



Méthodes de raisonnement agronomique pour les plans et les bilans de fumure relatifs au recyclage des déchets résiduels organiques validées par les MESE de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse

Volet 1 : grandes cultures

- Version janvier 2020 -



*Travail réalisé par Viviane Sibé, Chambre d'agriculture de Vaucluse – MESE, avec l'appui de
Nicolas Milesi, Chambre d'agriculture des Alpes de Haute Provence – MESE,
Marc Hoffman, Chambre d'agriculture du Var – MESE,
Rémy Mouton, Chambre d'agriculture des Bouches du Rhône – MESE,
Catherine Montrozier et Sébastien Guion, Chambre d'agriculture des Hautes Alpes - MESE*

Sommaire

A. Plan de fumure pour l'évaluation de l'alimentation azotée	6
A1 Evaluation des besoins azotés des grandes cultures d'hiver	6
A11 Rendement moyen.....	6
A12 Exportations	6
A13 Reliquats avant épandage :	7
A14 Azote immobilisé.....	7
A2 Evaluation des besoins azotés pour les cultures de printemps	7
A21 Rendement moyen :	7
A22 Exportations (selon le rendement) :	7
A23 Reliquats avant épandage :	7
A24 Azote immobilisé :	7
A3 Calcul de la dose à épandre par rapport à l'azote	8
A31 Teneur en azote total du produit organique.....	8
A32 Taux de minéralisation de l'azote du produit à recycler.....	8
A33 Période d'apport	8
A4 Evaluation des apports azotés par le produit organique	9
A41 Teneur en azote total du produit organique : voir c).....	9
A42 Taux de minéralisation de l'azote du produit : voir c)	9
A5 Bilan entre les apports et les besoins azotés	9
A51 Apports par le PRO	10
A52 Fertilisation complémentaire.....	10
A53 Besoins de la culture	10
B. Plan de fumure pour l'évaluation de l'alimentation phosphatée.....	10
B1 Evaluation des besoins en phosphore des grandes cultures, pour la campagne culturale suivant l'épandage	10
B11 Rendement moyen	11
B12 Exportations	11
B13 Coefficient COMIFER	11
B14 Selon la richesse du sol.....	11
B2 Calcul de la dose à épandre par rapport au phosphore.....	11
B21 Teneur en phosphore total du produit organique	12
B22 Valeur Fertilisante Phosphatée	12
B23 Période d'apport	12
B3 Evaluation des apports en phosphore par le produit organique	13
B31 Teneur en phosphore total du produit organique : cf B21	13
B32 Valeur Fertilisante Phosphatée : cf B22	13
B4 Bilan entre les apports et les besoins phosphatés.....	13

B41 Apports par le PRO	14
B42 Fertilisation complémentaire	14
B43 Besoins de la culture	14
C. Plan de fumure pour l'évaluation de l'alimentation potassique	14
C1 Evaluation des besoins en potassium des grandes cultures	14
C11 Rendement moyen : comme pour l'azote et le phosphore	15
C2 Calcul de la dose à épandre par rapport au potassium.....	15
C21 Teneur en potassium total du produit organique.....	15
C22 Valeur Fertilisante Potassique VFP.....	16
C3 Evaluation des apports en potassium par le produit organique	16
C31 Teneur en potassium total du produit organique : cf C21	16
C32 Valeur Fertilisante Potassique = 100 %	16
C4 Bilan entre les apports et les besoins potassiques.....	16
C41 Apports par le PRO	16
C42 Fertilisation complémentaire	16
C43 Besoins de la culture	17

Annexe

Liste des principales ressources bibliographiques

Arrêté GREN PACA 2017

Doctrine des Alpes de Haute Provence

Tout déchet organique ne peut être recyclé en agriculture que s'il a un intérêt agronomique¹ et si son recyclage n'impacte pas la santé humaine ou animale, la qualité sanitaire des cultures et ne se traduit pas par une pollution des eaux, superficielles ou souterraines, ou des sols.

Les Missions d'expertise et de Suivi des Epanrages vont évaluer l'intérêt du recyclage et l'absence de surdosage à partir des plans de fumure produits dans les études préalables au recyclage², les plans de fumure prévisionnels et les bilans de fumure présentés respectivement dans les programmes prévisionnels et les bilans agronomiques.

Plusieurs méthodes et références peuvent servir à évaluer les besoins des cultures en éléments fertilisants et les apports par le déchet organique.

Afin que l'intérêt agronomique et la démarche de recyclage puissent être validés en toute transparence, les MESE de PACA se sont engagées dans la **rédaction d'une note présentant les méthodes de calcul des plans et des bilans de fumure retenues pour les plans d'épandage, les programmes prévisionnels et les bilans agronomiques soumis à leur expertise.**

Suivre une démarche agronomique pour le raisonnement de la fertilisation, c'est tenir compte en premier lieu de la fourniture potentielle du sol en éléments fertilisants³. Les méthodes retenues prendront en compte ce potentiel.

Le choix des méthodes⁴ résulte d'un compromis entre un raisonnement agronomique pertinent et sa faisabilité actuelle dans le cadre du recyclage⁵. Les éléments de cette note sont donc probablement appelés à évoluer vers plus d'exigence au fur et à mesure de l'évolution des pratiques agricoles et des outils de traçabilité.

Pour toute parcelle incluse dans une zone vulnérable aux nitrates, c'est le programme d'action de la zone qui sera appliqué.

Les déchets organiques visés **prioritairement sont les boues d'épuration urbaines, brutes ou traitées (compostées, issues de lagunes...).** La gestion des boues et effluents agro-alimentaires peut s'appuyer sur les mêmes méthodes.

Les cultures concernées dans ce premier volet sont les grandes cultures d'hiver (céréales, colza..) et de printemps (tournesol, maïs...). Les éléments fertilisants pris en compte sont l'azote, le phosphore et le potassium. Un deuxième volet de ce travail concernera les prairies (temporaires et permanentes), les plantes à parfum et sera étendu aux digestats de méthanisation.

Les MESE ont ainsi retenu des méthodes et des références communes. Celles-ci vont être soumises à l'approbation d'instituts techniques (ARVALIS) puis à celle de l'Agence de l'Eau RMC et des administrations. Une fois validées, elles seront communiquées directement auprès des acteurs régionaux (collectivités et bureaux d'études intervenant en PACA).

L'agronomie est une science complexe, chaque contexte cultural et de recyclage étant particuliers, et en interaction. Aussi, les recommandations présentées dans ce document servent de guide mais ne remplacent pas l'expertise au cas par cas, seule capable d'appréhender cette complexité.

¹ Article R.211-31 du Code de l'environnement

² Plans d'épandage, programmes prévisionnels

³ Éléments stockés dans le sol, disponibilité de ces éléments, en lien notamment avec l'activité biologique du sol

⁴ Les différentes méthodes prises en compte en annexe

⁵ L'étude de la vie biologique du sol n'est pas demandée par la réglementation actuelle

A. Plan de fumure pour l'évaluation de l'alimentation azotée

En préambule, quelques définitions :

- Azote disponible = quantité totale d'azote minéral mise à disposition d'une culture au cours du cycle végétatif annuel (COMIFER, 1993)
- Azote potentiellement disponible : quantité d'azote minéral présent dans le déchet organique + azote potentiellement minéralisable (azote minéralisé par incubation dans les conditions définies de laboratoire)
- Efficacité de l'azote : rapport de la quantité d'azote des boues effectivement absorbé par la plante et l'azote total apporté par les boues. L'efficacité est mesurée soit par le Coefficient Apparent d'Utilisation CAU ou par le Coefficient Réel d'Utilisation CRU (COMIFER 1993).

A1 Evaluation des besoins azotés des grandes cultures d'hiver

$$\begin{aligned} \text{Besoins azotés de la culture} &= \text{Rendement moyen} \times \text{exportations} \\ &+ \text{azote immobilisé} +/\text{- azote utilisé pour la dégradation des pailles}^6 \\ &- \text{reliquats avant épandage} \end{aligned}$$

Dans la majorité des cas, l'objectif est de fournir seulement une partie des besoins azotés de la culture par le recyclage du déchet organique, compte tenu de l'incertitude liée à la cinétique de minéralisation.

A11 Rendement moyen

= rendement moyen selon le GREN = rendement moyen sur les 5 dernières années de la culture, en excluant le rendement maximum et le rendement minimum. Ce rendement, ainsi que ses éléments de calculs, seront fournis par l'agriculteur au bureau d'études, et présentés dans les documents (plans et bilans de fumure).

En absence de cette information⁷, ou pour vérifier sa cohérence, le rendement potentiel de références donné par le GREN⁸ pourra se substituer au rendement moyen. Toutefois, les rendements potentiels donnés par le GREN permettent d'obtenir des résultats possibles, mais restent des « gardes fous » ; dans tous les cas on préférera les informations données par l'agriculteur.

A noter, le rendement sera très différent en conditions sèches ou irriguées : il faudra préciser ce mode de culture.

A12 Exportations

- Exportations pour le rendement = les éléments fertilisant qui seront prélevés par la culture pour réaliser son cycle et qui ne seront pas restitués. Prendre les références du GREN, d'institut ou références locales⁹.

⁶ La prise en compte des points 4) et 5) permet d'affiner l'estimation des besoins. Ils s'ajoutent à la base exigée par les MESE et constituent un plus qualitatif dans le raisonnement.

⁷ Culture nouvelle sur l'exploitation, changement de pratique ou de variétés...

⁸ Voir en annexe

⁹ Indiquer les sources

- **Pour mémoire : Supplément pour la qualité** : Pour le blé tendre et le blé dur, peut s'ajouter à l'objectif de rendement, l'obtention d'une teneur en protéine supérieure à ou égale à 11,5 % pour le blé tendre, 14% pour le blé dur¹⁰. Dans ce cas, le besoin par quintal est majoré, avec un plafond conseillé par ARVALIS de 40 kg/ha pour le blé tendre. Il est possible d'affiner ce supplément en prenant en compte la variation du besoin en azote par quintal, avec ou sans objectif protéine, liée aux variétés de blé. Dans cet objectif, s'appuyer sur les références données par Arvalis¹¹.

Afin de tenir compte de la non maîtrise de la cinétique de minéralisation de l'azote organique des déchets organiques au moment des besoins pour la qualité protéique, les MESE souhaitent que le calcul des exportations devant être satisfaites par le recyclage ne prenne pas en compte ce besoin supplémentaire.

A13 Reliquats avant épandage :

Les reliquats sortie hiver (ou reliquats à l'ouverture du bilan) sont très rarement dosés. A ces reliquats, quasiment jamais dosés, on préfère la notion de reliquats avant épandage. En l'absence de dosage, ceux-ci seront estimés selon le précédent cultural. On distingue les précédents « riches » dont les résidus culturaux sont susceptibles de fournir une quantité importante d'azote, et les précédents pauvres, dont les résidus produisent peu d'azote¹². A cet apport s'ajoute la quantité d'azote fourni par le sol. En absence de mesure directe, cet apport est estimé à 10 kg N/ha.

Précédent pauvre + apport par le sol : reliquat = 30 kg N/ha ; précédent riche + apport par le sol = 50 kg N/ha.

A14 Azote immobilisé

Une partie de l'azote minéral fourni par le produit organique sera capté par le sol. Cette part d'azote immobilisé dans le sol¹³ est estimée à 10% des besoins en azote.

La prise en compte du point 14) permet d'affiner l'estimation des besoins. Il s'ajoute à la base exigée par les MESE et constitue un plus qualitatif dans le raisonnement.

A2 Evaluation des besoins azotés pour les cultures de printemps

$$\begin{aligned} \text{Besoins azotés de la culture} &= \text{Rendement moyen} \times \text{exportations} \\ &+ \text{azote immobilisé} \\ &- \text{reliquats avant épandage} \end{aligned}$$

A21 Rendement moyen : comme pour les grandes cultures d'hiver

A22 Exportations (selon le rendement) : comme pour les grandes cultures d'hiver

A23 Reliquats avant épandage : des reliquats seront dosés lors du retournement d'une culture intermédiaire dite piège à nitrates, réalisé juste avant le recyclage d'un déchet organique.

A24 Azote immobilisé : comme pour les grandes cultures d'hiver

La prise en compte des points 24) permet d'affiner l'estimation des besoins. Il s'ajoute à la base exigée par les MESE et constitue un plus qualitatif dans le raisonnement.

