



PLAN D'EPANDAGE

SAS LES 3 DÔMES

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

CHAMBRE D'AGRICULTURE LOIRET

13, Avenue des Droits de l'Homme – 45000 ORLEANS CEDEX
TEL : 02.38.71.90.10 – EMAIL : accueil@loiret.chambagri.fr



TABLE DES MATIERES

Table des matieres.....	2
Liste des tableaux	4
Liste des FIGURES	5
1. Généralités et objet du présent dossier	6
1.1. Coordonnées du pétitionnaire.....	6
1.2. Présentation du projet.....	6
1.3. Liste des exploitations appartenant au projet.....	9
2. La présentation du plan d'épandage.....	9
2.1. La valorisation agronomique des effluents.....	9
2.2. La méthodologie	10
3. Contexte environnemental	11
3.1. Cadre géographique et géomorphologique.....	11
3.1.1. Localisation géographique.....	11
3.1.2. Milieu naturel.....	14
3.1.3. Topographie.....	15
3.2. Contexte climatologique.....	16
3.2.1. Contexte Géologique	19
3.2.2. Conformité aux SDAGE.....	24
3.2.3. Conformité au SAGE Nappe de Beauce.....	26
3.2.4. Hydrologie, hydrographie.....	27
3.3. Zones de protection environnementales.....	30
3.3.1. Définition des zones de protection environnementales.....	30
3.3.2. Recensement des sites environnementaux.....	31
3.4. Zones vulnérables.....	33
4. Les sols.....	33
4.1. Généralités	33
4.2. Descriptions des sols	34
5. Aptitudes à l'épandage	36
5.1. Généralités sur le pouvoir épurateur des sols.....	36
5.2. Tableaux de synthèse des aptitudes des sols à l'épandage	37
5.3. Analyses de sols	38
5.3.1. La granulométrie	39
5.3.2. Le pH	39



5.3.3. La Matière Organique	40
5.3.4. Éléments majeurs	40
5.4. Distances et conditions d'épandage.....	40
5.5. Modalités de stockage et matériel d'épandage	41
5.5.1. Stockage du digestat liquide.....	41
5.5.2. Stockage du digestat solide	42
5.5.3. Épandage du digestat liquide.....	42
5.5.4. Épandage du digestat solide	42
6. Assolements pratiqués.....	44
7. Modalités et doses d'apport.....	44
7.1. Période d'épandage.....	45
7.2. Doses d'apports	47
8. Autres apports organiques.....	51
9. Bilans globaux des apports organiques à l'exploitation	52
10. Suivi des épandages et enregistrement.....	53
11. Analyse de l'incidence de l'épandage Et mesures prises pour les limiter	55
11.1. Trafic routier	55
11.2. Incidences sur la ressource en eau	56
11.2.1. Eaux souterraines	56
11.2.2. Eaux superficielles.....	56
11.3. Incidences sur l'environnement naturel	56
11.3.1. Natura 2000	56
11.3.2. ZNIEFF.....	57
11.4. Les risques liés aux apports de minéraux.....	57
11.4.1. Les nitrates.....	57
11.4.2. Le phosphore.....	58
11.5. Incidence sur les populations et le personnel.....	62
11.5.1. Le bruit et les odeurs.....	62
11.5.2. Les risques sanitaires	62
Conclusion.....	67
Annexes	68



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Gisement des matières entrantes	7
Tableau 2 : Composition du digestat brut	7
Tableau 3 : Caractéristiques des digestats liquides	8
Tableau 4 : Caractéristiques des digestats solides.....	8
Tableau 5 : Localisation des parcelles d'épandage.....	12
Tableau 6 : Principales données climatiques et bilan de l'eau dans les sols	17
Tableau 7 : Recensement des masses d'eau sur les communes d'épandage.....	27
Tableau 8 : Recensement des captages destinés à l'alimentation en eau potable.....	28
Tableau 9 : Recensement des sites environnementaux.....	31
Tableau 10 : Echelle d'aptitude à l'épandage	34
Tableau 11 : Aptitudes des UCS (RRP) à l'épandage	37
Tableau 12 : Aptitudes des sols à l'épandage	37
Tableau 13 : Echelle d'aptitude à l'épandage	37
Tableau 14 : Points de prélèvement des analyses de sols.....	38
Tableau 15 : Texture générale des sols des parcelles d'épandage (granulométrie)	39
Tableau 16 : pH général des sols des parcelles d'épandage.....	39
Tableau 17 : Matière organique dans les sols des parcelles d'épandage	40
Tableau 18 : Eléments majeurs dans les sols des parcelles d'épandage.....	40
Tableau 19 : Distances et délais minimaux de réalisation des épandages.....	41
Tableau 20 : Assolement sur 4 exploitations	44
Tableau 21 : Calendrier d'épandage	46
Tableau 22 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat solide	47
Tableau 23 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat liquide	48
Tableau 24 : Exportation des cultures.....	49
Tableau 25 : Doses conseillées au printemps pour le digestat solide.....	50
Tableau 26 : Doses conseillées au printemps pour le digestat liquide	50
Tableau 27 : Apports azotés, phosphorés, potassiques	52
Tableau 28 : Essai au Lycée agricole du Chesnoy	61
Tableau 29 : Effets du niveau de concentration de l'ammoniac sur l'homme	63
Tableau 30 : Recommandations concernant les teneurs atmosphériques en ammoniac selon la durée d'exposition	63
Tableau 31 : Paramètres permettant la réduction des germes pathogènes.....	64
Tableau 32 : Teneurs en composés traces organiques dans les digestats d'origine agricole...65	
Tableau 33 : Teneurs en éléments traces métalliques des digestats en fonction de l'origine des déchets.....	66



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation générale de la zone d'étude.....	11
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude.....	12
Figure 3 : Localisation de la zone d'étude.....	13
Figure 4 : Régions naturelles administratives du département du Loiret.....	14
Figure 5 : Répartition des précipitations sur le département du Loiret.....	16
Figure 6 : Histogramme des températures et des précipitations à Bonny sur Loire.....	18
Figure 7 : Carte géologique harmonisée du secteur d'étude.....	20
Figure 8 : Localisation du plan d'épandage par rapport aux SDAGE.....	24
Figure 9 : Localisation du plan d'épandage par rapport au SDAGE Nappe de Beauce.....	26
Figure 10 : Plan de situation des parcelles et des zones de protections environnementales..	29
Figure 11 : Pendillards.....	43
Figure 12 : Epandeurs à table.....	43
Figure 13 : Effets de la fertilisation sur le vers de terre.....	58
Figure 14 : Effet du travail du sol.....	59
Figure 15 : Effet de la fertilisation sur les vers de terre.....	60
Figure 16 : Interactions biomasse microbienne et lombricienne.....	61



1. GENERALITES ET OBJET DU PRESENT DOSSIER

Le dossier a été rédigé par Sébastien BARON, responsable de l'équipe Grandes Cultures - Fourrages à la Chambre d'Agriculture du Loiret, avec l'appui de Pierre BALDO (Conseiller Agronomie), Cédric BERGER (Conseiller Agro-Environnement / Pédologie), et Hervé NEDELEC (Pédologue/Cartographe certifié par l'Association Française pour l'Etude du sol).

1.1. COORDONNEES DU PETITIONNAIRE

Société : SAS LES 3 DÔMES

Nom, Prénom des gérants :

- M.EMMANUEL BALLUT,
- M.MATTHIEU COPPOOLSE,
- MME NATHALIE DESMET,
- M.PASCAL DESMET,
- MME CLARISSE FRISSARD,
- M.SYLVAIN FRISSARD,
- M.FRANCOIS GIRARD,
- M.PHILIPPE MENDAK.

Adresse de la société : LA TORTILLERIE – RD 122 45 250 – OUZOUEUR DUR TREZEE

Adresse du site en projet : LES GATINES, 45 500 - ARRABLOY

Tél : 02 38 29 60 10

Mob : 06 07 50 55 73

Mail : sylvain.frissard@hotmail.com

N° SIRET : 84153198100014

1.2. PRESENTATION DU PROJET

La société SAS LES 3 DÔMES sera implantée à ARRABLOY, commune associée à GIEN au lieu-dit « Les Gâtines » sur une parcelle actuellement cultivée.

Le gisement se compose majoritairement de végétaux type cultures énergétiques produites sur les exploitations inscrites dans la SAS.

A noter qu'aucune boue de station d'épuration urbaine ne sera présente dans le gisement.



Le gisement prévu est présenté ci-après :

Tableau 1 : Gisement des matières entrantes

Matières entrantes	Quantité
CIVE hiver (10 TMS/ha, 30% MS)	18 000 T
Paille de maïs et menue paille	3 300 T
Issues de céréales	1 500 T
Déchets de betteraves rouges	600 T
Pulpes de betteraves	500 T
Pommes de terre déclassées	500 T
Eaux pluviales souillées et jus de silos	5 800 m ³
Total	30 200 T

Le gisement est de 83 t/j. En conséquence, l'unité sera soumise à enregistrement au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sous la rubrique 2781 – 1 pour un gisement supérieur à 30 t/j mais inférieur à 100 t/j (arrêté du 12/08/2010 présenté en Annexe 1).

Pour le bon fonctionnement du processus de digestion une recirculation du digestat liquide sera nécessaire pour diluer le taux de matière sèche et favoriser la dégradation du digestat. Les volumes en recirculation seront de 40 000 m³

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 :**

Tableau 2 : Composition du digestat brut

Quantité annuelle produite	64 561 T/an
Matières sèches	8 520 t/an
N (Kg/m ³)	275 t/an
P ₂ O ₅ (Kg/m ³)	123 t/an
K ₂ O (Kg/m ³)	211 t/an

Ce digestat brut sera séparé à l'aide d'un séparateur de phase en digestat liquide et solide. C'est un total de 12 332 t/an de digestat liquide et de 12 249 t/an de digestat solide qui seront épandus annuellement. Le total de digestat liquide produit sera supérieur sachant que 40 000 m³ seront réutilisés pour réalimenter le digesteur.

▪ **Phase liquide :**

Elle est à 10 % de MS, représente 50 % des volumes qui seront épandus. Un matériel adapté sera utilisé pour l'épandage : pendillards et/ou enfouisseurs à disques 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 3 : Caractéristiques des digestats liquides

Tonnage	12 312 t
Densité	1,00 t/m ³
MS	10,0 %
pH	8
C / N	6
N Total	4 kg/m ³
N ammoniacal	2,8 kg/m ³
P ₂ O ₅	1,9 kg/m ³
K ₂ O	3,27 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 26 % 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 4 : Caractéristiques des digestats solides

Tonnage	12 249 t
Densité	0,7 t/m ³
MS	26 %
pH	8
C / N	15
N Total	5,2 kg/t
N ammoniacal	1,6 kg/t
P ₂ O ₅	2 kg/t
K ₂ O	3,27 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 et peuvent servir simplement d'alternatives dans le cas d'une mauvaise qualité du digestat, ce qui est peu probable compte tenu des produits entrants (essentiellement agricoles).

1.3. LISTE DES EXPLOITATIONS APPARTENANT AU PROJET

Les personnes appartenant à la SAS sont agriculteurs et disposent de surfaces afin de produire les CIVES et y épandre le digestat. Au total, 11 entités juridiques disposent de 1 989,4 ha de surfaces agricoles permettant l'épandage du digestat.

Le but premier est de pouvoir rapporter l'équivalent de ce qui est exporté et limiter les achats d'azote organique et minéral extérieur. Si les surfaces sont suffisantes, l'exploitant pourra envisager d'augmenter sa pression en éléments organiques afin de diminuer la part d'engrais minéraux achetés. Cette dernière sera fonction des bilans agronomiques des parcelles, des risques de lessivage et des surfaces de cultures les plus aptes à recevoir le digestat.

Des conventions vont être établies entre la SAS Les 3 Dômes et les agriculteurs (modèle de convention présent en Annexe 2).

Les exploitations concernées par le plan d'épandage sont :

- DE CHASSEVAL Geneviève (71,10 ha)
- DE CHASSEVAL Jean (67,21 ha)
- FRISSARD Clarisse (111,62 ha)
- EARL COPPOOLSE (273,39 ha)
- EARL De Garnus (159,35 ha)
- EARL Des Rois (241,54 ha)
- EARL Les Terres Du Mesnil (142,23 ha)
- EARL ROUSSEAU GIRARD (201,61 ha)
- SCEA De La Tortillerie (511,14 ha)
- SCEA De Pontchevron (107,51 ha)
- SCEA FRISSARD (102,74 ha)

Ces exploitations sont toutes orientées vers les cultures de céréales et oléoprotéagineux. Une seule de ces exploitations possède un atelier d'élevage (EARL COPPOOLSE, élevage de volaille).

Plusieurs d'entre elles reçoivent des boues de la station d'épuration de Seine Aval « Achères » dans le cadre d'un plan d'épandage autorisé.

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 (boues de Seine Aval « Achères »).

➤ **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 1/250 000^{ème} 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.





Figure 2 : Localisation de la zone d'étude (en rouge)

La majorité des parcelles d'épandage se situe au maximum dans un rayon de 7 km du site en projet (cf localisation des parcelles sur la Figure 3 page suivante).

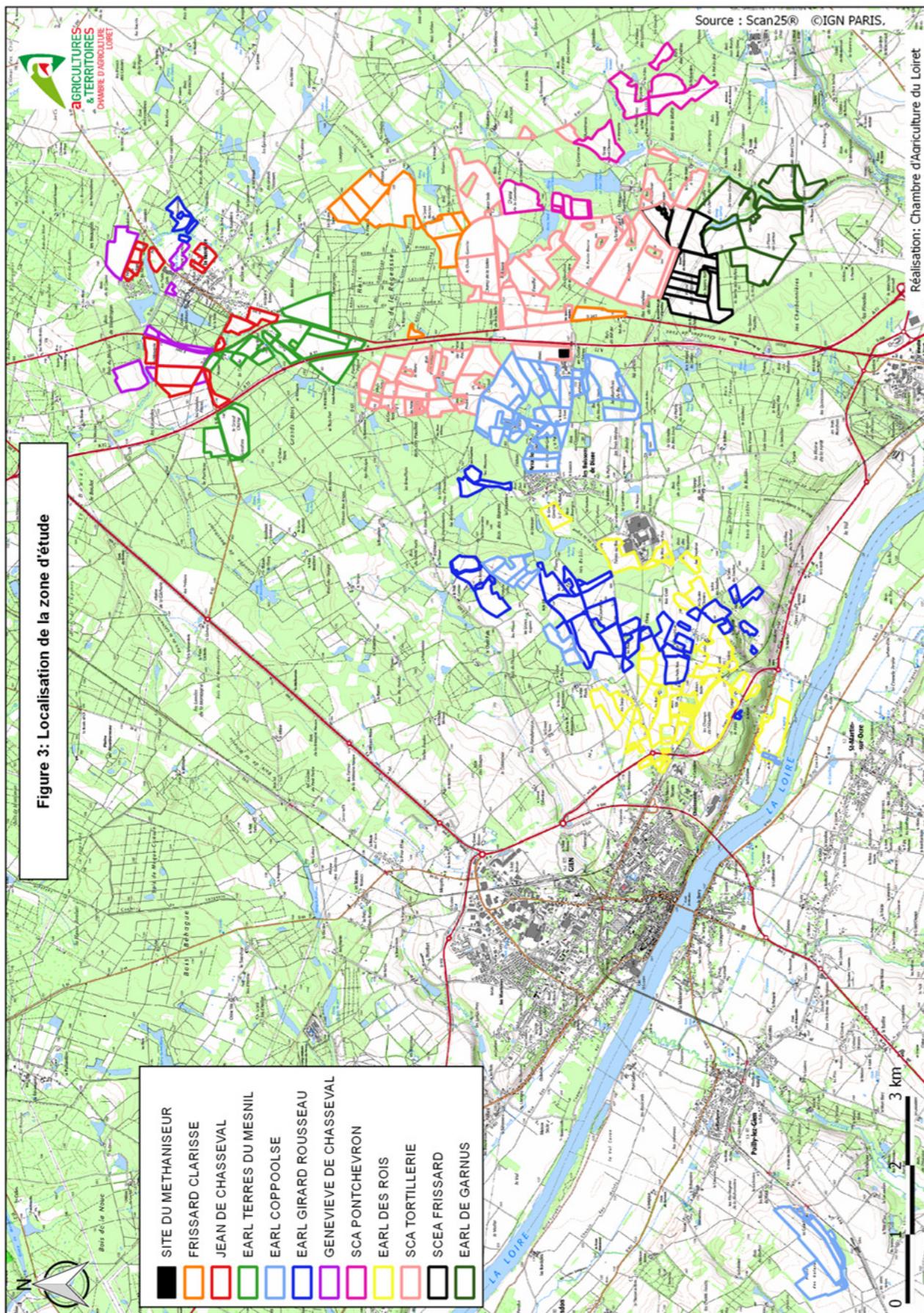
Seuls 2 îlots se situent au sud-ouest de la commune de Poilly-lez-Gien, à 12 km au sud-ouest du projet. Ils sont les seuls à nécessiter la traversée de la Loire.

