

Etude préalable à l'épandage de digestat

Réalisée pour le compte de la :

SAS Agri NRJ Langres



A. La menuiserie, 25660 FONTAIN
T. 03 81 61 66 94
F. 03 81 61 28 62
E. sophie@opale-en.com
www.opale-en.com

Le 12/12/2017

TABLE DES MATIERES

1. Cadre de l'étude.....	4
2. Caractéristiques de l'installation de méthanisation et du digestat produit.....	5
2.1. L'installation de méthanisation	5
2.2. Le digestat solide	7
2.2.1. Modalité d'obtention du digestat solide et quantité.....	7
2.2.2. Calcul de la capacité de stockage	7
2.2.3. Qualité du digestat solide	7
2.3. Le digestat liquide	8
2.3.1. Modalité d'obtention du digestat liquide et quantité.....	8
2.3.2. Calcul de la capacité de stockage	8
2.3.3. Qualité du digestat liquide	8
2.4. Quantité d'azote impliquée.....	9
2.5. Innocuité des digestats.....	9
3. Présentation de la zone d'étude	11
3.1. Localisation de l'installation de méthanisation.....	11
3.2. Territoire concerné par le plan d'épandage	11
3.3. Climatologie	13
3.4. Géologie	15
3.5. Pédologie.....	17
4. Réglementation et autres textes applicables	18
4.1. Règlement sanitaire départemental et prescriptions ICPE.....	18
4.2. Directive Nitrates et Code des Bonnes Pratiques Agricoles.....	20
5. Présentation du plan d'épandage	22
6. Organisation des épandages	23
6.1. Calcul de la dose d'épandage	23
6.1.1. Principe	23
6.1.2. Méthode du CAU	23
6.1.3. Exemple d'un Blé tendre	24
6.1.4. Exemple d'un Maïs.....	24
6.1.5. Exemple d'une Prairie.....	25
6.2. Adéquation dose/surface	25
6.3. Capacité de stockage	25
6.3.1. Digestat liquide	25
6.3.2. Digestat solide	26
6.4. Organisation logistique	27
6.5. Suivi des épandages.....	28

Annexe 1 : Liste des parcelles du plan d'épandage.....	30
Annexe 2 : Plan d'épandage.....	31
Annexe 3 : Résultats des analyses de sol.....	32
Annexe 4 : Arrêté préfectoral du 16 octobre 2013 définissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la Champagne Ardenne.....	33

FIGURES

Figure 1: Intrants de l'installation de méthanisation.....	5
Figure 2: Evolution de la matière organique (Source : La qualité agronomique des digestats – Solagro - 2004).....	6
Figure 3: Production mensuelle de digestat solide.....	7
Figure 4: Valeur agronomique du digestat solide.....	7
Figure 5: Production mensuelle de digestat liquide.....	8
Figure 6: Valeur agronomique du digestat liquide.....	9
Figure 7: Localisation d'Agri NRJ Langres (polygone bleu).....	11
Figure 8: Liste des exploitations agricoles	11
Figure 9: Répartition des surfaces étudiées par commune	12
Figure 10: Topographie du territoire (Extrait de www.geoportail.gouv.fr)	13
Figure 11: Températures, station météo de LANGRES (Extrait de www.infoclimat.fr)	14
Figure 12: Précipitations, station météo de LANGRES (Extrait de www.infoclimat.fr).....	14
Figure 13: Extraits de la carte géologique de la zone d'étude (Source : Infoterre du BRGM)	16
Figure 14: Périodes d'épandage inapproprié (en rouge) hors zone vulnérable pour les deux types de fertilisants organiques	20
Figure 15: Exemple de calendrier d'épandage de digestat liquide.....	26
Figure 16: Exemple de calendrier d'épandage de digestat solide.....	26
Figure 17: Exemple de chantier d'épandage par tonne à lisier avec pendillards.....	27
Figure 18: Exemple de remorque agricole	28
Figure 19: Exemple de chantier d'épandage de digestat solide.....	28

1. CADRE DE L'ETUDE

La SAS Agri NRJ Langres a pour activité la méthanisation de déchets organiques. Outre la production de biométhane, l'installation de méthanisation génère un déchet nommé « digestat ». Le digestat est la matière restant à l'issue de la méthanisation de la matière organique.

Agri NRJ Langres est soumise à la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) notamment au titre de la rubrique 2781-1. Elle est sous le régime de l'enregistrement et doit ainsi respecter :

- l'arrêté du 12 août 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux ICPE de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n°2781-1 modifié par
- l'arrêté du 25 juillet 2012 modifiant des dispositions relatives aux installations de traitement de déchets soumises à enregistrement au titre de la législation des ICPE.

La présente étude constitue l'étude préalable à l'épandage de digestat telle que demandée dans le paragraphe c de l'annexe I de l'arrêté du 12 août 2010.

2. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION DE METHANISATION ET DU DIGESTAT PRODUIT

La présente étude concerne l'épandage de digestat produit par l'installation de méthanisation de la SAS Agri NRJ Langres. Dans cette partie nous allons donc présenter brièvement l'origine du digestat puis nous présenterons les caractéristiques des deux types de digestat produit.

2.1.L'INSTALLATION DE METHANISATION

Agri NRJ Langres prévoit de méthaniser les déchets organiques suivants :

Intrants	Quantités (t/an)
Fumier bovin d'aire paillée	5 460
Fumier bovin raclé	660
Lisier porcin	2 830
Cultures dédiées	1 740
Cultures intermédiaires (CIVE)	1 030
Résidus de culture	600
Lactosérum et boues d'écrèmeuse	1 670
Total	13 990

FIGURE 1: INTRANTS DE L'INSTALLATION DE METHANISATION

La proportion de ces intrants pourra varier quelque peu selon les années.

Le fumier et le lisier qui constituent l'essentiel des intrants sont issus des exploitations agricoles qui apportent des terres pour l'épandage du digestat. La logique de la démarche est une récupération de digestat proportionnelle aux intrants apportés.

Le principe de fonctionnement de l'installation est la méthanisation en infiniment mélangé.

Les intrants solides sont insérés quotidiennement dans le process au moyen d'un engin à godet dans une trémie d'alimentation. Cette trémie d'alimentation conduit le mélange d'intrants solides via une vis sans fin dans le digesteur.

Les intrants liquides sont pompés depuis leur stockage tampon et envoyés dans le digesteur.

Après un passage dans le digesteur, la matière est envoyée dans un post digesteur où la digestion de la matière se poursuit.

Les digesteurs et le post-digesteur sont des cuves hermétiquement fermées, isolées, chauffées et brassées.

A l'intérieur du digesteur et du post-digesteur, les bactéries acidogènes vont transformer la matière organique biodégradable en acides gras volatils et les bactéries méthanogènes vont transformer ces derniers en biogaz.

Le biogaz produit est stocké au-dessus des digesteurs et post-digesteur, la membrane double peau les couvrant formant avec ceux-ci un gazomètre.

Le digestat issu de la dégradation des intrants est pompé en continu depuis le post-digesteur. Il est envoyé vers un séparateur de phase qui permet d'une part de produire du digestat solide et d'autre part du digestat liquide.

Le digestat liquide peut être conduit vers deux directions :

- il peut être recirculé en cas de besoin en tête de process pour diminuer la siccité du mélange d'intrants ;
- il peut être envoyé vers les fosses de stockage de digestat liquide dans l'attente de son épandage.