¹⁰ ARVALIS

¹¹ Voir en annexe

¹² Voir annexe

¹³ Jean Pierre Penel, Chambre d'agriculture 84, 1998

A noter ! Le tournesol a une forte capacité, du fait de son système racinaire potentiellement profond, de « récupérer » des éléments fertilisant stockés hors du profil racinaire de la plupart des autres cultures. De ce fait, la valeur de ses besoins prise en compte est plafonnée à 60 kg N/ha.

A3 Calcul de la dose à épandre par rapport à l'azote

$$\text{Dose d'épandage prévisionnelle} = \frac{\text{Besoins de la culture}}{\text{(teneur en azote total} \times \text{taux de minéralisation de l'azote du produit)}}$$

Les apports en azote par les boues urbaines peuvent couvrir la totalité des besoins dans le cas des cultures de printemps. Il faut tenir compte dans le calcul des apports en azote disponible des conditions parfois optimales de minéralisation, notamment si les parcelles concernées sont irriguées (chaleur et eau).

A31 Teneur en azote total du produit organique

La teneur en azote est donnée par la ou les analyses les plus récentes du produit à recycler.¹⁴

A32 Taux de minéralisation de l'azote du produit à recycler

Il s'agit du taux de minéralisation à prendre en compte pour estimer les apports sur la culture concernée par l'épandage. Le plus souvent, il s'agit du taux de minéralisation « en première année ».

A l'exception de cas particulier où la cinétique de minéralisation sera connue, il est nécessaire de s'appuyer sur des références. A défaut de références MESE locales, les données fournies par l'ADEME pourront être utilisées¹⁵. Toute autre référence devra être justifiée.

Références ADEME sur la biodisponibilité de l'azote en année 1 (en % de la quantité épandue)

Boue compostée
10 %

Boue sèche¹⁶
25 – 40 %

Boue pâteuse¹⁷
30 – 35 %

Boue chaulée
30 – 40 %

Boue liquide¹⁸
40 – 60 %

A33 Période d'apport

L'efficacité agronomique de l'apport d'azote par le produit organique dépend grandement de la période d'épandage.

¹⁴ Dans le cas où il n'y a pas d'analyse disponible (fréquent pour les petites caves vinicoles par exemple), prendre une référence : pour les caves ; références Agence de l'eau ou MESE locale

¹⁵ ADEME fiche 2.2 dossier documentaire « Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture » janvier 2001

¹⁶ Boues sèches : > 95% MS (source : cd2E)

¹⁷ Boues pâteuses : 10 à 25 % de MS (source : cd2E)

¹⁸ Boues liquides : 3 à 10% de MS (source : cd2E)

Boues solides : 20 à 35 % MS (source : cd2E)

Afin de favoriser au mieux la valorisation de l'azote du produit organique par la culture et limiter les risques de lessivage et de volatilisation de l'azote, les épandages de boues brutes seront réalisés au plus près des semis sans toutefois risquer une éventuelle phytotoxicité liée à un excès d'azote minéral . **Un délai d'un mois maximum entre l'épandage et le semis** paraît un bon compromis entre la diminution des risques et l'organisation des chantiers d'épandage. Ce délai sera affiné selon le produit organique, la disponibilité de son azote et la culture (dynamique des besoins azotés). Les apports en azote disponible avant les cultures de printemps seront valorisés en quasi-totalité¹⁹.

Pour les épandages pratiqués avant les cultures d'hiver, on ne peut exclure en totalité une perte par lessivage et/ou volatilisation selon les conditions météorologiques. **Pour ces cultures, dans le cas de produits organiques à forte disponibilité en azote, il est préférable d'épandre sur la culture en place. Toutefois cela n'est possible qu'avec des déchets liquides²⁰.**

Dans le cas de produits où l'azote est peu disponible à très court terme (composts de boues), les risques de lessivage aux doses agronomiques, sont faibles.

Dans le cas de l'apport d'un produit résiduaire entre une culture d'hiver et une culture de printemps²¹, cet apport se fera soit avant (ou sur) une culture intermédiaire²², semée après la récolte de la culture d'hiver ; soit, en absence de culture intermédiaire, au plus près du semis de la culture de printemps (au maximum un mois avant le semis).

A noter !

- Dans tous les cas, l'apport azoté total par le PRO ne dépassera pas 250 kg N/ha tous les 2 ans, quels que soient les besoins estimés. Ce plafond vise à limiter les risques de pertes d'azote liés à la dynamique de mise à disposition de cet élément, dont la prévision reste complexe.²³ Il s'agit d'un plafond, en aucun cas d'une dose référente. Les besoins devront être estimés et justifiés selon les méthodes exposées précédemment.

A4 Evaluation des apports azotés par le produit organique

**Apports azotés par l'épandage = dose d'épandage appliquée x teneur en azote total
x taux de minéralisation de l'azote du produit**

A41 Teneur en azote total du produit organique : voir c)

A42 Taux de minéralisation de l'azote du produit : voir c)

A5 Bilan entre les apports et les besoins azotés.

**Bilan = Apports par le PRO +/- fertilisation complémentaire
– Besoins de la culture**

¹⁹ Sous réserve d'une bonne adéquation apports/besoins

²⁰ Epandage de boues pâteuses sur culture en place : fort risque de souillure sur la culture

²¹ Par exemple, rotation blé tendre / tournesol

²² Les légumineuses pures seront exclues, l'objectif étant de capter et valoriser l'azote issu du produit organique

²³ La minéralisation de l'azote organique est liée à de nombreux facteurs : certains prévisibles (conditions pédologiques, systèmes de cultures, apports organiques précédents...), d'autres plus aléatoires (conditions climatiques, pluie et températures, de la campagne culturale déterminant notamment l'activité microbienne).

Un recyclage bien conduit doit répondre a minima à deux conditions :

- le produit organique a un intérêt agronomique ; il peut ne pas en avoir pour cet élément car présent en trop faible quantité mais pour d'autres (azote, potassium, matière organique...).

- le recyclage n'est pas susceptible de provoquer une pollution (sols, eaux de surface).

A51 Apports par le PRO

Dans le cas des bilans, la prise en compte de la dose réellement éendue et des analyses les plus récentes, issues de lots concernés par les épandages étudiés, permettront d'estimer au mieux les apports réellement réalisés.

A chaque campagne, à défaut de pesée par pont bascule, la densité du déchet recyclé devra être indiquée ainsi que son mode d'obtention²⁴ afin de calculer au plus juste les quantités éendues.

A52 Fertilisation complémentaire

Le plus souvent, pour le programme prévisionnel, la fertilisation complémentaire envisagée par l'agriculteur n'est pas connue. Dans ce cas, il s'agit de vérifier que l'apport azoté par le PRO ne dépasse pas les besoins et respecte les plafonds.

Dans le cas des bilans agronomiques, la fertilisation complémentaire réalisée ou prévue par l'agriculteur recycleur sera exprimée et prise en compte.

Remarque : Pour établir des bilans complets, le bureau d'études pourra intégrer en annexe du bilan de l'année n, les informations relatives aux rendements réellement obtenus et à la fertilisation complémentaire réalisée par les agriculteurs pour les épandages de l'année n-1. Cela constituerait une nette progression dans la qualité de ces bilans.

A53 Besoins de la culture

Dans le cadre du bilan agronomique, prendre en compte les rendements réellement obtenus si la culture a été récoltée avant la rédaction du bilan.

Remarque : les déchets organiques à ISMO moyenne à faible vont tendre à stimuler la vie biologique du sol. Cette activation va accroître le potentiel de minéralisation des matières organiques du sol, et donc la libération d'azote préalablement stockée.

B. Plan de fumure pour l'évaluation de l'alimentation phosphatée

B1 Evaluation des besoins en phosphore des grandes cultures, pour la campagne culturale suivant l'épandage

**Besoins en phosphore de la culture =
Rendement moyen x exportations * coefficient COMIFER**

²⁴ Mode d'obtention de la densité

B11 Rendement moyen : comme pour l'azote

= rendement moyen selon le GREN = rendement moyen sur les 5 dernières années de la culture, en excluant le rendement maximum et le rendement minimum. Ce rendement est indiqué par l'agriculteur au bureau d'études. Ce rendement, ainsi que ses éléments de calculs, seront fournis par l'agriculteur au bureau d'études, et présentés dans les documents (plans et bilans de fumure).

En absence de cette information²⁵, ou pour vérifier sa cohérence, le rendement potentiel de références donné par le GREN²⁶ pourra se substituer au rendement moyen. Toutefois, les rendements potentiels donnés par le GREN permettent d'obtenir des résultats possibles, mais restent des « gardes fous » ; dans tous les cas on préférera les informations données par l'agriculteur.

A noter, le rendement sera très différent en conditions sèches ou irriguées : il faudra préciser ce mode de culture.

B12 Exportations

= les éléments fertilisant qui seront prélevés par la culture pour réaliser son cycle. Plusieurs références peuvent être prises : ITCF/ARVALIS, CORPEN²⁷ ou COMIFER.

B13 Coefficient COMIFER

Le COMIFER²⁸ a mis au point une méthode de raisonnement pour la fertilisation PK.²⁹ Elle repose sur quatre principaux critères : l'exigence des espèces cultivées³⁰, la teneur du sol, le passé récent de fertilisation et la restitution ou non des résidus de culture du précédent.

C'est cette méthode qui sera appliquée pour déterminer les besoins.

B14 Selon la richesse du sol

La teneur du sol en phosphore (Méthode type Joret Hebert) devra être prise en compte. La difficulté est d'estimer à partir de quel excès, il y a un risque pour le milieu. En absence de réponse claire sur ce point de la part de la recherche, les MESE PACA considèrent qu'il faut éviter l'épandage sur des parcelles contenant plus de 450 mg P205/kg de terre fine sèche (Méthode Joret Hébert).

B2 Calcul de la dose à épandre par rapport au phosphore

Pour la culture suivant l'épandage :
Dose d'épandage prévisionnelle = Besoins de la culture / (Teneur en phosphore total x VFP)

VFP = Valeur Fertilisante Phosphatée

²⁵ Culture nouvelle sur l'exploitation, changement de pratique ou de variétés...

²⁶ Voir en annexe

²⁷ Intégrées à la doctrine des Alpes de Haute Provence ; voir en annexe

²⁸ Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée

²⁹ Voir la présentation de cette méthode sur le site internet d'Arvalis : https://www.arvalis-infos.fr/le-raisonnement-de-la-fertilisation-p-k-repose-sur-quatre-criteres-@/view-240-arvarticle.html#ancree_4

³⁰ Différent des besoins

B21 Teneur en phosphore total du produit organique

La teneur en phosphore du produit organique à recycler est donnée par la ou les analyses les plus récentes du produit à recycler.³¹ A noter, la majorité du phosphore des PRO est sous forme minérale³².

B22 Valeur Fertilisante Phosphatée

La valeur fertilisante phosphatée (VFP) permet d'évaluer l'effet du PRO³³ pour l'alimentation phosphatée de la culture, en comparant la part de phosphore utilisable (Coefficient Apparent d'Utilisation) à celle d'un engrais phosphaté soluble (superphosphate triple ou monocalcique). C'est cette VFP qui permet de calculer les apports nécessaires par rapport aux besoins de la culture car les références en terme de besoins ont été établies avec des engrais phosphatés solubles.

La VFP dépend du PRO (matières premières et surtout modes de traitement³⁴) et du sol (teneur en calcaire..., teneur et dynamique de l'azote, activité biologique...). Elle est généralement élevée en sols neutres et acides³⁵. La VFP va aussi dépendre, sur le terrain, des périodes et des modes d'apport³⁶.

Sa valeur peut être obtenue en laboratoire à partir du PRO à recycler, ou le plus souvent par des références (ADEME ou MESE). La pertinence des valeurs obtenues en laboratoire sur le PRO étudié ou par les références est tempérée par l'influence du sol et des modalités d'apport.³⁷

Références sur la Valeur Fertilisante Phosphatée à court terme des PRO³⁸

Boue biologique³⁹ 94 % +/-12	Boue physico chimique 88 % +/-8	Boues digérées 75 % +/- 30	Compost de boues 73 +/-18⁴⁰ %
--	--	---	---

B23 Période d'apport

Le phosphore est un élément très peu mobile dans le sol : **l'idéal est d'apporter le phosphore au plus près des périodes de besoins de la culture, et localisé le plus près possible des racines.**⁴¹

En effet, si son apport plusieurs mois avant les besoins ne génère pas de risque de lessivage. Il peut toutefois conduire à des effets négatifs :

- le phosphore peut être entraîné par l'érosion du sol : dans ce cas, il ne sera plus disponible pour la culture et risque de polluer les eaux superficielles.