Les surfaces inscrites au plan d'épandage (PE) sont situées sur 5 communes listées ci-après et toutes situées dans le département du Loiret.

Tableau 5 : Localisation des parcelles d'épandage

Commune	SAU (ha)	Surface épandable (ha)
BRIARE	37,29	27,98
GIEN	666,33	575,40
LA BUSSIERE	518,51	495,41
OUZOUER-SUR-TREZEE	705,48	684,19
POILLY-LES-GIEN	61,79	60,38
Total	1 989,40	1 843,36





3.1.2. Milieu naturel



Figure 4 : Régions naturelles administratives du département du Loiret
(Source : Chambre d'Agriculture du Loiret)

La Figure 4 présente les 9 régions naturelles du Loiret ainsi que la localisation des parcelles concernées.

Les communes concernées sont majoritairement localisées dans la région naturelle de **la Puisaye du Loiret** pour la très grande majorité, et pour deux îlots dans le **Berry du Loiret**.

La **Puisaye du Loiret** fait partie du bassin de la Loire. Au nord, cette région est drainée par le Loing et ses affluents (Vernisson, Talot) et au sud par de petites rivières affluentes à la Loire et entaillant les plateaux (Trézée, Ousson).

La Trézée, affluent de la Loire, parcourt une région de collines d'altitudes fortes (180 à 200m) du Sud-Est au Nord-Est puis fait un coude et se dirige du nord-est au Sud-Ouest. Entre les forêts du bassin supérieur de la Trézée et la Loire, s'étend un plateau ondulé dont les altitudes restent fortes (160 à 180 m). Ce plateau domine la Loire d'une cinquantaine de mètres.

Le bocage s'étend partout sur ce plateau. Les défrichements n'ont laissé en place que quelques bois (Borgal *et al*, 1998). La Puisaye du Loiret montre un paysage faiblement vallonné, beaucoup plus fermé que celui du Gâtinais de l'Est. Les petits ruisseaux sont nombreux, disposés en un chevelu dendritique. Les nombreuses mares, les étangs et même la toponymie reflètent cette humidité.

La Puisaye du Loiret est une région humide en raison de l'imperméabilité quasi-systématique des horizons profonds du sol. Les bois prennent une extension considérable (bois de Thou, bois du Renard, bois d'Escrignelles, bois du Grand Bouland). Des haies apparaissent, les cultures fourragères et les surfaces toujours en herbe sont nombreuses. La région conserve ainsi un aspect bocager malgré une régression de l'élevage bovin au profit du hors-sol (volailles). Il s'agit typiquement d'une



région de polyculture élevage, où les cultures de vente sont essentiellement représentées par les céréales. Celles-ci, en constante augmentation, sont conduites sur des parcelles drainées.

Le **Berry du Loiret** correspond au bassin amont de la grande Sauldre (Servant et Dupont, 1982). Il prolonge la Puisaye du Loiret de l'autre côté de la Loire. Son relief se présente sous la forme d'un plan incliné vers le Nord-Ouest et vers la Loire (Borgal *et al*, 1998). Le paysage est vallonné, franchement entaillé par de nombreuses vallées menant à la Loire. Le ruisseau le plus important est la Notreure. Les rivières coulent toutes du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Les versants les plus abrupts de ces vallées encaissées laissent apparaître le socle crayeux sénonien. Les versants les moins abrupts ont pour substrat géologique l'argile à silex plus ou moins recouverte par des colluvionnements de pente en provenance des rebords des plateaux.

La nature des sols et l'humidité favorisent la forêt et la prairie. Les bois se trouvent sur les interfluves tandis que les vallées sont le domaine d'un bocage qui a été très dense au temps où l'élevage était important. Mais la crise de l'élevage et la possibilité de mettre les terres en culture grâce aux progrès techniques, ont favorisé l'extension des terres labourées. Beaucoup de haies ont disparu pour permettre l'agrandissement des parcelles. L'occupation du sol varie en fonction de l'intensité de la pente et de la situation géographique. Les pentes faibles sont fréquemment cultivées, les pentes moyennes caillouteuses comprennent des alignements de bois caractéristiques et les pentes plus fortes portent des bois ou des pelouses calcicoles typiques. Sur les plateaux, les bois représentent parfois de grandes surfaces d'un seul tenant (Forêt de St Brisson) et occupent alors des plages particulièrement hydromorphes.

3.1.3. Topographie

Le secteur d'étude est marqué par un relief faiblement vallonné. Les variations altimétriques sont modérées et visibles essentiellement au niveau de quelques talwegs de la Puisaye (Vernisson, ruisseau de Courcelles, ruisseau de pont Chevron, ruisseau de St-Malo).

L'altitude se situe entre 140 et 190 m NGF sur le plateau ondulé de la Puisaye, à environ 125 m NGF en contrebas de ce plateau dans le Val de Loire, et entre 150 et 165 m NGF dans le Berry. Les pentes sont faibles à moyennes, et en tout état de cause toujours inférieures à 7%.



3.2. CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE

Le climat du département du Loiret est tempéré, de type océanique séquanien.

Ce département présente un gradient de précipitations d'est en ouest (cf. Figure 5 ci-dessous).

Ainsi, sur le secteur d'étude, le cumul annuel des précipitations peut varier entre 660 mm et 750 mm par an.



Direction Interrégionale Ile-de-France, Centre
Division Climatologie
26, boulevard Jourdan 75014 Paris
Tel : 01 53 62 22 53 - Fax : 01 53 62 22 59

Cumul annuel des précipitations
- Normales 1971/2000 -

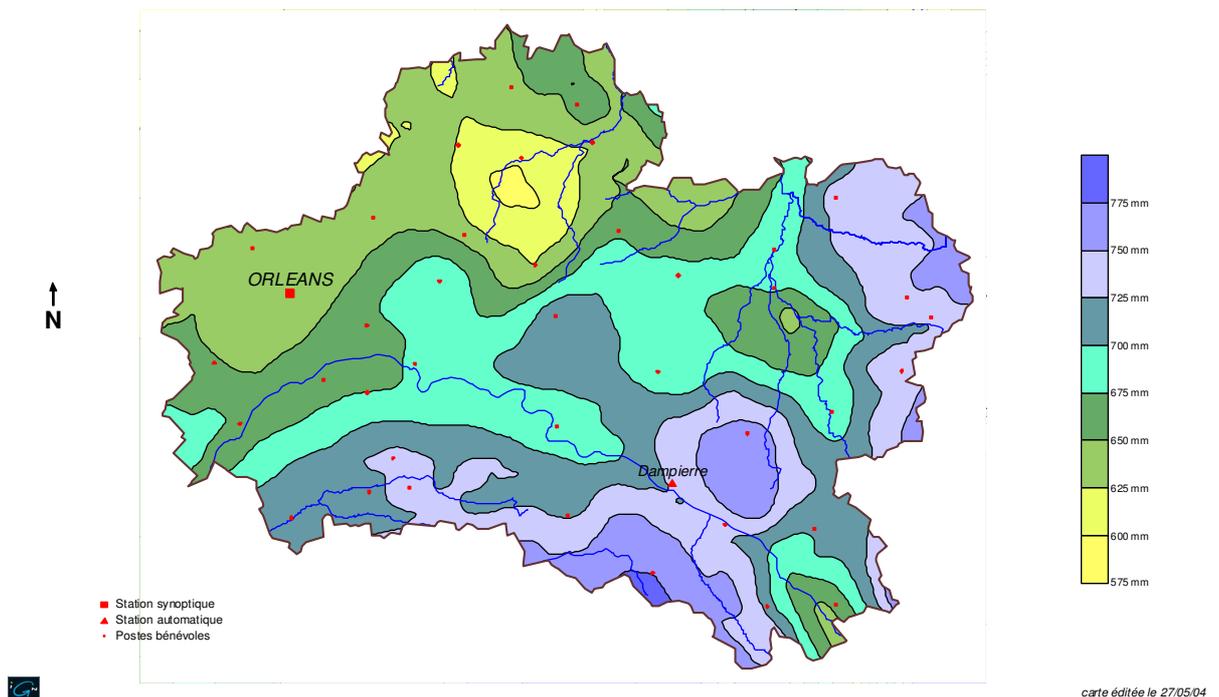


Figure 5 : Répartition des précipitations sur le département du Loiret

La station météorologique la plus proche prise comme référence pour les valeurs de températures et de précipitations est celle située à Bonny-sur-Loire (Météo France). Les cumuls annuels de précipitations y atteignent 688 mm en moyenne sur la période 1981-2010. Les précipitations mensuelles les plus abondantes surviennent en mai, puis de septembre à décembre. Les précipitations mensuelles maximales ne sont pas extrêmes puisque les moyennes se situent autour de 57 mm par mois (Tableau 6).

La station météorologique prise comme référence pour les valeurs d'évapotranspiration potentielle (ETP) ainsi que pour les phénomènes climatiques est celle située à Orléans-Bricy (Météo France).



Tableau 6 : Principales données climatiques et bilan de l'eau dans les sols

	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Année
Températures (degrés) (1)	12,1	7,1	4,3	3,7	4,3	7,5	9,9	14,0	17,3	19,6	19,2	15,6	11,2
Précipitations (mm) (1)	63	62	62	53	46	48	52	68	59	58	59	60	688
ETP PENMAN (mm)	38	13	9	11	20	52	81	110	128	140	125	76	803
Temp. minimale < - 0° (jours) (1)	1,5	7,1	12,5	13,8	13,4	8,8	3,2	0,1	-	-	-	-	60,4
Temp. minimale < - 5° (jours) (1)	0,1	1,2	2,3	3,7	3,1	0,6	-	-	-	-	-	-	11,0
Temp. maximale < - 0° (jours) (1)	-	0,3	1,3	2,6	1,6	-	-	-	-	-	-	-	5,8
Neige (jours)	0,1	0,9	2,0	2,8	4,2	1,3	0,6	-	-	-	-	-	11,9
P - ETP (mm)	25	49	53	42	26	-4	-29	-42	-69	-82	-66	-16	-115
<u>Sols ayant une RU de 50 mm</u>													
RU	25	50	50	50	50	46	17	0	0	0	0	0	287
Déficit hydrique (mm)							12	42	69	82	66	16	
Drainage interne (mm)		24	53	42	26								145
<u>Sols ayant une RU de 100 mm</u>													
RU	25	74	100	100	100	96	67	25	0	0	0	0	208
Déficit hydrique (mm)									44	82	66	16	
Drainage interne (mm)			27	42	26								95
<u>Sols ayant une RU de 150 mm</u>													
RU	25	74	127	150	150	146	117	75	6	0	0	0	158
Déficit hydrique (mm)										76	66	16	
Drainage interne (mm)				19	26								45

RU - Réserve Utile en eau du sol ETP - Evapo-Transpiration Potentielle

(Données issues des stations Météo France de Bonny-sur-Loire (1) et d'Orléans-Bricy, 1981-2010)

Le climat est doux et tempéré, le nombre de jours de gel est faible (60 jours par an). Les risques de fortes gelées (<-5°C) sont limités à 11 jours par an, parmi lesquels 1 à 2 jours par an marqués par des températures inférieures à -10°C (Figure 6). Ces périodes de gel interviennent principalement l'hiver. Le nombre moyen de jours de neige est de 12 par an.

Les précipitations sont relativement bien réparties tout au long de l'année. On enregistre en moyenne 7 à 12 jours de précipitations (≥1mm) par mois, pour un total de 116 jours de précipitations (≥1mm) par an, dont 47 jours par an caractérisés par des précipitations supérieures à 5mm et 19 jours par an marqués par des précipitations supérieures à 10mm.

Le bilan de l'eau dans les sols fait apparaître une recharge de la réserve en fin d'année, à partir du mois d'octobre. Un drainage interne des sols intervient ensuite plus ou moins précocement en fonction du réservoir utilisable en eau des sols (RU), sur une période :

- pouvant s'étendre de novembre à mars pour les sols les plus superficiels,
- restreinte à janvier-février pour les sols les plus profonds.



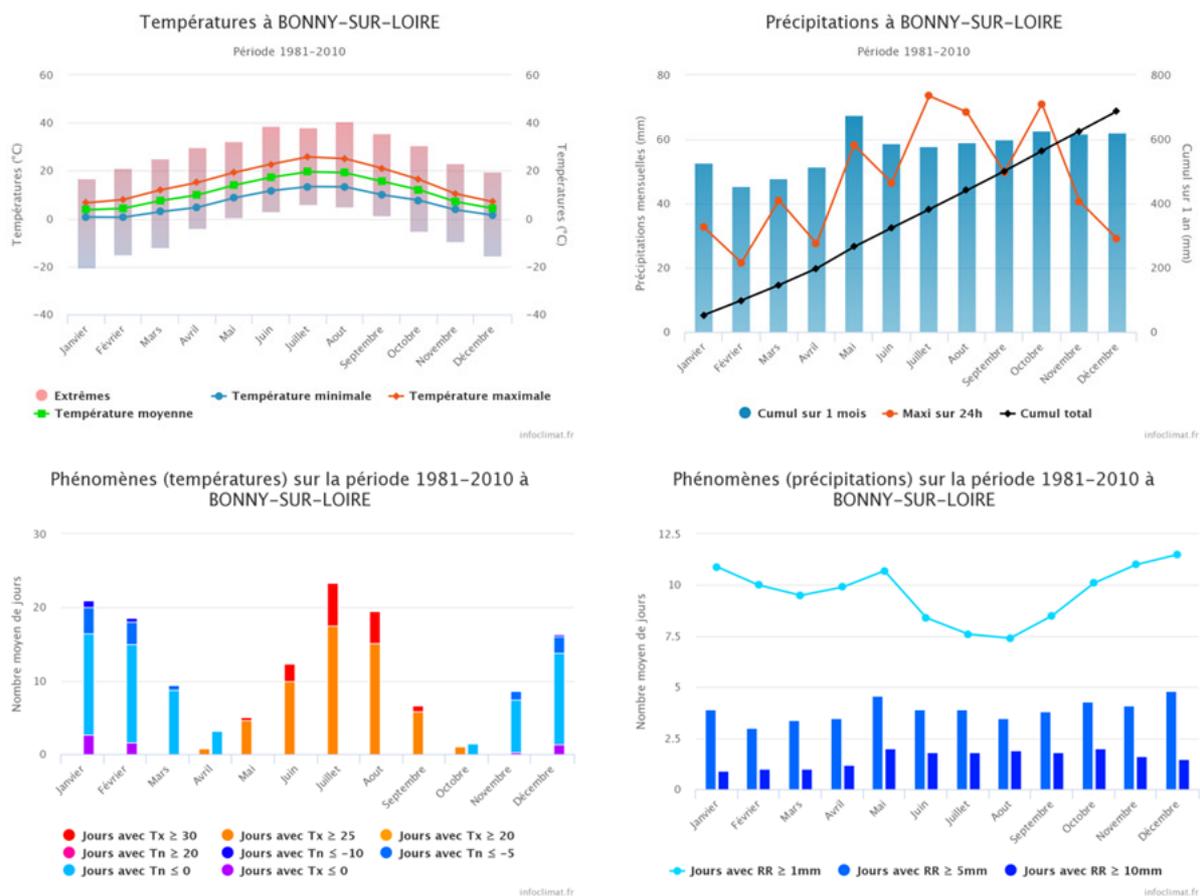


Figure 6 : Histogrammes des températures et des précipitations à Bonny-sur-Loire



3.2.1. Contexte Géologique

Le site d'implantation du bâtiment et les parcelles d'épandage se situent sur le même secteur géographique. Ce contexte a pu être défini grâce aux cartes et aux notices géologiques de Gien et Châtillon Coligny au 1/50 000 réalisées par le Bureau de recherches géologiques et minière.

