



TENEURS EN N DES ORGANES VEGETAUX RECOLTES

METHODE D'ETABLISSEMENT et VALEURS DE REFERENCE

(version du 22 novembre 2013)

Participants au groupe de travail : Marc HERVE (animateur du groupe azote du COMIFER), Prune ROSENGARTEN (COMIFER) et Marion BOUVIALA (COMIFER).

1) Introduction

La fertilisation raisonnée que le COMIFER se propose de promouvoir, nécessite de disposer de valeurs chiffrées pour quantifier les immobilisations en azote des cultures. Pour faire une approche bilan telle que le CORPEN l'a défini, les quantités d'azote exportées de la parcelle par les récoltes ou les résidus de cultures sont nécessaires.

Des valeurs d'exportations azotées des cultures avaient été proposées par le CORPEN en 1988. Le COMIFER a trouvé pertinent d'actualiser ces valeurs pour tenir compte des évolutions des pratiques culturales et de l'évolution variétale. L'analyse directe des flux ne pouvant être faite systématiquement dans le cas de bilans *a posteriori* (pour des questions de coûts, de délais,...) et étant évidemment hors de propos quand il s'agit de calculs prévisionnels, il est nécessaire de disposer de valeurs de références des teneurs des organes végétaux pour estimer les flux de minéraux à partir de l'enregistrement des masses de récoltes.

Il a donc été décidé de proposer un référentiel "COMIFER" des teneurs azotées des récoltes et sous-produits agricoles, établi à partir d'un ensemble de données collectées en 2013 et estimées représentatives des pratiques agricoles françaises actuelles. Le document présente la méthode mise en œuvre pour aboutir aux valeurs contenues dans le tableau « Teneurs en N des organes végétaux récoltés » COMIFER N 2013.

Ces valeurs sont indicatives de situations moyennes actuelles et ne peuvent pas rendre compte de la grande variabilité constatée dans les analyses : l'hétérogénéité des informations disponibles ne permet pas toujours le calcul rigoureux d'indicateurs de dispersion. Bien que nous ayons retenu les valeurs d'exportations en azote correspondant à une fertilisation azotée proche de l'optimum, les sources de variabilité peuvent être nombreuses : effet climat-année, type de sol et niveau des réserves minérales, conduite de la culture, variété, stade de récolte pour les fourrages, rendement atteint,...

Des références locales peuvent cependant s'avérer mieux adaptées. Elles peuvent être obtenues auprès de divers organismes (Instituts Techniques, Organismes Professionnels, Laboratoires d'analyses, ...) si elles sont justifiées comme références régionales. A défaut d'autres sources d'informations, le tableau « Teneurs en N des organes végétaux récoltés » COMIFER N 2013 devrait toutefois permettre une estimation satisfaisante des flux de minéraux dans les conditions agricoles françaises les plus représentées.

La table des teneurs en azote proposées présente l'état actuel de nos informations. Elle sera remise à jour, à l'initiative du groupe azote du COMIFER, aussi souvent que la disponibilité de nouvelles références le permettra.

2) Méthode de collecte des informations

Afin de disposer d'un panel de données le plus fiable possible, nous avons privilégié les informations provenant des Instituts Techniques qui dans leurs bases de données disposaient souvent d'éléments sur les valeurs d'exportations en azote. Ont également été utilisés :

- Des données issues d'enquêtes (données d'analyses sur les récoltes) réalisées dans le cadre de l'actualisation de la table COMIFER P, K, Mg de 2007

Un questionnaire d'enquête avait été envoyé au printemps 2005 aux membres du COMIFER, aux Instituts Techniques, aux Chambres d'Agriculture, aux laboratoires d'analyses..., pour leur demander

s'ils disposaient de données concernant les teneurs en P, K et Mg des organes récoltés pour les cultures françaises. Certaines réponses comportaient également des teneurs en azote.

- Des données bibliographiques

Pour certaines cultures (légumes de plein champ, tabac,...) des données issues de synthèses récentes ont été reprises (Chambre d'Agriculture de Bretagne, UNILET, CTIFL, ANITTA, FNAMS).

Dans le calcul des valeurs moyennes, des données de synthèse issues de documents tels les tables INRA 2007 "Alimentations des bovins, ovins et caprins" ont également été utilisées.

Bien que nous ayons privilégié les données françaises acquises sur le territoire, nous avons utilisé les valeurs d'exportations allemandes « Düngung in Thüringen 2007 nach : Guter fachlicher Praxis » pour comparer les ordres de grandeur des valeurs retenues ou compléter exceptionnellement des données manquantes.

La liste des sources consultées est fournie en Annexe 2.

3) Synthèse des données

a. Eléments méthodologiques

Le tableau « Teneurs en N des organes végétaux récoltés » COMIFER N 2013 vise à donner des valeurs de référence, par défaut, pour le calcul des bilans de minéraux (N) sur la base des flux de matières exportés :

- à l'échelle de la parcelle agricole,
- dans les conditions actuelles de la France,
- et pour une fertilisation azotée gérée à l'optimum.

De façon générale, l'indicateur statistique retenu est la moyenne, car la médiane ne peut être obtenue que si les séries de mesures individuelles sont disponibles, ce qui est rarement le cas.

Le tableau de synthèse comporte la valeur de teneurs moyennes par type d'organe récoltable ; il est donné en Annexe 3. Les teneurs en azote y sont exprimées en quantité d'élément N rapportée à des quantités de récolte aux normes commerciales ou à la quantité de matières sèches exportées quand cette unité est plus usuelle (Ex : fourrages). L'unité de production couramment utilisée dans la pratique a été retenue pour certaines récoltes. Dans ce tableau de synthèse figure également pour un grand nombre d'espèces les teneurs en matières sèches conventionnelle pour les transactions, ou une teneur courante si la valeur conventionnelle n'est pas définie officiellement.

En Annexe 4, une table plus détaillée précise les sources des valeurs, le nombre de références ainsi que d'autres données utilisées pour aboutir aux teneurs moyennes (indices de récolte, teneurs en azote des résidus,...).

b. Grandes cultures (céréales, protéagineux)

Les valeurs pour les céréales et les protéagineux ont été fournies par ARVALIS – Institut du végétal. Le nombre de références et la dispersion des valeurs sont présentés en Annexe 5. Nous avons choisi d'exprimer les exportations en azote :

- par les grains en kgN/q de grains aux normes,
- par la paille exportée en kgN/q de grains récoltés et en kgN/t de pailles exportées.

Nous avons également proposé une ligne pour les personnes connaissant leur teneur en protéines (deux premières lignes du tableau de synthèse). Pour exemple, les calculs sont détaillés ci-dessous pour le blé tendre.

b.1. Azote exporté par la paille (en kgN/t de paille exportée)

Concernant les valeurs d'exportations en azote des pailles, elles sont exprimées en kgN/t de pailles exportées à 88% de Matières Sèches (MS) (colonnes 6 à 8 du tableau de synthèse) :

$$\mathbf{N_{exp\ paille\ à\ 88\% \ d'humidité\ en\ kgN/t = 1000 * 0.88 * \%N\ résidus\ à\ 0\%}}$$

Exemple pour le blé tendre :

%N paille de blé à 0% d'humidité = 0.64% (6.4 kg d'azote dans 1000kg de paille de blé à 0% d'humidité)

(ARVALIS – Institut du végétal, 2011, Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA)

D'où :

$$N_{exp\ paille\ à\ 88\% \ en\ kgN/t = 1000 * 0.88 * 0.0064}$$

N_{exp paille à 88%} = 5.63 kgN/t pour le blé tendre

b.2. Azote exporté par la paille (en kgN/q) :

Pour calculer les valeurs d'exportations en azote de la paille en fonction du rendement en grains, nous avons utilisé l'indice de récolte (cf. ARVALIS – Institut du végétal, 2011, Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA, et Annexe 5) de la culture et une estimation de la paille restant au champ (les chaumes).

L'indice de récolte, noté IR, est défini par :

$$IR = (biomasse\ grains\ sec)/(biomasse\ grains\ sec + biomasse\ paille\ sèche)$$

Estimation de la paille restant au champ :

Le tonnage de paille récoltable est inférieur à la paille produite par une culture de céréale. Il existe une relation étroite entre la paille totale produite et le rendement en grains que nous avons défini par l'Indice de Récolte (IR).

D'après l'étude Cartopaille menée en région Picardie (« Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008 FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d'Agriculture de Picardie »), et les travaux du département biomasse d'ARVALIS, on peut considérer que la fraction de paille récoltable au-dessus d'un chaume de 10 à 20 cm ne représente plus qu'environ 60% de la paille totale produite. Ce pourcentage de paille potentiellement exportable dépend principalement de la hauteur de coupe, de la hauteur de la paille et de l'espèce. Si la masse de paille réellement exportée de la parcelle est connue, cette valeur pourra servir à calculer la quantité d'azote exportée par la paille. Dans le cas contraire on pourra l'approcher par le calcul suivant en fonction du rendement aux normes. Il est intéressant de noter que dans les tables de 1988 du CORPEN, les valeurs étaient données « plante entière ».

