

Programme VALDIPRO

Guide pour la mise en marché des digestats

Version V1

Date d'émission : novembre 2012

*Rédaction Pascale CHENON, Nicolas THEVENIN, Mohammed
BENBRAHIM (RITTMO), Sophie MERLE (AILE)*

SOMMAIRE

1. Introduction	3
2. La mise sur le marché des matières fertilisantes	3
2.1 La démarche d'homologation	3
2.2 La normalisation.....	7
3. Les matières entrantes	10
4. Les produits sortants	10
4.1 Typologie des produits sortants	10
4.2 Qualité agronomique des produits sortants	11
4.2.1 Teneurs en carbone, en azote, en phosphore et en potassium	11
4.2.2 Caractéristiques microbiologiques et teneurs en éléments traces métalliques et organiques des produits sortants.....	14
4.2.3 Impacts de la qualité agronomique des produits sortants	15
4.3 Gestion et stabilité des produits sortants.....	16
4.3.1 Hygiénisation des produits sortants.....	16
4.3.2 Stabilisation des produits	16
4.3.3 Homogénéité des produits sortants	16
4.3.4 Gestion des lots	17

FIGURES

Figure 1 : étapes (et durée) de la démarche d'homologation (constitution du dossier et évaluation par les instances officielles).....	4
Figure 2 : représentation schématique des échantillons qui sont analysés dans le cadre de l'étude de la constance de composition (exemple).....	6
Figure 3 : représentation schématique des forces et faiblesse de l'installation pour un dépôt de dossier d'homologation.....	Erreur ! Signet non défini.

TABLEAUX

Tableau 1 : Quantité de produits sortants.....	11
Tableau 2 : Caractéristiques agronomiques des produits sortants.....	11
Tableau 3 : Teneurs en cuivre et en zinc des produits sortants	14

1. Introduction

Le programme VALDIPRO, financé par le CASDAR et animé par AILE, TRAME et la chambre d'agriculture de Bretagne, se déroule sur trois ans, de 2012 à 2014 et se concentre sur les procédures administratives de mise en marché des digestats. Une mission d'expertise sur 6 sites de méthanisation a été confiée au bureau d'étude RITTMO.

Les données recueillies sur 6 sites de méthanisation ont permis d'identifier 4 types de produits sortants. Les conditions de stockage et le type d'hygiénisation ont aussi été répertoriés. Dans certains cas, des analyses (agronomiques et/ou microbiologiques) sont associées à ces produits. L'ensemble des données a été analysé au regard de la mise sur le marché des matières fertilisantes en France avec la voie de l'homologation et/ou la conformité à une norme rendue obligatoire. Le mode de gestion des produits sortant a aussi été analysé au regard de la difficulté de la constitution d'une demande d'autorisation de mise sur le marché.

2. La mise sur le marché des matières fertilisantes

La mise sur le marché en France des matières fertilisantes et supports de culture (MFSC) est réglementée par les articles L.255-1 à L.255-11 du Code rural et de la pêche maritime.

Mis à part les produits particuliers correspondant aux alinéas 3 et 4 de l'article L.255-2, les matières fertilisantes et les supports de culture, fabriqués en France ou dans un autre pays, peuvent être mis sur le marché (ou utilisés) :

- soit sans autorisation préalable, s'ils sont conformes :
 - aux "ENGRAIS CEE" ("ENGRAIS CE" depuis le 24 novembre 1997), définis dans une directive européenne transposée en France par un décret publié au Journal officiel, (cf page suivante)
 - ou à une norme française rendue d'application obligatoire par un arrêté publié au Journal officiel
- soit après avoir obtenu une homologation ou une autorisation provisoire de vente ou d'importation.

2.1 La démarche d'homologation

La **Figure 1** présente les différentes étapes de la démarche d'homologation. Ainsi, entre le début de la constitution du dossier et la réception de la décision du Ministère en charge de l'Agriculture, il faut prévoir entre 2 et 2,5 ans. En pratique, la période postérieure au dépôt peut être équivalente à deux fois la durée théorique.