Lors de la méthanisation, les intrants subissent une fermentation où la matière organique évolue de la manière suivante :

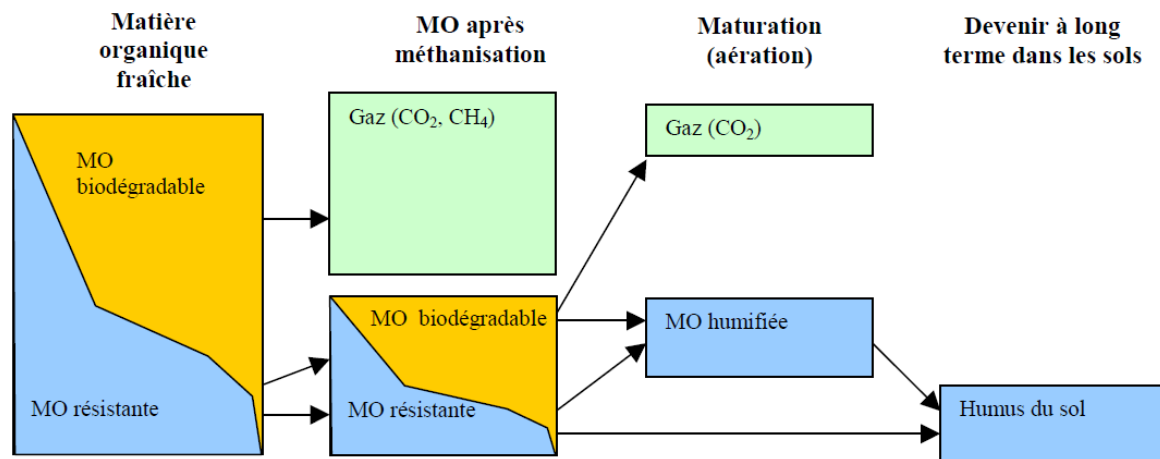


FIGURE 2: EVOLUTION DE LA MATIERE ORGANIQUE (SOURCE : LA QUALITE AGRONOMIQUE DES DIGESTATS - SOLAGRO - 2004)

La matière organique facilement biodégradable est digérée et produit du biogaz. Le taux de décomposition de la matière organique est similaire au compostage. Les avantages du digestat sont les suivants :

- La matière organique responsable de la formation d'humus dans les sols est conservée. En effet, le digestat a un indice de stabilité de la matière organique (ISMO) relativement élevé.
- Les acides gras volatils, responsables des odeurs des effluents frais, sont dégradés. Le digestat s'en trouve désodorisé.
- La méthanisation permet une élimination efficace des pathogènes.
- Le pH du digestat est neutre ou légèrement basique.
- Les éléments nutritifs (notamment N, P, K) sont conservés.
- L'azote est minéralisé lors de la digestion. Il est donc disponible pour les plantes au moment de l'épandage. Le phosphore est également minéralisé dans une certaine mesure.

Ainsi, la gestion des épandages des digestats en comparaison avec les épandages de fumiers bruts est différente. Un fumier est habituellement utilisé comme amendement organique, un digestat aura, en supplément, un rôle d'engrais. La connaissance des teneurs en éléments fertilisants du digestat et leur disponibilité permet d'optimiser les apports des engrais de ferme et de diminuer ainsi la consommation d'engrais de synthèse.

Les paragraphes suivants décrivent plus précisément des deux types de digestat.

2.2.LE DIGESTAT SOLIDE

2.2.1. MODALITE D'OBTENTION DU DIGESTAT SOLIDE ET QUANTITE

Le digestat solide est obtenu lors de la séparation de phase que subit le digestat brut.

La production annuelle de digestat solide est estimée à 1300 tonnes.

Cependant, cette production de digestat solide varie au cours de l'année car la quantité d'intrants varie également. La répartition mensuelle de la production de digestat solide est donc la suivante :

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tonnes	149	148	149	110	101	79	67	67	90	96	124	137

FIGURE 3: PRODUCTION MENSUELLE DE DIGESTAT SOLIDE

2.2.2. CALCUL DE LA CAPACITE DE STOCKAGE

La capacité de stockage du digestat solide (fertilisant azoté de type I, cf. paragraphe 2.2.3) sera de 4 mois. La justification de cette durée est présentée dans la partie 6.3.

Ainsi, le stockage du digestat solide devra avoir une capacité de 583 tonnes minimum (=137+149+148+149). Avec une densité de 0,7, le volume de stockage devra être au minimum de 833 m³.

2.2.3. QUALITE DU DIGESTAT SOLIDE

L'installation de méthanisation d'Agri NRJ Langres n'est pas encore en service. Il est donc impossible de procéder à des analyses du digestat. Toutefois, on peut estimer les caractéristiques de ce digestat à partir des caractéristiques des intrants et des retours d'expérience de la méthanisation.

Lorsque l'installation sera en service et avant les premiers épandages de digestat, une analyse de la valeur agronomique du digestat sera réalisée pour confirmer ces estimations. Les prescriptions d'épandage seront réadaptées en cas de différence. Par exemple, les doses d'épandage seront recalculées en fonction de la teneur en azote effectivement mesurée.

La valeur agronomique du digestat solide est estimée selon les valeurs suivantes :

%MS	%MO sur MS	C/N	N _{tot} en kg/t	N _{min} en kg/t	P ₂ O ₅ en kg/t	K ₂ O en kg/t	pH
25	75	20	5	1.0	4.0	7.0	8

FIGURE 4: VALEUR AGRONOMIQUE DU DIGESTAT SOLIDE

Le digestat solide a une siccité de l'ordre de 25%, il est donc solide, il tient en tas. Le pH de 8 est légèrement supérieur à la neutralité, son utilisation pourra avoir un effet bénéfique sur le pH du sol.

Le taux de matière organique est similaire à celui d'un fumier frais. La matière organique restante après la digestion se retrouve majoritairement dans le digestat solide après la séparation de phase. Cette matière est la matière organique résistante à la dégradation qui après épandage

donnera de l'humus et participera donc à l'amélioration du taux de matière organique du sol au même titre qu'un compost.

Le rapport C/N permet d'évaluer la vitesse de minéralisation de la matière organique dans le sol. Supérieur à 8, on considère que le digestat solide a une minéralisation plutôt lente dans le sol. Il est donc considéré comme un fertilisant de type I. Cependant, il existe tout de même une part d'azote minéral qui montre que ce digestat aura un léger effet engrais azoté appréciable. En effet, la digestion de la matière organique lors de la méthanisation a transformé une part importante d'azote organique en ion ammonium, NH_4^+ , utilisable rapidement par les cultures. La majorité des ions ammonium se retrouvent dans le digestat liquide mais une petite proportion est contenue dans le digestat solide. Le rapport C/N et la teneur en azote total et minéral montrent que le digestat solide ne produira pas d'effet de faim d'azote en cas d'épandage sur les cultures.

Les teneurs en P_2O_5 et en K_2O sont intéressantes pour la fertilisation des cultures.

Ainsi, le digestat solide possède une valeur agronomique intéressante pour le sol et les cultures. Il constitue un amendement organique.

2.3.LE DIGESTAT LIQUIDE

2.3.1. MODALITE D'OBTENTION DU DIGESTAT LIQUIDE ET QUANTITE

Le digestat liquide est ce qu'il reste après la séparation de phase que subit le digestat brut.

La production de digestat liquide est estimée à 11050 m³ répartis mensuellement de la façon suivante :

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tonnes	1250	1241	1250	920	846	664	560	560	751	802	1037	1146

FIGURE 5: PRODUCTION MENSUELLE DE DIGESTAT LIQUIDE

2.3.2. CALCUL DE LA CAPACITE DE STOCKAGE

La capacité de stockage du digestat liquide sera de 6 mois. La justification de cette durée est présentée dans la partie 6.3. Nous choisissons d'avoir une capacité supérieure à ce qu'exige la réglementation pour avoir plus de souplesse dans les épandages.

Ainsi, le stockage du digestat liquide devra avoir une capacité de 6845 m³, égale au 6 mois de production les plus importants, en hiver.

Le digestat liquide est stocké dans une fosse couverte qui aura un volume total au moins égal à cela.

2.3.3. QUALITE DU DIGESTAT LIQUIDE

L'estimation de la valeur agronomique du digestat liquide est la suivante :

%MS	%MO sur MS	C/N	N _{tot} en kg/t	N _{min} en kg/t	P ₂ O ₅ en kg/t	K ₂ O en kg/t	pH
7%	20	6	5.8	3.6	2.8	8.6	7.5

FIGURE 6: VALEUR AGRONOMIQUE DU DIGESTAT LIQUIDE

Le digestat liquide a une siccité faible. Le pH de 7,5 est neutre.

Le taux de matière organique, plus faible que celui d'un fumier frais, montre que la matière organique a été minéralisée. Le rapport C/N faible, de 6, et la teneur en azote minéral importante montrent que ce digestat aura un effet engrais. L'azote sera utilisable très rapidement par les cultures. Le digestat liquide sera considéré comme un fertilisant de type II.

La teneur en K₂O est très intéressante pour la fertilisation des cultures. En revanche, les apports de phosphore par ce digestat seront négligeables par rapport aux besoins des cultures.

Ainsi, le digestat liquide possède une valeur agronomique intéressante pour les cultures, il constitue un engrais organique.

2.4. QUANTITE D'AZOTE IMPLIQUEE

Compte tenu des éléments annoncés ci-dessus, la quantité d'azote inscrite au plan d'épandage s'élève à :

$$1300 \text{ t} \times 5.0 \text{ kgN}_{\text{tot}}/\text{t} + 11050 \text{ m}^3 \times 5.8 \text{ kgN}_{\text{tot}}/\text{m}^3 = \mathbf{70590 \text{ kgN}_{\text{tot}}}$$

Ces 70.6 tonnes d'azote total sont toutes originaires de tiers (elles proviennent des intrants méthanisés) et sont toutes épandues sur les terres mises à disposition par les exploitations agricoles du présent plan d'épandage.