A partir de ces hypothèses nous avons procédé aux calculs suivants :

$$\mathbf{N_{exp\ paille\ (par\ quintal\ de\ grains\ aux\ normes) = biomasse\ paille\ sèche * 0.6 * \%N_{résidus}}$$

Or,

Biomasse paille sèche = $((1-IR)/IR) * \text{biomasse grains secs}$

Et par quintal de grains aux normes on peut écrire :

Biomasse paille sèche = $((1-IR)/IR) * \%MS_{\text{grains}}$

D'où :

$$N_{\text{exp paille}} \text{ (par quintal de grains aux normes)} = ((1-IR)/IR) * \%MS_{\text{grains}} * 0.6 * \%N_{\text{résidus}}$$

Avec :

$\%N_{\text{résidus}}$: teneur en azote des pailles en kgN/q à 0% d'humidité et pour une fertilisation azotée proche de l'optimum.

IR : indice de récolte de l'espèce

$\%MS_{\text{grains}}$: teneur en matières sèches des grains aux normes

Exemple pour le blé tendre :

Indice de récolte (IR) du blé tendre = 0.49

D'où :

$$N_{\text{exp paille}} = (0.51/0.49) * 0.85 * 0.6 * 0.64$$

$$N_{\text{exp paille}} = 0.34 \text{ kgN/q de grains aux normes}$$

La valeur d'exportation en azote de la paille de blé tendre en fonction du rendement aux normes reportée dans le tableau sera donc de 0.34 kg N/q de grains aux normes.

b.3. Azote exporté par le grain (en kgN/q) (première colonne du tableau de synthèse) :

Plusieurs approches sont proposées. La teneur en azote des grains étant directement proportionnelle à la teneur en protéines, nous proposons soit d'exprimer la valeur d'exportations en azote en fonction de la teneur mesurée en protéines des grains, soit en fonction d'une teneur moyenne en protéines.

Azote exporté par quintal de grains aux normes ($N_{\text{exp grains}}$) en fonction d'une teneur mesurée en protéines :

Pour déterminer les teneurs en protéines des céréales, on mesure la teneur en azote des grains, puis on utilise un facteur de conversion pour la transformer en teneur en protéines. Dans leur activité de collecte et d'allotement, les OS utilisent les facteurs de conversion suivant :

- 5.7 pour le blé
- 6.25 pour les autres céréales (orges, avoine, seigle, triticales, ...)

Ce sont ces coefficients que nous retiendrons pour passer de la teneur en protéines fourni par l'OS aux exportations en azote des cultures.

- Pour le blé :

$$N_{\text{exp grains}} \text{ (par quintal de grains aux normes)} = (\%MS * \text{teneur en protéines}) / 5.7$$

Pour les céréales le rendement aux normes est exprimé pour des grains à 85% de matières sèches.

D'où :

$$N_{\text{exp grains}} = (0.85 * \text{teneur en protéines}) / 5.7$$

$$N_{\text{exp grains}} = (\text{teneur en protéines}) * 0.149$$

- Pour les céréales hors blé :

$N_{\text{exp grains}} \text{ (par quintal de grains aux normes)} = (\%MS * \text{teneur en protéines}) / 6.25$

Pour les céréales, le rendement aux normes est exprimé pour des grains à 85% de matières sèches.

D'où :

$N_{\text{exp grains}} = (0.85 * \text{teneur en protéines}) / 6.25$

$N_{\text{exp grains}} = (\text{teneur en protéines}) * 0.136$

Avec :

Teneurs en protéines : % de la Matière Sèche (MS)

Dans la mesure où pour les céréales à pailles, il est fréquent que l'agriculteur connaisse la teneur exacte en protéines, les deux formules précédentes ont été indiquées dans le tableau (deux premières lignes du tableau de synthèse). Ainsi, avec la teneur en protéines mesurée le calcul de l'azote exporté par les grains sera plus précis.

Azote exporté par les grains en fonction d'une teneur standard en protéines :

Dans le cas où la teneur réelle en protéines n'est pas connue, nous avons retenu des teneurs moyennes par type de céréales et calculé en conséquence une valeur d'azote exporté par quintal de grains aux normes.

Les teneurs en protéines retenues sont issues des enquêtes collecteurs FranceAgrimer/ARVALIS pour les teneurs en protéines du blé tendre (de 1996 à 2012), du blé dur (de 2007 à 2012) du maïs grain (de 2005 à 2012), du triticale (de 2006 à 2012) et du sorgho grain (de 2005 à 2012).

Les teneurs en protéine retenues pour le blé améliorant sont issues des enquêtes variétales au champ menées par ARVALIS – Institut du végétal (données de 2002 et de 2004 à 2012).

Enfin, les teneurs en protéines des orges brassicoles sont issues des synthèses des orges de brasserie (de 2007 à 2012). Les tableaux récapitulatifs des synthèses de teneurs en protéines retenues sont présentés en Annexe 5.

c. Oléagineux

Le CETIOM a fourni les valeurs d'exportations en azote pour le colza, le tournesol et le lin oléagineux. Comme pour les grandes cultures, nous avons exprimé les exportations :

- par les grains en kgN/q de grains aux normes
- par la paille en kgN/t de pailles exportées

Pour le colza, la valeur d'exportation en azote des grains correspond à une teneur en protéines de 20%.

d. Betterave sucrière

Dans le cas de la betterave sucrière (origine des données : ITB et LDAR), les teneurs sont exprimées relativement à un rendement nommé conventionnellement « rendement à 16% », rendement établi par un calcul spécifique à partir du rendement racines et de la richesse en sucre de la récolte. Cela est justifié car cette expression du rendement est mieux corrélée à la matière sèche que ne l'est le rendement en matière fraîche. De plus, il s'agit du "rendement" (fourni par l'usine de transformation) connu des producteurs. Enfin, cela permet de tenir compte dans le calcul, de l'exportation hors du champ des collets non comptabilisés dans le rendement : voir l'Annexe 6 pour des explications détaillées.

e. Pomme de terre

Les valeurs d'exportation de la pomme de terre viennent des travaux d'ARVALIS – Institut du végétal. Pour la pomme de terre dont les teneurs en éléments minéraux de la matière sèche ne diffèrent pas

significativement en grande culture selon le type de production, les pommes de terre de consommation ou féculière ont été distinguées du fait de leurs teneurs en matières sèches très différentes à la récolte.

f. Légumes de plein champ

Pour les légumes de plein champ destinés au marché de frais, les références proposées sont issues de travaux du CTIFL, de la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne et de l'INRA d'Avignon. Il est distingué les organes récoltés et commercialisés des organes potentiellement exportables bien que n'étant pas commercialisables. Les valeurs d'exportations sont exprimées par tonne commercialisée pour les organes récoltés et par tonne de matière fraîche exportée pour les résidus de récolte. La masse moyenne des résidus de culture et le rendement moyen commercialisable sont également indiqués pour illustrer le domaine de validité des valeurs d'exportation. Pour les légumes de plein champ, une même espèce peut être récoltée à des teneurs en matières sèches différentes en fonction des époques de culture, des régions de production et du stade de récolte. La valeur indiquée dans le tableau est une valeur moyenne qui ne traduit pas cette variabilité.

g. Cultures fourragères

Pour les fourrages, nous nous sommes servis de plusieurs sources d'informations. Tout d'abord lors de la conception des tables P, K et Mg du COMIFER en 2007, une enquête avait été faite auprès des Instituts Techniques, des Chambres d'Agriculture, de l'INRA et des autres organismes susceptibles de fournir des données. Dans ces synthèses, certaines valeurs concernaient les cultures fourragères et des valeurs d'exportations en azote avaient également été fournies. L'Institut de l'Élevage (IDELE) nous a transmis des valeurs d'exportations en azote issues de leurs travaux. ARVALIS a proposé des valeurs d'exportations en azote des principales cultures fourragères en synthétisant des données issues des tables INRA 2007 "Alimentations des bovins, ovins et caprins". L'Annexe 7 récapitule ces différents jeux de données.

Ces différentes sources montrent que la dispersion des valeurs proposées pour une même culture est parfois importante. Le stade de récolte, la fertilisation azotée pratiquée ainsi que d'autres composantes de l'itinéraire technique sont autant de facteurs expliquant ces écarts. De plus, une liste conséquente de graminées, légumineuses et autres cultures fourragères n'est pas directement utilisable pour des cultures fourragères multi-espèces. Une entrée par le type de prairie et/ou le mode d'exploitation nous a donc paru plus pertinent.