³¹ Dans le cas où il n'y a pas d'analyse disponible (fréquent pour les petites caves vinicoles par exemple), prendre une référence : pour les caves ; références Agence de l'eau ou MESE locale

³² Christian Morel, 17/04/2017, journée « Le phosphore recyclé en agriculture »

³³ PRO = Produit Organique Résiduaire

³⁴ Christian Morel, 17/04/2017, journée « Le phosphore recyclé en agriculture »

³⁵ Christian Morel, 17/04/2017, journée « Le phosphore recyclé en agriculture »

³⁶ Période d'apport par rapport à la période des besoins, localisation

³⁷ Et par les conditions expérimentales en laboratoire (Christian Morel, 17/04/2017, journée « Le phosphore recyclé en agriculture »)

³⁸ Synthèse d'un référentiel ; Christian Morel, 17/04/2017, journée « Le phosphore recyclé en agriculture »

³⁹ **On prendra 100% de VFP ; sauf en cas de valeur différente obtenue par sur le PRO à recycler**

⁴⁰ 30 à 74 % références MESE 84 en % superphosphate monocalcique (compost boues urbaines * déchets verts)

⁴¹ En absence d'une mycorhization suffisante du sol et de la culture

- Selon le sol, le phosphore passera plus ou moins vite sous une forme peu à très peu disponible pour la culture. Aussi, selon Arvalis, « il faut veiller à ne pas dépasser deux ans entre deux apports successifs *de produit phosphaté*. Sinon, le risque de baisse de disponibilité du P apporté augmente pour les cultures placées en fin de rotation. La pratique de blocage de la fumure est totalement déconseillée dans le cas de sols faiblement pourvus. On définit un sol faiblement pourvu lorsque la teneur à l'analyse est inférieure au seuil « T renforcé » de la culture⁴². Dans ce cas, un apport annuel est la seule solution pour maintenir un niveau de disponibilité suffisant dans le sol pour la plante et pour éviter toute chute de rendement. »

B3 Evaluation des apports en phosphore par le produit organique

Pour la culture suivant l'épandage :

**Apports phosphatés par l'épandage = dose d'épandage appliquée
x teneur en phosphore total x VFP**

B31 Teneur en phosphore total du produit organique : cf B21

B32 Valeur Fertilisante Phosphatée : cf B22

B4 Bilan entre les apports et les besoins phosphatés.

**Bilan = Apports par le PRO en phosphore *disponible* ⁴³+/- fertilisation complémentaire
– Besoins *de la culture***

Un recyclage bien conduit doit répondre a minima à deux conditions :

- le produit organique a un intérêt agronomique ; il peut ne pas en avoir pour cet élément car présent en trop faible quantité mais pour d'autres (azote, potassium, matière organique...).

- le recyclage n'est pas susceptible de provoquer une pollution (sols, eaux de surface).

A noter ! Dans tous les cas, l'apport en phosphore total par le PRO ne dépassera pas 250 kg P2O5/ha tous les 2 ans, même si les besoins estimés sont supérieurs. Ce plafond vise à limiter les risques d'accumulation liés à la dynamique complexe du phosphore dans le sol.⁴⁴ Il s'agit d'un plafond, en aucun cas d'une dose référente. Un apport de 250 kg de P2O5/ha devra être justifié selon les méthodes exposées précédemment. En tout état de cause, la teneur du sol en phosphore avant épandage ne devra pas dépasser 450 mg P2O5/kg de terre fine sèche (selon méthode Joret Hebert).

⁴² Selon la méthode COMIFER

⁴³ plus exactement : quantité de phosphore susceptible d'être disponible dans la solution du sol suite à l'épandage

⁴⁴ La minéralisation de l'azote organique est liée à de nombreux facteurs : certains prévisibles (conditions pédologiques, systèmes de cultures, apports organiques précédents...), d'autres plus aléatoires (conditions climatiques, pluie et températures, de la campagne culturale déterminant notamment l'activité microbienne).

NB : Les apports en phosphore tiendront compte de l'ensemble des apports en éléments fertilisants (PRO et autres fertilisants apportés par l'agriculteur).

B41 Apports par le PRO

Dans le cas des bilans, la prise en compte de la dose réellement épandue et des analyses les plus récentes, issues de lots concernés par les épandages étudiés, permettront d'estimer au mieux les apports réellement réalisés.

B42 Fertilisation complémentaire

Le plus souvent, pour le programme prévisionnel, la fertilisation complémentaire envisagée par l'agriculteur n'est pas connue. Dans ce cas, il s'agit de vérifier que la quantité de phosphore susceptible d'être disponible suite à l'épandage est cohérent avec les besoins⁴⁵ et respecte les plafonds.

Dans le cas des bilans agronomiques, la fertilisation complémentaire réalisée ou prévue par l'agriculteur recycleur sera exprimée et prise en compte.

Remarque : Pour établir des bilans complets, le bureau d'études pourra intégrer en annexe du bilan de l'année n, les informations relatives aux rendements réellement obtenus et à la fertilisation complémentaire réalisée par les agriculteurs pour les épandages de l'année n-1. Cela constituerait une nette progression dans la qualité de ces bilans.

B43 Besoins de la culture

Dans le cadre du bilan agronomique, prendre en compte les rendements réellement obtenus si la culture a été récoltée avant la rédaction du bilan.

Dans le cas où l'apport en phosphore total dépasse les besoins de la culture en première année, il sera comparé aux besoins de la rotation sur 2 ans. Il faut que l'apport en phosphore total de l'année 1 ne dépasse pas les besoins de la rotation sur 2 cultures (année n de l'apport + année n+1).

$$\text{Bilan} = \text{Apports par le PRO en phosphore total} \pm \text{fertilisation complémentaire} \\ - \text{Besoins de la rotation}^{46}$$

C. Plan de fumure pour l'évaluation de l'alimentation potassique

C1 Evaluation des besoins en potassium des grandes cultures

$$\text{Besoins en potassium de la culture} = \\ \text{Rendement moyen} \times \text{exportations} \times \text{coefficient COMIFER}$$

⁴⁵ La cohérence sera appréciée par la MESE

⁴⁶ Année n de l'apport + année n+1

C11 Rendement moyen : comme pour l'azote et le phosphore

= rendement moyen selon le GREN = rendement moyen sur les 5 dernières années de la culture, en excluant le rendement maximum et le rendement minimum. Ce rendement est indiqué par l'agriculteur au bureau d'études. Ce rendement, ainsi que ses éléments de calculs, seront fournis par l'agriculteur au bureau d'études, et présentés dans les documents (plans et bilans de fumure).

En absence de cette information⁴⁷, ou pour vérifier sa cohérence, le rendement potentiel de références donné par le GREN⁴⁸ pourra se substituer au rendement moyen. Toutefois, les rendements potentiels donnés par le GREN permettent d'obtenir des résultats possibles, mais restent des « gardes fous » ; dans tous les cas on préférera les informations données par l'agriculteur.

A noter, le rendement sera très différent en conditions sèches ou irriguées : il faudra préciser ce mode de culture.

C12 Exportations

= les éléments fertilisant qui seront prélevés par la culture pour réaliser son cycle. Plusieurs références peuvent être prises : ITCF/ARVALIS, CORPEN⁴⁹ ou COMIFER.

C13 Coefficient COMIFER

Le COMIFER⁵⁰ a mis au point une méthode de raisonnement pour la fertilisation PK.⁵¹ Elle repose sur quatre principaux critères : l'exigence des espèces cultivées⁵², la teneur du sol, le passé récent de fertilisation et la restitution ou non des résidus de culture du précédent.

C'est cette méthode qui sera appliquée pour déterminer les besoins.

C14 Selon la richesse du sol

Il est indispensable de tenir compte de la richesse initiale du sol en potassium. La qualification du niveau de potassium d'un sol en « riche ou très riche » dépend de plusieurs paramètres dont la capacité d'échanges cationiques du sol. En absence d'autres éléments, on se fiera à l'appréciation du laboratoire pour juger la pertinence et définir la stratégie à adopter pour les apports en potassium par l'épandage.

C2 Calcul de la dose à épandre par rapport au potassium

$$\text{Dose d'épandage prévisionnelle} = \text{Besoins de la culture} / (\text{Teneur en potassium total} * \text{VFP}^{53})$$

C21 Teneur en potassium total du produit organique

La teneur en potassium est donnée par la ou les analyses les plus récentes du produit à recycler.⁵⁴

⁴⁷ Culture nouvelle sur l'exploitation, changement de pratique ou de variétés...

⁴⁸ Voir en annexe

⁴⁹ Intégrées à la doctrine des Alpes de Haute Provence ; voir en annexe

⁵⁰ Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée

⁵¹ Voir la présentation de cette méthode sur le site internet d'Arvalis : https://www.arvalis-infos.fr/le-raisonnement-de-la-fertilisation-p-k-repose-sur-quatre-criteres-@/view-240-arvarticle.html#ancree_4

⁵² Différent des besoins

⁵³ = 100%

⁵⁴ Dans le cas où il n'y a pas d'analyse disponible (fréquent pour les petites caves vinicoles par exemple), prendre une référence : pour les caves ; références Agence de l'eau ou MESE locale

C22 Valeur Fertilisante Potassique VFP

On considère que la totalité du potassium apporté par le produit organique sera disponible pour la culture. La VFP est estimée à 100%.

C3 Evaluation des apports en potassium par le produit organique

Pour la culture suivant l'épandage :

**Apports potassiques par l'épandage = dose d'épandage appliquée
x (teneur en potassium total x VFP)**

C31 Teneur en potassium total du produit organique : cf C21

C32 Valeur Fertilisante Potassique = 100 %

C4 Bilan entre les apports et les besoins potassiques.

**Bilan = Apports par le PRO en potassium +/- fertilisation complémentaire
– Besoins de la culture**

Le premier enjeu est de vérifier que le produit organique a un intérêt agronomique ; il peut ne pas en avoir pour cet élément si présent en trop faible quantité mais pour d'autres (azote, phosphore, matière organique...).

Le second enjeu est de vérifier que le recyclage n'est pas susceptible de provoquer une pollution (sols, eaux de surface).

NB : Dans la mesure du possible, les apports en potassium tiendront compte de l'ensemble des apports en éléments fertilisants (PRO et autres fertilisants apportés par l'agriculteur).

C41 Apports par le PRO

Dans le cas des bilans, la prise en compte de la dose réellement épandue et des analyses les plus récentes, si possible du lot concerné permettront d'estimer au mieux les apports réellement réalisés.

C42 Fertilisation complémentaire

Le plus souvent, pour le programme prévisionnel, la fertilisation complémentaire envisagée par l'agriculteur n'est pas connue. Dans ce cas, il s'agit de vérifier que la quantité de potassium apportée ne dépasse pas les besoins et respecte les plafonds.

Dans le cas des bilans agronomiques, la fertilisation complémentaire réalisée ou prévue par l'agriculteur recycleur sera exprimée et prise en compte.

Remarque : Pour établir des bilans complets, le bureau d'études pourra intégrer en annexe du bilan de l'année n, les informations relatives aux rendements réellement obtenus et à la fertilisation complémentaire réalisée par les agriculteurs pour les épandages de l'année n-1. Cela constituerait une nette progression dans la qualité de ces bilans.

C43 Besoins de la culture

Dans le cadre du bilan agronomique, prendre en compte les rendements réellement obtenus si la culture a été récoltée avant la rédaction du bilan.

