

ANNEXE AU DOSSIER D'ENREGISTREMENT

PLAN D'EPANDAGE DES DIGESTATS UNITE BIOGAZ de la SCEA de CORS

Version initiale



Chambre d'agriculture du Cher



Dossier suivi par :
Pauline PUIG et Sandrine HERSEMEULE
02 48 23 04 00
p.puig@cher.chambagri.fr
s.hersemeule@cher.chambagri.fr

SERVICES - CONSEILS - FORMATIONS

PROaGRI

Date de réalisation :
Décembre 2020 à février 2021

Date de rendu :
08/02/2021

- ☒ Visite sur site
- ☐ Rendez-vous au bureau
- ☒ Analyse au bureau



SOMMAIRE

REGLEMENTATION RELATIVE A L'EPANDAGE	5
1 CARACTERISATION DES DIGESTATS PRODUITS	9
1.1 Quantité de digestats produits	9
1.2 Composition des digestats et Intérêt agronomique	9
1.2.1 Teneurs en éléments fertilisants	9
1.2.2 Intérêt agronomique	11
1.2.3 Teneurs en éléments traces métalliques (ETM) et composés traces organiques (CTO)	13
1.2.4 Substances chimiques autres	14
1.2.5 Corps étrangers	15
1.3 Innocuité des digestats	16
1.3.1 Micro-organismes pathogènes	16
1.3.2 Odeurs	16
1.3.3 Effets sur les adventices	17
1.4 Suivi analytique des digestats	17
2 PERIMETRE D'EPANDAGE.....	18
2.1 Localisation du périmètre	18
2.2 Plan de Gestion des Déchets Non Dangereux	19
2.3 Milieu physique	20
2.3.1 Régions naturelles et Géologie	20
2.3.2 Ressources eau potable	21
2.3.3 Forages agricoles et puits particuliers	21
2.3.4 Etude des sols du périmètre	21
2.3.5 Suivi analytique des sols	22
2.3.6 Aptitudes des sols à l'épandage	24
2.4 Zone Vulnérable	25
2.5 Aptitude des terrains à l'épandage	27
2.5.1 Les classes d'aptitudes à l'épandage	27
2.5.2 Les contraintes réglementaires	27
2.5.3 Les contraintes physiques	27
2.5.4 Surfaces aptes à l'épandage	28
3 MODALITES D'EPANDAGE	33
3.1 Potentiel d'épandage du périmètre	33
3.2 Cultures réceptrices et Doses d'épandage	34
3.3 Bilans CORPEN des exploitations	38
3.3.1 Remarques préliminaires	38
3.3.2 SCEA de Bellefiolle	39
3.3.3 De BRACH G.	40
3.3.4 SCEA du Bois d'Olivet	41
3.3.5 SCEA la Blancharderie	42
3.3.6 EARL de Marcay	43
3.3.7 Bilan sur l'ensemble des exploitations	44
3.4 Modalités de réalisation de l'épandage	47

3.4.1	Stockage des digestats produits	47
3.4.2	Transport	48
3.4.3	Matériels d'épandage et organisation	49
3.5	Règles de traçabilité	51
3.5.1	Programme prévisionnel d'épandage	51
3.5.2	Bordereau de livraison.....	51
3.5.3	Cahier d'épandage.....	51
3.5.4	Enregistrement des pratiques	51
CONCLUSION.....		53
BIBLIOGRAPHIE		54
ABREVIATIONS		56
TABLE DES ILLUSTRATIONS		57
ANNEXES.....		58



INTRODUCTION

L'unité de méthanisation de la SCEA de Cors est à construire sur la commune de Saint-Hilaire-de-Court, dans le Cher.

Elle permettra de valoriser environ 12 800 tonnes de matières agricoles par an, sous l'action de bactéries méthanogènes, en condition anaérobie.

Cette digestion anaérobie produira un digestat brut. Ce dernier subira une séparation de phase produisant environ 10 000 m³ de digestat liquide et 600 t de digestat solide.