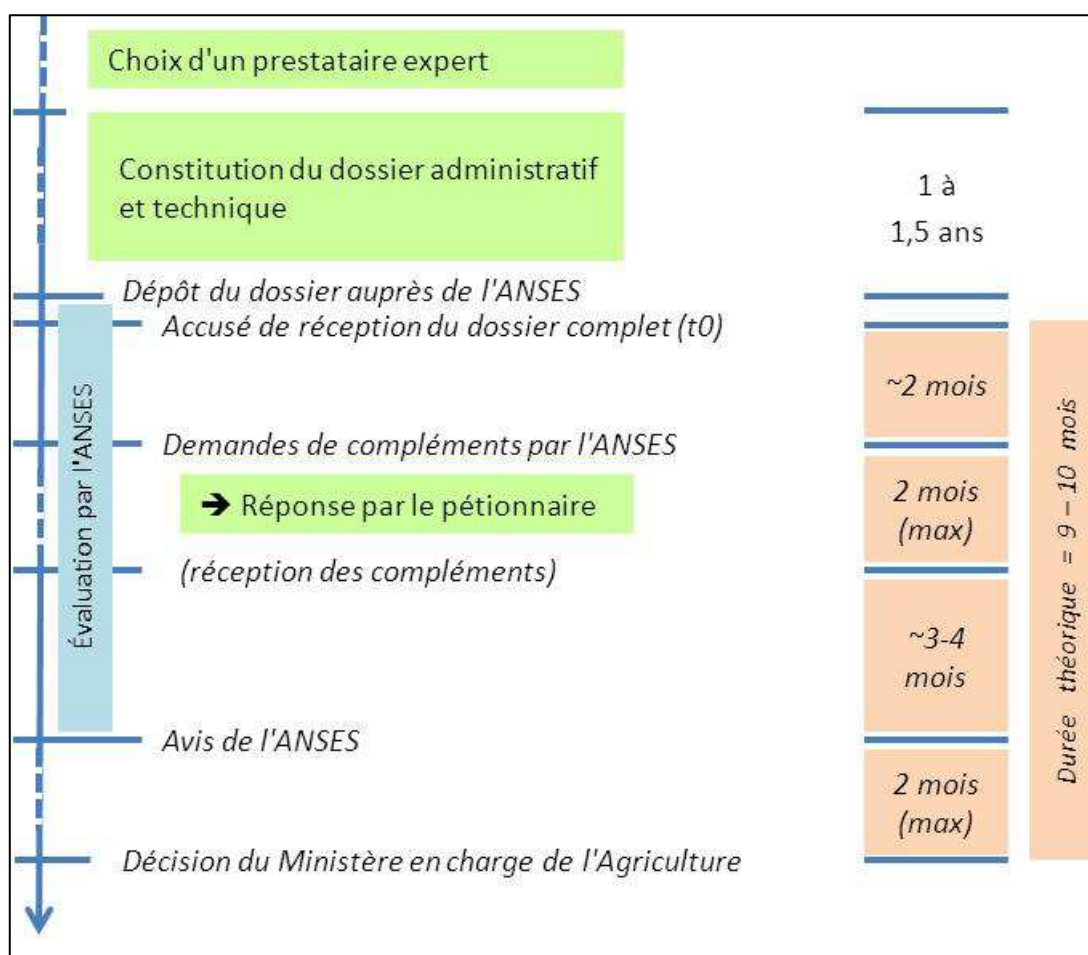


Figure 1 : étapes (et durée) de la démarche d'homologation (constitution du dossier et évaluation par les instances officielles)

L'Anses a publié en juin 2011 une note d'information aux pétitionnaires concernant l'homologation des MFSC détaillant la procédure. Elle est téléchargeable sur le site de l'ANSES <http://www.anses.fr>

Le dossier technique peut se découper en trois grandes parties

1. la démonstration de la constance de production.

Il s'agit de démontrer que le produit qui sera mis sur le marché :

- est le même quel que soit le moment de l'année où il est mis sur le marché (invariance),
- qu'au sein d'un même lot, les caractéristiques du produit sont les mêmes (homogénéité),
- et que le produit est stable dans la période de temps indiquée pour son stockage (stabilité).

Les analyses qui sont réalisés pour ces démonstrations concernent à minima les paramètres qui seront indiqués sur l'étiquette accompagnant le produit (matière sèche, matière organique, pH, teneurs en éléments nutritifs revendiqués, ...). En fonction des dangers qui sont identifiés, on pourra conseiller de rechercher les polluants métalliques, organiques et les pathogènes.

D'autre part, une caractérisation complète datant de moins de 6 mois (et réalisée dans un laboratoire COFRAC) doit être fournie (liste des paramètres en annexe A4 de la note aux pétitionnaires).

2. la démonstration de l'innocuité vis-à-vis de l'Homme et de l'environnement

Cette démonstration se base, d'une part, sur les résultats analytiques qui sont obtenus dans la partie 1 et dont les valeurs sont comparées aux flux de référence indiqués dans la note aux pétitionnaires, et d'autre part, sur des essais de toxicité et d'écotoxicité. Ces essais sont choisis en fonction des dangers identifiés en lien avec les matières premières méthanisées et le procédé. Par exemple, si le produit se présente sous la forme de granulé ou de poudre le risque d'inhalation pour l'Homme sera évalué. Si le produit a une teneur en eau plus importante, les essais correspondants ne seront pas menés.

3. la démonstration de l'efficacité du produit

Il s'agit de démontrer que le produit est bien efficace à la dose préconisée sur les cultures cibles qui seront indiquées dans le dossier de demande d'homologation. Cette démonstration peut être basée, d'une part, sur des résultats bibliographiques en lien avec les résultats analytiques obtenus dans la partie 1, et d'autre part, sur des essais réalisés en conditions contrôlées ou réelles. La démonstration de l'efficacité dans les conditions réelles (avec les doses préconisées et les cultures cibles indiquées par le pétitionnaire dans son dossier) sera nécessaire afin d'obtenir une homologation de 10 ans. Cette démonstration peut être réalisée postérieurement au dépôt d'un premier dossier. En effet, les essais en conditions réelles sont dépendants de la saison et leur mise en place peut retarder de plusieurs mois le dépôt du dossier auprès de l'Anses.

Informations complémentaires sur les coûts

Les frais engendrés par la réalisation d'un dossier de demande d'homologation sont de 3 ordres :

- les frais analytiques et de réalisation de bioessais,
- les frais d'expertise (mise au point de protocoles, exploitation de résultats, suivis des essais, gestion des échantillons, rédaction du rapport, lien avec le pétitionnaire, lien avec les institutions d'évaluation, ...),
- les taxes pour l'évaluation du dossier par l'Anses.