L'histoire géologique du secteur d'étude est la suivante :

Les montagnes hercyniennes ayant été pénéplanées, un abaissement prolongé et très lent a produit le Bassin parisien et permis aux mers d'envahir notre région. Les longues transgressions marines du Jurassique puis du Crétacé ont accumulé les terrains sur près de 2 000 m d'épaisseur. Au Crétacé supérieur, qui nous intéresse spécialement parce qu'il affleure par endroits, les dépôts ont été surtout des calcaires organogènes, les craies et castines, avec des silex. Cependant la sédimentation s'est terminée par des argiles mêlées de silex, en couche mince et sporadique.

Depuis la fin du Crétacé, soit pendant environ 70 millions d'années, la région considérée a été soumise au régime continental, avec alternances d'érosion et de sédimentation surtout fluviale et lacustre. Les terrains tertiaires sont peu épais, sauf sous la forêt d'Orléans orientale où ils atteignent une puissance d'une centaine de mètres. Ils jouent un rôle important en surface.

A l'Éocène, et probablement au Paléocène, les dépôts proviennent d'une part du remaniement du Crétacé sous-jacent et spécialement de ses silex, d'autre part d'apports de fragments de Cristallin du Massif Central. En outre, sous l'effet d'un climat chaud et humide, une altération superficielle puissante réalise des silicifications et un enrichissement en kaolinite.

Vers la limite Eocène-Oligocène un régime lacustre s'établit dans des parties à l'écart des grands courants fluviaux ; en conséquence il se dépose à la même époque des alluvions siliceuses, des carbonates purs, et un mélange des deux. Le relief était certainement très faible, les lacs très peu profonds et au niveau d'eau variable.

Il s'est produit à l'Oligocène des déformations, ondulations légères et cassures, de direction générale N-S.

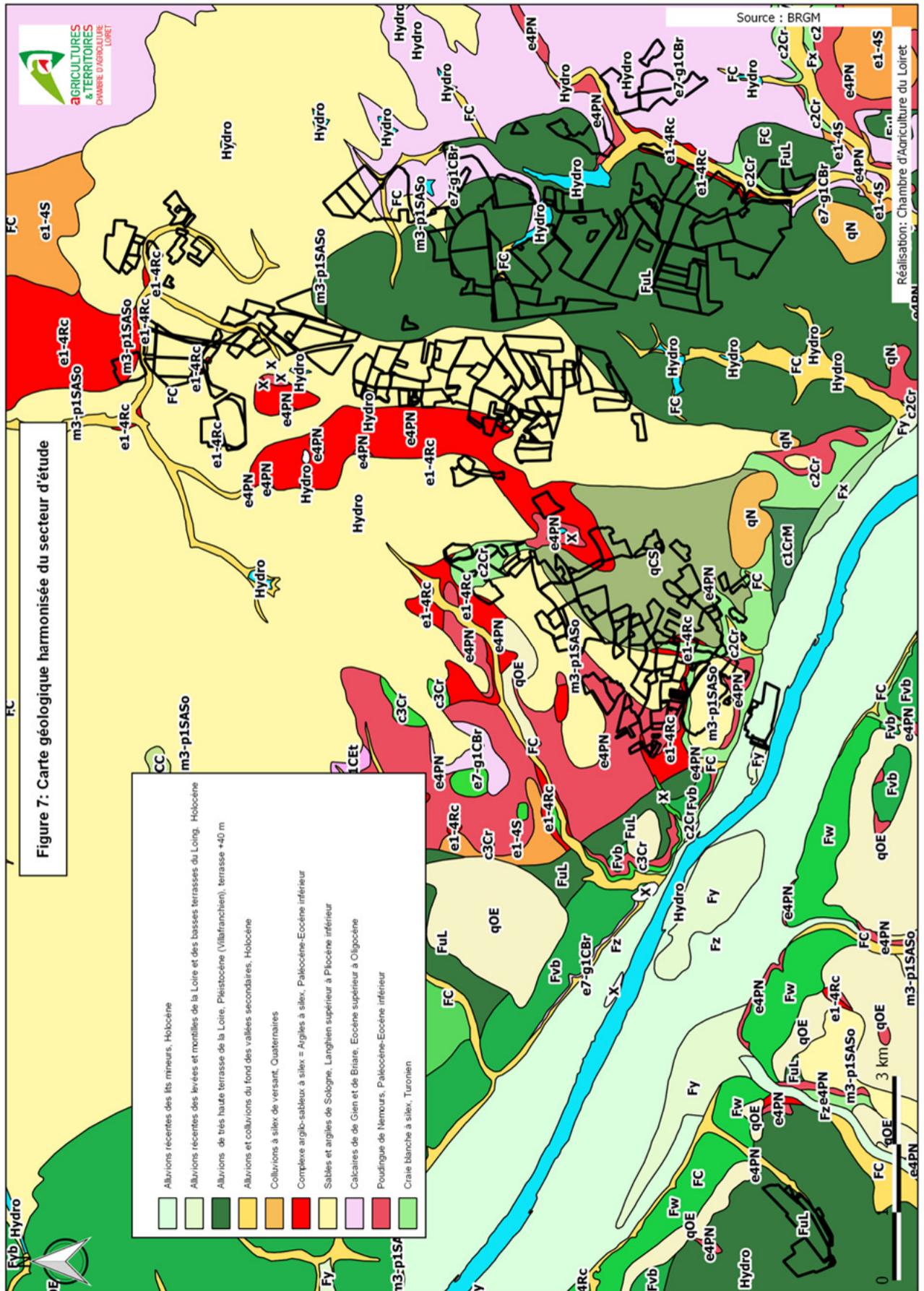
A l'Aquitainien le régime lacustre et palustre s'est déplacé vers l'Ouest : c'est l'époque des calcaires de Beauce. Mais la région considérée était en lisière orientale de la vaste étendue lacustre, aussi y trouve-t-on, dans le coin nord-ouest du territoire, un mélange de carbonates lacustres et de sables siliceux fluviaux.

Puis, à partir du Burdigalien, l'épandage de sables feldspathiques et d'argiles, descendus du Massif Central par la pré-Loire, s'étale sur la quasi-totalité de la feuille; c'est la formation de Sologne-Orléanais.

Au Villafranchien la Loire, à peine enfoncée dans la pénéplaine tertiaire, gagnait le Loing pour se jeter dans la Seine. Mais dès le Quaternaire ancien, son cours supérieur, capté entre Gien et Briare par un affluent du Cher, a été détourné vers l'Atlantique.

Le creusement des vallées s'est fait par étapes au Quaternaire sous l'influence des variations climatiques répétées et spécialement des glaciations, qui ont entraîné ici des conditions périglaciaires. 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.





Les formations géologiques suivantes ont été identifiées sur le secteur d'étude (Figure 7). Celles-ci seront en grande partie responsables des sols qui en ont émergé par le long phénomène de pédogénèse.

Les deux formations que l'on retrouve le plus sur la zone d'étude sont la formation de Sologne et les alluvions anciennes de la Loire.

CRETACE

■ ***c2Cr : Craie blanche à silex, Turonien***

Craie blanche, avec ou sans silex. Par places c'est un calcaire dur de grain fin, biomicrite à biomicrosparite, qu'on appelle localement la « castine ».

Les faciès calcaires et siliceux sont associés : craies blanches avec ou sans silex, spongolites, calcaire dur de grain fin, silex et argiles blanches.

Les macrofossiles comportent : Echinoconus subrotundus, Rhynchonella cuvieri, Inoceramus labiatus.

La puissance totale du Turonien calcaire est comprise entre 50 et 100 mètres. Cette formation atteint même 140 mètres d'épaisseur à Châtillon-Coligny.

TERTIAIRE

■ ***E4PN : Poudingue de Nemours, Paléocène-Eocène inférieur***

Le constituant le plus important de cette formation est le silex d'origine crétacée, mais usé à des degrés divers : on trouve des silex ayant conservé des protubérances, une forme branchue et même des restes du cortex blanc originel ; toujours situés vers la base de la formation, ils n'ont subi qu'un léger transport ; mais ils sont altérés et l'intérieur est bruni.

Pour la majorité des galets de silex, l'usure par un transport fluvial est plus accusée, la forme plus ou moins arrondie; le cortex a disparu, l'intérieur a des teintes bariolées, l'extérieur une patine jaune, brune, ou tachée de rouge.

On trouve également par endroits des silex très usés, bien arrondis, au cœur brun et à la surface patinée de teinte bleue, noire ou brune. Cette surface n'est pas lisse, mais finement creusée, comme corrodée. De tels galets de silex sont abondants dans le Poudingue de Nemours.

Aux galets de ce poudingue sont associées en faible proportion des dragées de quartz. La distinction des divers types de silex, crétacés ou «éocénisés », est le meilleur moyen de reconnaître les formations qui, on le voit, procèdent l'une de l'autre.

Cette formation comprend aussi des argiles et des sables moins apparents que les galets, mais probablement abondants. En particulier tous les agglomérats de silex éocènes ont une matrice argilo-sableuse. Les argiles sont généralement jaunes et rouges, avec des passées d'un rouge vif. Elles sont entièrement kaoliniques, chargées de quartz et d'un peu de goethite. Elles sont parfois consolidées en argilites.

Des silicifications affectent les agglomérats de galets du Poudingue de Nemours.



■ ***E7-g1CBr : Mélange d'alluvions, de marnes et de calcaires lacustres de Gien et de Briare, Eocène supérieur à Oligocène***

Cette formation datant de l'Eocène et de l'Oligocène se constitue de marnes sableuses, des alternances de marnes, de calcaires et de sables, des sables plus ou moins grossiers ou des argiles avec des traînées de calcaire pulvérulent. Les argiles inter-stratifiées ont été autrefois exploitées pour des tuileries (Est de Dammarie, Nord-Ouest de Thou). En surface, les sols qui dérivent de ces terrains sont sableux et légèrement calcaireux. Un tel mélange de détritiques et de carbonates est désigné dans la région Centre, par le terme « molasse ». La puissance maximale est d'une vingtaine de mètres.

■ ***M3-p1SAso : Sables et argiles de Sologne, Langhien supérieur à pliocène inférieur***

Mélange d'argile et de sable quartzo-feldspathique, en toutes proportions. Le sable peut être fin ou grossier ; il y a souvent du sable de la taille du gros sel. Du gravier de quartz et de silex est disséminé. Par places, on trouve des petits galets de silex, mal arrondis, qui sont concentrés dans la couche d'altération superficielle wurmienne.

Là où la formation repose directement sur le Crétacé ou l'Eocène, donc du Sud-Ouest de Nogent-sur-Vernisson à la Bussière et Arrabloy, sa base est chargée de graviers et galets de silex sur une épaisseur de 5 à 10 mètres.

L'origine de cette formation est fluviale: il s'agit d'alluvions de fleuves descendant du Massif Central, divaguant dans une cuvette tectonique, avant de gagner la mer, par la Seine dans ce secteur.

La puissance totale de cette formation est d'une soixantaine de mètres en bordure ouest de la feuille.

Ce terrain n'est pas fossilifère ici. Dans l'Orléanais sa base est datée du Burdigalien.

QUATERNAIRE

■ ***FuL : Alluvions de très haute terrasse de la Loire, Pléistocène (Villafranchien), terrasse +40m***

Cette terrasse est en fait composite. La partie la plus élevée est le reste d'un chenal, large de 4 à 5 km, dont les versants sont très doux, presque insensibles. Les alluvions y sont généralement remarquables par une forte proportion de dragées de quartz. Ce chenal le plus ancien suit la Loire de Bonny à Briare et la quitte pour se poursuivre en direction du Nord, vers la Bussière. A cette époque, c'est-à-dire le Quaternaire ancien ou Villafranchien s.l., la haute Loire était un affluent de la Seine.

Ces alluvions sont relativement argileuses ce qui les rapproche davantage de la formation de Sologne dont elles se distinguent par la présence de galets (Gigout, 1971). Occasionnellement, ces alluvions contiennent de gros blocs apportés par les radeaux de glace. La stratification de ces alluvions est très tourmentée avec des chenaux, des laminations obliques et des dispositions lenticulaires. Ces alluvions présentent certains faciès que l'on retrouve quasiment partout, soit de façon continue, soit en lentilles ou chenaux, mais à des profondeurs variables.

Dans le cas d'une répartition continue, on observe des argiles lourdes plus ou moins sablo-graveleuses, bariolées gris et ocre et non plastiques reposant sur des sables argilo-graveleux. Les graviers sont essentiellement constitués de sables et de feldspaths.



Dans le cas d'une répartition en lentilles ou en laminations obliques, on rencontre des argiles lourdes très plastiques, sans éléments grossiers ainsi que des niveaux d'éléments grossiers. Ces derniers peuvent être constitués de graviers de quartz de taille homogène, émoussés, constituant souvent des zones de circulation hydrique préférentielle. De ce fait, ces zones présentent souvent une cimentation ferro-manganique plus ou moins importante. Ces niveaux d'éléments grossiers peuvent aussi être constitués par des cailloutis de silex de toutes tailles émoussés ou tranchants. Parfois les graviers et les cailloutis sont bien triés et superposés. Plus rarement on peut observer quelques lentilles calcaires (Ribier, 1983).

■ ***Fy : Alluvions récentes des levées et montilles de la Loire, Holocène***

Dans le val de Loire, les alluvions holocènes sont semblables à celles du Würm (Fx). L'épandage terminal est fin : sables et sablons. Ces alluvions forment les « montilles » qui ne dépassent les chenaux à remplissage moderne que de 3 m au maximum. Elles ont été datées par la découverte d'industries néolithiques (A. Nouel et M. Salmon, 1951 ; A. Nouel, 1961). On y a également trouvé des débris de céramique gallo-romaine.

■ ***Fz : Alluvions récentes des lits mineurs, Holocène***

Leur granulométrie varie du sable fin (limon de débordement) aux galets. Elles sont essentiellement siliceuses : le sable est quartzo-feldspathique, le gravier surtout quartzeux et les galets surtout de silex, avec un peu de roches éruptives et de calcaires.

■ ***FC : Alluvions et colluvions du fond des vallées secondaires, Holocène***

On regroupe ici les alluvions wurmiennes des petits ruisseaux et les colluvions de bas de versants. Les alluvions wurmiennes de la Trézée à Ouzouer sont grossières : des galets de silex crétacés et éocènes, du sable et des dragées de quartz, des blocs métriques de poudingue éocène.

En règle générale, les alluvions wurmiennes des ruisseaux sont un mélange des roches résistantes situées en amont, mêlées de sables et argiles.

Les colluvions de bas de versant sont sablo-argileuses, souvent caillouteuses, faites d'éléments de provenance locale entraînés par ruissellement, solifluxion et même par le vent. Elles constituent un placage qui confère aux versants wurmiens leur forme empâtée. Elles datent principalement de la fin du Würm, période d'engorgement du réseau hydrographique. L'épaisseur de FC ne dépasse pas quelques mètres.

■ ***qCS : Colluvions à silex de versant, Quaternaire***

Cette formation superficielle couvre de grandes étendues sur les plateaux. Elle existe aussi sur des versants.

Sur les plateaux, elle repose toujours sur des craies à silex ou des agglomérats de silex crétacé ou encore de la caillasse éocène. En profondeur, à 1 m environ du niveau du sol, on a une argile jaune ou bariolée à esquilles et cailloux de silex jaunis ou rubéfiés. Cet horizon correspond à l'altération par gélifraction et brassage de la formation crétacée ou éocène sous-jacente.

Près de la surface, l'argile est progressivement remplacée par un limon sableux et les cailloux de silex sont moins abondants.



Il y a souvent dans les limons des granules ferrugineux. On rencontre très fréquemment vers 0,5 mètre de profondeur des cimentations ferrugineuses englobant les esquilles de silex, sorte d'alias désigné ici comme pierres grenées ou tufs.

L'épaisseur totale de cette formation sur les plateaux est de l'ordre de 2 à 3 mètres. Assez souvent elle est moindre et les labours remontent des éléments reconnaissables du substratum crétacé ou éocène, qui est alors indiqué sur la carte.