Les besoins totaux en azote d'une prairie étant les mêmes que les quantités exportées lors du pâturage ou de l'exploitation, une cohérence entre les valeurs des besoins azotés des prairies (« Calcul de la fertilisation azotée, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, cultures annuelles et prairies. COMIFER, Mai 2013 ») et les valeurs retenues pour les exportations nous a semblé indispensable. Au final, les valeurs retenues synthétisent donc celles fournies par l'IDELE et ARVALIS et elles sont proches des besoins en azote indiqués dans le guide méthodologique pour le calcul de la dose prévisionnelle d'azote du COMIFER.

Il a également été indiqué une valeur pour l'enrubannage, identique à celle proposée pour l'ensilage. L'enrubannage est une technique de plus en plus fréquente, souvent pratiquée avec des plantes se situant entre le stade ensilage et le stade foin. Actuellement, aucune étude précise ne nous permet de retenir une valeur différente pour les enrubannages. Ce sont parfois des modes d'exploitation à part entière, avec des fourrages aux caractéristiques peu différentes des ensilages.

En ce qui concerne le maïs fourrage, l'IDELE a proposé de retenir la valeur de 11.5 kgN/t de MS. Cette valeur est présente dans les PMPOA 1 et 2 ainsi que dans la brochure « Fertiliser avec les engrais de ferme ». Elle est très cohérente avec les données collectées par ARVALIS (cf. Annexe 8) (270 données 2012 issues d'analyses du laboratoire Germ-Services à Montardon) qui donnent une valeur médiane

pour 2012 à 7.3% de matières azotées totales (et entre 6.6% et 7.6% depuis 10 ans) soit 11.68 kgN/t de MS.

Les sites <http://www.feedipedia.org> et <http://www.betterave-fourragere.org> ont également fourni des informations pour la rubrique « Cultures fourragères ».

h. Autres cultures

Pour les légumes à destination de l'industrie, les références récentes de l'UNILET ont été reprises et présentées sous la même forme que pour les autres cultures en précisant le rendement standard correspondant aux valeurs d'exportations retenues. Pour le tabac, la vigne, les porte-graines et le riz (Annexe 9), les références ont été fournies par l'ANITTA, l'IFV, la FNAMS et le CFR.

Liste des Annexes

Annexe 1 : Remerciements

Annexe 2 : Références bibliographiques et sources consultées

Annexe 3 : Tableau de synthèse « Teneurs en azote des organes végétaux récoltés. COMIFER N 2013 »

Annexe 4 : Tableau détaillée « Teneurs en azote des organes végétaux récoltés. COMIFER N 2013 »

Annexe 5 : Céréales : Nombre de références, variabilité des valeurs d'exportation et synthèse des teneurs en protéines et indices de récolte

Annexe 6 : Betterave sucrière : Particularités méthodologiques liées à la betterave sucrière : pourquoi exprimer les teneurs pour des racines à 16 % de sucre ?

Annexe 7 : Cultures fourragères : Tableau détaillé valeurs de base des cultures fourragères

Annexe 8 : Maïs fourrage : Teneurs en Matières Azotées Totales du maïs fourrage

Annexe 9 : Riz : Teneurs en protéines et indices de récolte

Annexe 1

Remerciements

L'établissement de ces nouvelles valeurs de référence pour les teneurs en éléments minéraux des organes végétaux récoltés a été possible grâce à la collaboration de :

- F. Bert (ARVALIS – Institut du végétal)
- JY. Cahurel (Institut Français de la Vigne et du Vin)
- L. Champolivier (CETIOM)
- JP. Cohan (ARVALIS – Institut du végétal)
- JM. Collet (CTIFL)
- G. Crocq (ARVALIS – Institut du végétal)
- B. Decoopman (Chambre d'Agriculture du Finistère)
- L. Delaby (INRA Rennes)
- M. Delavaud (ANITTA)
- P. Denoroy (INRA Bordeaux)
- R. Duval (Institut Technique de la Betterave)
- S. Foray (IDELE – Institut de l'Élevage)
- JP. Goutouly (INRA Bordeaux)
- K. Kane (ANITTA)
- AS. Kouassi (UNILET)
- F. Lecompte (INRA Avignon)
- C. Le Souder (ARVALIS – Institut du végétal)
- PV. Protin (ARVALIS – Institut du végétal)
- C. Ravenel (FNAMS)
- C. Raynal (CTIFL)
- C. Thomas (Centre Français du Riz)

Annexe 2

Références bibliographiques et sources consultées

Ouvrages :

INRA, 2007

Alimentation des bovins, ovins et caprins

Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010

QUAE Editions, 307 p.

CTIFL, 1999

Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité, 222 p.

Inter instituts, 2001

Fertiliser avec les engrais de ferme

Editions ARVALIS, 104 p.

FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d'Agriculture de Picardie, mai 2008

Exporter des pailles sans risque pour l'état organique des sols, Guide de décision à la parcelle, 12 p.

Brochures techniques, rapports et comptes-rendus :

COMIFER, mai 2013

Calcul de la fertilisation azotée, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, cultures annuelles et prairies, 159 p.

ARVALIS – Institut du végétal, 2011

Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA, 11 p.

UNILET, 2006

Guide fertilisation

N° Hors-série de UNILET-Informations, 50 p.

ARVALIS – Institut du végétal, 2013

Lin fibre, culture et transformation, 88 p.

FNAMS, mai 2011

Note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graines »

ITB, 2012

Fiche culture « Betterave Sucrière »

Dans le guide méthodologique du COMIFER, 2013.

Chambres d'Agricultures de Bretagne, 2008

Fertilisation des légumes frais de plein champ

Comité de Développement de Zone Légumière du Nord-Finistère, 48 p.

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2007

« Düngung in Thüringen 2007 nach « Guter fachlicher Praxis », 19 p.

Autres sources :

<http://www.feedipedia.org>

<http://www.betterave-fourragere.org>

Annexe 3

Tableau de synthèse « Teneurs en azote des organes végétaux récoltés. COMIFER N 2013 »



TENEURS EN AZOTE DES ORGANES VEGETAUX RECOLTES pour les cultures de plein champ, les principaux fourrages et la vigne TABLEAU DE REFERENCE 2013

Le COMIFER propose un tableau des références actualisé des teneurs en azote des organes végétaux récoltés concernant les cultures de plein champ, les principaux fourrages et la vigne. Ces nouvelles références sont destinées à remplacer les valeurs actuellement utilisées, notamment celles du CORPEN 1988.

Les teneurs en azote des organes végétaux permettent entre autres le calcul de différents bilans azotés post récolte. Représentant la différence entre le total des apports et les exportations des récoltes, ces bilans peuvent être calculés à diverses échelles et permettent un diagnostic des pratiques de fertilisation couplé à un suivi de l'évolution des stocks des éléments nutritifs dans le sol. On notera bien que produit récolté et sous-produit facultativement récoltable (par exemple, grain et paille) sont présentés séparément ; il faut donc les additionner le cas échéant.

ATTENTION, pour certaines cultures, les valeurs d'exportations en azote « 2013 » changent par rapport aux anciennes références. Il est donc déconseillé de comparer des bilans azotés calculés avec ces deux sources de références. Les différences constatées ne seraient pas le reflet d'une évolution des pratiques mais celui du changement de référentiel.

Afin de disposer d'un panel de données le plus fiable possible, nous avons privilégié les informations provenant des Instituts Techniques qui dans leurs bases de données disposaient souvent d'éléments sur les valeurs d'exportations en azote. Ont également été utilisés des données issues d'enquêtes ainsi que des données bibliographiques. Dans la majorité des cas, la référence correspond à la valeur moyenne des données d'analyses. **La méthode de travail est explicitée dans un document consultable sur le site du COMIFER www.comifer.asso.fr** comportant en annexe les tableaux de calcul associés ainsi que l'origine des données.

La variabilité associée à ces teneurs moyennes est importante. Elle est quantifiée chaque fois que possible par quelques indicateurs dans le document méthodologique⁽¹⁾. Ces valeurs sont indicatives de situations moyennes actuelles et ne peuvent pas rendre compte de la grande variabilité constatée dans les analyses : l'hétérogénéité des informations disponibles ne permet pas toujours le calcul rigoureux d'indicateurs de dispersion. Bien que nous ayons retenu les valeurs d'exportations en azote correspondant à une fertilisation azotée proche de l'optimum, les sources de variabilité peuvent être nombreuses : effet climat-année, type de sol et niveau des stocks d'azote minéral, conduite de la culture, variété, stade de récolte pour les fourrages, rendement atteint,...