2.5. INNOCUITE DES DIGESTATS

Une étude de Rittmo Agroenvironnement de 2011 commandée par l'ADEME et le Ministère de l'Agriculture intitulée « Qualité agronomique et sanitaire des digestats » a analysé la qualité sanitaire des digestats à partir de données bibliographiques.

Les données collectées dans cette étude ont montré que les digestats issus d'intrants d'origine agricole respectent toujours les valeurs limites fixées par les normes NFU 44-051 et 44-095 pour les polluants organiques (HAP et PCB) et les éléments traces métalliques (ETM) (à l'exception du cuivre et du zinc pour du digestat issu de lisiers de porcs).

Par ailleurs, réglementairement, les intrants du site de méthanisation peuvent tous être épandus sur les parcelles agricoles sans suivi analytique particulier, le digestat issu de ces déchets organiques devrait donc être épandable. Le passage dans le méthaniseur des intrants n'impacte pas la quantité de métaux lourds (ETM) qu'ils contiennent. En revanche, leur concentration en ETM peut mécaniquement augmenter du fait de l'extraction de carbone sous forme de biogaz. Mais, comme le montre l'étude de Rittmo, cette concentration reste faible.

Concernant les polluants organiques, l'étude de Rittmo montre que la méthanisation permet un abattement significatif de certains de ces éléments.

Concernant les pathogènes, la méthanisation est un procédé qui permet la réduction des concentrations de l'ordre de 80%. Ainsi, les germes pathogènes contenus dans le digestat sont nettement inférieures à ceux contenus dans un fumier épandu sans avoir été méthanisé. La méthanisation diminue donc le risque sanitaire par rapport à une filière d'épandage de fumiers bruts.

De plus, notons que sur l'aspect sanitaire, l'installation de méthanisation d'Agri NRJ Langres sera également encadrée par le règlement UE n°142/2011 du 25 février 2011 portant application du règlement CE n°1069/2009 établissant les règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux. A ce titre, des analyses seront effectuées pour tester la présence d'Escherichia Coli (ou Enterococcaceae) et de Salmonella sur 5 échantillons et devront vérifier les valeurs limites imposées dans la section 3 de l'annexe VIII du règlement UE n°142/2011.

Ainsi, les valeurs agronomiques des digestat solide et liquide montrent qu'ils présentent un intérêt pour les sols et les cultures. Par ailleurs, les retours d'expériences sur les teneurs en ETM, HAP, PCB et pathogènes ont montré qu'ils ne portaient pas atteinte à la santé de l'homme et des animaux ni à la qualité et à l'état phytosanitaire des cultures.

Toutefois, cet intérêt doit être validé par rapport à la nature des sols, aux besoins des cultures pratiquées et aux contraintes environnementales locales. C'est ce que nous allons vérifier dans les parties suivantes.

3. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

3.1. LOCALISATION DE L'INSTALLATION DE METHANISATION

L'installation de méthanisation d'Agri NRJ Langres se situe sur la commune de Langres, au lieu-dit « Les Ageottes », sur les parcelles cadastrales 144A136, 144A138 et 144A438.

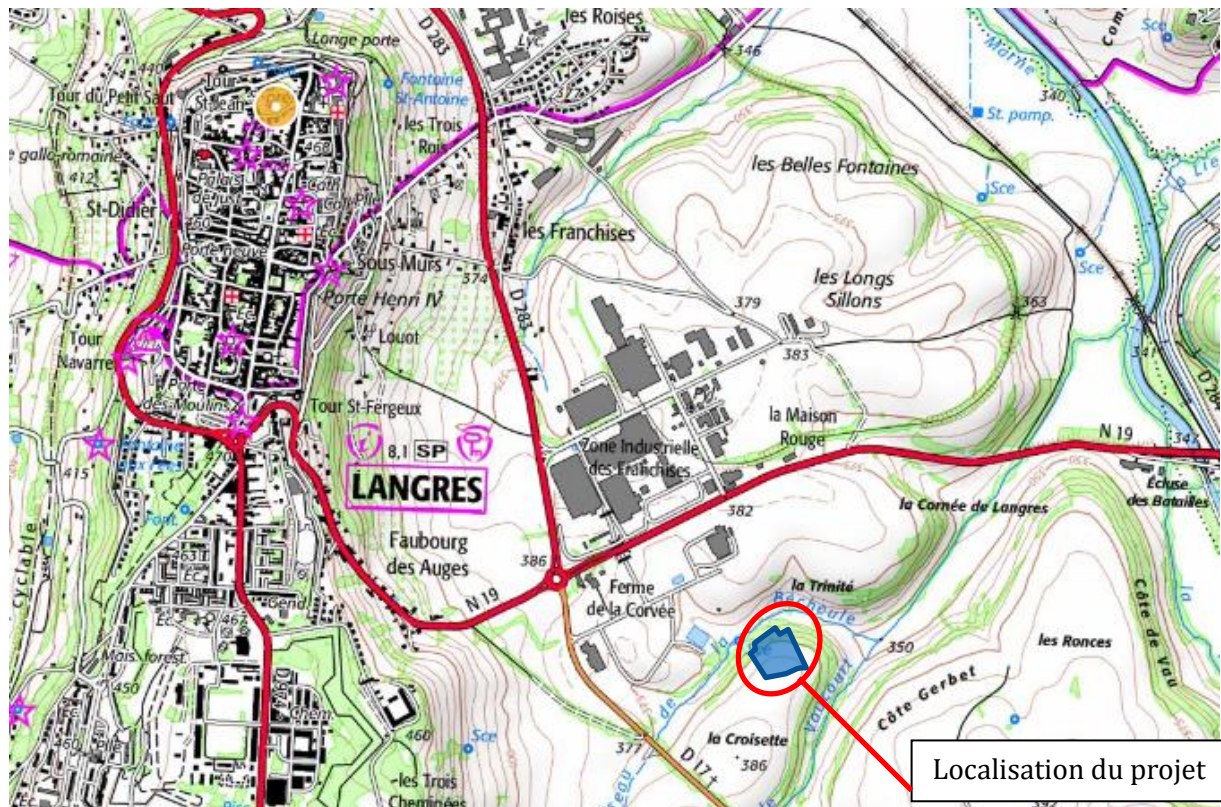


FIGURE 7: LOCALISATION D'AGRI NRJ LANGRES (POLYGONE BLEU)

3.2. TERRITOIRE CONCERNE PAR LE PLAN D'EPANDAGE

Les exploitations agricoles participant au plan d'épandage sont les suivantes :

Nom de l'exploitation	Nom	Commune du siège social	Code de l'exploitation agricole
EARL d Eponine	LOMBARD Yves	SAINTS GEOSMES	EPON
EARL de la bouverie	HUOT Thierry	SAINTS GEOSMES	BOUV
GAEC de Chatenonge	GERARD Philippe	SAINT GEOSMES	CHAT
SCEA de la noue au chêne	BRUNE Philippe	SAINT VALLIER/MARNE	NOUE
GAEC de la Farce	BRIGAND Aurélien	SAINT VALLIER/MARNE	FARC
GOIROT Alain	GOIROT Alain	CHATENAY VAUDIN	GOIR
GAEC de la poudrière	FEBVRE Damien	LANGRES	POUD
FERRUT Philippe	FERRUT Philippe	LANGRES	FERR

FIGURE 8: LISTE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

L'identification des parcelles dans le plan d'épandage se fera par l'association du code de l'exploitation agricole et du n° d'ilot PAC de la parcelle.

Ainsi, par exemple, l'ilot PAC 3 du GAEC de la Farce est identifié FARC003.

Ce sont 1802 ha de SAU qui ont été étudiés dans le cadre de cette étude. La liste des parcelles est donnée en annexe 1 et la cartographie des parcelles en annexe 2.