Dans le cas où les apports en potassium totaux dépassent les besoins de la culture en première année, ils seront comparés aux besoins de la rotation sur 2 ans. Il faut que les apports en potassium total de l'année 1 ne dépassent pas les besoins de la rotation (année n de l'apport + année n+1).

$$\text{Bilan} = \text{Apports par le PRO en potassium total} \pm \text{fertilisation complémentaire} \\ - \text{Besoins de la rotation}^{55}$$

⁵⁵ Année n de l'apport + année n+1

Annexes

Liste des principales ressources bibliographiques
Arrêté GREN PACA 2017
Doctrines des Alpes de Haute Provence

Liste des principales ressources bibliographiques

ADEME, 2001 – Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture
Chambres d'agriculture de Bretagne, Réaliser un bon plan de fumure et un cahier de fertilisation
ADEME, 2018 – Matières fertilisantes organiques : gestion et épandage
Alliance, 2016 – Approche sanitaire de l'épandage des boues d'épuration
ARVALIS, 18/06/2013 Narbonne – Prise en compte des produits résiduels organiques dans la fertilisation PK
ARVALIS Institut de l'élevage, 2009 – Teneurs seuils PK par type de sol ; Compléments au recueil de fiches "Les doses et les teneurs-seuils par région" (1995)
ARVALIS, Les essentiels d'ARVALIS : Quels sont les effets azote des produits résiduels organiques à court terme sur la culture réceptrice
Chambre d'agriculture de Vaucluse, 2019 - Directive nitrate Programme d'actions Vaucluse 2019
COMIFER, 1995 - Aide au diagnostic et à la prescription de la fertilisation phosphatée et potassique des grandes cultures
COMIFER Groupe azote, 2013 – Calcul de la fertilisation azotée Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales Cultures annuelles et prairies
COMIFER, 2019 - Fertilisation P-K-Mg les bases du raisonnement
Colmar 27 novembre 2007, Journées techniques Retour au sol des produits organiques résiduels
Esco 2014 - « Matières fertilisantes d'origine résiduelle »
MESE d'Occitanie, 2018- Référentiel N, P2O5, K2O Modalités de raisonnement des doses prévisionnelles en N, P2O5, K2O pour les boues et composts de boues urbaines ; cahier de culture Céréales
MESE d'Occitanie, 2018- Référentiel N, P2O5, K2O Modalités de raisonnement des doses prévisionnelles en N, P2O5, K2O pour les boues et composts de boues urbaines ; cahier de culture Colza
MESE d'Occitanie, 2018- Référentiel N, P2O5, K2O Modalités de raisonnement des doses prévisionnelles en N, P2O5, K2O pour les boues et composts de boues urbaines ; cahier de culture Tournesol
MESE d'Occitanie, 2018- Référentiel N, P2O5, K2O Modalités de raisonnement des doses prévisionnelles en N, P2O5, K2O pour les boues et composts de boues urbaines ; cahier de culture Sorgho
MESE d'Occitanie, 2018- Référentiel N, P2O5, K2O Modalités de raisonnement des doses prévisionnelles en N, P2O5, K2O pour les boues et composts de boues urbaines ; cahier de culture Maïs



PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement
Direction régionale de l'alimentation,
de l'agriculture et de la forêt

ARRETE DU 10 NOV. 2017

« établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée
pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur »

Le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur,
Préfet de la zone de défense et de sécurité Sud,
Préfet des Bouches-du-Rhône

VU le code de l'environnement, notamment ses articles R.211-80 et suivants,

VU l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole,

VU l'arrêté du 23 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole,

VU l'arrêté du 11 octobre 2016 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole

VU l'arrêté préfectoral du 14 juin 2013 portant création du Groupe Régional d'Expertise Nitrates (GREN) pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur,

CONSIDERANT les propositions du GREN en date du 7 juin 2017,

SUR proposition de la directrice régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement et du directeur régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt,

ARRETE

ARTICLE 1 - Objet et champ d'application

Le présent arrêté fixe le référentiel régional mentionné au b du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. Ce référentiel permet de calculer, pour chaque îlot cultural situé dans la zone vulnérable de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture. Selon la culture, le présent référentiel peut préconiser l'utilisation de la méthode du bilan prévisionnel, de l'équation simplifiée ou encore le recours à une dose plafond. L'annexe 1 liste les cultures présentes dans les zones vulnérables de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, et indique pour chacune d'entre elles la méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à utiliser.

Conformément à l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, le calcul, pour chaque îlot cultural localisé en zone vulnérable, de la dose prévisionnelle selon les règles du présent arrêté et de ses annexes est obligatoire pour tout apport de fertilisant azoté.

Le détail du calcul n'est pas exigé pour les cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN), pour les cultures dérobées ne recevant pas d'apport de fertilisant azoté de type III et pour les cultures recevant une quantité d'azote total inférieure à 50 kg par hectare.

ARTICLE 2 - Cultures avec bilan prévisionnel ou avec équation simplifiée

1° - Pour les cultures de blé dur, blé tendre, orge, triticale, seigle, avoine, petit épeautre, grand épeautre, des zones vulnérables de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture s'appuie directement sur la méthode du bilan prévisionnel. L'annexe 2 fixe l'écriture opérationnelle de la méthode de calcul à utiliser pour ces cultures, ainsi que les valeurs par défaut nécessaires à son paramétrage.

2° - Pour les cultures de colza, maïs, sorgho, pommier, poirier, actinidia, abricotier, cerisier, pêcher, prunier, olivier, châtaignier, amandier, noyer, noisetier, artichaut, aubergine, carotte, céleri, chou fleur, concombre, courgette, fenouil, laitue, melon, oignon, poireau, poivron, pomme de terre, radis et de tomate de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture s'appuie sur une équation simplifiée fonction du rendement prévisionnel. L'annexe 3 fixe les équations simplifiées à utiliser pour chacune de ces cultures. La dose ainsi calculée est exprimée en azote efficace.

3° - Conformément au c) du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, dès lors que l'application des référentiels établis en annexe du présent arrêté requiert la fixation d'un objectif de rendement, celui-ci est égal à la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture ou la prairie considérée, pour des conditions comparables de sol, au cours des cinq dernières années, en excluant la valeur maximale et la valeur minimale. Les cinq dernières années s'entendent comme les cinq dernières campagnes culturales successives, sans interruption.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour les dissocier par type de sol (moins de cinq valeurs pour une condition de sol et de culture), le rendement moyen sur l'exploitation au cours des cinq dernières années, également calculé en excluant la valeur maximale et la valeur minimale, est utilisé en lieu et place de ces références.

S'il manque une référence pour une des cinq dernières années, il est possible de remonter à la sixième année, et de procéder à la moyenne selon les mêmes règles (exclusion des extrêmes).

Dans tous les cas l'agriculteur devra être à même de justifier de la pertinence des valeurs de rendement qu'il aura utilisées et présenter les documents correspondants.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul selon le paragraphe précédent, les valeurs par défaut figurant dans l'annexe 6 du présent arrêté sont utilisées en lieu et place de ces références.

ARTICLE 3 – Cultures avec dose plafond

Pour les cultures non mentionnées aux 1° et 2° de l'article 2, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture ne peut pas dépasser une dose plafond. L'annexe 4 fixe cette valeur plafond, exprimée en azote efficace, pour chacune de ces cultures.

ARTICLE 4 – Quantité d'azote issu des produits organiques disponibles l'année de l'apport

Les quantités d'azote issu des produits organiques disponibles l'année de l'apport pour les principaux fertilisants azotés organiques figurent en annexe 5. Ces données sont utilisées pour calculer la quantité d'azote efficace apportée.

Les valeurs de quantités d'azote issu des produits organiques disponibles l'année de l'apport figurant en annexe 5 peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une mesure ou une modélisation spécifique au fertilisant utilisé, et réalisée pour des conditions équivalentes de production du fertilisant.

ARTICLE 5 – Fournitures d'azote par le sol et azote apporté par l'eau d'irrigation

1° - Les valeurs de fourniture d'azote par les sols figurant dans l'annexe 2 du présent arrêté peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une analyse correspondant à l'ilot cultural considéré ou à un îlot présentant des caractéristiques comparables de sol et d'histoire culturale.

2° - La valeur de fourniture d'azote par l'eau d'irrigation figurant dans les annexes 2 à 4 du présent arrêté peut être adaptée au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une analyse effectuée sur la ressource en eau.

ARTICLE 6 – Recours à des outils de calcul de dose prévisionnelle

Les méthodes de calcul utilisées ne peuvent différer de celles figurant en annexe qu'à condition que l'exploitant utilise un outil de calcul de la dose prévisionnelle. Pour les cultures relevant de l'article 3 du présent arrêté, la dose prévisionnelle ne peut être supérieure à la dose plafond fixée par l'arrêté qu'à condition que l'exploitant utilise un outil de calcul de la dose prévisionnelle.

L'outil utilisé doit être conforme à la méthode du bilan prévisionnel telle que développée par le Comité français d'études et de développement de la fertilisation raisonnée (COMIFER). Lorsque le paramétrage de l'outil requiert la réalisation de mesures ou d'analyses propres à l'exploitation, ces mesures et/ou analyses doivent être tenues à disposition de l'administration.

ARTICLE 7 – Obligation d'analyse de sol

L'analyse de sol annuelle mentionnée au c) du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, est obligatoire pour toute personne exploitant plus de 3 ha en zone vulnérable. La profondeur de l'analyse de sol est de 60 cm, ou la profondeur maximale dans l'hypothèse où celle-ci n'atteint pas 60 cm. Pour les cultures de blé dur, blé tendre, orge, triticale, seigle, avoine, petit épeautre, grand épeautre, maïs, et de sorgho, elle correspond à une mesure du stock d'azote minéral du sol avant la plantation ou en début de cycle cultural.

Pour le colza, l'analyse de sol correspond à une mesure du stock d'azote minéral du sol en sortie d'hiver.

Les modalités d'acceptation d'une analyse de sol type Nitra-test figurent en annexe 7 du présent arrêté.

ARTICLE 8 - Ajustement de la dose prévisionnelle

Conformément au 2° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, il est recommandé d'ajuster la dose prévisionnelle précédemment calculée au cours du cycle de la culture en fonction de l'état de nutrition azotée mesurée par un outil de pilotage ou par une méthode de raisonnement dynamique.

ARTICLE 9 - Dépassement de la dose totale prévisionnelle

Conformément au 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié susvisé, tout apport d'azote réalisé supérieur à la dose totale prévisionnelle calculée selon les règles énoncées dans le présent arrêté doit être dûment justifié par l'utilisation d'un outil de raisonnement dynamique ou de pilotage de la fertilisation, ou 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, comprenant notamment leur nature et leur date .

ARTICLE 10 - Plan de fumure

Le plan de fumure doit être établi pour chaque îlot cultural exploité en zone vulnérable, qu'il reçoive ou non des fertilisants. Il est exigible à compter de l'implantation de la culture.

ARTICLE 11 - Entrée en vigueur

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur dès sa publication.

Le présent arrêté annule et remplace l'arrêté n°2014203-0002 du 22 juillet 2014 établissant le référentiel régional de la mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Le présent référentiel est actualisable au vu du travail du groupe régional d'expertise «nitrates» et pour tenir compte de l'avancée des connaissances techniques et scientifiques.

ARTICLE 12 - Exécution

Le secrétaire général pour les affaires régionales, la directrice régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement et le directeur régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt, les préfets de département sont chargés chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de région.

À Marseille, le 17 0 NOV. 2017

Pour le préfet,
Le secrétaire général pour les affaires régionales

Thierry QUEFFELEC

Annexe 1 : Récapitulatif des méthodes de calcul de la dose prévisionnelle à utiliser pour chacune des cultures des zones vulnérables de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Cultures	Méthode	Annexe de référence
Blé dur	Bilan	2
Blé tendre	Bilan	2
Orge	Bilan	2
Avoine	Bilan	2
Petit épeautre	Bilan	2
Grand épeautre	Bilan	2
Seigle	Bilan	2
Triticale	Bilan	2
Colza	Equation simplifiée	3
Maïs	Equation simplifiée	3
Sorgho	Equation simplifiée	3
Pommier	Equation simplifiée	3
Poirier	Equation simplifiée	3
Actinidia	Equation simplifiée	3
Abricotier	Equation simplifiée	3
Cerisier	Equation simplifiée	3
Pêcher	Equation simplifiée	3
Prunier	Equation simplifiée	3
Olivier	Equation simplifiée	3
Amandier	Equation simplifiée	3
Châtaignier	Equation simplifiée	3
Noisetier	Equation simplifiée	3
Noyer	Equation simplifiée	3
Artichaut	Equation simplifiée	3
Aubergine plein champ	Equation simplifiée	3
Aubergine abri	Equation simplifiée	3
Carotte	Equation simplifiée	3
Céleri	Equation simplifiée	3
Chou Fleur	Equation simplifiée	3
Concombre	Equation simplifiée	3
Courgette abri	Equation simplifiée	3
Courgette plein champ	Equation simplifiée	3
Fenouil	Equation simplifiée	3
Laitue abri	Equation simplifiée	3
Melon	Equation simplifiée	3
Oignon	Equation simplifiée	3
Poireau	Equation simplifiée	3
Poivron	Equation simplifiée	3
Pomme de terre plein champ	Equation simplifiée	3
Radis abri	Equation simplifiée	3
Tomate abri	Equation simplifiée	3
Tomate plein champ	Equation simplifiée	3
Tournesol	Plafond	4