Les références COMIFER, fruit de l'état actuel des compilations de données, peuvent être utilisées sur le territoire français métropolitain. L'usage de références locales établies pour une culture ou une région donnée à partir d'enquêtes ou d'études plus approfondies ne peut qu'être encouragé.

Les tableaux de références présentés dans les pages qui suivent pourront être mis à jour à la faveur de nouvelles actualisations. Ils pourront être complétés pour d'autres cultures et pour le soufre lorsque les données seront suffisantes. On se reportera au site www.comifer.asso.fr pour disposer de la dernière version actualisée de ce tableau.

Le groupe Azote – Soufre du COMIFER
Novembre 2013

(1) COMIFER 2013 : Teneurs en N des organes végétaux récoltés, méthode d'établissement et valeurs de références.

Remerciements à M. Hervé (animateur du groupe Azote - Soufre du COMIFER), P. Rosengarten et M. Bouviala (COMIFER) pour la synthèse.

Grandes Cultures, teneurs en azote par unité de récolte

Pour les céréales, il est possible de calculer la teneur en azote des grains d'après leur concentration en protéines lorsqu'elle est connue (deux premières lignes du tableau) ou en se reportant aux lignes suivantes où la teneur en azote proposée correspond à une valeur moyenne par défaut en protéines.

ESPECE	ORGANE	En fonction de la masse de récolte			En fonction du tonnage de pailles exportées		
		% Mat. Sèche récolte (1)	Unité de teneur (2)	Teneur en N	% Mat. Sèche paille (1)	Unité de teneur (2)	Teneur en N
Blé	grain	85	kg / q	(Teneur en protéines) x 0.149			
Avoine, Orge, Seigle, Sorgho, Triticale	grain	85	kg / q	(Teneur en protéines) x 0.136			
Avoine	grain	85	kg / q	1.6			
	paille	85	kg / q	0.4	88	kg / t	5.7
Betterave sucrière	racine	16% sucre	kg / t	1.1			
Blé améliorant	grain	85	kg / q	2.2			
	paille	85	kg / q	0.5	88	kg / t	5.9
Blé dur	grain	85	kg / q	2.1			
	paille	85	kg / q	0.5	88	kg / t	5.9
Blé tendre	grain	85	kg / q	1.8			
	paille	85	kg / q	0.4	88	kg / t	5.7
Colza	grain	91	kg / q	2.9			
	paille				80	kg / t	13.8
Féverole	grain	85	kg / q	3.8			
	paille				88	kg / t	9.7
Lin fibre	paille verte non battue				88	kg / t	5.6
Lin oléagineux	grain	91	kg / q	3.2			
	paille				90	kg / t	16.1
Maïs	grain	85	kg / q	1.2			
	épi entier	81	kg / q	1.1			
	paille				88	kg / t	8.1
Orge brassicole	grain	85	kg / q	1.5			
	paille	85	kg / q	0.4	88	kg / t	6.5
Pois	grain	86	kg / q	3.1			
	paille				88	kg / t	11.9
Pomme de terre de consommation	tubercule	22	kg / t	3.4			
Pomme de terre féculé	tubercule	26	kg / t	4.3			
Riz	grain	87	kg / q	1.2			
	paille	87	kg / q	0.3	88	kg / t	4.2
Seigle	grain	85	kg / q	1.8			
	paille	85	kg / q	0.4	88	kg / t	5.7
Sorgho	grain	85	kg / q	1.5			
Tournesol	grain	91	kg / q	2.4			
	paille				80	kg / t	11.6
Triticale	grain	85	kg / q	1.6			
	paille	85	kg / q	0.3	88	kg / t	4.1

(1) : teneur de référence en MS pour l'organe considéré (conventionnelle ou habituelle à la récolte); cas particulier de la betterave sucrière pour tenir compte de l'unité conventionnelle de mesure des rendements

(2) : quantité de N par unité de masse de matière végétale à la teneur en MS de référence; t = tonne métrique, q = quintal

Le calcul de la quantité d'azote exportée par la paille pourra se faire soit à partir de la masse de paille exportée (colonnes 6 à 8) soit en fonction du rendement commercialisable de la culture (colonnes 3 à 5). Pour cette dernière approche, un indice de récolte (IR) et un pourcentage par défaut de paille exportée ont été retenus (cf. doc méthodologique sur le site du COMIFER)

Légumes de plein champ & tabac, teneurs en azote par unité de récolte

(Liste restreinte étant donné le grand nombre d'espèces. Pour plus de détails, voir les documents cités dans la bibliographie ou les Instituts Techniques correspondants)

ESPECE	ORGANE	Dest (1)	% Mat. Sèche récolte (2)	Rendement moyen (t/ha) (3)	Unité de teneur (4)	Teneur en N
Artichaut violet	tête	F		4.2-6.4	kg / t	3.7
Artichaut globuleux	tête	F		7-10	kg / t	4.5
Asperge	turion	F		3-8	kg / t	4.0
Aubergine	résidus de culture	F		48	kg / t	3.0
	fruit	F		100-130	kg / t	1.4
Brocoli	tête 17 cm	F		11	kg / t	4.5
	tête	I		10-20	kg / t	4.0
Carotte	fanes	F		13-16	kg / t	2.3
	racine	F		60-65	kg / t	1.2
Carotte jeune "Amsterdam"	racine	I	10	35-45	kg / t	1.1
Carotte grosse "Flakkee"	racine	I	12	75-85	kg / t	1.7
Céleri branche	paré 22 cm	I		55-75	kg / t	1.1
	paré 28 cm	I		80-90	kg / t	1.3
Céleri rave	racine	F		50-58	kg / t	2.0
Chicorées, Frisées, Scaroles	feuilles	F		35	kg / t	3.3
Chioggia	feuilles	F		32	kg / t	2.2
Chou-fleur d'hiver	tête	F		18-23	kg / t	4.3
Chou-fleur d'été et d'automne	tête	F		30	kg / t	2.5
Courgette	résidus de culture	F		28	kg / t	2.5
	fruit	F		35	kg / t	2.2
Echalote	bulbe	F		40	kg / t	2.3
Epinard	feuilles	I	7	20-30	kg / t	3.7
Fenouil	bulbe	F		22	kg / t	1.8
Haricot extra fin ou très fin	gousse	I	10	oct-15	kg / t	3.4
Haricot flageolet	grain	I	42	4.5-7	kg / t	15.0
Laitue	tête	F		50-60	kg / t	1.8
Mâche	feuilles	F		4 à 10	kg / t	4.5
Melon	résidus de culture	F		14	kg / t	3.6
	fruit	F		20-50	kg / t	1.4
Poireau	fût et feuilles	F		50	kg / t	3.3
Pois potager	grain	I		6.5	kg / t	9.8
Poivron	résidus de culture	F		35	kg / t	2.7
	fruit	F		104	kg / t	1.4
Pomme de terre primeur	fanes	F		12-15	kg / t	2.6
	tubercule	F		30-40	kg / t	2.8
Scorsonère	racine	I	26	20-30	kg / t	4.9
Tabac Burley	feuilles	I	73		kg / t	60.0
Tabac Brun	feuilles	I	73		kg / t	60.0
Tabac Virginie	feuilles	I	87		kg / t	15.0
Tomate	résidus de culture	F		65	kg / t	3.0
	fruit	F		175	kg / t	1.5

(1) : destination : F = marché de frais ; I = industrie de transformation ; pour les légumes d'industrie, les références sont celles de l'UNILET ; pour les légumes pour le marché "frais" les références sont issues des Chambres d'Agriculture du Bretagne, de l'INRA et du CTIFL ; pour le tabac, les références sont issues de l'ANITTA. Nous avons exprimé toutes les récoltes en unité de masse, bien que dans la pratique certaines unités très spécifiques subsistent pour les légumes frais.

(2) : teneur en matière sèche pour l'organe considéré (conventionnelle ou habituelle à la récolte)

(3) : plage de rendement pour lesquels les valeurs d'exportations sont valables

(4) : quantité de N par unité de masse de matière végétale à la teneur en MS de référence; t = tonne métrique, q = quintal

Fourrages et cultures fourragères, teneurs en azote par unité de récolte

Teneurs relatives à la matière sèche pour les fourrages et le maïs, et à la matière fraîche pour la betterave

NB : les teneurs dépendent beaucoup du stade précis, des conditions de récolte et des états de nutrition minérale de l'herbe.

