

Date	07/09/2022	AGRI BIOGAZ	
Rev	8	Dossier d'Enregistrement ICPE	francebiogaz

Plan d'épandage SAS AGRI BIOGAZ

Date	07/09/2022	AGRI BIOGAZ	
Rev	8	Dossier d'Enregistrement ICPE	

Sommaire du plan d'épandage

Document plan d'épandage CER France

Complément au plan d'épandage de la Chambre d'Agriculture

Annexe 18.1 : Cartes d'épandage

- Cartographie des aptitudes et des exclusions
- Plan de situation global
- Vue globale des exploitations

Annexe 18.2 : Bilan d'épandabilité

Annexe 18.3 : Plan du projet de l'unité de méthanisation

Annexe 18.4 : Parcelles hors du rayon de 5km

Annexe 18.5 : Assolement PAC 2017 des exploitations prêteuses

Annexe 18.6 : Eléments organiques à l'entrée du digesteur, gisement

Annexe 18.7 : Cycle et production de digestat

Annexe 18.8 : Principales distances d'épandage d'effluents

Annexe 18.9 : Exemple convention digestat

Annexe 18.10 : Typologie de sols

Annexe 18.11 : Analyses agronomiques

Annexe 18.12 : Extrait du référentiel équivalence engrais

Annexe 18.13 : Bilans par exploitation

Annexe 18.14 : Extrait du 6eme programme de la directive nitrate

Plan d'épandage

AGRI BIOGAZ
14 rue de Poilly
45480 OUTARVILLE

Etude réalisée par
Morlet Wendy

Mise à jour Janvier 2019
Février 2018

Plan d'épandage le 11/07/2022 par le document "Complément au Plan d'épandage" du 01/07/2022 de la Chambre d'Agriculture et inséré après la page 30 du présent document

Cerfrance Alliance Centre

Membre de l'Ordre des Experts-Comptables
Le Jardin d'entreprises, 4 rue Joseph Fourier – CS 60006
28008 CHARTRES Cedex
Tél : 02 37 91 42 43 – Fax : 02 37 91 43 00



Sommaire

Introduction	3
Vos enjeux	4
Méthodologie utilisée	5
Votre contexte.....	6
1. Identification de l'exploitation	6
2. Situation géographique	6
3. Activité de l'exploitation	6
4. Présentation des prêteurs de terres	7
5. Assolement des exploitations.....	8
7. Gestion des intercultures	9
Caractéristiques des sols	9
1. Répartition des types de sols	9
2. Aptitude des sols à l'épandage.....	10
Production d'effluent sur l'exploitation.....	11
1. Définition de la méthanisation.....	11
2. Quantification et valeur des éléments à l'entrée du digesteur	11
3. Quantification et valeur fertilisante du digestat produit	12
4. Innocuité des digestats.....	13
5. Quantification des apports organiques des prêteurs.....	15
6. Épandage des effluents	15
7. Fourniture d'azote par les engrais de ferme + détermination du coefficient d'équivalence (keq N) (source COMIFER 2013).....	16
Effets directs céréales, types maïs, colza.....	16
Arrières effets des apports organiques.....	16
Apports conseillés.....	17



Besoin des cultures et surface épanachable	17
8. SAMO : surface amendée annuellement en matière organique et quantité maximale d'azote	18
Gestion des effluents.....	19
1. Stockage des effluents.....	19
2. Matériel d'épandage	20
3. Distance et condition d'épandage.....	20
4. Rappel de la réglementation nationale et régionale propre à la zone vulnérable et les prescriptions qui s'y rattachent.....	23
5. SDAGE du Bassin de Seine-Normandie.....	24
Préconisations	28
Plan d'actions	29
Abréviations	30
Cartes d'épandage	
Annexes	
> Bilan d'épandabilité global et par exploitation	Remplacé par le document
> Balance Global de fertilisation et exportation des cultures	"Complément au plan d'épandage"
> Plan du projet de l'unité de méthanisation	
> Parcelles hors du rayon de 5km	
> Assolement PAC 2017 des exploitations prêteuses	
> Eléments organiques à l'entrée du digesteur, gisement	
> Cycle et production de digestat	
> Calendrier d'interdiction d'épandage	
> Principales distances d'épandage d'effluents	
> Exemple convention digestat	



Introduction

Vous avez pour projet de posséder une unité de méthanisation.

L'unité de méthanisation produira du biogaz qui sera transmis dans les réseaux de gaz de la société GRTGAZ.

Afin de produire ce biogaz, la société Agri Biogaz sera en contrat avec plusieurs agriculteurs qui possèdent des terres aux alentours de l'installation de méthanisation. Ces derniers apporteront des matières organiques végétales, dit cultures énergétiques, afin d'alimenter le méthaniseur. La société Agri Biogaz sera également en contrat avec un tiers qui livrera du fumier équin et en contrat avec la communauté de commune de la Plaine du Nord Loiret qui délivrera les déchets de tontes de pelouses.

Le digestat obtenu suite à la production de biogaz, sera épandu sur les terres mis à disposition par les agriculteurs apporteurs de matière organique issue de leur production.

A ce titre, l'exploitation est soumise à la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) dans la rubrique enregistrement.

Ce plan d'épandage permettra d'identifier les parcelles qui seront et pourront être mise à disposition par ces différents tiers et définir leurs épandabilité. La surface mise à disposition est pour le moment temporaire et peut varier selon les contrats qui seront établis entre les associés d'Agri Biogaz et les différents prêteurs de terres lors de la mise en route du méthaniseur.

Nous avons établi un rayon de 5 km autour du lieu de production de digestat afin de diminuer les charges liées aux transports et de faciliter l'épandage sur les terres.



Vos enjeux

Ce plan d'épandage vous permet de quantifier les effluents qui seront produits, d'améliorer la valorisation des effluents et de définir les surfaces qui pourront recevoir les épandages.

Conformément à l'arrêté ministériel du 27 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées, une mise à jour du plan d'épandage est nécessaire en présence d'un changement notable de la situation de l'exploitation.



Méthodologie utilisée

Nous nous sommes rencontrés pour réaliser un document conforme à la réglementation en vigueur, quantifier les productions et définir les zonages épandables :

- Récupération des éléments nécessaires à la réalisation du plan d'épandage
 1. Assolement
 2. Quantification d'effluents
 3. Bâtiment et matériel
 4. Rendements
 5. Épandages
 6. Caractérisation des types de sol

- Cartographie de l'ensemble des exploitations

- Etude du projet et rappel de la réglementation en vigueur

- Calcul et évaluation des effluents produits et des surfaces d'épandages

- Remise en main propre du document



Votre contexte

1. Identification de l'exploitation

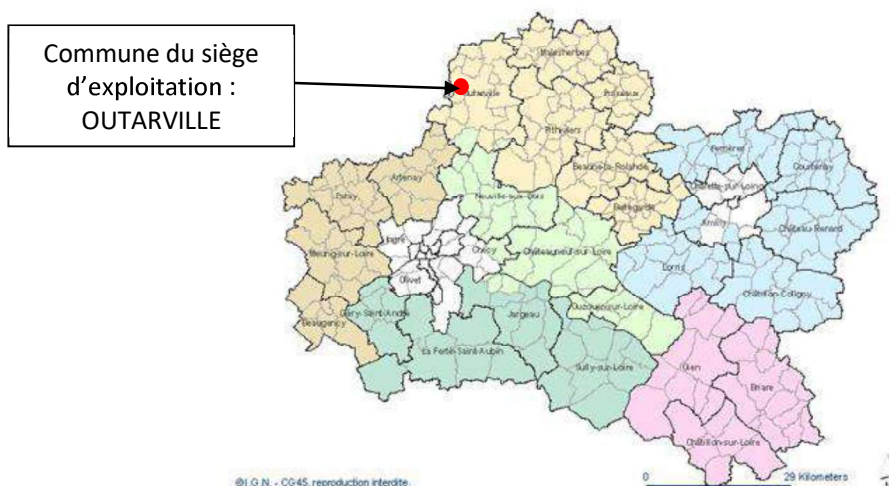
La société Agri Biogaz a été constituée pour porter le projet de méthanisation.

Raison sociale et dénomination juridique :	SAS Agri Biogaz
Activité :	Production et commercialisation de Biogaz par méthanisation
N° Siret :	834 942 591 00019

2. Situation géographique

La société Agri Biogaz se base dans le département du Loiret, dans la petite région naturelle de la grande Beauce. La société a pour siège social 14 rue de Poilly 45480 OUTARVILLE.

La commune est située en zone vulnérable aux nitrates délimitées par l'Arrêté 17.018 du 2 février 2017 portant délimitation des zones vulnérables aux pollutions par les nitrates d'origine agricole sur le bassin Seine Normandie.



3. Activité de l'exploitation

La seule activité de la société sera la production et la commercialisation de biogaz à partir d'une unité de méthanisation. Le biogaz produit sera vendu à la société GRTGAZ, et sera injecté directement dans les réseaux de gaz.

Cette unité sera installée sur l'ilot 8 qui appartient aujourd'hui à la SCEA Coisnon Pierre.

Cf annexe : plan du projet de l'unité de méthanisation



Afin de pouvoir alimenter le méthaniseur, Agri Biogaz a besoin de matière organique. Celle-ci sera obtenue grâce à des contrats qui seront réalisés avec des exploitations qui se trouvent aux alentours de la future installation.

Aujourd'hui, 11 exploitations agricoles produiront des cultures énergétiques (espèces végétales cultivées pour produire de la biomasse) en ayant en contrepartie la possibilité d'obtenir le déchet principal, le digestat, qui fertilisera leurs cultures.

4. Présentation des prêteurs de terres

Les 11 prêteurs de terres se composent ainsi :

Exploitation prêteuse	Adresse	Numéro Siret	Numéro Pacage	SAU totale (ha)	SAU mis à disposition de la SAS Agribiogaz (ha)
EARL de Brandelon	Ferme de Brandelon 45480 OUTARVILLE	44 486 403 700 015	045012247	186,74	186,74
Mr Vannier Vincent	24 Grande Rue 45170 OISON	39 911 443 800 019	045007304	120,59	120,59
SCEA Coison Pierre	14 RUE DE POILLY 45480 OUTARVILLE	40 476 509 100 016	045007833	595,27	595,27
EARL du Domaine	13 rue du Domaine 45480 CHAUSSY	43 363 137 100 013	045011234	127,12	51,58
EARL du Liverne	16 rue du domaine 45480 CHAUSSY	81 815 994 900 028	045018493	71,68	71,68
Mr Florent Guilloteau	3 rue du Château 45480 CHAUSSY	49 355 931 400 015	045015073	102,92	102,92
EARL de Donville	7 B Donville 45480 BAZOCHES LES GALLERANDES	41 450 751 700 012	045015073	191,12	191,12
EARL JMF Béchu	3 rue du midi 45480 CHAUSSY	47 954 913 100 015	045013926	221,07	126,28
EARL de Bel Air	7 Mail Sud 45410 ARTENAY	51 340 061 400 014	045016336	88,96	88,96
EARL du Carreau	21 Grande Rue 45410 LION EN BEAUCE	43 537 636 300 014	045011184	165,74	125,74
Mr Paty Philippe	13 rue robine 45480 BAZOCHES LES GALLERANDES	39 214 057 000 012	045004543	98,52	67,86
Total				1969,7	1728.8

L'ensemble des surfaces des exploitants qui sont actuellement prêteurs de terre ne sera pas prise en compte. Un rayon de 5 km a été établi pour limiter les transports de digestat. Les parcelles qui ne seront pas épandues sont donc exclus de la zone épandable totale soit 240.90ha.



Avant calcul des exclusions, la surface épanodable mise à disposition par les exploitants prêteurs est de **1728.82ha**.

Cf Annexe : Parcelles hors du rayon de 5km

5. Assolement des exploitations

Dans l'ensemble, les cultures sont similaires chez les exploitants. Nous retrouvons majoritairement du blé tendre d'hiver et de l'orge de printemps, des cultures spécifiques telles que les betteraves sucrières, les pommes de terre et les oignons. Nous retrouvons également des cultures de printemps tel que les pois de printemps et le maïs grain.

En récapitulatif, nous distinguons en cultures :

Culture	Surface en ha
Blé Tendre d'hiver	473,56
Orge de printemps	314,93
Blé dur d'hiver	237,67
Betterave sucrière	175,8
Colza hiver	149,82
Pomme de terre	145,94
Mais grain	80,9
Oignon	39,06
Gel	29,07
Pois de printemps	17,36
Millet	13,89
Lentille	12,78
Orge hiver	10,43
SNE	6,64
Epinard	5,6
Bordure de champs	4,44
Féтуque	2,77
Fèverole	2,32
Sarrasin	1,92
Vesce	0,96
Total	1728,84

Cf annexe : Assolement PAC 2017 des exploitations prêteuses



6. Rotations principales des cultures

Les rotations de l'ensemble des exploitations sont similaires. Pour les cultures majoritaires, elles se décomposent ainsi :

Rotation 1		Rotation 2	
Cultures	Durée de la culture	Cultures	Durée de la culture
Betterave sucrière	1 an	Colza hiver	1 an
Blé tendre	1 an	Blé tendre	1 an
Blé tendre	1 an	Orge de printemps	1 an
Pomme de terre	1 an	Blé tendre	1 an
Blé tendre	1 an	Betterave sucrière	1 an
Orge de printemps	1 an	Blé tendre	1 an
Blé tendre	1 an	Blé tendre	1 an

7. Gestion des intercultures

Les exploitations sont toutes situées en zone vulnérable aux nitrates.

Les risques de fuites de nitrates sont particulièrement élevés pendant les périodes pluvieuses à l'automne. La couverture des sols à la fin de l'été et à l'automne peut contribuer à limiter les fuites de nitrates au cours de ces périodes pluvieuses en immobilisant temporairement l'azote minéral sous forme organique.

L'ensemble des exploitations prêtes de terre introduisent des cultures de printemps dans leurs rotations, celles-ci doivent donc obligatoirement implanter des CIPAN ou dérobées pour répondre à la réglementation.

De plus, la société Agri Biogaz a besoin de ces intercultures pour alimenter l'unité de méthanisation.

Les repousses de colza doivent être maintenues par les exploitants pendant 1 mois.

Caractéristiques des sols

1. Répartition des types de sols

Les types de sols qui sont présentés dans ce plan d'épandage ont été constitués à partir des informations fournies par l'ensemble des exploitants prêteurs. Les analyses de sols seront à fournir en annexe de ce présent document afin d'établir la validité de ces derniers.

D'après les informations fournies par les exploitants, pour 80% des terres, le type de sol majoritaire est **limon, limon argileux à argile limoneuse moyennement profond**.

Des mesures de reliquats azotés en sortie hiver seront réalisées à chaque campagne afin d'ajuster les fertilisations minérales azotées et de minimiser les risques de lessivage.



2. Aptitude des sols à l'épandage

Au niveau des sols, les exigences porteront sur la capacité du sol à oxyder la matière organique de l'azote ammoniacal et sur la protection des eaux superficielles profondes.

L'objectif de la protection des eaux vis-à-vis des apports d'éléments minéraux par ruissellement ou infiltration amène à choisir des sols en position favorable (faible pente) à l'écart des circulations d'eau importantes.

Tous les sols sur lesquels l'épandage est possible ne présentent pas selon les critères, la même aptitude. En période difficile, ce sont les sols présentant la meilleure capacité de stockage de la matière organique et des éléments minéraux qui devront être choisis en priorité.

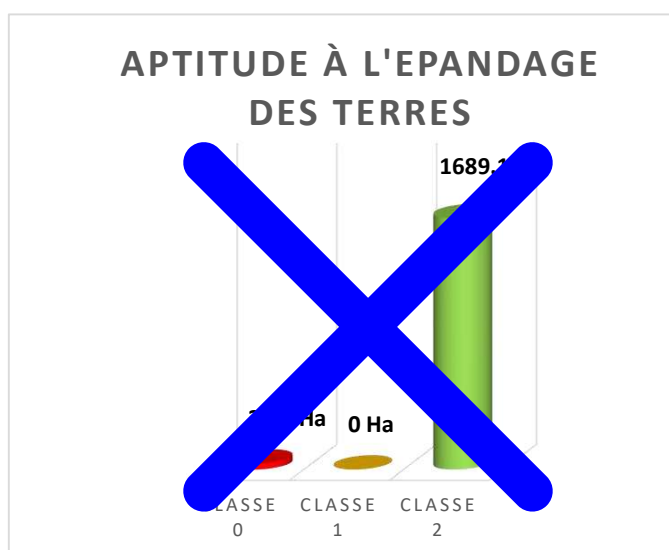
Nous distinguons 3 classes d'aptitude des sols à l'épandage :

Classe 0 : Unité ou l'épandage est à exclure (quelle que soit la période de l'année). Il s'agit de sols marqués fortement par l'hydromorphie, sièges de circulation d'eau en zone colluviale ou de forte pente.

Classe 1 : Unité d'aptitude faible à l'épandage. Sur ces sols, l'épandage ne pourra se faire qu'en période sèche et aux doses agronomiques conseillées. Leur utilisation est proscrite en période d'excès hydrique. Ceux sont essentiellement des sols développés dans des limons et présentant des marques d'hydromorphie importante.

Classe 2 : Unité d'aptitude satisfaisante à l'épandage, sur lesquels il est possible d'épandre toute l'année aux doses agronomiques conseillées.

Les sols sont en majorité moyennement à peu sensibles au lessivage. Le détail des aptitudes par parcelles est présenté en annexe.



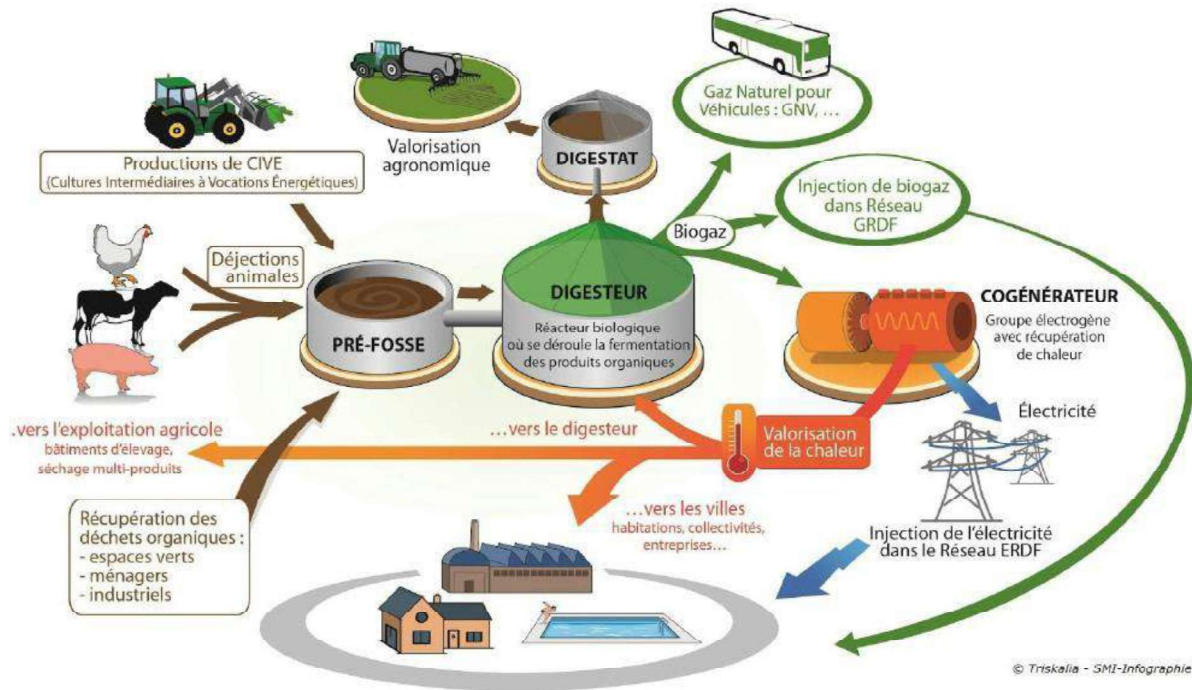
Annexe : Bilan d'épandabilité global et par exploitation



Production d'effluent sur l'exploitation

1. Définition de la méthanisation

La méthanisation est une digestion anaérobie, ou fermentation méthanique, qui transforme la matière organique en compost, méthane et gaz carbonique par un écosystème microbien complexe fonctionnant en absence d'oxygène. La méthanisation permet d'éliminer la pollution organique tout en consommant peu d'énergie, en produisant peu de boues et en générant une énergie renouvelable : le biogaz.



2. Quantification et valeur des éléments à l'entrée du digesteur

L'ensemble des éléments qui seront apportés dans le méthaniseur ont été étudiés pour évaluer la quantité et la qualité des produits organiques.

Cf annexe: Eléments organiques à l'entrée du digesteur, gisement

Ainsi, on distingue :

- ✓ Le **fumier équin** provient d'un tiers de la région Parisienne, il sera apporté 2 à 3 fois par semaine
- ✓ Les **déchets de céréales**
- ✓ Les **Cives** : elles comprennent les cultures intermédiaires et les cultures énergétiques qui seront produites par l'ensemble des exploitations qui épandront le digestat. Agri Biogaz souhaite profiter de l'obligation de couvrir les sols l'hiver en zone vulnérable pour proposer aux prêteurs de terres d'implanter des cultures intermédiaires avant la culture principale de printemps. Les cives seront stockées en silo couvert.

- ✓ Le **Mais ensilé**
- ✓ Les **Refus de pomme de terre** : issus de la société « les 3 Laboueurs »
- ✓ Les **pulpes de betteraves sucrières et d'oignons** issues de la transformation de ces deux cultures
- ✓ **Tontes de pelouses** : issues des tontes de la communauté de communes de la Plaine du Nord Loiret

L'approvisionnement se fera par période, par exemple, les cives seront récoltées à la même époque. Pour que le méthaniseur fonctionne tout au long de l'année, l'ensemble des effluents organiques seront stockés pour alimenter régulièrement le digesteur.

Au démarrage du méthaniseur, afin de commencer le premier cycle, 3 000T d'eau approvisionneront le méthaniseur pour actionner le premier cycle de production de biogaz. Une fois le premier cycle terminé, une partie du digestat liquide issu de la production de biogaz sera recyclée et ne sera donc pas épandue, soit 8 000T par an.

Le digestat est obtenu après méthanisation d'intrants uniquement d'origine agricole : effluents d'élevage et sous-produits végétaux. Cette origine garantit donc l'innocuité du digestat et la possibilité de l'épandre sans danger sur des parcelles agricoles.

Cf Annexe : Cycle et production de digestat

3. Quantification et valeur fertilisante du digestat produit

Une fois l'extraction du biogaz réalisé, les déchets produits se présentent sous forme de digestat brut.

Ce digestat brut sera ensuite séparé par une presse qui différenciera la phase liquide de la phase solide. Une partie de la phase liquide rejoindra le cycle de production et sera réintroduit systématiquement dans le digesteur. Le digestat solide et le reste de la phase liquide seront épandus sur les terres des prêteurs.

Digestat	Tonnage MB annuel	MS annuel/T	MO annuel/T	kg N/T	Kg N minéral/T	kg P2O5/T	kg K2O/T
Digestat brut par Tonne		8,5%	5,4%	6,1	3,1	1,2	4,9
Séparation de phase							
Phase solide	4 989	25,0%	22,5%	9,3	2,8	4,6	4,4
Phase liquide	21 813	4,7%	1,5%	5,4	3,1	0,4	5,0

Suite à la séparation des phases, 8 000T de digestat liquide recircule dans le circuit du digesteur pour en assurer son fonctionnement.

Ainsi, sur une année, **4 989T** de digestat solide et **13 813 T** de digestat liquide seront à épandre sur les terres de prêteurs.



Les valeurs estimées de la composition de la phase liquide et solide sont démontrées dans le tableau suivant :

Digestat séparé en T	Tonnages	MS	MO	N total	N minéral	P2O5	K2O
Solide	4 989	25,0%	22,5%	46 398	13 969	22 949	21 952
Liquide	13 813	4,7%	1,5%	74 590	42 820	5 525	69 065
Total	18 802	1 896	1 330	120 988	56 790	28 475	91 017

(Les valeurs peuvent être différentes selon les arrondis utilisés)

Soit un total de **120 988 kg de N** maîtrisable qui seront à épandre sur les exploitations préteuses de terres.

