Minéralisation nette supplémentaire due aux retournements de prairie (en kg N/ha)

-a- Destruction de printemps	Age de la prairie						
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	>10ans
Rang de la culture post destruction	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
-a- Destruction d'automne	Age de la prairie						
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	>10ans
Rang de la culture post destruction	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

Tableaux a et b : Effets azote prairie sur le supplément de minéralisation (en kg N/ha)

Les valeurs représentent le supplément de minéralisation pour la période d'établissement du bilan azoté prévisionnel de chaque culture (semis – récolte pour le maïs, 15 février – récolte pour le blé).

c. Les valeurs mentionnées dans les tableaux a et b sont à multiplier par les valeurs suivantes selon la proportion de fauches dans le mode d'exploitation de la prairie de RGA pur :	Effet du mode d'exploitation	
	RGA pur	Association RGA-TB
Pâturage intégrale	1,0	1,0
Fauche + pâturage	0,7	1,0
Fauche intégrale	0,4	1,0

Tableau c : Prise en compte du mode d'exploitation dans le calcul de Mhp

Sources : ARVALIS – Institut du végétal, INRA, CRAB

Annexe 7: Minéralisation nette de résidus de récolte (Mr)

Minéralisation des résidus de culture du précédent

Nature du précédent	Mr (kg N/ha)	
	Date d'ouverture du bilan (date de mesure du reliquat azoté)	
	Février	Mars-avril*
Betteraves	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales à pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
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
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-10	0
Soja	20	10
Autres cultures (chanvre, oignon, etc.)	0	0

* date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (Maïs, Pomme de terre...)

Sources: Arvalis, instituts du végétal, INRA, 2012

Mr en fonction de la nature des résidus de jachère précédente (Kg N/ha)

Type de jachère (espèce dominante)	Age	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: d'après la brochure calcul de la fertilisation azotée des cultures annuelles, COMIFER, 1996, modifié par l'INRA et ARVALIS

Annexe 8: Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire (MrCi) (en kg N/ha)

Type de culture intermédiaire	Production de la CI (t MS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril	
		Destruction Nov / Déc	Destruction > janv	Destruction Nov / Déc	Destruction > janv
Crucifères (moutarde, radis, etc.)	CI ≤ 1	5	10	0	5
	2 (1 < CI < 3)	10	15	5	10
	CI ≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine, etc.	CI ≤ 1	0	5	0	0
	2 (1 < CI < 3)	5	10	0	5
	CI ≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type Ray-Grass	CI ≤ 1	5	10	0	5
	2 (1 < CI < 3)	10	15	5	10
	CI ≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	CI ≤ 1	10	20	5	10
	2 (1 < CI < 3)	20	30	10	20
	CI ≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phalécie)	CI ≤ 1	0	5	0	0
	2 (1 < CI < 3)	5	10	0	5
	CI ≥ 3	10	15	5	10
Mélanges Graminées - légumineuses	CI ≤ 1	5	13	3	5
	2 (1 < CI < 3)	13	20	5	13
	CI ≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères - légumineuses	CI ≤ 1	8	15	3	8
	2 (1 < CI < 3)	15	23	8	15
	CI ≥ 3	23	30	15	23

Source: Brochure « cultures intermédiaires – impact et conduite », ARVALIS / CETIOM / ITB / ITL, août 2011 (chapitre 17)

Annexe 9: Équivalent engrais minéral efficace (Xa)

Teneurs en N total des produits résiduaux organiques

origine	nom du produit	Classe de Keq	N pro (kg N/t ou m3 de produit brut)	
effluents d'élevage	fumiers, lisiers et purins issus des élevages de bovins, ovins et caprins	Fumier de bovins très compact de litières accumulées	C	5,8
		Fumier de bovins compact de pente paillée	C	4,9
		Fumier de bovins compact d'étable entravée	C	5,3
		Fumier de bovins en logettes	C	5,1
		Compost de fumier de bovins	B	8
		Fumier d'ovins	C	6,7
		Fumier de caprins	C	6,1
		Compost de fumier d'ovins	B	11,5
		Lisier de bovins (système paillieux ou non en système couvert), pour bovins à l'engrais	D	5,2
		Lisier de bovins (système paillieux ou non en système couvert), pour autres bovins	D	3,5
		Lisier de bovins (système couvert), lisiers presque purs	D	4
		Lisier de bovins (système couvert), lisiers dilués	D	2,7
		Lisier de bovins (système non couvert)	D	1,6
		purins purs	D	3
	lixiviats de purins dilués	D	0,4	
	lisiers, fumiers, composts de fumiers de porcs	Lisier de porc à l'engrais (prélevés sous caillebotis)	F	9,6
		Lisier mixtes (prélevés en fosse extérieure)	F	4,3
		Fumier de porc (litières accumulées sur paille)	D	7,2
		Fumier de porc (litières raclées sur paille)	D	9,1
		compost de fumiers de porc (litières accumulées)	D	7,6
		compost de fumiers de porc (litières raclées)	D	11
		compost de lisiers de porc (sur paille)	D	7,7
	compost de refus de tamisage de lisiers de porc	D	7,2	
	lisiers, fientes et fumiers de volailles	lisier de canard (10% MS)	F	4,4
		lisier de canard (10-15% MS)	F	5,9
		lisier de canard (>15% MS)	F	8,6
		lisier de poules pondeuses (10% MS)	F	6,8
		Fientes de poules pondeuses humides (25% MS)	F	15
		Fientes de poules pondeuses préséchées sur tapis (40% MS)	F	22
		Fientes de poules pondeuses séchées en fosse profonde (80% MS)	F	30
		Fientes de poules pondeuses séchées sous hangar (80% MS)	F	40
		Fumier de poulets de chair (à la sortie du bâtiment)	D	29
		Fumier de poulets de chair (après stockage, en conditions humides / sèches)	D	22 / 26
		Fumier de poulets label (à la sortie du bâtiment)	D	20
		Fumier de poulets label (après stockage, en conditions humides / sèches)	D	15 / 18
		Fumier de dindes de chair (à la sortie du bâtiment)	D	27
Fumier de dindes de chair (après stockage, en conditions humides / sèches)		D	21 / 25	
Fumier de pintades de chair (à la sortie du bâtiment)		D	32	
Fumier de pintades de chair (après stockage, en conditions humides / sèches)	D	24 / 29		
Fumier de cheval	C	8,2		
Compost de fumier de cheval	B	5,2		
lisier de lapins	C	8		

origine	nom du produit	Classe de Keq	N pro (kg N/t ou m3 de produit brut)
produits agro-industriels	vinasses de sucrerie	E	20-25
	engrais NK issus de féculeries	E	
	autres produits normés	composition indiquée par le fournisseur avec teneur en N total, et coefficient d'équivalence engrais	
composts	compost contenant des fientes de volailles	F	10 à 20
	compost contenant des déchets verts	B	6 - 12
effluents agro-industriels	effluents de féculerie	F	composition indiquée par l'industriel avec teneur en N total, et coefficient d'équivalence engrais
	effluents de déshydratation de luzerne	A	
	effluents de sucrerie	B	
	effluents de distillerie	C	
	Boues liquides laiteries	C	2,9
	Boues liquides papeteries	A	1,4
Boues solides papeteries	A	5,6	
effluents vinicoles		C	0,1
digestats d'unité de méthanisation		composition indiquée par le fournisseur avec teneur en N total, et coefficient d'équivalence engrais	
effluents urbains	boues urbaines liquides (< 2% MS)	D	0,6
	boues urbaines liquides épaissies (3 à 10% MS)	D	2,8 [2,3-3,19]
	boues urbaines pâteuses (10 à 15% MS)	D	8,6 [7,7-9,5]
	boues urbaines déshydratée chaulées (15 à 35% MS)	C	9,1
	boues séchées (65 à 85% MS)	C	36
	boues urbaines compostées (35 à 60% MS) (NFU 44-095)	B	7,7
boues urbaines issues de lagunes (5 à 10% MS)	D	1,7 [1,1-2,3]	
Effluents à très faible valeur d'azote			0

Source: GREN Champagne-Ardenne

Coefficient d'équivalence engrais minéral (K eq)

Culture sur/pour laquelle l'apport organique est réalisé	Part de N organique minéralisé						Exemples de produits organiques
	pour une culture d'hiver ou de printemps précoce (OP)		pour une culture de printemps tardive (maïs, betterave)		sur cultures vivaces (prairies)		
	Apport été / automne	apport hiver / printemps	Apport été / automne	apport hiver / printemps	Apport été / automne	apport hiver / printemps	
Classe A	0	0	0	0	0	0	matières organiques qui n'ont pas fini leur maturation, eaux de déshydratation de luzerne
Classe B	0	0,05	0	0,05	0,15	0	effluents de sucrerie, composts contenant des déchets verts, composts de boues, compost de fumier de bovins
Classe C	0,10	0,15	0,15	0,30	0,20	0,05	fumier de bovins, effluents de distilleries
Classe D	0,10	0,35	0,15	0,45	Sans objet	0,4	fumier de volailles, fumier de porcs, lisier de bovins, boues urbaines, compost contenant des fientes de volailles
Classe E	0,15	0,30	0,30	0,50	Sans objet	Sans objet	vinasses, engrais NK issus de féculerie
Classe F	0,05	0,45	0,05	0,50	0,30	0,60	fientes de volailles, lisier de porcs, effluents de féculerie