CULTURE	ORGANE	Type de récolte	% Mat. Sèche récolte (1)	Unité de teneur (2)	Teneur en N
Betterave fourragère	plante entière		16	kg / tMF	2.5
Maïs	plante entière ensilée			kg / tMS	11.5
Trèfle violet		pâturage		kg / tMS	31.0
		ensilage		kg / tMS	28.0
		foin		kg / tMS	29.0
Luzerne		déshydratée		kg / tMS	35.0
		ensilage		kg / tMS	30.0
		foin		kg / tMS	28.0
Prairies permanentes ou temporaires, graminées ou multi-espèces		pâturage à rotation rapide (retour toutes les 3 semaines) ou continu		kg / tMS	30.0
		pâturage à rotation lente (retour toutes les 5 semaines)		kg / tMS	25.0
		ensilage, enrubannage		kg / tMS	25.0
		foin précoce		kg / tMS	20.0
		foin tardif		kg / tMS	15.0
		regain		kg / tMS	19.0

Cultures porte-graines, teneurs en azote par unité de récolte

Culture	ORGANE	Rendement standard (kg/ha) (3)	Unité de teneur (2)	Teneur en N
Betterave sucrière	graine	3000	kg / q	1.7
Brome	graine	2000	kg / q	2.5
Carotte type "Nantaise" (Hyb.)	graine	300	kg / q	3.4
Carotte type "Nantaise" (Pop.)	graine	600	kg / q	3.4
Dactyle	graine	900	kg / q	2.3
Fétuque élevée (Gazon)	graine	1400	kg / q	2.5
Fétuque élevée (Fourrage)	graine	1000	kg / q	2.5
Fétuque rouge	graine	1100	kg / q	2.3
Laitue	graine	500	kg / q	4.0
Mâche	graine	1100	kg / q	2.3
Oignon (plantation automne) (Hyb.)	graine	350	kg / q	4.3
Oignon (plantation automne) (Pop.)	graine	600	kg / q	4.2
Radis type « Rond Rouge » (Hyb.)	graine	400	kg / q	5.0
Radis type « Rond Rouge » (Pop.)	graine	850	kg / q	4.2
Ray-grass Anglais (Gazon et fourrage)	graine	1300	kg / q	2.7
Ray-grass Italien	graine	1500	kg / q	2.0

Vigne, valeurs d'exportations en azote

Espèce	ORGANE	% Mat. Sèche récolte (2)	Unité de teneur (2) (4)	Teneur en N
Vigne	bois de taille	50	kg / t	3.3
	rafle		kg / ha	1.5
	baies	20	kg / t	1.3

(1) : teneur de référence en MS pour l'organe considéré (conventionnelle ou habituelle à la récolte); cas particulier de la betterave sucrière pour tenir compte de l'unité conventionnelle de mesure des rendements;

(2) : quantité de N par unité de masse de matière végétale à la teneur en MS de référence; t = tonne métrique, q = quintal

(3) : plage de rendement pour lesquels les valeurs d'exportations sont valables

(4) : quantité de N exporté par unité de surface, kg/ha

**Annexe 4 :
Tableau détaillé « Teneurs en azote des organes végétaux récoltés. COMIFER N 2013 »**

GRANDES CULTURES												
CULTURE	ORGANE	% MS récolte (paille ou grain)	IR	1-IR	%Nrésidus	Part de paille restant au champs de 40%	EXP N	Unité	Nb de réf	Organisme	Personne(s) ressource(s)	Source(s)
AVOINE, ORGE, SEIGLE, SORGHO, TRITICALE	GRAIN	85					teneur en Prot mesurée * 0.136	kgN/q de grains				
BLE	GRAIN	85					teneur en Prot mesurée * 0.149	kgN/q de grains				
AVOINE	PAILLE	85	0.49	0.51	0.64	0.6	0.4	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
AVOINE	PAILLE	88			0.64		5.7	kgN/t de paille		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
AVOINE	GRAIN	85					1.6	kgN/q de grains	353	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
BETTERAVE SUCRIERE	RACINE	16% sucre					1.1	kgN/t	109	ITB	R.Duval	Fiche culture betterave sucrière COMIFER 2013
BLE TENDRE	PAILLE	85	0.49	0.51	0.64	0.6	0.4	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011 ; Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008 FRCA Picardie – AGRO-
BLE TENDRE	PAILLE	88			0.64		5.7	kgN/t de paille	887	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS,
BLE TENDRE	GRAIN	85					1.8	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Enquêtes Collecteurs FranceAgriMer/ARVALIS, 1996-
BLE AMELIORANT	PAILLE	85	0.44	0.56	0.66	0.6	0.5	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011 ; Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008 FRCA Picardie – AGRO-
BLE AMELIORANT	PAILLE	88			0.66		5.9	kgN/t de paille		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS,
BLE AMELIORANT	GRAIN	85					2.2	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Enquêtes variétales au champ, ARVALIS, 2002 et 2004-
BLE DUR	PAILLE	85	0.44	0.56	0.66	0.6	0.5	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011 ; Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008 FRCA Picardie – AGRO-
BLE DUR	PAILLE	88			0.66		5.9	kgN/t de paille	129	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS,
BLE DUR	GRAIN	85					2.1	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Enquêtes Collecteurs FranceAgriMer/ARVALIS, 2007-
FEVEROLE	GRAIN	85					3.8	kgN/q de grains	32	ARVALIS	JP. Cohan	
FEVEROLE	PAILLE	88			1.1		9.7	kgN/t de paille	28	ARVALIS	JP. Cohan	
COLZA	GRAIN	91					2.9	kgN/q de grains		CETIOM	L. Champolivier	
COLZA	PAILLE	80					13.8	kgN/t de paille		CETIOM	L. Champolivier	

GRANDES CULTURES

CULTURE	ORGANE	% MS récolte (paille ou grain)	IR	1-IR	%Nrésidus	Part de paille restant au champs de 40%	EXP N	Unité	Nb de réf	Organisme	Personne(s) ressource(s)	Source(s)
LIN FIBRE	PAILLES VERTES NON BATTUES	88					5.6	kgN/t de paille		ARVALIS	F. Bert	Brochure "Lin Fibre, culture et transformation", ARVALIS, février 2013
LIN OLEAGINEUX	GRAIN	91					3.2	kgN/q de grains		CETIOM	L. Champolivier	
LIN OLEAGINEUX	PAILLE	90					16.1	kgN/t de paille		CETIOM	L. Champolivier	
MAIS	PAILLE	88			0.91		8.1	kgN/t de paille	104	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011
MAIS	GRAIN	85					1.2	kgN/q de grains	284	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
MAIS	EPIS ENTIER	81					1.1	kgN/q		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
ORGE BRASSICOLE	PAILLE	85	0.53	0.47	0.73	0.6	0.4	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011 ; Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008 FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d’agriculture de Picardie
ORGE BRASSICOLE	PAILLE	88			0.73		6.5	kgN/t de paille	126	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011
ORGE BRASSICOLE	GRAIN	85					1.5	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	synthèse qualité des orges de brasserie (toutes orges confondues) Brasseurs de France
POIS	PAILLE	88			1.35		11.9	kgN/t de paille	15	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011
POIS	GRAIN	86					3.1	kgN/q de grains	15	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
POMME DE TERRE CONSO	TUBERCULE	22					3.4	kgN/t	99	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
POMME DE TERRE FECULE	TUBERCULE	26					4.3	kgN/t		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
RIZ	PAILLE	87	0.49	0.51	0.474	0.6	0.3	kgN/q de grains		Centre Français du Riz	C. Thomas	
RIZ	PAILLE	88			0.474		4.2	kgN/t de paille	5	Centre Français du Riz	C. Thomas	
RIZ	GRAIN	87					1.2	kgN/q de grains	88	Centre Français du Riz	C. Thomas	
SEIGLE	PAILLE	85	0.49	0.51	0.64	0.6	0.4	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
SEIGLE	PAILLE	88			0.64		5.7	kgN/t de paille		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
SEIGLE	GRAIN	85					1.8	kgN/q de grains	31	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	
SORGHO	GRAIN	85					1.5	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Enquêtes Collecteurs FranceAgriMer/ARVALIS, 2005-2012
TOURNESOL	GRAIN	91					2.4	kgN/q de grains		CETIOM	L. Champolivier	
TOURNESOL	PAILLE	80					11.6	kgN/t de paille		CETIOM	L. Champolivier	
TRITICALE	PAILLE	85	0.44	0.56	0.46	0.6	0.3	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011 ; Exportation des pailles en Picardie – Guide de décision à la parcelle – Mai 2008 FRCA Picardie – AGRO-TRANSFERT – ARVALIS – INRA – LDAR – Chambres d’agriculture de Picardie
TRITICALE	PAILLE	88			0.46		4.1	kgN/t de paille	80	ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Synthèse sur les indices de récolte et teneur en azote des résidus de récolte réalisée pour le CITEPA. ARVALIS, 2011
TRITICALE	GRAIN	85					1.6	kgN/q de grains		ARVALIS	JP. Cohan, C. Le Souder	Enquêtes Collecteurs FranceAgriMer/ARVALIS, 2006-2012