L'estimation réalisée par l'APESA (centre technologique en environnement et maîtrise des risques à PAU (64), <https://www.apesa.fr/>) établie un pH situé entre **7 à 7,5**. D'après leur étude, le pH se rapproche le plus souvent de 7 dans le cas de méthanisation avec des effluents issus uniquement d'exploitation agricole (pas d'apports de boues urbaines, etc).

A l'issue de la méthanisation, l'azote sera principalement sous forme minéral (45-75 % d'ammonium) rapidement exploitable par les végétaux. Les 25 – 55 % restant sont sous forme organique. Toutefois, les risques de pertes gazeuses de cet azote sous forme ammoniacale sont très importants (jusqu'à près de 70 % de la quantité de NH4 + épandue, si les conditions et quantités d'épandage ne sont pas optimale).

Les teneurs en N-NH4 sont en moyenne de 42g/kg MS pour le digestat brut, 24g/kg MS pour la fraction liquide et 2,3 g/kg MS pour la fraction solide du digestat.

Ces valeurs reposent sur des estimations à partir des matières entrantes. Lorsque l'unité sera en fonctionnement, des analyses régulières du digestat permettront d'affiner ces chiffres et éventuellement d'ajuster en conséquence les doses d'épandage.

4. Innocuité du digestat

Les critères d'innocuité se divisent en quatre points :

- Les éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn).
- Les micropolluants organiques (hydrocarbures aliphatiques, hydrocarbures aromatiques polycycliques – HAP et leurs dérivés halogénés – certains pesticides, PCB et dioxines, les autres composés organiques - pesticides).
- Les agents microbiologiques: virus (dont le prion), les bactéries (streptocoques, coliformes, salmonelles, E-coli, etc...), les parasites (œufs d'Ascaris, etc...).
- Les inertes : plastiques, verres, métaux, pierres, terre.

Le retour au sol des matières organiques après traitement par méthanisation suppose une bonne maîtrise de l'innocuité comme de l'impact environnemental des produits finaux. Cet aspect concerne donc les impacts potentiels sur la santé humaine ainsi que les atteintes potentielles aux écosystèmes directement concernés (sols agricoles) et plus lointains (transferts potentiels, hydraulique et aérien sur de longues distances). Les considérations



relatives à la qualité sanitaire et environnementale concernant donc les éléments indésirables qui peuvent être présents dans les digestats : éléments traces métalliques, polluants organiques, persistant ou non, germes pathogènes. Il faut rappeler que certains de ces éléments considérés comme indésirables peuvent être jugés utiles ou positifs dans certaines situations (Cuivre et Zinc notamment).

En ce qui concerne l'innocuité du digestat, ceux d'origine urbaine ont souvent des teneurs en composés indésirables (métaux lourds, composés traces organiques) plus importantes que les digestats d'origine agricole. Ces derniers (à l'exception parfois du lisier de porc pouvant être riche en cuivre et en zinc) ont des teneurs faibles en métaux lourds et en polluants organiques au regard de la réglementation française, même si ces éléments peuvent être concentrés par le processus de méthanisation.

Le tableau suivant présente les teneurs en CTO dans les digestats (disponible sur www.ademe.fr, 2011). Au total, seulement 18 et 9 analyses ont pu être récoltées respectivement pour les HAP et les PCB. On peut noter que les teneurs en CTO sont relativement faibles comparativement aux seuils fixés par les normes concernant les amendements organiques. Les résultats présentés sont obtenus sur quelques installations et ne sont donc pas représentatifs des digestats en général. Pour les quelques digestats analysés, ils permettent néanmoins de constater les faibles teneurs pour les substances réglementées.

Paramètres	Nombre de digestat	Moyenne en µg/kg MS	Teneurs limites 44-051 µg/kg MS (Normes NF)	Teneurs limites 44-095 µg/kg MS (Normes NF)
HAP				
Fluoranthène	18	8,48	4000	4000
Benzo(b)fluoranthène	18	8,44	2500	2500
Benzo(a)pyrène	18	8,45	1500	1500
PCB				
PCB 28	9	<20,00	Non requis par la NFU 44-051	800
PCB 52	9	20,56		
PCB 101	9	<20,00		
PCB 138	9	20,78		
PCB 153	9	<20,00		
PCB 118	9	<20,00		
PCB 180	9	<20,00		
Somme des 7 PCB	18	70,72		

HAP: Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

PCB: Polychlorobiphényles

Des analyses propres au digestat obtenu seront à réaliser une fois le méthaniseur en fonctionnement pour surveiller l'ensemble des critères d'innocuité.



5. Quantification des apports organiques des prêteurs.

Seul Monsieur Vincent Vannier utilise déjà des fertilisants organiques. Il possède un élevage de porc en engraissement, avec une quantification évaluée à 500 m³ de lisier par an (pour 550 porcs à l'engraissement (31 à 118 kg), estimé à 3,17 kg N/ animal produit. Il utilise également de la vinasse de sucrerie pour un total de 42 T par an.

Calcul de l'azote maîtrisable épandu :

- Vinasse :
20u N maîtrisable (Corpen)/T x 42T = 840u N maîtrisable
- Lisier de porc :
550 animaux x 3,17kg N /animal = 1750u N maîtrisable
1750u N / 3,5u N/m³ = 500 m³ de lisier

L'ensemble représente un apport d'azote de 840u N issu de la vinasse et 1750u N provenant du lisier.

6. Epandage des effluents

Remplacé par le document
"Complément au plan d'épandage"

Les apports de digestat se font préférentiellement avant l'implantation des têtes d'assolement :

- A l'automne avant colza ou pour la culture de printemps avec CIPAN (type orge de printemps) ou éventuellement sur blé.
- Au printemps avant betterave, maïs grain, pomme de terre.

Le digestat solide est associé à un effluent de type I et le digestat liquide associé à un effluent de type II.

En zone vulnérable, l'épandage d'effluent de type II est autorisé à l'automne à 70kg d'azote ammoniacal/ha avant une culture de colza, à 50kg d'azote ammoniacal/ha sur CIPAN et à 60kg d'azote ammoniacal/ha avant culture de céréales d'hiver.

Cf annexe : calendrier d'interdiction d'épandage

Les épandages de digestat sont autorisés avant le travail du sol et/ou implantation de la culture avec un enfouissement immédiat. Arrêté du 13 juin 2017 approuvant un cahier des charges pour la mise sur le marché et l'utilisation de digestat de méthanisation agricoles en tant que matières fertilisantes



7. Fourniture d'azote par les engrais de ferme : détermination du coefficient d'équivalence (keq N) (source COMIFER 2013)

Remplacé par le document "Complément au plan d'épandage"

Effets directs céréales, types maïs, colza

En fonction de la fréquence des apports, de la culture implantée,... les coefficients d'équivalence permettent d'évaluer les effets directs ainsi que les arrières effets des fertilisants organiques.

Exemples de PRO	Cultures concernées	Périodes d'apports	Coefficient d'équivalence azote (KeqN)		
			KeqN sur la période du bilan	KeqN sur la période du cycle	
Digestat de méthanisation agricole	Digestat brut	(type maïs) approuvé en France	Printemps	0,5	0,5
		(type maïs) injection	Printemps	0,9	0,9
		d'automne (colza)	Printemps	0,8	0,8
		d'automne (blé)	Printemps	0,65	
		Fraction liquide après séparation de phase	de printemps (type maïs)	Printemps	0,7
Fraction sèche après séparation de phase	de printemps (type maïs)	Printemps	0,3	0,3	

Sources : Gren Centre Val de Loire

Arrières effets des apports organiques

Des apports réguliers d'engrais organique, notamment ceux qui ont une fraction organique importante, contribuent à l'augmentation du stock d'azote dans le sol, et donc à terme de la fourniture d'azote par le sol. Ils suivent le mécanisme de la minéralisation de l'humus. La valeur des arrières effets de la matière organique dépend donc du type de sol, du taux de matière organique présent dans le sol, du résidu de la récolte précédente et de la fréquence des apports organiques.

Le digestat épandu peut potentiellement augmenter le rendement des cultures. Elles contiennent des nutriments pour les cultures et tendent à améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol.

Les nombreux micro-organismes présents dans le sol dégradent la matière organique apportée par le digestat et la transforment en éléments minéraux disponibles pour la plante. Une autre partie des matières organiques est incorporée au sol et contribue à l'entretien d'une structure favorable au développement racinaire.



Apports conseillés

Les effets positifs des apports organiques sur les sols cultivés sont multiples :

- amélioration de la stabilité des sols (moins de sensibilité au tassement, à l'érosion par l'augmentation du taux de matière organique)
- enrichissement du sol en éléments minéraux utilisés par les cultures (azote, phosphore et potasse pour les principaux)
- stimulation de l'activité biologique des sols
- diminuer l'application d'engrais chimiques

Compte tenu des cultures présentes sur les parcelles et de la rotation pratiquée par les agriculteurs, l'épandage de digestat deviendrait en moyenne tous les 2 ans. Les épandages seront mobilisés en automne et au printemps, les digestats sont stockés pour ne pas avoir à repasser trop de fois sur une même parcelle et prendre un temps de croisière.

La dose conseillée à apporter est de **10T/ha** maximum pour le digestat solide selon l'apport souhaité en azote, la quantité d'azote contenu dans le digestat et selon la réglementation en cours (règles particulières en zones vulnérables pour un apport sur CIPAN, détail en annexe).

Un apport de 10T de digestat solide correspond à :

- 93 u N (dont 27,90u disponibles l'année d'apport)
- 46 u P₂O₅ (disponibles)
- 44 u K₂O (disponibles)

La dose conseillée en digestat liquide est de **14T/ha** et un apport de 14T/ha correspond à :

- 75.6 u N (dont 52.92u disponibles l'année d'apport)
- 5.6 u P₂O₅ (disponibles)
- 70 u K₂O (disponibles)

Besoin des cultures et surface épandable

La fertilisation azotée en matière organique des différentes têtes de cultures se décompose ainsi :

Cultures et rendements des cultures principales	Besoin en N (G/ha)	Apport de digestat U N/ha
Betteraves sucrière 100 qx	220	100 à 120U/ha
Maïs grain 118 qx	180	80 à 110U/ha
Colza 42 qx	94	80 à 120 U/ha
Pomme de terre 65 T	80	60 à 80 U/ha
Blé tendre 79 qx	80	60 à 80 U/ha
Blé dur 70 qx	280	60 à 80 U/ha

Les cultures présentées sont celles dont le besoin en azote est le plus fort : l'apport de matière organique peut significativement diminuer l'apport d'engrais de synthèse.

Type effluent	Dose T/ha conseillée	Quantité à épandre T	Besoin en ha
Digestat liquide	14	138	986,6
Digestat solide	10		498,9
		Besoin total de surface	1485,5
		SPE	1633,0
		Différence	145,5

Ces doses d'azote sont des points de repère et seront à moduler en fonction des conditions de l'année, des niveaux de reliquat azoté, des résultats de pesée du colza,...

Afin de pouvoir épandre l'ensemble du digestat, Agri Bio Gaz à un besoin en surface de **1485.5ha** au minimum avec ces doses conseillées.

D'après le bilan d'épandabilité global des exploitations prêteuses, la surface en SPE lisier sans utilisation de pendillards est par défaut pour sécuriser le besoin en surface, est de 1633ha. La surface est donc suffisante. Il restera également une surface afin que les exploitants puissent continuer à produire des protéagineux et légumineuses (l'apport d'azote sur protéagineux est interdit en zone vulnérable).

8. SAMO : surface amendée annuellement en matière organique et quantité maximale d'azote

Après exclusion des zones hydrographiques, des rivières... la surface épandable en digestat liquide, assimilé à un effluent de type II, sur l'ensemble des exploitations est de **1633.16ha**. La surface épandable en digestat solide, assimilé à un effluent de type I, est de **1672.68ha**.

Elle est suffisante pour recevoir la totalité des effluents produits sur l'exploitation soit 4 989T de digestat solide et 13 810T de digestat liquide.

Annexe : Bilan d'épandabilité global

En zone vulnérable, les exploitations possédant des élevages doivent limiter la quantité d'azote totale issue des produits organiques produits de SAU (surface agricole utile).

La réglementation prévoit que la quantité maximale d'azote doit être inférieure à **170 kg N / ha de SAU**.

En ce qui concerne la société Agri Bio Gaz, en conservant les apports organiques actuellement réalisés par chaque exploitation et en y ajoutant l'apport de digestat, la quantité d'effluents organiques est inférieure à 170kg N/ha de SAU.



Qté d'azote organique en kg/ha de SAU		
Quantité d'azote Organique	123 578	KG de N
SUA	1 728.84	Ha
Qté d'N organique / SAU	71.48	KG de N/ ha de SAU

Qté d'azote organique en kg/ha de SPE		
Quantité d'azote Organique	123 578	KG de N
SPE	1 632.14	Ha
Qté d'N organique / SPE	75.72	KG de N/ ha de SPE

D'après les balances globales de chaque exploitation, la balance généralisée pour l'ensemble des exploitations prêteuses de terres, la quantité totale d'azote et de phosphore organique ne peut pas répondre aux besoins totaux de chaque culture (calculé avec 100% de pailles restituées). Les apports organiques devront être complétés par des apports minéraux pour atteindre les objectifs de rendements de chaque exploitation.

Annexes : balance globale de fertilisation

Gestion des effluents

9. Stockage des effluents

Les exploitants doivent disposer de capacités de stockage étanches de manière à n'occasionner aucun écoulement dans le milieu et suffisantes pour respecter le calendrier d'épandage en tenant compte des risques supplémentaires liées aux conditions climatiques.

Les aires de stockage de digestat :

- doivent être distantes d'au moins **35 mètres** des puits et forages de captage d'eau extérieurs au site, des sources, des aqueducs en écoulement libre, des rivages et des berges des cours d'eau, de toute installation souterraine ou semi-enterrée utilisée pour le stockage des eaux destinées à l'alimentation en eau potable, à des industries agroalimentaires, ou à l'arrosage des cultures maraîchères ou hydroponiques.

La distance de 35 mètres des rivages et des berges des cours d'eau peut toutefois être réduite en cas de transport par voie d'eau.

- ne peuvent pas être situées dans le périmètre de protection rapproché d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine.

Les ouvrages de stockage du digestat sont dimensionnés et exploités de manière à éviter tout déversement dans le milieu naturel.



Ils ont une capacité suffisante pour permettre le stockage de la quantité de digestat (fraction solide et fraction liquide) produite sur une période correspondant à la plus longue période pendant laquelle son épandage est soit impossible, soit interdit.

Dans le régime de déclaration et d'enregistrement, cette période de stockage prise en compte **ne peut pas être inférieure à 4 mois** (fraction solide et liquide).

En ce qui concerne la société Agri Biogaz, le digestat solide sera stocké sous un hangar en silo de 160 m². Le digestat liquide sera quant à lui soit stocké dans un bassin de rétention, ou lagune de 3 960m³. La capacité de stockage prévue de digestat est de 6 mois.



Exemple de lagune pour stockage de digestat liquide

Cf Annexe : Plan du projet de l'unité de méthanisation

10. Matériel d'épandage

Agri Biogaz sera équipé d'une tonne à lisier équipé d'une rampe à pendillard de 18m pour l'épandage du digestat liquide. Une incorporation immédiate sera réalisée pour limiter les émissions d'NH₃.

Le digestat solide pourra être épandue grâce à un épandeur à hérissons verticaux.

Des pesées sur pont bascule au départ du site de stockage permettront de mesurer précisément les quantités livrées.

11. Distance et condition d'épandage

Tout épandage de fertilisant azoté en zone vulnérable doit respecter les distances suivantes :

- Distances d'épandage par rapport aux cours d'eau

Type de fertilisant	Distance à respecter
Type I et II	35 m des berges
	10 m des berges si présence d'une couverture végétale permanente de 10 m et ne recevant aucun intrant
Type III	2 m des berges, et apport interdit sur les bandes végétalisées le long des cours d'eau BCAE



▪ Distances d'épandage par rapport aux terrains de fortes pentes

Épandage		pen ^t e <ou = 10 %	10 % <pen ^t e<ou = 15 %	15 % <pen ^t e<ou=20 %	pen ^t e >20 %
Fertilisants de type I	Sur culture pérenne	autorisé		autorisé pour fumiers compacts pailleux, composts d'effluents d'élevage et produits organiques solides épandus en prévention de l'érosion	
	Sur prairies > 6 mois	autorisé			autorisé si talus en aval ou en bas de pente
	Autres cultures	autorisé		autorisé si dispositif en aval ou en bas de pente*	interdit
Fertilisants de type II	Sur prairies > 6 mois	autorisé		autorisé si talus en aval ou en bas de pente	
	Autres cultures	autorisé		autorisé si dispositif en aval ou en bas de pente*	interdit
Fertilisants de type III	Sur cultures pérenne	autorisé		autorisé si ilot enherbé ou dispositif en aval et apports limités à 50 kg N efficace/ha/an	
	Sur prairies > 6 mois	autorisé			interdit
	Autres cultures	autorisé		autorisé si dispositif en aval ou en bas de pente*	interdit

L'épandage est interdit en zone vulnérable dans les 100 premiers mètres à proximité des cours d'eau pour des pentes supérieures à 10 % pour les fertilisants azotés liquides et à 15 % pour les autres fertilisants.

Il est toutefois autorisé dès lors qu'une bande enherbée ou boisée, pérenne, continue et non fertilisée d'au moins 5 mètres de large est présente en bordure de cours d'eau.

▪ Distances d'épandage par rapport aux sols détremvés, inondés, enneigés, gelés

L'épandage de tous les fertilisants azotés est interdit en zone vulnérable sur les sols enneigés (entièrement couvert de neige). L'épandage de tous les fertilisants azotés autres que les fumiers compacts non susceptibles d'écoulement, les composts d'effluents d'élevage et les autres produits organiques solides dont l'apport vise à prévenir l'érosion est interdit en zone vulnérable sur les sols gelés (pris en masse ou gelé en surface).

▪ Distances d'épandage par rapport aux zones d'exclusion

L'épandage des effluents d'élevage et des produits issus de leur traitement sont interdits :

- à moins de 50 mètres des points de prélèvements d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines ou des particuliers, et à moins de 35 mètres dans les cas des points de prélèvement en eaux souterraines (puits, forages et sources) ;

- à moins de 200 mètres des lieux de baignade (à l'exception des piscines privées) et des plages, sauf pour les composts normés ou non normés qui peuvent être épandus jusqu'à 50 mètres ;

- à moins de 500 mètres en amont des zones conchycoles, sauf dérogation liée à la topographie, à la circulation des eaux et prévue par l'arrêté préfectoral d'autorisation ;

- à moins de 500 mètres en amont des zones conchycoles, sauf dérogation liée à la topographie, à la circulation des eaux et prévue par l'arrêté préfectoral d'autorisation ;



- à moins de 50 mètres des berges des cours d'eau alimentant une pisciculture, à l'exclusion des étangs empoisonnés où l'élevage est extensif sans nourrissage ou avec apport de nourriture exceptionnel, sur un linéaire d'un kilomètre le long des cours d'eau en amont de la pisciculture.

- à moins de 100 mètres de toute habitation occupée par des tiers (à l'exception des logements occupés par des personnes de l'exploitation de l'installation et des gîtes ruraux dont l'exploitant à la jouissance) ou des locaux habituellement occupés par des tiers, des stades ou des terrains de camping agréés (à l'exception des terrains de camping à la ferme de l'exploitant de l'installation classée) ;

Les distances vis-à-vis des tiers peuvent être réduites dans les cas suivants :

Habitations et locaux habituellement occupés par des tiers	Epandages sur terres nues	Epandages sur prairies ou cultures
- Composts, selon les modalités définies dans le cahier des charges	10 m	
	Enfouissement non imposé	
- Fumiers de bovins et porcins compacts, sans Écoulements et stockés au moins 2 mois	15 m	
	Enfouissement Sous 24 h	
- Lisiers et purins directement injectés dans le Sol	15 m	
- Autres fumiers - Fientes à plus de 65% de matière sèche - Digestat solide issu de méthanisation	50 m	
	Enfouissement Sous 12 h	
- lisiers, purins, eaux blanches et eaux vertes, digestat liquide épandus près du sol avec Pendillards	50 m	
	Enfouissement Sous 12 h	
- lisiers, purins, eaux blanches et eaux vertes, digestat liquide épandus avec un dispositif de buse palette, de rampe à palette ou à buses	100 m	
	Enfouissement Sous 12 h	
- Autres cas	100 m	
	Enfouissement sous 12h	

- à moins de 500 mètres en amont des zones conchyoles, sauf dérogation liée à la topographie, à la circulation des eaux et prévue par l'arrêté préfectoral d'autorisation ;

- à moins de 50 mètres des berges des cours d'eau alimentant une pisciculture, à l'exclusion des étangs empoisonnés où l'élevage est extensif sans nourrissage ou avec apport de nourriture exceptionnel, sur un linéaire d'un kilomètre le long des cours d'eau en amont de la pisciculture.

Les zones d'exclusions correspondant aux digestat solides est représenté sur la cartographie en couleur rouge – SPE Fumier. Le digestat liquide étant épandu avec pendillards, le SPE correspondante est celle de la SPE fumier (équivalent SPE Lisier enfoui sur le bilan d'épandabilité). La SPE Lisier en jaune correspond aux épandages de digestat liquide sans utilisation de pendillards.

Cf : Cartes d'épandage



12. Rappel de la réglementation nationale et régionale propre à la zone vulnérable et les prescriptions qui s'y rattachent

Le programme est constitué d'un programme d'actions national (*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*), d'un référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée (*Arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée, actualisé annuellement*) , d'un programme d'actions régional (*Arrêté du 28 mai 2014 établissant le programme d'actions régional en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole pour la région Centre*) et comporte des exigences relatives :

- à la gestion de la couverture des intercultures ;

Le principe est d'assurer une couverture des sols au cours des périodes pluvieuses en fin d'été et à l'automne pour réduire les risques de fuite des nitrates.

La directive nitrates impose d'implanter des cultures dérobées ou des cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) avant toutes vos cultures de printemps. Il est toutefois possible de maintenir des repousses de blé ou orge sur 20% de la surface en intercultures longues.

Le couvert doit être présent au minimum 2 mois incluant le 30 octobre.

La couverture des sols est également obligatoire dans les intercultures courtes entre une culture de colza et une culture semée à l'automne. Elle peut être obtenue par des repousses de colza denses et homogènes qui devront être obligatoirement maintenues au minimum un mois sans travail du sol, et pourront être détruites après le 20 août (conditions cumulatives)

La destruction chimique des repousses et des CIPAN n'est pas autorisée si un labour est effectué.

- à la gestion de la fertilisation azotée : dates d'épandage des fertilisants azotés, règles de gestion de la fertilisation azotée minérale et organique ;

Cf annexe du plan d'épandage et détail dans le livrable

- à la tenue d'un plan prévisionnel de fumure et d'un cahier d'enregistrement des pratiques ;

- à la gestion de la couverture végétale permanente le long de certains cours d'eau ;

Par rapport à la situation géographique de vos parcelles, il faut vérifier l'existence de cours d'eau qui doivent être bordés par une couverture végétale pérenne sur les cartes IGN 1/25000 (traits bleus pleins et pointillés nommés) et complété par les cours d'eau répertoriés sur le lien : http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelie/voir.do?carte=cours_eau_28_03_14&service=DDT_45

- aux capacités de stockage minimales requises pour les effluents d'élevage ;

Le programme d'action nitrates prévoit que les exploitations en zone vulnérable disposent de capacités de stockage minimales pour les effluents d'élevage. Ces capacités sont relatives à la localisation de l'exploitation, au type d'élevage, au type d'effluent et au temps que passent les animaux à l'extérieur des bâtiments.

- à la gestion des zones d'actions renforcées (ZAR).



Des mesures complémentaires ont été prises pour référencer certaines zones à fort enjeu, telles que les aires d'alimentation de captage d'eau potable.

Pour votre exploitation, vérifier si les terres de vos exploitations sont classées en zone d'action renforcée (ZAR) via le lien suivant :

[http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/11/Carte_ZAR.map&extent=\(590155,6704832,706912,6814283\)](http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/11/Carte_ZAR.map&extent=(590155,6704832,706912,6814283))

5. SDAGE du Bassin de Seine-Normandie

La ou les commune(s) et la zone des épandages sont soumises au document de planification SDAGE Seine-Normandie 2016/2021 validé en 2015.