Concernant les frais analytiques, une partie est en lien avec la démonstration de la constance de composition (homogénéité, invariance, stabilité) l'autre étant en lien avec des essais d'innocuité (essai de phytotoxicité par exemple) et d'efficacité (dosage d'éléments nutritifs dans les plantes par exemple). Ainsi, alors qu'il est possible d'estimer globalement les coûts engendrés par la démonstration de la constance de composition, il n'est pas possible d'estimer ceux qui sont liés à l'innocuité et à l'efficacité. En effet, la nature et le nombre d'essais d'innocuité et d'efficacité qui seront réalisés sont décidés par le pétitionnaire en lien avec le prestataire expert. La note aux pétitionnaires de l'Anses ne propose pas de liste à minima concernant ces essais. De plus, pour certains essais dont les méthodes ne sont pas normalisés, les méthodes peuvent être différentes d'un prestataire à l'autre ce qui entraîne inévitablement des coûts différents.

Ainsi, dans le cas particulier d'un digestat dont on recherche à démontrer la stabilité sur 6 mois et l'invariance sur 5 lots au cours de l'année, le nombre d'échantillons dont les résultats seront exploités dans le dossier sera le suivant :

- Invariance : 5
- Homogénéité : 5

- Stabilité : 4

Comme le montre la Figure 2, il y aura donc 12 échantillons à analyser (en effet, un même échantillon correspond à l'échantillon 1 de l'invariance, à l'échantillon 1 de l'homogénéité et à l'échantillon 1 de la stabilité).

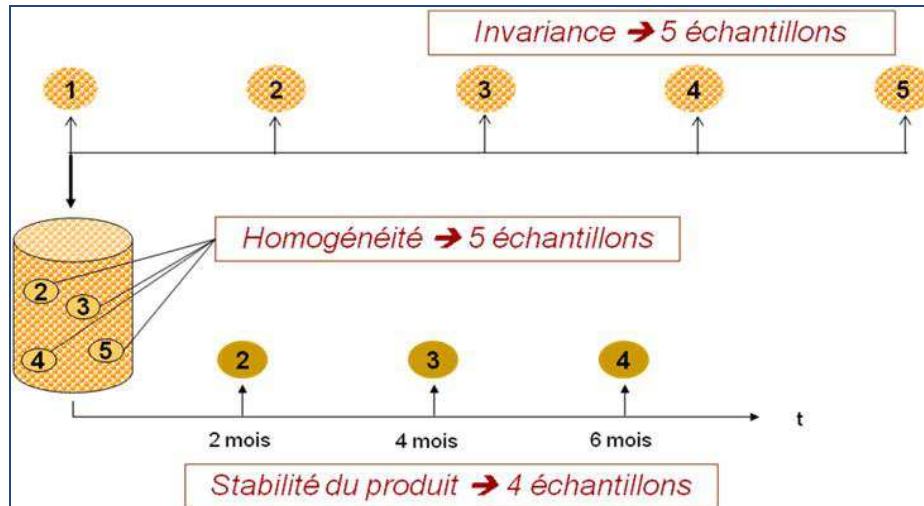


Figure 2 : représentation schématique des échantillons qui sont analysés dans le cadre de l'étude de la constance de composition (exemple)

Les analyses requises dans le cadre de l'étude de la constance de compositions sont les paramètres garantis sur l'étiquette et les paramètres pertinent pour l'évaluation de l'innocuité du produit. Dans le cas où le plan d'échantillonnage et d'analyse proposé serait le suivant :

- Invariance : analyse de tous des paramètres agronomiques sur tous les échantillons, des indicateurs microbiens et des polluants métalliques et organiques sur 3 des échantillons
- Homogénéité : analyse de tous les paramètres agronomiques sur tous les échantillons
- Stabilité : analyse de tous les paramètres agronomiques et microbiologiques sur tous les échantillons, et des polluants métalliques et organiques sur le dernier échantillon,

le budget correspondant serait de l'ordre de 4 600 euros (ce prix est à valider avec le/les laboratoire(s) choisi(s)).

Si l'on considère que le dossier est réalisé pour une famille de produits, il s'agira alors de réaliser ces analyses sur un plus grand nombre d'échantillons. Par exemple, il faudra vérifier que les paramètres revendiqués sont stables pour plusieurs produits de la famille et éventuellement augmenter le nombre d'échantillons pris en compte pour la démonstration de l'invariance en fonction de la variabilité de composition des matières premières.

Concernant les frais d'expertise ils sont directement dépendants du prestataire (et des personnes que le prestataire fait intervenir dans l'étude) et des orientations prises concernant les bioessais à mener. D'autre part, il peut être décidé que le prestataire prenne en charge la totalité du dossier ou que le pétitionnaire se charge de certaine partie (comme la description du procédé, de l'entreprise, etc..) ce qui a un impact sur le prix de la prestation.

Ces décisions doivent faire l'objet de la discussion entre le pétitionnaire et le prestataire expert lors de l'établissement du devis.

Ainsi le coût total pour la réalisation d'un dossier de demande d'homologation doit être le résultat d'une discussion entre le prestataire expert et le pétitionnaire afin de l'informer sur le produit, les revendications, les matières premières et le procédé. À l'issue de cet échange des choix seront faits quant au nombre d'analyses, aux types d'essais d'efficacité et d'innocuité et à la répartition des tâches pour la rédaction du dossier.