Les parcelles sont en majorité sur les communes de Langres, Saints Geosmes et St Vallier sur Marne comme le montre la répartition des surfaces étudiées par commune dans le tableau suivant :

Communes	SAU étudiée (en Ha)
LANGRES	414,61
SAINTS GEOSMES	360,03
ST VALLIER SUR MARNE	266,98
CHATENAY VAUDIN	115,98
ORBIGNY AU MONT	105,45
CHALINDREY	94,69
ORBIGNY AU VAL	61,50
BANNES	58,29
CULMONT	57,92
PEIGNEY	45,36
CHATENAY MACHERON	33,22
HAUTE AMANCE	32,67
PERRANCEY LES VIEUX MOULIN	25,05
HUMES JORQUENAY	20,69
NEUILLY L EVEQUE	20,66
NOIDANT LE ROCHEUX	15,80
LECEY	13,42
ROUGEUX	11,21
ST MAURICE	10,01
TORCENAY	9,98
CELLOY	9,04
CHAMPSEVRINE	7,84
BOURG	4,62
COHONS	4,36
BALESMES SUR MARNE	1,94

FIGURE 9: REPARTITION DES SURFACES ETUDIEES PAR COMMUNE

Au niveau de la topographie, le secteur d'étude est un plateau situé entre 350 et 400 m d'altitude. Ce plateau est creusé par la Marne et ses affluents qui forment des dénivelés de 50 à 75m. Les parcelles situées les plus au Sud, se situent sur un plateau légèrement moins élevé et drainé par des rivières coulant vers le Sud (La Mance, le Salon et La Resaigne).

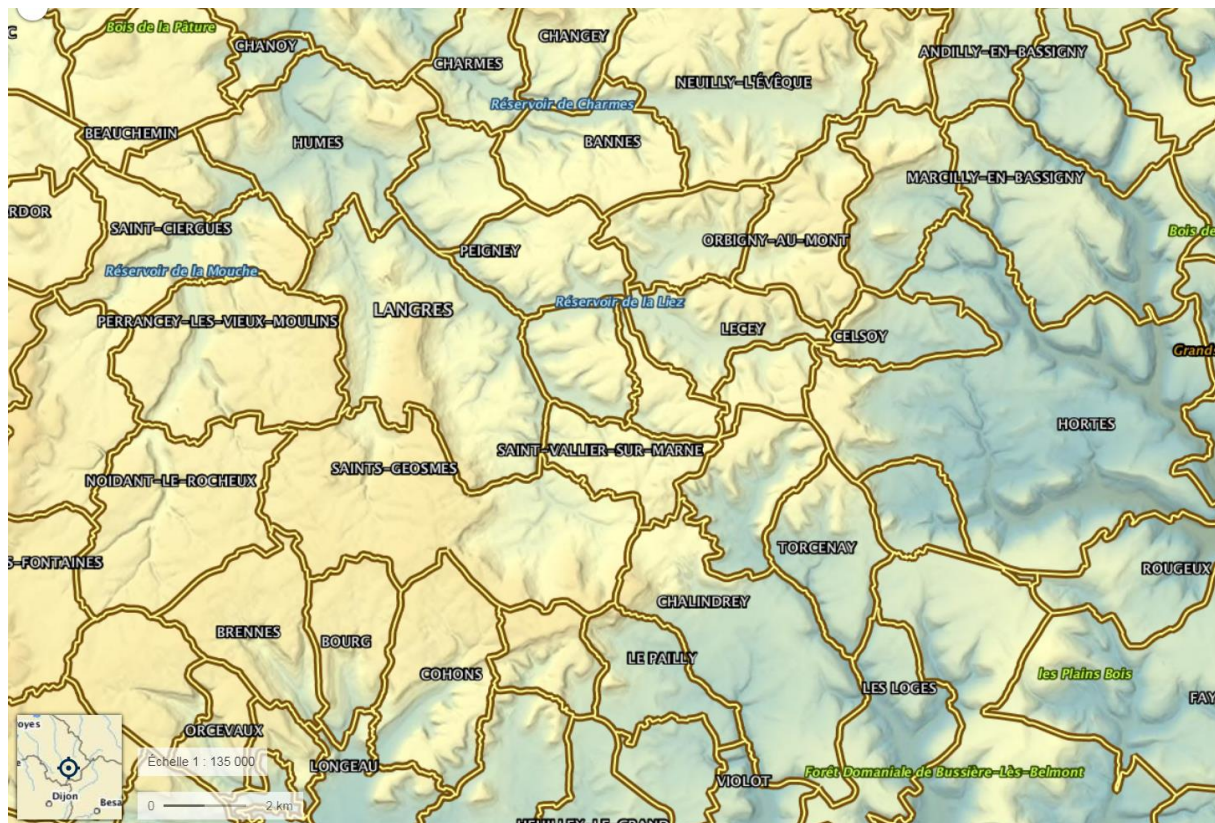


FIGURE 10: TOPOGRAPHIE DU TERRITOIRE (EXTRAIT DE WWW.GEOPORTAIL.GOUV.FR)

3.3. CLIMATOLOGIE

Les données climatiques recueillies proviennent de la station météorologique de Langres (52).

Les tableaux page suivante rassemblent les données de températures caractéristiques et de pluviométrie.

L'aire d'étude se caractérise par un climat continental très marqué, plus rude que les régions limitrophes.

A noter que le nombre de jour de gel ($T < 0^{\circ}\text{C}$) est de 81 jours/an avec une saison allant de novembre à mars où le nombre de jours de gel par mois est supérieur à 10.

La hauteur totale de précipitations est de 877 mm par an, assez bien répartis sur l'année grâce aux orages estivaux. Le nombre de jours de pluie est de 132 jours. On peut compter de l'ordre de 5 jours par mois de pluie avec plus de 5mm.

Normes et records 1961-1990

Langres (52) - altitude 467m

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	An
Températures minimales (°C)													
Moyenne	-1.8	-0.9	1.5	4.1	7.9	11	13.2	13	10.5	6.9	1.8	-1.1	5.5
Record absolu	-18.1	-21.2	-13.2	-6.6	-2.9	2.5	5.1	5.1	2.1	-4.1	-10.7	-33	-33
Date	12/01/1987	02/02/1956	06/03/1971	12/04/1986	06/05/1957	01/06/1975	01/07/1962	30/08/1986	29/09/1993	29/10/1997	27/11/1985	30/11/0001	30/11/0001
Températures maximales (°C)													
Moyenne	2.6	4.6	8.1	11.9	16	19.5	22	21.6	18.5	13.3	6.9	3.4	12.4
Record absolu	14.5	17.7	21.9	26.2	28.8	32.4	35.1	36.2	31.6	25.7	19	15.5	36.2
Date	27/01/1983	14/02/1958	29/03/1989	17/04/1949	28/05/1956	30/06/1950	01/07/1952	11/08/1998	05/09/1949	03/10/1985	02/11/1970	16/12/1989	11/08/1998
Températures moyennes (°C)													
Moyenne	0.4	1.8	4.8	8	12	15.2	17.6	17.3	14.5	10.1	4.4	1.1	8.9
Nombre de jours avec :													
Tn ≤ -5°C	6	4.9	1.4	0	0	0	0	0	0	0	1.2	5.9	19.4
Tn ≤ 0°C	19.9	15.9	10.8	4.9	0.1	0	0	0	0	0.8	10.3	18.3	81
Tx ≤ 0°C	8	4.9	1.1	0	0	0	0	0	0	0	2	7.1	23.1
Tx ≥ 25°C	0	0	0	0	0.5	3.6	8.8	6.9	2	0.1	0	0	21.9
Tx ≥ 30°C	0	0	0	0	0	0.2	1.4	0.8	0	0	0	0	2.4

FIGURE 11: TEMPERATURES, STATION METEO DE LANGRES (EXTRAIT DE WWW.INFOCLIMAT.FR)

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	An
Cumul mensuel de précipitations (mm)													
Moyenne	80	70.7	70	60.2	83.9	72.4	56.5	72.1	76.1	70.3	80.5	84.3	877
Hauteur maximale de précipitations en 24h (mm)													
Hauteur	51.9	47.4	42.5	29.9	50.4	48.6	73.4	57.9	75	37.8	45.3	30.8	75
Date	12/01/1962	03/02/1980	27/03/1974	24/04/1966	20/05/1971	10/06/1966	07/07/1963	15/08/1979	30/09/1965	28/10/1990	02/11/1968	15/12/1981	30/09/1965
Nombre de jours avec :													
RR ≥ 1mm	13.6	11.3	12.6	10.7	12.5	10.5	8.3	9.6	8.7	10.1	12	12.4	132.3
RR ≥ 5mm	5.4	5.3	5	3.9	5.9	4.8	4	4.8	4.5	4.6	5.6	6	59.8
RR ≥ 10mm	2	2	1.9	1.7	2.4	2.3	1.8	2.2	2.5	2.3	2.4	2.6	26.1

FIGURE 12: PRECIPITATIONS, STATION METEO DE LANGRES (EXTRAIT DE WWW.INFOCLIMAT.FR)

3.4. GEOLOGIE

La zone d'étude se situe à la jonction entre la partie méridionale du Bassin parisien et le plateau bourguignon. L'essentiel des parcelles se trouvent sur ce premier élément, appelé le plateau de Langres.