Les mesures de base constituent, au sens de l'article 11.3 de la DCE « les exigences minimales à respecter ». Elles comprennent les mesures de l'article 11.3(a) qui correspondent aux mesures découlant des directives communautaires suivantes :

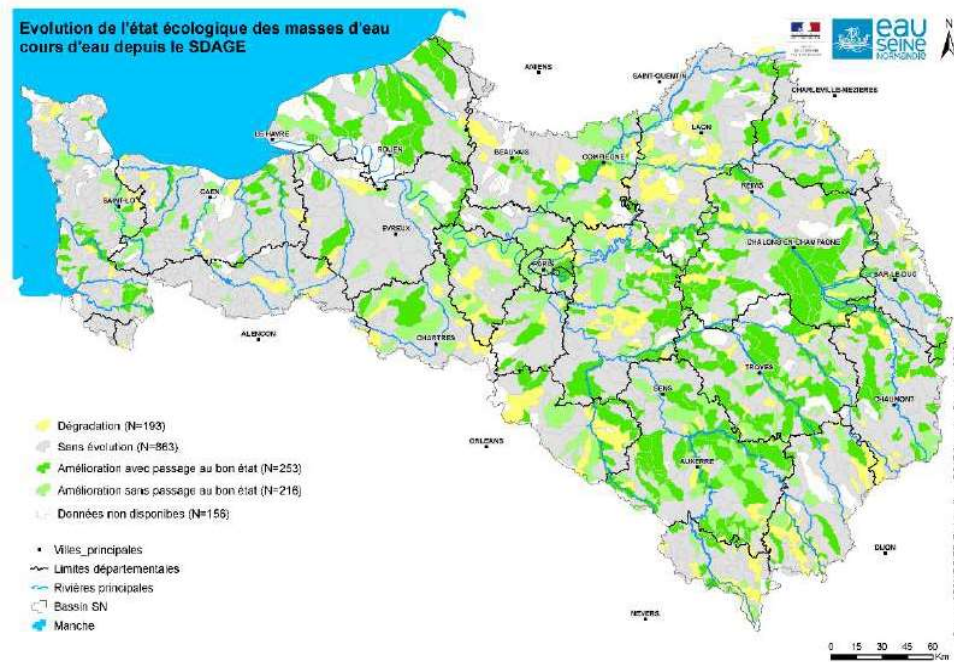
- > directive 76/160/CEE sur les eaux de baignade,
- > directive 79/409/CEE(1) sur les oiseaux sauvages,
- > directive 80/778/CEE sur les eaux potables, telle que modifiée par la directive 98/83/CE,
- > directive 96/82/CE(2) sur les risques d'accidents majeurs ("Seveso"),
- > directive 85/337/CEE(3) relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement,
- > directive 86/278/CEE(4) sur les boues d'épuration,
- > directive 91/271/CEE sur le traitement des eaux urbaines résiduaires,
- > directive 91/414/CEE sur les produits phytopharmaceutiques,
- > directive 91/676/CEE sur les nitrates,
- > directive 92/43/CEE(5) "habitats",
- > directive 96/61/CE sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution.

Les mesures de l'article 11.3 (b à l) qui correspondent aux mesures minimales inscrites dans la réglementation nationale concernant les thématiques suivantes :

- > b- tarification et récupération des coûts,
- > c- utilisation efficace et durable de l'eau,
- > d- préservation de la qualité de l'eau destinée à l'eau potable,
- > e- prélèvements,
- > f- recharge des eaux souterraines,
- > g- rejets ponctuels,
- > h- pollution diffuse,
- > hydromorphologie,
- > j- rejets et injections en eaux souterraines,
- > k- substances prioritaires,
- > l- prévention, détection, annonce et traitement des rejets accidentels.



Définition : zone identifiée par le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), notamment les zones de protection des prélèvements d'eau destinée à la consommation humaine (zones pour lesquelles des objectifs plus stricts sont fixés afin de réduire le traitement nécessaire à la production d'eau potable et zones à préserver en vue de leur utilisation dans le futur pour des captages d'eau destinée à la consommation humaine).



Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est un document de planification qui fixe, pour une période de six ans, « les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau et les objectifs de qualité et de quantité des eaux » (article L.212-1 du code de l'environnement) à atteindre dans le bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands. « Cette gestion prend en compte les adaptations aux changements climatiques » (article L.211-1 du code de l'environnement) et « la préservation des milieux aquatiques et la protection du patrimoine piscicole » (article L.430-1 du code de l'environnement).

Pour l'analyse du risque causé par les nitrates d'origine agricole sur les cours d'eau, les données utilisées sont :

- Les résultats du réseau de suivi des masses d'eau superficielles pour les campagnes 2010_11.

- Les estimations de flux de nitrates diffus reçus par masse d'eau de surface (en kgN/ha/an), qui s'appuient, comme vu précédemment (chapitre VI, pressions agricoles), sur les modèles STICS et SENEQUE (somme des apports par ruissellement et par les nappes).



Sur les masses d'eau pourvues de stations de surveillance, la pression en nitrates d'origine agricole est jugée significative si les concentrations mesurées en nitrates sur la station associée à la masse d'eau dépassent 37,5 mg/l en moyenne (soit 75% de la norme du bon état, seuil de vigilance) et si les apports diffus azotés de surface dépassent 12 kgN/ha/an.

Le seuil de 12 kgN/ha/an pour les apports diffus moyens annuels de nitrates vers les eaux superficielles correspond à la moyenne (arrondie et après écart des valeurs extrêmes) des flux constatés sur les masses d'eau surveillées sur lesquelles des concentrations en nitrates voisine de 40 mg/l ont été mesurées. Ce seuil correspond aussi au point d'inflexion de la courbe qui représente les flux estimés par bassin versant : en deçà de ce seuil les flux estimés suivent un palier régulier, au-delà de ce seuil les flux estimés augmentent de façon exponentielle, ce qui correspond aux sous bassins particulièrement exposés à cette pression.

Sur les masses d'eau non surveillées, la pression en nitrates d'origine agricole est jugée significative si les apports diffus azotés de surface dépassent **12 kgN/ha/an**. Une pression significative forte est ainsi retenue pour 215 bassins-versants. Cette pression est considérée comme persistante à l'horizon 2021 compte tenu de l'hypothèse de stabilité (à minima) des pressions agricoles sur le bassin. Les masses d'eau correspondantes sont donc jugées en RNAOE 2021.

Objectif visé de la teneur en nitrates dans les masses d'eau et cours d'eau du SDAGE:

Le bon état écologique nécessite de ne pas avoir une concentration en nitrates supérieure à **50 mg/L**. Les classes de concentration définies en-deçà de ce seuil permettent un suivi opérationnel de la qualité des eaux et de son évolution.

Il conviendra pour le respect de la planification du SDAGE, d'une fertilisation raisonnée qui permet de diminuer les risques de pollutions diffuses. Des analyses d'eau sont à réaliser pour évaluer la teneur en nitrate des masses d'eau et des cours d'eau.

La pression agricole en **Phosphore** est essentiellement liée aux émissions de P particulaire (PP). Les risques d'émission ont été évalués par l'INRA (méthodologie nationale pour la révision de l'État des lieux DCE) par bassin versant immédiat de masses d'eau continentales de surface. Ces émissions de P Particulaire sont décrites comme étant fonction de :

- La teneur moyenne en P total dans les 30 premiers centimètres de sol (base de données RMQS) ;
- L'érosion locale des sols estimée selon le modèle d'érosion hydrique des sols (Cerdan et al.)
- La connectivité des versants (c'est-à-dire le potentiel de transfert du PP des versants vers le réseau hydrographique) ;
- L'intensité des pluies ;
- La densité de drainage (plus elle est élevée plus la zone considérée est ruisselante).



Pour chaque bassin versant est établi un risque d'émission de PP allant de 0 à 5. Le croisement de cet indice de risque d'émission en PP par bassin versant avec les classes d'état écologique des masses d'eau superficielles, permet de conclure sur le caractère significatif des pressions évaluées. Deux classes de risque ont donc été définies à partir des règles suivantes :

1. ME_RisquePP : les BV en état écologique « moins que Bon » (classes 3 à 5) ET avec un risque d'émission de PP allant de 3 à 5
2. BE_RisquePP : les BV en état « Bon et Très Bon » (classes 1 et 2) ET avec un risque d'émission de PP de 4 ou 5

Il ressort de ce classement 94 bassins versants de masse d'eau continentale de surface pour lesquels on estime que le risque de non atteinte du bon état ou de dégradation du bon état est important. Ces bassins versants semblent correspondre à des zones d'élevage et aux zones où le risque érosif est important (vignoble notamment). En 2016, il ressort que la pression en P dans le Loiret est nul (*Document d'accompagnement n° 7 du SDAGE 2016-2021 Bassin Seine et cours d'eau côtiers normands*).

Document complet disponible sur <http://www.eau-seine-normandie.fr>

Nous pouvons ajouter qu'il n'y a pas de présence de zones naturelles protégées (cartographie en format pdf). Nous n'observons pas sur la cartographie les :

- ZPS : Zone de Protection Spéciale
- SIC / ZSC: Zones spéciales de Conservation
- ZICO : Zone importante pour la Conservation des oiseaux
- ZNIEFF1 : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (intérêt biologiques et écologiques)
- ZNIEFF2 : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ensembles naturels riches et peu modifiés aux potentiels biologiques importants)



Préconisations

Compte tenu de l'environnement de votre exploitation (cours d'eau, bâtiments, ...), votre surface potentiellement épandable réelle est de 1671.66 ha pour l'épandage de digestat solide et de digestat liquide épandu avec pendillards.

Réglementairement et agronomiquement, la totalité du digestat peut être épandu sur les surfaces agricoles mise à disposition par les exploitants prêteurs, en tenant compte des périodes d'épandages autorisées et des distances d'épandage mentionnées dans votre plan d'épandage.

Ce plan d'épandage sera à mettre à jour lorsque que votre projet sera mis en marche. Une fois tous les avenants signés avec les différents prêteurs, nous connaissons définitivement les parcelles qui recevront un épandage de digestat. Un bilan d'épandabilité par exploitant prêteurs peut également être intéressant pour que ces derniers s'organisent pour les futurs épandages.



Plan d'actions

Actions prévues	Qui	Dates prévues
Tenir un registre d'entrée et un registre de sortie de matière organique comprenant la désignation, la date de réception, le tonnage et le nom et adresse de l'expéditeur	Les gérants d'Agri Biogaz	A chaque entrée et sortie de matière organique de l'unité de méthanisation
Epandre le digestat selon la réglementation en vigueur (notamment calendrier d'épandage et distances d'épandage)	Chaque personne contribuant à l'épandage	A chaque campagne culturale et chaque épandage
Tenir un cahier d'épandage avec la quantité épandue totale, la surface épandue, le numéro de parcelle et le nom de l'exploitation	Les gérants d'Agri Biogaz et tous les exploitants prêteurs de terres	A chaque campagne culturale
Etablir un plan prévisionnel de fumure chaque année culturale pour évaluer au mieux les besoins des cultures. Réaliser des reliquats sorties hiver selon la directive nitrate en vigueur	Tous les exploitants prêteurs de terres	Chaque année en sortie hiver (février/mars)
Réaliser les analyses de terres complètes à fournir avec ce présent document (1 pour 25ha)	Les gérants d'Agri Biogaz	Le plus tôt possible
Inscrire la société Agri Biogaz aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)	Les gérants d'Agri Biogaz	Avant la mise en place du projet
Posséder un agrément sanitaire à la mise en route de la méthanisation	Les gérants d'Agri Biogaz	Avant la mise en place du projet



Abréviations

SAU: Surface Agricole Utile

SAS : Société par Action Simplifiée

SCEA: Société Civile d'Exploitation Agricole

EARL: Entreprise Agricole à Responsabilité limitée

CIPAN: Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

N: Azote

P2O5: hémipentoxyde de Phosphore

K2O: Oxyde de Potassium - Potasse

MO: Matière Organique

MS: Matière Sèche

Corpen: Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

NH3: Ammoniac

BCAE: Bonnes conditions agricoles environnementales





COMPLEMENT AU PLAN D'EPANDAGE

SAS AGRI BIOGAZ

RAPPORT FINAL

Conseiller en charge de l'étude

Sébastien BARON
Responsable Equipe Grandes Cultures – Fourrages

CHAMBRE D'AGRICULTURE DU LOIRET
REPUBLIQUE FRANÇAISE
Etablissement public
loi du 31/01/1924
Siret 184 500 031 000 28
APE 9411Z
www.loiret.chambagri.fr



TABLE DES MATIERES

Table des Matieres	2
Liste des Figures	3
Liste des Tableaux	4
1. Généralités et objet du présent dossier	5
1.1. Coordonnées du pétitionnaire	5
1.2. Présentation du projet	5
2. La présentation du plan d'épandage	7
2.1. La valorisation agronomique des effluents	7
2.2. La méthodologie.....	8
2.3. L'azote et ses formes.....	9
3. Contexte environnemental	10
3.1. Contexte Géologique.....	10
3.1.1. Contexte général	10
3.1.2. Contexte local.....	12
3.2. Contexte hydrogéologique.....	14
3.2.1. Inventaire des aquifères.....	14
3.2.2. Piézométrie.....	16
3.2.3. Eau potable.....	18
3.3. Contexte hydrographique	21
3.4. Zones humides	22
3.5. Zones de protection environnementales et d'inventaires.....	23
3.5.1. Natura 2000.....	23
3.5.2. Les ZNIEFF.....	25
4. Les sols	27
4.1. Généralités	27
4.2. Descriptions des sols	27
5. Aptitudes à l'épandage	28
5.1. Généralités sur le pouvoir épurateur des sols	28
5.2. Tableaux de synthèse des aptitudes des sols à l'épandage	29
5.3. Analyses de sols.....	32
5.3.1. La granulométrie	34
5.3.2. Le pH.....	34
5.3.3. La Matière Organique.....	34
5.3.4. Eléments majeurs	35
6. Modalités et doses d'apport	36
6.1. Période d'épandage	36
6.2. Doses d'apports.....	39
7. Autres apports organiques.....	43
8. Bilans globaux des apports organiques à l'exploitation.....	43
9. Analyse de l'incidence de l'épandage Et mesures prises pour les limiter	45



9.1. Incidences sur la ressource en eau.....	45
9.1.1. Eaux souterraines	45
9.1.2. Eaux superficielles	45
9.2. Incidences sur l'environnement naturel	46
9.2.1. Natura 2000.....	46
9.2.2. ZNIEFF	46
9.2.3. Conclusion	46
9.3. Les risques liés aux apports de minéraux.....	46
9.3.1. Les nitrates	46
9.3.2. Le phosphore.....	48
10. Compatibilite reglementaire	52
10.1. Compatibilité avec les SDAGE	52
10.1.1. Généralités	52
10.1.2. Compatibilité au SDAGE SEINE NOMRANDIE 2022-2027	53
10.1.3. Compatibilité au SDAGE LOIRE BRETAGNE 2022-2027	53
10.2. Compatibilité au SAGE Nappe de Beauce et milieux aquatiques associés.....	54
10.3. Zones vulnérables.....	55
11. Conclusion.....	56
Annexes	57

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Effet du digestat sur les cycles de carbone et d'azote, tiré de A. Askri (2015)	9
Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Neuville au Bois	13
Figure 3 : Schéma lithostratigraphique synthétique des formations de Beauce (Source : SIGES CENTRE – BRGM)	14
Figure 4 : Log géo-hydrogéologique sur le secteur d'étude.....	15
Figure 5 : Carte piézométrique des calcaires de Beauce - Basses eaux 1994 (BRGM).....	17
Figure 6 : Carte piézométrique des calcaires de Pithiviers – Hautes Eaux 2002 (DREAL Centre Val de Loire).....	17
Figure 7 : Chronique piézométrique de la nappe des calcaires de Pithiviers (n° BSS : BSS 000 WBFZ)	18
Figure 8: Plan de situation des parcelles et des périmètres de protection (ARS 45).....	20
Figure 9 : Carte des cours d'eau	21
Figure 10 : Classes d'hydromorphie (GEPPA 1981 modifié ; MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides, 63 pages).....	22
Figure 11 : Carte des zones Natura 2000	24
Figure 12 : Carte des zones ZNIEFF	26
Figure 13 : carte aptitudes des sols – zone d'exclusion	31
Figure 14 : Carte des points de prélèvements	33
Figure 15 : Effets de la fertilisation sur le vers de terre	48



Figure 16 : Effet du travail du sol (Source : Arvalis)	49
Figure 17: Effet de la fertilisation sur les vers de terre	50
Figure 18 : Interactions biomasse microbienne et lombricienne	51
Figure 19 : Localisation du plan d'épandage par rapport aux SDAGE.....	53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des digestats liquides.....	6
Tableau 2 : Caractéristiques des digestats solides	6
Tableau 3 : Objectifs du SDAGE Seine-Normandie 2022-2027	16
Tableau 4 : Caractéristiques des captages AEP et de leurs périmètres de protection respectifs.....	19
Tableau 5 : Echelle d'aptitude à l'épandage	27
Tableau 6 : Aptitudes à l'épandage des Unités de sols (1/50000 et 1/100000)	29
Tableau 7 : Aptitudes des sols à l'épandage	29
Tableau 8: Echelle d'aptitude à l'épandage	30
Tableau 9 : Points de prélèvement des analyses de sols	32
Tableau 10 : Texture générale des sols des parcelles d'épandage (granulométrie).....	34
Tableau 11 : pH général des sols des parcelles d'épandage	34
Tableau 12 : Matière organique dans les sols des parcelles d'épandage	34
Tableau 13 : Eléments majeurs dans les sols des parcelles d'épandage	35
Tableau 14 : calendrier d'épandage	38
Tableau 15 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat solide	39
Tableau 16 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat liquide.....	40
Tableau 17 : Doses conseillées au printemps pour le digestat solide.....	41
Tableau 18 : Doses conseillées au printemps pour le digestat liquide	41
Tableau 19 : Apports azotés, phosphorés, potassiques	43
Tableau 20 : Essai au lycée agricole du Chesnoy.....	51



1. GENERALITES ET OBJET DU PRESENT DOSSIER

Le complément du plan d'épandage a été rédigé par Sébastien BARON, *responsable de l'équipe Grandes Cultures - Fourrages* à la Chambre d'Agriculture du Loiret, avec l'appui de Ludivine CHATEVAIRE (*Conseiller Eau-Environnement / Pédologie*) et Hervé NEDELEC (*Pédologue/Cartographe certifié par l'Association Française pour l'Etude du sol*).

1.1. COORDONNEES DU PETITIONNAIRE

Société : SAS Agri Biogaz

Nom, Prénom du président : Pierre COISNON

Adresse de la société : Liphormeau 45170 OISON

N° SIRET : 834 942 591 00019

1.2. PRESENTATION DU PROJET

Le méthaniseur de la société SAS AGRI BIOGAZ sera implanté sur l'îlot 8 de la SCEA COISNON Pierre. L'objectif de ce dossier est d'apporter les compléments nécessaires à la bonne compréhension du dossier afin de garantir que le projet n'ait pas d'impact sur l'environnement naturel et humain. Il sera complété par des préconisations sur les apports de digestat.

Le gisement se compose majoritairement d'effluents d'élevage et de végétaux type cultures intermédiaires à vocation énergétique produites sur les exploitations inscrites dans le plan d'épandage de la SAS. A noter qu'aucune boue de station d'épuration urbaine ne sera présente dans le gisement.

Pendant le processus de digestion anaérobie, il y a production de méthane valorisé énergétiquement. Le gaz produit sera directement injecté dans le réseau de gaz naturel.

Les résidus non digérés forment le digestat brut. La qualité du produit final dépend de la composition des matières entrantes.

- **Digestat brut :**

Ce digestat brut sera séparé à l'aide d'un séparateur de phase de type presse à vis en un digestat liquide et un digestat solide. C'est un total de 13 813 t/an de digestat liquide et de 4 989 t/an de digestat solide qui seront épandus annuellement.



▪ **Phase liquide :**

Elle est à 4,7 % de MS, représente environ 70 % des volumes qui seront épandus. Un matériel adapté sera utilisé pour l'épandage : pendillards pour une bonne valorisation agronomique des éléments fertilisants (pas de formation d'aérosol donc moins de volatilisation).

C'est un produit riche en azote ammoniacal (70 % de l'azote total) qui sera donc épandu en limitant au maximum la volatilisation.

Tableau 1 : Caractéristiques des digestats liquides

Tonnage	13 813
Densité	1,00 t/m ³
MS	4,7 %
pH	8
C / N	6
N Total	5,4 kg/m ³
N ammoniacal	3,8 kg/m ³
P ₂ O ₅	0,4 kg/m ³
K ₂ O	5,0 kg/m ³

La valeur agronomique du digestat est fonction des produits entrants dans le mélange. En ce qui concerne l'azote ammoniacal, la source utilisée est le COMIFER 2013 qui fournit le coefficient d'équivalence engrais N des principaux produits résiduels organiques.

▪ **Phase solide :**

Elle est à 25 % de MS avec pour partie une disponibilité de l'azote rapide (30 % d'azote ammoniacal sur l'azote total) et une autre partie plus lente pour la partie encore non minéralisée.

Tableau 2 : Caractéristiques des digestats solides

Tonnage	4 989 t
Densité	0,7 t/m ³
MS	25 %
pH	8
C / N	15
N Total	9,3 kg/t
N ammoniacal	2,8 kg/t
P ₂ O ₅	4,6 kg/t
K ₂ O	4,4 kg/t



La nature du produit permet une utilisation similaire à un compost (plutôt sec, se tenant en tas), et une meilleure homogénéisation lors des épandages du fait de la nature du digestat (matière brassée et homogénéisée dans le méthaniseur). Le matériel d'épandage permet une répartition optimale sur les parcelles (table d'épandage, débit proportionnel à l'avancement).

Contrairement au digestat liquide qui peut s'apparenter à un apport classique d'éléments minéraux, le digestat solide joue d'autres rôles grâce à une libération de l'azote sur du plus long terme et grâce aux apports de matière organique qui permettront une meilleure structuration du sol en apportant de l'humus aux sols.

Les épandages se substitueront partiellement aux épandages actuels de minéraux en étant intégrés aux plans de fertilisation prévisionnels. Le procédé de méthanisation permet une valorisation des déchets en agriculture et une économie pour les agriculteurs sur les éléments fertilisants chimiques. Les digestats présentent un intérêt agronomique non négligeable pour les agriculteurs. L'innocuité des digestats et leur valeur propre en matière fertilisante (éléments minéraux et matière organique) en font des sous-produits valorisables en agriculture.

La valorisation agricole est la voie de traitement des effluents organiques qui offre la meilleure garantie de pérennité. La mise en décharge et l'incinération ne sont pas justifiées économiquement ni environnementalement.

2. LA PRESENTATION DU PLAN D'EPANDAGE

2.1. LA VALORISATION AGRONOMIQUE DES EFFLUENTS

Pour leur développement, les plantes puisent leur nourriture dans la solution du sol. Pour ne pas appauvrir le sol, ce prélèvement doit être compensé par un apport correspondant en éléments nutritifs. Les digestats contiennent naturellement les principaux éléments nutritifs dont les plantes ont besoin. Leur utilisation comme éléments fertilisants permet ainsi un excellent recyclage par le milieu sol/plante, le sol jouant ainsi un rôle épurateur.

La valorisation des digestats permet :

- Une valorisation rapide par la culture,
- Des économies d'azote minéral, de phosphore et de potasse,
- Un enrichissement des sols en matière organique,
- Un recyclage de l'effluent.

La fertilisation complète des cultures doit être équilibrée. Pour cela, il faut tenir compte des apports organiques, mais également des apports par les engrais minéraux. Un bilan de fertilisation azotée (organique et minérale) est réalisé sur l'ensemble des exploitations recevant des digestats. Il est le résultat des entrées et des sorties d'éléments fertilisants au niveau des parcelles :



➤ **Les entrées :**

- Les apports de fertilisants organiques et minéraux des digestats,
- Les apports minéraux apportés par les engrais,
- Les apports organiques exogènes.

➤ **Les sorties :**

- Les exportations par les cultures en fonction de leur rendement, la surface implantée et la valeur en éléments fertilisants par la culture (données du CORPEN et COMIFER).