Prairies	Plafond	4
Vigne	Plafond	4
Vignes mères, pépinières	Plafond	4
Raisin de table	Plafond	4
Jeunes vergers	Plafond	4
Figuier	Plafond	4
Asperge	Plafond	4
Ail plein champ	Plafond	4
Betterave	Plafond	4
Chicorée abri	Plafond	4
Chicorée plein champ	Plafond	4
Fraise abri	Plafond	4
Haricots plein champ	Plafond	4
Navet plein champ	Plafond	4
Estragon	Plafond	4
Immortelle	Plafond	4
Lavandin	Plafond	4
Pépinières lavandin	Plafond	4
Origan	Plafond	4
Romarin	Plafond	4
Rose centifolia	Plafond	4
Sariette	Plafond	4
Sauge sclarée	Plafond	4
Fenouil amer	Plafond	4
Thym pour herboristerie	Plafond	4
Horticulture		
Renoncules	Plafond	4
Anémones	Plafond	4
Tulipes coupées	Plafond	4
Mufliers	Plafond	4
Lisianthus	Plafond	4
Hélianthus	Plafond	4
Célosie	Plafond	4
Tulipes tirées	Plafond	4
Lys	Plafond	4
Glaïeul	Plafond	4
Chrysanthème	Plafond	4
Choux d'ornement	Plafond	4
Freesia	Plafond	4
Giroflée	Plafond	4
Ail d'ornement	Plafond	4
Iris	Plafond	4
Pivoines	Plafond	4
Strelitzia	Plafond	4
Alstroéméria	Plafond	4
Agapanthe	Plafond	4
Oeillet Multiflore	Plafond	4
Arum	Plafond	4
Narcisse	Plafond	4

Annexe 2 : méthode de calcul de la dose prévisionnelle s'appuyant sur l'équation du bilan

1. Cultures concernées (en référence à l'annexe 1) : avoine, blé dur, blé tendre, petit épeautre, grand épeautre, orge, seigle et triticale

2. Equation du bilan :

Dose totale d'azote efficace à apporter (en kgN/ha) = $(80 \text{ kgN/ha} - N_{DH}) + C \cdot x R_{Agri}$.

► **R_{Agri} est le rendement objectif, il est établi conformément au 3° de l'article 2 du présent arrêté. Il est exprimé en q/ha.**

► **C est le coefficient de production de l'azote, il est exprimé en kg N/q:**

- 3 pour le blé dur (teneur en protéines visée = 14%) et le petit épeautre;
- 2.6 pour le blé tendre panifiable (teneur en protéines visée = 12%) et le grand épeautre;
- 2.2 pour l'orge (teneur en protéines visée = 10.5%), l'avoine, le seigle et le triticale.

► **N_{DH} est l'azote du sol disponible en début de croissance, (azote nitrique mesuré sur 60 cm), au stade 3 feuilles ; c'est un reliquat en début d'hiver. Il est exprimé en kg N/ha**

Il varie avec le précédent cultural, son bilan azoté (azote apporté/rendement) et la pluviométrie de l'automne. En l'absence d'une analyse de sol du reliquat en début d'hiver, on prendra $N_{DH} = 40 \text{ u/ha}$.

► **La dose totale d'azote efficace à apporter, exprimée en kg N /ha, couvre tous les types d'apport d'azote, qu'il s'agisse d'apports d'engrais minéraux, d'apports de fertilisants organiques, ou encore des apports d'azote par irrigation (selon les teneurs en nitrates).**

Dose totale d'azote efficace à apporter (en kgN/ha) = $X + X_a + N_{irr}$

- X = Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse (en kg N/ha)
- X_a = Azote apporté par des fertilisants organiques qui est disponible pour la culture l'année de l'apport : $X_a = N_{pro} \times Q$

N_{pro} : Nombre d'unités d'azote du produit organique disponibles la première année (en kg N / T ou m3 de produit brut). Les valeurs par défaut de N_{pro} pour les principaux fertilisants organiques sont fixées en annexe 5

Q : Volume ou masse épandue à l'hectare (T ou m3/ha)

- N_{irr} = azote apporté par l'eau d'irrigation.

Si la culture n'est pas irriguée, $N_{irr} = 0$

Si la culture est irriguée, $N_{irr} = 5 \text{ kg N/ha}$ au-delà de 100 mm

$= 10 \text{ kg N/ha}$ au-delà de 200 mm

L'exploitant pourra également recourir à une analyse d'eau et calculer alors la dose d'azote apportée par l'irrigation en application de la formule suivante :

$N_{irr} = \text{quantité d'eau apportée en mm/100} \times \text{concentration de l'eau en nitrates (mg NO}_3^-/\text{l})/4,43$

Par conséquent,

Dose totale à apporter sous forme d'engrais minéral de synthèse (X) (en kgN/ha) = $(80 \text{ kgN/ha} - N_{DH} - X_a - N_{irr}) + C \cdot x R_{Agri}$.
--

BILAN PREVISIONNEL : FRACTIONNEMENT et RE-AJUSTEMENT DU POTENTIEL

Règle ① Dose totale = $80 \text{ u} - N_{\text{DH}} + C. \times R_{\text{Agri}}$.

Pour passer sa commande d'azote, en morte saison, on peut prendre $N_{\text{DH}} = 40 \text{ u.}$, niveau moyen minimal les années à reliquats bas.

On commandera donc pour chaque hectare de blé dur : $40 \text{ u.} + 3 \times \text{Rendement moyen de l'exploitation}$.

Règle ② Fractionner la Dose totale :

Fractionnement prévisionnel				
	1	2	3	4
	2-3 feuilles	Fin tallage	1-2 nœuds	Fin montaison
Blé dur, blé tendre améliorant	80 u - N_{DH}	1 u/q	1 u/q	1 u/q
Blé tendre panifiable		1 u/q	1 u/q	0.6 u/q
Blé et Orge fourragers, avoine, triticale		1 u/q	1 u/q	

Ces 2 apports peuvent être cumulés si la dose à apporter ne dépasse pas 100 u. et que son efficacité attendue est élevée.

Le fractionnement a pour objectif :

- D'accompagner la céréale dans sa croissance en évitant des apports trop élevés ;
- De pouvoir ajuster à la hausse ou à la baisse les quantités d'azote, notamment lors de l'apport de fin montaison afin de s'adapter au potentiel permis par le climat de l'année ;
- D'assurer la teneur en protéines demandée par le marché pour le blé dur et les blés tendres à destination de la meunerie.

Stades d'apport :

1- Pour le tallage : à apporter dès 2-3 feuilles, stade auquel la carence est la plus pénalisante.

Si N_{DH} est supérieur à 80, cet apport doit être nul et l'excédent d'azote disponible (unités au-dessus de 80) vient en réduction de l'apport suivant.

2 & 3- Pour la montaison. Le début de la montaison correspond souvent avec une période de climat sec en région méditerranéenne (février – mars). L'important est de positionner ces apports avant une pluie pour assurer l'efficacité de l'engrais.

Lorsque le potentiel de rendement est élevé (60 q/ha et plus), il est préférable d'apporter l'azote en 2 fois à 3 – 4 semaines d'écart pour mieux accompagner la croissance et éviter d'apporter une dose élevée (> 100 u.) d'un coup.

Lorsque le potentiel de rendement est faible, ces 2 apports 2 & 3 seront cumulés.

4- Pour ajuster l'azote au potentiel de l'année. Le climat de fin avril – début mai est généralement marqué par un retour de pluies qui assure à ce dernier apport une efficacité élevée.

REAJUSTEMENT en cours d'ANNEE

En début d'hiver, en fonction de l'azote disponible dans le sol

N_{DH} est l'Azote nitrique présent dans le sol sur 60 cm en début d'hiver (fin novembre – début décembre)

Si $N_{DH} < 60$ u. : l'apport à 2-3 feuilles est nécessaire pour le tallage et la croissance racinaire.

Si $60 \text{ u.} < N_{DH} < 80 \text{ u.}$: l'apport dès 3 feuilles n'est pas indispensable ; et il serait faible (10 à 20 u).

○ blé précoce et bien implanté : pas d'apport à 3 feuilles mais avancez l'apport suivant de 2-3 semaines et ajoutez 10 – 20 u.

○ blé tardif ou mal implanté : apportez 40 u. pour faire démarrer la culture et réduisez l'apport suivant.

Si $N_{DH} > 80$ u. : l'apport à 3 feuilles est nul et l'apport suivant est réduit des unités au-delà de 80.

Surtout pas d'azote sur des blés risquant l'excès de végétation; cela pénalise le rendement.

En fin d'hiver, en fonction de l'azote disponible dans le sol

Lorsque le reliquat azoté n'a pu être mesuré en début d'hiver ou qu'il doit être révisé à la baisse (pluies), il peut être mesuré en sortie d'hiver (fin janvier à mi-février). N_{SH} est l'Azote nitrique présent dans le sol sur 60 cm à cette époque.

L'azote restant à apporter se calcule alors ainsi :

Dose restant à apporter = $(30 \text{ u} - N_{SH} - \text{Azote déjà apporté}) + C. \times R_{Agri}$.

Pendant la montaison, en fonction du potentiel de rendement ré-ajusté

Avant chaque apport, et surtout avant le dernier, le rendement peut être revu, à la hausse ou à la baisse.

Une révision du rendement de 10 q/ha (en + ou en –) entraîne **une adaptation de la dose d'azote**

de $C \times 10 = 30 \text{ u/ha}$ pour le blé dur (26 u. pour le blé tendre, 22 unités pour l'orge) dans le même sens.

- Adaptation de la dose totale lors du 3^{ème} apport exemple pour le blé dur

N_{DH} (u/ha)	Dose totale normale = $3 \times R_{Agri} + 80 - N_{DH}$			
40	40 u	2 u/q		1 u/q
Rendement espéré, R_{Agri} , en début de montaison = 45 q/ha				
40	40 u	90 u		45 u
Rendement revu à la hausse fin montaison = 55 q/ha				
40	40	90		75 u
Rendement revu à la baisse fin montaison = 35 q/ha				
40	40	90		15 u
	3 feuilles	épi 1cm	2 noeuds	Dern.feuille

Estimer le rendement probable en fin de montaison est le point délicat de toute méthode d'ajustement de la fertilisation azotée. Cette ré-estimation est cruciale dans la région où l'écart de potentiel entre bonne et mauvaise année va du simple au double (25 à 50 q/ha)

pour un blé au sec). Une méthode pratique pour réaliser cette estimation a été mise au point par Arvalis

2 niveaux d'information pour le ré-ajustement du potentiel de rendement :

Niveau « territoire » : une information globale sur le potentiel climatique de l'année calculée par Arvalis et publiée dans le BSV blé dur (Bulletin de Santé du Végétal), le message ABDD, des bulletins territoriaux comme « Regain » (Plateau de Valensole)

Niveau « parcelle » : un réajustement à la parcelle réalisé par l'agriculteur et/ou son conseiller technique.

Annexe 3 : méthode de calcul de la dose prévisionnelle s'appuyant sur une équation simplifiée

1. Cultures concernées (en référence à l'annexe 1) : colza, maïs, sorgho, (sauf semences pour ces trois cultures), pommier, poirier, actinidia, abricotier, cerisier, pêcher, prunier, olivier, châtaignier, amandier, noyer, noisetier, artichaut, aubergine, carotte, céleri, chou-fleur, concombre, courgette, fenouil, laitue, melon, oignon, poireau, poivron, pomme de terre, radis, tomate

2. Règles de calcul de la dose prévisionnelle :

Dose totale X à apporter sous forme d'engrais minéral de synthèse (en kgN/ha)

✓ Pour le colza, le maïs et le sorgho :

$$X = (a \cdot Rdt + b) - Xa - N_{irr} - R_{SH}$$

✓ Pour les autres grands types de cultures :

$$X = (a \cdot Rdt + b) - Xa - N_{irr}$$

Avec :

a * Rdt + b = La dose totale d'azote efficace à apporter est fonction du rendement objectif de la culture. Il est estimé conformément aux règles fixées par le 3° de l'article 2. Les références pour chaque culture sont données dans les tableaux suivants.

Xa = Azote apporté par des fertilisants organiques, disponible pour la culture l'année de l'apport : $Xa = N_{pro} \times Q$

N_{pro} : Nombre d'unités d'azote du produit organique disponibles la première année (en kg N / T ou m3 de produit brut). Les valeurs par défaut de N_{pro} pour les principaux fertilisants organiques sont fixées en annexe 5

Q : Volume ou masse épanchée à l'hectare (T ou m3/ha)

N_{irr} = azote apporté par l'eau d'irrigation.