La valorisation agronomique des matières est répertoriée soit sous le statut de déchet, soit sous le statut de produit suite à une homologation ou une normalisation.

Les digestats produits sont, pour le moment, concernés par la rubrique **déchet**. Il est donc nécessaire pour le producteur d'établir un **plan d'épandage**.

Le périmètre d'étude de ce plan d'épandage concerne **cinq exploitations agricoles**.



REGLEMENTATION relative au plan d'épandage

L'installation de méthanisation répond à la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), sous la **rubrique 2781** :

« Installations de méthanisation de déchets non dangereux ou de matière végétale brute, à l'exclusion des installations de méthanisation d'eaux usées ou de boues d'épuration urbaines lorsqu'elles sont méthanisées sur leur site de production.

1. Méthanisation de matière végétale brute, effluents d'élevage, matières stercoraires, lactosérum et déchets végétaux d'industries agroalimentaires :
 - a) la quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 100 t/j
→ Autorisation ;
 - b) la quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 30 t/j et inférieure à 100 t/j
→ Enregistrement ;
 - c) la quantité de matières traitées étant inférieure à 30 t/j
→ Déclaration à contrôle périodique ;
2. Méthanisation d'autres déchets non dangereux :
 - a) la quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 100 t/j
→ Autorisation ;
 - b) la quantité de matières traitées étant inférieure à 100 t/j
→ Enregistrement.

L'unité de méthanisation de la **SCEA de Cors** traite environ 12 760 tonnes par an de matières végétales, soit 35 tonnes par jour. Elle est donc soumise à la rubrique 2781-1, nécessitant un **enregistrement** et appliquant l'arrêté du 6 juin 2018, modifiant l'arrêté du 12 août 2010.

Les règles techniques applicables aux épandages d'installations de méthanisation soumises à enregistrement, sont définies par l'**arrêté du 12 août 2010 modifié**.

« **Art. 46. – Epandage du digestat.** *Modifié par Arrêté du 6 juin 2018 - art. 1*

L'épandage des digestats fait l'objet d'un plan d'épandage dans le respect des conditions précisées en annexe I, sans préjudice des dispositions de la réglementation relative aux nitrates d'origine agricole. L'épandage est alors effectué par un dispositif permettant de limiter les émissions atmosphériques d'ammoniac.

[...]

Annexe I : Modifié par Arrêté du 25 juillet 2012 - art. 1

Dispositions techniques en matière d'épandage du digestat

Le digestat épandu a un intérêt pour les sols ou la nutrition des cultures et son application ne porte pas atteinte, directe ou indirecte, à la santé de l'homme et des animaux, à la qualité et à l'état phytosanitaire des cultures ni à la qualité des sols et des milieux aquatiques. Son épandage est mis en œuvre de telle sorte que les nuisances soient réduites au minimum.

Dans le cas d'une unité de méthanisation ne traitant que des effluents d'élevage et des matières végétales brutes issues d'une seule exploitation

agricole, les conditions d'épandage du digestat sont les mêmes que celles prévues par le plan d'épandage en vigueur, mis à jour pour tenir compte du changement de nature de l'effluent.

La méthode d'épandage est alors adaptée pour limiter les émissions atmosphériques d'ammoniac.

Dans les autres cas, un plan d'épandage est joint au dossier d'enregistrement, constitué des pièces suivantes détaillées ci-après :

- une étude préalable d'épandage (cf. au point c) ;
- une carte au 1/25000 des parcelles concernées ;
- la liste des prêteurs de terres ;
- la liste et les références des parcelles concernées.

L'épandage du digestat respecte alors les dispositions suivantes, sans préjudice des dispositions de la réglementation relative aux nitrates d'origine agricole :

a) L'exploitant tient à la disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs des quantités totales d'azote, toutes origines confondues, apportées sur chacune des parcelles du plan d'épandage.

b) En cas de risque de dépassement des capacités de stockage des digestats, l'exploitant évalue les capacités complémentaires de stockage à mettre en place, décrit les modifications à apporter aux installations et en informe préalablement le préfet. A défaut, il identifie les installations de traitement du digestat auxquelles il peut faire appel.

c) Une étude préalable d'épandage précise l'innocuité (dans les conditions d'emploi) et l'intérêt agronomique des digestats au regard des paramètres définis à l'annexe II, l'aptitude du sol à les recevoir, et le plan d'épandage détaillé ci-après.