Le plateau est essentiellement constitué des couches du Jurassique avec quelques dépôts de limons argileux des plateaux. Les vallées creusées dans ce plateau montrent sur les versants une succession de couches géologiques plus anciennes, allant jusqu'au Trias sur le Sud de la zone d'étude.

Voici une description de ces différentes couches :

- Alluvions actuelles des vallées (F_z) : alluvions récentes de constitution variables ;
- Limons argileux des plateaux (OE) : formation mince du quaternaire issue de la décalcification des formations sous-jacentes.
- Bajocien inférieur et moyen (J_{1a-b}) : calcaires à polypiers.
- Toarcien inférieur (I₇) : Argiles et schistes cartons à la base.
- Domérien supérieur (I_{6b} ou I_{4c} sur la feuille de Fayl Billot) : grès médioliasique de 40 à 45 m d'épaisseur ou marnes bleu noir détritique.
- Domérien inférieur (I_{6b} ou I_{4ab} sur la feuille de Fayl Billot) : argiles à Amaltheus margaritatus du Pliensbaschien avec quelques nodules calcaires.

La carte page suivante illustre la localisation de ces différents éléments géologiques.

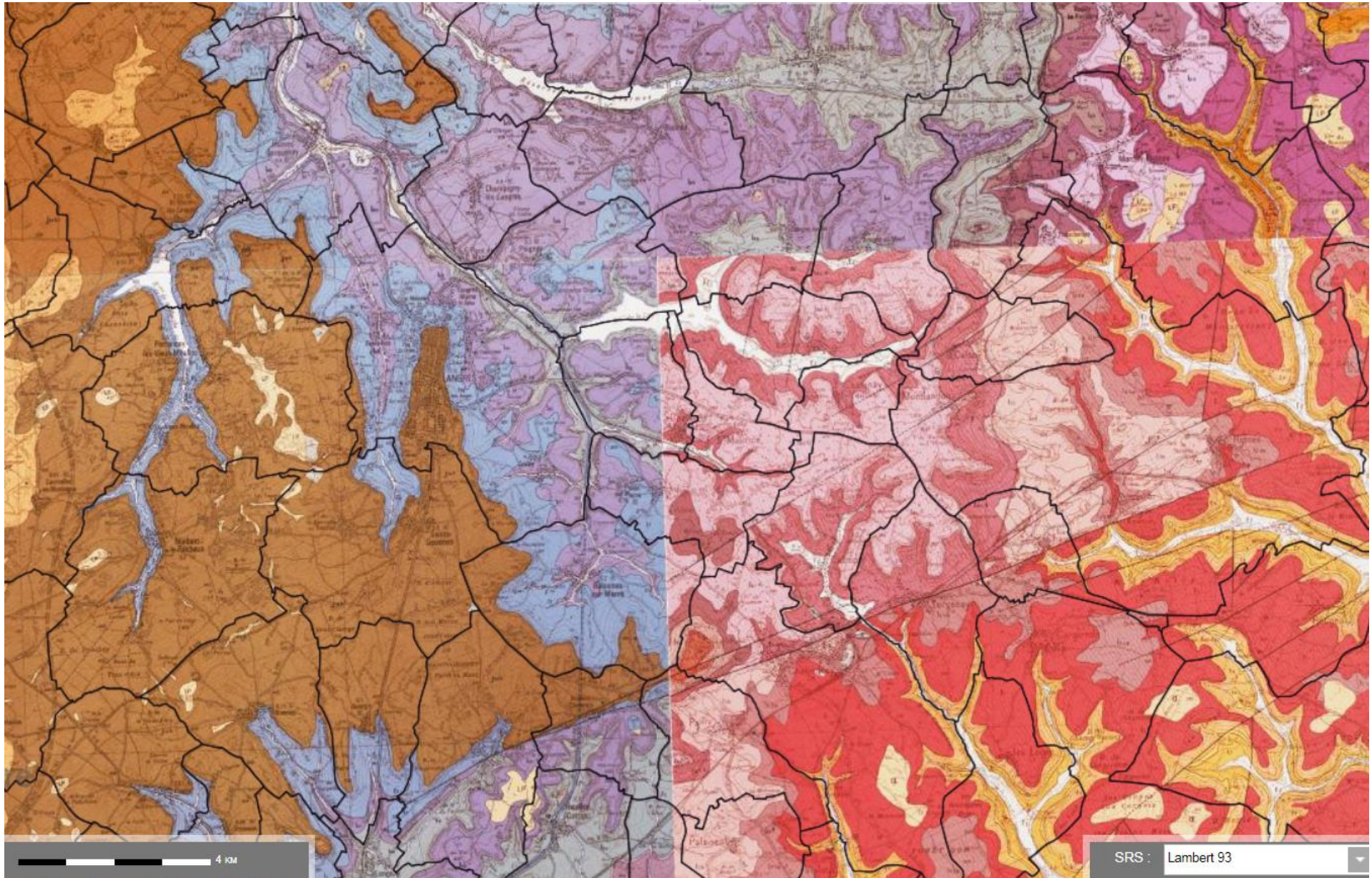


FIGURE 13: EXTRAITS DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : INFOTERRE DU BRGM)

3.5. PEDOLOGIE

Les différents sols présents sur la zone d'étude sont issus de l'évolution de la roche mère. Cependant, quelle que soit la roche mère parmi celles décrites dans le paragraphe « géologie », tous les sols de la zone d'étude sont identifiés sous le terme de « terres à cailloux ».

C'est pourquoi l'interprétation de la pédologie des parcelles s'est basée sur l'ouvrage « Typologie agronomique : les « terres à cailloux » des plateaux calcaires du Barrois et de Bourgogne » qui a été réalisé en 1988 par Agronomie Action Barrois Bourgogne.

Chaque parcelle a été examinée par la Chambre d'Agriculture de la Haute Marne pour déterminer son type de sol parmi ceux décrits dans cet ouvrage.

Le principal critère de distinction de ces « terres à cailloux » est alors leur réserve hydrique qui constitue le principal facteur limitant de ces sols avant la nature du sous-sol sur lequel ils se sont développés. Cette réserve utile des sols est fonction :

- de la profondeur du sol,
- de la nature et de l'état de la roche mère : roche, laves, cailloutis, ...
- de la charge en cailloux (et donc à l'opposé, de l'importance de la terre fine).

Quatre classes ont alors été identifiées :

- Petites Terres à Cailloux (G1) :

Ce sont des sols superficiels, argilo-calcaires, ayant moins de 1900 tonnes de terre fine par hectare avec une faible réserve utile potentielle (15 à 25 mm). Ce sont des sols à bonne portance.

Dans le cas d'épandage d'effluents à C/N faible les apports seront réalisés à dose réduite et en dehors des périodes à fort excédent « P-ETP » (Pluviométrie moins Evapo-Transpiration Potentielle) soit entre mi-novembre et mi-janvier.

- Terres à Cailloux (G2) :

Ce sont des sols argilo-calcaires moyennement profonds avec un tonnage de terre fines à l'hectare compris entre 1900 et 2900 t/ha. La réserve utile potentielle est de 25 à 50 mm.

Les apports d'effluents à C/N faible peuvent être réalisés à dose moyenne et de préférence en dehors des périodes à « P-ETP » élevé.

- Terres à Cailloux Profondes (G3) :

Ce sont des sols argilo-calcaires profonds dont la charge en cailloux est relativement faible ou compensée par une profondeur importante. La quantité de terre fine (>2900 t/ha) et la réserve utile de ces sols (>50mm) ne constituent plus un élément limitant.

Il n'y a pas de limitation des apports d'un point de vue agronomique pour ce type de sol.

- Sols profonds sans cailloux (G4) :

Sols dont l'utilisation peut varier en fonction de l'hydromorphie ou du drainage

Le listing des parcelles en annexe 1 donne les types de sol de chaque parcelle.

L'annexe 3 donne les résultats des analyses de sol réalisées.

4. REGLEMENTATION ET AUTRES TEXTES APPLICABLES

Les épandages de matières organiques sur les terres agricoles sont encadrés par différents textes réglementaires :

- Le Règlement Sanitaire Départemental (RSD)
- La réglementation ICPE
- La Directive Nitrates
- Le Code des Bonnes Pratiques Agricoles (CBPA)

4.1. REGLEMENT SANITAIRE DEPARTEMENTAL ET PRESCRIPTIONS ICPE

Le Règlement Sanitaire Départemental (RSD) de la Haute Marne a été défini par l'arrêté préfectoral du 19 avril 1990. Ce RSD précise les règles générales sur l'hygiène et la protection de la santé, visant notamment l'eau potable destinée à la consommation humaine, les déchets, le bruit, les maladies contagieuses, l'alimentation et les prescriptions concernant l'élevage et l'agriculture.