Source: GREN Champagne-Ardenne

Annexe 10: Référentiel prairie

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

Chargement moyen de l'exploitation/système d'exploitation des prairies	> 4 UGB / ha			De 2,5 à 4 UGB / ha			De 1,6 à 2,5 UGB/ ha			< 1,6 UGB / ha		
	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit	Bon	Moyen	Réduit
Potentiels des prairies												
Prairies pâturées	250	180	140	170	140	110	140	110	90	110	60	30
Prairies pâturées et fauchées	250	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

Source: GREN Picardie

Annexe 11: Rendements par défaut pour les cultures d'Ile-de-France

Rendements des cultures recensées en Ile-de-France sur la période 2007-2011

Moyenne sur la période 2007-2011, faite sur 3 années, après avoir enlevé les minima et maxima

Produit	Rendement (q/ha)
CEREALES ET OLEOPROTEAGINEUX	
Blé tendre d'hiver	80
Blé tendre de printemps	79
Blé dur d'hiver	65
Blé dur de printemps	65
Orge et escourgeon d'hiver	74
Orge et escourgeon de printemps	65
Avoine d'hiver	64
Avoine de printemps	63
Seigle et méteil	69
Triticale	67
Maïs grain	101
Maïs semence	88
Sorgho	75
Mélanges de céréales (hors méteil)	50
Autres céréales non mélangées	50
Colza d'hiver (et navette)	36
Colza de printemps (et navette)	37
Tournesol	31
Soja	28
Lin oléagineux	20
Autres oléagineux	14
Féveroles et fèves	51
Pois protéagineux	49
Lupin doux	25

Produit	Rendement (q/ha)
CULTURES INDUSTRIELLES	
Betteraves industrielles	879
Lin textile (roui non battu) (y compris semences)	57
Autres plantes textiles (chanvre) (y compris semences)	65
Pavot médicinal (oeillette)	50
Plants certifiés de pommes de terre	237
Pommes de terre de féculerie	523
Pommes de terre primeurs ou nouvelles (com. avant le 1-08)	192
Pommes de terre de conservation et demi-saison	443
Pommes de terre de consommation	427
Pommes de terre	441

Produit	Rendement (q/ha)
CULTURES MARAICHERES	
Artichauts	86
Asperges en production	26
Céleris branches	301
Choux-fleurs	167
Choux brocolis à jets	121
Choux de Bruxelles	109
Choux à choucroute	554
Choux autres	251
Endives racines	168
Épinards	131
Poireaux	247
Laitues	230
Chicorées frisées	180
Chicorées scaroles	217
Cresson	580
Mâche	90
Autres salades	106
Bettes et cardes	299
Persil	404
Fraises	74
dont fraises sous serres	76
Aubergines	306
Concombres	1124
dont concombres sous serres	1770
Cornichons	129
Courgettes	220
Melons	198
dont melons sous serres	207
Pastèques	200
Poivrons	349
Potirons, courges et citrouilles	271
Tomates	511
dont tomates sous serres	906
Ail (en vert)	92
Ail (en sec)	50
Betteraves potagères	254
Carottes	277
Céleris raves	295

Source: Agreste Ile-de-France

Produit	Rendement (q/ha)
CULTURES MARAICHERES	
Échalotes	138
Navets potagers	366
Oignons blancs	172
Oignons de couleur	380
Radis	150
Salsifis et scorsonères	110
Petits pois (grain)	79
Haricots à écosser et demi-secs (grain)	61
Haricots verts (y c. haricots beurre)	114
Maïs doux	82
Haricots secs	59
Lentilles	12
Pois secs (pois de casserie)	84
CULTURES FRUITIERES	
Abricots	31
Bigarreaux	38
Griottes et autres cerises	35
Pêches	17
Mirabelles	53
Reines-claudes	55
Quetsches	86
Autres prunes	102
Pommes à cidre	83
Jules Guyot	119
William's	128
Poires d'été (ensemble)	127
Poires d'automne	203
Poires d'hiver	137
Pommes Golden	196
Granny Smith	175
Autres pommes	198
Noix	20
Noisettes	27
Cassis	51
Framboises	55
Groseilles	62

Annexe 12: Potentiel agronomique des sols d'Ile-de-France

Les communes de la région Ile-de-France sont rangées par classes définies à partir de la projection sur le % de rendement du blé tendre 2009 suivante:

Classe 6	90	%
Classe 5	95	%
Classe 4	98,5	%
Classe 3	101,5	%
Classe 2	105	%
Classe 1	110	%

Méthodologie :

L'ensemble des communes ayant une production de grandes cultures significative est affecté d'un coefficient exprimé en pourcentage. Ce pourcentage exprime le niveau habituel estimé des rendements du blé sur l'ensemble de la commune, par rapport au rendement régional moyen. Le rendement régional moyen de référence (correspondant au coefficient « 100 ») est la moyenne olympique (en retirant la meilleure et la moins bonne) des cinq dernières années, telles que publiées au niveau régional, dans la statistique agricole annuelle (SAA), par la DRIAAF. Les bornes des classes ont été déterminées de façon à obtenir un zonage relativement simple de l'Ile-de-France, tout en s'assurant de l'homogénéité relative de chaque classe définie.

Le potentiel de rendement figuré ici est approché par les rendements relevés par des agriculteurs et communiqués à la DRIAAF pendant plusieurs décennies. Chaque rendement observé est enregistré en pourcentage du rendement régional de l'année. Pour une commune ayant fait l'objet de plusieurs relevés de rendement, le potentiel s'exprime comme la moyenne des pourcentages.

Exemple : 105 % pour une commune signifie qu'habituellement le rendement de la culture dans la commune est de 105% de la moyenne régionale.

D'une façon générale, et y compris lorsque nous ne disposons d'aucun relevé statistique sur une commune, le potentiel de rendement est estimé comme la moyenne des potentiels de rendements dans un rayon de 10 km alentour, en pondérant les informations alentour inversement à leur distance de la commune.

Avertissements au lecteur :

Le potentiel moyen est une estimation de tendance générale, et ne prétend pas rendre compte de la capacité de chaque parcelle particulière.

	Bornes des coefficients	Nombre de communes	Moyenne brute des coefficients (non pondéré des surfaces agricoles communales)	Écart type population pour le blé par classe et pour l'ensemble de l'Ile de France
TOTAL	Min=73,5 – Max = 125,1	1218	98.9	0.332806119
Classe 6 « 90 »	Coef < 92,5	199	89.5	0.163299907
Classe 5 « 95 »	92,5<=Coef <96,75	261	94.9	0.063575716
Classe 4 « 98,5 »	96,75<=Coef <100	237	98.3	0.049353021
Classe 3 « 101,5 »	100<=Coef <103,25	226	101.6	0.052151743
Classe 2 « 105 »	103,25<=Coef <107,5	172	105.2	0.063171615
Classe 1 « 110 »	107,5<=Coef	123	109.7	0.148399453

Source: Données 1980 - 2010 DRIAAF/Srise

CLASSE 1 : 110%

Dépt	Communes	N° INSEE
77	ANDREZEL	77004
77	ARGENTIERES	77007
77	AUBEPIERRE-OZOUER-LE-REPOS	77010
77	AULNOY	77013
77	BABY	77015
77	BEAUCHERY-SAINT-MARTIN	77026
77	BEAUVOIR	77029
77	BERNAY-VILBERT	77031
77	BOISSY-LE-CHATEL	77042
77	CHAILLY-EN-BRIE	77070
77	CHALAUTRE-LA-GRANDE	77072
77	CHAMPDEUIL	77081
77	CHAMPEAUX	77082
77	LA CHAPELLE-IGER	77087
77	CHARNY	77095
77	CHAUFFRY	77106
77	CHAUMES-EN-BRIE	77107
77	COMPANS	77123
77	COULOMMIERS	77131
77	COURPALAY	77135
77	COURTOMER	77138
77	CRISENOY	77145
77	CUISY	77150
77	FONTAINE-FOURCHES	77187
77	FOUJU	77195
77	GIREMOUTIERS	77206
77	GOUAIX	77208
77	GRISY-SUR-SEINE	77218
77	GUIGNES	77222
77	HERME	77227
77	IVERNY	77233
77	JAULNES	77236
77	JUILLY	77241
77	LECHELLE	77246
77	LOUAN-VILLEGRUIS-FONTAINE	77262
77	MAUREGARD	77282
77	MELZ-SUR-SEINE	77289
77	LE MESNIL-AMELOT	77291
77	MESSY	77292
77	MITRY-MORY	77294
77	MONTGE-EN-GOELE	77308
77	MONTIGNY-LE-GUESDIER	77310
77	MORTERY	77319
77	MOUROUX	77320
77	MOUSSY-LE-NEUF	77322

Dépt	Communes	N° INSEE
77	MOUSSY-LE-VIEUX	77323
77	NANTOUILLET	77332
77	NOYEN-SUR-SEINE	77341
77	OZOUER-LE-VOULGIS	77352
77	PASSY-SUR-SEINE	77356
77	LE PLESSIS-AUX-BOIS	77364
77	LE PLESSIS-L'EVEQUE	77366
77	POMMEUSE	77371
77	PROVINS	77379
77	QUIERS	77381
77	ROUILLY	77391
77	RUPEREUX	77396
77	SAINT-AUGUSTIN	77400
77	SAINT-BRICE	77403
77	SAINT-DENIS-LES-REBAIS	77406
77	SAINT-GERMAIN-SOUS-DOUE	77411
77	SAINT-MARD	77420
77	SAINT-MESMES	77427
77	SAINT-SIMEON	77436
77	SOIGNOLLES-EN-BRIE	77455
77	SOLERS	77457
77	SOURDUN	77459
77	THIEUX	77462
77	VERNEUIL-L'ETANG	77493
77	VILLENAUXE-LA-PETITE	77507
77	VILLENEUVE-SOUS-DAMMARTIN	77511
77	VILLEROY	77515
77	VILLIERS-SUR-SEINE	77522
77	VILLUIS	77523
77	VINANTES	77525
77	VOULTON	77530
77	YEBLES	77534
92	GENNEVILLIERS	92036
92	VILLENEUVE-LA-GARENNE	92078
93	AULNAY-SOUS-BOIS	93005
93	LE BLANC-MESNIL	93007
93	LE BOURGET	93013
93	LA COURNEUVE	93027
93	DRANCY	93029
93	DUGNY	93030
93	EPINAY-SUR-SEINE	93031
93	L'ILE-SAINT-DENIS	93039
93	PIERREFITTE-SUR-SEINE	93059
93	SAINT-DENIS	93066