Cette étude justifie la compatibilité de l'épandage avec les contraintes environnementales recensées et avec les documents de planification existants, notamment les plans prévus à l'article L. 541-14 du code de l'environnement et les schémas d'aménagement et de gestion des eaux, prévus aux articles L. 212-1 et 3 du code de l'environnement.

L'étude préalable comprend notamment :

- la caractérisation des digestats à épandre : état physique (liquide, pâteux ou solide), traitements préalables (déshydratation, pressage, chaulage...), quantités prévisionnelles, rythme de production, valeur agronomique au regard des paramètres définis à l'annexe II ;
- l'indication des doses de digestats à épandre selon les différents types de culture à fertiliser et les rendements prévisionnels des cultures ;
- la localisation, le volume et les caractéristiques des ouvrages d'entreposage ;
- la description des caractéristiques des sols, notamment au regard des paramètres définis à l'annexe II, au vu d'analyses datant de moins de trois ans pour les paramètres autres que l'azote et de moins d'un an pour l'azote ;
- la description des modalités techniques de réalisation de l'épandage comprenant notamment le mode de mesure des quantités apportées à chaque parcelle ;

- la démonstration de l'adéquation entre les surfaces agricoles maîtrisées par les exploitants ou mises à sa disposition par des prêteurs de terre et les flux de digestats à épandre (productions, doses à l'hectare et temps de retour sur une même parcelle).

Dans le cas d'une installation nouvelle ou d'une modification notable des matières traitées, les données relatives aux caractéristiques des digestats et aux doses d'emploi qui figurent dans l'étude préalable du dossier sont actualisées et sont adressées au préfet au moins un mois avant le début des épandages.

Toute modification notable de la nature et de la répartition des différents déchets et effluents traités dans l'installation de méthanisation est portée avant sa réalisation à la connaissance du préfet avec les caractéristiques attendues des digestats qui en résulteront.

d) Un plan d'épandage est réalisé, constitué :

- d'une carte à une échelle minimum de 1/25 000 permettant de localiser les surfaces où l'épandage est possible compte tenu des exclusions mentionnées au point f « Règles d'épandages ». Cette carte fait apparaître les contours et les numéros des unités de surface permettant de les repérer ainsi que les zones exclues à l'épandage ;
- d'un document mentionnant l'identité et l'adresse des prêteurs de terres qui ont souscrit un contrat écrit avec l'exploitant, précisant notamment les engagements et responsabilités réciproques ;
- d'un tableau référençant les surfaces repérées sur le support cartographique et indiquant, pour chaque unité, les numéros d'îlots des références PAC ou, à défaut, leurs références cadastrales, la superficie totale et la superficie épandable, ainsi que le nom de l'exploitant agricole.

Toute modification notable du plan d'épandage est portée avant sa réalisation à la connaissance du préfet au moins un mois avant l'utilisation de nouvelles parcelles ne figurant pas dans les études communiquées au préfet.

e) Programme prévisionnel d'épandage :

Un programme prévisionnel annuel d'épandage est établi, le cas échéant en accord avec les exploitants agricoles prêteurs de terres, au plus tard un mois avant le début des opérations concernées. Il inclut également les parcelles du producteur de digestats lorsque celui-ci est également exploitant agricole.

Ce programme comprend au moins :

- 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.

Ce programme prévisionnel est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées. Il lui est adressé sur sa demande.

f) Règles d'épandage :

Les apports d'azote, de phosphore et de potassium toutes origines confondues, organique et minérale, sur les terres faisant l'objet d'un épandage, tiennent compte de la rotation des cultures, de la nature particulière des terrains et de leur teneur en éléments fertilisants. Pour l'azote, la fertilisation est équilibrée et correspond aux capacités exportatrices de la culture concernée. La fertilisation azotée organique est interdite sur toutes les légumineuses sauf la luzerne et les prairies d'association graminées-légumineuses.