Les règles d'épandage (article 159) selon les dispositions générales du RSD de la Haute Marne imposent une réglementation moins stricte que celle de la réglementation sur les ICPE. Par ailleurs, les dispositions particulières (159-2) ne prévoient pas le cas des digestats issus de la méthanisation. Ainsi nous appliquerons les prescriptions de la réglementation ICPE.

Dans notre cas, la réglementation ICPE qui s'applique est l'annexe I de l'arrêté du 12 août 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation soumises à enregistrement sous la rubrique n°2781-1. Ainsi, l'épandage de digestat doit respecter les points suivants :

- « *Le digestat épandu a un intérêt pour les sols ou la nutrition des cultures et son application ne porte pas atteinte, directe ou indirecte, à la santé de l'homme et des animaux, à la qualité et à l'état phytosanitaire des cultures ni à la qualité des sols et des milieux aquatiques* »
 - ⇒ C'est ce que nous avons démontré dans la partie 2 et qui sera vérifié par un suivi analytique conforme à l'annexe II de l'arrêté du 12/08/2010 et au règlement UE 142-2011.
- « *L'exploitant tient à la disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs des quantités totales d'azote, toutes origines confondues, apportées sur chacune des parcelles du plan d'épandage* »
 - ⇒ Un cahier d'épandage sera tenu et conservé sur le site : cf. partie 6.5
- « *En cas de risque de dépassement des capacités de stockage du digestat, l'exploitant évalue les capacités complémentaires de stockage à mettre en place, décrit les modifications à apporter aux installations et en informe le préfet. A défaut, il identifie les installations de traitement du digestat auxquelles il peut faire appel.* »
 - ⇒ Nous démontrerons l'adéquation des capacités de stockage et des possibilités d'épandage dans la partie 6.3
- Une étude préalable d'épandage et un plan d'épandage doivent être réalisés
 - ⇒ C'est l'objet de la présente étude
- Un programme prévisionnel d'épandage doit être établi annuellement.
 - ⇒ Il sera réalisé chaque année avant les premiers épandages : cf partie 6.5

- « Les apports d'azote, de phosphore et de potassium toutes origines confondues, organique et minérale, sur les terres faisant l'objet d'un épandage, tiennent compte de la rotation des cultures, de la nature particulière des terrains et de leur teneur en éléments fertilisants. Pour l'azote, la fertilisation est équilibrée et correspond aux capacités exportatrices de la culture concernée. La fertilisation azotée organique est interdite sur toutes les légumineuses sauf la luzerne et les prairies d'association graminées/légumineuses. »
 - ⇒ Le principe de calcul de la dose d'épandage est présenté dans la partie 6.1. Ce calcul sera repris chaque année dans le programme prévisionnel d'épandage.
- Un cahier d'épandage doit être tenu.
 - ⇒ Les modalités de la tenue du cahier d'épandage sont présentées dans la partie 6.5
- « Dans les zones vulnérables [...] les dispositions fixées [...] sont applicables »
 - ⇒ Cf. paragraphe 4.2

De plus, les règles d'épandages sont les suivantes ; l'épandage est interdit :

- A moins de 50 m des habitations de tiers, des stades, des campings ou 15 m en cas d'enfouissement direct ;
- A moins de 50 m des points de prélèvements d'eau destinés à l'alimentation humaine ;
- A moins de 200 m des lieux publics de baignade et des plages ;
- A moins de 500 m en amont des piscicultures et des zones conchylicoles ;
- A moins de 35 m des berges des cours d'eau, ou 10 m si une bande de 10 m enherbée ou boisée et ne recevant aucun intrant est implantée de façon permanente en bordure du cours d'eau ;
- Sur les terrains présentant une pente supérieure à 7% dans le cas de digestat liquide sauf s'il est mis en place des dispositifs prévenant tout risque d'écoulement et de ruissellement vers les cours d'eau ;
- Sur les sols pris en masse par le gel ou enneigés ;
- Sur les sols inondés ou détremés ;
- Sur les sols non utilisés en vue d'une production agricole ;
- Pendant les périodes de forte pluviosité.

⇒ Ces exclusions sont prises en compte dans le plan d'épandage : cf. annexe 1.

Par ailleurs :

- L'épandage (en liquide) est effectué par enfouissement direct, par pendillards ou par un dispositif équivalent permettant de limiter les émissions atmosphériques d'ammoniac ;
- En aucun cas la capacité d'absorption des sols ne doit être dépassée, de telle sorte que ni la stagnation prolongée sur ces sols, ni le ruissellement en dehors du champ d'épandage, ni une percolation rapide vers les nappes souterraines ne puissent se produire. Le volume de digestat liquide épandu doit être adapté à l'état hydrique du sol : il ne doit pas dépasser 500 m³/ha par épandage ni 1500 m³/ha et par an, avec un intervalle d'au moins deux semaines entre deux passages successifs.

4.2. DIRECTIVE NITRATES ET CODE DES BONNES PRATIQUES AGRICOLES

La Directive Nitrates est une directive européenne datant du 12 décembre 1991. Son objectif est de protéger la ressource en eau par rapport à des excès de nitrates. Cette directive a conduit à la définition de zones vulnérables où s'appliquent des règles spécifiques par rapport aux épandages de fertilisants azotés sur les terres agricoles.

Toutes les communes de notre plan d'épandage sont classées en zone vulnérable. Ainsi, l'arrêté relatif au programme d'actions à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole (le dernier en date étant celui du 19 décembre 2011 modifié par l'arrêté du 23 octobre 2013) est applicable.

Les programmes d'actions liés à la directive nitrates étant plus strictes que les recommandations du Code des Bonnes Pratiques Agricoles (CBPA) défini par l'arrêté du 22 novembre 1993, nous appliquerons les exigences de la directive nitrates.

Outre l'arrêté du 19 décembre 2011 consolidé, constituant le programme national, il existe un arrêté préfectoral précisant les prescriptions au niveau régional, il s'agit de l'arrêté du 5 septembre 2014.

Pour le calcul des doses d'épandage, nous appliquerons également le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la Champagne Ardenne (arrêté préfectoral de région du 16 octobre 2013).

Les digestats produits par l'installation de méthanisation entrent dans deux catégories différentes :

- Le digestat solide est un fertilisant de type I, à C/N supérieur à 8 ;
- Le digestat liquide est un fertilisant de type II, à C/N inférieur à 8.

Les périodes où l'épandage est inapproprié pour chacun de ces digestats sont les suivantes (en rouge sur le schéma) :

TYPE I (C/N>8) fumiers compacts pailleux et composts	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Sols non Cultivés												
Grandes cultures d'automne sauf colza												
Colza implanté à l'automne												
Grandes cultures de printemps sans CIPAN/dérobée												
Grandes cultures de printemps avec CIPAN/dérobée												
CIPAN ou cultures dérobées												
total des apports limité à 70kg d'N efficace/ha (possibilité à 100)												
Prairies > 6 mois non pâturées												
Autres cultures (pérennes, maraichères, porte-graines)												

TYPE II (C/N<8)	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Sols non Cultivés												
Grandes cultures d'automne sauf colza												
Colza implanté à l'automne												
Grandes cultures de printemps sans CIPAN/dérobée												
Grandes cultures de printemps avec CIPAN/dérobée												
CIPAN ou cultures dérobées												
total des apports limité à 70kg d'N efficace/ha (possibilité à 100)												
Prairies > 6 mois non pâturées												
Autres cultures (pérennes, maraichères, porte-graines)												

Hachures rouges : Date de début d'interdiction = 20 jours avant destruction de la CIPAN ou récolte de la culture dérobée. Date de fin d'interdiction en été: 15 jours avant l'implantation de la CIPAN/dérobée.

Les prairies installées depuis moins de six mois entrent dans la catégorie des grandes cultures d'automne

Rq : Les prairies installées depuis moins de six mois entrent dans la catégorie des grandes cultures d'automne

FIGURE 14: PERIODES D'EPANDAGE INAPPROPRIE (EN ROUGE) HORS ZONE VULNERABLE POUR LES DEUX TYPES DE FERTILISANTS ORGANIQUES

Par ailleurs, pour les épandages sur certaines communes (Noidant le R., Perrancey les Vieux Moulins et St Geomes), pour la culture du Maïs, la période d'interdiction d'épandage avant son implantation est prolongée jusqu'au 15 février (au lieu du 1^{er} février pour les autres cultures de printemps). Pour les prairies de plus de 6 mois, la période d'interdiction est prolongée jusqu'au 31 janvier (au lieu du 15 janvier).