Cette formation est le produit d'une longue évolution des surfaces de plateaux, par altération, pédogenèses, érosions et apports. Elle s'est pratiquement terminée au Würm.

Sur les versants, cette formation est un cailloutis de silex cryoclastiques de provenance locale, mêlé d'argile et de sables éoliens en proportions variables, d'une épaisseur de 1 m en moyenne. C'est essentiellement un colluvium wurmien.

3.2.2. Conformité aux SDAGE

3.2.2.1. GENERALITES

L'objectif d'un SDAGE est d'atteindre, de façon pragmatique sur l'ensemble du bassin, un bon état des eaux. 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 de leviers transversaux. Ces derniers constituent les orientations fondamentales du SDAGE pour une gestion équilibrée de la ressource en eau et permettant d'atteindre les objectifs environnementaux.

« Cette gestion vise la préservation des milieux aquatiques et la protection du patrimoine piscicole et prend en compte les adaptations aux changements climatiques ».

Les parcelles d'épandage sont concernées par deux SDAGE comme il est possible de le voir sur la Figure 8 ci-dessous :

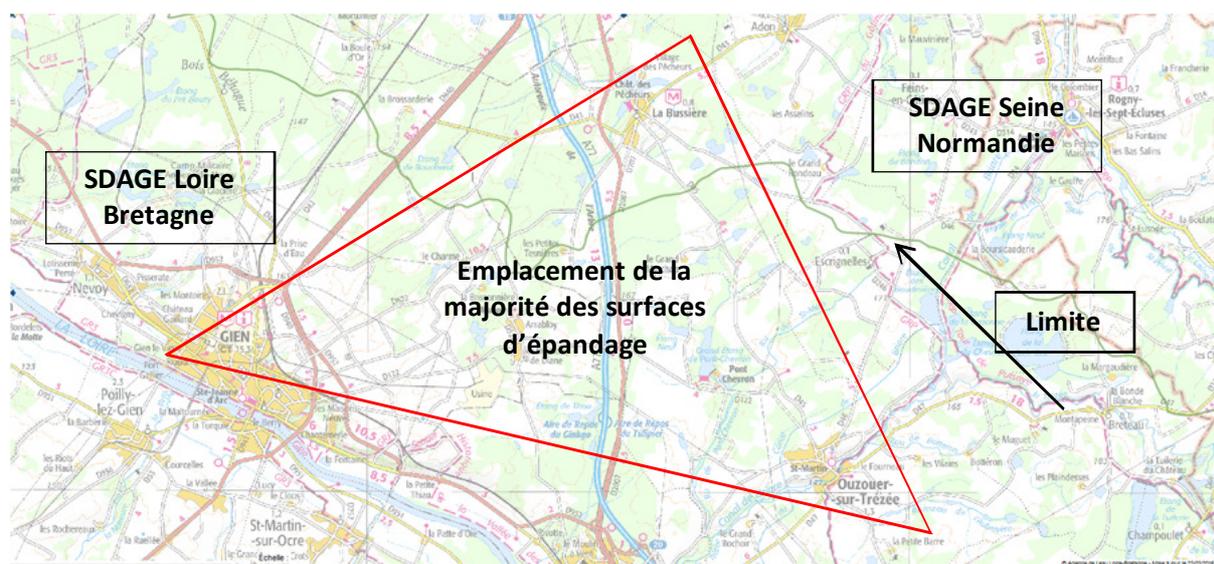


Figure 8 : Localisation du plan d'épandage par rapport aux SDAGE



3.2.2.2. SDAGE LOIRE BRETAGNE 2016-2021

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 (2016 – 2021), 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 dans le bassin Loire-Bretagne. Il est établi en application des articles L.212-1 et suivants du code de l'environnement.

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

■ **Chapitre 3 - Réduire la pollution organique et bactériologique**

- 3B – Prévenir les apports de phosphore diffus → Lutte contre la surfertilisation
 - 3B-1 – Réduire les apports et les transferts de phosphore diffus à l'amont plans d'eau

Les apports de fertilisants organiques seront réalisés au plus proche des besoins des cultures en accord avec les doses et les périodes d'épandage du 6^{ème} programme d'action de la directive nitrate.

■ **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.

Les rapports hydrogéologiques ont été consultés en préalable à la réalisation du plan d'épandage tout comme les arrêtés de déclaration d'utilité publique.

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.

Le référencement des captages se trouve dans la partie suivante.

3.2.2.3. SDAGE SEINE NORMANDIE 2016 -2021

Le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands est un document de planification qui fixe, entre les 31 décembre 2015 et 2021, « les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau et les objectifs de qualité et de quantité des eaux ».

Les chapitres correspondants aux épandages d'effluents agricoles dans le cadre du SDAGE Seine Normandie sont les suivants :

■ **Défi 2 : Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques**

- Orientation 3 - Diminuer la pression polluante par les fertilisants (nitrates et phosphore) en élevant le niveau d'application des bonnes pratiques agricoles

Disposition D2.13. Réduire la pression de fertilisation dans les zones vulnérables

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. En effet, les digestats apportés seront pris en



compte dans les prévisionnels de fertilisation et se situeront au plus près du besoin des plantes. Des analyses de l'effluent ainsi que des reliquats d'azote permettront de piloter de façon optimale la fertilisation.

3.2.3. Conformité au SAGE Nappe de Beauce

La Nappe de Beauce est divisé en zones de gestion dont les parcelles de la zone d'étude appartiennent au Montargois et à la Beauce centrale.

L'épandage des digestats est en conformité avec l'action 8 du SAGE de Beauce qui définit cette action ainsi :

- Promotion et valorisation des effluents agricoles, industriels et domestiques.

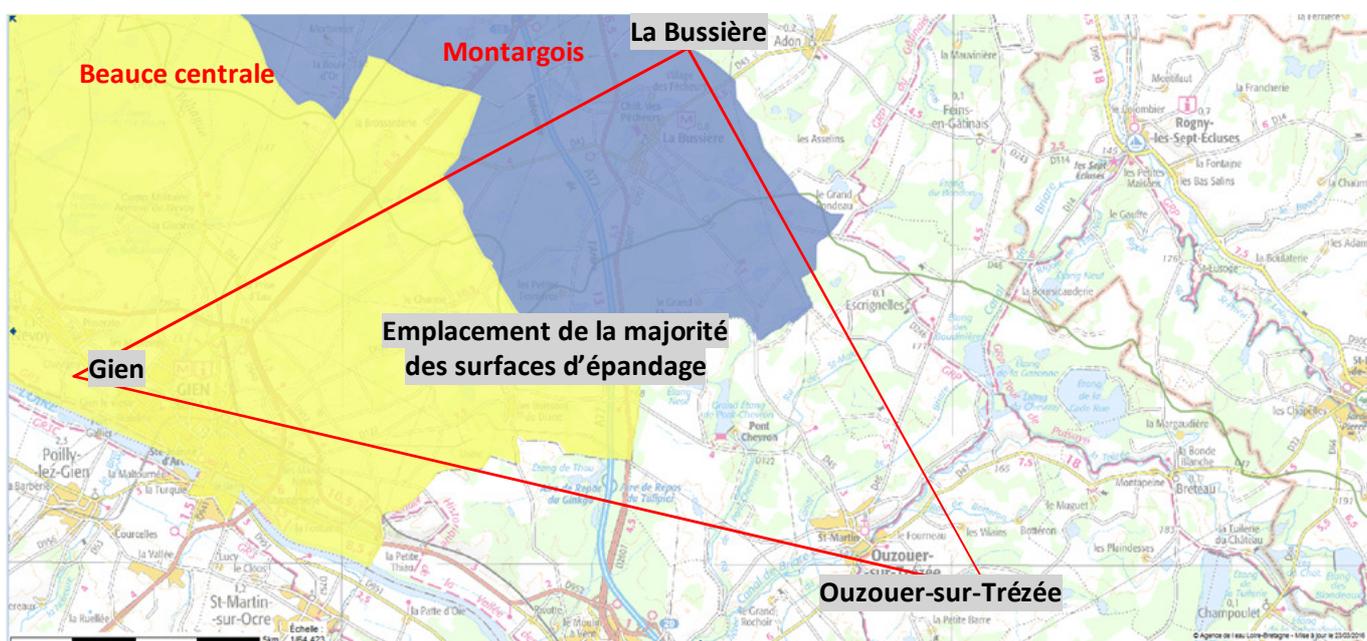


Figure 9 : Localisation du plan d'épandage par rapport au SAGE Nappe de Beauce



3.2.4. Hydrologie, hydrographie

3.2.4.1. HYDROLOGIE

Les masses d'eau seront présentées et décrites par site d'épandage dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Recensement des masses d'eau sur les communes d'épandage

Secteur concerné	Type de masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Distance relative par rapport aux parcelles d'épandage
Poilly-lez-Gien	Cours d'eau	Notreure	1,4km à l'est
Parcelles dans le triangle « Gien, Ouzouer-sur-Trézée, la Bussière »	Cours d'eau	La Loire	50 m
		Le Vernisson	immédiat
		Ruisseau de Courcelles	immédiat
		RU de Saint Malo	25m
		Rigole d'alimentation du canal de Briaire	400m
		RU du pont chevron	50m
	Etang	Le petit étang	200m
		Etang des demoiselles	120m
		Etang neuf	20m
		Etang de Pont Chevron	50m
		Le grand étang de Pont Chevron	90m
		Etang de Garnus	25m
		Etang des Ferrys	120m

D'autres masses d'eau, de type étang ou fossés, non nommées se trouvent à proximité des parcelles d'épandage, mais les distances d'épandage seront respectées. L'épandage sur l'ensemble des parcelles présentes à proximité très proche de cours d'eau sera fait à plus de 35 m hormis si une bande boisée ou enherbée de plus de 10 m est présente auquel cas l'épandage pourra se faire à 10 m. Les mêmes mesures ont été prises pour l'ensemble des masses d'eau.

3.2.4.2. 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.**

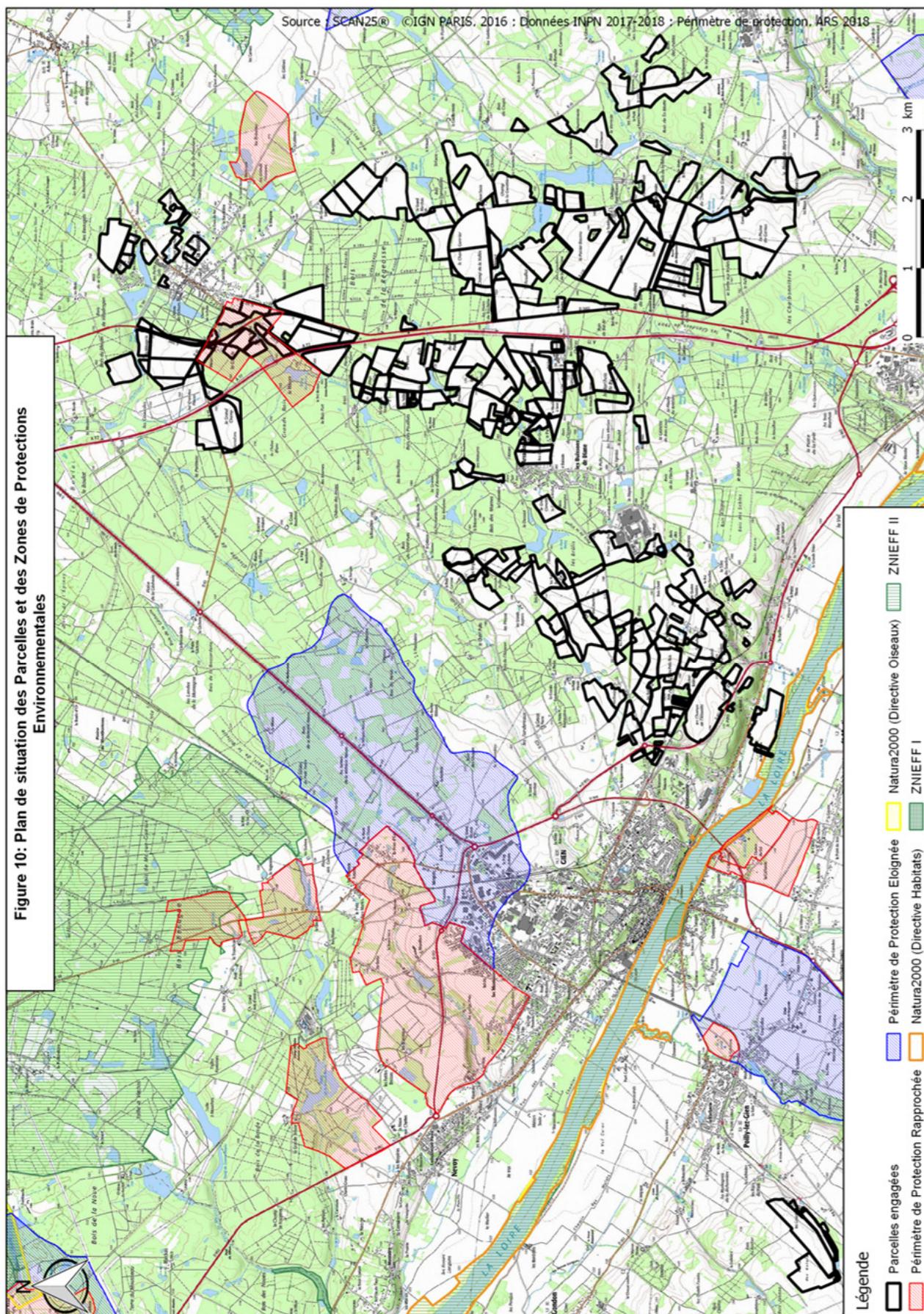
Cette protection est donc une obligation réglementaire et est applicable à toutes les eaux destinées à l'alimentation humaine. Ainsi, les captages AEP de la zone d'étude et de ses alentours sont dotés de périmètres de protection.

Sur les 5 communes concernées par l'implantation du projet et les parcelles d'épandage, toutes possèdent un captage ou des périmètres de protection de la ressource en eau. Ils sont répertoriés dans le tableau ci-dessous et cartographiés sur la figure 10 page suivante.

Tableau 8 : Recensement des captages destinés à l'alimentation en eau potable

Nom	commune	Code SISE	Code BSS	Etat	Ilots concernés
POILLY GABEREAU	POILLY-LEZ- GIENS	045000249	04321X0044	ACTIF	Aucun
GIEN ETANG MACHAU	GIEN	045001996	04006X0108		Aucun
GIEN LES GREFFIERS		045000154	04006X0093		Aucun
BRIARE LES VIGNES N°3	BRIARE	045000046	04323X0088		Aucun
BRIARE LES VIGNES N°2		045000045	04323X0056		Aucun
OUZOUE/T N°2 CHAMP DE LA PLANCHE	OUZOUE- SUR-TREZEE	045000235	04324X0012		Aucun
OUZOUE/T N°1 LE GRAND CLOS		045000234	04324X0009		Aucun
LA BUSSIERE LA CREUSE	LA BUSSIERE	045000055	04007X0071	ACTIF	Ilots n°7, 8, 9 de Jean DE CHASSEVAL Ilots n°3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 de EARL TERRES DU MESNIL
LA BUSSIERE LA MARTINIQUE		045003559	04007X0093		Aucun





Au sein de la zone d'étude, seul un PPC intercepte des parcelles d'épandages (10 îlots). Il s'agit du PPR du forage de LA BUSSIERE LA CREUSE.

Sur ces îlots, les activités suivantes sont entre autres réglementées (DUP du 11/07/1986) :

- l'épandage ou l'infiltration de lisiers et d'eaux usées d'origine domestique ou industrielle,
- le stockage du fumier, engrais organiques ou chimiques et de tous produits ou substances destinés à la fertilisation des sols.

Au sein de ce PPR, l'arrêté préfectoral permet l'épandage agricole. Les épandages de digestats restent donc possibles sur ces parcelles sous réserve qu'ils soient réalisés en conformité avec la réglementation en vigueur. Toutefois, afin de limiter au maximum les risques de transferts d'éléments vers les eaux souterraines, l'épandage du digestat solide sera privilégié sur ces parcelles. En outre, les épandages de digestats seront réalisés prioritairement :

- au printemps avant l'implantation de maïs, à une dose maximum de 20 t MB/ha,
- l'été dès la moisson (à partir de mi-juillet) et avant l'implantation de colza d'hiver semé suffisamment tôt, à une dose maximum de 20 t MB/ha.