L'épandage est effectué par enfouissement direct, par pendillards ou par un dispositif équivalent permettant de limiter les émissions atmosphériques d'ammoniac. Il est interdit :

- à moins de 50 mètres de toute habitation de tiers ou tout local habituellement occupé par des tiers, les stades ou les terrains de camping agréés, à l'exception des terrains de camping à la ferme, cette distance étant réduite à 15 mètres en cas d'enfouissement direct ;
- à moins de 50 mètres des points de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines ou des particuliers ;
- à moins de 200 mètres des lieux publics de baignades et des plages ;
- à moins de 500 mètres en amont des piscicultures et des zones conchylicoles ;
- à moins de 35 mètres des berges des cours d'eau, cette limite étant réduite à 10 mètres si une bande de 10 mètres enherbée ou boisée et ne recevant aucun intrant est implantée de façon permanente en bordure des cours d'eau ;
- sur les sols pris en masse par le gel ou enneigés, sur les sols inondés ou détrempés, sur les sols non utilisés en vue d'une production agricole ;
- sur les terrains présentant une pente supérieure à 7 % dans le cas des digestats liquides, sauf s'il est mis en place des dispositifs prévenant tout risque d'écoulement et de ruissellement vers les cours d'eau ;
- pendant les périodes de forte pluviosité.

En aucun cas la capacité d'absorption des sols ne doit être dépassée, de telle sorte que ni la stagnation prolongée sur ces sols, ni le ruissellement en dehors du champ d'épandage, ni une percolation rapide vers les nappes souterraines ne puissent se produire. Le volume de digestats liquides épandu doit être adapté à l'état hydrique des sols : il ne doit pas dépasser 50 l/m² (500 m³/ha) par épandage ni dépasser un total de 150 l/m² (1 500 m³/ha) et par an, avec un intervalle d'au moins deux semaines entre deux passages successifs.

Toute anomalie constatée sur les sols, les cultures et leur environnement lors ou à la suite de l'épandage de digestats et susceptible d'être relation avec ces épandages doit être signalée sans délai à l'inspection des installations classées.

g) Un cahier d'épandage, tenu sous la responsabilité de l'exploitant, à la disposition de l'inspection des installations classées pendant une durée de dix ans, comporte pour chacune des parcelles (ou îlots) réceptrices épandues :

- 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 est renseigné de manière inaltérable à la fin de chacune des journées au cours desquelles des épandages ont été 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 est référencé et joint au cahier d'épandage.

Ce bordereau est établi au plus tard à la fin du chantier d'épandage et au moins une fois par semaine. Il comporte l'identification des parcelles réceptrices, les volumes et les quantités d'azote global épandues.

h) Abandon parcellaire

Une analyse de sol au regard des paramètres définis à l'annexe II (à l'exception de la granulométrie) est réalisée dans l'année qui suit l'ultime épandage sur chaque parcelle exclue du périmètre d'épandage. Cette modification du périmètre d'épandage est portée à la connaissance du préfet.

i) Dans les zones vulnérables, délimitées en application des articles R. 211-75 à R. 211-78 du code de l'environnement, les dispositions fixées par les programmes d'actions à mettre en œuvre en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole prévus aux articles R. 211-80 à R. 211-83 du code de l'environnement sont applicables à l'installation.

Annexe II - Modifié par Arrêté du 6 juin 2018 - art. 1

Eléments de caractérisation de la valeur agronomique des digestats et des sols

1. Analyses pour la caractérisation de la valeur agronomique des digestats destinés à l'épandage :

- matière sèche (%) ; matière organique (%) ;
- pH ;
- azote global ;
- azote ammoniacal (en NH_4) ;
- rapport C/N ;
- phosphore total (en P_2O_5) ; potassium total (en K_2O) ;

2. Analyses pour la caractérisation de la valeur agronomique des sols :

- granulométrie ;
- mêmes paramètres que pour la valeur agronomique des digestats en remplaçant les éléments concernés par : P_2O_5 échangeable, K_2O échangeable, et en mesurant également l'azote oxydé. Pour l'azote oxydé, les analyses précisent les modalités de prélèvement des échantillons, notamment la date et la ou les profondeurs.»