Dépt	Communes	N° INSEE
93	SAINT-OUEN	93070
93	SEVRAN	93071
93	STAINS	93072
93	TREMBLAY-EN-FRANCE	93073
93	VILLEPINTE	93078
93	VILLETANEUSE	93079
95	ARNOUVILLE-LES-GONESSE	95019
95	BONNEUIL-EN-FRANCE	95088
95	BOUQUEVAL	95094
95	CHENNEVIERES-LES-LOUVRES	95154
95	DEUIL-LA-BARRE	95197
95	ECOUEN	95205
95	ENGHIEN-LES-BAINS	95210
95	EPIAIS-LES-LOUVRES	95212
95	GARGES-LES-GONESSE	95268
95	GONESSE	95277
95	GOUSSAINVILLE	95280
95	GROSLAY	95288
95	LOUVRES	95351
95	MONTMAGNY	95427
95	MONTMORENCY	95428
95	PISCOP	95489
95	LE PLESSIS-GASSOT	95492
95	ROISSY-EN-FRANCE	95527
95	SAINT-BRICE-SOUS-FORET	95539
95	SAINT-GRATIEN	95555
95	SAINT-WITZ	95580
95	SARCELLES	95585
95	SOISY-SOUS-MONTMORENCY	95598
95	LE THILLAY	95612
95	VAUDHERLAND	95633
95	VEMARS	95641
95	VILLERON	95675
95	VILLIERS-LE-BEL	95680

CLASSE 2 : 105%

Dépt	Communes	N° INSEE
77	AMILLIS	77002
77	AUGERS-EN-BRIE	77012
77	BANNOST-VILLEGAGNON	77020
77	BARCY	77023
77	BASSEVELLE	77024
77	BEAUTHEIL	77028
77	BELLOT	77030
77	BEZALLES	77033
77	BLANDY	77034
77	BOISDON	77036
77	BOITRON	77043
77	BRAY-SUR-SEINE	77051
77	BRIE-COMTE-ROBERT	77053
77	BUSSIERES	77057
77	LA CELLE-SUR-MORIN	77063
77	CHALAUTRE-LA-PETITE	77073
77	CHALMAISON	77076
77	CHAMBRY	77077
77	CHAMPCENEST	77080
77	LA CHAPELLE-SAINT-SULPICE	77090
77	CHARMENTRAY	77094
77	CHATEAUBLEAU	77098
77	CHATRES	77104
77	CHENOISE	77109
77	CLAYE-SOUILLY	77118
77	CLOS-FONTAINE	77119
77	COUBERT	77127
77	COULOMMES	77130
77	COURCHAMP	77134
77	COURQUETAINE	77136
77	CRECY-LA-CHAPELLE	77142
77	CREGY-LES-MEAUX	77143
77	LA CROIX-EN-BRIE	77147
77	CUCHARMOY	77149
77	DAGNY	77151
77	DAMMARTIN-EN-GOELE	77153
77	DAMMARTIN-SUR-TIGEAUX	77154
77	DOUE	77162
77	ETREPILLY	77173
77	EVERLY	77174
77	EVRY-GREGY-SUR-YERRE	77175
77	FAREMOUTIERS	77176
77	FONTENAY-TRESIGNY	77192
77	FORFRY	77193
77	FRESNES-SUR-MARNE	77196

Dépt	Communes	N° INSEE
77	FRETOY	77197
77	GASTINS	77201
77	GESVRES-LE-CHAPITRE	77205
77	GRANDPUITS-BAILLY-CARROIS	77211
77	GRESSY	77214
77	GRISY-SUISNES	77217
77	GUERARD	77219
77	HAUTEFEUILLE	77224
77	LA HAUTE-MAISON	77225
77	HONDEVILLIERS	77228
77	JOUARRE	77238
77	JOUY-LE-CHATEL	77239
77	JUTIGNY	77242
77	LIMOGES-FOURCHES	77252
77	LISSY	77253
77	LIVERDY-EN-BRIE	77254
77	LONGPERRIER	77259
77	LONGUEVILLE	77260
77	LUMIGNY-NESLES-ORMEAUX	77264
77	MAISONCELLES-EN-BRIE	77270
77	MAISON-ROUGE	77272
77	MARCHEMORET	77273
77	MARCILLY	77274
77	LES MARETS	77275
77	MAREUIL-LES-MEAUX	77276
77	MAROLLES-EN-BRIE	77278
77	MAUPERTHUIS	77281
77	MEAUX	77284
77	MEILLERAY	77287
77	MOISENAY	77295
77	MONTCEAUX-LES-PROVINS	77301
77	MONTDAUPHIN	77303
77	MONTENILS	77304
77	MONTHYON	77309
77	MONTLIVET	77314
77	MORMANT	77317
77	MOUSSEAUX-LES-BRAY	77321
77	MOUY-SUR-SEINE	77325
77	NANTEUIL-LES-MEAUX	77330
77	CHAUCONIN-NEUFMONTIERS	77335
77	OISSERY	77344
77	ORLY-SUR-MORIN	77345
77	LES ORMES-SUR-VOULZIE	77347
77	OTHIS	77349

Dépt	Communes	N° INSEE
77	PECY	77357
77	PENCHARD	77358
77	PEZARCHES	77360
77	LE PLESSIS-FEU-AUSSOUX	77365
77	POIGNY	77368
77	POINCY	77369
77	PRESLES-EN-BRIE	77377
77	PUISIEUX	77380
77	REBAIS	77385
77	ROUVRES	77392
77	ROZAY-EN-BRIE	77393
77	SABLONNIERES	77398
77	SAINTE-COLOMBE	77404
77	SAINTE-CYR-SUR-MORIN	77405
77	SAINTE-GERMAIN-LAXIS	77410
77	SAINTE-HILLIERS	77414
77	SAINTE-JUST-EN-BRIE	77416
77	SAINTE-LEGER	77417
77	SAINTE-LOUP-DE-NAUD	77418
77	SAINTE-MERY	77426
77	SAINTE-OUEN-SUR-MORIN	77429
77	SAINTE-REMY-LA-VANNE	77432
77	SAINTE-SAINTE	77433
77	SAINTE-SOUPPLETS	77437
77	SANCY	77443
77	SOISY-BOUY	77456
77	TIGEAUX	77466
77	TOUQUIN	77469
77	LA TRETOIRE	77472
77	TRILBARDOU	77474
77	VANVILLE	77481
77	VAUDOY-EN-BRIE	77486
77	VERDELOT	77492
77	VIEUX-CHAMPAGNE	77496
77	VILLENEUVE-SUR-BELLOT	77512
77	VILLENY	77513
77	VILLEPARISIS	77514
77	VILLIERS-SAINTE-GEORGES	77519
77	VOINSLES	77527
77	VULAINES-LES-PROVINS	77532
78	ALLAINVILLE	78009
78	AUTEUIL	78034
78	BOINVILLE-LE-GAILLARD	78071
78	BOIS-D'ARCY	78073

CLASSE 2 (suite) : 105%

Dépt	Communes	N° INSEE
78	LES CLAYES-SOUS-BOIS	78165
78	ELANCOURT	78208
78	JOUARS-PONTCHARTRAIN	78321
78	MAREIL-LE-GUYON	78366
78	MARLY-LE-ROI	78372
78	MAUREPAS	78383
78	NEAUPHLE-LE-CHATEAU	78442
78	NEAUPHLE-LE-VIEUX	78443
78	ORSONVILLE	78472
78	PARAY-DOUAVILLE	78478
78	PLAISIR	78490
78	LE PORT-MARLY	78502
78	SAINT-GERMAIN-DE-LA-GRANGE	78550
78	SAULX-MARCHAIS	78588

Dépt	Communes	N° INSEE
78	TRAPPES	78621
78	LE TREMBLAY-SUR-MAULDRE	78623
78	LA VERRIERE	78644
78	VILLIERS-SAINT-FREDERIC	78683
91	AUTHON-LA-PLAINE	91035
91	CHATIGNONVILLE	91145
91	RICHARVILLE	91519
95	ANDILLY	95014
95	ATTAINVILLE	95028
95	CHATENAY-EN-FRANCE	95144
95	DOMONT	95199
95	EAUBONNE	95203
95	EZANVILLE	95229
95	FONTENAY-EN-PARISIS	95241
95	FOSES	95250

Dépt	Communes	N° INSEE
95	JAGNY-SOUS-BOIS	95316
95	MAREIL-EN-FRANCE	95365
95	MARGENCY	95369
95	MARLY-LA-VILLE	95371
95	LE MESNIL-AUBRY	95395
95	MOISSELLES	95409
95	MONTLIGNON	95426
95	PUISEUX-EN-FRANCE	95509
95	SANNOIS	95582
95	SURVILLIERS	95604