2.2. LA METHODOLOGIE

L'objectif du plan d'épandage est de déterminer l'aptitude des sols à l'épandage et les possibilités d'épandage en fonction de l'assolement pour une fertilisation équilibrée.

Il s'agit de vérifier la faisabilité des épandages et de faire des propositions d'apports organiques et minéraux. Nous avons fait des choix de cultures réceptrices, doses à épandre, etc. qui respectent la réglementation et qui valorisent au mieux les digestats, mais qui n'en deviennent pas pour autant obligatoires. D'autres solutions peuvent être adaptées en fonction de l'année (météo), des modifications d'assolement, du matériel etc.

➤ **Les grandes étapes de l'élaboration du plan d'épandage sont :**

- Détermination des surfaces épandables,
- Application de la réglementation concernant les distances d'épandage,
- Application de la réglementation concernant les zones de protection particulières (captage, protections environnementales),
- Détermination des types de sols grâce à une typologie simplifiée des sols (valorisation de la carte des sols à 1/50 000 du Loiret et sondages à la tarière),
- Détermination de leur aptitude à l'épandage,
- Calcul des surfaces épandables en fonction de leur aptitude et de la réglementation.

➤ **Gestion des apports organiques et minéraux :**

- Détermination de la quantité d'éléments fertilisants à épandre en fonction des besoins des cultures,
- Calculs des pressions d'azote organique,
- Élaboration des calendriers prévisionnels d'épandage,
- Calculs des apports nécessaires en éléments fertilisants minéraux.



Quand le digestat est apporté au sol, une partie du carbone sert comme source d'énergie pour la microflore du sol et l'azote sert de nutriment. Un phénomène de réorganisation de l'azote minéral est souvent observé : dès l'apport du digestat au sol, l'activité microbienne du sol est renforcée avec la production de nouvelles cellules car son incorporation apporte une source d'énergie carbonée. Or pour produire ces cellules il faut une quantité proportionnelle d'azote, qui entre dans la composition de nombreuses molécules essentielles. Si la matière organique apportée ne contient pas suffisamment de N pour satisfaire à cette demande, les microorganismes prélèveront (et donc immobiliseront) du N de la solution du sol pour pouvoir croître : c'est le phénomène surnommé faim d'azote.

Pour le digestat brut et liquide, avec un ratio C/N plus faible comparé au digestat solide, une étude de Cavalli *et al.* (2017) rapporte que le taux de minéralisation net de l'azote est positif. Par contre, pour le digestat solide, on observe une immobilisation nette de l'azote, même à moyen terme (180 jours). En effet, le ratio C/N est plus important, le carbone organique ayant principalement migré dans cette phase, avec de surcroît des molécules moins facilement biodégradables : il faudra donc plus d'azote que celui contenu dans le digestat.

Les nitrates sont des substances indispensables à la croissance des plantes. C'est pour la majorité des végétaux la forme principale d'absorption d'azote qui est indispensable à la fabrication de protéines. Ces protéines végétales sont la principale ressource en acide aminé indispensable à la fabrication des protéines chez les animaux et l'homme.

3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

3.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

3.1.1. Contexte général

L'histoire géologique du secteur peut être résumée comme suit :

Les montagnes hercyniennes ayant été pénéplanées, une subsidence prolongée et très lente a conduit à la formation du Bassin Parisien et permis à la mer de recouvrir la région au cours des différents cycles transgressifs/régressifs. Les longues périodes de transgression du Jurassique et du Crétacé a permis d'accumuler près de 2 000 m d'épaisseur de sédiment. Au cours du Crétacé supérieur, qui affleure par endroit, les dépôts ont surtout été calcaires (calcaires organogènes, craies et castines avec du silex). La sédimentation du Crétacé s'est achevée par un placage argileux à silex très mince et sporadique sur la région étudiée.

Depuis la fin de l'ère Secondaire et le passage à l'ère Tertiaire, la région a été soumise à un régime continental avec l'alternance de phase de dépôt sédimentaire et d'érosion avec des régimes fluviaux et lacustres. Les terrains tertiaires sont en général peu épais dans le département, sauf dans la partie orientale de la forêt d'Orléans où leur épaisseur atteint une centaine de mètres.



Les formations datées de l'Eocène et probablement du Paléocène proviennent du remaniement des formations du Crétacé sous-jacent et plus particulièrement de ses silex. L'érosion du Massif Central permet également un apport de fragments cristallins.

La mise en place d'un climat chaud et humide sur la région favorise l'altération superficielle des terrains et permet la réalisation de silicification et un enrichissement des formations de cet âge en argile (Kaolinite principalement).

A l'Eocène inférieur (Sparnacien), les fleuves s'écoulant depuis Massif central déposèrent des dépôts détritiques faits de sables et d'argiles. A l'Eocène moyen (Lutétien), un climat chaud à précipitations aussi fortes qu'irrégulières s'est mis en place sur cette partie du Bassin Parisien.

Vers la limite entre Eocène-Oligocène un régime lacustre se met en place dans les parties à l'écart des grands courants fluviaux. Ainsi dans les zones de courant les dépôts sont riches en alluvions siliceux et hors de ces zones les dépôts sont des carbonates purs, à l'interface de ces deux milieux se déposent des formations en mélange.

Le relief était certainement très faible, les lacs très peu profonds et le niveau eustatique variable. De manière synchrone se sont produit des déformations tectoniques Nord-Sud permettant un rajeunissement des reliefs, augmentant l'érosion de ceux-ci. Cela a aussi eu comme effet de canaliser la pré-Loire dans la zone que nous connaissons actuellement.

A l'Aquitaniens le régime lacustre et palustre s'est déplacé vers l'Ouest : il s'agira de l'époque des calcaires de Beauce. La région considérée se situe au Sud de ce grand ensemble et ces dépôts n'y seront que très peu observables. Il sera plutôt question de formations issues d'un mélange de carbonates lacustres et d'alluvions siliceux fluviaux (molasses).

A partir du Burdigalien une période où les vallées principales se figent avec l'enfoncement des réseaux hydrographiques et la dissection des formations sous-jacentes se met en place, isolant ainsi les principaux plateaux. Au Villafranchien la Pré-Loire gagnait le Loing actuel pour se jeter dans la Seine. Dès le début du Quaternaire, son cours supérieur, capté entre Gien et Briare par un affluent du Cher, a été détourné vers l'Atlantique, donnant expression à son cours actuel.

L'encaissement des vallées s'est fait ensuite progressivement au cours du Quaternaire sous l'influence des variations climatiques (alternances des périodes glaciaires) qui ont entraîné ici des conditions péri-glaciaires. Les formations superficielles, limons des plateaux, cailloutis cryoclastiques, colluvions de versants, etc., doivent aussi l'essentiel de leur genèse à ces périodes froides et spécialement à la dernière, le Würm.



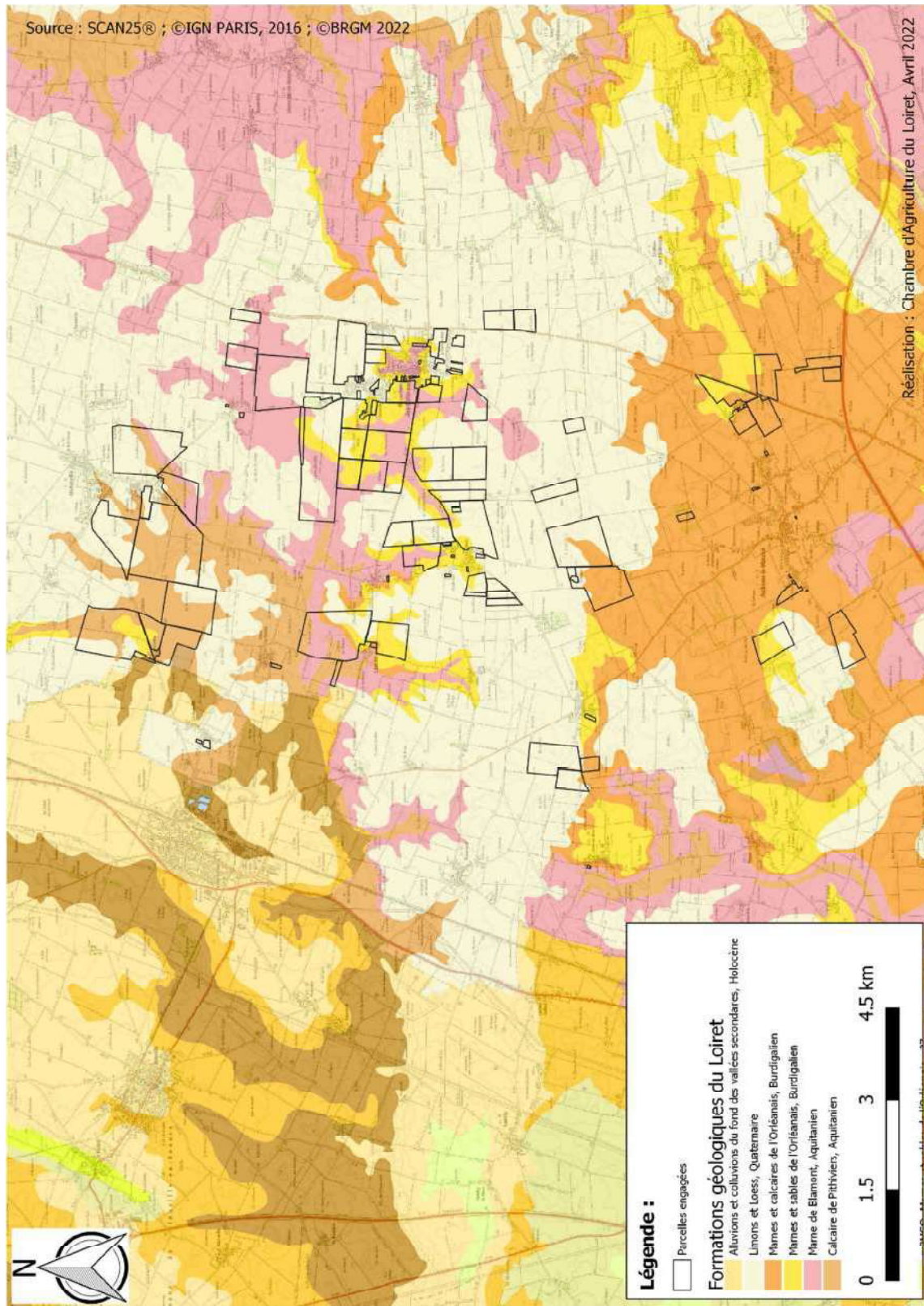
3.1.2. Contexte local

D'après la carte géologique au 1/ 50 000 n° 327 Neuville aux Bois, les parcelles d'épandage sont situées sur les formations géologiques suivantes (figure 2). Celles-ci seront en grande partie responsables des sols qui en ont émergés par le long processus de la pédogénèse. Les formations les plus présentes sur la zone d'étude sont des formations d'âge tertiaires et quaternaires.

- **Alluvions récentes et colluvions (FCy - Quaternaire)** sont des dépôts argilo-limoneux de crue passant à un limon de ruissellement.
- **Les Limons des plateaux (LP - Quaternaire)** recouvrent d'un placage discontinu les calcaires de Beauce, ils ont une puissance de 1 à 5 mètres. Ils sont très homogènes, d'une teinte brune à brun-rouge, souvent argileux et très peu calcaire et présentent une texture très fine.
- **Les marnes et Sables de l'Orléanais (m1b – Burdigalien)** affleure à la lisière de la forêt d'Orléans. Le faciès de cette formation s'exprime par un sable jaune, fin, plus ou moins pur à passées plus grossières, mêlé d'argiles sableuses bleues et ocre, montrant des stratifications entrecroisées et des chenaux. Les sables de l'Orléanais résultent de la destruction des roches granitiques du Massif-Central. Cet horizon est fossilifère à sa base.
- **Les marnes de Blamont (m1a3 – Aquitanien supérieur)** se présentent sous le faciès de calcaires tuffeux blancs, de marnes farineuses blanches, de calcaires grumeleux blanc-beige, de marnes collantes beige rosé à ocre-moutarde. Cette formation qui a une puissance de 10 à 15 m repose sur le calcaire dur séparé par une mince couche de marne ou d'argile verte.
- **Les calcaires de Beauce (m1a – Aquitanien Supérieur)** se présentent par une alternance de calcaires gris clair à beige qui se différencient à la fois par la structure et par les fossiles présents. Ils ont une puissance de l'ordre de 45 mètres, et peuvent atteindre 60 m d'épaisseur par endroit. Dans la masse des calcaires de Beauce, qui est une roche fracturée, s'est installé un important réseau karstique menant à de nombreux avens. Le Calcaire de Pithiviers est caractérisé par des bancs de calcaire dur, graveleux ou pisolithique, vacuolaire, gris et fétide, à teneur notable en fer et humus, et souvent très fossilifère.



Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Neuville au Bois



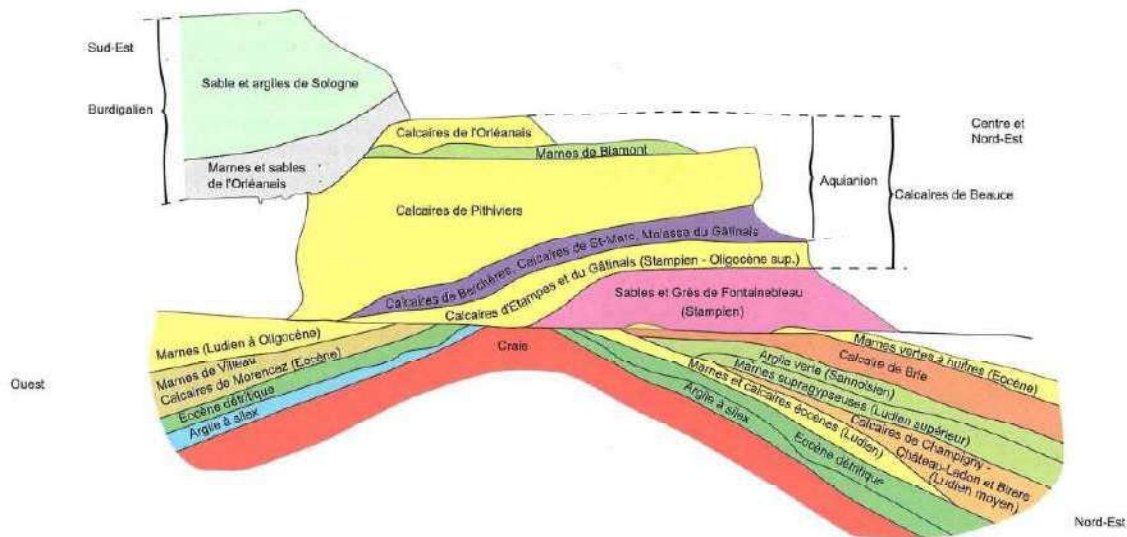
3.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

3.2.1. Inventaire des aquifères

Au vu du contexte géologique, les aquifères en présence sont les suivants :

- Calcaire de Beauce,
- Craie du Séno-Turonien.

Figure 3 : Schéma lithostratigraphique synthétique des formations de Beauce (Source : SIGES CENTRE – BRGM)



Le log géo-hydrogéologique régional fourni par le Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines et le référentiel hydrogéologique BD LISA (figure 4) indique la présence de la nappe de Beauce de la surface jusqu'à une centaine de mètres de profondeur.

Compte tenu de la puissance de cette dernière, seule la nappe de Beauce sera étudiée ci-après.

La dénomination « nappe de Beauce » englobe les marnes de Blamont, calcaires de Pithiviers et d'Etampes séparés par la molasse du Gâtinais lorsque cette dernière est présente.



Figure 4 : Log géo-hydrogéologique sur le secteur d'étude

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :

X : 627895.000

Y : 6786330.000 (dans le système de projection Lambert 93)

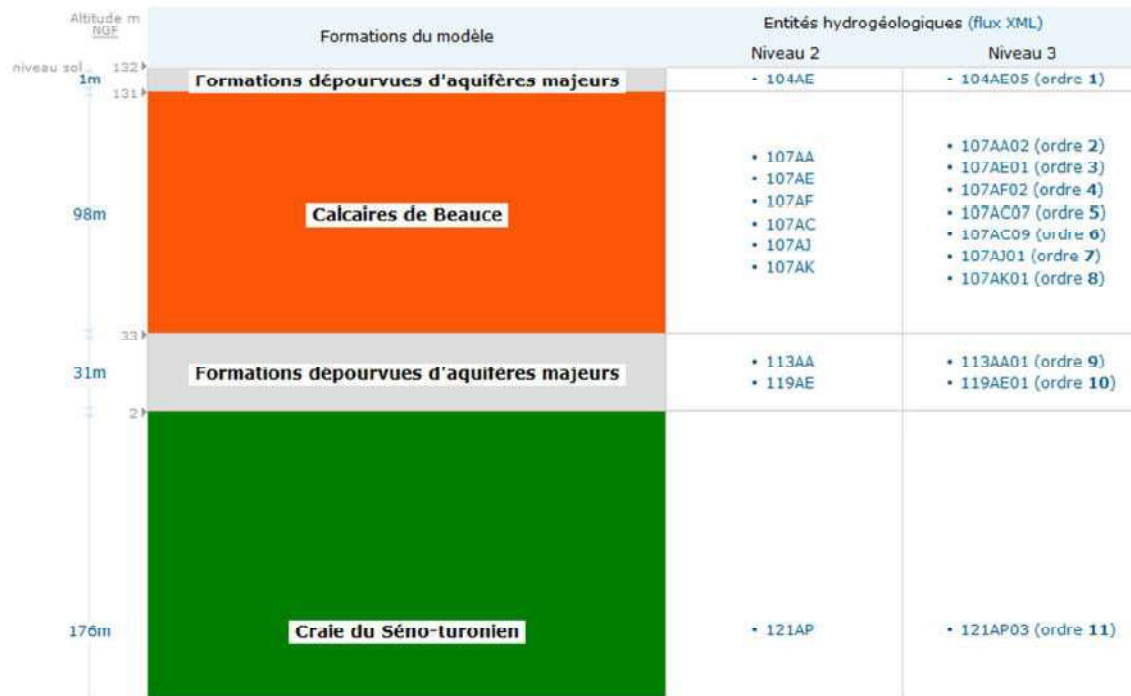
Commune : BAZOCHES-LES-GALLERANDES

Le Log présenté ici correspond à une vision simplifiée de l'hydrogéologie issue d'un travail de modélisation. Des explications sont apportées dans l'article en lien ci-après. [Accéder à l'article.](#)

⚠ Avertissement : certains aquifères n'ont pas pu être modélisés et sont inclus dans la zone "dépourvue d'aquifère majeur", tels que les alluvions, les calcaires éocènes tertiaires et la base du Trias (épaisseur du Trias limitée par défaut à 10 m).



[Agrandir le log](#)



Au droit de la zone concernée, le principal aquifère est contenu dans la nappe de Beauce (masse d'eau FRGG092 : Multicouches craie du Séno-turonien et calcaires de Beauce libres).

Le calcaire de Pithiviers ainsi que les calcaires de l'Orléanais constituent la partie supérieure du système aquifère de la nappe de Beauce. Cette formation carbonatée intensément fissurée et karstifiée a permis la mise en place d'une nappe d'eau souterraine continue comprise dans la « nappe de Beauce ».

La nappe contenue dans le calcaire de Pithiviers étant sub-affleurante, elle est assez sensible vis-à-vis des pollutions diffuses provenant du lessivage des sols. Sa puissance est de l'ordre du 25 à 30 m et elle est observée soit à l'affleurement (souvent sous couverture des Limons de Plateaux peu épais) mais aussi sous recouvrement des Marnes de Blamont d'une épaisseur maximale de 5 m.



La productivité de l'aquifère est bonne, de l'ordre de 100 m³/h/m et est donc principalement utilisée pour l'irrigation. Autrefois utilisée pour l'alimentation en eau potable, la sensibilité aux pollutions diffuses a causé un progressif abandon de cette ressource.

La recharge de l'aquifère se fait au travers de la pluie efficace tombant sur le plateau en automne et en hiver. Suivant les conditions climatiques, cette nappe peut se retrouver dénoyée.

La masse d'eau concernée par le projet est Calcaires tertiaires libres et Craie sénonienne de Beauce (FRGG092). Les objectifs fixés dans le SDAGE Seine-Normandie 2022-2027 sont listés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Objectifs du SDAGE Seine-Normandie 2022-2027

Code européen de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Objectifs chimique			Objectif quantitatif		
		Etat objectif	Echéance d'atteinte de l'objectif	Motifs de recours aux dérogations	Etat objectif	Echéance d'atteinte de l'objectif	Motifs de recours aux dérogations
FRGG092	Multicouches craie du Séno-Turonien et calcaires de Beauce libres	Objectif moins strict	2027	Faisabilité technique, coûts disproportionnés, conditions naturelles	Bon état	2021	Faisabilité technique, coûts disproportionnés

3.2.2. Piézométrie

A titre général, la nappe de la Beauce s'écoule vers le bassin de la Seine ou vers celui de la Loire. La crête piézométrique se situe sensiblement sous la bordure Nord de la forêt d'Orléans et remonte très au Nord, au Sud de Rambouillet.

Les cartes piézométriques réalisées en périodes de Basses Eaux en 1994 et en hautes eaux en 2002 sont similaires, elles présentent un sens d'écoulement Nord-ouest – Est (figures 5 et 6). Elle est drainée par les affluents de la Seine (La Juine et l'Essonne).

La carte piézométrique établie en BE 1994 (figure 5) indique que la nappe des calcaires de Beauce s'établit vers 106 mNGF, soit vers 24 m de profondeur. Elle présente un gradient hydraulique de 0,014 % (de l'isopièze 105 à 107 de part et d'autre des parcelles engagées).

La carte piézométrique hautes eaux établie en 2002 (figure 6) indique que la nappe des calcaires de Beauce s'établit vers 112 mNGF, soit vers 18 m de profondeur. Elle présente un gradient hydraulique de 0,025 % (de l'isopièze 110 à 115 de part et d'autre des parcelles engagées).