A titre purement indicatif, le coût total d'un dossier de demande d'homologation pour un nouveau produit de type digestat pourrait être dans une fourchette entre 25 et 35 k€ (hors taxe de dépôt).

Concernant les taxes de dépôt du dossier pour son évaluation à l'Anses, celles-ci sont fixées par l'arrêté du 16 avril 2012 :

- 6 000 € par demande (matières fertilisantes ou supports de culture),
- 12 000 € lorsque la demande porte sur un ensemble de produits.

2.2 La normalisation

Il n'existe pas aujourd'hui de norme concernant précisément les digestats. On trouve dans la norme NF U44-051 (amendements organiques), la possibilité de mettre sur le marché des digestats s'ils sont compostés.

Les normes rendues d'application obligatoire sont des normes DSM (Dénomination, Spécification, Marquage). Cela signifie que des dénominations y sont décrites, qu'à ces dénominations correspondent des spécifications précises et enfin que le marquage obligatoire et facultatif est indiqué.

Ainsi par exemple, la norme NF U44-051 fait référence à des amendements organiques, qui doivent contenir moins de 3 % sur matière brute (MB) en l'un des éléments majeurs (N, P₂O₅, K₂O). Ils doivent également respecter $N + P_2O_5 + K_2O < 7 \%$ sur MB (sauf pour les amendements organiques avec engrais, la somme des formes nitrique, ammoniacale et uréique ne doit pas dépasser 33 % de l'azote total), et le rapport C/N (carbone sur azote) doit être supérieur à 8. Enfin, ils doivent respecter un taux de MS 30 % MB. Il s'agit ici de spécifications générales, qui sont applicables à toutes les dénominations citées dans cette norme. Ces dénominations sont au nombre de 11 et pour chacune d'entre elle, la nature et le mode d'obtention des matières premières, le mode de transformation et certaines caractéristiques du produit obtenus sont spécifiés. Cette norme est en cours de révision.

Dans le domaine des matières fertilisantes il existe un certain nombre de normes codifiées de la façon suivante :

- U44-@@@ pour les normes concernant les amendements organiques (et les supports de culture),
- U42-@@@ pour les normes concernant les engrais (organiques et/ou minéraux) et les amendements minéraux.

Ces normes étant rendues d'application obligatoire par arrêté (inter)ministériel, elles sont consultables gratuitement sur le site de l'AFNOR.

Compte tenu des revendications « engrais » exprimées par les méthaniseurs rencontrés dans le cadre du programme VALDIPRO, la norme qui pourrait être concernée serait la NF U42-001 partie 2, c'est-à-dire concernant les engrais organiques. Cette norme est actuellement en révision au sein de la commission de normalisation mais des documents provisoires auxquels on peut se référer existent.

Ainsi, les matières fertilisantes dont la teneur en un des éléments nutritifs majeurs est au moins égale à 3% sur matière brute sont dénommées engrais¹. Or, les analyses que nous avons obtenues des 6 sites visités montrent que les teneurs en azote sont toutes inférieures à 3% sur la matière brute. Ces produits ne peuvent donc pas être intégrés dans la norme 42-001-2. D'autre part, il n'existe pas aujourd'hui de dénomination correspondant aux matières premières utilisées par les méthaniseurs visités et/ou au procédé d'obtention des produits.

La création d'une nouvelle norme demande l'établissement d'un dossier technique tel qu'il est décrit dans le « GUIDE D'ÉLABORATION du DOSSIER TECHNIQUE concernant les Matières Fertilisantes ou les Supports de Culture candidats à l'inscription dans une Norme Française existante ou à créer » rédigé par la Commission des Matières Fertilisantes et des Supports de Culture en Juillet 2003.

Les critères qu'il définit doivent s'appliquer également lorsqu'il s'agit de mettre à jour une norme existante, en particulier de proposer l'ajout, la modification ou la suppression d'une catégorie de produits.

La création d'une nouvelle dénomination ou nouvelle norme est à l'initiative des professionnels.

Le dossier doit au moins contenir les chapitres distincts suivants :

1. Informations sur la composition des produits,
2. Informations relatives à la sécurité et aux effets sur la santé et l'environnement,
3. Informations sur l'efficacité agronomique,
4. Informations relatives aux méthodes d'analyse et aux résultats,
5. Proposition d'inscription dans une norme à rendre d'application obligatoire,
6. Toutes autres informations jugées utiles.

Afin d'appuyer les informations apportées pour démontrer l'efficacité et l'innocuité des produits concernés par une nouvelle norme (ou une nouvelle dénomination), la référence à des dossiers d'homologation peut être demandée par le législateur. Cependant, il n'existe pas aujourd'hui de consensus sur le nombre de dossiers nécessaires. Il s'agit donc que le

¹ Le texte provisoire est le suivant : « La présente norme n'est pas applicable aux matières fertilisantes organiques contenant moins de 3% sur matière brute en l'un des éléments majeurs (N, P2O5, K2O) et/ou dont la somme des 3 éléments majeurs N + P2O5 + K2O est inférieure à 7%. Celles-ci sont considérées comme des amendements organiques. Elles ne doivent pas non plus contenir de l'azote de synthèse organique. »

dossier technique soit suffisamment étayé et argumenté afin que le Ministère en charge de l'Agriculture puisse émettre un arrêté de mise en application obligatoire.

3. Les matières entrantes

La procédure d'homologation suppose que la composition d'un produit soit fixe (pour un produit simple) et, pour un ensemble de produits, qu'aucun ingrédient ne disparaisse totalement de la recette et respecte les plages de variation déclarées pour les paramètres garantis.