3.3. ZONES DE PROTECTION ENVIRONNEMENTALES

3.3.1. Définition des zones de protection environnementales

3.3.1.1. 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.

3.3.1.2. 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.

3.3.2. Recensement des sites environnementaux

Tableau 9 : Recensement des sites environnementaux

Zone d'épandage concernée	Nom	Type	Code	Distance relative par rapport aux parcelles d'épandage les plus proches
Parcelles dans le triangle « Gien, Ouzouer-sur-Trézée, la Bussière »	LOIRE BERRICHONNE	ZNIEFF* DE TYPE II	240031328	Immédiat
	COTEAU CALCAIRE BOISE DE LA VALLEE DE LA LOIRE DE SAINT-MARTIN-D'OCRE A SAINT-FIRMIN-SUR-LOIRE		240030657	1,4km au sud
	COTEAU CALCAIRE BOISE DE LA VALLEE DE LA LOIRE DE SAINT-MARTIN-D'OCRE A SAINT-FIRMIN-SUR-LOIRE		240030657	1,5km au sud
	ETANG, BOCAGES ET BOISEMENTS DE L'EST DE LA PUISAYE DU LOIRET		240031677	2,5 km à l'est
	MASSIF FORESTIER D'ORLEANS		240003955	4 km à l'ouest
	VALLEE DE LA LOIRE DE TAVERS A BELLEVILLE-SUR-LOIRE		Site inscrit au titre de la directive « Habitats, faune, flore »	FR2400528
	ETANG DE LA PUISAYE	FR2400527		3 km à l'est
	PLAGE DE LA TURQUIE	ZNIEFF* DE TYPE I	240030765	2km au sud-ouest
	MARAIS DES HERVÉSIES		240031384	2,4 km au nord
	LES GRANDS MARAIS ET LE PETIT MARAIS		240030593	2,5 km au nord



Zone d'épandage concernée	Nom	Type	Code	Distance relative par rapport aux parcelles d'épandage les plus proches
Parcelles dans le triangle « Gien, Ouzouer-sur-Trézée, la Bussière »	BOIS ET PELOUSES DU GRAND PLESSIS	ZNIEFF* DE TYPE I	240003902	3,5 km au sud-est
	ETANGS DE LA VIEILLES GAZONNE		240031786	3,7 km à l'est
	ETANG DU BONDON		240003899	3,8 km à l'est
	ETANG DE LA GRANDE RUE		240007491	4,9 km à l'est
	ETANG DE LA MAUVINIÈRE ET DU ROSIER		240031679	5 km au nord-est
	VALLEE DE LA LOIRE DU LOIRET	Site inscrit au titre de la directive « oiseaux »	FR2410017	Immédiat (50m)
Poilly-lez-Gien	VALLEE DE L'AQUIAULINE	ZNIEFF* DE TYPE II	240003883	2,4 km à l'est
	SOLOGNE	Site inscrit au titre de la directive « Habitats, faune, flore »	FR2402001	2,5 km à l'est
	PRAIRIE DE FORT BOIS	ZNIEFF* DE TYPE I	240030787	1 km à l'est
	PRAIRIE ET AULNAIE-FRENAIE DES VALLEES ET DE LA COQUILLERE		240031194	2,4 km à l'ouest
	PRAIRIE ET AULNAIE MARECAGEUSE DE LA THIELLE		240031199	4,8 km au sud-ouest

*Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

Seule une ZNIEFF de type II intercepte une parcelle étudiée (îlot n°21 de l'EARL COPPOOLSE). Il s'agit de la « Loire berrichonne », n°240031328 située sur la commune de Gien.

La Loire berrichonne (on pourrait dire nivernaise ou bourguignonne) se caractérise par un lit mineur tressé avec de nombreuses îles et grèves. La forêt alluviale occupe une surface bien plus importante que dans les autres sections de la Loire moyenne.

Le cours grossièrement orienté Nord-Sud assure à la fois une fonction de corridor écologique et d'étape migratoire. C'est aussi un secteur important de reproduction de l'avifaune.

L'îlot n° n°21 de l'EARL COPPOOLSE ayant été défini comme inapte à l'épandage dans le cadre de cette étude, les épandages de digestats n'auront aucune incidence sur cette ZNIEFF.

Des parcelles se trouvent également à proximité de la Loire qui possède un site inscrit au titre de la directive oiseaux et qui est également un site inscrit au titre de la directive habitat, faune, flore. Ce zonage intercepte également l'îlot n° n°21 de l'EARL COPPOOLSE qui a été défini comme inapte à l'épandage dans le cadre de cette étude.



Il faut noter que si des épandages sont pratiqués sur les parcelles situées à proximité de cette zone Natura 2000, les distances réglementaires vis-à-vis des cours d'eau seront respectées. De ce fait, les milieux incriminés ne seront pas concernés. La protection ne concerne pas les parcelles agricoles mais bien les milieux sauvages liés à la Loire.

Les autres sites consistants ne sont pas concernés par les parcelles d'épandage car se situent à plus d'un km.

De nombreux étangs sont répertoriés dans un rayon de 5 km des parcelles d'épandage et possèdent un référencement en tant que ZNIEFF. Aucun des étangs cités dans la partie « hydrologie » n'est concerné par une ZNIEFF.

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.

3.4. 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 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 3).

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.

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 4.

Cette typologie permet de classer les sols selon leur sensibilité au lessivage comme mentionné dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : 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 différentes zones pédologiques : le Val de Loire et les bordures du Val et des vallons, les terrasses de la Loire, l'Orléanais et la Puisaye du Loiret. Nous retrouvons notre typologie simplifiée ci-dessous et en Annexe 4. La détermination des types de sols est issue de la carte des pédopaysages du Loiret au 1/250 000^{ème} (Référentiel Régional Pédologique, *Richer de Forges A. et Lehmann S. (2008).*), seule donnée pédologique disponible sur le secteur d'étude.

Cette échelle n'étant pas adaptée à celle de la parcelle, elle ne donne qu'un aperçu et une tendance générale de la typologie des sols concernés par l'étude. Les analyses granulométriques et leur localisation ainsi que les échanges avec les agriculteurs du projet ont apporté quelques précisions.

Val de Loire et vallées secondaires

UCS 3 (RRP 45) : Sols peu évolués, sableux à sablo-argileux et argileux, épais, non calcaires, cultivés, de la plaine alluviale de la Loire

V2 Sable des Montilles (présence possible de cailloux).

Sol à texture sableuse en surface, reposant sur une argile en profondeur.

Sensible au lessivage Leur aptitude à l'épandage est faible en automne et moyenne au printemps 1p

UCS 5 (RRP 45) : Complexe des sols des vallons affluents de la Loire

V6 Sols argileux.

Sol à texture argileuse ou argilo-sableuse dès la surface, reposant sur une argile lourde.

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

UCS 6 (RRP 45) : Complexe des sols de la vallée du Loing et de ses vallons affluents

V5 Sols sablo-argileux.

Sol à texture sablo-argileuse dès la surface, reposant sur une argile lourde.

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



Sologne et Terrasses

UCS 16 (RRP 45) : Sols sableux ou sablo-limoneux, épais, hydromorphes, non calcaires, des très hautes terrasses du Quaternaire ancien

S2 (a,b,c ou d) Sols sableux ou sablo-limoneux, hydromorphes, caillouteux, reposant sur une argile ou argile sableuse à profondeur variable :

S2b sable sur argile à 45 cm

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

Orléanais

UCS 24 (RRP 45) : Sols sableux, épais, hydromorphes, acides, cultivés, de l'Orléanais

O3 (a,b,c ou d) Sols sablo-limoneux ou sableux, hydromorphes, sur argile sableuse.

Sol à texture sableuse ou sablo-limoneuse en surface reposant sur une argile sableuse ou argile lourde à profondeur variable :

O3b sable sur argile à 45 cm

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

O3c sable sur argile à 60 cm

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

Puisaye

UCS 87 : Sols hydromorphes, non calcaires, des plateaux de Gien

P2 Limons battants, hydromorphes.

Sol à texture limoneuse en surface (peu ou pas caillouteuse), s'enrichissant en argile en profondeur.

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

UCS 88 : Sols non calcaires, des buttes des Bézards et des Barres

UCS 85 : Complexe des sols d'Escrignelles à Ouzouer-sur-Trézée

P3 Sols bruns sur argile à silex, limons caillouteux.

Sol à texture limoneuse en surface, forte charge en silex, reposant sur l'argile à silex en profondeur.

Moyennement caillouteux Moyennement sensible au lessivage. Leur aptitude à l'épandage est moyenne en automne et bonne au printemps. 2 p

UCS 85 : Complexe des sols d'Escrignelles à Ouzouer-sur-Trézée

P9 Sols sableux ou sablo-limoneux sur argile, hydromorphes.

Sol à texture sableuse ou sablo-limoneuse reposant sur une argile lourde à profondeur variable :

P9a Sable sur argile à 25 cm

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



5. APTITUDES A L'EPANDAGE

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'EPANDAGE

Grâce à la typologie des sols et de leur aptitude à l'épandage, il a été possible de déterminer les surfaces représentées par chacun des types de sols et de ressortir la part que représente chacun d'entre eux.

Tableau 11 : Aptitudes des UCS (RRP) à l'épandage

UCS	Aptitude à l'épandage	sur la surface totale	
		(ha)	(%)
3	1	26,4	1,3
5	3	43,85	2,1
6	3	2,74	0,1
16	1	772,79	37,4
24	1	738,04	35,7
85	2	140,94	6,8
87	3	328,14	15,9
88	2	14,96	0,7

Tableau 12 : Aptitudes des sols à l'épandage

Sols	Aptitude à l'épandage	sur la surface totale	
		(ha)	(%)
V2, S2b, O3b, O3c,	1	1537,24	74,3
S2a, P3, O3a, P9a	2	155,90	7,5
V5, V6, P2	3	155,90	18,2

Tableau 13 : Echelle d'aptitude à l'épandage

Sensibilité au lessivage	Aptitude à l'épandage	Part sur la surface totale
Peu sensible 3	Bonne	18,12 %
Moyennement sensible 2	Moyenne en automne hiver	7,5 %
	Bonne au printemps	
Sensible 1	Faible en automne hiver	74,3 %
	Bonne au printemps	

Les sols sont en majorité (74,3 %) sensibles au lessivage à l'automne. L'aptitude des sols nécessite une attention particulière pour limiter le lessivage. Des mesures comme la limitation des tonnages à l'hectare, le choix des cultures réceptrices ou encore le choix du bon matériel d'épandage iront dans le sens d'une bonne maîtrise des épandages et limiteront considérablement les risques malgré la présence de sols plus ou moins sensibles. Les sols sablo-limoneux, malgré leur sensibilité au lessivage, ont l'avantage d'avoir une bonne portance au printemps et donc de permettre des épandages au plus près des besoins de la majorité des cultures.



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 des zones homogènes qui n'excéderont pas 100 hectares épandables (en moyenne une analyse a été réalisée pour 93 ha épandables).

Il a donc été réalisé au total 20 analyses, celles-ci ayant été réalisées 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 Annexe 5 et résumées ci-dessous). Une attention particulière devra être portée sur les pH dans les sols sablo-limoneux ayant tendance à s'acidifier naturellement.

Les coordonnées des points de prélèvement sont les suivantes :

Tableau 14 : Points de prélèvement des analyses de sols

Exploitation	Ilôt
DE CHASSEVAL Geneviève	PT 5 - ILOT 2
DE CHASSEVAL Jean	PT 6 - ILOT 1
FRISSARD Clarisse	PT 16 - ILOT 5
EARL COPPOOLSE	PT 1 - ILOT 22
EARL COPPOOLSE	PT 8 - ILOT 1
EARL De Garnus	PT 12 - ILOT 5
EARL Des Rois	PT 2 - ILOT 45
EARL Des Rois	PT 4 - ILOT 2
EARL Des Rois	PT 19 - ILOT 39
EARL Les Terres Du Mesnil	PT 7 - ILOT 2
EARL Les Terres Du Mesnil	PT 10 - ILOT 10
EARL ROUSSEAU GIRARD	PT 17 - ILOT 39
EARL ROUSSEAU GIRARD	PT 18 - ILOT 6
EARL ROUSSEAU GIRARD	PT 20 - ILOT 19
SCEA De La Tortillerie	PT 9 - ILOT 36
SCEA De La Tortillerie	PT 11 - ILOT 46
SCEA De La Tortillerie	PT 14 - ILOT 18



SCEA De La Tortillerie	PT 15 - ILOT 14
SCEA De Pontchevron	PT 3 - ILOT 6
SCEA FRISSARD	PT 13 - ILOT 23

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

5.3.1. La granulométrie

Tableau 15 : Texture générale des sols des parcelles d'épandage (granulométrie)

	Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
Mini	6,3	7,3	3,6	6,5	17,2
Médiane	10,0	18,1	12,0	10,0	49,6
Maxi	21,2	30,1	25,7	25,2	66,0

La texture de surface des parcelles est majoritairement sablo-limoneuse, la médiane étant de 10% d'argile, 30% de limons, et 60% de sables.

On observe également :

- des parcelles dont la texture de surface est un peu plus riche en argile (texture limono-argilo-sableuse ; 17% à 21% d'argile),
- des parcelles dont la texture de surface est franchement sableuse (>70% de sables).

Globalement, les sols du périmètre d'étude sont légers, séchants, filtrants, et sensibles à l'acidification.

5.3.2. Le pH

Tableau 16 : pH général des sols des parcelles d'épandage

	pH(eau)	Calcaire total (g/kg)
Mini	6,03	0
Médiane	6,61	0
Maxi	7,11	0

Le profil sablo-limoneux des sols conduit à une acidification nécessitant des entretiens par des apports réguliers de chaux afin de conserver une bonne fertilité des sols. Ceci se confirme par l'absence de calcaire dans ces sols. Les pH sont majoritairement neutres à peu acides ; l'objectif étant d'avoir des pH supérieurs à 6,0 afin que les cultures puissent capter convenablement les éléments nutritifs apportés. Dans le cas présent, 2 parcelles présentent des pH faibles nécessitant un redressement par l'apport de chaux avant de procéder à des épandages (îlot n°2 de DE CHASSEVAL Geneviève et îlot n°23 de SCEA FRISSARD).

Un suivi régulier des teneurs des sols devra être réalisé afin d'empêcher les apports de digestat sur des parcelles à trop faible pH. Pour un bon développement des plantes, les exploitants ont tout intérêt à suivre ces teneurs afin de limiter les carences.



5.3.3. La Matière Organique

Tableau 17 : 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	0,52	5,1	10,4	9,3
Médiane	1,00	9,6	19,9	10,2
Maxi	1,38	13,7	27,6	11,3

Les sols sablo-limoneux sont généralement pauvres en MO. Le plan d'épandage présente ici des teneurs moyennes relativement faibles en MO.

5.3.4. Eléments majeurs

Tableau 18 : Eléments majeurs dans les sols des parcelles d'épandage

En mg/kg	Phosphore Olsen	Potassium échangeable	Calcium échangeable	Magnésium échangeable
Mini	13	50	651	27
Médiane	69	111	1497	91
Maxi	136	199	2831	257

Pour le phosphore Olsen dans les sols sablo-limoneux :

- des teneurs inférieures à 50 mg/kg sont considérées comme faibles,
- des teneurs comprises entre 50 mg/kg et 70 mg/kg sont considérées comme normales,
- des teneurs supérieures à 70 mg/kg sont considérées comme fortes.

Sur les 20 parcelles analysées, 9 ont des teneurs élevées et 7 à l'inverse sont faibles à très faibles pouvant conduire à des carences.

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 sablo-limoneux, les teneurs recommandées se situent entre 80 et 140 mg/kg. Les parcelles analysées présentent majoritairement des teneurs faibles (6 analyses) à satisfaisantes (12 analyses) en potasse.

Les sols sont plutôt bien pourvus en magnésie. 3 parcelles présentent des teneurs faibles. Pour les sols sablo-limoneux, les teneurs recherchées sont entre 40 et 80 mg/kg.

5.4. DISTANCES ET CONDITIONS D'ÉPANDAGE

Les risques de lessivage ne sont pas fonction que du sol. Ils dépendent également des produits épandus, de la culture et de la pluie hivernale.