CLASSE 3 : 101,5%

Dépt	Communes	N° INSEE
77	ANNET-SUR-MARNE	77005
77	BETON-BAZOUCHES	77032
77	BLENNES	77035
77	BOMBON	77044
77	BOULEURS	77047
77	BOUTIGNY	77049
77	BREAU	77052
77	CERNEUX	77066
77	CESLOY-EN-MONTOIS	77068
77	LES CHAPELLES-BOURBON	77091
77	LA CHAPELLE-MOUTILS	77093
77	CHARTRONGES	77097
77	LE CHATELET-EN-BRIE	77100
77	CHATILLON-LA-BORDE	77103
77	CHEVRU	77113
77	CHEVRY-COSSIGNY	77114
77	CHOISY-EN-BRIE	77116
77	CITRY	77117
77	CONDE-SAINTE-LIBIAIRE	77125
77	COUILLY-PONT-AUX-DAMES	77128
77	COURTACON	77137
77	COUTEVROULT	77141
77	CREVECOEUR-EN-BRIE	77144
77	DOUY-LA-RAMEE	77163
77	ESBLY	77171
77	FEROLLES-ATTILLY	77180
77	LA FERTE-GAUCHER	77182
77	LA FERTE-SOUS-JOUARRE	77183
77	FUBLAINES	77199
77	GRETZ-ARMAINVILLIERS	77215
77	LA HOUSSAYE-EN-BRIE	77229
77	ISLES-LES-VILLENY	77232
77	JABLINES	77234
77	JOUY-SUR-MORIN	77240
77	LESCHEROLLES	77247
77	LESCHES	77248
77	LEUDON-EN-BRIE	77250
77	LIZINES	77256
77	LUISETAINES	77263
77	MAGNY-LE-HONGRE	77268
77	MARLES-EN-BRIE	77277
77	MEIGNEUX	77286
77	MOISSY-CRAMAYEL	77296
77	MONTEREAU-SUR-LE-JARD	77306
77	MONTRY	77315

Dépt	Communes	N° INSEE
77	MORTCERF	77318
77	NANGIS	77327
77	NANTEUIL-SUR-MARNE	77331
77	PAROY	77355
77	PIERRE-LEVEE	77361
77	PRECY-SUR-MARNE	77376
77	QUINCY-VOISINS	77382
77	RAMPILLON	77383
77	REAU	77384
77	REUIL-EN-BRIE	77388
77	RUBELLES	77394
77	SAACY-SUR-MARNE	77397
77	SAINT-BARTHELEMY	77402
77	SAINT-FIACRE	77408
77	SAINT-GERMAIN-SUR-MORIN	77413
77	SAINT-MARS-VIEUX-MAISONS	77421
77	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	77423
77	SAINT-MARTIN-DU-BOSCHET	77424
77	SAINT-OUEN-EN-BRIE	77428
77	SAINT-PATHUS	77430
77	SAINT-SAUVEUR-LES-BRAY	77434
77	SANCY-LES-PROVINS	77444
77	SAVINS	77446
77	SERVON	77450
77	SIGNY-SIGNETS	77451
77	SIVRY-COURTRY	77453
77	SOGNOLLES-EN-MONTOIS	77454
77	THENISY	77461
77	TRILPORT	77475
77	TROCYSUR-MULTIEN	77476
77	VARREDES	77483
77	VAUCOURTOIS	77484
77	VAUX-SUR-LUNAIN	77489
77	VIGNELY	77498
77	VILLEMAREUIL	77505
77	VILLENEUVE-LE-COMTE	77508
77	VILLIERS-SUR-MORIN	77521
77	VINCY-MANOEUVRE	77526
77	VOULANGIS	77529
78	ABLIS	78003
78	ANDELU	78013
78	AUTOUILLET	78036
78	BAILLY	78043
78	BAZOUCHES-SUR-GUYONNE	78050
78	BEYNES	78062

Dépt	Communes	N° INSEE
78	BOISSY-SANS-AVOIR	78084
78	CHATEAUFORT	78143
78	CHAVENAY	78152
78	CHEVREUSE	78160
78	COIGNIERES	78168
78	L'ETANG-LA-VILLE	78224
78	FONTENAY-LE-FLEURY	78242
78	GALLUIS	78262
78	GARANCIERES	78265
78	GOUPILLIERES	78278
78	GUYANCOURT	78297
78	LOUVECIENNES	78350
78	MAGNY-LES-HAMEAUX	78356
78	MARCO	78364
78	MAREIL-MARLY	78367
78	MERE	78389
78	LE MESNIL-SAINTE-DENIS	78397
78	MILON-LA-CHAPELLE	78406
78	MONTAINVILLE	78415
78	MONTIGNY-LE-BRETONNEUX	78423
78	NOISY-LE-ROI	78455
78	LE PECQ	78481
78	PRUNAY-EN-YVELINES	78506
78	RENNEMOULIN	78518
78	ROCQUENCOURT	78524
78	SAINT-CYR-L'ECOLE	78545
78	SAINT-LAMBERT	78561
78	SAINT-MARTIN-DE-BRETHENCOURT	78564
78	SAINTE-MESME	78569
78	SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE	78575
78	THIVERVAL-GRIGNON	78615
78	THOIRY	78616
78	LE VESINET	78650
78	VICQ	78653
78	VILLEPREUX	78674
78	VILLIERS-LE-MAHIEU	78681
78	VOISINS-LE-BRETONNEUX	78688
91	ATHIS-MONS	91027
91	AUVERNAUX	91037
91	BALLANCOURT-SUR-ESSONNE	91045
91	BOULLAY-LES-TROUX	91093
91	BOUTERVILLIERS	91098
91	BURES-SUR-YVETTE	91122
91	CHAMPCEUIL	91135
91	CHEVANNES	91159

CLASSE 3 (suite) : 101,5%

Dépt	Communes	N° INSEE
91	CORBREUSE	91175
91	ECHARCON	91204
91	FONTENAY-LE-VICOMTE	91244
91	LA FORET-LE-ROI	91247
91	GIF-SUR-YVETTE	91272
91	GOMETZ-LE-CHATEL	91275
91	LES GRANGES-LE-ROI	91284
91	JUVISY-SUR-ORGE	91326
91	MENNECY	91386
91	MEROBERT	91393
91	LES MOLIERES	91411
91	MONDEVILLE	91412
91	MORANGIS	91432
91	PARAY-VIEILLE-POSTE	91479
91	PLESSIS-SAINT-BENOIST	91495
91	SAINT-AUBIN	91538
91	SAINT-ESCOBILLE	91547
91	SAINT-HILAIRE	91556
91	VARENNES-JARCY	91631
91	VERT-LE-PETIT	91649
91	WISSOUS	91689
93	VAUJOURS	93074
94	BOISSY-SAINT-LEGER	94004
94	CHEVILLY-LARUE	94021
94	FRESNES	94034
94	MANDRES-LES-ROSES	94047
94	MAROLLES-EN-BRIE	94048
94	ORLY	94054
94	RUNGIS	94065
94	SANTENY	94070
94	THIAIS	94073
94	VILLECRESNES	94075
94	VILLENEUVE-LE-ROI	94077
95	ABLEIGES	95002
95	ARTHIES	95024
95	AUVERS-SUR-OISE	95039
95	AVERNES	95040
95	BAILLET-EN-FRANCE	95042
95	BANTHELU	95046
95	LE BELLAY-EN-VEXIN	95054
95	BELLEFONTAINE	95055
95	BELLOY-EN-FRANCE	95056
95	BERNES-SUR-OISE	95058
95	BOISSY-L'AILLERIE	95078
95	BOUFFEMONT	95091

Dépt	Communes	N° INSEE
95	BRIGNANCOURT	95110
95	CHARMONT	95141
95	CHARS	95142
95	CLERY-EN-VEXIN	95166
95	COMMENY	95169
95	CORMELLES-EN-VEXIN	95177
95	COURCELLES-SUR-VIOSNE	95181
95	ENNERY	95211
95	EPIAIS-RHUS	95213
95	EPINAY-CHAMPLATREUX	95214
95	FREMECOURT	95254
95	FROUVILLE	95258
95	GADANCOURT	95259
95	GENICOURT	95271
95	GOUZANGREZ	95282
95	GRISY-LES-PLATRES	95287
95	GUIRY-EN-VEXIN	95295
95	HEDOUVILLE	95304
95	HEROUVILLE	95308
95	HODENT	95309
95	LABBEVILLE	95328
95	LASSY	95331
95	LIVILLIERS	95341
95	LONGUESSE	95348
95	LUZARCHES	95352
95	MAGNY-EN-VEXIN	95355
95	MARINES	95370
95	MONTGEROULT	95422
95	MOUSSY	95438
95	NUCOURT	95459
95	OSNY	95476
95	LE PERCHAY	95483
95	LE PLESSIS-LUZARCHES	95493
95	PUISEUX-PONTOISE	95510
95	RONQUEROLLES	95529
95	SAGY	95535
95	SAINT-MARTIN-DU-TERTRE	95566
95	SAINT-PRIX	95574
95	SANTEUIL	95584
95	THEMERICOURT	95610
95	US	95625
95	VALLANGOUJARD	95627
95	VIGNY	95658