Figure 5 : Carte piézométrique des calcaires de Beauce - Basses eaux 1994 (BRGM)

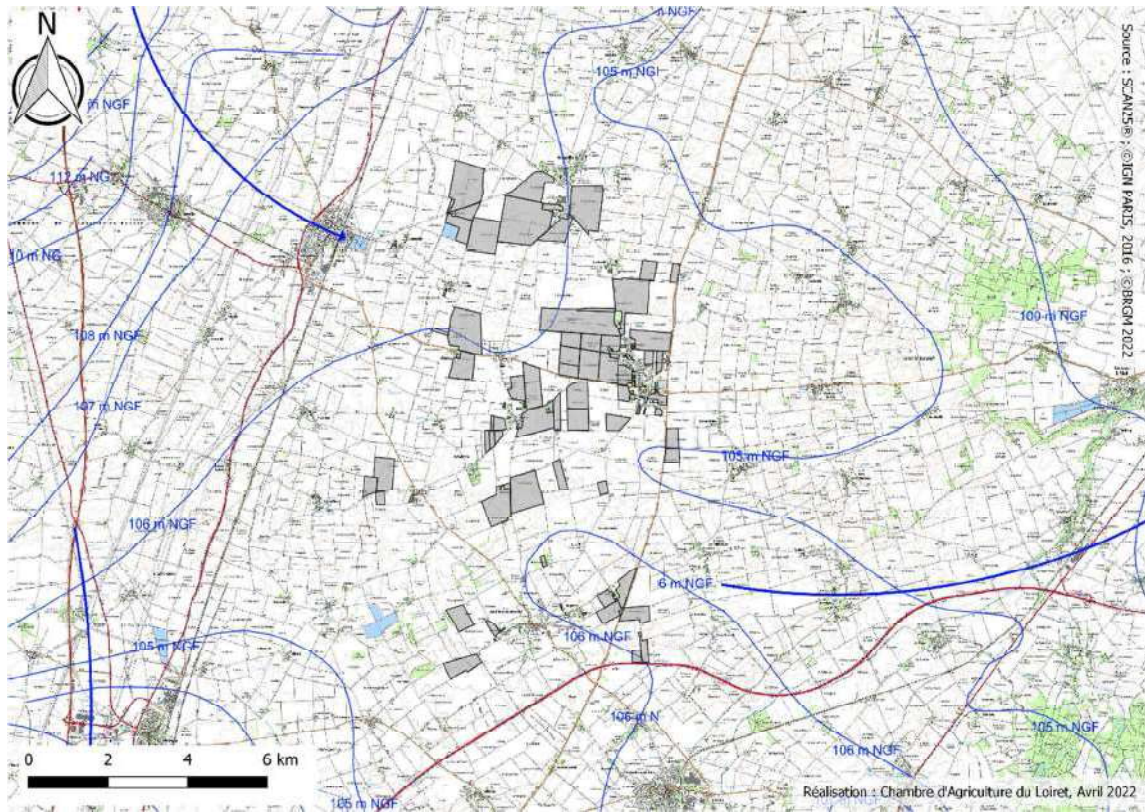
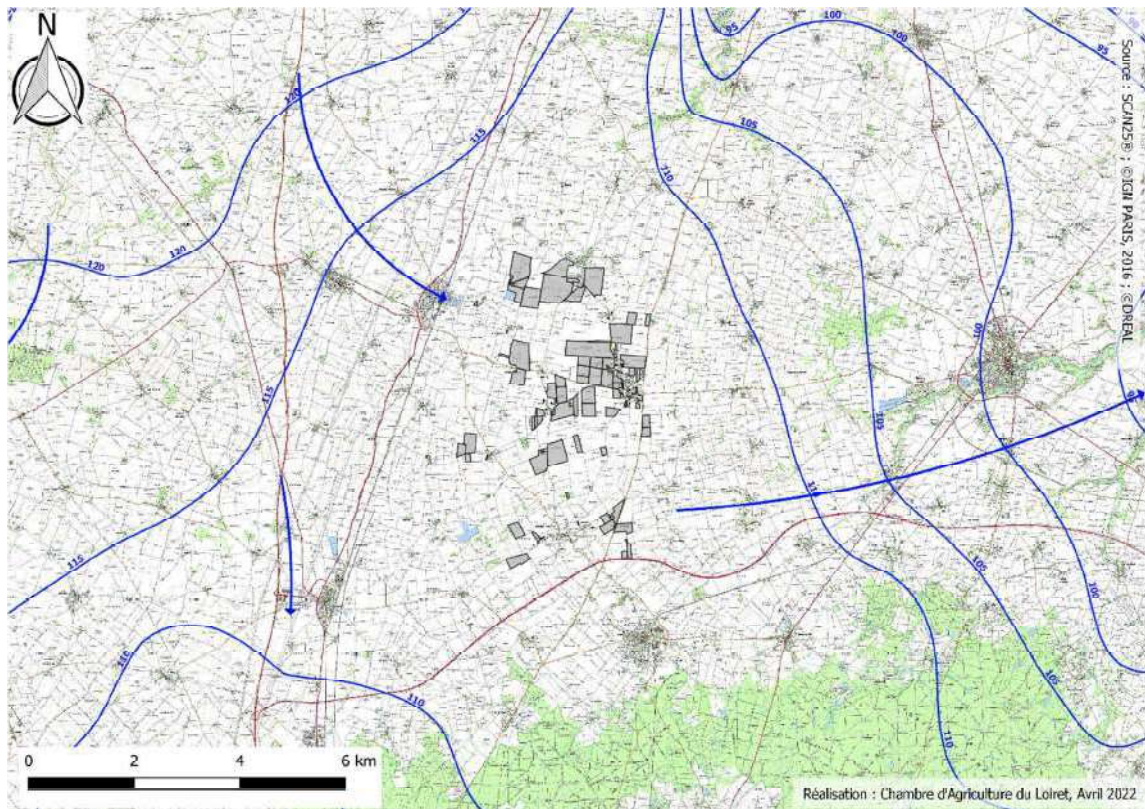


Figure 6 : Carte piézométrique des calcaires de Pithiviers – Hautes Eaux 2002 (DREAL Centre Val de Loire)



La piézométrie des différentes nappes du secteur est observée au moyen d'enregistreurs automatiques. La chronique du niveau de la nappe, a été recueillie auprès du portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES) au droit du piézomètre BSS 000 WBFZ, situé à Andonville, à 7 km au Nord des parcelles engagées, les valeurs sont présentées sur la figure qui suit.

Figure 7 : Chronique piézométrique de la nappe des calcaires de Pithiviers (n° BSS : BSS 000 WBFZ)



D'après cette chronique :

- La nappe des calcaires de Beauce présente une baisse du niveau de la nappe entre 1972 et 1978, une hausse entre 1978 et 1984, une baisse entre 1984 et 1994, une hausse entre 1994 et 2003, une baisse entre 2003 et 2012, une hausse entre 2012 et 2017, et une tendance à la stabilisation depuis 2017.
- Sur la période 1972-2022, les variations interannuelles sont de l'ordre de 7 m (entre la période de plus Hautes Eaux (novembre 1983) et de plus Basses Eaux (août 1994))
- Les fluctuations saisonnières permettent de distinguer une période de hautes eaux (janvier à mai) et une période d'étiage (octobre à décembre), cycle similaire au cycle hydroclimatique, sur la période 1972-2022, les variations intersaisons sont comprises entre 0,2 m (1977) et 2,07 m (2001).

Ces faibles variations interannuelles représentent la dynamique des aquifères libres, à savoir une vidange en été et une recharge en hiver avec une remontée assez nette lors des épisodes pluvieux importants.

3.2.3. Eau potable

Des périmètres de protection de captage sont établis autour des sites de captages d'eau destinée à la consommation humaine, en vue d'assurer la préservation de la ressource. L'objectif est ici de réduire les risques de pollutions ponctuelles et accidentelles de la ressource sur ces points précis.

Ces périmètres de protection de captage sont définis dans le code de la santé publique (*article L-1321-2*). Ils ont été rendus obligatoires pour tous les ouvrages de prélèvement d'eau d'alimentation depuis la loi sur l'eau du 03 janvier 1992. Ce type de procédure comporte trois niveaux avec des degrés de



protection différents établis à partir d'études hydrogéologiques et définis par des hydrogéologues agréés en matière d'hygiène publique :

- **Le Périmètre de Protection Immédiate PPI,**
- **Le Périmètre de Protection Rapprochée PPR,**
- **Le Périmètre de Protection Eloignée PPE.**

Cette protection est donc une obligation réglementaire et est applicable à toutes les eaux destinées à l'alimentation humaine. Ainsi, les captages AEP de la zone d'étude et de ses alentours sont dotés de périmètres de protection.

Sur les 11 communes concernées par l'implantation du projet et les parcelles d'épandage, 7 possèdent un captage ou des périmètres de protection de la ressource en eau. Ils sont répertoriés dans le tableau et la cartographie qui suivent.

Tableau 4 : Caractéristiques des captages AEP et de leurs périmètres de protection respectifs

Commune	Nom	Code SISE	Code BSS	Ilots concernés
Aschères la Marché	Le Champonceau	045000009	0327 7X 0001	<u>PPR</u> : îlot 7 de l'EARL de Bel Air <u>PPE</u> : Ilots 3 (en partie) et 30 de Vannier Vincent
Bazoches les Gallerandes	Izy	045000022	0327 8X 0002	Aucun
Chaussy	Atraps	045001267	0327 2X 0100	Aucun
Crottes en Pithiverais	Sevinerie	045001520	0327 7X 0188	Aucun
Neuville aux Bois	Neuville la Motte	045000205	0327 7X 0008	Aucun
Outarville	Outarville	045000231	0327 3X 0069	Aucun

Les exploitations concernées par les périmètres de protection du captage d'Aschères le Marché sont les suivantes :

- Périmètre de Protection Rapprochée (PPR) : l'îlot n° 7 de l'EARL de Bel Air
- Périmètre de Protection éloigné (PPE) : Ilots 3 (en partie) et 30 de Vannier Vincent

L'arrêté de Déclaration d'Utilité Publique du 01 septembre 1992 portant autorisation pour l'exploitation du captage d'Aschères le Marché interdit dans le PPR l'épandage de lisiers, de boues de station d'épuration et de toute matière fermentescible.

L'îlot 7 de l'EARL de Bel Air est en jachère, il n'y aura pas d'épandage.

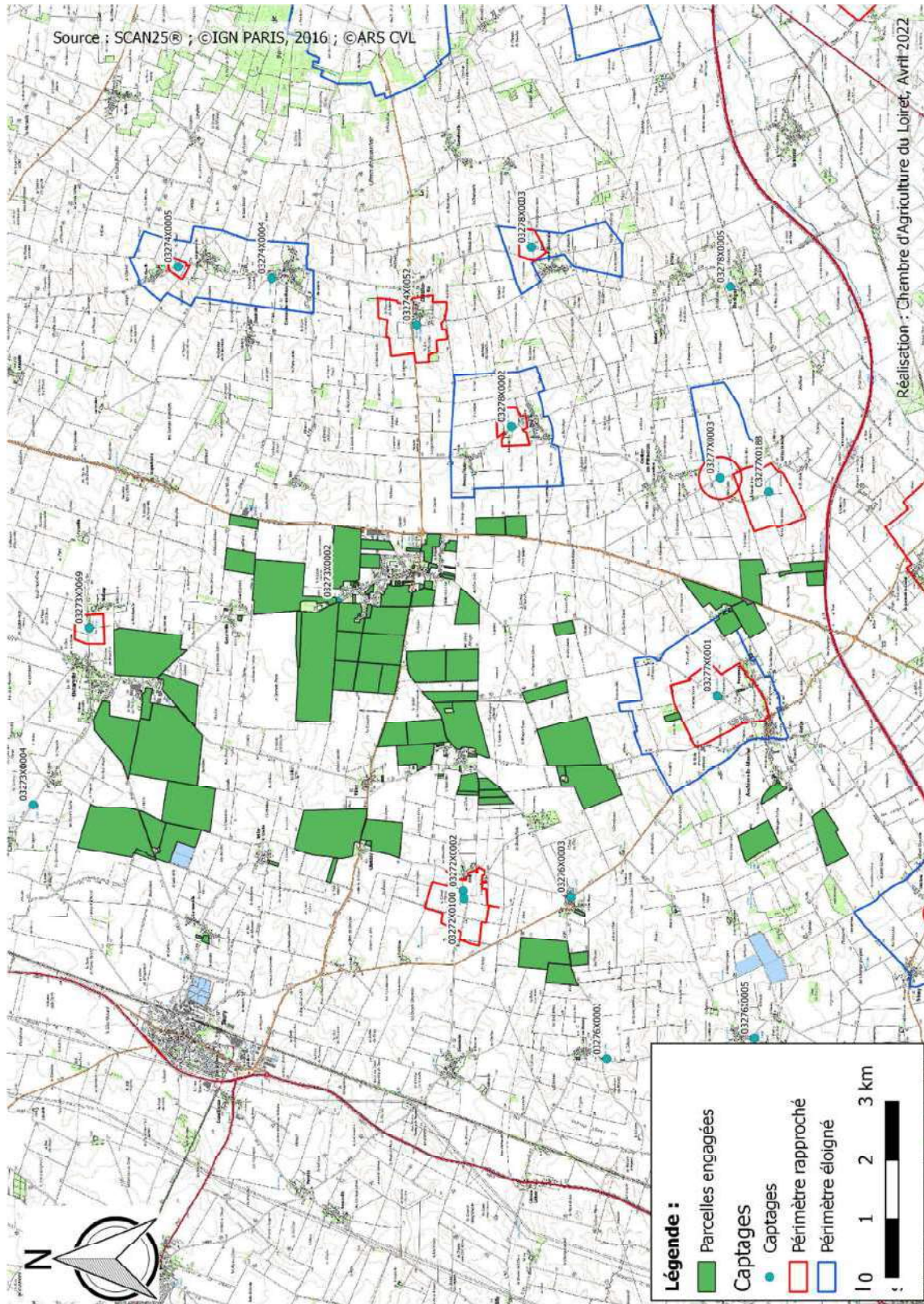
Il n'y a pas de prescription concernant l'épandage dans le Périmètre de Protection Eloignée.

La commune de Trinay est située en ZAR (Zone d'Action Renforcée). Au sein de cette zone, un reliquat d'azote doit être réalisé tous les 25 ha. Ici, environ 20 ha sont concernés. Un reliquat d'azote sera réalisé annuellement sur cette parcelle pour piloter au mieux les apports d'azote qu'ils soient organiques ou chimiques.

Aucun Bassin d'Alimentation de Captage (BAC) n'est présent au sein du secteur concerné par l'épandage. Les épandages respecteront le 6^{ème} programme d'action de la directive nitrate. Les dates et doses d'apport se rapprocheront au mieux des besoins agronomiques des cultures en place.



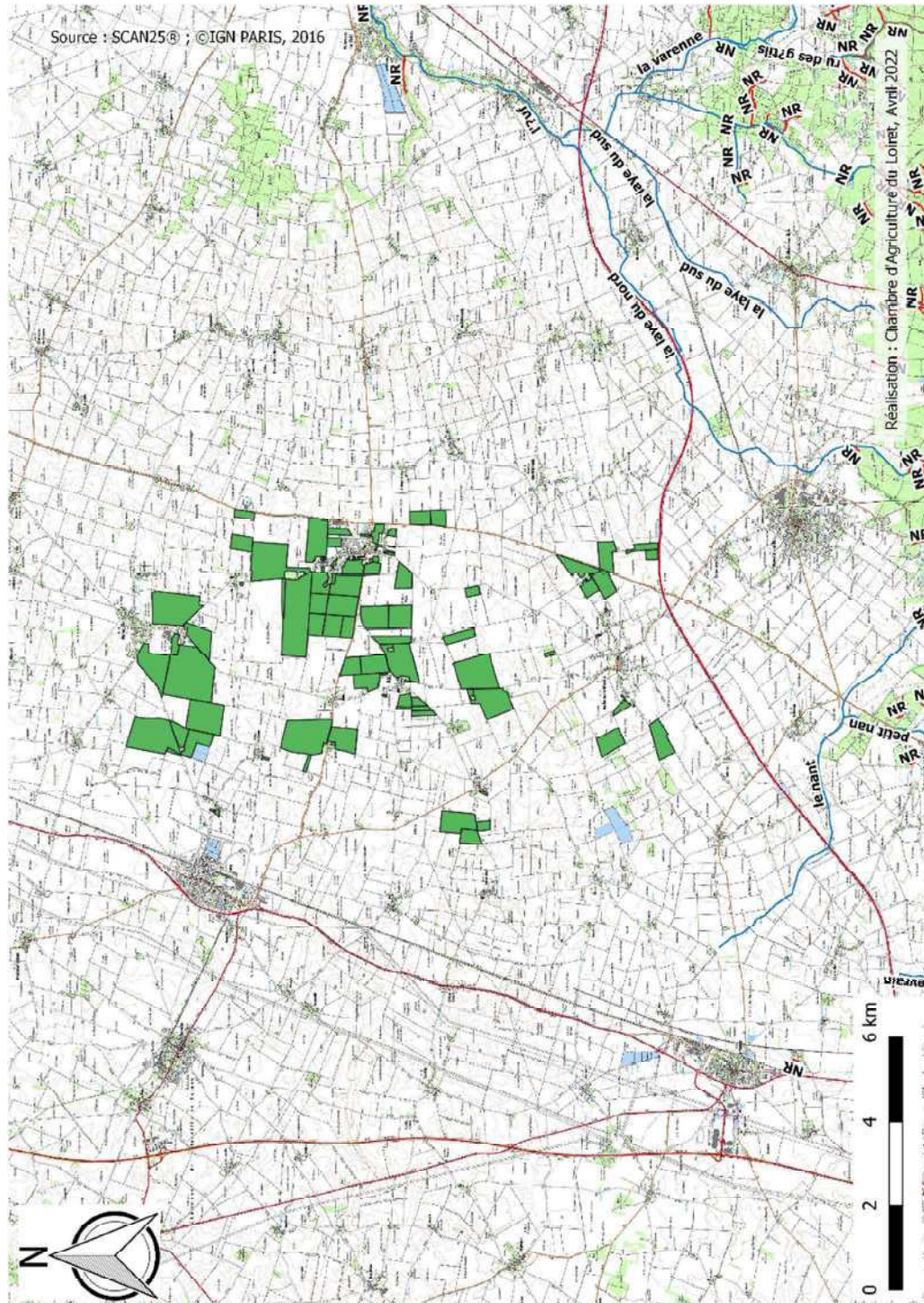
Figure 8: Plan de situation des parcelles et des périmètres de protection (ARS 45)



3.3. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

Aucun cours d'eau n'a été identifié sur les communes du plan d'épandage. Les cours d'eau les plus proches sont la Laye du Nord à 2,8 km au Sud-est des parcelles de Neuville aux Bois et le Nant à 3,4 km au Sud des parcelles de Trinay.

Figure 9 : Carte des cours d'eau



3.4. ZONES HUMIDES

Le site concerné par la mise en place de l'unité de méthanisation est localisé sur la carte des sols 1/50000^{ème} de Neuville-aux-Bois et Sud-Est Méréville (Soucémariadin.L et Nédélec.H, CA45, 2011).

Notre expertise et connaissance pédologique du département et de la Beauce Loirétaine confirmer que les sols, définis dans le chapitre 4.2, n'entrent pas dans les critères de sols de Zones Humides tel que défini dans l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.

En effet, les sols B2 et B3 peuvent présenter localement des traces d'hydromorphie mais uniquement à partir de 40 à 50 centimètres de profondeur. Ils sont donc classés IIIb ou IVc des Classes d'hydromorphie GEPPA dudit arrêté (cf Figure ci-dessous).

Les sols B5 (argilo-calcaires typiques de Beauce) sont sains c'est-à-dire qu'aucune trace d'hydromorphie n'est présente.

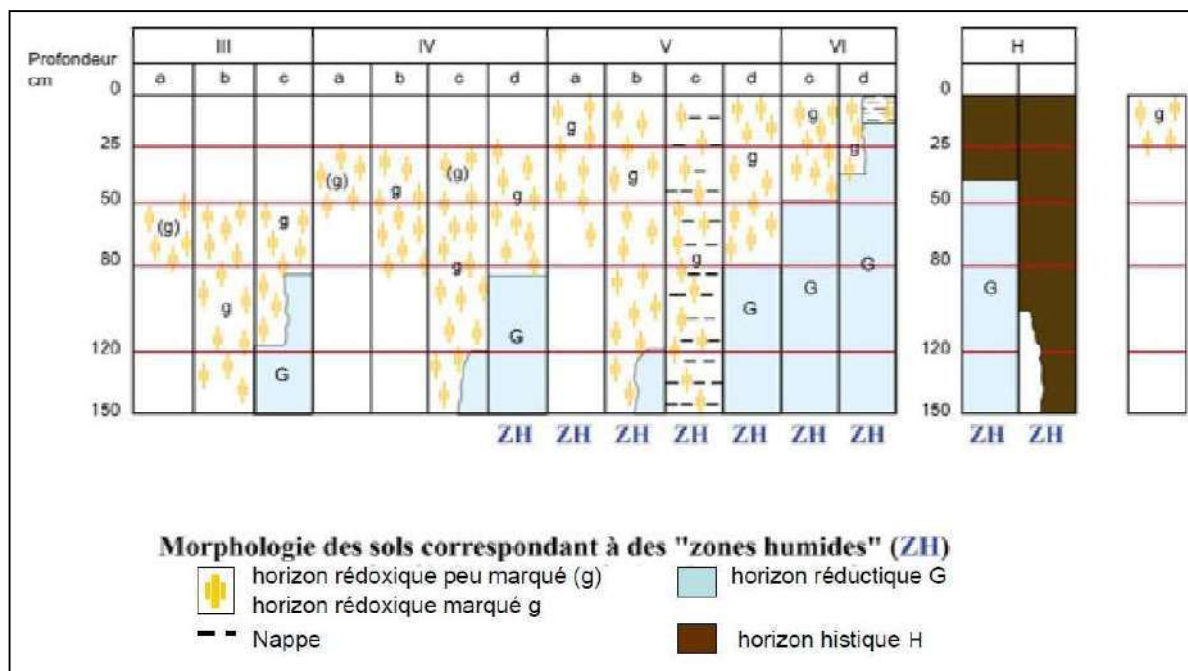
B2 Limons peu argileux (18-22 % d'argile), battants, profonds sur calcaire à plus d'un mètre.

B3 Limons argileux sains (23 à 30 % d'argile), profonds, sur calcaire à plus d'un mètre.

B5 Sols bruns calcaires (argilo-calcaires).

En conséquence le site projeté pour la mise en place de l'unité de méthanisation n'est pas présent sur une zone humide.

Figure 10 : Classes d'hydromorphie (GEPPA 1981 modifié ; MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides, 63 pages)



3.5. ZONES DE PROTECTION ENVIRONNEMENTALES ET D'INVENTAIRES

3.5.1. Natura 2000

L'Union Européenne a adopté deux directives, l'une en 1979, l'autre en 1992 pour donner aux Etats membres un cadre commun d'intervention en faveur de la préservation des milieux naturels.

La directive du 2 avril 1979 dite directive "Oiseaux" prévoit la protection des habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'espèces d'oiseaux considérées comme rares ou menacées à l'échelle de l'Europe.

Dans chaque pays de l'Union européenne seront classés en Zone de Protection Spéciale (ZPS) les sites les plus adaptés à la conservation des habitats de ces espèces en tenant compte de leur nombre et de leur superficie. Pour déterminer ces sites, un inventaire a été réalisé, dénommé ZICO, Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux.

La directive du 21 mai 1992 dite directive "Habitats" promet la conservation des habitats naturels de la faune et de la flore sauvage. Elle prévoit la création d'un réseau écologique européen de Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Parmi les milieux naturels cités par la directive : habitats d'eau douce, landes et fourrés tempérés, maquis, formations herbacées, tourbières, habitats rocheux et grottes, dunes continentales... Actuellement, les sites pressentis ont été transmis à la Commission. Ils sont alors appelés PSIC (Propositions de Sites d'Intérêt Communautaire). Après désignation formelle par la Commission et la France, ils deviendront des ZSC.

Sur la base des observations scientifiques, la directive a permis la création du réseau "Natura 2000". Cette appellation générique regroupe l'ensemble des espaces désignés en application des directives "Oiseaux" et "Habitats". Natura 2000 a pour objectif de maintenir la diversité biologique des milieux en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales qui s'y attachent.

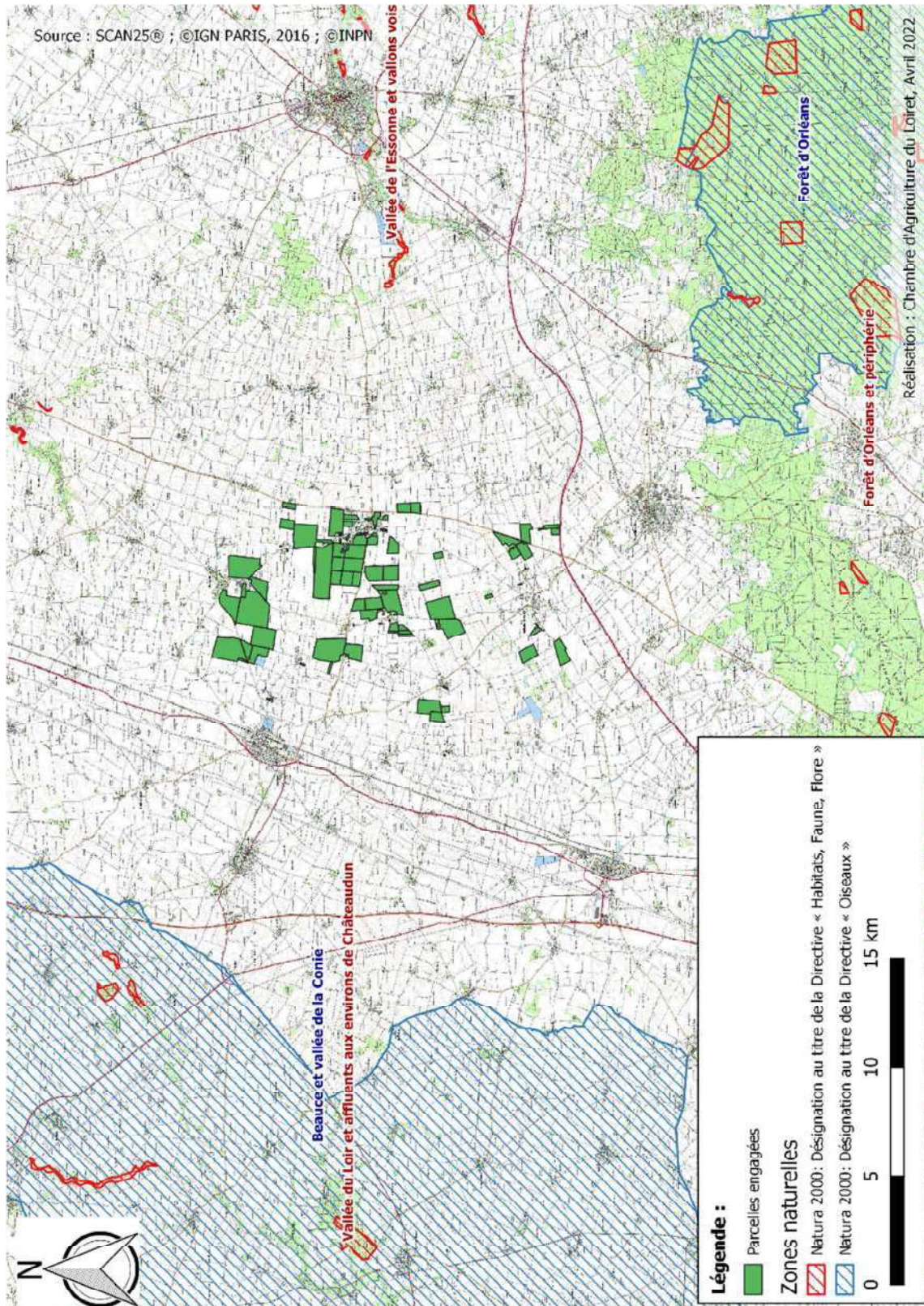
D'après l'Inventaire National du Patrimoine Naturel du Museum d'Histoires Naturelles, les parcelles d'épandage se situent en dehors de toute Natura 2000 (figure 11).