C'est pourquoi la réglementation fixe des périodes d'épandage en fonction du type de produit. Dans le cas présent, les effluents épandus seront sous forme de digestat solide et liquide.



Les distances minimales, avec d'une part les parcelles d'épandage et d'autre part toutes habitations occupées par des tiers ou tout local habituellement occupé par des tiers, les stades ou terrains de camping agréés, à l'exception de camping à la ferme, sont fixées conformément à l'arrêté du 12 août 2010.

Tableau 19 : Distances et délais minimaux de réalisation des épandages

Nature des activités à protéger	Distance minimale	Domaine d'application
Puits, forage, sources	50 m	
Cours d'eau et plan d'eau	10 m des berges 35 m des berges	Bande enherbée ou boisée 10m Cas général
Lieux de baignade.	200 m	-
Sites d'aquaculture (pisciculture et zones conchylicoles)	500 m	-
Habitations ou local occupé par des tiers, zones de loisirs et établissement recevant du public.	15 m 50 m	Enfouissement direct Cas général

L'arrêté du 12 août 2010 est joint en Annexe 1.

Les nuisances olfactives seront largement atténuées grâce au phénomène de digestion anaérobie, les épandages pourront donc avoir lieu à 50 m des habitations. Une distance de 35 m sera respectée vis à vis des cours d'eau. Comme inscrit dans le sixième programme de la directive Nitrates, cette distance de 35 m pourra être réduite à 10 m en présence d'une bande enherbée ou boisée d'au moins 10 m entre le champ et le cours d'eau. Il s'agit ici des principales exclusions. Aucun lieu de baignade ou site d'aquaculture n'est présent au sein du périmètre d'épandage.

Sur les 1 989,40 ha de SAU inscrits dans le plan d'épandage, seulement 1 843,35 ha sont épandables. La différence s'explique par les exclusions vis à vis de cours d'eau et d'habitations ainsi que par l'exclusion des petites parcelles souvent en gel fixe. Les contraintes ont été identifiées à partir des cartes IGN (Scan 25 et BD Ortho), à l'aide des rencontres avec les agriculteurs et avec de la prospection de terrain pour partie. La cartographie des parcelles par exploitation ainsi que le tableau récapitulatif des surfaces épandables par îlot sont présents au sein de l'annexe 6.

L'épandage est en plus interdit :

- pendant les périodes de forte pluviosité,
- sur les sols inondés ou détrempés,
- pendant les périodes où le sol est gelé ou abondamment enneigé,
- sur les sols non utilisés en vue d'une production agricole.

La zone d'étude est au sein de la zone vulnérable pour la Directive Nitrates, les dates d'épandages sont donc réglementées.

5.5. MODALITES DE STOCKAGE ET MATERIEL D'ÉPANDAGE

5.5.1. Stockage du digestat liquide

Le stockage du digestat liquide, après séparation de phase, sera assuré par une lagune de 17 000 m³ et par une cuve de stockage de 5 231 m³ sur le site de production.

Ces 22 231 m³ permettront le stockage du digestat liquide en dehors des périodes d'interdiction d'épandage. Il y aura plus de 6 mois d'autonomie de stockage du digestat liquide prévu au total sur le site de production.



5.5.2. Stockage du digestat solide

Le stockage du digestat solide se fera via une plate-forme bétonnée de 1 260 m² au niveau du site de production et via de la mise en dépôt temporaire sur les parcelles.

L'arrêté du 12/08/2010 relatif aux unités de méthanisation soumises à enregistrement mentionne que «*les ouvrages de stockage du digestat [...] 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, sauf si l'exploitant ou un prestataire dispose de capacités de stockage sur un autre site et qu'il est en mesure d'en justifier en permanence la disponibilité.* »

En outre, «*la période de stockage prise en compte ne peut pas être inférieure à quatre mois.*»

La directive Nitrates limite les périodes d'épandage. La plus longue période s'étend du 15 novembre au 15 janvier sachant que certains agriculteurs disposent de prairies ; et sinon du 1er octobre au 31 janvier hors prairies soit 4 mois. Ici la capacité de stockage sera supérieure.

5.5.3. Épandage du digestat liquide

Compte tenu de la rapidité de la disponibilité en azote pour les plantes, il sera prévu l'épandage du digestat liquide avec des équipements rampe et pendillards ou enfouisseurs à disques, pneus basses pressions, afin de permettre une bonne répartition du produit, une limitation de la volatilisation et réduire l'impact du tassement du sol. Ces épandages seront réalisés par l'exploitant ou un prestataire de service. L'exploitant envisage d'avoir des poches de stockage en délocalisé afin d'acheminer le digestat liquide au plus proche des parcelles et permettre une plus grande réactivité pour l'épandage.



Figure 11 : Pendillards

5.5.4. Épandage du digestat solide

Le produit solide sera homogène et d'une consistance friable facilitant les épandages.

L'épandage de solide se fera dans l'idéal avec un épandeur muni d'une table d'épandage et d'un débit proportionnel avancement. Ceci permet, de par la nature du produit de composition assez

fine, d'épandre de façon homogène sur toute la parcelle, contrairement à des fumiers pailleux beaucoup plus difficiles à épandre.



Figure 12 : Épandeur à table

Ces épandages seront réalisés par les agriculteurs eux-mêmes ou par une entreprise.

6. ASSOLEMENTS PRATIQUES

Sur le secteur d'étude, les cultures majoritaires sont le maïs, le blé, l'orge et les prairies. Cependant une diversité importante de cultures y est présente. Il n'y aura pas d'épandages avant légumineuses (soja, féverole,...). L'assolement moyen sur les 1 989,4 ha de SAU est le suivant :

Tableau 20 : Assolement sur 4 exploitations

Culture	Surface en ha	Part sur la surface totale
Maïs grain	631,1	31,7
Blé tendre	408,6	20,5
Orge de printemps	171,7	8,6
Prairie	161,8	8,1
Orge d'hiver	148,9	7,5
Colza	82,0	4,1
Sorgho	76,1	3,8
Soja	51,1	2,6
Millet / Moha / Sarrasin	48,0	2,4
Tournesol	33,0	1,7
Betterave rouge	29,0	1,5
Féverole	25,0	1,3
Pomme de terre	21,0	1,1
Gel + AU	102,1	5,1
CIVE	805,0	40,5
Total hors CIVE	1 989,4	100,0
Total	2 794,4	140,5

L'assolement n'est pas fixe dans le temps et varie selon les exploitations. Environ 13 % des cultures sont pérennes, 32 % sont des cultures d'automne et 55 % des cultures de printemps. La forte proportion de cultures pérennes et de printemps permet d'avoir de nombreux créneaux dans l'année pour épandre le digestat. L'introduction de CIVE d'hiver dans les assolements pourra également permettre de disposer d'une souplesse supplémentaire pour la bonne gestion de l'épandage des digestats.

7. 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-NH4 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.

7.1. 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, pomme de terre, millet, moha...),
- l'été dès la moisson (à partir de mi-juillet) et avant l'implantation de colza d'hiver semé suffisamment tôt,
- sur des prairies de plus de 6 mois.

Des épandages pourront également intervenir à doses raisonnables en fin d'été avant l'implantation de CIVE, voire également en sortie hiver sur les cultures en place de céréales à paille d'hiver (blé, orge, triticale,...) sur les sols suffisamment portants, sous réserve que leur ressuyage soit suffisant. 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 hiver sur prairies voire également lorsque possible sur céréales à paille d'hiver en place, 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 prairies et 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 noter que l'exploitant envisage d'investir dans un système d'épandage type rampe avec pendillards permettant de passer dans les passages de roues et donc de bénéficier de créneaux plus importants au printemps.

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 en prairie, un apport au mois de février peut être envisagé pour la 1^{ère} coupe et ensuite un 2^{ème} apport (mai-juin) juste après cette dernière pour favoriser une 2^{ème} période de pousse de l'herbe (et une 2^{ème} récolte).



Tableau 21 : calendrier d'épandage

		juil	août	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin
Cultures d'automne autre que colza	Effluent type II		A										
	Choix plan d'épandage		A										
Colza implanté en automne	Effluent type II		B										
	Choix plan d'épandage		B										
CIPAN ou dérobée puis cultures de printemps	Effluent type II		C										
	Choix plan d'épandage		C										
Cultures de printemps sans CIPAN et sans dérobée	Effluent type II												
	Choix plan d'épandage												
Prairies > 6 mois	Effluent type II		B										
	Choix plan d'épandage		B										
période autorisée													
période interdite													
sur dérogation													
A	N-NH4 < 60 kg/ha												
B	N-NH4 < 70 kg/ha												
C	N-NH4 < 50 kg/ha et autorisé de 14 j avant le semis de la CIPAN ou dérobée à 21 j avant sa destruction ou récolte												



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.

7.2. 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 22 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat solide

Culture	CIPAN/Dérobées		Blé		Colza/Prairie	
	DR	DC	DR	DC	DR	DC
Tonnage/ha	32	15,0	38	12	45	25
N total en kg/ha	165	78	198	63	235	130
N efficace en kg/ha	50	23	59	19	70	39
P2O5 total en kg/ha	64	30	56	24	90	50
P2O5 disponible en kg/ha	61	29	53	23	86	48
K2O total en kg/ha	105	49	124	39	147	82

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 ou sur prairie qui offrent une capacité d'absorption largement supérieure au blé à cette période.

Tableau 23 : Doses réglementaires et doses conseillées à l'automne pour le digestat liquide

Culture	CIPAN/Dérobées		Blé		Colza/Prairie	
	DR	DC	DR	DC	DR	DC
Tonnage/ha	17,5	12,0	21	10	24,5	20
N total en kg/ha	71	49	85	40	99	81
N efficace en kg/ha	50	34	59	28	69	57
P2O5 total en kg/ha	33	23	40	19	46	38
P2O5 disponible en kg/ha	31	22	38	18	44	36
K2O total en kg/ha	57	39	69	33	80	65

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 en annexe 5 un coefficient d'équivalence engrais de 30 % pour le digestat solide et de 70 % pour le digestat liquide (voir Annexe 7). 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%.

Les apports sont à comparer avec les besoins des plantes évalués par leurs exportations. Le tableau ci-dessous présente les exportations des principales cultures pratiquées, en éléments minéraux à travers la récolte de grains ou de foin.



Tableau 24 : Exportation des cultures

Cultures	Rendements	Exportation d'azote en kg/ha	Exportation de P2O5 en kg/ha	Exportation de K2O en kg/ha
Maïs grain	102 qx/ha	122	61	56
Blé tendre	63 qx/ha	113	41	31
Orge de printemps	54 qx/ha	81	35	30
Prairie	6 t MS/ha	150	34	159
Orge d'hiver	56 qx/ha	84	36	31
Colza	30 qx/ha	86	37	25
Sorgho	38 qx/ha	58	27	13
Soja	43 qx/ha	0	43	68
Millet / Moha / Sarrasin	16 qx/ha	24	10	9
Tournesol	29 qx/ha	69	35	30
Betterave rouge	50 t/ha	55	25	90
Féverole	30 qx/ha	114	36	39
Pomme de terre	40 t/ha	136	38	156
CIVE	24 t/ha	88	17	109

Les besoins de la plante pour la fertilisation doivent également prendre en compte les besoins pour les dégradations des pailles. En comparant ce tableau avec les tableaux ci-dessus sur les doses d'apport, nous notons que les apports d'azote efficace sont inférieurs aux exportations par les grains. Ceci montre bien que les apports d'azote liés au digestat ne répondront qu'à une partie des besoins des cultures. Pour les apports de P₂O₅ et K₂O, il est possible de raisonner la fertilisation sur l'ensemble de la rotation sachant que ces éléments sont peu sensibles au lessivage.

➤ **Epanchages 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 sablo-limoneux et offrent la possibilité d'épandre au printemps grâce à une portance suffisante. Les épandages seront privilégiés à cette période. 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 fumier de bovins, le digestat présente des teneurs en azote ammoniacal relativement élevées qui justifient de positionner les épandages au plus près des besoins des cultures.



Tableau 25 : Doses conseillées au printemps pour le digestat solide

Culture	Betterave / Maïs	Prairie
Doses	DC	DC
Tonnage/ha	25	25
N total en kg/ha	130	130
N efficace en kg/ha	39	39
P2O5 total en kg/ha	50	50
P2O5 disponible en kg/ha	48	48
K2O total en kg/ha	82	82

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 26 : Doses conseillées au printemps pour le digestat liquide

Culture	Betterave / Maïs	Blé	Prairie
Doses	DC	DC	DC
Tonnage/ha	25	20	25
N total en kg/ha	101	81	101
N efficace en kg/ha	71	57	71
P2O5 total en kg/ha	47	38	47
P2O5 disponible en kg/ha	45	36	45
K2O total en kg/ha	82	65	82

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 (49,7 tonnes) en azote efficace à l'année n, on peut considérer une économie de 34,8 tonnes d'azote chimique pour l'année, soit une équivalence de 104 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 8.

Concernant les engrais de fond (P₂O₅ et K₂O), les apports de digestat solide couvriront les besoins de la culture. Les apports de digestat liquide à l'automne pourront nécessiter un complément d'engrais chimique notamment en P₂O₅ 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 dans un secteur où les sols en sont peu pourvus.

Au total, sur les 1 849 ha épandables inscrits dans le plan d'épandage, il est prévu d'épandre chaque année le digestat et les boues de Seine Aval « Achères » sur 998ha. 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 2 ans.

Les épandages seront réalisés en priorité sur la totalité des surfaces en colza, prairie, avant l'implantation des cultures de printemps et sur blé au printemps. Le restant des épandages sera réalisé avant CIPAN/dérobées voire en dernier recours avant céréales. Pour les boues, le délai de retour sur une même parcelle sera de 5 à 10 ans.

En reprenant les bilans de chacune des exploitations, nous notons que les apports de minéraux liés au digestat seront au maximum de 63 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 (113,7 t d'N, 47,9 t de P₂O₅ et 80,2 t de K₂O) sur le total des SAU inscrites dans le plan d'épandage (soit 1 989 ha), les apports s'élèveront seulement à 57 kg d'N, 24 kg de P₂O₅ et 40 kg de K₂O par hectare de SAU.

8. AUTRES APPORTS ORGANIQUES

L'EARL COPPOOLSE dispose d'un élevage de volaille. Les fientes normées produites par cet atelier sont actuellement stockées sur une plate-forme. A partir de la mise en service du méthaniseur, cette exploitation commercialisera la totalité des fientes normées qu'elle produit. Ce produit ne sera pas épandu sur les parcelles mises à disposition de la SAS les 3 Dômes pour l'épandage du digestat.

Plusieurs exploitations reçoivent des boues de la station d'épuration de Seine Aval « Achères » dans le cadre d'un plan d'épandage autorisé : EARL De Garnus, EARL Des Rois, EARL Les Terres Du Mesnil, et SCEA De La Tortillerie. Chaque année, en cas d'épandage de boues, les exploitations concernées établiront un bilan prévisionnel en phosphore pour vérifier que le total des apports organiques reste inférieur aux exportations. De surcroît, sur les parcelles réceptrices de boues, une attention particulière sera portée à la modulation des doses d'épandage par rapport au phosphore (paramètre limitant de la dose d'apport des boues).



9. 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 (digestats et boues de STEU), et les compare aux exportations. Ces chiffres sont repris dans l'annexe 8 qui elle-même reprend les bilans de chaque exploitation (Tableau 27).

Tableau 27 : Apports azotés, phosphorés, potassiques

	Apport Total/ha SPE			Exportations/ha SPE			Rapport apport export			
	Kg de N/ha	Kg de P2O5/ha	Kg de K2O/ha	Kg de N/ha	Kg de P2O5/ha	Kg de K2O/ha	N	P2O5	P2O5 dispo	K2O
Mini	60	25	42	116	42	80	39%	45%	43%	31%
Moyenne	64	31	45	146	52	105	44%	63%	60%	43%
Maxi	67	48	47	160	60	135	57%	100%	95%	55%

En moyenne les apports organiques équilibreront à hauteur de 44% les exportations en azote et à 63% ceux en phosphore. Des apports en éléments minéraux complémentaires seront donc nécessaires pour satisfaire les besoins des cultures en 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, ce qui pourrait être utile pour certains d'entre eux en fonction des teneurs du sol. Les apports de boues de Seine Aval « Achères » seront modulés en fonction :

- de la quantité de digestat produite et à valoriser sur les terres des exploitations,
- des teneurs intrinsèques des sols des parcelles destinées à les recevoir,
- des exportations en phosphore des cultures prévues à l'échelle de la rotation culturale.