Dépt	Communes	N° INSEE
95	VILLAINES-SOUS-BOIS	95660
95	VILLIERS-LE-SEC	95682
95	WY-DIT-JOLI-VILLAGE	95690

CLASSE 4 : 98,5%

Dépt	Communes	N° INSEE
77	ARMENTIERES-EN-BRIE	77008
77	BAILLY-ROMAINVILLIERS	77018
77	BAZOUCHES-LES-BRAY	77025
77	BOIS-LE-ROI	77037
77	BURCY	77056
77	CARNETIN	77062
77	CELY	77065
77	CHALIFERT	77075
77	CHAMIGNY	77078
77	CHANTELOUP-EN-BRIE	77085
77	LA CHAPELLE-GAUTHIER	77086
77	CHARTRETTES	77096
77	CHESSY	77111
77	CHEVRY-EN-SEREINE	77115
77	COMBS-LA-VILLE	77122
77	CONCHES-SUR-GONDOIRE	77124
77	CONGIS-SUR-THEROUANNE	77126
77	COULOMBS-EN-VALOIS	77129
77	COUPVRAY	77132
77	COURTRY	77139
77	CROUY-SUR-OURCQ	77148
77	DAMP MART	77155
77	DHUISY	77157
77	DONNEMARIE-DONTILLY	77159
77	EGREVILLE	77168
77	FAVIERES	77177
77	FERICY	77179
77	FONTAINE-LE-PORT	77188
77	FONTAINS	77190
77	GERMIGNY-L'EVEQUE	77203
77	GERMIGNY-SOUS-COULOMBS	77204
77	GOVERNES	77209
77	GUERMANTES	77221
77	ICHY	77230
77	JOSSIGNY	77237
77	LAGNY-SUR-MARNE	77243
77	LESIGNY	77249
77	LIEUSAIN	77251
77	LIZY-SUR-OURCQ	77257
77	LORREZ-LE-BOCAGE-PREAUX	77261
77	LUZANCY	77265
77	MAINCY	77269
77	MAY-EN-MULTIEN	77283
77	MERY-SUR-MARNE	77290
77	MONS-EN-MONTOIS	77298

Dépt	Communes	N° INSEE
77	MONTCEAUX-LES-MEAUX	77300
77	MONTEVRAIN	77307
77	NEUFMOUTIERS-EN-BRIE	77336
77	OZOIR-LA-FERRIERE	77350
77	PALEY	77353
77	LE PIN	77363
77	LE PLESSIS-PLACY	77367
77	POMPONNE	77372
77	REMAUVILLE	77387
77	SAINTE-AULDE	77401
77	SAINTE-FARGEAU-PONTHIERRY	77407
77	SAINTE-GERMAIN-SUR-ECOLE	77412
77	SAINTE-JEAN-LES-DEUX-JUMEAUX	77415
77	SAINTE-SAUVEUR-SUR-ECOLE	77435
77	SAMMERON	77440
77	SAMOIS-SUR-SEINE	77441
77	SEPT-SORTS	77448
77	SERRIS	77449
77	SIGY	77452
77	THORIGNY-SUR-MARNE	77464
77	TOURNAN-EN-BRIE	77470
77	USSY-SUR-MARNE	77478
77	VAUX-LE-PENIL	77487
77	VILLEBEON	77500
77	VILLENEUVE-SAINT-DENIS	77510
77	VILLEVAUDE	77517
77	VIMPELLES	77524
77	VOISENON	77528
78	AIGREMONT	78007
78	ARNOUVILLE-LES-MANTES	78020
78	BEHOUST	78053
78	BOINVILLE-EN-MANTOIS	78070
78	BOINVILLIERS	78072
78	BOISSETS	78076
78	BOUGIVAL	78092
78	BREVAL	78107
78	CARRIERES-SUR-SEINE	78124
78	LA CELLE-SAINT-CLOUD	78126
78	CHAMBOURCY	78133
78	CHATOU	78146
78	LE CHESNAY	78158
78	CHOISEL	78162
78	CRESPIERES	78189
78	CROISSY-SUR-SEINE	78190
78	DAMMARTIN-EN-SERVE	78192

Dépt	Communes	N° INSEE
78	DAMPIERRE-EN-YVELINES	78193
78	DAVRON	78196
78	FEUCHEROLLES	78233
78	FLEXANVILLE	78236
78	FLINS-NEUVE-EGLISE	78237
78	FOURQUEUX	78251
78	GOUSSONVILLE	78281
78	HARGEVILLE	78300
78	JAMBVILLE	78317
78	JUMEAUVILLE	78325
78	LAINVILLE-EN-VEXIN	78329
78	LEVIS-SAINT-NOM	78334
78	LONGNES	78346
78	MAREIL-SUR-MAULDRE	78368
78	MAULE	78380
78	MENERVILLE	78385
78	LES MESNULS	78398
78	MONDREVILLE	78413
78	MONTALET-LE-BOIS	78416
78	MONTCHAUVE	78417
78	MONTESON	78418
78	MONTFORT-L'AMAURY	78420
78	NEAUPHLETTE	78444
78	OSMOY	78475
78	PONTHEVRARD	78499
78	LA QUEUE-LES-YVELINES	78513
78	ROSAY	78530
78	SAINTE-FORGET	78548
78	SAINTE-ILLIERS-LE-BOIS	78559
78	SAINTE-MARTIN-DES-CHAMPS	78565
78	SAINTE-NOM-LA-BRETECHE	78571
78	SEPTEUIL	78591
78	LE TERTRE-SAINT-DENIS	78608
78	TILLY	78618
78	TOUSSUS-LE-NOBLE	78620
78	VERSAILLES	78646
78	VILLETTE	78677
91	BAULNE	91047
91	BOISSY-LE-SEC	91081
91	BONDOUFLE	91086
91	BOURAY-SUR-JUINE	91095
91	BOUSSY-SAINT-ANTOINE	91097
91	BRIERES-LES-SCELLES	91109
91	CERNY	91129
91	CHALO-SAINT-MARS	91130

CLASSE 4 (suite) : 98,5%

Dépt	Communes	N° INSEE
91	CHILLY-MAZARIN	91161
91	CORBEIL-ESSONNES	91174
91	LE COUDRAY-MONTCEAUX	91179
91	CROSNE	91191
91	DANNEMOIS	91195
91	DOURDAN	91200
91	LA FERTE-ALAIS	91232
91	GOMETZ-LA-VILLE	91274
91	GUIGNEVILLE-SUR-ESSONNE	91293
91	ITTEVILLE	91315
91	LEUDEVILLE	91332
91	LISSES	91340
91	MORSANG-SUR-SEINE	91435
91	NAINVILLE-LES-ROCHES	91441
91	ORMOY	91468
91	ORSAY	91471
91	PALAISEAU	91477
91	PECQUEUSE	91482
91	LE PLESSIS-PATE	91494
91	QUINCY-SOUS-SENART	91514
91	ROINVILLE	91525
91	SACLAY	91534
91	SAINT-JEAN-DE-BEAUREGARD	91560
91	SAINT-VRAIN	91579
91	SAVIGNY-SUR-ORGE	91589
91	SOISY-SUR-ECOLE	91599
91	CONGERVILLE-THIONVILLE	91613
91	VERT-LE-GRAND	91648
91	VIDELLES	91654
91	VIGNEUX-SUR-SEINE	91657
91	VILLABE	91659
91	VILLEBON-SUR-YVETTE	91661
91	VILLIERS-LE-BACLE	91679
91	VIRY-CHATILLON	91687
91	YERRES	91691
91	LES ULIS	91692
92	ANTONY	92002
92	NANTERRE	92050
92	RUEIL-MALMAISON	92063
93	COUBRON	93015
94	ABLON-SUR-SEINE	94001
94	LIMEIL-BREVANNES	94044
94	PERIGNY	94056
94	VALENTON	94074
94	VILLENEUVE-SAINT-GEORGES	94078

Dépt	Communes	N° INSEE
95	AINCOURT	95008
95	ARRONVILLE	95023
95	ASNIERES-SUR-OISE	95026
95	BEAUMONT-SUR-OISE	95052
95	BERVILLE	95059
95	BESSANCOURT	95060
95	BETHEMONT-LA-FORET	95061
95	BREANCON	95102
95	BRUYERES-SUR-OISE	95116
95	BUTRY-SUR-OISE	95120
95	CERGY	95127
95	CHAMPAGNE-SUR-OISE	95134
95	CHAUMONTEL	95149
95	CHAUSSY	95150
95	CHAUVRY	95151
95	CONDECOURT	95170
95	COURDIMANCHE	95183
95	ERAGNY	95218
95	ERMONT	95219
95	FRANCONVILLE	95252
95	FREMAINVILLE	95253
95	FREPILLON	95256
95	GENAINVILLE	95270
95	HARAVILLIERS	95298
95	LE HEAULME	95303
95	L'ISLE-ADAM	95313
95	MAFFLIERS	95353
95	MAUDETOUT-EN-VEXIN	95379
95	MENOUVILLE	95387
95	MENUCOURT	95388
95	MERIEL	95392
95	MERY-SUR-OISE	95394
95	MONTSOULT	95430
95	MOURS	95436
95	NERVILLE-LA-FORET	95445
95	NESLES-LA-VALLEE	95446
95	NEUILLY-EN-VEXIN	95447
95	NOINTEL	95452
95	NOISY-SUR-OISE	95456
95	OMERVILLE	95462
95	PARMAIN	95480
95	PERSAN	95487
95	LE PLESSIS-BOUCHARD	95491
95	PONTOISE	95500
95	PRESLES	95504

Dépt	Communes	N° INSEE
95	SAINT-GERVAIS	95554
95	SAINT-LEU-LA-FORET	95563
95	SAINT-OUEN-L'AUMONE	95572
95	SERAINCOURT	95592
95	SEUGY	95594
95	TAVERNY	95607
95	THEUVILLE	95611
95	VALMONDOIS	95628
95	VAUREAL	95637
95	VIARMES	95652
95	VILLERS-EN-ARTHIES	95676
95	VILLIERS-ADAM	95678