LEGUMES DE PLEIN CHAMP

CULTURE	ORGANE	Matière fraîche non commercialisable	Rendement moyen commercial	Unité	EXP N	UNITE	Organisme	Personne(s) ressource(s)	Source(s)
ARTICHAUT VIOLET	TÊTE		4.2-6.4	t/ha	3.7	kgN/tMF	CTIFL, CA Bretagne	C.Raynal, JM. Collet, B. Decoopman	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199 ; Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
ARTICHAUT GLOBULEUX	TÊTE		7-10	t/ha	4.5	kgN/tMF	CTIFL, CA Bretagne	C.Raynal, JM. Collet, B. Decoopman	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199 ; Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
ASPERGE	TURION		3 à 8	t/ha	4.0	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
AUBERGINE	RESIDUS DE CULTURE	48		t/ha	3.0	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
AUBERGINE	FRUIT		100-130	t/ha	1.4	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
BROCOLI	TÊTE (17cm)		11	t/ha	4.5	kgN/tMF	CA Bretagne	B. Decoopman	Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
CAROTTE	FANES	13-16		t/ha	2.3	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
CAROTTE	RACINE		60-65	t/ha	1.2	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
CELERI RAVE	RACINE		50-58	t/ha	2.0	kgN/tMF	CA Bretagne	B. Decoopman	Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
CHICOREES, FRISEES, SCAROLEES	FEUILLES		35	t/ha	3.3	kgN/tMF	CA Bretagne	B. Decoopman	Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
CHIOGGIA	FEUILLES		32	t/ha	2.2	kgN/tMF	CA Bretagne	B. Decoopman	Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
CHOU FLEUR HIVER	CHOU COURONNE		18-23	t/ha	4.3	kgN/tMF	CTIFL, CA Bretagne	C.Raynal, JM. Collet, B. Decoopman	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199 ; Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
CHOU FLEUR ETE ET AUTOMNE	CHOU COURONNE		30	t/ha	2.5	kgN/tMF	CTIFL, CA Bretagne	C.Raynal, JM. Collet, B. Decoopman	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199 ; Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008
COURGETTE	RESIDUS DE CULTURE	28		t/ha	2.5	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
COURGETTE	FRUIT		35	t/ha	2.2	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
ECHALOTTE	BULBE		40	t/ha	2.3	kgN/tMF	CA Bretagne	B. Decoopman	Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
FENOUIL	BULBE		22	t/ha	1.8	kgN/tMF	CA Bretagne	B. Decoopman	Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
LAITUE	FEUILLES		50-60	t/ha	1.8	kgN/tMF	CTIFL/INRA	C. Raynal, F. Lecompte	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
MACHE	FEUILLES		4-10	t/ha	4.5	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 200
MELON	RESIDUS DE CULTURE	14		t/ha	3.6	kgN/tMF	INRA	F. Lecompte	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
MELON	FRUIT		20-50	t/ha	1.4	kgN/tMF	INRA	F. Lecompte	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
POIREAU	FÔT ET FEUILLES		50	t/ha	3.3	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
POIVRON	RESIDUS DE CULTURE	35		t/ha	2.7	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
POIVRON	FRUIT		100	t/ha	1.4	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
POMME DE TERRE PRIMEUR	FANES	12-15		t/ha	2.6	kgN/tMF	CTIFL	C. Raynal	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
POMME DE TERRE PRIMEUR	TUBERCULE		30-40	t/ha	2.8	kgN/tMF	CA Bretagne	B. Decoopman	Chambres d'agricultures de Bretagne, 2008 Fertilisation des légumes frais de plein champ
TOMATE en sol	RESIDUS DE CULTURE	65		t/ha	3.0	kgN/tMF	CTIFL/INRA	C. Raynal, F. Lecompte	Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL, 199
TOMATE en sol	FRUIT		175	t/ha	1.5	kgN/tMF	INRA	F. Lecompte	

FOURRAGES ET CULTURES FOURRAGERES						
CULTURE	ORGANE	EXP N	Unité	Organisme	Personne(s) ressource(s)	Source(s)
BETTERAVE FOURRAGERE	PLANTE ENTIERE	2.5	kgN/tMF			Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.
MAÏS	PLANTE ENTIERE ENSILEE	11.5	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Base de données résultats analyses du laboratoire GEM-Services
TREFLE VIOLET pâture	ORGANES AERIENS	31.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.
TREFLE VIOLET ensilage	ORGANES AERIENS	28.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.
TREFLE VIOLET foin	ORGANES AERIENS	29.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.
LUZERNE deshydratée	ORGANES AERIENS	35.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.
LUZERNE ensilage	ORGANES AERIENS	30.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.
LUZERNE foin	ORGANES AERIENS	28.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.
PATURAGE A ROTATION RAPIDE (retour toutes les 3 semaines) OU CONTINU	ORGANES AERIENS	30.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Calcul de la fertilisation azotée, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, cultures annuelles et prairies. COMIFER, Mai 2013.
PATURAGE A ROTATION LENTE (retour toutes les 5 semaines)	ORGANES AERIENS	25.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Calcul de la fertilisation azotée, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, cultures annuelles et prairies. COMIFER, Mai 2013.
ENSILAGE, ENRUBANNAGE	ORGANES AERIENS	25.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Calcul de la fertilisation azotée, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, cultures annuelles et prairies. COMIFER, Mai 2013.
FOIN PRECOCE	ORGANES AERIENS	20.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Calcul de la fertilisation azotée, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, cultures annuelles et prairies. COMIFER, Mai 2013.
FOIN TARDIF	ORGANES AERIENS	15.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Calcul de la fertilisation azotée, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, cultures annuelles et prairies. COMIFER, Mai 2013.
REGAIN	ORGANES AERIENS	19.0	kgN/tMS	IDELE, ARVALIS	S. Foray, PV. Protin, G. Crocq	Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux Valeurs des aliments. Tables Inra 2007 actualisées en 2010. INRA, 2007.

LEGUMES D'INDUSTRIE									
CULTURE	ORGANE	% MS récolte	Rendement récolté	Unité	EXP N	Unité	Organisme	Personne(s) ressource(s)	Source(s)
BROCOLI	TETES		10-20	t/ha	4.0	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
CAROTTE JEUNE TYPE AMSTERDAM	RACINE	10	35-45	t/ha	1.1	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
CAROTTE GROSSE TYPE FLAKKEE	RACINE	12	75-85	t/ha	1.7	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
CELERI BRANCHE	PARE 22 cm		55-75	t/ha	1.1	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
CELERI BRANCHE	PARE 28 cm		80-90	t/ha	1.3	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
EPINARD	FEUILLES	7	20-30	t/ha	3.7	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
HARICOT EXTRA FIN OU TRES FIN	GOUSSES	10	10-15	t/ha	3.4	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
HARICOT FLAGEOLET	GRAIN	42	4.5-7	t/ha	15.0	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
POIS POTAGER	GRAIN		6.5	t/ha	9.8	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006
SCORSONERE	RACINE	26	20-30	t/ha	4.9	kg N/t	UNILET	AS. Kouassi	Guide Fertilisation, UNILET, Janvier 2006

CULTURES PERENNES							
CULTURE	ORGANE	% MS récolte	EXP N	Unité	Organisme	Personne(s) ressource(s)	Source(s)
VIGNE	BOIS DE TAILLE	50	3.3	kgN/t	IFV	JY. Cahurel	
VIGNE	RAFLE		1.5	kgN/ha	IFV	JY. Cahurel	
VIGNE	BAIES	20	1.3	gN/kg	IFV	JY. Cahurel	