Les Natura 2000 les plus proches sont :

- Natura 2000 – Habitats :
 - Vallée de l'Essonne et vallons voisins (FR2400523) à 8 km à l'Est
 - Forêt d'Orléans et périphérie (FR2400524) à 10,3 km au Sud-est
 - Vallée du Loir et affluents aux environs de Châteaudun (FR2400553) à 18 km à l'Ouest
- Natura 2000 – Oiseaux :
 - Forêt d'Orléans (FR2410018) à 6,5 km au Sud-est
 - Beauce et vallée de la Conie (FR2410002) à 10 km à l'Ouest



Figure 11 : Carte des zones Natura 2000



3.5.2. Les ZNIEFF

Les ZNIEFF sont des zones d'inventaires dans lesquelles existe un patrimoine naturel remarquable. Cependant, ces zones d'inventaires ne constituent pas elles-mêmes des zones de protections, elles ne sont sujettes à aucune réglementation. Il existe deux types de ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) :

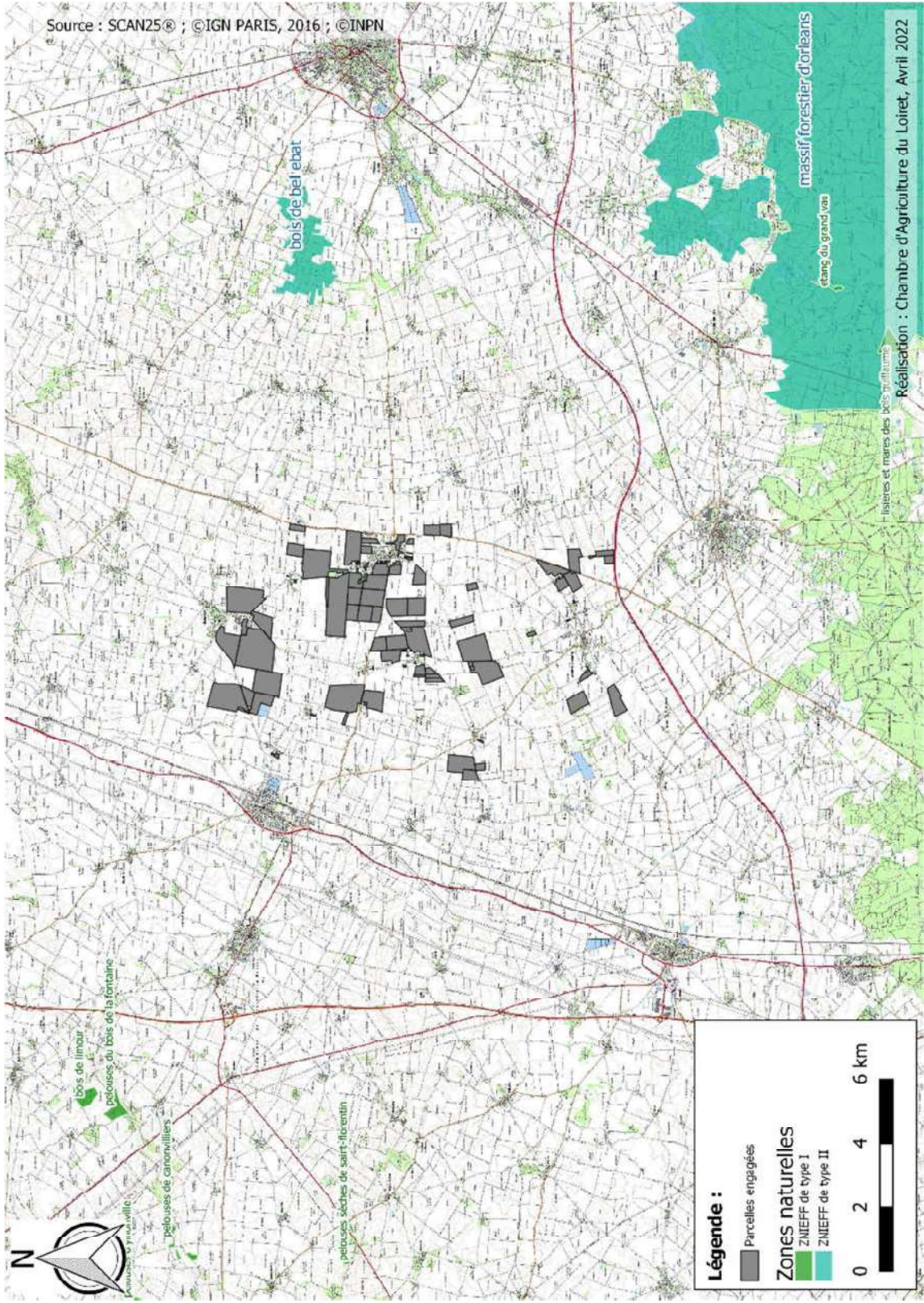
- **ZNIEFF de type I** : secteurs délimités caractérisés par leur intérêt biologique remarquable ;
- **ZNIEFF de type II** : grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Les ZNIEFF les plus proches sont :

- ZNIEFF – Type I :
 - Pelouses du Bois de la Fontaine (240030447) à 12 km à l'Est
- ZNIEFF – Type II :
 - Bois de Bel Ebat (240000547) à 7 km au Sud-est
 - Massif forestier d'Orléans (240003955) à 10 km à l'Ouest



Figure 12 : Carte des zones ZNIEFF



4. LES SOLS

4.1. GENERALITES

L'étude a pour objectif de déterminer l'aptitude des sols à l'épandage et les périodes les plus favorables à cet épandage. Nous nous référons à une typologie simplifiée des sols utilisée lors des campagnes de conseils de fertilisation azotée "Azote Mieux".

Les aptitudes des sols sont déterminées en fonction des critères suivants :

- La texture,
- La profondeur d'apparition de la couche imperméable,
- La nature de la couche imperméable,
- L'hydromorphie.

Nous avons regroupé les sols dans une typologie simplifiée que nous utilisons dans les plans d'épandages. La typologie complète est présente en annexe 1. Cette typologie permet de classer les sols selon leur sensibilité au lessivage comme mentionné dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Echelle d'aptitude à l'épandage

Sensibilité au lessivage	Aptitude à l'épandage
Peu sensible 3	Bonne
Moyennement sensible 2	Moyenne en automne hiver Bonne au printemps
Sensible 1	Faible en automne hiver Bonne au printemps

a : labour d'automne obligatoire - p : labour de printemps possible

4.2. DESCRIPTIONS DES SOLS

Les sols présents au sein du plan d'épandage sont répartis sur la partie Ouest de la Grande Beauce loiretaine. Nous retrouvons la typologie simplifiée ci-dessous. La détermination des types de sols est issue des cartes pédologiques 1/50 000 de Neuville-aux-Bois et Sud-Est Méréville (Soucémariadin.L et Nédélec.H, CA45, 2011).

Beauce

B2 Limons peu argileux (18-22 % d'argile), battants, profonds sur calcaire à plus d'un mètre, parfois légèrement humide.

Peu sensible au lessivage. Leur aptitude à l'épandage est bonne **3a**



B3 Limons argileux sains (23 à 30 % d'argile), profonds, sur calcaire à plus d'un mètre.

Peu sensible au lessivage. Leur aptitude à l'épandage est bonne **3a**

B5 (a,b,c ou d) Sols bruns calcaires (argilo-calcaires).

Sols à texture limono-argileuse ou argilo-limoneuse en surface (plus ou moins caillouteux) reposant sur du calcaire à profondeur variable :

B5a calcaire (ou tuf) à 25 cm

Sensible au lessivage Leur aptitude à l'épandage est faible en automne et Moyenne au printemps **1a**

B5c calcaire (ou tuf) à 60 cm

Moyennement sensible au lessivage Leur aptitude à l'épandage est moyenne en automne et bonne au printemps **2a**

5. APTITUDES A L'ÉPANDAGE

5.1. GENERALITES SUR LE POUVOIR EPURATEUR DES SOLS

Concernant l'aptitude à l'épandage, il est bon de rappeler les principaux phénomènes successifs faisant suite à un épandage en surface du sol :

- Filtration des matières en suspension et rétention en surface,
- Minéralisation progressive de la matière organique en composés carbonés et azotés (ammonium, nitrates) sous l'effet de l'activité microbienne,
- Stockage transitoire des sels minéraux (évolution possible vers l'évaporation, le ruissellement ou le lessivage avec échanges d'ions),
- Précipitation, complexation,
- Assimilation par les plantes.

Les sols les plus appropriés sont ceux qui présentent :

- Une perméabilité moyenne (ni trop forte pour éviter les lessivages rapides, ni trop faible qui limite les possibilités de rentrer dans les champs pour les épandages),
- Une bonne activité microbienne (pour une minéralisation efficace, matière organique active, bonne aération, pH moyen),
- Une forte productivité puisqu'en fin de compte, l'épuration finale est assurée par l'exportation des récoltes.

Un sol sera apte à l'épandage s'il retient les éléments fertilisants et l'eau vectrice du lessivage. C'est à dire qu'il sera d'autant plus apte qu'il sera sain, argileux et profond. A l'inverse, un terrain sableux et caillouteux, hydromorphe (non drainé) ou mince, sera peu apte et les épandages ne devraient se faire qu'en faibles quantités au printemps.



Dans la classification des sols à l'aptitude à l'épandage, nous avons tenu compte de 3 critères fondamentaux :

- La possibilité de retenir les éléments minéraux et l'eau (notion de réserve en eau, de capacité d'échange et de profondeur du sol),
- L'intensité actuelle de l'hydromorphie (sain ou hydromorphe drainé, ou hydromorphe à drainer),
- La possibilité ou non de réaliser des labours de printemps, ce qui permet un épandage juste avant le labour pour les cultures de printemps.

5.2. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES APTITUDES DES SOLS A L'ÉPANDAGE

La typologie des sols et la définition de leur sensibilité au « lessivage » (ou lixiviation) permettent d'identifier les surfaces des parcelles représentées par chacune d'entre elles et de caractériser leur aptitude à l'épandage. Les tableaux 6, 7 et 8 ci-dessous présentent ces résultats :

Tableau 6 : Aptitudes à l'épandage des Unités de sols (1/50000 et 1/100000)

UCS	Aptitude à l'épandage	sur la surface totale	
		(ha)	(%)
16ad	1	18,462	1,07
16ak	1	2,807	0,16
17ad	2	197,54	11,40
19ad	3	237,962	13,73
19ak	3	0,065	0,00
19e	3	10,717	0,62
-20	3	14,763	0,85
20a	3	929,888	53,66
20b	3	59,225	3,42
21a	3	74,906	4,32
21b	3	21,393	1,23
22a	3	15,868	0,92
22b	3	18,389	1,06
22c	3	9,693	0,56
23b	3	37,777	2,18
23be	3	72,844	4,20
23c	3	10,49	0,61

Tableau 7 : Aptitudes des sols à l'épandage

Sols	Aptitude à l'épandage	sur la surface totale	
		(ha)	(%)
B5a	1	21,27	1,23
B5c	2	197,54	11,40
B2, B3	3	1513,98	87,37



Tableau 8: Echelle d'aptitude à l'épandage

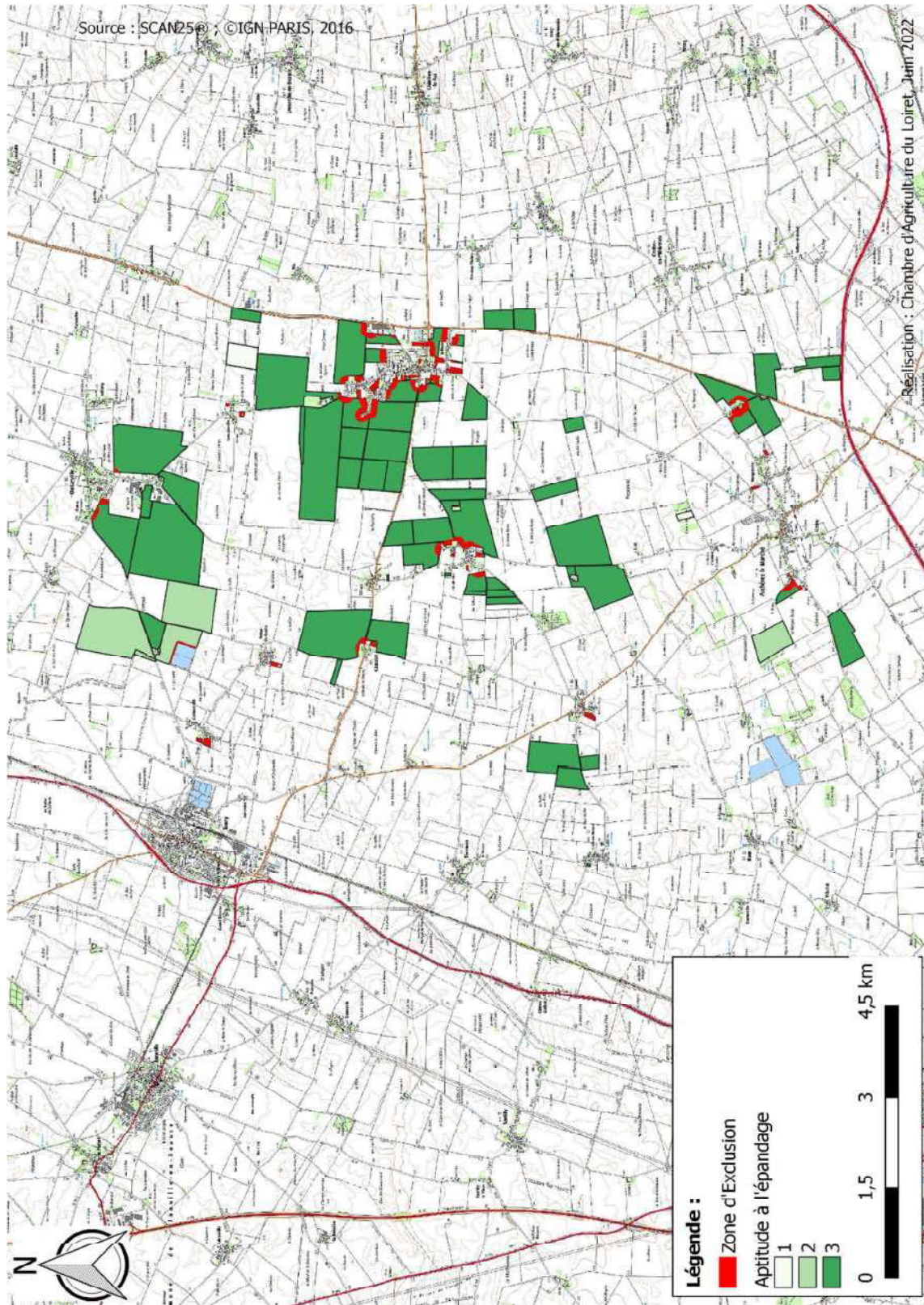
Sensibilité au lessivage	Aptitude à l'épandage	Part sur la surface totale
Peu sensible 3	Bonne	87,4 %
Moyennement sensible 2	Moyenne en automne hiver	11,4 %
	Bonne au printemps	
Sensible 1	Faible en automne hiver	1,2 %
	Bonne au printemps	

Les sols des parcelles engagées dans le projet sont dans l'ensemble (plus de 85% de la surface de la SAU) peu sensibles au lessivage et présentent une bonne aptitude à l'épandage. Seuls 1,2% de la surface, soit environ, 21 ha, sont sensibles au lessivage à l'automne mais leur aptitude à l'épandage est bonne au printemps.

Ces sols (B5a) nécessitent une attention particulière pour limiter le lessivage. Des mesures comme le choix des cultures réceptrices et les périodes d'apport (en visant prioritairement les apports de sortie d'hiver et de printemps ou les apports avant colza) iront dans le sens d'une bonne maîtrise des épandages et limiteront considérablement les risques malgré la présence de sols plus ou moins sensibles.



Figure 13 : carte aptitudes des sols – zone d'exclusion



5.3. ANALYSES DE SOLS

L'arrêté mentionne la réalisation d'analyses de sols (analyse agronomique, granulométrie et métaux lourds).

L'étude agro-pédologique a permis de définir 18 zones homogènes. En moyenne une analyse a été réalisée pour 96 ha épandables. Il a été réalisé 18 analyses sur des parcelles susceptibles de recevoir le digestat. Le pH doit être nécessairement supérieur à 6,0. Elles montrent que les parcelles sont réglementairement aptes à l'épandage avec des pH supérieurs à 6,0 (le résultat complet des analyses figure en annexe2 et est résumé ci-dessous).

Les coordonnées des points de prélèvement sont les suivantes :

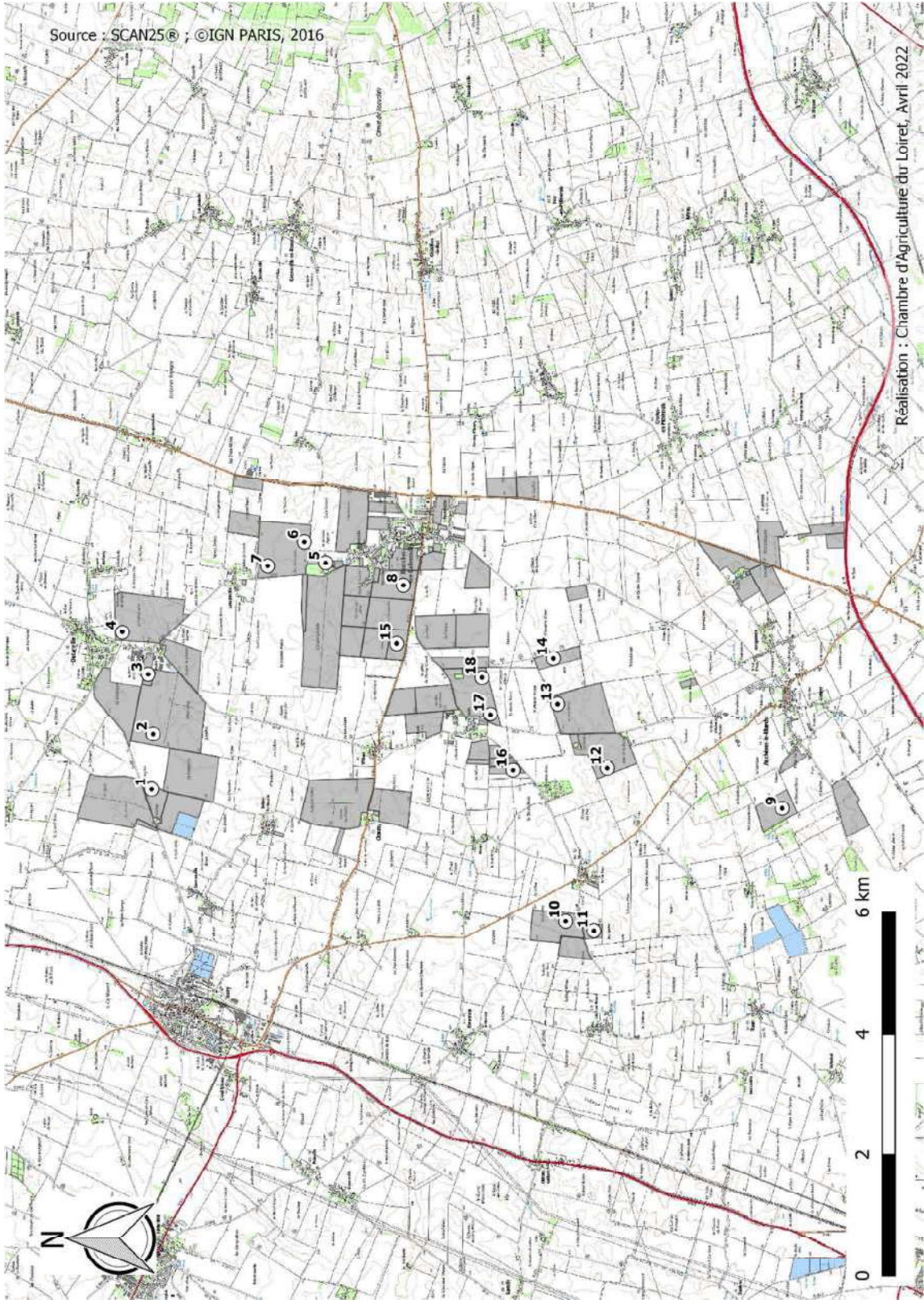
Tableau 9 : Points de prélèvement des analyses de sols

Identifiant de l'analyse	Exploitation	N° îlot
1	EARL Brandelon	5
2	SCEA Coisnon	2
3	SCEA Coisnon	1
4	SCEA Coisnon	4
5	SCEA Coisnon	6
6	SCEA Coisnon	6
7	SCEA Coisnon	6
8	EARL Donville	6
9	Vincent Vannier	2
10	Vincent Vannier	41
11	Vincent Vannier	42
12	SCEA Coisnon	8
13	SCEA Coisnon	8
14	Florent Guilloteau	1
15	Florent Guilloteau	5
16	Florent Guilloteau	3
17	Florent Guilloteau	2
18	Florent Guilloteau	2

Un suivi des analyses sera réalisé tous les 10 ans et à la fin des épandages.



Figure 14 : Carte des points de prélèvements



5.3.1. La granulométrie

La texture générale des sols est synthétisée dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Texture générale des sols des parcelles d'épandage (granulométrie)

	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Mini	21,4	40,9	4,2
Médiane	29,3	61,2	9,8
Maxi	31,9	66,8	30,8

La texture de surface des parcelles est majoritairement limono-argileuse, la médiane étant de 61 % de limons, 29 % d'argiles et 10 % de sables.

On observe également des parcelles dont la texture de surface est un peu plus riche en sables (texture limono-sableuse ; 25 à 30 % de sables)

5.3.2. Le pH

Les valeurs de pH et calcaire total sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : pH général des sols des parcelles d'épandage

	pH (eau)	Calcaire total (g/kg)
Mini	6,8	1,13
Médiane	7,9	8,7
Maxi	8,7	45,5

Sous l'influence des calcaires de Beauce dans lesquels ils se sont développés, la majorité des sols, calcaires ou calciques, sont caractérisés par un pH alcalin (8 analyses dont le pH est compris entre 8,2 et 8,7). Ces sols naturellement riches en calcium ne nécessiteront pas d'être chaulés pour y autoriser le recyclage agricole des digestats.