Si la culture n'est pas irriguée, **N_{irr}** = 0

Si la culture est irriguée, **N_{irr}** = 5kg N/ha au-delà de 100 mm

= 10 kg N/ha au-delà de 200 mm

L'exploitant pourra également recourir à une analyse d'eau et calculer alors la dose d'azote apportée par l'irrigation en application de la formule suivante :

*N_{irr} = quantité d'eau apportée en mm/100 * concentration de l'eau en nitrates (mg NO₃ /l)/4,43*

R_{SH} (Reliquat sortie hiver) = azote nitrique contenu dans un horizon du sol sur 60 cm. Il est exprimé en kg N/ha.

Si aucune analyse de reliquat sortie hiver n'a été faite, **R_{SH}** sera pris égal à 30 kg N/ha.

3. Dose totale d'azote efficace à prendre en compte pour les différentes espèces :

3.1. Grandes cultures (hors semences) :

Espèces	Dose totale azote efficace en kg N/ha	Potentiel rendement (q/ha)*
Colza d'hiver	$= 6 * Rdt$	10 à 35
Maïs grain sec	$= 2,2 * Rdt$	60 à 115
Maïs grain irrigué	$= 2,2 * Rdt$	100 à 150
Sorgho grain	$= 2,2 * Rdt$	40 à 100

**Les potentiels de rendements sont donnés à titre indicatif.*

3.2. Arboriculture : vergers en production

Types	Espèces	Age du verger	Dose totale azote efficace en kg N/ha	Potentiel de rendement (t/ ha)*
Fruits pépins	Pommier	à partir de la 3 ^{ème} feuille	$= 0.6 * Rdt + 80$	30 à 50
	Poirier	à partir de la 4 ^{ème} feuille	$= 0.7 * Rdt + 80$	20 à 50
	Actinidia (Kiwi)	à partir de la 5 ^{ème} feuille	$= 1.4 * Rdt + 90$	15 à 50
Fruits noyaux	Abricotier	à partir de la 4 ^{ème} feuille	$= 1.2 * Rdt + 90$	5 à 40
	Cerisier	à partir de la 5 ^{ème} feuille	$= 1.3 * Rdt + 90$	5 à 20
		Associations peu vigoureuses	$= 2.5 * Rdt + 90$	5 à 20
	Pêcher	à partir de la 4 ^{ème} feuille	$= 1.3 * Rdt + 90$	10 à 70
	Prunier	à partir de la 5 ^{ème} feuille	$= 0.9 * Rdt + 90$	10 à 40
	Olivier	à partir de la 4 ^{ème} feuille	$= 10 * Rdt + 30$	2 à 8
Fruits coques	Châtaignier	à partir de la 7 ^{ème} feuille	$= 5 * Rdt + 90$	1 à 5
	Noisetier	à partir de la 6 ^{ème} feuille	$13.5 * Rdt + 70$	3 à 4
	Noyer	à partir de la 6 ^{ème} feuille	$= 10 * Rdt + 90$	1 à 5
	Amandier	à partir de la 5 ^{ème} feuille	$= 15 * Rdt + 40$	3 à 4 (coques)

**Les potentiels de rendements sont donnés à titre indicatif.*

3.3 Maraîchage : références pour 16 espèces

Espèces	Potentiel de rendement (t/ha sauf mention spécifique)*	Dose totale azote efficace en kg N/ha
Artichaut	10-25	= 14 * Rdt
Aubergine plein champ	25-60	= 2,3 * Rdt + 63
Aubergine sous abri	50-150	= 1,6 * Rdt + 20
Carotte	50-90	= 2 * Rdt
Céleri rave	50-80	= 3,3 * Rdt - 7
Chou-fleur été	23000-24000 plants/ha	= 0,02 * Rdt - 140
Chou-fleur automne	12000-14000 plants/ha	= 0,02 * Rdt - 30
Chou-fleur hiver	11000-12000 plants/ha	= 0,05 * Rdt - 300
Concombre	100 – 225	= 1,6 * Rdt - 10
Courgette sous abri	60-100	= 2,5 * Rdt + 50
Courgette plein champ	30-50	= 2 * Rdt + 40
Fenouil	40-60	= 3 * Rdt + 60
Laitue sous abri	40-85	= 1,7 * Rdt + 3
Melon	20-40	= 1,5 * Rdt + 60
Oignon	70-90	= 1,5 * Rdt + 15
Poireau	50-80	= 3,2 * Rdt + 2
Poivron sous abri	50-120	= 2 * Rdt + 20
Pomme de terre primeur plein champ	20-50	= 2,5 * Rdt + 50
Radis sous abri	20-40	= 3 * Rdt
Tomate sous abri	100-250	= 2 * Rdt
Tomate plein champ	60-120	= 2 * Rdt

**Les potentiels de rendements sont donnés à titre indicatif.*

Annexe 4 : Dose prévisionnelle basée sur des doses plafond

1. Cultures concernées : Se référer à l'annexe 1
2. La dose plafond indiquée ci-dessous (exprimée en kg N efficace/ha), couvre tous les types d'apport d'azote, qu'il s'agisse d'apports d'engrais minéraux, de fertilisants organiques, ou encore d'azote contenu dans l'eau d'irrigation (selon teneurs en nitrates).

$$\text{Dose plafond} > X + X_a + N_{\text{irr}}$$

Avec :

X = Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse (en kg N/ha)

X_a = Azote apporté par des fertilisants organiques qui est disponible pour la culture l'année de l'apport, $X_a = N_{\text{pro}} \times Q$

N_{pro} : Nombre d'unités d'azote du produit organique disponibles la première année (en kgN / T ou m³ de produit brut). Les valeurs par défaut de N_{pro} pour les principaux fertilisants organiques sont fixées en annexe 5

Q : Volume ou masse épandue à l'hectare (T ou m³/ha)

N_{irr} = azote apporté par l'eau d'irrigation.

Si la culture n'est pas irriguée, **N_{irr}** = 0

Si la culture est irriguée, **N_{irr}** = 5 kg N/ha au-delà de 100 mm

= 10 kg N/ha au-delà de 200 mm

L'exploitant pourra également recourir à une analyse d'eau et calculer alors la dose d'azote apportée par l'irrigation en application de la formule suivante :

*N_{irr} = eau apportée en mm/100 * concentration de l'eau en nitrates (mg NO₃⁻/l)/4,43.*

3. Doses plafond d'azote à prendre en compte pour les différentes espèces :

3.1. Tournesol (hors semence)

Dose plafond d'azote efficace = 60 kg N/ha

3.2. Vigne

3.2.1. Vigne de raisin de cuve :

Culture	Rendement prévisionnel	Vigueur observée	Dose plafond d'azote efficace en kg N/ha	
			Vigne enherbée tous les inter rangs	Autres pratiques d'entretien
AOP	35 à 55 hl/ha	Très faible	50 u	50 u
		Faible	50 u	30 u
		Moyenne	30 u	0 u
		Forte	0 u	0 u
IGP/VSIG	120 hl/ha	Très faible	70 u	70 u
		Faible	70 u	50 u
		Moyenne	50 u	30 u
		Forte	0 u	0 u

3.2.2. Vignes mères et pépinières:

Culture	Rendement prévisionnel	Dose plafond d'azote efficace en kg N/ha	Recommandations de fertilisations
Vignes mères	50 000 m/ha	60 u à 100 u	Réduction de dose si constat de calibre trop important Augmentation de dose (jusqu'à 90/100 u /ha) si pousses trop réduites
Pépinières	160 000 plants/ha	60 à 90 u /ha	

3.2.3 Raisin de table :

Culture	Vigueur observée	Dose plafond d'azote efficace en kg N/ha	
		Vigne enherbée tous les inter rangs	Autres pratiques d'entretien
Raisin de table	Très faible	70 u	70 u
	Faible	70 u	50 u
	Moyenne	50 u	30 u
	Forte	0 u	0 u

3.3 Arboriculture

3.3.1. Figuiers :

Type de verger	Dose plafond d'azote efficace en kg N/ha	Fractionnement d'apport
Figuier fleurs	80	En 2 ou 3 apports
Figuier d'automne	120	En 3 ou 4 apports

Tableau 1: besoins en azote des vergers de figuiers

3.3.2. Jeunes vergers :

Pommier :

Age du verger	Dose plafond d'azote efficace (kg/ha N)	Fractionnement et mode d'apport (c)
1 ^{ère} année	40	De un à trois apports localisés sur le rang, et dépendants du type de sols (risque de lessivabilité à estimer en fonction de la texture du sol et de la CEC).
2 ^{ème} année	60	

Tableau 2: besoins en azote des jeunes vergers de pommiers

Olivier :

Age du verger	Dose plafond d'azote efficace (kg/ha N)	Fractionnement et mode d'apport (c)
1 ^{ère} année	20	De un à trois apports localisés sur le rang, et dépendants du type de sols (risque de lessivage à estimer en fonction de la texture du sol et de la CEC).
2 ^{ème} année	30	
3 ^{ème} année entrée en production (a) (b)	30	

Tableau 3: besoins en azote des jeunes vergers d'oliviers

Autres :

Age du verger	Dose plafond d'azote efficace (kg/ha N)	Fractionnement et mode d'apport (c)
1 ^{ère} année	20	De un à trois apports localisés sur le rang, et dépendants du type de sols (risque de lessivage à estimer en fonction de la texture du sol et de la CEC).
2 ^{ème} année	40	
3 ^{ème} année entrée en production (a) (b)	70	

Modulation de la dose d'apport : En fonction du niveau de vigueur, de la précocité d'aoûtement, de la formation des boutons floraux, et sur conseil d'expert, la dose de fertilisant azoté peut être modulée, afin d'atteindre le développement optimum.

(a) : pour de jeunes vergers présentant un potentiel de rendement proche d'un verger adulte, se reporter aux données des vergers en production.

(b) : Pour certaines espèces fruitières (amandiers, cerisiers,...) ayant une entrée en production plus tardive, les besoins en 4ème année sont identiques à ceux de la 3ème année.

(c) : nombre d'apports indicatifs pour des apports au sol. Si ferti-irrigation, le fractionnement peut être supérieur.

3.4. Maraîchage

Espèces	Dose plafond azote efficace en kg N/ha	Espèces	Dose plafond azote efficace en kg N/ha
Asperge 1ère pousse	108	Chicorée géante	89
Asperge 2 nd e pousse	124	Chicorée fine abri printemps	120
Asperge 3 ^{ème} pousse	125	Fraise saison abri	115
Ail plein champ	120	Fraise précoce abri	180
Betteraves	150	Fraise remontante abri	250
Chicorée fine printemps	152	Haricots plein champ	120
Chicorée frisée été	130	Navet plein champ	100
Chicorée frisée automne	145		

3.5. Horticulture

3.5.1 Espèces annuelles

Espèces	Dose plafond azote efficace En kg N/ha Cultures Sous serres	Dose plafond azote efficace En kg N/ha Cultures de Plein air	Observations
Renoncules	250		Occupation du sol d'Août à avril. On peut avoir une culture qui suit l'arrachage de la renoncule (voir en fin de document). La culture dure 8 mois
Anémones	200	200	Peu de cultures en plein air, la plupart sont sous serres. Occupation du sol d'Août à avril. On peut avoir une culture qui suit l'arrachage de l'anémone (voir en fin de document). La culture dure 8 mois
Tulipes coupées		300	7 mois (récolte bulbe en mai) plein air
Mufliers	150		Rotation tous les 3 à 5 mois suivant groupes
Lisianthus	100		Une rotation de culture dure 3 à 5 mois, 1 an si laissé en place
Hélianthus	50	100	Culture de printemps été qui intervient derrière une autre culture sous serre. En plein air, souvent une monoculture. La rotation dure 2 à 3 mois
Célosie	150		Une rotation culturale dure 2,5 mois
Tulipes tirées	150		Rotation de 2 à 3 mois (sous abri)
Lys	100		Toute l'année rotations de 3 mois
Glaïeul	180	250	Rotation de 2,5 à 3 mois suivant période
Chrysanthème	460		La serre est occupée toute l'année, seuls 15 jours par an sont sans culture pour réaliser la désinfection à la vapeur et l'apport de matière organique. La fertilisation minérale est réalisée par ferti-irrigation
Choux d'ornement	100	100	Apport en aout. LA culture reste en place 4 mois en plein air
Freesia	150		6 mois (si non forcé)
Giroflée	150		La culture reste en place 2 à 5 mois suivant variétés et période
Ail d'ornement	100	100	La culture dure 9 mois car bulbe récupéré
Iris	200	200	La culture dure 2 à 3 mois suivant période