CLASSE 5 : 95%

Dépt	Communes	N° INSEE
77	ACHERES-LA-FORET	77001
77	AMPONVILLE	77003
77	ARBONNE-LA-FORET	77006
77	ARVILLE	77009
77	AUFFERVILLE	77011
77	BARBIZON	77022
77	BEAUMONT-DU-GATINAIS	77027
77	BOISSETTES	77038
77	BOISSISE-LA-BERTRAND	77039
77	BOISSISE-LE-ROI	77040
77	BOISSY-AUX-CAILLES	77041
77	BOULAN COURT	77046
77	BROU-SUR-CHANTEREINE	77055
77	BUSSY-SAINT-GEORGES	77058
77	BUSSY-SAINT-MARTIN	77059
77	CESSON	77067
77	CHAILLY-EN-BIERE	77069
77	CHARENTREUX	77071
77	CHAMPAGNE-SUR-SEINE	77079
77	CHANGIS-SUR-MARNE	77084
77	LA CHAPELLE-LA-REINE	77088
77	LA CHAPELLE-RABLAIS	77089
77	CHATENOY	77102
77	CHELLES	77108
77	CHEVRAINVILLIERS	77112
77	COCHEREL	77120
77	COLLEGIEN	77121
77	COUTENCON	77140
77	CROISSY-BEAUBOURG	77146
77	DAMMARIE-LES-LYS	77152
77	DIANT	77158
77	ECHOUBOULAINS	77164
77	LES ECRENNES	77165
77	EGLIGNY	77167
77	EMERAINVILLE	77169
77	FERRIERES-EN-BRIE	77181
77	FLEURY-EN-BIERE	77185
77	FONTAINEBLEAU	77186
77	FONTENAILLES	77191
77	FORGES	77194
77	FROMONT	77198
77	GARENTREVILLE	77200
77	GIRONVILLE	77207
77	LA GRANDE-PAROISSE	77210
77	GUERCHEVILLE	77220

Dépt	Communes	N° INSEE
77	GURCY-LE-CHATEL	77223
77	HERICY	77226
77	ISLES-LES-MELDEUSES	77231
77	JAIGNES	77235
77	LARCHANT	77244
77	LAVAL-EN-BRIE	77245
77	LIVRY-SUR-SEINE	77255
77	LOGNES	77258
77	MACHAULT	77266
77	MAISONCELLES-EN-GATINAIS	77271
77	MARY-SUR-MARNE	77280
77	LE MEE-SUR-SEINE	77285
77	MELUN	77288
77	MONDREVILLE	77297
77	MONTEREAU-FAULT-YONNE	77305
77	MONTIGNY-LECOUP	77311
77	NANDY	77326
77	NANTEAU-SUR-LUNAIN	77329
77	NOISIEL	77337
77	NOISY-SUR-ECOLE	77339
77	OBSONVILLE	77342
77	OCQUERRE	77343
77	PAMFOU	77354
77	PERTHES	77359
77	PONTAULT-COMBAULT	77373
77	PONTCARRE	77374
77	PRINGY	77378
77	LA ROCHETTE	77389
77	ROISSY-EN-BRIE	77390
77	RUMONT	77395
77	SAINT-ANGE-LE-VIEL	77399
77	SAINT-MARTIN-EN-BIERE	77425
77	SAINT-THIBAUT-DES-VIGNES	77438
77	SAMOREAU	77442
77	SAVIGNY-LE-TEMPLE	77445
77	SEINE-PORT	77447
77	TANCROU	77460
77	THOURY-FEROTTES	77465
77	TORCY	77468
77	URY	77477
77	VAIRES-SUR-MARNE	77479
77	VALENCE-EN-BRIE	77480
77	VARENNES-SUR-SEINE	77482
77	LE VAUDOUE	77485
77	VENDREST	77490

Dépt	Communes	N° INSEE
77	VERNOU-LA-CELLE-SUR-SEINE	77494
77	VERT-SAINT-DENIS	77495
77	VILLEMARECHAL	77504
77	VILLENEUVE-LES-BORDES	77509
77	VILLIERS-EN-BIERE	77518
77	VOULX	77531
77	VULAINES-SUR-SEINE	77533
78	LES ALLUETS-LE-ROI	78010
78	AUFFREVILLE-BRASSEUIL	78031
78	AULNAY-SUR-MAULDRE	78033
78	BAZEMONT	78049
78	BLARU	78068
78	BOISSY-MAUVOISIN	78082
78	BONNELLES	78087
78	BREUIL-BOIS-ROBERT	78104
78	BRUEIL-EN-VEXIN	78113
78	BUC	78117
78	BUCHELAY	78118
78	BULLION	78120
78	CHAUFOR-LES-BONNIERES	78147
78	CIVRY-LA-FORET	78163
78	CONFLANS-SAINTE-HONORINE	78172
78	COURGENT	78185
78	CRAVENT	78188
78	DROCOURT	78202
78	EPONE	78217
78	EVEQUEMONT	78227
78	LA FALAISE	78230
78	FAVRIEUX	78231
78	FLACOURT	78234
78	FOLLAINVILLE-DENNEMONT	78239
78	FONTENAY-MAUVOISIN	78245
78	FONTENAY-SAINT-PERE	78246
78	GAILLON-SUR-MONTCIENT	78261
78	GRESSEY	78285
78	GROSROUVRE	78289
78	GUERVILLE	78291
78	GUITRANCOURT	78296
78	HERBEVILLE	78305
78	JOUY-EN-JOSAS	78322
78	JOUY-MAUVOISIN	78324
78	LIMAY	78335
78	LES LOGES-EN-JOSAS	78343
78	LOMBOYE	78344
78	LONGVILLIERS	78349

CLASSE 5 (suite) : 95%

Dépt	Communes	N° INSEE
78	MAGNANVILLE	78354
78	MANTES-LA-JOLIE	78361
78	MANTES-LA-VILLE	78362
78	MAURECOURT	78382
78	LE MESNIL-LE-ROI	78396
78	MEZIERES-SUR-SEINE	78402
78	MILLEMONT	78404
78	MULCENT	78439
78	NEZEL	78451
78	OINVILLE-SUR-MONTCIENT	78460
78	ORGERUS	78465
78	ORGEVAL	78466
78	ORVILLIERS	78474
78	PERDREAUVILLE	78484
78	POISSY	78498
78	PORCHEVILLE	78501
78	PRUNAY-LE-TEMPLE	78505
78	ROCHFORT-EN-YVELINES	78522
78	ROSNY-SUR-SEINE	78531
78	SAILLY	78536
78	SAINT-ARNOULT-EN-YVELINES	78537
78	SAINT-GERMAIN-EN-LAYE	78551
78	SAINT-ILLIERS-LA-VILLE	78558
78	SAINT-REMY-L'HONORE	78576
78	SENLISSE	78590
78	SOINDRES	78597
78	TACOIGNIERES	78605
78	TESSANCOURT-SUR-AUBETTE	78609
78	VERT	78647
78	LA VILLENEUVE-EN-CHEVRIE	78668
91	ANGERVILLE	91016
91	AUVERS-SAINT-GEORGES	91038
91	BALLAINVILLIERS	91044
91	BOISSY-LA-RIVIERE	91079
91	BOISSY-LE-CUTTE	91080
91	BOUTIGNY-SUR-ESSONNE	91099
91	BOUVILLE	91100
91	BRETIGNY-SUR-ORGE	91103
91	BRIIS-SOUS-FORGES	91111
91	BRUNOY	91114
91	CHALOU-MOULINEUX	91131
91	CHAMARANDE	91132
91	CHAMPLAN	91136
91	CHAUFFOUR-LES-ETRECHY	91148
91	CHEPTAINVILLE	91156

Dépt	Communes	N° INSEE
91	COURANCES	91180
91	COURCOURONNES	91182
91	COURDIMANCHE-SUR-ESSONNE	91184
91	D'HUISON-LONGUEVILLE	91198
91	DRAVEIL	91201
91	EPINAY-SOUS-SENART	91215
91	EPINAY-SUR-ORGE	91216
91	ETAMPES	91223
91	ETIOLLES	91225
91	ETRECHY	91226
91	EVRY	91228
91	FLEURY-MEROGIS	91235
91	FORGES-LES-BAINS	91249
91	GRIGNY	91286
91	GUIBEVILLE	91292
91	GUILLEVAL	91294
91	IGNY	91312
91	JANVILLE-SUR-JUINE	91318
91	JANVRY	91319
91	LARDY	91330
91	LIMOURS	91338
91	LONGJUMEAU	91345
91	MAROLLES-EN-HUREPOIX	91376
91	MASSY	91377
91	MEREVILLE	91390
91	MILLY-LA-FORET	91405
91	MOIGNY-SUR-ECOLE	91408
91	MONNERVILLE	91414
91	MONTGERON	91421
91	MORIGNY-CHAMPIGNY	91433
91	MORSANG-SUR-ORGE	91434
91	NOZAY	91458
91	ORMOY-LA-RIVIERE	91469
91	ORVEAU	91473
91	PUSSAY	91511
91	RIS-ORANGIS	91521
91	SACLAS	91533
91	SAINT-CYR-SOUS-DOURDAN	91546
91	SAINTE-GENEVIEVE-DES-BOIS	91549
91	SAINT-GERMAIN-LES-CORBEIL	91553
91	SAINT-PIERRE-DU-PERRAY	91573
91	SAINTRY-SUR-SEINE	91577
91	SAULX-LES-CHARTREUX	91587
91	SERMAISE	91593
91	SOISY-SUR-SEINE	91600