Les unités de méthanisation traitent notamment des déchets des entreprises agro-alimentaires et proposent ainsi un service local de traitement des déchets organiques. Elles peuvent être amenées à valoriser des écarts de production. Par exemple, en cas d'incident de production, les produits retirés de la vente peuvent être valorisés dans ces unités. Cependant, ce service territorial de traitement présente un biais au regard de la procédure d'homologation qui requiert une constance de production.

C'est pourquoi le regroupement des matières entrantes est un point clé dans la constitution d'un dossier d'homologation. Les matières peuvent être regroupées soit par nature de risque, soit par similitude de gestion, que ce soit par potentiel méthanogène, par nature (matières azotées, matières grasses, matières soufrées). Ces regroupements doivent être adaptés en fonction des pratiques de substitution de chaque installation.

Exemple : l'unité est susceptible de recevoir des déchets gras hors catégorie d'abattoirs et d'usines de fabrication de plats préparés, ainsi que des déchets de légumes

Catégories		Exemple recette 1	Exemple recette 2
Effluents d'élevage : 50%	Lisier de porc	50%	50%
Matières végétales : 30%	Ensilage de CIVE	30%	15%
	Déchets de légumes	0%	15%
Déchets gras, particules <6mm hors catégorie : 20%	Déchets d'abattoir	10%	5%
	Déchets usine plats préparés	10%	15%

Dans tous les cas, il est nécessaire de fournir les contrats avec les fournisseurs extérieurs, et d'avoir identifié avec précision les matières entrantes. Ces précisions sont également à fournir dans le cadre de l'agrément sanitaire.

4. Les produits sortants

4.1 Typologie des produits sortants

Quatre catégories de produits sortants sont issus des processus et des procédés post-traitement de méthanisation : (i) le digestat brut, (ii) la fraction liquide du digestat, (iii) la fraction solide des digestats et (iv) une solution de sulfate d'ammonium.

De manière générale, les digestats bruts et la fraction liquide des digestats représentent la majeure partie des produits sortants. Dans les sites équipés d'un séparateur de phase, la fraction liquide représente un tonnage d'environ 20 fois celui de la fraction solide.

Tableau 1 : Quantité de produits sortants

T ou m ³	Digestat Brut	Fraction Liquide	Fraction solide	« Sulfate-NH ₄ »
Site 1	7 500	0	0	0
Site 2	(3 500)	En essai	En essai	0
Site 3	24 000	0	0	0
Site 4	0	8 300	450	250
Site 5	0	5 500	250	0
Site 6	(75 000)	30 000	60	10 000
Total	31 500 (110 000)	43 800	760	10 250

En plus des digestats, les procédés de post-traitement de la méthanisation, peuvent aboutir à d'autres produits sortants, comme par exemple la Struvite. Bien que cette dernière ne soit pas produite par les 6 sites visités, ces caractéristiques agronomiques sont décrites dans le paragraphe ci-après.

4.2 Qualité agronomique des produits sortants

4.2.1 Teneurs en carbone, en azote, en phosphore et en potassium

Le Tableau 1 montre les teneurs en matières sèches, en matières organiques, en éléments majeurs (N, P et K) des différents produits sortants de 4 sites de méthanisation. Le nombre d'analyses est variable d'un produit à l'autre (8 pour les digestats bruts, 3 pour la fraction liquide, 6 pour la fraction solide et 1 seule analyse pour le sulfate d'ammonium). Pour les deux autres sites de méthanisation, aucune analyse des produits sortants n'est disponible.

Tableau 2 : Caractéristiques agronomiques des produits sortants

	Matière sèche (% MB)		Matière organique (% MB)		Azote total (% MB)		P ₂ O ₅ total (% MB)		K ₂ O total (% MB)	
	Moy.	Min-Max	Moy.	Min-Max	Moy.	Min-Max	Moy.	Min-Max	Moy.	Min-Max
Digestat brut	5,96	3,8 - 7,5	3,42	2,6 - 4,3	0,46	0,37 - 0,7	0,22	0,13 - 0,31	0,26	0,24 - 0,27
Fraction liquide	5,60	2,7 - 7,6	1,91	1,91 - 1,91	0,52	0,39 - 0,65	0,11	0,11 - 0,11	0,17	0,17 - 0,17
Fraction solide	70,00	23,5 - 88,6	49,20	17,9 - 64,9	1,80	1,2 - 2,2	2,00	1,3 - 2,5	0,70	0,2 - 1,1
Sulfate d'ammonium	11,80	11,8 - 11,8	8,60	8,6 - 8,6	2,10	2,1 - 2,1	0,20	0,2 - 0,2	0,90	0,9 - 0,9

- ***Digestats bruts***

Pour les digestats bruts, les teneurs en matières sèches varient de 3,8 à 7,5 % MB avec une moyenne de 6 %. Il s'agit de produits liquides caractérisés par des faibles teneurs en matières organiques (0,46 % MB) et d'éléments majeurs (azote : 0,46 % MB, phosphore : 0,22 % MB et potassium : 0,26 % MB).

Les caractéristiques agronomiques des digestats bruts ne correspondent pas à des dénominations dans les normes actuelles des Engrais (NFU 42-001) ou des amendements organiques respectivement (NFU 44-051).