3.5.2 Espèces pluriannuelles

Espèces	Dose plafond azote efficace En kg N/ha Cultures Sous serres	Dose plafond azote Efficace *En kg N/ha Cultures de Plein air	Observations
Pivoines		200	Culture pérenne en place pour de nombreuses années (10 ans)
Strelitzia	150		Culture pérenne en place pour de nombreuses années (10 à 20 ans)
Alstroéméria	300		Culture pérenne en place pour 3 à 4 années
Agapanthe	100	100	La part organique des apports azotés n'est pas précisé, elle est très variable d'un producteur à un autre. La culture reste en place 5 ans
Œillet multi-flore	300		Culture pérenne en place pour 2 à 4 ans
Arum	100	100	La part organique des apports azotés n'est pas précisé, elle est très variable d'un producteur à un autre Culture vivace en plein air, 8 mois sous serre
Narcisse	100	100	La part organique des apports azotés n'est pas précisé, elle est très variable d'un producteur à un autre La culture reste en place 4 à 5 ans plein air

3.6. Plantes à parfum aromatiques et médicinales :

Espèces	Dose plafond azote efficace En kg N/ha
Estragon	180 u
Fenouil amer	100 u
Immortelle	60 u
Lavande et Lavandin	60 u
Pépinières lavandin	130 u
Origan	150 u
Romarin	150 u
Rose centifolia	190 u
Sarriette	150 u
Sauge sclérée	60 u
Thym pour herboristerie	150 u

3.7. Prairies :

Espèces	Dose plafond azote efficace En kg N/ha
Prairies mixtes (légumineuses/graminées)	50 u
Prairies graminées	150 u

3.8. Autres cultures :

Pour les cultures non mentionnées dans les annexes précédentes, la dose totale d'azote efficace prévisionnelle est plafonnée à **250 kg N/ha**.

Les cultures de semences de colza, maïs, sorgho, tournesol, betteraves, prairies sont à considérer dans cette catégorie. Les préconisations de fertilisation azotée indiquées dans le contrat de semences ou ses annexes est à considérer comme dose plafond et doit respecter la valeur maximale de 250 kg N/ha.

Annexe 5 : Quantité d'azote issu des produits organiques

Profil : AO = amendement organique ; EO = Engrais organique	Nom du produit organique	N total en kg/T ou m ³ de produit brut	% d'unités d'azote disponible la première année
AO	Compost /déchets verts	10,1	2 %
EO	Boues brutes liquides (15 <% MS)	2 à 4	40 à 60 %
EO	Boues brutes pâteuses (15 à 30 % MS)	8 à 12	30 à 35 %
EO	Boues brutes solides (>30 % MS)	30 à 50	25 à 40 %
AO	Compost boues urbaines + déchets verts	16,9	10 %
AO	Compost de marc de raisin	14	2 %
AO	Fumier pailleux de bovin	5,1	25 %
AO	Fumier mou de bovin	4,1	60 %
AO	Fumier caprin	7,6	40 %
AO	Fumier de poulet de chair	29	50 %
AO	Fumier d'ovins viande	7,2	30 %
AO	Fientes de volailles pondeuses pré-séchées sur tapis	22	70 %
AO	Fumier de cheval (crottin tamisé)	6	33 %
AO	Fumier de cheval pailleux	10	20 %
AO	Grignons d'olives (2 phases)	5	50 %
AO	Compost de Grignons d'olives + déchets verts	11	2 %
AO	Paille de lavandin (sans compostage)	10	20 %
AO	Compost de paille de lavandin	7	30 %

La disponibilité restante de l'azote du produit utilisé est à prendre en compte sur 3 années après l'année d'épandage.

Exemple :

10 t/ha d'un compost de déchets verts épandu en année n apportent $10 \times 10,1 = 101$ kg/ha d'azote total.

2 kg/ha sont disponibles la première année.

Le restant, $101 - 2 = 99$ kg/ha d'azote total, est disponible pour les années n+1 à n+3 (33 kg/ha/an).

Annexe 6 : Rendements moyens de référence pour certaines cultures

<i>Cultures</i>	<i>rendement (q/ha) Alpes Haute Provence</i>	<i>rendement (q/ha) Bouches du Rhône</i>	<i>rendement (q/ha) Var</i>	<i>rendement (q/ha) Vaucluse</i>
Céréales				
Blé tendre hiver sec/irrigué	35/70	40/70	40/70	40/70
Blé tendre printemps sec/irrigué	35/70	40/70	40/70	40/70
Blé dur hiver sec/irrigué	35/70	30/70	35/70	40/70
Bél dur printemps sec/irrigué	35/70	30/70	35/70	40/70
Orge hiver sec/irrigué	35/70	30/70	40/70	40/70
Orge printemps sec/irrigué	35/70	30/70	40/70	40/70
Maïs grain irrigué	120	110	120	100
Sorgho sec/irrigué	50/70	70/80	60/80	45/70
Oléagineux				
Colza hiver sec/irrigué	20/35	18/35	17/35	17/35
Tournesol sec/irrigué	14/25	16/25	17/25	23/30
Pommes de terre primeur	23 (t/ha)	32 (t/ha)	20 (t/ha)	30 (t/ha)

<i>Cultures</i>	<i>rendement (t/ha) Alpes Haute Provence</i>	<i>rendement (t/ha) Bouches du Rhône</i>	<i>rendement (t/ha) Var</i>	<i>rendement (t/ha) Vaucluse</i>
Cultures permanentes				
Abricots	4,5	10,5	5,5	9
Cerises	4	6	4,5	5
Pêches	20	28	30	25
Prunes	8	25	10	8
Pommes Golden	46	42	38	41
Pommes Grany smith	37	42	32	41
Autres pommes	38	38	31	28
Poires Jules Guyot	23	30	28	25
Poires Williams	29	30	ND	29
Poires d'été	ND	25	ND	24
Poires d'automne	16	26	ND	21
Poires d'hiver	23	25	21	ND
Olives	1	2,5	1	1,7
Actinidia	ND	13	11,5	12,5
Amandes	0,1	1	0,5	7,5
Châtaignes	0,5	0,2	1,0	ND
Noix	1,5	ND	2	2
Noisettes	1,5	ND	ND	ND

Source : DRAAF PACA – Service Régional de l'Information Statistique et Economique (années 2009-2013)

<i>Cultures</i>	<i>rendement (t/ha) Alpes Haute Provence</i>	<i>rendement (t/ha) Bouches du Rhône</i>	<i>rendement (t/ha) Var</i>	<i>rendement (t/ha) Vaucluse</i>
Légumes frais, melon				
Artichauts	5	4,5	10	5
Aubergines plein champ	20	40	37	50
Céleris raves	ND	ND	29	ND
Chou-fleurs	20	25	20	6
Concombres plein champ	540 pièces/ha	1500 pièces/ha	480 pièces/ha	ND
Concombres sous abri	ND	2500 pièces/ha	1600 pièces/ha	1750 pièces/ha
Courgettes sous abri	ND	83	ND	80
Courgettes plein champ	23	ND	30	ND
Melon plein champ	20	22	21	20
Melons sous serres	25	30	23	28
Poivrons et piments plein champ	ND	35	34	35
Radis	ND	15	30	15
Tomates plein champ	ND	140	62	77

Source : DRAAF PACA – Service Régional de l'Information Statistique et Economique (années 2009-2013)

Annexe 7 : Analyses de sol type Nitra-test

L'évaluation de la teneur en azote nitrique du sol réalisée par l'intermédiaire d'un Nitra-test est considérée comme réglementaire et acceptable si elle remplit les conditions suivantes :

- Elle doit obligatoirement être réalisée par un organisme tiers ayant des compétences reconnues en agronomie, suivi et conseil en productions végétales. *

- Les informations suivantes doivent être présentes sur la fiche récapitulative du test.

1. le nom de l'organisme et du conseiller ayant effectué le test
2. la date de réalisation du prélèvement de sol
3. la profondeur moyenne des prélèvements unitaires de sol
4. la date de réalisation du test
5. les valeurs en ppm des 2 à 3 mesures effectuées sur le prélèvement de sol ayant permis de valider l'analyse et la valeur finale considérée convertie en kg/ha de NO_3^-
6. le numéro du lot de bandelettes et sa date de validité
7. le poids de sol et le volume d'eau déminéralisée mélangés pour réaliser l'analyse (méthode utilisée)

- La ou les fiches doivent être conservées par l'exploitant.

** En dehors de l'analyse de sol réglementaire, le suivi en propre par l'exploitant des teneurs en azote du sol par la méthode du Nitra-test, ou tout autre méthode fiable, est encouragé pour la conduite raisonnée de la fertilisation de ses parcelles.*

Document 5 :

**Référentiels à utiliser dans le département
des Alpes de Haute Provence**

SOMMAIRE

5.1	BESOINS DES PRINCIPALES CULTURES (EXPORTATION EN KG PAR QUINTAL PRODUIT).....	3
5.2	ELEMENTS PERMETTANT D'APPRECIER LA CHARGE DES EFFLUENTS D'ELEVAGE SUR UNE EXPLOITATION	4
5.2.1	<i>Cas particulier : zone « Nitrates »</i>	4
5.2.2	<i>Cas des Alpes de Haute Provence</i>	5
5.3	RELIQUATS AZOTE ET FOURNITURE PAR LES PRINCIPAUX SOLS CULTIVES EN 04	7
5.4	COMPOSITION EN ELEMENTS FERTILISANTS DE DIFFERENTS TYPES DE BOUES DE STATIONS D'EPURATION	8
5.5	BIODISPONIBILITE DES ELEMENTS FERTILISANTS APPORTES SELON LA NATURE DES BOUES OU COMPOST DE BOUES EPANDUES	9
5.6	RATIOS DE PRODUCTION THEORIQUE DE BOUES SELON LA FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES	10

Remarque préalable importante :

Les référentiels proposés ci-après en terme d'exportation des cultures et de minéralisation des boues ne sont qu'un cadre indicatif de raisonnement des plans de fertilisation.

Il est bien entendu que pour un produit et un sol donné, seule une incubation en conditions contrôlées (cf test proposés en routine par les laboratoires) permet d'approcher assez précisément la minéralisation au champ.

Ces éléments seront particulièrement intéressants pour justifier ensuite des valeurs retenues en phase opérationnelle et permettront de négocier plus facilement des dérogations avec la MESE et la DDT 04 notamment sur les doses maximales d'apport et les temps de retour (cf commentaire chapitre sur l'azote et le phosphore dans le document 4 BA)

5.1 BESOINS DES PRINCIPALES CULTURES (EXPORTATION EN KG PAR QUINTAL PRODUIT)

Le tableau ci-dessous permet d'apprécier les exportations en N, P, K des principales cultures.

Exportations des cultures				
Données ITCF, Institut de l'Elevage, CORPEN				
Cultures	Unités	Azote N	Phosphore P ₂ O ₅	Potassium K ₂ O
	Plante entière (grains)			
Blé tendre	kg/q de grain	2,5 (1,9)	1,1 (0,9)	1,7 (0,7)
Blé dur	kg/q de grain	3,5 (2,9)	1,8 (1,0)	1,8 (0,7)
Orge	kg/q de grain	2,1 (1,5)	1,0 (0,8)	1,9 (0,7)
Triticale	kg/q de grain	2,5 (1,9)	1,1 (0,9)	1,6 (0,6)
Seigle	kg/q de grain	2,0 (1,4)	1,3 (1,0)	1,8 (0,6)
Maïs grain	kg/q de grain	2,2 (1,5)	0,9 (0,7)	2,3 (0,5)
Colza	kg/q de grain	7,0 (3,5)	2,5 (1,4)	10,0 (1,0)
Tournesol	kg/q de grain	3,7 (1,9)	2,5 (1,5)	10,0 (2,3)
Pois de printemps	kg/q de grain	5,0 (3,6)	1,1 (0,9)	3,9 (1,6)
Soja	kg/q de grain	7,1 (6,1)	2,2 (1,6)	6,5 (2,5)
Pomme de terre	kg/tonnes récolté	3,5	1,7	8,5
Maïs ensilage	kg/tonnes de MS	12,5	5,5	12,5
Graminées fourragères	kg/tonnes de MS	35,0	8,0	45,0
Ensilage	kg/tonnes de MS	20,0	6,0	25,0
Foin floraison	kg/tonnes de MS	13,0	5,0	20,0
Légumineuses	kg/tonnes de MS	32,0	10,0	25,0

En ce qui concerne la production des plantes à parfum, nous renvoyons aux publications du CRIEPPAM à Manosque.