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 faibles à 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 la plante 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 feuillettes 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.

10. SUIVI DES EPANDAGES ET ENREGISTREMENT

Chaque année, un programme prévisionnel annuel d'épandage sera établi au plus tard un mois avant le début des opérations concernées. Ce programme comprendra (annexe I-e de l'arrêté du 12/08/2010) :

- la liste des parcelles concernées par la campagne ainsi que la caractérisation des systèmes de culture (cultures implantées avant et après l'épandage, période d'interculture) sur ces parcelles,
- une caractérisation des différents types de digestats (liquides, pâteux et solides) et des différents lots à épandre (quantités prévisionnelles, rythme de production ainsi qu'au moins les teneurs en azote global et azote minéral et minéralisable disponible pour la culture à fertiliser, mesurées et déterminées sur la base d'analyses datant de moins d'un an),
- les préconisations spécifiques d'apport des digestats (calendrier et doses d'épandage...),
- l'identification des personnes morales ou physiques intervenant dans la réalisation de l'épandage.

Un cahier d'épandage sera tenu à la disposition de l'inspection des installations classées pendant une durée de dix ans. Il comportera pour chacune des parcelles (ou îlots) réceptrices épandues (annexe I-g de l'arrêté du 12/08/2010) :

- les surfaces effectivement épandues,
- les références parcellaires,
- les dates d'épandage et le contexte météorologique correspondant,
- la nature des cultures,
- les volumes et la nature de toutes les matières épandues,
- les quantités d'azote global épandues toutes origines confondues,
- l'identification des personnes morales ou physiques chargées des opérations d'épandage,
- l'ensemble des résultats d'analyses pratiquées sur les sols et les matières épandues avec les dates de prélèvements et de mesures et leur localisation.

Ce cahier d'épandage sera renseigné de manière inaltérable à la fin de chacune des journées au cours desquelles des épandages seront effectués.



Lorsque les digestats sont épandus sur des parcelles mises à disposition par un prêteur de terres, un bordereau cosigné par l'exploitant et le prêteur de terre sera référencé et joint au cahier d'épandage. Ce bordereau sera établi au plus tard à la fin du chantier d'épandage et au moins une fois par semaine. Il comportera l'identification des parcelles réceptrices, les volumes et les quantités d'azote global épandues.

Les zones d'exclusion seront respectées lors de l'épandage. Les cartes d'aptitudes seront fournies à la personne en charge de l'épandage. Il sera rappelé aux conducteurs les distances d'exclusion vis à vis des tiers, forages, cours d'eau....

Chaque agriculteur conformément à la directive Nitrates doit réaliser un plan de fertilisation azoté prévisionnel qui intègre tous les apports azotés que ce soit les engrais chimique ou divers produits organiques. Le cahier d'épandage est aussi obligatoire.

La directive Nitrates impose aussi la réalisation d'un reliquat azoté par exploitation et soit l'ajout d'une deuxième analyse soit une estimation à l'aide d'un logiciel. L'apport d'effluents organiques en période dérogatoire (à partir du 1^{er} juillet) nécessite la réalisation d'un reliquat par îlot cultural ou ensemble d'îlots culturaux identiques (même sol, même succession de cultures, même fertilisation). Ici, les épandages seront réalisés seulement pour partie en période dérogatoire ; les épandages de printemps étant privilégiés. Pour les surfaces en colza, ce reliquat pourra être remplacé par une pesée de biomasse ou l'utilisation de la réglette.

Pour chaque ajout ou rejet de parcelles dans le plan d'épandage, un avenant sera réalisé. Ce dernier sera transmis à l'inspecteur des ICPE en charge du dossier et avant les premiers épandages s'il s'agit d'ajout de parcelles. Une analyse de terre au regard des paramètres définis à l'annexe II (à l'exception de la granulométrie) sera réalisée dans l'année qui suit l'ultime épandage sur chaque parcelle exclue du périmètre d'épandage. Cette modification du périmètre d'épandage sera portée à la connaissance du préfet.

Toute admission de déchets ou de matières par le méthaniseur donnera lieu à un enregistrement (art. 29.1 de l'arrêté du 12/08/2010):

- de leur désignation,
- de la date de réception,
- du tonnage ou, en cas de livraison par canalisation, du volume,
- du nom et de l'adresse de l'expéditeur initial,
- le cas échéant, de la date et du motif de refus de prise en charge, complétés de la mention de destination prévue des déchets et matières refusés.

L'exploitant sera en mesure de justifier de la masse (ou du volume, pour les matières liquides) des matières reçues lors de chaque réception, sur la base d'une pesée effectuée lors de la réception ou des informations et estimations communiquées par le producteur de ces matières ou d'une évaluation effectuée selon une méthode spécifiée.

Les registres d'admission des déchets seront conservés par l'exploitant pendant une durée minimale de trois ans. Ils seront tenus à la disposition des services en charge du contrôle des installations classées.

L'exploitant établira un bilan annuel de la production de déchets et de digestats et tiendra en outre à jour un registre de sortie mentionnant la destination des digestats (art. 29.1 de l'arrêté du 12/08/2010): mise sur le marché conformément aux articles L. 255-1 à L. 255-11 du code rural, épandage, traitement (compostage, séchage...) ou élimination (enfouissement, incinération, épuration...) et en précisant les coordonnées du destinataire.



Ce registre de sortie sera archivé pendant une durée minimale de dix ans et tenu à la disposition des services en charge du contrôle des installations classées et, le cas échéant, des autorités de contrôle chargées des articles L. 255-1 à L. 255-11 du code rural.

Le cahier d'épandage pourra, le cas échéant, tenir lieu de registre de sortie des digestats.

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

11.1. TRAFIC ROUTIER

La création de l'unité va nécessiter un trafic de camions et engins agricoles pour acheminer les digestats jusqu'aux parcelles d'épandage. Comme tout trafic routier, ce transport de digestats peut entraîner des collisions pouvant elles-mêmes entraîner des blessures corporelles. La situation des parcelles d'épandage vis à vis de l'unité permet cependant de limiter le trafic sur les grands axes ou alors simplement leur traversée. La quasi-totalité des îlots épandables se trouvent dans un rayon de 7 km autour de l'unité. Seuls 2 îlots se situent au sud-ouest de la commune de Poilly-lez-Gien, à 12 km au sud-ouest du projet. Ils sont les seuls à nécessiter la traversée de la Loire.

Le transport sera assuré par l'exploitant avec des camions ou des tracteurs-bennes. On peut estimer le trafic à 580 véhicules de 30 m³ par an avec une densité de 0,7 pour le digestat solide et à 410 véhicules pour le digestat liquide (densité de 1). Les véhicules s'éparpillent dans toutes les directions autour du site qui constitue un point central. Ce trafic sera réparti tout au long de l'année, soit environ 3 véhicules par jour en moyenne.

Afin de limiter encore l'impact routier, l'exploitant envisage d'établir un réseau de canalisation pouvant desservir ses parcelles afin de limiter le transport et augmenter les débits de chantier à l'épandage pour être au plus près des besoins des cultures. Ce système par canalisation peut limiter le trafic d'environ la moitié. Des stockages seront également prévus proches de certains groupes d'îlots afin de pouvoir acheminer du digestat liquide en dehors des périodes d'épandage et diluer encore plus les transports sur l'année.

Des risques de déversements accidentels peuvent avoir lieu lors du transport si le chargement est trop important. Ces déversements ponctuels pouvant tomber sur la route n'entraîneront pas de pollutions du fait de leur très faible volume mais seront limités autant que possible.

Les risques de déversements peuvent également survenir lors d'un accident de la route ou un déversement de l'ensemble du chargement. Mais même dans ce cas la pollution serait mineure de par le volume transporté dans chaque benne.

En cas d'accident avec du digestat solide, hors zone inondée, les risques de pollutions sont très faibles puisque le digestat pourra être rechargé en totalité dans une autre benne. Dans la mesure du possible, un pompage pourra être envisagé si cela se produit avec du digestat liquide.

Pour le réseau de canalisation, une surveillance accrue devra être réalisée pour éviter tout déversement dans le milieu naturel. Des moyens de surveillance devront être installés pour prévenir tout risque de pollution.

Un clapet anti-retour sera présent ainsi que des dispositifs de suivi de pression avec alerte pour identifier des risques de rupture de canalisation.



11.2. INCIDENCES SUR LA RESSOURCE EN EAU

11.2.1. 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 en vers 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.

Un PPC (forage de LA BUSSIERE LA CREUSE) intercepte 10 parcelles d'épandages. Au sein de ce PPR, l'arrêté préfectoral permet l'épandage agricole sous réserve qu'ils soient réalisés en conformité avec la réglementation en vigueur, ce qui sera le cas des épandages de la SAS Les 3 Dômes. Toutefois, afin de limiter au maximum les risques de transferts d'éléments vers les eaux souterraines, l'épandage du digestat solide sera privilégié sur ces parcelles et les épandages seront réalisés prioritairement :

- juste avant l'implantation de cultures de printemps, à une dose maximum de 20 t MB/ha,
- l'été dès la moisson (à partir de mi-juillet) et avant l'implantation de colza d'hiver semé suffisamment tôt, à une dose maximum de 20 t MB/ha.

11.2.2. Eaux superficielles

Au même titre que la ressource en eaux souterraines, l'impact des épandages sur les eaux superficielles pourra être considéré comme négligeable. En effet, 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.

Ainsi, les surfaces potentiellement épandables situées dans une bande de 35 mètres de part et d'autre des cours d'eau de la zone d'étude ont été exclues du plan d'épandage. Cela limite considérablement la dégradation de la qualité des cours d'eau adjacents. 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.

11.3. INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT NATUREL

11.3.1. Natura 2000



Les surfaces potentiellement épandables de ce plan d'épandage sont situées en dehors de toute zone Natura 2000. L'épandage des digestats n'aura donc aucune incidence sur les zones Natura 2000.

11.3.2. 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. L'épandage des digestats n'aura donc aucune incidence sur les zones naturelles.

11.4. LES RISQUES LIES AUX APPORTS DE MINERAUX

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.

11.4.1. 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^+), fugace dans les sols car elle se transforme rapidement en azote nitrique (NO_3), qui 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 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).

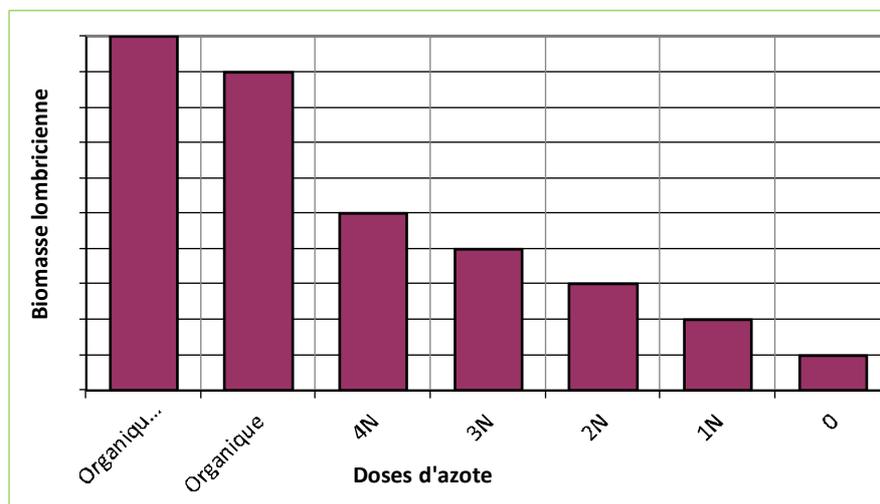


Figure 13 : Effets de la fertilisation sur le vers de terre

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

L'apport azoté d'origine organique variera entre 45 et 63 kg N/ha SAU/an selon les exploitations, c'est à dire une valeur très inférieure à celle prévue dans la Directive Nitrates (170 kg N/ha/an). Un cahier d'épandage sera tenu à jour.

11.4.2. Le phosphore

➤ Risque de transfert vers les eaux :

Le phosphore peut engendrer des problèmes de pollution de l'eau.

Le phosphore 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 :

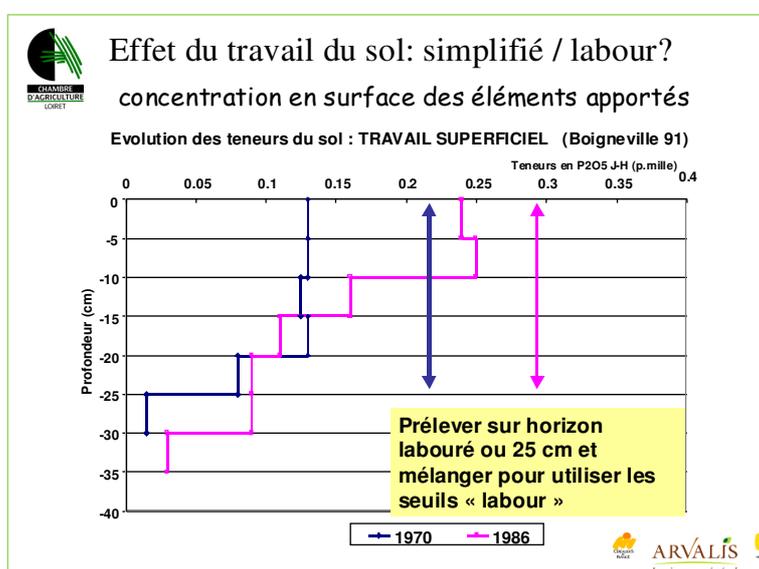


Figure 14 : Effet du travail du sol (Source : Arvalis)

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 P_2O_5 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 quelques 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 3 à 4 fois plus forte que le projet présenté, qui est au maximum de 115 kg par hectare et par an.

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

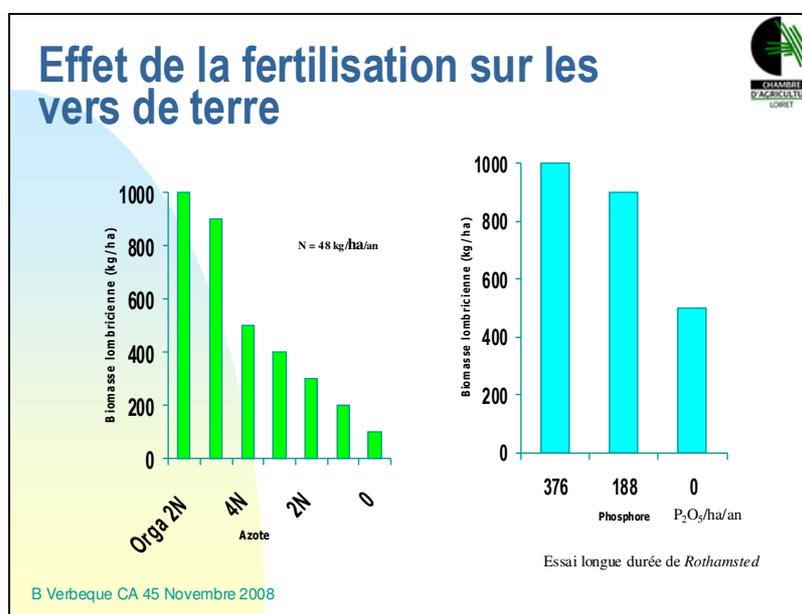


Figure 15: Effet de la fertilisation sur les vers de terre

Il y a une interaction positive avec la biomasse microbienne.