5.3.3. La Matière Organique

Les valeurs matière organique sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Matière organique dans les sols des parcelles d'épandage

	Azote total (g/kg)	Carbone organique (g/kg)	MO g/kg (N*20)	C/N
Mini	0,12	1,1	2,40	5,12
Médiane	1,2	11,5	24,00	9,63
Maxi	2,1	20,6	42,00	12,19



Les sols limono-sableux sont généralement pauvres en MO. Le plan d'épandage présente ici des teneurs moyennes relativement faibles en MO. Les apports de digestat et notamment le solide seront d'autant plus important sur des sols limoneux pour limiter les risques de battance.

5.3.4. Eléments majeurs

Les valeurs des éléments majeurs sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Eléments majeurs dans les sols des parcelles d'épandage

En mg/kg	Phosphore Olsen	Potassium échangeable	Calcium échangeable	Magnésium échangeable
Mini	27	175	2627	106
Médiane	74,5	309,0	5799,0	171,5
Maxi	99	435	12396	359

Pour le phosphore Olsen dans les sols de ce plan d'épandage :

- Des teneurs inférieures à 60 mg/kg sont considérées comme faibles,
- Des teneurs comprises entre 60 mg/kg et 80 mg/kg sont considérées comme normales,
- Des teneurs supérieures à 80 mg/kg sont considérées comme fortes.

Sur les 18 parcelles analysées, 3 ont des faibles à très faibles teneurs en P₂O₅ pouvant conduire à des carences, 11 ont une teneur moyenne.

Les apports en phosphore des digestats compenseront pour partie les exportations par les cultures sans en apporter plus. Les risques d'enrichissement excessif en phosphore par les épandages de digestats sont donc nuls.

Pour la potasse échangeable, les normes sont beaucoup plus variables car elles dépendent beaucoup du taux d'argile. Pour les sols de ce plan d'épandage, les teneurs recommandées se situent entre 170 et 250 mg/kg. Les parcelles analysées présentent majoritairement des teneurs élevées en potasse.

Les sols de ce plan d'épandage sont également très bien pourvus en magnésie (teneurs recherchées entre 60 et 110 mg/kg pour ces types de sol).



6. MODALITES ET DOSES D'APPORT

Les dates d'épandage et doses d'épandage respecteront les programmes d'action de la zone vulnérable du Loiret que ce soit pour le digestat solide ou le digestat liquide.

Les digestats solides pourraient être considérés comme un fertilisant de type I ($C/N > 8$), cependant la forte proportion d' $N-NH_4$ traduit une importante disponibilité de l'azote en première année. Les digestats solides seront donc considérés comme des fertilisants de type II malgré leur C/N élevé.

En partant du principe que les deux produits (solide et liquide) sont des effluents de type II, ils répondent donc à la même réglementation.

6.1. PERIODE D'EPANDAGE

Pour valoriser au mieux les produits épandus et limiter les risques de lessivage, il a été choisi d'épandre les digestats devant les cultures les plus aptes à capter l'azote, ce qui est conforme au programme d'action de la Directive Nitrates.

Pour des raisons agronomiques et environnementales, il a été choisi d'épandre prioritairement les digestats :

- Au printemps avant l'implantation des cultures de printemps (betterave, maïs, sorgho, tournesol, ...)
- En sortie d'hiver sur les cultures en place de céréales à paille d'hiver et sur les CIVEs sur les sols suffisamment portants, sous réserve que leur ressuyage soit suffisant
- L'été dès la moisson (à partir de mi-juillet) et avant l'implantation de colza d'hiver semé suffisamment tôt

Des épandages pourront également intervenir à doses raisonnables en fin d'été avant l'implantation de CIVE ou CIPAN. Le semis des CIVEs peut intervenir tôt (à partir du mois de septembre) permettant un développement suffisant pour capter l'azote apporté par le digestat.

Les épandages pourront donc débuter dès la moisson (à partir de mi-juillet) et s'étaleront dans la mesure du possible au maximum jusqu'au 15 octobre (hors prairies). Ensuite, ils reprendront en sortie d'hiver sur céréales à paille d'hiver en place et CIVE d'hiver, puis au printemps avant les cultures de printemps. Le calendrier prévisionnel d'épandage est présent en page suivante. Deux périodes d'épandage seront nécessaires dans l'année ; ce qui nécessitera une répartition des épandages au printemps jusqu'à l'automne. Les épandages sur culture en place permettront d'avoir des créneaux d'intervention très importants.



Selon la portance des sols, l'épandage de digestats ne sera pas forcément possible sur les parcelles au printemps (sols avec fortes teneurs d'argile, labours d'automne, matériel lourd pour l'épandage...). Dans le cas de mauvaise portance, des épandages d'automne pourront être réalisés. Il pourra être envisagé des épandages avant l'implantation de CIPAN ou de céréales d'automne en dernier recours (mais à des doses limitées). Les dérobées seront ciblées en priorité car elles seront utilisées pour être intégrées au méthaniseur sous forme de CIVE.

A contrario, certaines parcelles pourront bénéficier de plusieurs apports (en diminuant les doses par hectare) dans le cours d'une même campagne. L'objectif de cette technique est de piloter les apports d'azote au plus près des besoins de la culture. Par exemple pour une CIVE d'hiver, un apport au mois de septembre peut être envisagé avant le semis et ensuite un 2^{ème} apport (février) pour favoriser la pousse au moment du tallage.

Le sixième programme implique la nécessité d'implanter la CIPAN dans les 15 jours suivant l'épandage. Sachant qu'après l'épandage les agriculteurs devront passer un outil pour enfouir le digestat et ainsi limiter les risques de volatilisation de l'azote, ils pourront semer leur CIPAN en même temps. La réglementation permet également un épandage sur CIPAN en place jusqu'à 20 j avant la destruction. La CIPAN devra être implantée durant 2 mois minimum et ne pourra être détruite avant le 1^{er} novembre.



Tableau 14 : calendrier d'épandage

CALENDRIER D'EPANDAGE

Digestat (type II)

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<u>Colza</u>	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Blue	Green	Red	Red	Red
<u>Culture de printemps avec CIPAN</u>	Red	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green
<u>Culture de printemps avec CIVE</u>	Red	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green
<u>Céréales d'hiver</u>	Red	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Blue	Blue	Red	Red	Red

— Période d'épandage à privilégier
- - - Période d'épandage possible

Red Epandage interdit (Directive Nitrates)
Green Epandage autorisé (Directive Nitrates)
Light Green Epandage autorisé sous conditions
de 14 j avant le semis à 21 j avant la destruction de la CIPAN/dérobée pour les cultures de printemps



6.2. DOSES D'APPORTS

➤ Logique mise en œuvre dans les calculs de doses :

La directive Nitrates en Région Centre limite les apports à l'automne à respectivement **50 kg** d'azote efficace par hectare devant ou sur CIPAN et dérobées, **60 kg** devant céréales d'hiver et **70 kg** devant colza et prairies afin de ne pas dépasser la capacité d'absorption des plantes en azote et éviter ainsi le lessivage de celui-ci.

Pour le plan d'épandage, nous nous sommes donc basés sur la disponibilité maximale de l'azote. Dans les deux tableaux ci-dessous, nous présentons les doses maximales qu'il est possible d'épandre au vu de la réglementation en azote (DR) et la dose conseillée (DC). La dose conseillée (non obligatoire) permettra une valorisation optimum de l'effluent épandu au vu des minéraux apportés et des surfaces épandables disponibles.

➤ Doses d'apports à l'automne pour le digestat solide :

Les doses conseillées prennent en compte la dose d'azote que la culture en place est davantage en mesure de capter avant l'hiver (à titre d'exemple un blé au stade 2 talles a capté environ 20 kg d'azote). Ces doses permettront également de limiter les risques de lessivage en prenant en compte notamment pour les cultures en CIPAN/dérobées le degré de réussite de la culture et la mise en place de semis tardifs (qui auront une efficacité moindre que les semis précoces).

Tableau 15 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat solide

Culture	CIPAN/Dérobées		Blé		Colza / Prairie	
	DR	DC	DR	DC	DR	DC
Doses						
Tonnage/ha	17,9	12,0	21,5	10,0	25,1	20,0
N total en kg/ha	167	112	200	93	233	186
N efficace en kg/ha	50	33	60	28	70	56
P₂O₅ total en kg/ha	82	55	99	46	115	92
P₂O₅ disponible en kg/ha	78	52	94	44	110	87
K₂O total en kg/ha	79	53	95	44	110	88

Suite au lancement de l'unité, des analyses devront être effectuées sur les digestats pour s'assurer de ces valeurs et répondre à la réglementation. Ces analyses devront être répétées tous les ans et avant chaque épandage. Elles permettront d'ajuster au mieux la fertilisation.

➤ Doses d'apports à l'automne pour le digestat liquide :

Les épandages de liquide seront majoritaires. Ils seront réalisés à l'aide d'une tonne à lisier équipée de pendillards ou d'une rampe avec pendillards.



Les épandages de liquide avant blé à l'automne seront évités. Ils seront privilégiés avant colza et dérobée qui offrent une capacité d'absorption largement supérieure au blé à cette période.

Tableau 16 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat liquide

Culture	CIPAN/Dérobées		Blé		Colza / Prairie	
	DR	DC	DR	DC	DR	DC
Doses						
Tonnage/ha	13,2	10,0	15,9	8,0	18,5	18,5
N total en kg/ha	71	54	86	43	100	100
N efficace en kg/ha	50	38	60	30	70	70
P₂O₅ total en kg/ha	5	4	6	3	7	7
P₂O₅ disponible en kg/ha	5	4	6	3	7	7
K₂O total en kg/ha	66	50	79	40	93	93

Suite au lancement de l'unité, des analyses devront être effectuées sur les digestats pour s'assurer de ces valeurs et répondre à la réglementation. Ces analyses devront être répétées tous les ans et avant chaque épandage. Elles permettront d'ajuster au mieux la fertilisation.

➤ **Explications sur les calculs des doses d'apports :**

L'arrêté du 26 janvier 2018 établissant le référentiel régional de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la Région Centre-Val de Loire avance un coefficient d'équivalence engrais de 30 % pour le digestat solide et de 70 % pour le digestat liquide (voir annexe 3). Ce coefficient correspond en grande majorité à la part en azote ammoniacal qui est immédiatement disponible pour la plante mais qui va subir une légère volatilisation entre la sortie du digesteur et l'épandage. En contrepartie, une infime part de l'azote organique va compenser cette perte en devenant disponible pour la culture en place ou à venir.

Pour le phosphore efficace, nous avons pris un coefficient forfaitaire de disponibilité immédiate pour le phosphore de 95%.

➤ **Epandages de printemps :**

Dans le cas d'épandage de printemps, les doses d'apports en végétation dans le blé ou juste avant les semis de cultures de printemps permettront une valorisation optimum de l'azote car au plus près des besoins des cultures. Ici, les sols sont en majorité limoneux avec des profondeurs variables. Les épandages seront privilégiés à cette période pour les sols offrant une portance suffisante en sortie d'hiver. Dans ce cas, les tonnages par hectare pourront être revus à la hausse tout en restant en accord avec les besoins de fertilisation.

Contrairement au compost, le digestat présente des teneurs en azote ammoniacal relativement élevées qui justifient de positionner les épandages au plus près des besoins des cultures.



Tableau 17 : Doses conseillées au printemps pour le digestat solide

Culture	Maïs / Betterave / Pomme de terre
Doses	DC
Tonnage/ha	20,0
N total en kg/ha	186
N efficace en kg/ha	56
P₂O₅ total en kg/ha	92
P₂O₅ disponible en kg/ha	87
K₂O total en kg/ha	88

L'azote du digestat liquide est très rapidement valorisable pour les plantes ; ce qui nécessite de le positionner très proche du besoin des plantes. De par sa richesse, l'épandage doit être positionné comme s'il s'agissait d'un apport d'engrais liquide.

Tableau 18 : Doses conseillées au printemps pour le digestat liquide

Culture	Maïs / Betterave / Pomme de terre	Blé	CIVE d'hiver
Doses	DC	DC	DC
Tonnage/ha	18,5	8,0	10,0
N total en kg/ha	100	43	54
N efficace en kg/ha	70	30	38
P₂O₅ total en kg/ha	7	3	4
P₂O₅ disponible en kg/ha	7	3	4
K₂O total en kg/ha	93	40	50

Le plan prévisionnel de fertilisation permettra de garantir de ne pas dépasser les besoins des cultures.

➤ **Conclusions :**

Les apports d'azote liés au digestat viendront se substituer aux apports d'engrais chimique. A titre d'exemple, en se basant pour le digestat liquide sur 70 % de l'azote total produit (74,6 tonnes) en azote efficace à l'année n, on peut considérer une économie de 52 tonnes d'azote chimique pour l'année, soit une équivalence de 156 t d'ammonitrate 33,5. L'azote organique restant se minéralisera les années suivantes et sera pris en compte par l'agriculteur via les reliquats azotés.

Les bilans de fertilisation et les bilans azotés pour chacune des exploitations sont présentés en annexe 4.



Concernant les engrais de fond (P_2O_5 et K_2O), les apports de digestat solide couvriront les besoins de la culture. Les apports de digestat liquide pourront nécessiter un complément d'engrais chimique notamment en P_2O_5 sur des parcelles déficitaires pour satisfaire le besoin de la culture.

Pour l'azote efficace, les apports liés au digestat ne seront jamais supérieurs au besoin de la culture mise en place pour éviter le lessivage. Concernant le phosphore et la potasse, il s'agit d'éléments peu mobiles qui présentent très peu de risques de lessivage. Les apports sur la culture pourront donc être supérieurs aux besoins de la plante (pratique courante en agriculture avec des apports d'engrais de fond pour les deux cultures à venir voire plus). A noter que les apports liés au digestat sur l'ensemble de la surface épandable ne couvriront qu'une part des exportations ; par conséquent il n'y aura aucun risque d'enrichissement des sols (les bilans dans le dossier annexé font état de ce rapport « apport organique par rapport aux exportations des cultures »).

Les apports de matière organique seront bénéfiques pour la structuration des sols.

Au total, sur les 1 672 ha épandables inscrits dans le plan d'épandage, il est prévu d'épandre chaque année le digestat sur 1 300 ha environ. En se basant sur les doses plafonds établies pour le digestat, il serait possible d'épandre sur moins de surfaces mais pour valoriser au mieux l'azote, il est plus judicieux de répartir le produit avec des doses inférieures et en privilégiant les cultures adéquates. Le retour des épandages de digestat sur la même parcelle se fera en moyenne sur l'ensemble des exploitations tous les uns à deux ans.

Les épandages seront réalisés en priorité sur la totalité des surfaces en colza, avant l'implantation des cultures de printemps et sur blé et CIVE au printemps. Le restant des épandages sera réalisé avant CIPAN/dérobées voire en dernier recours avant céréales.

En reprenant les bilans de chacune des exploitations, nous notons que les apports de minéraux liés au digestat seront en moyenne de 70 unités d'azote donc loin de la limite des 170 kg d'azote organique/ha de SAU imposé par la directive Nitrates.

Si l'on rapporte les apports totaux du digestat concerné par le plan d'épandage en éléments minéraux (121 t d'N, 28 t de P_2O_5 et 91 t de K_2O) sur le total des SAU inscrites dans le plan d'épandage (soit 1729 ha), les apports s'élèveront seulement à 74 kg d'N, 17 kg de P_2O_5 et 56 kg de K_2O par hectare de SAU.



7. AUTRES APPORTS ORGANIQUES

Les exploitations engagées dans le plan d'épandage sont des céréaliers sans production de matière organique sur l'exploitation. Les apports actuels prennent la forme de produits normés non soumis à plan d'épandage.

Il n'y aura pas de superposition de plan d'épandage avec d'autres produits organiques et le digestat est amené à remplacer les apports de produits normés. Il n'y a pas d'apports de boues de station d'épuration sur les parcelles du plan d'épandage.

L'EARL de Donville était engagé dans un plan d'épandage de fientes de volailles mais le projet de construction du poulailler n'a pas eu lieu.

8. BILANS GLOBAUX DES APPORTS ORGANIQUES A L'EXPLOITATION

Le plan d'épandage est basé sur le maximum de digestat qu'il sera possible d'épandre.

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des apports azotés, phosphorés et potassiques organiques, et les compare aux exportations. Ces chiffres sont repris dans l'annexe 9 qui elle-même reprend les bilans de chaque exploitation.

Tableau 19 : Apports azotés, phosphorés, potassiques

	Apport Total/ha SPE			Exportations/ha SPE			Rapport apport export			
	Kg de N/ha	Kg de P ₂ O ₅ /ha	Kg de K ₂ O/ha	Kg de N /ha	Kg de P ₂ O ₅ /ha	Kg de K ₂ O/ha	N	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ dispo	K ₂ O
Moyenne	74	17	56	161	59	103	46%	29%	28%	54%

En moyenne les apports organiques équilibreront à hauteur de 46 % les exportations en azote et à 29 % ceux en phosphore. Des apports en éléments minéraux complémentaires seront donc nécessaires pour satisfaire les besoins des cultures de ces éléments majeurs. La part d'azote organique utilisé pour la fertilisation des cultures nécessitera un pilotage optimum afin de ne pas pénaliser le rendement de la culture.



L'apport en phosphore provenant des apports organiques n'enrichira pas les sols. Certaines parcelles présentent des carences et nécessiteraient un redressement sur cet élément pour favoriser la pousse des cultures.

L'apport en potasse provenant des digestats permettra d'améliorer la fertilité des sols des parcelles de ce plan d'épandage qui présentent majoritairement des teneurs satisfaisantes en cet élément majeur, indispensable à la croissance des plantes pour :

- Gérer l'eau de la plante en favorisant son absorption ou son départ par transpiration ; une insuffisance peut diminuer la résistance à la sécheresse,
- Réguler la photosynthèse en ouvrant ou fermant les stomates de la plante,
- Faciliter la migration des glucides en régulant leur métabolisme dans les feuilles puis leur transport ; par exemple celui du sucre vers les racines des betteraves, ou la transformation des glucides en lipides dans les plantes oléagineuses,
- Participer à la synthèse des protéines ainsi que leur migration vers les graines,
- Synthétiser plus de 60 enzymes qui commandent les mécanismes de synthèse, de transformation, de migration et de stockage.

Cet élément d'échange, non lessivable, sera majoritairement adsorbé sur le complexe argilo-humique du sol (99%) puis libéré progressivement dans la solution du sol (1%) pour satisfaire les besoins des cultures. Une partie du potassium apporté par les digestats pourra également être rétrogradée, de manière réversible pour constituer une réserve lentement utilisable, sur les surfaces internes des feuillets d'argile dans les sols secs et/ou à faibles pH.

Sur le plan agronomique, on veillera à éviter la consommation excessive (« de luxe ») du potassium par les plantes qui pourrait avoir pour conséquences d'entraver l'absorption d'autres éléments : le magnésium, le calcium, le sodium et le bore. Même si ces antagonismes sont rarement suffisamment intenses pour créer des carences en magnésium, calcium, et bore, et bien que le sodium ne soit pas, semble-t-il, nécessaire à la plante, une attention particulière sera portée à la surveillance des teneurs en potassium des sols des parcelles de ce plan d'épandage afin d'éviter une augmentation trop importante des teneurs sur certaines parcelles.



9. ANALYSE DE L'INCIDENCE DE L'EPANDAGE ET MESURES PRISES POUR LES LIMITER

9.1. INCIDENCES SUR LA RESSOURCE EN EAU

9.1.1. Eaux souterraines

Les épandages sont ici raisonnés et respectent la réglementation actuelle. Les pressions d'azote et de phosphore seront peu élevées et n'engendreront pas une dégradation de la qualité des eaux. L'épandage respectera une distance minimale d'épandage de 50 mètres envers les sites de captage comme stipulé dans la réglementation en vigueur. Ainsi, les épandages respecteront la réglementation en vigueur ce qui permettra d'éviter tout risque de lessivage vers les eaux des différents captages.

Les périmètres de protection du captage d'Aschères le Marché interceptent des parcelles d'épandage.

- Périmètre de Protection Rapprochée (PPR) : l'îlot n° 7 de l'EARL de Bel Air, la parcelle est en jachère, il n'y aura pas d'épandage.
- Périmètre de Protection éloigné (PPE) : llots 3 (en partie) et 30 de Vannier Vincent, il n'y a pas de prescription concernant l'épandage. Les épandages seront réalisés en conformité avec la réglementation en vigueur.

L'impact des épandages sur les eaux souterraines pourra être considéré comme négligeable.

9.1.2. Eaux superficielles

On ne recense pas de cours d'eau sur les communes du plan d'épandage. Les cours d'eau les plus proches de parcelles d'épandage sont la Laye du Nord à 2,8 km au Sud-est, et le Nant à 3,4 km au Sud de parcelles.

Les épandages se feront dans le respect de la réglementation vis-à-vis des distances d'épandage par rapport aux cours d'eau. Ils se feront aux périodes les plus propices avec des doses par hectare raisonnées limitant les risques de pollution des eaux de surface.

Les épandages ne vont pas engendrer d'eutrophisation des cours d'eau et ne vont pas altérer la qualité piscicole des différentes rivières.

Même si les cours d'eau constituent, en partie, le milieu récepteur des produits de lessivage des parcelles épandables, l'épandage de digestat se faisant dans des quantités raisonnées, il n'y aura pas d'incidences négatives sur la qualité des cours d'eau.



9.2. INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT NATUREL

9.2.1. Natura 2000

Les surfaces potentiellement épandables sont situés en dehors de toute zone Natura 2000. Le site le plus proche « Forêt d'Orléans » (FR2410018) est situé à 6,5 km au Sud-est des parcelles d'épandage.

Compte tenu de la distance, l'épandage de digestats n'aura donc aucune incidence sur la zone Natura 2000 la plus proche.

9.2.2. ZNIEFF

Les surfaces potentiellement épandables de ce plan d'épandage sont situées en dehors de toute ZNIEFF qu'elle soit de type I ou II qui sont situées à plus de 7 km des parcelles. L'épandage des digestats n'aura donc aucune incidence sur les zones naturelles.

9.2.3. Conclusion

Pour conclure, il n'y aura aucun stockage ou épandage de digestat solide et liquide sur les zones de protection de la nature. Les épandages seront réalisés en adéquation avec la réglementation et les besoins des plantes pour ne pas perturber l'environnement proche.

L'apport d'effluent organique interviendra en remplacement partiel de la fertilisation minérale actuellement pratiquée.

L'épandage des digestats n'aura donc aucune incidence sur les zones naturelles et sur les espèces qui ont justifié son classement.

9.3. LES RISQUES LIES AUX APPORTS DE MINÉRAUX

Les épandages de matière organique peuvent être une source de pollution s'il y a un ruissellement vers un cours d'eau ou du lessivage vers les nappes. Ces écoulements peuvent entraîner une eutrophisation des milieux humides ou encore une augmentation des teneurs en nitrates dans les eaux des nappes souterraines.

9.3.1. Les nitrates

Le digestat contient des matières azotées sous forme organique ou minérale. Sous l'action de la digestion anaérobie et de la flore microbienne, l'azote organique se transforme lentement en azote minéral qui évolue de la forme ammoniacale (NH_4^+) vers l'azote nitrique (NO_3^-). Ce dernier est fugace



dans les sols car il est soluble et ne se fixe pas au sol. Ce sont ces nitrates qui, lorsqu'ils sont en excès, ruissellent vers les cours d'eau ou s'infiltrent jusqu'aux nappes.

Les nitrates sont des substances indispensables à la croissance des plantes. C'est pour la majorité des végétaux la forme principale d'absorption d'azote qui est indispensable à la fabrication de protéines. Ces protéines végétales sont la principale ressource en acide aminé indispensable à la fabrication des protéines chez les animaux et l'homme.

Les Nitrates sont donc une des sources de vie.

Mais dans l'eau, les nitrates sont des substances indésirables à forte dose. Dans les étangs et rivières, de faibles doses sont nécessaires à la croissance des algues, une fertilisation raisonnée d'étang piscicole peut être réalisée avec des effluents d'élevage.

Les nitrates sont non toxiques à faible dose mais l'excédent est à proscrire.

Les teneurs en nitrate dans les eaux destinées à l'alimentation ne doivent pas dépasser 50 mg/l, une tolérance existe pour une eau brute comprise entre 50 et 100 mg/l qui peut être traitée. Au-dessus de 100 mg/l il faudra abandonner la ressource.