Dépt	Communes	N° INSEE
91	TIGERY	91617
91	TORFOU	91619
91	VAUHALLAN	91635
91	VAYRES-SUR-ESSONNE	91639
91	VILLECONIN	91662
91	LA VILLE-DU-BOIS	91665
91	VILLEJUST	91666
91	VILLEMOISSON-SUR-ORGE	91667
91	VILLENEUVE-SUR-AUVERS	91671
91	VILLIERS-SUR-ORGE	91685
92	GARCHES	92033
92	MARNES-LA-COQUETTE	92047
92	VAUCRESSON	92076
93	CLICHY-SOUS-BOIS	93014
93	GAGNY	93032
93	LIVRY-GARGAN	93046
93	MONTFERMEIL	93047
94	LA QUEUE-EN-BRIE	94060
95	AMBEVILLE	95011
95	AMENUCOURT	95012
95	BEAUCHAMP	95051
95	BOISEMONT	95074
95	BRAY-ET-LU	95101
95	BUHY	95119
95	LA CHAPELLE-EN-VEXIN	95139
95	CHERENCE	95157
95	CORMELLES-EN-PARISIS	95176
95	HERBLAY	95306
95	JOUY-LE-MOUTIER	95323
95	MONTIGNY-LES-CORMELLES	95424
95	MONTREUIL-SUR-EPTE	95429
95	NEUVILLE-SUR-OISE	95450
95	PIERRELAYE	95488
95	SAINT-CYR-EN-ARTHIES	95543
95	VETHEUIL	95651
95	VIENNE-EN-ARTHIES	95656

CLASSE 6 : 90%

Dépt	Communes	N° INSEE
77	AVON	77014
77	BAGNEAUX-SUR-LOING	77016
77	BALLOY	77019
77	BARBEY	77021
77	BOUGLIGNY	77045
77	BOURRON-MARLOTTE	77048
77	BRANSLÉS	77050
77	LA BROUSSE-MONTCEAUX	77054
77	BUTHIERS	77060
77	CANNES-ECLUSE	77061
77	CHAMPS-SUR-MARNE	77083
77	CHATEAU-LANDON	77099
77	CHATENAY-SUR-SEINE	77101
77	CHENOUE	77110
77	COURCELLES-EN-BASSEE	77133
77	DARVAULT	77156
77	DORMELLES	77161
77	ECUELLES	77166
77	EPISY	77170
77	ESMANS	77172
77	FAY-LES-NEMOURS	77178
77	FLAGY	77184
77	LA GENEVRAYE	77202
77	GRAVON	77212
77	GREZ-SUR-LOING	77216
77	LA MADELEINE-SUR-LOING	77267
77	MAROLLES-SUR-SEINE	77279
77	MISY-SUR-YONNE	77293
77	MONTARLOT	77299
77	MONTCOURT-FROMONVILLE	77302
77	MONTIGNY-SUR-LOING	77312
77	MONTMACHOUX	77313
77	MORET-SUR-LOING	77316
77	NANTEAU-SUR-ESSONNE	77328
77	NEMOURS	77333
77	NOISY-RUDIGNON	77338
77	NONVILLE	77340
77	ORMESSON	77348
77	POLIGNY	77370
77	RECLOSES	77386
77	SAINT-GERMAIN-LAVAL	77409
77	SAINT-MAMMES	77419
77	SAINT-PIERRE-LES-NEMOURS	77431
77	SALINS	77439
77	SOUPPES-SUR-LOING	77458

Dépt	Communes	N° INSEE
77	THOMERY	77463
77	LA TOMBE	77467
77	TOUSSON	77471
77	TREUZY-LEVELAY	77473
77	VENEUX-LES-SABLONS	77491
77	VILLECERF	77501
77	VILLEMER	77506
77	VILLE-SAINT-JACQUES	77516
77	VILLIERS-SOUS-GREZ	77520
78	ACHERES	78005
78	ADAINVILLE	78006
78	ANDRESY	78015
78	AUBERGENVILLE	78029
78	AUFFARGIS	78030
78	BAZAINVILLE	78048
78	BENNECOURT	78057
78	LA BOISSIERE-ECOLE	78077
78	BONNIERES-SUR-SEINE	78089
78	BOUAFLE	78090
78	BOURDONNE	78096
78	LES BREVIAIRES	78108
78	CARRIERES-SOUS-POISSY	78123
78	LA CELLE-LES-BORDES	78125
78	CERNAY-LA-VILLE	78128
78	CHANTELOUP-LES-VIGNES	78138
78	CHAPET	78140
78	CLAIREFONTAINE-EN-YVELINES	78164
78	CONDE-SUR-VEGRE	78171
78	DANNEMARIE	78194
78	ECQUEVILLY	78206
78	EMANCE	78209
78	LES ESSARTS-LE-ROI	78220
78	FLINS-SUR-SEINE	78238
78	FRENEUSE	78255
78	GAMBAIS	78263
78	GAMBAISEUIL	78264
78	GARGENVILLE	78267
78	GAZERAN	78269
78	GOMMECOURT	78276
78	GRANDCHAMP	78283
78	GUERNES	78290
78	HARDRICOURT	78299
78	LA HAUTEVILLE	78302
78	HERMERAY	78307
78	HOUDAN	78310

Dépt	Communes	N° INSEE
78	HOUILLES	78311
78	ISSOU	78314
78	JEUFOSSE	78320
78	JUZIERS	78327
78	LIMETZ-VILLEZ	78337
78	MAISONS-LAFFITTE	78358
78	MAULETTE	78381
78	MEDAN	78384
78	MERICOURT	78391
78	MEULAN	78401
78	MEZY-SUR-SEINE	78403
78	MITTAINVILLE	78407
78	MOISSON	78410
78	MORAINVILLIERS	78431
78	MOUSSEAUX-SUR-SEINE	78437
78	LES MUREAUX	78440
78	ORCEMONT	78464
78	ORPHIN	78470
78	LE PERRAY-EN-YVELINES	78486
78	POIGNY-LA-FORET	78497
78	PORT-VILLEZ	78503
78	RAIZEUX	78516
78	RAMBOUILLET	78517
78	RICHEBOURG	78520
78	ROLLEBOISE	78528
78	SAINT-HILARION	78557
78	SAINT-LEGER-EN-YVELINES	78562
78	SAINT-MARTIN-LA-GARENNE	78567
78	SARTROUVILLE	78586
78	SONCHAMP	78601
78	LE TARTRE-GAUDRAN	78606
78	TRIEL-SUR-SEINE	78624
78	VAUX-SUR-SEINE	78638
78	VELIZY-VILLACOUBLAY	78640
78	VERNEUIL-SUR-SEINE	78642
78	VERNOUILLET	78643
78	VIEILLE-EGLISE-EN-YVELINES	78655
78	VILLENES-SUR-SEINE	78672
78	VIROFLAY	78686
91	ABBEVILLE-LA-RIVIERE	91001
91	ANGERVILLIERS	91017
91	ARPAJON	91021
91	ARRANCOURT	91022
91	AVRAINVILLE	91041
91	BIEVRES	91064

CLASSE 6 (suite) : 90%

Dépt	Communes	N° INSEE
91	BLANDY	91067
91	BOIGNEVILLE	91069
91	BOIS-HERPIN	91075
91	BOISSY-SOUS-SAINT-YON	91085
91	BREUILLET	91105
91	BREUX-JOUY	91106
91	BROUY	91112
91	BRUYERES-LE-CHATEL	91115
91	BUNO-BONNEVAUX	91121
91	CHAMPMOTTEUX	91137
91	COURSON-MONTELOUP	91186
91	EGLY	91207
91	ESTOUCHES	91222
91	FONTAINE-LA-RIVIERE	91240
91	FONTENAY-LES-BRIIS	91243
91	LA FORET-SAINTE-CROIX	91248
91	GIRONVILLE-SUR-ESSONNE	91273
91	LEUVILLE-SUR-ORGE	91333
91	LINAS	91339
91	LONGPONT-SUR-ORGE	91347
91	MAISSE	91359
91	MARCOUSSIS	91363
91	MAROLLES-EN-BEAUCE	91374
91	MAUCHAMPS	91378
91	MESPUITS	91399
91	MONTLHERY	91425
91	LA NORVILLE	91457
91	OLLAINVILLE	91461
91	ONCY-SUR-ECOLE	91463
91	PRUNAY-SUR-ESSONNE	91507
91	PUISELET-LE-MARAIS	91508
91	ROINVILLIERS	91526
91	SAINT-CHERON	91540
91	SAINT-CYR-LA-RIVIERE	91544
91	SAINT-GERMAIN-LES-ARPAJON	91552
91	SAINT-MAURICE-MONTCOURONNE	91568
91	SAINT-MICHEL-SUR-ORGE	91570
91	SAINT-SULPICE-DE-FAVIERES	91578
91	SAINT-YON	91581
91	SOUZY-LA-BRICHE	91602
91	VALPUISEAUX	91629
91	LE VAL-SAINT-GERMAIN	91630
91	VAUGRIGNEUSE	91634
91	VERRIERES-LE-BUISSON	91645
92	CHATENAY-MALABRY	92019

Dépt	Communes	N° INSEE
92	CHAVILLE	92022
92	CLAMART	92023
92	COLOMBES	92025
92	MEUDON	92048
92	LE PLESSIS-ROBINSON	92060
92	SEVRES	92072
92	VILLE-D'AVRAY	92077
93	GOURNAY-SUR-MARNE	93033
93	NEUILLY-SUR-MARNE	93050
93	NOISY-LE-GRAND	93051
94	CHAMPIGNY-SUR-MARNE	94017
94	LE PLESSIS-TREVISE	94059
94	VILLIERS-SUR-MARNE	94079
95	ARGENTEUIL	95018
95	BEZONS	95063
95	LA FRETTE-SUR-SEINE	95257
95	HAUTE-ISLE	95301
95	LA ROCHE-GUYON	95523
95	SAINT-CLAIR-SUR-EPTE	95541