Pour la norme NFU 42-001, aucune teneur de N, P₂O₅ ou K₂O ne dépasse les 3 % de MB. De même, la somme des N, P₂O₅ et K₂O n'atteint pas les 7 % de MB.

Pour la norme NFU 44-051, les teneurs en matières sèches et en matières organiques des digestats bruts sont beaucoup plus faibles que les seuils minimaux stipulés dans la norme.

Au niveau de l'homologation, les flux moyens des éléments majeurs apportés par un épandage de 20 m³ de digestat par hectare seraient de 92 kg/ha de N, 44 kg/ha de P₂O₅ et 52 kg/ha de K₂O. Ces flux sont cohérents avec ceux revendiqués pour l'homologation des matières fertilisantes en tant qu'engrais.

- ***Fraction liquide du digestat***

Les teneurs en matières sèches de la fraction liquide des digestats sont en moyenne de 5,6 % de MB et restent donc relativement proches de celles des digestats bruts. Néanmoins, ces teneurs sont des moyennes calculées sur l'ensemble des sites.

Par ailleurs, les volumes de la fraction liquide des digestats sont aussi beaucoup plus importants que ceux de la fraction solide ce qui explique le peu de différence en teneurs en matières sèches entre la fraction liquide et le digestat brut.

À titre d'exemple, un des sites de méthanisation effectuant une séparation de phase produit 5500 m³ de fraction liquide et uniquement 250 T de fraction solide. La fraction solide ne représente dans ce cas qu'environ 0,045 % de la phase liquide.

Pour les éléments minéraux, les teneurs en azote sont légèrement plus élevées dans la fraction liquide que dans les digestats bruts (respectivement 0,52 % MB et 0,44 % MB). A l'opposé, les teneurs en P₂O₅ et en K₂O sont plus élevées dans la fraction liquide comparativement aux digestats bruts.

Néanmoins, ces différences de teneurs en matières sèches, en matières organiques, en azote total, en phosphore ou en potassium restent relativement faibles par rapport aux conditions de mise sur le marché (selon des normes NFU ou l'homologation des matières fertilisantes). Ainsi, la fraction liquide ne peut être mise sur le marché selon les normes en vigueur actuellement principalement à cause des teneurs faibles en matières organiques et en éléments majeurs (N, P et K). Par contre, la fraction liquide pourrait être homologuée en tant qu'engrais.

- ***Fraction solide du digestat***

Les teneurs en matières sèches de la fraction solide varient d'un site à l'autre. Elles sont en moyenne de 70 % MB et varient entre 23 % MB et 88 % MB.

Les teneurs en matières organiques varient entre 18 % MB et 65 % MB et celles des éléments minéraux de 1,2 % MB à 2,2 % MB pour l'azote, de 1,3 % MB à 2,5 % MB pour le P₂O₅ et de 0,2 % MB à 1,1 % MB pour le K₂O.

Ainsi, pour la plupart des cas, la fraction solide a des caractéristiques proches de celles des amendements organiques de la norme NFU 44-051. Par contre les teneurs en N, P et/ou K restent plus faibles que celles des teneurs seuils de la norme NFU 42-001.

Signalons que, dans un des six sites, le séchage plus poussé de la fraction solide (pour approcher les 100 % de MS) permettra de concentrer les éléments minéraux (N, P et K) pour atteindre les seuils de la norme NFU 42-001 à condition que le séchage n'engendre pas de perte d'azote.

La mise sur le marché de la fraction solide des digestats ne peut pas être réalisée selon la norme NFU 44-051 car cette norme exige aujourd'hui le compostage des digestats. Néanmoins, mise à part cette exigence, la fraction solide des digestats possède généralement les caractéristiques analytiques requises pour les amendements organiques décrits dans la norme NFU 44-051.

La mise sur le marché de la fraction solide des digestats en tant qu'engrais est aussi possible dans le cadre de l'homologation des matières fertilisantes. Dans ce cas, une dose d'apport minimale de 1,5 T/ha (soit environ 30 kg de N/ha) serait nécessaire pour revendiquer un effet fertilisant.

Notons néanmoins qu'aucune analyse de la minéralisation de l'azote des digestats n'est disponible pour caractériser la biodisponibilité de l'azote de ce type de produit.

- ***Solution de sulfate d'ammonium***

Pour la solution de sulfate d'ammonium, une seule analyse est disponible. Elle montre une teneur en azote total de 2,1 % de MB ce qui est largement inférieur aux teneurs de N des sulfates d'ammonium de la norme NFU 42-001 et du règlement CE 2003/2003. De même, cette analyse montre une teneur en matière organique de 8 % MB. Cette solution contient donc plus de carbone que d'azote et ne correspond pas à un engrais de type sulfate d'ammonium. La mise sur le marché de cette solution de « sulfate d'ammonium » pourrait être réalisée en tant qu'engrais (solution azotée) dans le cadre d'une homologation.

Par ailleurs, comme pour la fraction liquide, les teneurs en matières organiques sont très faibles et ne permettent pas de revendiquer un effet amendement.

- ***Cas de la struvite***

La struvite est un minéral de type magnésium ammonium phosphate hexahydrate ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Elle contient donc 5,7% de N et 28,4% de P_2O_5 , et peut ainsi être considérée comme un élément fertilisant minéral. D'ailleurs, récemment, l'Union Européenne aurait confirmé à une société anglaise la possibilité de mettre sur le marché un produit de type « magnesium ammonium phosphate hexahydrate » selon la dénomination B.2.1 du règlement 2003/2003.