En cas de méthanisation au titre de la sous-rubrique 2781-2, les dispositions suivantes s'appliquent à l'épandage :

– Caractéristique des matières épandues :

Le pH des effluents ou des déchets est compris entre 6,5 et 8,5. Toutefois, des valeurs différentes peuvent être retenues sous réserve de conclusions favorables de l'étude préalable.

Les matières ne peuvent être répandues :

– si les teneurs en éléments-traces métalliques dans les sols dépassent l'une des valeurs limites figurant au tableau 3 de la présente annexe.

– dès lors que l'une des teneurs en éléments ou composés indésirables contenus dans le déchet ou l'effluent excède les valeurs limites figurant aux tableaux 1 et 2 de la présente annexe ;

– dès lors que le flux, cumulé sur une durée de dix ans, apporté par les déchets ou les effluents sur l'un de ces éléments ou composés excède les valeurs limites figurant aux tableaux 1 et 2 de la présente annexe ;

En outre, lorsque les matières sont répandues sur des pâturages, le flux maximum des éléments-traces métalliques à prendre en compte, cumulé sur une durée de dix ans, est celui du tableau 3 de la présente annexe.

Les matières ne contiennent pas d'éléments ou substances indésirables autres que ceux listés au point I ci-dessous.

Sans préjudice de la réglementation sanitaire, et notamment du règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) n° 1069/2009, les matières compostées non conformes à la norme issues d'une installation de compostage de matière végétale ou déchets végétaux, d'effluents d'élevage, de matières stercoraires exclusivement peuvent être épandues tant que leur contenu en micro-organismes est inférieur ou égale aux valeurs suivantes :

- salmonella : 8 NPP/10 g MS (dénombrement selon la technique du nombre le plus probable) ;

- entérovisus : 3 NPPUC/10 g MS (dénombrement selon la technique du nombre le plus probable d'unités cytopathogènes) ;

- œufs d'helminthes viables : 3 pour 10 g MS.

Les autres matières susceptibles d'être épandues non conformes à une norme ne contiennent pas d'agents pathogènes.

Les matières ne doivent pas être épandues sur des sols dont le pH avant épandage est inférieur à 6, sauf lorsque les trois conditions suivantes sont simultanément remplies :

- le pH du sol est supérieur à 5 ;

- la nature des déchets ou effluents peut contribuer à remonter le pH du sol à une valeur supérieure ou égale à 6 ;

- le flux cumulé maximum des éléments apportés aux sols est inférieur aux valeurs du tableau 3 ci-dessous.

Seuils en éléments-traces métalliques et en substances organiques :

Tableau 1 : Teneurs limites en éléments-traces métalliques dans les déchets ou effluents

ÉLÉMENTS-TRACES MÉTALLIQUES	VALEUR LIMITE dans les déchets ou effluents (mg/kg MS)	FLUX CUMULÉ MAXIMUM apporté par les déchets ou effluents en 10 ans (g/m²)
Cadmium	10	0,015
Chrome	1 000	1,5
Cuivre	1 000	1,5
Mercure	10	0,015
Nickel	200	0,3
Plomb	800	1,5
Zinc	3 000	4,5
Chrome + cuivre + nickel + zinc	4 000	6

Tableau 2 : Teneurs limites en composés-traces organiques dans les digestats

COMPOSÉS-TRACES ORGANIQUES	VALEUR LIMITE ou effluents dans les déchets (mg/kg MS)		FLUX CUMULÉ MAXIMUM apporté par les déchets ou effluents en 10 ans (mg/m²)	
	Cas général	Epandage sur pâturage	Cas général	Epandage sur pâturage
Total des 7 principaux PCB (*)	0,8	0,8	1,2	1,2
Fluoranthène	5	4	7,5	6
Benzo (b) fluoranthène	2,5	2,5	4	4
Benzo (a) pyrène	2	1,5	3	2