Ainsi, pour le digestat liquide (C/N<8), il est possible de l'épandre jusque mi-novembre sur les prairies et à partir de mi-janvier (ou fin janvier selon les communes) sur les prairies et les grandes cultures. La période d'interdiction minimale est donc de 2 mois. Si l'on considère les cultures, la période d'interdiction est de 3,5 (colza)-4 mois (cultures d'automne) à 7 mois (cultures de printemps) (7.5 mois sur certaines communes pour le maïs).

Outre ces périodes d'interdiction d'épandage, la dose de fertilisants épandus est limitée en se fondant sur l'équilibre entre les besoins prévisibles en azote des cultures et les apports et sources d'azote de toute nature (cf. partie 6.1). Dans tous les cas, la quantité maximale d'azote contenu dans les effluents pouvant être épandue annuellement ne pourra excéder 170 kg par hectare de surface agricole utile. Ces limitations de doses sont validées dans la partie 6.2.

5. PRESENTATION DU PLAN D'EPANDAGE

La Chambre d'Agriculture de la Haute-Marne a compilé les informations sur les prescriptions réglementaires, la pédologie et l'environnement des parcelles pour établir le plan d'épandage des digestats.

Le pouvoir épurateur du sol est principalement dépendant de la profondeur de ces sols : les sols profonds auront une meilleure aptitude à l'épandage. Ainsi la classe d'aptitude à l'épandage de la parcelle sera surtout dépendante de sa nature de sol G1, G2, G3 ou G4. Mais d'autres critères ont été pris en compte, ils sont précisés dans le descriptif des classes d'aptitude.

La Chambre d'Agriculture de la Haute-Marne a ainsi déterminé l'aptitude des sols à l'épandage en trois classes :

- Aptitude 0 : l'épandage n'est possible que durant 0 à 5 mois dans l'année ;
- Aptitude 1 : sols dont l'aptitude à l'épandage est moyenne pour l'effluent considéré en raison d'une faible portance ou de risque de lessivage dans les périodes à fort excédent « P-ETP » ou de sol à hydromorphie de 2 à 6 mois dans l'année. Les épandages sont possibles de 5 à 8 mois dans l'année ;
- Aptitude 2 : sols dont l'aptitude est bonne toute l'année. L'épandage est possible 8 à 12 mois dans l'année hormis les interdictions réglementaires.

Les exclusions liées à la réglementation présentées dans le paragraphe 4.1 ont été prises en compte.

Le plan d'épandage ainsi obtenu est donné en annexes 2. Il représente pour chacune des parcelles, les limites géographiques ainsi que les exclusions réglementaires.

L'annexe 1 donne la liste des parcelles avec notamment :

- Leur numéro d'îlot : les 4 lettres indiquent le nom de l'exploitation agricole et les chiffres indiquent le numéro d'îlot PAC de la parcelle,
- Leur surface agricole utile,
- leur assolement,
- leurs surfaces potentiellement épandables,
- l'aptitude à l'épandage.

1802.59 ha de surface agricole utile ont été étudiés constitués de 1002.59 ha de terres labourables et 797.97 ha de prairies permanentes.

204.97 ha ont été exclus en raison d'interdictions réglementaires que sont les distances aux cours d'eau, aux points d'eau et aux habitations ainsi que les terrains en forte pente.

La surface potentiellement épandable s'élève alors à 1595.37 ha.

6. ORGANISATION DES EPANDAGES

6.1. CALCUL DE LA DOSE D'EPANDAGE

6.1.1. PRINCIPE

La dose d'épandage doit être calculée de façon à ce que la fertilisation azotée soit équilibrée et corresponde aux capacités exportatrices de la culture concernée.

Pour cela, nous nous baserons sur le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la Champagne Ardenne qui a été défini par l'arrêté préfectoral du 16 octobre 2013 en application du programme d'actions à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. Ce référentiel est joint en annexe 5.

Le référentiel régional indique que selon la nature des sols rencontrés deux méthodes peuvent être utilisées : la méthode du bilan additif (BA) ou celle du bilan avec coefficient apparent d'utilisation (CAU). L'annexe 1 du référentiel régional nous indique que la méthode du CAU est préconisée sur les sols de type G1, G2 et G3 qui nous concernent. Toutefois, sur les sols de type G3 il est également possible d'utiliser la méthode du BA.

Les paragraphes suivants donnent le principe de calcul des doses d'épandage par la méthode du CAU. Toutefois, si les agriculteurs pratiquent la méthode du BA, nous pourrions l'utiliser pour s'adapter au mieux aux usages des agriculteurs et faciliter la prise en compte des apports de digestats dans leur fertilisation azotée.

6.1.2. METHODE DU CAU

Dans la méthode avec Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU), l'ensemble des fournitures d'azote par le sol est estimé par un terme générique P0 et la dose d'azote X est calculée selon la formule suivante :

$$Pf = P0 + (X + Xa) \times CAU$$

$$\text{soit dose } X = (Pf - P0) / CAU - Xa$$

dans laquelle :

- Pf : Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (= besoin de la culture par hectare)
- P0 : estimation globale des fournitures d'azote par le sol donnée par un référentiel témoin
- CAU : coefficient apparent d'utilisation de l'azote de l'engrais minéral de synthèse. Il est exprimé en pourcentage
- Xa : Contribution des apports de matière organique, exprimée en valeur équivalente d'engrais minéral efficace

Les valeurs de Pf en fonction des cultures sont définies dans le référentiel régional (cf. annexe 5).

L'azote total à apporter aux cultures est ainsi de $(Pf - P0) / CAU = X + Xa$

Les fournitures d'azote par les épandages de digestats (Xa) viennent donc en complément ou en remplacement des apports d'azote minéral (X). Xa est calculé de la façon suivante :

$$X_a = N_{pro} \times Q \times K_{eq}$$

avec N_{pro} : la teneur en azote totale du digestat en kgN par t ou par m³ ;
 Q : la dose d'épandage en t ou en m³/ha ;
 K_{eq} : le coefficient d'équivalence en engrais minéral efficace du digestat

Au moment de l'élaboration du programme prévisionnel d'épandage, la dose d'épandage de digestat est ainsi calculée de la façon suivante :

$$Q = ((P_f - P_0) / CAU - X) / (N_{pro} \times K_{eq})$$

En pratique, les doses d'épandage des digestats devront être calculées pour chaque campagne d'épandage en fonction de la culture, du type de sol et des apports d'azote minéral prévus ou déjà réalisés. Dans les paragraphes suivants nous illustrons cette méthode de calcul par trois exemples.

6.1.3. EXEMPLE D'UN BLE TENDRE

Prenons l'exemple d'une culture de blé tendre de la variété Uski sur un sol superficiel de type G2 dont l'objectif de rendement est de 65 qx/ha.

Selon l'annexe 3 du référentiel, le P_0 est de 60 et le CAU de 0,85.

On souhaite épandre au printemps du digestat liquide dont la teneur en azote totale est de 5,8 kg/m³ et qui possède un keq de 0,60.

Les besoins de la culture sont de $P_f = 65 \times 3 = 195$ kgN/ha

Si l'on a déjà apporté 50 kgN/ha d'engrais minéral liquide à la culture, la fourniture d'azote par le digestat liquide devra être de $X_a = (195 - 60) / 0,85 - 50 = 109$ kgN/ha

La dose d'épandage à pratiquer est donc la suivante :

$$Q = 109 / (5,8 \times 0,60) = 31,3 \text{ m}^3/\text{ha}$$

6.1.4. EXEMPLE D'UN MAÏS

Prenons l'exemple d'une culture de maïs ensilage sur un sol profond de type G3 dont l'objectif de rendement est de 10 tMS/ha.

Selon l'annexe 3 du référentiel, le P_0 est de 120 et le CAU de 0,60.

On souhaite épandre au printemps du digestat solide dont la teneur en azote totale est de 5 kg/t et qui possède un keq de 0,10. On ne prévoit pas de fertilisation par engrais chimique.

Les besoins de la culture sont de $P_f = 10 \times 14 = 140$ kgN/ha

La fourniture d'azote par le digestat solide devra être de :

$$X_a = (140 - 120) / 0,60 = 33,3 \text{ kgN/ha}$$

La dose d'épandage à pratiquer est donc la suivante :

$$Q = 33,3 / (5 \times 0,10) = 66,6 \text{ t/ha}$$

6.1.5. EXEMPLE D'UNE PRAIRIE

Conformément à l'annexe 4 du référentiel régional, c'est le principe d'une dose plafond qui est appliqué pour les prairies.