La « struvite » peut être obtenue par co-précipitation de l'ammonium et du phosphate lors du traitement de la fraction liquide du digestat. Le produit ainsi obtenu contient entre 60 et 80% de matière sèche.

Dans le cadre de Valdiopro, des analyses nous ont été fournies sur un produit. Celles-ci portent sur les teneurs en N, P, K, ETM, CTO et MS. Les teneurs en azote et en phosphore sont relativement proches de celles du minéral (indiquées ci-dessus). Néanmoins, nous

n'avons ni les teneurs en carbone organique de ce produit ni d'information sur les formes sous lesquelles les éléments majeurs N et P sont présents (organiques ou minérales).

La mise sur le marché de la struvite selon le règlement 2003/2003 paraît donc une solution envisageable sous réserve d'analyses complémentaires et d'une validation par les autorités compétentes.

4.2.2 Caractéristiques microbiologiques et teneurs en éléments traces métalliques et organiques des produits sortants

- **Caractéristiques microbiologiques**

Très peu d'analyses microbiologiques et de teneurs en éléments traces métalliques ont été recueillies sur les produits sortants.

Pour les analyses microbiologiques, seules trois analyses de digestats bruts sont disponibles et elles proviennent d'un seul et même site. Ces résultats montrent que la présence et/ou contamination des digestats est un risque non négligeable pour la mise sur le marché de ce type de produit qu'elle soit basée sur la conformité d'une norme rendue d'application obligatoire ou obtenue dans le cadre d'une homologation des matières fertilisantes.

- **Teneurs en éléments traces métalliques**

Concernant les éléments traces métalliques, là encore très peu d'analyses sont disponibles. Les ETM les plus analysés sont le cuivre et le zinc. Néanmoins, même pour le cuivre et le zinc, seules 2 analyses sont disponibles par type de produit sortant (digestats bruts, fractions liquides et solides des digestats) et une seule analyse pour le zinc est disponible pour la solution de sulfate d'ammonium. Ainsi, les conclusions données dans ce document ne peuvent être qu'indicatives.

Les teneurs en Cu et en Zn, exprimées en mg/kg de MO, sont inférieures aux seuils de la norme NFU 44-051 actuellement en vigueur. Cependant, le projet de révision de cette norme (en cours en 2012) stipule de supprimer la possibilité d'exprimer les teneurs en mg/kg de MO. Seules les teneurs exprimées en mg/kg MS seront donc possibles avec des seuils maximaux de 300 mg/kg MS et de 600 mg/kg MS, respectivement pour le cuivre et le zinc. En cas de validation par les ministères de ce projet de révision de la norme NFU 44-051, certains produits de type fraction solide des digestats ne seront plus conformes à la norme.

Tableau 3 : Teneurs en cuivre et en zinc des produits sortants

	Cu mg / kg MS		Zn mg / kg MS	
	Moyenne	Min-Max	Moyenne	Min-Max
Digestat brut	99,10	61,2 - 137	405,85	218,7 - 593
Fraction liquide	84,85	60,7 - 109	395,70	223,4 - 568
Fraction solide	111,80	24,5 - 199	542,60	88,1 - 997

Sulfate d'ammonium			3,30	3,3 - 3,3
--------------------	--	--	------	-----------

Certains produits comme la fraction solide des digestats peuvent montrer des teneurs en Zn très supérieures aux seuils de conformité des amendements organiques mis sur le marché selon la NFU 44-051 (600 mg/kg MS). Par contre, pour l'homologation des matières fertilisantes, le critère en vigueur est basé sur le flux des éléments traces métalliques apporté à l'hectare. Dans ce cas de figure, la dose d'apport doit être limitée afin de respecter le flux du zinc autorisé.

Pour les autres ETM, les résultats analytiques montrent que les produits sortants sont en conformité avec les seuils et les flux maximaux autorisés pour la mise sur le marché des matières fertilisantes par voie d'homologation ou par les normes rendues d'application obligatoire actuellement en vigueur.

• *Teneurs en composés traces organiques*

Seules deux analyses de composés traces organiques ont été recueillies dans cette étude. Ces deux analyses proviennent d'un même site (digestat brut). Les teneurs obtenues pour les HAP et les PCB sont toutes inférieures aux seuils réglementaires.

Compte tenu du manque de données, il n'est pas possible de conclure, concernant ce type de polluants, sur les possibilités d'homologuer les produits rencontrés lors de cette étude.

4.2.3 Impacts de la qualité agronomique des produits sortants

Quelle que soit la voie de mise sur le marché (normalisation ou homologation), la qualité agronomique des produits sortants est un paramètre de caractérisation important.

Au niveau agronomique, tous les produits sortants possèdent des caractéristiques agronomiques qui leur permettent d'être reconnus comme des matières fertilisantes. Les produits liquides (digestat brut, fraction liquide et solution de sulfate d'ammonium) ont des teneurs en N, P et K compatibles avec des fertilisants de type engrais. Par contre, les teneurs en matières organiques sont faibles pour revendiquer un effet amendement organique.

Les fractions solides des digestats ont des teneurs en matières organiques relativement élevées et peuvent être mises sur le marché en tant qu'amendement organique. De même, dans certains cas, les teneurs en N, P et K peuvent être suffisamment importantes pour envisager une mise sur le marché en tant qu'engrais.