Sur le plan environnemental les nitrates favorisent l'eutrophisation des cours d'eau et la prolifération d'algues le long des côtes qui peuvent produire des toxines qu'on retrouve dans les coquillages et dans les zones de baignade.

C'est pourquoi le point de la gestion par épandage et valorisation par les cultures du digestat produit sont étudiés de façon précise dans les parties ci-dessus ainsi que la qualité des eaux souterraines, et d'autre part la qualité des eaux superficielles.

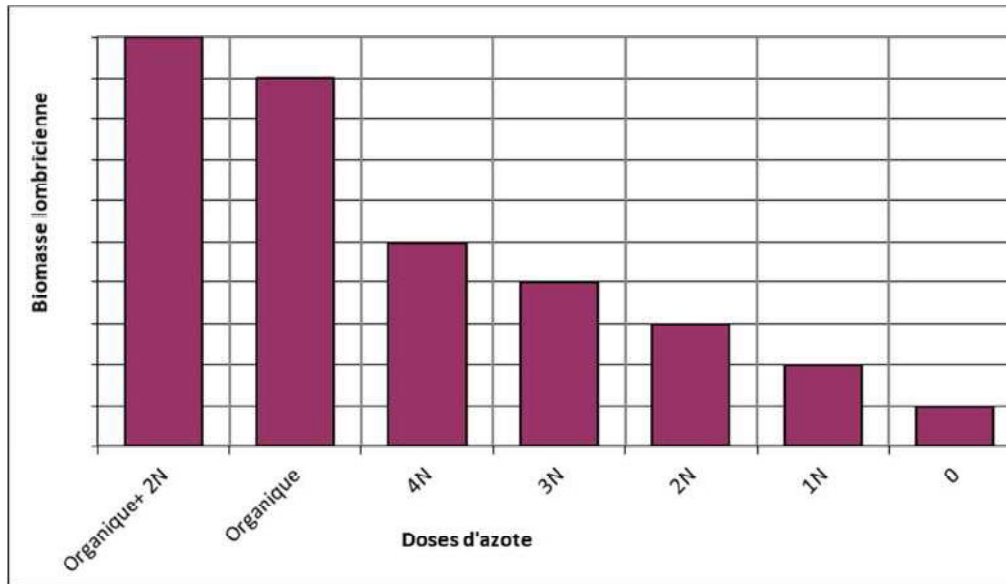
Les sols présents sont en majorité peu sensibles au lessivage.

Comme le montre ce graphique tiré de l'expérimentation de longue durée de Rothamsted en Angleterre, ce sont les parcelles qui ont reçu une fertilisation organique depuis plus de 140 ans qui ont une population lombricienne la plus importante.

De plus, l'épandage a un effet positif sur la microfaune et la microflore des terres agricoles : *"les apports de fumiers et de lisiers entraînent toujours une augmentation des biomasses"*. Parmi cette biomasse, les vers de terre constituent un élément essentiel et « *un peuplement équilibré de lombriciens contribue à multiplier les voies possibles du cycle de l'azote, et en conséquence diminue la vitesse de passage dans la nappe phréatique* » (F Binet et P Tréhen 1990 in GIS environnement).



Figure 15 : Effets de la fertilisation sur le vers de terre



L'apport azoté minéral complémentaire sera adapté en fonction du besoin des plantes et de la quantité de produits apportés.

9.3.2. Le phosphore

➤ Risque de transfert vers les eaux :

Le phosphore peut engendrer des problèmes de pollution de l'eau, il atteint l'eau par deux circuits distincts, soit :

- Directement, comme c'est le cas des eaux usées des stations d'épuration qui, après traitement, sont rejetées dans le cours d'eau,
- Indirectement, après l'épandage des déjections animales, des boues résiduelles des stations d'épuration ou des engrais phosphatés sur les cultures.

En effet, ces amendements, lorsqu'ils sont apportés en excès, entraînent une accumulation de phosphore dans le sol. Le phosphore peut ensuite atteindre le réseau hydrographique par ruissellement, par érosion des sols et marginalement par lessivage.

➤ Effet du sol sur les transferts :

Plus précisément, le sol régule les transferts du phosphore vers le réseau hydrographique grâce à ses particules qui le retiennent. Cette particularité conduit à une accumulation importante de phosphore dans les sols. L'un des facteurs intervenant sur les risques de transfert superficiel du phosphore est la sensibilité du sol au ruissellement et à l'érosion et sa sensibilité à la battance.



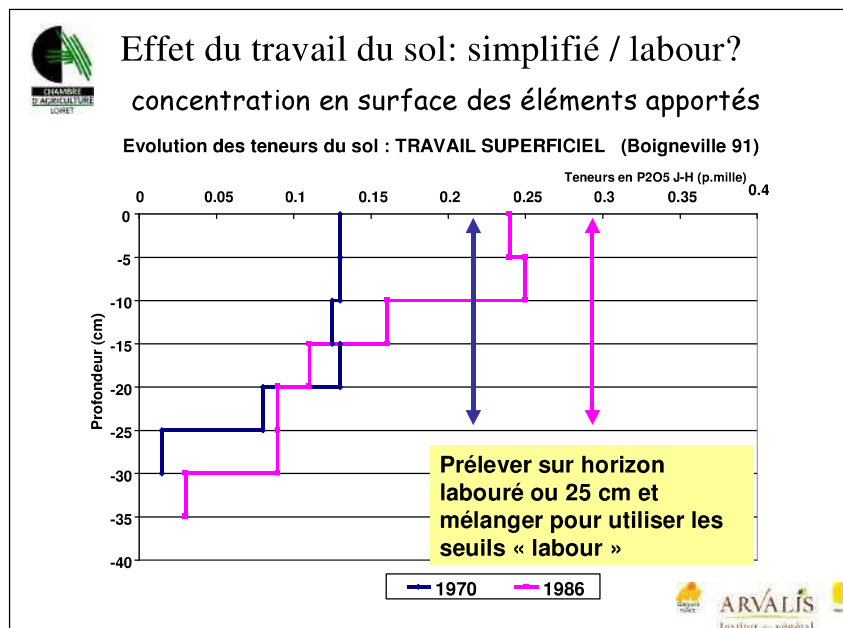
La battance du sol est fonction en première approche du taux de matière organique du sol et de la texture du sol. Ainsi, lorsque le taux de matière organique dans le sol est important et le sol bien aéré, le risque de transfert de phosphore vers les eaux est plus faible.

En effet, l'infiltration de l'eau est meilleure, il y a donc moins de risque de ruissellement. L'érosion lors de fortes pluies (augmentée par la présence de sols nus en hiver, par la diminution des surfaces de prairies et de bocage) et les stocks importants de phosphore dans les sols, augmentent les transferts rapides vers les cours d'eau.

Dans les cours d'eau, la concentration en phosphore est due à l'accumulation de plusieurs types d'apport et aux sédiments qui stockent le phosphore. Les sédiments des cours d'eau, des retenues et des estuaires jouent un rôle de stockage (puits) et de relargage (source) en fonction du brassage de l'eau, des variations du pH et de la teneur en oxygène des eaux. Le phosphore est donc transféré par « bonds » successifs jusqu'aux estuaires où il s'accumule.

Le phosphore est très peu lixivié en profondeur comme le montre ces deux profils de sol :

Figure 16 : Effet du travail du sol (Source : Arvalis)



A trente centimètres, il n'y a presque plus de phosphore. Une modification du travail du sol concentre rapidement le phosphore en surface.

Pour qu'il y ait entraînement du phosphore présent dans une parcelle vers un milieu aquatique, il faut donc une proximité de ce milieu aquatique, du ruissellement conditionné par une battance des sols et une pente, et de l'érosion qui dépend de la force du ruissellement et de la fragilité des sols.

Le relief des parcelles d'épandages est plat. Les rivières sont protégées par des bois ou des bandes enherbées, il n'y a aucun risque de départ de P₂O₅ vers le milieu naturel.

➤ **Résultats d'expérimentations :**

Les teneurs en phosphore Joret Hebert des sols analysés par le laboratoire de la Chambre d'Agriculture du Loiret varient de quelque ppm (partie par million) à plus de 2300 ppm pour des jardins. Aucune toxicité n'est apparue. Ces teneurs excessivement fortes ont été trouvées dans des jardins sans occasionner de toxicité. Il est évident que ces teneurs ne sont pas à rechercher et sont à proscrire.

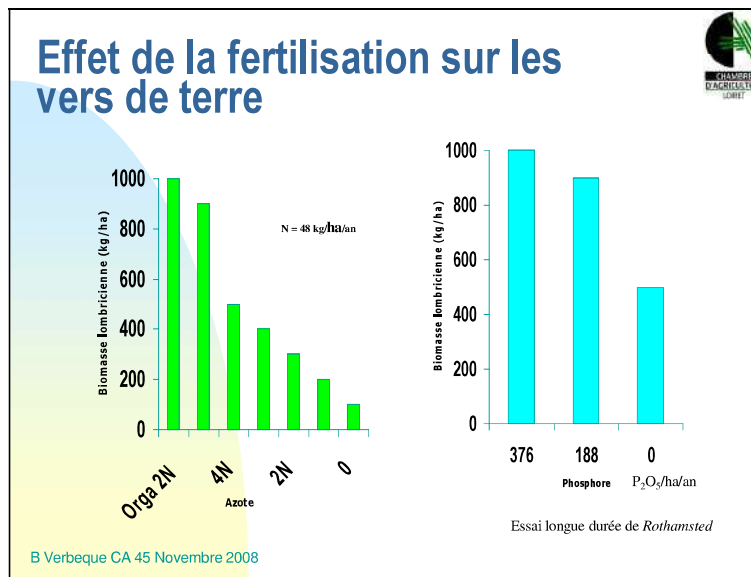
Le phosphore est un des trois éléments minéraux essentiels à la croissance des plantes. Cet élément fait partie du monde du vivant et n'existe que très peu dans les minéraux des roches. Les sols en sont donc naturellement peu pourvus.

L'augmentation des rendements a pu se faire en augmentant les teneurs des sols par apport d'engrais depuis plus d'un siècle provenant soit de phosphate naturel soit de phosphate naturel traité à l'acide afin de rendre ceux-ci plus solubles. L'enrichissement des sols est donc indispensable afin d'obtenir des rendements corrects.

L'enrichissement des sols ne détruit pas les sols comme le montre ces résultats provenant d'essais anglais de Rothamsted. Dans ces parcelles, des apports de phosphore importants ont été épandus pendant plus de 100 ans. La population de lombric croit avec la dose qui est 10 fois plus forte que le projet présenté, qui est en moyenne de 17 kg de phosphore organique par hectare et par an.

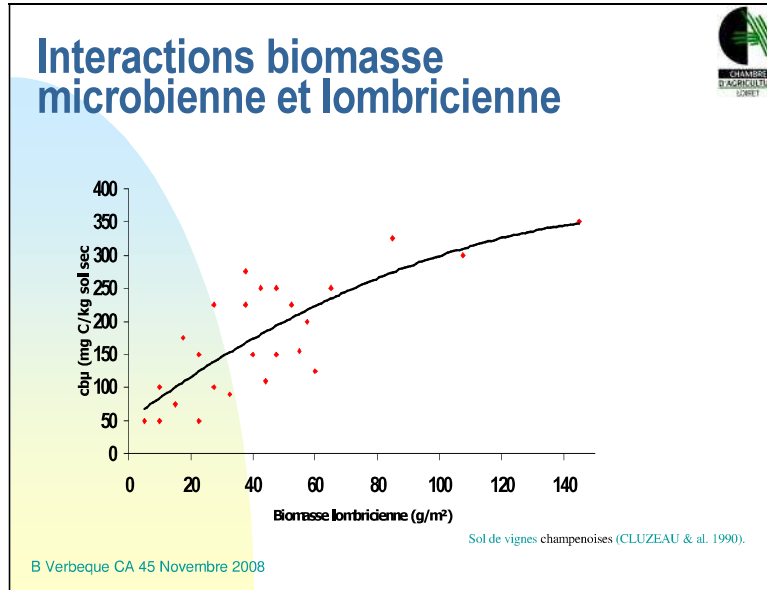
Les apports sous formes de fumiers sont plus efficaces que les apports sous formes minérales.

Figure 17: Effet de la fertilisation sur les vers de terre



Il y a une interaction positive avec la biomasse microbienne.

Figure 18 : Interactions biomasse microbienne et lombricienne



L'apport de phosphore ne détruit donc pas les sols bien au contraire il augmente l'activité biologique globale.

L'enrichissement du sol en phosphore biodisponible, donc la forme la plus "mobile" est lent comme le montre ces résultats d'essais :

➤ **Essai au lycée agricole du Chesnoy**

- Sable argilo calcaire avec 20% de cailloux
- PH 8.7
- Essais de 1967 à 1983

Tableau 20 : Essai au lycée agricole du Chesnoy

	Dose annuelle	Apport total sur 19 ans	Export moyen annuel	Export sur 19 ans	Rapport apport export	Teneur 1967 P ₂ O ₅ JH ppm	Teneur 1983 P ₂ O ₅ JH ppm	Evolution stock biodisponible Kg /ha de P ₂ O ₅
P1	60 kg/ha	1140 kg	52 kg / ha / an	986	115%	210	194	-43 kg par hectare
P2	120 kg/ha	2280 kg	52 kg / ha / an	994	229%	210	264	+146 kg /ha

Dans cet essai un apport de 115% par rapport aux exportations fait diminuer le stock de phosphore biodisponible. Un apport de 120 kg, correspondant à 229% des exportations, n'enrichi le sol que de 146 kg/ha, soit 54 ppm ou de 2.8 ppm par an de phosphore biodisponible.



Cet essai confirme qu'un équilibre strict entraîne un appauvrissement en phosphore biodisponible et qu'un apport de 229% n'entraîne pas un enrichissement rapide et excessif du sol. Si l'on compare les doses à épandre et les bilans à cet essai on ne doit plus observer d'enrichissement en phosphore pour ces sols. Nous démontrons donc qu'il n'y aura pas d'enrichissement en phosphore. Pour atteindre une dose de 60 kg/ha qui conduit à une diminution du stock biodisponible, il faudrait l'équivalent de 14 t de digestat solide tous les ans (ou 24 m³/an de digestat liquide), ce qui est loin d'être le cas sur ce plan d'épandage avec les apports organiques.

10. COMPATIBILITE REGLEMENTAIRE

10.1. COMPATIBILITE AVEC LES SDAGE

10.1.1. Généralités

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est un document de planification dans le domaine de l'eau. Il définit, pour une période de six ans, les grandes orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des eaux à atteindre. Il est établi en application des articles L.212-1 et suivants du code de l'environnement.

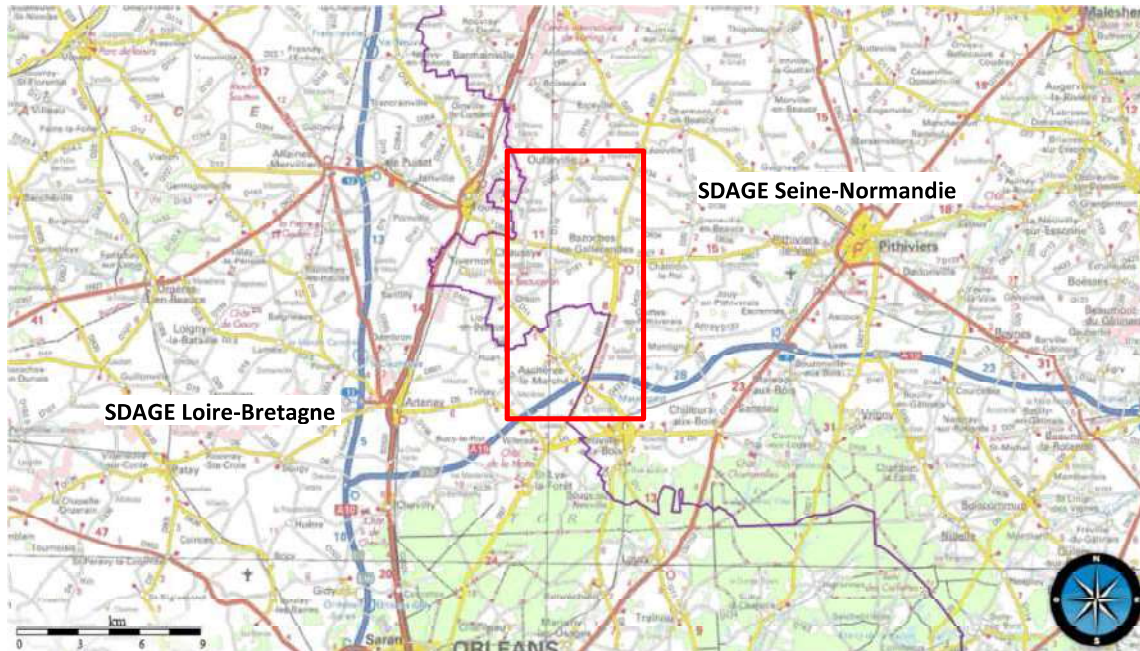
L'objectif est d'atteindre, de façon pragmatique sur l'ensemble du bassin, un bon état, voire un très bon état des eaux, qu'elles soient douces, saumâtres ou salées, superficielles ou souterraines, de transition ou côtières.

Pour une meilleure organisation et lisibilité du SDAGE, les enjeux de la gestion équilibrée de la ressource en eau sont traduits sous forme de défis et d'orientations. Ces derniers constituent les dispositions fondamentales du SDAGE pour une gestion équilibrée de la ressource en eau et permettant d'atteindre les objectifs environnementaux.

Les parcelles d'épandage sont situées sur le territoire des SDAGE Loire Bretagne et Seine-Normandie :



Figure 19 : Localisation du plan d'épandage par rapport aux SDAGE



10.1.2. **Compatibilité au SDAGE SEINE NOMRANDIE 2022-2027**

Le chapitre correspondant aux épandages d'effluents agricoles dans le cadre du SDAGE Seine Normandie est le suivant :

Orientation 2.3 : Adopter une politique ambitieuse de réduction des pollutions diffuses sur l'ensemble du territoire du bassin

Disposition 2.3.1. Réduire la pression de fertilisation dans les zones vulnérables pour contribuer à atteindre les objectifs du SDAGE

- Le respect des préconisations du 6^{ème} programme d'action de la Directive Nitrates (dose hectare, CIPAN et reliquat d'azote) répond à cette orientation. Des analyses de l'effluent ainsi que des reliquats d'azote permettront de piloter de façon optimale la fertilisation.
La Région Centre est également classée en zone sensible à l'eutrophisation. Les flux de phosphore et nitrate vers les eaux doivent donc être maîtrisés au mieux, ce qui rejoint les objectifs du SDAGE et de la Directive Nitrates.
- L'épandage est interdit en bordure de rivière, si une bande enherbée de 10 m est installée cette distance pourra être réduite à 10 m. Les distances réglementaires pour l'épandage seront respectées.

10.1.3. **Compatibilité au SDAGE LOIRE BRETAGNE 2022-2027**

Les chapitres correspondant aux épandages d'effluents agricoles dans le cadre du SDAGE Loire-Bretagne sont les suivants :

Chapitre 2 - Réduire la pollution par les nitrates

2A - Lutter contre l'eutrophisation marine due aux apports du bassin versant de la Loire et 2B - Adapter les programmes d'actions en zones vulnérables sur la base des diagnostics régionaux

Le respect des préconisations du 6^{ème} programme d'action de la Directive Nitrate (dose hectare, CIPAN et reliquat d'azote) répond à cette orientation. Des analyses de l'effluent ainsi que des reliquats d'azote permettront de piloter de façon optimale la fertilisation.

La Région Centre est également classée en zone sensible à l'eutrophisation. Les flux de phosphore et nitrate vers les eaux doivent donc être maîtrisés au mieux, ce qui rejoint les objectifs du SDAGE et de la Directive Nitrates.

Chapitre 3 – Réduire la pollution organique, phosphorée et microbiologique

3B - Prévenir les apports de phosphore diffus

3B-1 : Réduire les apports et les transferts de phosphore diffus à l'amont de 22 plans d'eau prioritaires

Les parcelles concernées par le plan d'épandage ne sont situées ni à proximité de plans d'eau prioritaires, ni à proximité de plans d'eau non prioritaires.

Chapitre 6 – Protéger la santé en protégeant la ressource en eau

6C – lutter contre la pollution diffuse par les nitrates et pesticides dans les aires d'alimentation des captages

Le référencement des captages se trouve au paragraphe 3.5.2.

Les captages du secteur d'étude ne sont classés comme captage prioritaire par la SDAGE. Néanmoins, les rapports hydrogéologiques et les arrêtés de déclaration d'utilité publique ont été consultés en préalable à la réalisation du plan d'épandage. Les épandages respecteront ce dernier.

Les doses d'apports, les dates et le type de produits épandus se feront dans le respect de ces derniers et du 6^{ème} programme d'action de la directive nitrate.

10.2. COMPATIBILITE AU SAGE NAPPE DE BEAUCE ET MILIEUX AQUATIQUES ASSOCIES

La totalité des parcelles engagées sont situées dans l'emprise du SAGE Nappe de Beauce et milieux aquatiques associés.

La Nappe de Beauce est divisée en zones de gestion dont les parcelles de la zone d'étude appartiennent au Montargois. L'enjeu de préservation de la ressource en eau est l'objectif principal du SAGE.

L'épandage des digestats est en conformité avec l'action 8 du SAGE qui définit cette action ainsi : Promotion et valorisation des effluents agricoles, industriels et domestiques.



La valorisation agronomique des digestats permettra de limiter les consommations d'engrais minéral. Comme c'est le cas pour le SDAGE, le respect du programme d'action de la Directive Nitrates et une bonne gestion des épandages iront dans le sens des objectifs du SAGE.

10.3. ZONES VULNERABLES

Les parcelles d'épandage se trouvent toutes dans la zone vulnérable du Loiret définie dans le cadre de la Directive Nitrates. Les prescriptions du sixième programme d'action de la Directive Nitrates s'y appliqueront.

Les grands principes de la zone vulnérable seront appliqués pour limiter le lessivage et valoriser au mieux le produit épandu.

Il sera réalisé des CIPAN et/ou des CIVES avant culture de printemps notamment dans le cas d'épandage à l'automne. Les dates et doses d'apport de la zone vulnérable y seront appliquées. Le sixième programme d'action impose notamment des limites de date et de tonnages par hectare pour les épandages de matières organiques à l'automne (annexe 5).

Les épandages sont raisonnés, respectent les distances réglementaires vis à vis des cours d'eau, et se font aux périodes les plus propices avec des doses par hectare raisonnées. L'absence de pentes et donc de ruissellements, le respect des distances d'épandage et l'implantation d'une bande enherbée de 5 m minimum le long des cours d'eau vont dans le sens d'une diminution des risques d'eutrophisation.



11. CONCLUSION

Le projet consiste à créer une unité de méthanisation qui permettra de recycler les matières organiques provenant essentiellement d'effluents organiques et des cultures énergétiques produits par les exploitations. Le digestat sera épandu sur les terres agricoles de 11 exploitations agricoles appartenant au plan d'épandage.

Le produit permettra aux agriculteurs de bénéficier d'un engrais organique facilement utilisable par les plantes qui se substituera pour partie aux engrais minéraux. Le digestat est un produit peu odorant. Le plan d'épandage présente des bilans déficitaires en azote et phosphore. L'apport en azote/ha SAU lié aux apports de digestat représentera 70 unités d'azote/ha total.

Les épandages se feront en priorité au printemps avant l'implantation des cultures de printemps ou sur céréales d'hiver et CIVE en place. Ils pourront être complétés par des apports en août et début d'automne avant l'implantation des colzas, des CIPANS et avant l'implantation d'une partie des CIVES voire avant l'implantation de céréales en dernier recours.

Des habitations sont présentes à proximité des parcelles mais les distances d'épandage seront respectées.

La parcelle interceptée par un PPR est en jachère et ne sera donc pas épandable.

Les apports reviendront en moyenne une fois tous les uns à deux ans sur la même parcelle à des doses optimales pour les cultures permettant de limiter les risques de lessivage.

Le plan d'épandage a été créé de façon à épandre les effluents en évitant au maximum de porter atteinte à l'environnement. Les épandages respecteront le programme d'action de la directive Nitrates sur les dates et doses d'apport.

Sébastien BARON
Responsable équipe
Grandes Cultures - Fourrages