Si l'on se trouve dans le cas d'une prairie fauchée en 1^{ère} utilisation puis pâturée, la dose totale d'azote minérale sera au maximum de 80 kgN/ha.

En ne réalisant aucun apport d'engrais minéral, on aura alors $X_a = 80$ kgN/ha.

Avec un épandage de digestat liquide à 5,8 kgN/m³ et qui possède un keq de 0,60 on pourra appliquer une dose d'épandage de :

$$Q = 80 / (5.9 \times 0,60) = 23.0 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

6.2. ADEQUATION DOSE/SURFACE

La surface agricole utile (SAU) présentée dans le plan d'épandage est de 1802.59 ha et la surface potentiellement épandable est de 1595.37 ha.

La production totale de digestats est de 12350 tonnes par an (1300 t de digestat solide et 11050 t de digestat liquide). On dispose d'une surface épandable de 1595.37 ha, cela correspond à une dose moyenne théorique de 7.7 t/ha. Si l'on considère une dose d'épandage de 30 t/ha, on a un temps de retour moyen sur parcelle de 3.9 ans ; autrement dit, les épandages de digestat pourront avoir lieu à une fréquence légèrement supérieure à 1 an sur 4.

Les calculs de doses d'épandage et les surfaces épandables montrent que la surface du plan d'épandage est largement en adéquation avec la quantité de digestat à épandre et les contraintes identifiées.

Notons que par rapport à la Directive Nitrates, la quantité d'azote contenue dans les effluents d'élevage transformés ramené à la surface agricole utile est de 39.1 kgN/ha de SAU (=70.59 tN_{tot}/1802.59 ha de SAU). Nous sommes bien en dessous de la limite fixée à 170 kgN/ha de SAU.

6.3. CAPACITE DE STOCKAGE

6.3.1. DIGESTAT LIQUIDE

Le digestat liquide pourra être épandu judicieusement au moment où les cultures sont en pleine croissance. Nous favoriserons les épandages à la reprise de croissance :

- sur prairies en février/mars,
- sur les céréales d'automne au semis ou au printemps,
- sur maïs avant semis,
- sur colza avant le semis ou en automne.

Au besoin, on pourra envisager des épandages sur prairie en fin d'automne.

Le tableau suivant donne une proposition de calendrier d'épandage avec en parallèle la production et l'état du stock de digestat liquide :

Mois	Stock en début de mois (en m3)	Production du mois (en m3)	Epanrages				Stock en fin de mois (en m3)
			Culture	Surface (en ha)	Dose (en m3/ha)	Quantité globale (en m3)	
Janvier	2485	1250					3735
Février	3735	1241	Prairie	50	20	1000	3976
Mars	3976	1250	Prairie	50	20	1000	4226
Avril	4226	920	Céréales paille	100	25	2500	2646
Mai	2646	846	Maïs	100	30	3000	492
Juin	492	664					1156
Juillet	1156	560	Colza	41	25	1025	691
Août	691	560					1251
Septembre	1251	751	Céréales paille	100	20	2000	2
Octobre	0	802					802
Novembre	802	1037	Prairie	25	20	500	1339
Décembre	1339	1146					2485
TOTAL		11027		466		11025	

FIGURE 15: EXEMPLE DE CALENDRIER D'EPANDAGE DE DIGESTAT LIQUIDE

On constate que selon ce calendrier d'épandage, le niveau maximum de stock atteint est de 4226m³ alors que la capacité de stockage mise en place est de plus de 6845 m³.

La capacité de stockage mise en place est donc largement suffisante, elle présente une marge de sécurité confortable.

6.3.2. DIGESTAT SOLIDE

Le digestat solide sera lui mieux valorisé avant les semis. Nous privilégierons les semis de maïs et de céréales d'hiver ainsi que des épandages sur prairie à la sortie de l'hiver.

Le tableau suivant donne une proposition de calendrier d'épandage avec en parallèle la production et l'état du stock de digestat solide :

Mois	Stock en début de mois (en t)	Production du mois (en t)	Epanrages				Stock en fin de mois (en t)
			Culture	Surface (en ha)	Dose (en t/ha)	Quantité globale (en t)	
Janvier	261	149					410
Février	410	148	Prairie	10	30	300	258
Mars	258	149					407
Avril	407	110	Maïs	15	30	450	67
Mai	67	101					168
Juin	168	79	Prairie	5	30	150	97
Juillet	97	67					164
Août	164	67					231
Septembre	231	90					321
Octobre	321	96	Céréales paille	14	30	420	-3
Novembre	0	124					124
Décembre	124	137					261
TOTAL		1317		44		1320	

FIGURE 16: EXEMPLE DE CALENDRIER D'EPANDAGE DE DIGESTAT SOLIDE

On constate que selon ce calendrier d'épandage, le niveau maximum de stock atteint est de 407 t alors que la capacité de stockage mise en place est de 583 t. Notons que la surface épandue sur

prairie en sortie d'hiver peut être augmentée pour améliorer la marge de sécurité sur la capacité de stockage de digestat solide.

La capacité de stockage mise en place est donc suffisante.

6.4. ORGANISATION LOGISTIQUE

Le digestat liquide, stocké dans les cuves dédiées, sera pompé et transporté par tonne à lisier ou par camion-citerne. Conformément à la réglementation, l'épandage sera effectué par tonne à lisier avec un enfouissement direct ou des pendillards ou par un dispositif équivalent permettant de limiter les émissions atmosphériques d'ammoniac.



FIGURE 17: EXEMPLE DE CHANTIER D'EPANDAGE PAR TONNE A LISIER AVEC PENDILLARDS

Notons que le digestat liquide sortant de l'installation de méthanisation sera comptabilisé par l'enregistrement du nombre de voyages de tonne à lisier réalisés et le volume de celle-ci. Ce registre servira au suivi des épandages.

Le digestat solide est produit au niveau du séparateur de phase et stocké sur le site de l'installation de méthanisation.

Son transport depuis le stockage pourra être effectué :

- Soit au moyen d'une remorque agricole pour être déposé en bord de parcelle et repris pour être chargé dans un épandeur à fumier ;
- Soit il est directement chargé et transporté par l'épandeur à fumier.



FIGURE 18: EXEMPLE DE REMORQUE AGRICOLE

Les épandages auront lieu au moyen des épandeurs à fumier classiques dont disposent déjà les exploitants agricoles.

Notons que le digestat solide sortant de l'installation de méthanisation sera systématiquement pesé pour assurer le suivi des épandages.



FIGURE 19: EXEMPLE DE CHANTIER D'EPANDAGE DE DIGESTAT SOLIDE

6.5. SUIVI DES EPANDAGES

Le suivi des épandages sera assuré par la conservation des résultats d'analyse des digestats et de sols, la réalisation du programme prévisionnel d'épandage ainsi que par la tenue du cahier d'épandage.

Le programme prévisionnel d'épandage est réalisé chaque année au moins un mois avant le début des épandages. Il comprend :

- la liste des parcelles prévues à l'épandage avec la nature de la culture précédente et suivante ainsi que la période d'interculture ;
- la caractérisation des digestats ;
- le calcul de la dose d'épandage pour chaque parcelle ou groupe de parcelles ;
- le calendrier des épandages ;
- l'identification des personnes intervenant dans la réalisation des épandages.

Le cahier d'épandage de l'unité de méthanisation est complété quotidiennement lors des périodes d'épandage et il comprend :

- les parcelles épandues ;
- les surfaces épandues ;
- la date d'épandage et les conditions météo ;
- la nature des cultures ;
- les tonnages et la nature des digestats épandues ;
- les quantités d'azote global épandues toutes origines confondues ;
- l'identification des personnes chargées des opérations d'épandage ;
- les résultats des analyses de sols et de digestats.

Par ailleurs, chaque fin de semaine d'épandage, un bordereau est cosigné par l'exploitant agricole et un représentant d'Agri NRJ Langres comportant l'identification des parcelles réceptrices, les volumes et la nature de digestat épandu ainsi que l'azote global épandu. Ce bordereau est joint au cahier d'épandage.

ANNEXE 1 : LISTE DES PARCELLES DU PLAN D'EPANDAGE

ANNEXE 2 : PLAN D'EPANDAGE

ANNEXE 3 : RESULTATS DES ANALYSES DE SOL

ANNEXE 4 : ARRETE PREFECTORAL DU 16 OCTOBRE 2013
DEFINISSANT LE REFERENTIEL REGIONAL DE MISE EN ŒUVRE
DE L'EQUILIBRE DE LA FERTILISATION AZOTEE POUR LA
CHAMPAGNE ARDENNE