Au niveau de l'innocuité, le nombre d'analyses recueillies est relativement faible pour permettre une bonne caractérisation de chaque type de produit sortant. Néanmoins, les teneurs en cuivre et en zinc doivent être suivies pour s'assurer de la compatibilité d'une utilisation conformément à la réglementation en vigueur actuellement.

Au niveau des risques microbiologiques, l'absence d'hygiénisation des intrants, et notamment des effluents d'élevage, entraîne un risque de présence de pathogènes. Un système de management-qualité doit être assuré pour réduire ce risque et des analyses microbiologiques doivent être réalisées pour assurer l'innocuité des produits commercialisables. Cette caractérisation doit être faite avec un nombre d'analyses suffisant avant même d'entreprendre la démarche de mise sur le marché.

Enfin, il est indispensable d'assurer une gestion rigoureuse des produits sortants (post traitement, notion de lot, stockage...) pour pallier à tout risque de contamination du produit postérieurement à son obtention.

4.3 Gestion et stabilité des produits sortants

Plusieurs critères doivent être pris en compte dans la gestion des produits sortants dans l'objectif de leur commercialisation selon la réglementation en vigueur (normalisation et/ou homologation).

4.3.1 Hygiénisation des produits sortants

Les matières entrantes, liquides ou solides, sont principalement des déjections animales et des déchets organiques susceptibles de contenir des contaminants biologiques. Le processus de la méthanisation mésophile ne peut garantir une hygiénisation des produits sortants. La présence, dans le procédé, de prétraitements ou de post-traitements est une étape qui réduit considérablement les risques de contamination et de présence de micro-organismes indésirables dans les produits finis.

Dans cette étude, la plupart des sites de méthanisation possède une étape d'hygiénisation (ou de séchage) en aval ou en amont de la méthanisation. Néanmoins, pour l'ensemble des produits sortants rencontrés dans cette étude, quatre produits sont obtenus sans aucune étape d'hygiénisation (amont ou aval de la méthanisation). Il s'agit de produits liquides de type digestat brut, fraction liquide et de solution de sulfate d'ammonium.

4.3.2 Stabilisation des produits

La stabilisation des produits sortants correspond au maintien des caractéristiques agronomiques des produits tout au long de leur stockage.

Les produits liquides (digestat brut, fraction liquide) issus des 6 sites de méthanisation et la solution de sulfate d'ammonium sont caractérisés par la présence de matières organiques et d'azote ammoniacal. Ces produits sont donc susceptibles d'évoluer lors de leur du stockage. Ce dernier est réalisé pour ces types de produits dans des silos ou des fosses de stockage alimentées en continu par le produit sortant. Ceci peut aussi affecter la stabilité du produit. Enfin, la notion du lot devra être maîtrisée par chaque exploitant pour assurer la conformité de chaque lot de produit et prévoir un traitement des lots non conformes.

Pour les fractions solides des digestats, les teneurs élevées en matières sèches permettent une meilleure stabilisation des produits. Néanmoins, cette stabilité n'est assurée que pour des produits caractérisés par des teneurs en matières sèches d'environ 90 %. La stabilité des produits ne peut être garantie que par un suivi analytique.

4.3.3 Homogénéité des produits sortants

Dans les sites de méthanisation, le stockage des produits sortants est réalisé dans des fosses ou silos pour les produits liquides et des aires de stockage pour les produits solides.

Les fosses et les silos autorisent un brassage régulier des produits liquides permettant ainsi d'assurer une homogénéité des produits liquides. A l'opposé, si aucun brassage n'est réalisé, une hétérogénéité au sein des fosses et des silos est inévitable par simple décantation. Cette hétérogénéité peut induire une variabilité des caractéristiques agronomiques dans le temps. L'hétérogénéité des produits sortants ne constitue pas elle-même un handicap pour la mise sur le marché des matières fertilisantes par voie

d'homologation. Néanmoins, la constitution du dossier de demande d'autorisation de mise sur le marché (homologation) est plus complexe à mettre en œuvre. En effet, une homologation peut être obtenue pour une famille de produits (produits avec différentes caractéristiques agronomiques). De même, dans ce cas, la gestion du stockage, de la définition des lots, du suivi analytique et de la commercialisation des produits sortants devra être bien maîtrisée.

4.3.4 Gestion des lots

La mise sur le marché des matières fertilisantes par voie d'homologation ou par des normes rendues d'application obligatoire nécessite la mise en place d'une gestion des produits commercialisables par lot. Il n'y a pas d'indication spécifique concernant le nombre des lots, leur taille ou leur période de production.

Chaque exploitant est libre de définir le lot de gestion de sa production. Néanmoins, chaque produit commercialisé devra être conforme aux caractéristiques du produit autorisé à la mise sur le marché. Ces caractéristiques sont fixées par les normes rendues obligatoires ou par l'autorisation de mise sur le marché obtenue par l'exploitant auprès du ministère de l'agriculture.

Dans cette étude, les produits solides stockés dans une aire de stockage permettent aisément de définir des lots de tailles voulues et facilitent la gestion des analyses et de la commercialisation.

Par contre, pour les produits liquides stockés en silos ou dans des fosses, aucune séparation physique entre des lots n'est possible. Cela n'entrave pas la possibilité d'homologuer un produit, mais entraîne un risque pour l'exploitant : en cas de non-conformité d'une analyse, c'est l'ensemble de la production qui est considérée comme non-conforme, entraînant des difficultés de débouché pour le produit.