Nous renvoyons les bureaux d'études aux organismes référents en matière de fertilisation.

Différents guides de la fertilisation azotée phosphatée et potassique existent sur cultures annuelles en région PACA.

Pour un conseil personnalisé

Contactez les conseillers de la Chambre d'agriculture

Ou les ingénieurs régionaux d'Arvalis s.jezequel@arvalisinstitutduvegetal.fr
ou p.braun@arvalisinstitutduvegetal.fr

5.2 ELEMENTS PERMETTANT D'APPRECIER LA CHARGE DES EFFLUENTS D'ELEVAGE SUR UNE EXPLOITATION

Méthodologie proposée :

5.2.1 Cas particulier : zone « Nitrates »

Elle est basée sur la méthodologie adoptée dans le département de l'Isère (Doc doctrine MESE 38) en février 2006 pour les zones classées en vulnérabilité à la pollution par les nitrates.

Cette approche permet de distinguer sur chaque exploitation la pression résultant de la provenance d'éléments fertilisants issus d'élevages.

Deux cas se présentent :

1 - l'éleveur dispose d'un plan d'épandage récent.

Il conviendra d'utiliser les données de ce plan d'épandage afin de déterminer si l'épandage de boues est envisageable.

2 - l'éleveur n'a pas de plan d'épandage

Une approche simplifiée est alors à envisager en trois étapes de réflexion.

Elle comprend trois étapes :

Etape 1 : Evaluation de la charge en azote sur la surface « directive nitrates »

Eléments à fournir par le pétitionnaire:

- Etablissement d'un tableau détaillant la production d'azote total par catégorie et effectifs d'animaux selon les références CORPEN de production.
- Evaluation de la surface directive Nitrates qui correspond à une charge de 170 kg d'azote en zone vulnérable

Cette surface se définit comme suit :

Surface « Directive nitrates (SDN) = surface potentielle d'épandage (SPE) + surfaces pâturées hors SPE

Elle est retenue à 70 % de la SAU en cas d'absence de données précises sur le SPE.

- Calcul de l'indice « directive nitrates » et comparaison au plafond de 170 kg N/ha

Indice IDN= azote total produit /SDN

Plus l'indice s'éloigne du plafond arrêté de 170 kg N en zone vulnérable plus l'exploitation est capable d'accepter des boues.

En cas de possibilité d'épandage, on passera à l'étape 2 afin d'affiner au mieux les quantités de boues épandables sur chaque exploitation .

Etape 2 : Evaluation de la quantité potentielle de boues épandable sur l'exploitation

- Evaluation de l'azote maîtrisable produit par l'exploitation en fonction du temps de présence des animaux dans les bâtiments
- Estimation de la quantité d'azote organique potentiellement épandable à partir de l'assolement moyen sur la surface potentielle d'épandage et d'une dose moyenne d'apport par culture
- Calcul de l'apport d'azote potentiel par les boues

5.2.2 Cas des Alpes de Haute Provence

L'approche précédente est fortement pénalisante compte tenu d'une approche calée sur les objectifs fixés par la Directive Nitrates.

Pour les exploitations non soumises à la Directive Nitrates (cas du territoire des Alpes de Haute Provence) nous proposons une démarche similaire en méthodologie en élargissant l'approche au cas du phosphore du fait de situation de réserve en eau présentant des risques d'eutrophisation.

Le plafond d'azote/phosphore admissibles sur chaque exploitation sera en définitive calculé en fonction de l'assolement type de l'exploitation et des niveaux d'exportations en éléments fertilisants (N, P) admissible (cf : tableau CORPEN précédent) de la charge des effluents d'élevage inventoriée et selon des objectifs de rendement réaliste précisés pour chacune des cultures et pour l'assolement sur chaque exploitation.

En tout état de cause la dose d'apport maximum par les boues est recommandée pour le département des Alpes de Haute Provence à :

250 kg d'azote /ha (exprimé en azote total)

250 kg de phosphore/ha(exprimé en P205)

La période de retour sera en règle générale de 2 ans. Toutefois, cette limite pourra être adaptée après expertise de la MESE, en fonction de la qualité des produits épandus et du type de sol. En effet, sur le département, la plupart des sols sont calcaires et donc caractérisés par une rétrogradation rapide du phosphore.

Les tableaux ci-dessous permettent d'établir les bilans N, P sur chacune des exploitations d'élevage et apprécier la pression des effluents d'élevage sur chaque exploitation.

Valeur en UGBN des différents animaux d'élevage (normes CORPEN)		
1 UGBN = 73 kg d'azote		
Catégories	Type	Coefficient
Bovins		
	Vaches laitières (+ de 8 000 litres)	1,1
	Vaches laitières (6 à 8 000 litres)	1
	Vaches laitières (- de 6 000 litres)	0,9
	Vaches allaitantes	0,7
	Génisses de 0 à 1 an	0,3
	Génisses de 1 à 2 ans	0,6
	Génisses de + de 2 ans	0,8
	Bovins viande de 0 à 1 an	0,3
	Bovins de 1 à 2 ans	0,6
	Bovins de + de 2 ans	0,7
	Taureaux	1
	Veaux de boucherie produit par an	0,03/0,04
	Place veaux de boucherie (3 bandes / an)	0,1
Porcins		
	Porcs charcutiers (nb place x 2,5)	0,05
	Truies, verrats	0,25
	Porcelets post sevrage	0,01
	Porcs charcutier sevrage à abattage	0,06
Equins		
	Cheval lourd	0,7
	Cheval de course	0,7
	Petit cheval	0,5
Volailles		
	Poules pondeuses	0,007
	Poules reproductrices	0,007
	Poulettes démarrages	0,002
	Dindes reproductrices	0,014
	Dindes futures reproductrices	0,0035
	Dindes de chair	0,0079
	Surface volailles chair (m ²)	0,06
	Surface canard chair (m ²)	0,03
Lapins		
	Cages mères	0,06
Ovins - Caprins		
	Brebis, béliers	0,14
	Agnelles	0,07
	Agneaux produits	0,04
	Chèvres	0,15

Quantité de déjections produites et composition moyenne				
(normes CORPEN)				
Nature des déjections	Production annuelle	Composition moyenne en kg par t ou m ³		
		Azote N	Phosphore P ₂ O ₅	Potassium K ₂ O
Lisier bovins	18 m ³ / UGB	4	2	5
Fumier bovins	15 t / UGB	5,5	2,6	7,2
Lisier veaux	2,2 m ³ / place	2,86	1,36	2,72
Lisier porc	0,7 m ³ / porc	5	4	5
Fumier porc	1 t / porc	4,1	3,2	3,4
Lisier poule pondeuse	0,073 m ³ / place	6,8	9,5	5,5
Fiente poule pondeuse	0,02 t / place	20	35	20
Fumier volaille chair	0,15 t / m ²	28	29	20
Fumier de canard	0,374 t / m ²	5	8	4
Lisier de lapin	0,5 m ³ / cage mère	9	13,4	7,4
Lisier ovin	1,3 m ³ / place	7,7	4,6	12,3
Fumier ovin	1 t / place	10,8	6,3	17,6
Purin pur		3	0,7	5,5
Lixiviat / purin		0,4	0,2	1,5

5.3 RELIQUATS AZOTE ET FOURNITURE PAR LES PRINCIPAUX SOLS CULTIVES EN 04

Le pétitionnaire prendra en compte par mesure réelle le reliquat azote fourni par le sol en sortie d'hiver.

L'analyse du reliquat d'azote minéral en sortie d'hiver est demandée pour une même succession culturale dans des conditions pédologiques homogènes.

En l'absence de données analytiques le pétitionnaire prendra en compte deux hypothèses par défaut prises en compte selon l'appréciation suivante :

Cultures	précédent riche	précédent pauvre
Avoine		X
Blé dur		X
Blé tendre		X
Colza d'hiver	X	
colza de printemps		X
Epeautre		X
friche	X	
jachère		X
lavandes clônales		X
lavandes population		X
lavandin		X
orge		X
prairies temporaires graminées	X	
prairies temporaires légumineuses	X	
prairies temporaires en mélange	X	
prairies permanentes	X	
parcours		X
sauge sclérée		X
seigle		X
triticale		X

(source : CA Vaucluse – Plan d'épandage Rousselot)

Il est recommandé de tenir compte respectivement de 50 u N/ha pour un précédent riche et de 30 u N/ha pour un précédent pauvre.

Il est possible aussi ,en l'absence de mesures précises, de se rapprocher d'ARVALIS qui réalise des mesures de reliquats d'azote sortie d'hiver sur la région en fonction des précédents culturaux

5.4 COMPOSITION EN ELEMENTS FERTILISANTS DE DIFFERENTS TYPES DE BOUES DE STATIONS D'EPURATION

Composition en éléments fertilisants(et amendants) de cinq grands types de boues.

	Boues liquides	Boues pâteuses	Boues sèches	Boues chaulées	Boues compostées
Teneur en MS(%du produit brut)	2 à 7	16 à 22	90 à 95	25 à 40	40 à 60
Teneur en matières organique (% de la MS)	65 à 70	50 à 70	50 à 70	30 à 50	80 à 90
Teneur en matière minérale (% de la MS)	30 à 35	30 à 50	30 à 50	50 à 70	10 à 20
Azote (kg N/t brute)	2 à 4	8 à 12	30 à 50	6 à 9	5 à 9
Phosphore (kg P2O5/t brute)	2 à 3	6 à 9	50 à 70	6 à 10	6 à 8
Potasse (kg K2O/t brute)	0,9	0,8	5	1	1 à 2
Calcium (kg CaO/t brute)	1 à 3	5 à 15	40 à 60	60 à 90	10 à 30
Magnésium (kg MgO/t brute)	0,5	1 à 2	5	1 à 2	1 à 2

(Source : CNB ADEME 1998)

En l'absence d'analyses de boues (cas d'une nouvelle station d'épuration) le pétitionnaire tiendra compte des ordres de grandeurs ci-avant exprimant la valeur fertilisante et/ou amendante des boues.

Il s'appuiera sinon sur les analyses existantes (cas d'une installation existante) et/ou sur les données constructeur en cas de refonte de la filière eaux (cas d'une extension avec changement de process par exemple).

5.5 BIODISPONIBILITE DES ELEMENTS FERTILISANTS APPORTES SELON LA NATURE DES BOUES OU COMPOST DE BOUES EPANDUES

La biodisponibilité des principaux éléments fertilisants (part de la fraction totale assimilable par les plantes dans l'année suivant l'épandage) apporté par les boues s'appréciera comme suit, sauf données spécifiques fournies par le pétitionnaire résultant de test de minéralisation en laboratoire agréé.

	Biodisponibilité en année 1 en % N total
Boues liquides	40 à 60 %
Boues pâteuses	30 à 35 %
Boues sèches	25 à 40 %
Boues chaulées	30 à 40 %
Compost de boues	10 %

Source : « La valeur agronomique des boues de stations d'épuration »
CNB ADEME 1999

La biodisponibilité du phosphore total des boues est de l'ordre de 70 % cependant l'ajout de réactifs (sulfate de fer ou d'aluminium) peut réduire fortement cette biodisponibilité.

La biodisponibilité de la potasse et du calcium est d'environ 100% des apports et susceptible de réduire en cas de sols alcalins.

5.6 RATIOS DE PRODUCTION THEORIQUE DE BOUES SELON LA FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

Ces ratios peuvent être utilisés en cas d'absence de données fournies par le constructeur des ouvrages d'assainissement ou de données d'exploitation indisponibles.

La production indiquée ci-dessous est exprimée en boues liquide

<i>Traitement</i>	<i>MES g/ha.j</i>	<i>Volume l/hab.J</i>
Boues activées sans décantation primaire	45	1,5
Décanteur primaire	40 à 60	0,4 à 0,8
Décanteur primaire + Digestion anaérobie	25 à 40	0,35 à 0,7
Décanteur primaire + Lit Bactérien	65 à 75	1 à 1,9
Décanteur primaire + Lit bactérien+ Digestion anaérobie	40 à 55	0,9 à 1,8
Décanteur primaire + Boues activées	75 à 90	1,3 à 2,6
Décanteur primaire + Boues Activées+ Digestion Anaérobie	50 à 65	1,2 à 2,5

Source : ABRMC et Mémento technique de l'Eau DEGREMENONT (1989)

-- 0 --