CULTURES PORTE-GRAINES											
Culture	ORGANE	Quantité d'N dans les semences (en % de MS)	Rendement standard	Unité	EXP N	Unité	EXP N	Unité	Organisme	Personne(s) ressource(s)	Source(s)
BETTERAVE SUCRIERE PG	GRAINE	1.6	3000	kg/ha	50.0	kg N/ha	1.7	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
BROME PG	GRAINE	2.5	2000	kg/ha	50.0	kg N/ha	2.5	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
CAROTTE PG (TYPE NANTAISE) (HYB.)	GRAINE	3.3	300	kg/ha	10.0	kg N/ha	3.4	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
CAROTTE PG (TYPE NANTAISE) (POP.)	GRAINE	3.3	600	kg/ha	20.0	kg N/ha	3.4	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
DACTYLE PG	GRAINE	2.3	900	kg/ha	20.0	kg N/ha	2.3	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
FETUQUE ELEVEE PG (GAZON)	GRAINE	2.6	1400	kg/ha	35.0	kg N/ha	2.5	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
FETUQUE ELEVEE PG (FOURRAGES)	GRAINE	2.6	1000	kg/ha	25.0	kg N/ha	2.5	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
FETUQUE ROUGE PG	GRAINE	2.3	1100	kg/ha	25.0	kg N/ha	2.3	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
LAITUE PG	GRAINE	3.7	500	kg/ha	20.0	kg N/ha	4.0	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
MACHE PG	GRAINE	2.1	1100	kg/ha	25.0	kg N/ha	2.3	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
OIGNON PLANTATION AUTOMNE (HYB.)	GRAINE	4.1	350	kg/ha	15.0	kg N/ha	4.3	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
OIGNON PLANTATION AUTOMNE (POP.)	GRAINE	4.1	600	kg/ha	25.0	kg N/ha	4.2	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
RADIS PG (TYPE ROND ROUGE) (HYB.)	GRAINE	4.3	400	kg/ha	20.0	kg N/ha	5.0	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
RADIS PG (TYPE ROND ROUGE) (POP.)	GRAINE	4.3	850	kg/ha	35.0	kg N/ha	4.2	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
RAY GRASS ANGLAIS PG (GAZON ET FOURRAGE)	GRAINE	2.6	1300	kg/ha	35.0	kg N/ha	2.7	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011
RAY GRASS ITALIEN PG	GRAINE	1.9	1500	kg/ha	30.0	kg N/ha	2.0	kg N / q	FNAMS	C. Ravenel	note technique « Besoins, exportations, restitutions azotées des cultures porte-graine" mai 2011

Annexe 5 :

Céréales : Nombre de références, variabilité des valeurs d'exportation et synthèse des teneurs en protéines et indices de récolte (Source : ARVALIS – Institut du végétal)

- Nombre de références et variabilité des valeurs d'exportations

Espèce	Valeur d'exportation du grain (kgN/q)	Nombre de références	Ecart-type
Avoine	1.6	353	0.24
Féverole	3.8	32	0.81
Maïs	1.2	284	
Pois	3.1	15	0.24
Seigle	1.8	31	0.24

- Synthèse des teneurs en protéines :

SOURCE : Enquête collecteurs FranceAgriMer/ARVALIS

SOURCE : Enquête variétale au champ, ARVALIS

SOURCE : Synthèse qualité des orges de brasserie (toutes orges confondues)

Données France Agrimer/Brasseurs De France	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Blé Tendre	11.8	12.1	10.9	11.1	11.4	10.8	11.3	12.5	11.4	12.3	12.2	12.3	11.5	11.3	11.6	11.5	11.4	11.6
Blé Améliorant							15.2		13.8	15.3	14.3	14.7	13.9	14.1	14.7	14.8	14.6	14.5
Blé Dur												14.7	14.1	14.2	13.9	13.6	13.6	14.0
Orge Brassicole												11.6	10.1	10.4	10.9	11.3	10.4	10.8
Mais Grain									8.9	9.3	8.8	8.9	9.0	8.7	8.7	8.8	8.8	8.9
Triticale										11.8	12.2	11.2	10.9	11.5	11.4	11.3	11.3	11.5
Sorgho Grain									11.2	10.9	10.4	9.8	10.2	10.4	11.3	10.8	10.8	10.6

- Indices de récolte et % azote dans les résidus (Source : ARVALIS, 2011)

BLE TENDRE D'HIVER			
Indice de récolte			
Moyenne	0.49	Médiane	0.50
Ecart-type	0.05	Décile 2	0.45
Nombre de références	1292	Décile 8	0.53
%N résidus - Toutes doses N			
Moyenne	0.64	Médiane	0.60
Ecart-type	0.24	Décile 2	0.46
Nombre de références	1257	Décile 8	0.50
%N résidus - Dose N proche optimum			
Moyenne	0.64	Médiane	0.59
Ecart-type	0.23	Décile 2	0.46
Nombre de références	687	Décile 8	0.79

BLE DUR			
Indice de récolte			
Moyenne	0.44	Médiane	0.44
Ecart-type	0.06	Décile 2	0.40
Nombre de références	466	Décile 8	0.49
%N résidus - Toutes doses N			
Moyenne	0.64	Médiane	0.60
Ecart-type	0.22	Décile 2	0.45
Nombre de références	410	Décile 8	0.80
%N résidus - Dose N proche optimum			
Moyenne	0.66	Médiane	0.64
Ecart-type	0.18	Décile 2	0.51
Nombre de références	129	Décile 8	0.80

ORGE DE PRINTEMPS			
Indice de récolte			
Moyenne	0.53	Médiane	0.54
Ecart-type	0.04	Décile 2	0.50
Nombre de références	281	Décile 8	0.56
%N résidus - Toutes doses N			
Moyenne	0.73	Médiane	0.70
Ecart-type	0.23	Décile 2	0.56
Nombre de références	278	Décile 8	0.87
%N résidus - Dose N proche optimum			
Moyenne	0.73	Médiane	0.70
Ecart-type	0.18	Décile 2	0.59
Nombre de références	126	Décile 8	0.83

TRITICALE			
Indice de récolte			
Moyenne	0.44	Médiane	0.44
Ecart-type	0.04	Décile 2	0.41
Nombre de références	189	Décile 8	0.47
%N résidus - Toutes doses N			
Moyenne	0.49	Médiane	0.44
Ecart-type	0.21	Décile 2	0.32
Nombre de références	243	Décile 8	0.63
%N résidus - Dose N proche optimum			
Moyenne	0.46	Médiane	0.41
Ecart-type	0.15	Décile 2	0.35
Nombre de références	80	Décile 8	0.56

MAIS GRAIN			
Indice de récolte			
Moyenne	0.49	Médiane	0.49
Ecart-type	0.06	Décile 2	0.44
Nombre de références	549	Décile 8	0.54
%N résidus - Toutes doses N			
Moyenne	0.84	Médiane	0.82
Ecart-type	0.22	Décile 2	0.63
Nombre de références	434	Décile 8	1.05
%N résidus - Dose N proche optimum			
Moyenne	0.91	Médiane	0.88
Ecart-type	0.20	Décile 2	0.74
Nombre de références	104	Décile 8	1.10

POIS			
Indice de récolte			
Moyenne	0.58	Médiane	0.58
Ecart-type	0.07	Décile 2	0.53
Nombre de références	52	Décile 8	0.65
%N résidus			
Moyenne	1.35	Médiane	1.34
Ecart-type	0.18	Décile 2	1.22
Nombre de références	15	Décile 8	1.48

FEVEROLE			
Indice de récolte			
Moyenne	0.53	Médiane	0.54
Ecart-type	0.05	Décile 2	0.51
Nombre de références	32	Décile 8	0.57
%N résidus			
Moyenne	1.10	Médiane	1.06
Ecart-type	0.27	Décile 2	0.88
Nombre de références	28	Décile 8	1.28

Annexe 6

Betterave sucrière : Les particularités méthodologiques liées à la betterave sucrière : Pourquoi exprimer les teneurs relativement au rendement équivalent à des racines à 16% de sucre ? **(Source : ITB)**

A la récolte, les betteraves sont scalpées : on laisse au champ les bouquets foliaires, qui sont broyés et éparpillés par la machine de récolte.

Les modalités de paiement conduisent à plusieurs expressions contractuelles du rendement :

- rendement "Poids net" ou "Poids effectif" (t/ha) (= Poids commercial de racines),
- rendement "Poids Valeur" (t/ha) (calcul qui établit un rendement payé à l'agriculteur, exprimé comme un poids de betteraves, mais qui intègre la richesse saccharine et un coefficient favorisant les richesses autour de 19%)
- rendement en "tonnes à 16%", ou "rendement à 16%" unité dans laquelle est défini le droit à produire (quota) de l'agriculteur.

C'est souvent cette dernière expression qui est retenue par les agriculteurs. C'est aussi l'expression courante qui est la plus directement liée au rendement matière sèche de la culture, donc la plus pertinente et qui présente le plus faible risque d'erreur pour établir des calculs d'exportation à partir d'un bulletin de livraison.

	Teneur ou ratio	Valeur*	Unité
1	Teneur N‰ sur poids racines frais :	1.15	en kg N / tonne de racines (décolletées ou entières)
2	Teneur N‰ sur poids racines sec :	4.7	en kg N / tonne de MS racines (décolletées ou entières)
3	Ratio N exporté sur rendement à 16% :	1.05	en kg N exporté / tonne de rendement à 16%

* établis sur la base de données ITB (73 sites) et LDAR (36 analyses) (1990-2005)

Les résidus de culture (feuilles broyées) représentent 90 à 120 kg/ha d'azote, qui contribueront partiellement à l'alimentation azotée de la culture suivante.