Interactions biomasse microbienne et lombricienne

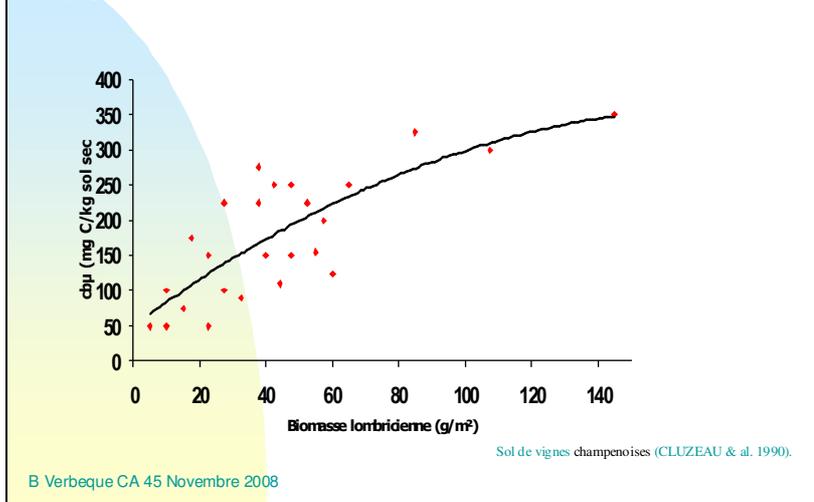


Figure 16 : Interactions biomasse microbienne et lombricienne

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 28 : 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 P2O5 JH ppm	Teneur 1983 P2O5 JH ppm	Evolution stock biodisponible Kg /ha de P2O5
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.



11.5. INCIDENCE SUR LES POPULATIONS ET LE PERSONNEL

11.5.1. Le bruit et les odeurs

La digestion anaérobie permet d'éliminer de nombreux Composés Organiques Volatils, soit par l'action des micro-organismes, soit du fait de l'absence d'oxygène qui joue un rôle dans la dégradation de certains composés organiques. Les odeurs des digestats sont donc largement diminuées par rapport aux produits entrants. Concernant le bruit, il sera lié au trafic routier et aux travaux d'épandage. Celui-ci existe déjà en partie. Ces nuisances s'apparentent aux nuisances classiques du passage d'engins agricoles.

11.5.2. Les risques sanitaires

Les risques sanitaires lors des épandages seront faibles compte tenu de l'origine du produit et du traitement. En effet, le gisement se compose majoritairement de déchets et sous-produits agricoles et issus de l'industrie agro-alimentaire. Ces matières sont peu exposées au risque de contamination par des éléments traces métalliques, composés traces organiques ou bien par des micro-organismes pathogènes.

11.5.2.1. LES RISQUES DUS AUX NITRATES

En présence de bactéries les nitrates transformés en nitrites peuvent provoquer chez les nourrissons de moins de 3 mois nourri au biberon une méthémoglobinémie, "chez le reste de la population le seuil de 50 mg/l est d'avantage une mesure de précaution vis à vis du risque potentiel de cancer gastrique sur le long terme". *"Bien que les preuves épidémiologiques d'une association entre l'apport alimentaire de nitrates et le cancer soient insuffisantes"* (OMS) chez l'adulte la dose maximale admissible résultant de la totalité consommée est fixée à 3,65 mg de nitrates / kg de poids corporel. Les nitrates dans l'alimentation proviennent principalement des légumes et des conservateurs. (Note DDASS janvier 2001).

Les épandages de digestat pourraient avoir un impact sur la qualité de l'eau mais l'ensemble du plan est dimensionné pour limiter les fuites de nitrate et notamment vers l'eau potable (équilibre de la fertilisation, épandage hors de périmètre rapproché de captage d'eau potable). La pression azotée d'origine organique par hectare est inférieure aux maximaux autorisés et les épandages seront fonction des besoins des plantes. Pour rappel, des épandages sont déjà réalisés avec des effluents d'élevage et une majeure part des surfaces d'épandage se situe en dehors de la zone vulnérable aux nitrates.

11.5.2.2. L'AMMONIAC

Ces produits sont riches en ammoniac (NH_4^+). Lors de l'épandage cet ammoniac peut se transformer en ammoniac gazeux (NH_3) et se volatiliser. Cet ammoniac peut avoir un effet sur l'homme. Certaines personnes détectent plus facilement l'ammoniac que d'autres. Le tableau ci-dessous résume les effets des niveaux de concentration de l'ammoniac sur l'homme.



Tableau 29 : Effets du niveau de concentration de l'ammoniac sur l'homme

Niveau d'exposition	Effets
5 ppm	Délectable à l'odeur
6 à 20 ppm	Irritation des yeux et du système respiratoire
40 ppm	Maux de tête - nausée - perte d'appétit
100 ppm	Irritation de la muqueuse - salivation - écoulement nasal

Il n'existe pas d'étude probante montrant l'effet cancérigène de ce gaz. Les valeurs toxicologiques de références émises par les organismes d'expertise sont fondées sur des observations chez l'homme ou d'extrapolations à partir d'expérimentations animales pour les expositions supérieures à un jour. Elles retiennent l'existence d'un seuil pour l'expression du danger. Les concentrations maximales admissibles recommandées sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 30 : Recommandations concernant les teneurs atmosphériques en ammoniac selon la durée d'exposition

Organisme	Durée d'exposition	Valeur proposée	Exposition
INRS	Instantanée	36 mg/m ³	professionnelle
	8h/jour	18 mg/m ³	''
OMS	Instantanée	20-50 mg/m ³	Environnementale
ATSDR	1 jour	36 mg/m ³	''
	14 jours	0,36 mg/m ³	environnementale
	> 14 jours	0,22 mg/m ³	''
EPA	Vie entière	0,1 mg/m ³	environnementale

La transformation en ammoniac gazeux peut se produire lors des épandages c'est pourquoi un épandeur avec pendillards est prévu pour le liquide. Les enfouissements seront aussi rapides. L'agriculteur n'a pas intérêt à perdre ce fertilisant. Ces pertes se feront dans les champs donc dans un milieu aéré et non confiné comme peuvent l'être les élevages. L'exposition et la concentration seront donc faibles, les risques peu élevés

11.5.2.3. EFFET DE LA METHANISATION SUR LES PATHOGENES

La méthanisation a un impact positif sur la diminution des pathogènes comme le montrent ces différents articles.

➤ **« Effets de la digestion anaérobie sur les micro polluants et germes pathogènes », Christian COUTURIER :**

Cet article donne l'état des connaissances des effets de la méthanisation anaérobie, à partir d'une étude bibliographique réalisée pour le compte de l'ADEME en 1999, et de publications plus récentes. Il ressort de ces travaux que la digestion anaérobie :

« Virus, bactéries, parasites, champignons : le risque infectieux est lié étroitement à la dose subie, c'est-à-dire à la quantité de microorganismes en relation avec l'hôte potentiel – humain, animal, plante. Le traitement vise à réduire l'exposition en éliminant ou inactivant les organismes pathogènes »



Les principaux paramètres d'élimination des agents pathogènes sont le temps et la température. Globalement, la digestion mésophile classique (autour de 37°C) permet d'éliminer en ordre de grandeur 99 % des germes pathogènes (facteur 100), et la digestion thermophile (autour de 55°C) 99,99 % (facteur de réduction de 10.000)

- **Quelle place de la méthanisation en Ile de France (Ordif juil 2003) ?**
 - **Les germes pathogènes :**

Les principaux paramètres d'élimination des bactéries sont le temps et la température (Tableau 31). Dans la pratique, le taux de réduction dépend de nombreux paramètres : la concentration initiale en agent pathogène, le mode d'alimentation du digesteur, et la compétition avec les autres microorganismes.

La majorité des espèces virtuellement pathogènes est éliminée par la méthanisation.

Les rares résultats disponibles sur les phytopathogènes, susceptibles de parasiter les plantes, sont très satisfaisants : le *Fusarium oxysporum* (champignon), le *Corinobactrium michiganense* (bactérie) et le *Globodera pallida* (nématode) sont totalement éliminés à 35°C.

Tableau 31 : Paramètres permettant la réduction des germes pathogènes

Agent pathogène	Concentration initiale	Concentration finale	Taux de réduction	Durée	Température
Salmonelles			100 %	10 minutes	60°C
Coliformes	2.700.000	2.300	99,9 %	18 jours	60°C
Entérocoques	160.000	170	99,9 %	18 jours	60°C
Ascaris			100 %	20 minutes	60°C
Salmonelles			100 %	48 heures	35°C
Coliformes	2.700.000	55.000	98 %		35°C
Entérocoques	160.000	3.000	98 %		35°C
Ascaris			100 %	30 jours	38°C

Tableau 6 : Paramètres permettant la réduction des germes pathogènes (Source : « Etat des connaissances sur le devenir des agents de risques sanitaires de la filière méthanisation des déchets et des sous-produits organiques », SOLAGRO, ENSAT, ENVY, ARM, 1999)

Les déchets de catégories 3 (graisses...), sont hygiénisés en préalable à l'étape de méthanisation. Cet hygiéniseur permet une réduction des pathogènes grâce à l'effet pasteurisation qui se conduit à 70°C pendant 60 minutes. Des études menées par Heinonen – Tanski en 2006 montrent que 90 % des salmonelles et E coli disparaissent au bout de 11,3 secondes à 68°C et que 90 % des *Mycobacterium paratuberculosis* (bactérie responsable de la tuberculose) disparaissent en 11,7 secondes à 71°C. Cette hygiénisation précède le procédé de méthanisation et renforce son effet sur les pathogènes.

Les distances d'épandage et l'enfouissement limite aussi considérablement les risques d'exposition des populations.

11.5.2.4. EFFET DE LA METHANISATION SUR LES COMPOSES TRACES ORGANIQUE

La méthanisation dégrade ou transforme en composés non ou peu toxiques la plupart des composés aliphatiques ou mono-aromatiques, halogénés (Benzène, toluène, phénols, acides organiques alcool...). Les composés polycycliques plus résistants forment en général des composés moins toxiques (pesticides – lindane, DDT, PCB, dioxines...)

Des éléments sont fournis par l'étude d'Octobre 2011 sur la qualité agronomique et sanitaire des Digestats commandée par l'ADEME (Tableau 32).



Cette étude donne quelques valeurs de PCB et HAP des digestats d'origine organique.

Tableau 32 : Teneurs en composés traces organiques dans les digestats d'origine agricole

9.1.1 Digestats d'origine agricole et matières végétales : Présentation des quelques valeurs obtenues lors de la collecte de données

Le Tableau 40 donne les teneurs en CTO dans les digestats. Au total, seulement 18 et 9 analyses ont pu être récoltées respectivement pour les HAP et les PCB. Ces données ne permettent pas de donner une indication sur les effets des intrants ou des procédés. Cependant, on peut noter que les teneurs en CTO sont relativement faibles comparativement aux seuils fixés par les normes concernant les amendements organiques.

Tableau 40 : teneurs en composés traces organiques dans les digestats d'origine agricole

Paramètres	Nombre de digestat	Moyenne en µg/kg MS	Teneurs limites 44-051 µg/kg MS	Teneurs limites 44-095 µg/kg MS
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		

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.

Les produits entrant sont naturels donc les risques de contamination en CTO sont très faibles.

Ce tableau démontre l'innocuité de ces produits compte tenu des faibles flux entrant et sortant. Malgré cela des analyses régulières seront réalisées sur les digestats

11.5.2.5. LA METHANISATION ET LES METAUX LOURDS

« La toxicité des métaux, et notamment des métaux lourds, est liée non seulement à leur concentration, mais aussi et surtout à la forme (ou « spéciation ») dans laquelle ils se trouvent. Seule la forme libre du métal comporte un risque de toxicité, et la concentration en métaux solubles n'est généralement que de 0,5 à 4 % de la concentration totale en métaux. La digestion anaérobie ne détruit pas les métaux, mais elle modifie leur spéciation par différents mécanismes chimiques et, surtout, biologiques ». Christian Couturier Solagro juillet 2002

Comme pour les pathogènes les produits entrants sont naturels donc pauvres en métaux lourds. Un suivi des teneurs en métaux lourds dans les sols (point zéro et au bout de dix ans) est réalisé ainsi que des analyses du produit sortant.

Etant donné le stade de projet, nous n'avons pas de valeurs en éléments traces métalliques pour cette installation, les analyses réalisées lors du suivi préciseront cela. Une synthèse d'analyses réalisées sur différents Digestats issus d'unités diverses réalisée par l'Ademe en Octobre 2011 donne les résultats suivants (Tableau 33).



Tableau 33 : Teneurs en éléments traces métallique des digestats en fonction de l'origine des déchets

Teneurs en élément trace métallique des Digestats en fonction de l'origine des déchets

Ademe Octobre 2011
mg/kg de matière sèche

Substrat méthanisé	Cadmium (Cd)		Chrome (Cr)		Cui vre(Cu)		Mercure (Hg)		Nicke l(Ni)		Plomb (Pb)		Zinc(Zn)	
	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi
BTU	0.1	5.0	13	89	117	789	0.41	2.78	13	115	16	242	246	2164
FFOM composté	0.5	0.8	26	28	50	79	0.13	0.14	18	18	69	84	242	248
Biodechets +DV	0.1	0.4	20	20	35	47			13	13	2	46	56	113
Valeurs de références	10		1000		1000		10		200		800		3000	
Flux maximal autorisé en dix ans mg/m2	15		1500		1500		15		300		1500		4500	
Quantité de matière sèche possible kg/m2	38		77		32		107		23		33		40	
Quantité de matière sèche possible T/ha	375		765		317		1071		234		327		397	

BTU : Boues issues du Traitement des eaux Usées urbaines
DV : Déchets verts
FFOM : Fraction Fermentescible issue des Ordures Ménagères résiduelles (OMr)

Les digestats provenant des bio-déchet et déchets verts donnent des résultats toujours largement inférieurs aux autres substrats et très éloignés des valeurs maximales de référence autorisé pour ces produits. En prenant les résultats maximaux de biodéchet et les flux maximaux autorisé sur dix ans, il est possible d'en épandre 234 t de MS.

En prenant l'hypothèse d'un digestat ayant des valeurs égales aux teneurs maximales et avec 22% de matière sèche du digestat solide il serait possible d'épandre 1064 t en dix ans. Il est prévu des doses de 12 à 25 tonnes environ tous les deux ans donc largement inférieur aux 1 064 t théorique maximal. Ceci sera conforté par les analyses et le suivi régulier réalisé lors du suivi du plan d'épandage.



CONCLUSION

Le projet consiste à créer une unité de méthanisation qui permettra de recycler les matières organiques provenant essentiellement de bio déchets 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 hygiénisé et 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 et de boues de la STEU de Seine Aval « Achères » représentera entre 45 et 63 unités d'azote organique/ha total.

Les épandages se feront en priorité au printemps sur prairie, avant l'implantation des cultures de printemps ou sur céréales d'hiver en place. Ils pourront être complétés par des apports en fin de printemps après une 1^{ère} coupe d'herbe ou en végétation sur les cultures de printemps ; enfin, en août et début d'automne avant l'implantation des colzas et avant l'implantation d'une partie des dérobées voire sur prairie ou avant l'implantation de céréales en dernier recours.

Des cours d'eau et des habitations sont présents à proximité des parcelles mais les distances d'épandage seront respectées.

Sur les 10 parcelles interceptées par le PPR du forage de LA BUSSIERE LA CREUSE, l'épandage du digestat solide sera privilégié et les épandages seront réalisés prioritairement :

- au printemps avant l'implantation de maïs, à une dose maximum de 20 t MB/ha,
- l'été dès la moisson (à partir de mi-juillet) et avant l'implantation de colza d'hiver semé suffisamment tôt, à une dose maximum de 20 t MB/ha.

Le plan d'épandage a été créé de façon à épandre les effluents en évitant au maximum de porter atteinte à l'environnement. Certaines parcelles se situent à proximité de zones protégées mais l'impact de l'épandage de digestat sur la qualité de ces zones sera nul. 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



ANNEXES

ANNEXE 1 :	ARRETE DU 12 AOUT 2010
ANNEXE 2 :	CONVENTIONS D'EPANDAGE
ANNEXE 3 :	EXTRAIT DU 6EME PROGRAMME DE LA DIRECTIVE NITRATES
ANNEXE 4 :	CARTOGRAPHIE DES SOLS DES PARCELLES DU PLAN D'EPANDAGE
ANNEXE 5 :	ANALYSES AGRONOMIQUES ET EN METAUX LOURDS DES SOLS
ANNEXE 6 :	CARTES D'APTITUDES, TABLEAU D'EPANDAGE
ANNEXE 7 :	EXTRAIT DU REFERENTIEL EQUIVALENCE ENGRAIS
ANNEXE 8 :	BILANS PAR EXPLOITATION



ANNEXE 1



ANNEXE 2



ANNEXE 3



ANNEXE 4



ANNEXE 5



ANNEXE 6



ANNEXE 7



ANNEXE 8