Annexe 13: Doses plafonds d'azote proposées pour les cultures « minoritaires »

Cultures maraîchères et vignes

Espèces	CTIFL 1994		Espèces	CTIFL 2012		Proposition GREN
	Rendement t/ha	N Kg/ha		Rendement t/ha	N Kg/ha	
Ail automne	8 à 15	100 à 200	Ail d'automne	8 à 10	100 à 120	100
Artichaut (capitules) plein champ	25 à 30	200 à 300	Artichaut camus 1 ^{ère} année	8	120	150
			Artichaut camus 2 ^{ème} année	10 à 12	150	
			Artichaut camus 3 ^{ème} année	10 à 12	150 à 180	
Asperge blanche	5 à 6	80 à 130	Asperge 1 ^{ère} pousse (20000 plants/ha)	Feuilles + tiges	108	150
Asperge verte	5 à 7	140 à 160	Asperge 2 ^{ème} pousse (20000 plants/ha)	Feuilles + tiges	124	
			Asperge 3 ^{ème} pousse (20000 plants/ha)	8 à 10 (turions + feuilles + tiges)	125	
Aubergine (sous serre)	60 à 150	400 à 500	Aubergine (sous serre en sol)	120	220	700
			Aubergine (plein champ)	25 à 30	150 à 210	
Betterave rouge (été-automne)	60 à 70	150 à 250				200
Bettes et cardes						200
Carotte plein champ	40 à 70	100 à 200	Carotte cycle cultural d'été	60 à 80	130 à 165	100
			Carotte cycle cultural de printemps	65 à 75	100 à 130	
			Carotte cycle cultural primeur	60	110	
Céleri branche plein champ	70 à 100	150 à 200				350
Céleri rave plein champ	30 à 50	180 à 220				200
Chicorée scarole plein champ	40 à 60	80 à 110	Chicorée géante maraîchère (récolte octobre)	51	89	120
			Chicorée fine maraîchère (printemps)	69	152	
			Chicorée fine maraîchère (été-automne)	72 à 73	122 à 124	
			Chicorée fine maraîchère (abri-printemps)	55	94	
			Chicorée frisée (été)	54	130	
			Chicorée frisée (automne)	48	145	
Chou brocolis						150
Chou de Bruxelles plein champ	8 à 12	180 à 210				250

Cultures maraîchères et vignes (suite)

Espèces	CTIFL 1994		Espèces	CTIFL 2012		Proposition GREN
	Rendement t/ha	N Kg/ha		Rendement t/ha	N Kg/ha	
Chou-fleur été	30 à 50	180 à 220	Chou-fleur d'été	24 000 plts/ha	320 à 340	200
Chou-fleur hâtif hiver	10 à 20	250 à 300	Chou-fleur d'automne	12 000 à 14 000plts/ha	210 à 250	
Chou-fleur tardif hiver	15 à 25	180 à 200	Chou-fleur d'hiver	11 000 à 12 000 plts/ha	250 à 300	
Choux pommés précoce	60 à 80	160 à 200				200
Choux pommés hiver	80 à 120	250 à 300				
Choux pommés à choucroute	60 à 80	200 à 250				
Concombre serre	200 à 350 kg/ha	300 à 400	Concombre	210 à 300 kg/ha	330 à 500	600
Concombre plein champ	20 à 30	130 à 150				
Cornichon plein champ	20 à 30	50 à 80				
Courgette plein champ	20 à 40	100 à 150	Courgette (sous abri)	60 à 100	200 à 300	180
Courgette serre	60 à 100	200 à 300				
Cresson						210
Échalote plein champ	10 à 25	80 à 100				120
Endive (Racines) plein champ	15 à 20	80 à 130	Endive	35 à 40	110 à 180	80
Epinard (1 à 2 coupes) plein champ	30 à 40	90 à 110				150
Fenouil plein champ	40 à 60	200 à 240				130
Fève (sec) plein champ	3 à 4	150 à 200				50
Fraisier	15 à 30	50 à 80	Fraise saison ex : ELSANTA	30.6 t fruits 6.5 t MS	115	120
			Fraise précoce ex : Gariguette	30 t fruits 11 t MS	180	
			Fraise remontante ex : Selva	55 t fruits 17 t MS	250	
Framboise						210
Groseille						210
Haricots à écosser et demi-sec (grain)						80
Haricots secs						80
Harricot vert (y.c. haricot beurre)						80
Haricot vert nain plein champ	10 à 15	50 à 150				80
Laitue beurre plein champ printemps	40 à 60	80 à 110	Laitue	400 à 450 g/plante	80 à 90	120
Laitue beurre serre automne	40 à 50	90 à 110				
Laitue beurre serre hiver	40 à 50	60 à 90				
Laitue romaine printemps	50 à 100	70 à 130				
Lentilles						0
Mâche plein champ	6 à 10	20 à 60	Mâche	5 à 10	50 à 70	50
Maïs doux						180

Cultures maraîchères et vignes (suite)

Espèces	CTIFL 1994		Espèces	CTIFL 2012		Proposition GREN
	Rendement	N		Rendement	N	
	t/ha	Kg/ha		t/ha	Kg/ha	
Melon sans irrigation plein champ	15 à 25	40 à 60	Melon	40	155	120
Melon sous abri plein champ	20 à 40	100 à 120				
Melon serre	30 à 50	120 à 160				
Navet plein champ	30 à 50	80 à 120				20
Pastèque plein champ	20 à 30	170 à 250				210
Poireau plein champ	20 à 30	170 à 250	Poireau	50 à 80	160 à 255	200
Poirée plein champ	100 à 150	150 à 250				210
Petit pois (grain)						50
Pissenlit						60
Pois plein champ	8 à 12	100 à 150				40
Poivron plein champ	30 à 60	150 à 200	Poivron plein champ	41	180	400
Poivron serre	40 à 80	150 à 250	Poivron sous serre (vert)	37	340	
			Poivron sous serre (rouge)	21	410	
Pomme de terre	20 à 30	80 à 100	Pomme de terre primeur	35 à 50	150 à 175	160
Potiron, courge, citrouille						100
Radis plein champ	15 à 25	50 à 80	Radis	17	50 à 60	100
Rhubarbe						100
Salsifi et scorsonères						210
Salade autres						120
Tomate plein champ	60 à 120	120 à 140	Tomate plein champ	60	150	700
Tomate serre	120 à 200	250 à 350	Tomate serre	180	450	
Vignes à raisin de cuve						50
Vignes à raisin de table						50
Élaboration Ctifl, février 1994, J. Odet - J. Dumoulin			Source : Azote, cultures légumières et fraise Environnement et qualité, CTIFL, juillet 1999			
Source CAIF						

Pour toutes les autres cultures maraîchères non mentionnées dans les tableaux précédent, la dose plafond d'azote à apporter est fixée à 210 kg N/ha.

Plantes à parfum, aromatiques et médicinales

Espèces	Doses Plafond azote (kg N/an)	Nombre de récolte / an	Durée de la culture
Lavandin	60	1	Plus d'1 an
Pavot œillette	100		1 an
Lavande	60	1	Plus d'1 an
Sauge sclarée	60	1	Plus d'1 an
Basilic	180	2	1 an
Camomille romaine	60	1	Plus d'1 an
Cassis	60	1	Plus d'1 an
Chardon Maris	60		1 an
Coriandre	140	2	1 an
Estragon	150	2 à 3	Plus d'1 an
Ginkgo	180	1	Plus d'1 an
Menthes	260	2	Plus d'1 an
Persil	320	5 à 6	1 an
Thym	160	1	Plus d'1 an
Aneth	120	2	1 an
Cerfeuil	200	2	1 an
Ciboulette	300	4 à 6	Plus d'1 an
Fenugrec	40		1 an
Mélisse officinale	200	2 à 3	Plus d'1 an
Origan sp.	140	1 à 2	Plus d'1 an
Psyllium	60		1 an
Romarin	100	1	Plus d'1 an
Sauge officinale	100	2	Plus d'1 an
Valériane officinale	60		1 an
Autres PPAM	210		Plus d'1 an

Source : CAIF

Cultures porte-graine

Les apports devront être inférieurs aux besoins recensés dans le tableau ci-dessous ou être calculés à partir de la dose pivot indiqué en colonne 2.

Espèces	Besoins N absorbés par culture kg/ha	Dose recommandée
Fourragère porte-graine		
Ray-grass anglais	170	
Ray-grass d'Italie, Ray-grass hybride	110	
Fétuque élevée, Fétuque des prés	160	
Fétuque rouge, Fétuque ovine	150	
Dactyle	190	
Avoine rude		Idem avoine
brome	160	
Pâturin des prés		80
Fléole des prés	160	
Choux fourrager		110-125
Radis fourrager	150	
Chou navet rutabaga		Idem colza
Betterave sucrière porte-graine		
Betterave sucrière	280	
Potagère porte-graine		
Oignon – plantation automne	150	
Oignon – plantation printemps	70	
Poireau	140	
Échalote	150	
Ciboule		75-90
Carotte, persil, aneth, coriandre, fenouil, panais, céleri	140	
Chicorée à feuille, Chicorée Witloof (semis direct)	160	
Laitue	130	
Cardon	140	
Chicorée scarole/frisée	160	
Radis (type rond-rouge)	150	
choux		110-125
navet	150	
Cresson de fontaine	70	
Roquette	150	
Betterave rouge, poirée	200	
Courge, courgette, cornichon, melon, citrouille, patisson		120
Mâche	70	

Source: FNAMS, 2012