Attention : Les exportations sont calculées sur la racine entière (sauf les feuilles) alors que le rendement réalisé par l'agriculteur ne prend pas en compte le poids du collet (représentant 10% du poids des racines lavées en moyenne).

Les valeurs des lignes 3 et 4 sont directement applicables aux rendements exprimés sur le bulletin de réception car elles tiennent compte du poids du collet.

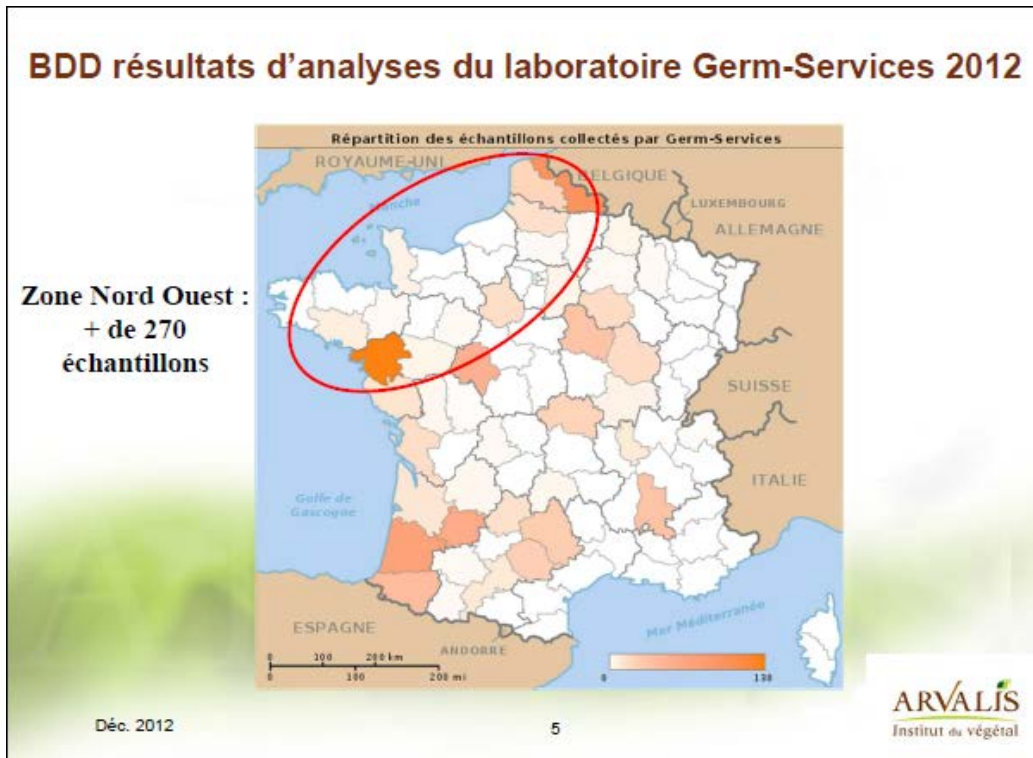
Annexe 7

Cultures fourragères : Tableau détaillé valeurs de base des cultures fourragères (Sources : COMIFER, IDELE, ARVALIS)

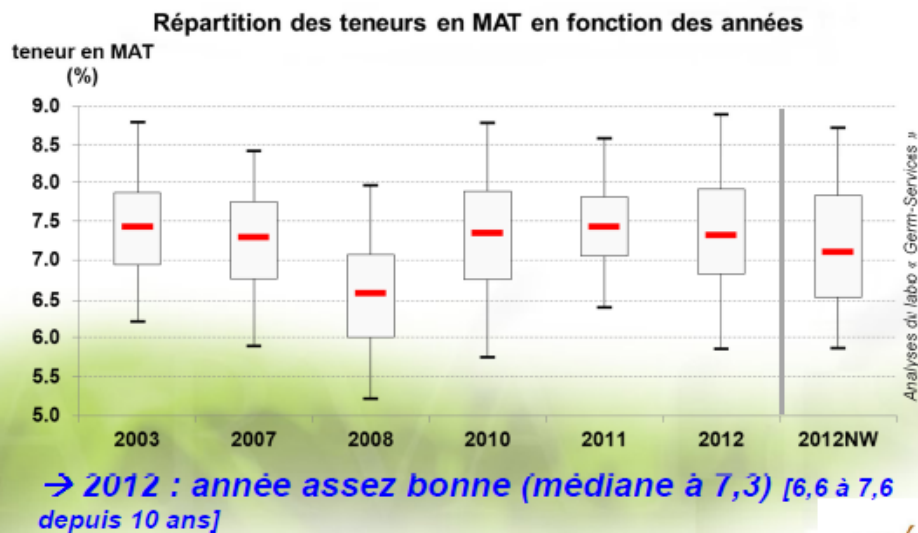
Espèce	Type de récolte	Données COMIFER		IDELE	ARVALIS : sources tables INRA - 2007.				
		kg N / t MS	nb ref	kg N / t MS	moyenne	moyenne	min	max	nb valeur
Brome	Vert					21.0	12.2	29.8	12
	Ensilage					19.2	13.1	25.0	54
	Foin					18.1	9.9	27.5	30
Dactyle	Fourrage vert			26.6	26.5	26.1	14.1	39.2	25
	Ensilage	25.6	285	26.1	26	22.9	14.9	30.7	70
	Foin	28.4	402		28.5	20.5	11.8	29.6	46
Dactyle & Luzerne	Foin								
Fétuque élevée	Fourrage vert			25.8	26	22.9	15.5	32.6	16
	Ensilage			21.9	22	20.8	16.2	24.8	63
	Foin					17.8	13.1	24.2	28
Luzerne	Vert					34.6	26.9	41.4	21
	Deshydratée	32.1	4		32	29.8	24.2	37.3	4
	Ensilage			29.9	30	29.9	25.6	35.5	49
	Foin	32.1	4	28.2	30	28.3	25.3	31.2	31
Maïs	Vert			12.5		11.8	11.5	12.2	4
	Ensilage				12.5	12.8	11.0	16.8	8
Prairie permanente	Vert	27.9	84	25.7	Voir ci-dessous	23.0	12.0	34.4	28
	Ensilage	20	358	24.5		23.0	15.4	33.8	100
	Foin	21.1	1264	19.7		20.3	9.8	33.0	90
Prairie temporaire	Pâturage				Voir ci-dessous				
	Ensilage								
	Foin	17.7	54						
Ray Grass anglais	Vert					23.4	11.0	35.7	37
	Ensilage	23.4	144	25.6	24.5	20.8	12.6	29.0	111
	Pâturage			29.4	29.5				
	Foin	18.1	15	18.3	18	19.0	9.4	28.3	72
Ray Grass hybride	Ensilage	25.7	60		26				
	Foin	25.2	60		25				
Ray Grass italien	Vert					23.0	9.6	36.5	26
	Ensilage			31.4	31.5	19.8	10.7	32.5	71
	Foin					17.8	7.5	35.0	55
Trèfle violet	Vert					31.4	24.6	39.2	13
	Ensilage			27.9		27.8	22.4	30.7	26
	Foin				28	29.0	22.1	34.1	18
Vesce	Vert					34.2	29.6	38.7	3
	Foin	11.5	1		11.5				
	Ensilage								
Sainfoin	Vert					24.0	21.0	29.4	5
Graminées pures	Vert, ensilage					22.1			
	Foin					18.8			

Annexe 8

Mais fourrage : Teneurs en Matières Azotées Totales du maïs fourrage (Source : ARVALIS – Institut du végétal)



Dispersion des teneurs en Matières Azotées Totales



Annexe 9

Riz : Teneurs en protéines et indices de récolte (Source : Centre Français du Riz)

1. Indice de récolte (donnée issue de 342 mesures - source INRA - UMR Innovation)

Moyenne : 0,49

Ecart-type : 0,074

Attention, il s'agit ici d'un indice calculé à partir de la totalité de la paille (coupée au ras du sol). Aussi, en cas d'exportations en conditions de récolte machine, on tiendra compte de la quantité de paille restant au champ. Par défaut, on prendra 60% de la paille totale qui est exporté.

2. Teneur en protéine du grain paddy (donnée issue de 88 mesures INFRATEC - source Centre Français du Riz)

Moyenne : 7,53%

Ecart-type : 0,72

3. Norme de teneur en eau pour le grain

13 %

4. Composition de la paille (donnée issue de 5 analyses – source INRA-UMR Innovation et Centre Français du Riz)

N total (kjeldhal) : 0.474 %

Phosphore (P) : 0.081 %

Potasse (K) : 1,408 %

Les valeurs sont exprimées en P et K (et non en P₂O₅ et K₂O).