Tableau 3 : Valeurs limites de concentration dans les sols

ÉLÉMENTS-TRACES DANS LES SOLS	VALEUR LIMITE (MG/KG MS)
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercure	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300

[...] »



1 CARACTERISATION DES DIGESTATS PRODUITS

La méthode de méthanisation repose sur la décomposition de la matière organique en condition anaérobie. Les déchets à éliminer sont déversés dans un digesteur, après broyage éventuel. Le dispositif contient un mélangeur pour les homogénéiser. Ces produits sont alors consommés par des bactéries méthanogènes, qui dans leur métabolisme, produisent du méthane.

1.1 Quantité de digestats produits

La SCEA de Cors envisage la production de deux types de digestats, liquides et solides, obtenus après séparation de phase du digestat brut.

La production annuelle de digestats estimée est la suivante :

Production	Quantité	Siccité	Tonnage en matière sèche
Digestat Brut	10 280 tonnes	/	/
Digestat liquide	9 700 m ³	7%*	679 tonnes MS
Digestat solide	580 tonnes	20%*	116 tonnes MS

*estimations (Reibel, 2018)

Tableau 4 : Production de digestats

La quantité de digestats à valoriser par épandage chaque année sera d'environ 9 700 mètres cubes de digestats liquides et 580 tonnes de digestats solides, correspondant à 795 tonnes de MS.

La totalité de la production sera valorisée en agriculture.

1.2 Composition des digestats et Intérêt agronomique

1.2.1 Teneurs en éléments fertilisants

Le procédé de méthanisation conserve les valeurs des éléments fertilisants présents initialement dans le mélange, et augmente la disponibilité de certains.

L'unité de méthanisation est encore à l'état de projet et aucun digestat n'a encore été produit ni analysé.

La valeur fertilisante des digestats a été estimée en fonction des données des entrants ainsi que par comparaison avec des analyses de digestats déjà produits ailleurs.

Les deux types de digestats devraient avoir les caractéristiques suivantes :

Digestat	Quantité à épandre	N total		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		kg/an	kg/t MB	kg/an	kg/t MB	kg/an	kg/t MB
Liquide	9 700 m ³	37 830	3,9	12 028	1,24	40 983	4,23
Solide	580 tonnes	5 162	8,9	4 536	7,82	2 449	4,22

Tableau 5 : Estimation de la qualité des digestats et des quantités produites

La valeur agronomique des digestats est avérée, tant en apports azotés que phosphoriques ou potassiques.

Les digestats présentent un intérêt fertilisant au niveau :

- du phosphore, assimilable à 100% par les plantes,
- du potassium, assimilable à 100% par les plantes,
- de l'azote disponible : les digestats liquides ont un rapport C/N inférieur à 8, ce qui confirme le caractère très minéral, tandis que les digestats solides présentent un rapport C/N supérieur à 8 (Reibel, 2018), indiquant une plus forte proportion de matière organique, plutôt stable.

• Disponibilité de l'azote :

Selon l'arrêté GREN de la région Centre-Val de Loire, des coefficients d'équivalence azote (K_{eq}N) sont précisés pour des digestats bruts, variant selon la période du cycle de la culture, le type d'épandage, la période d'épandage et la culture réceptrice.

Exemples de PRO	Cultures concernées	Périodes d'apport	Coefficient d'équivalence azote (K _{eq} N)					
			keqN sur la période du bilan	Amplitudes ou écart-type (σ)*	SOURCES	keqN sur la période du cycle	Amplitudes ou écart-type (σ)*	SOURCES
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	de printemps (type maïs) apport surface	Printemps	0,50		EC (5)	0,50	EC (5)
		de printemps (type maïs) injection	Printemps	0,90		EC (5)	0,90	EC (5)
		d'automne (colza)	Printemps	0,80			0,80	EC (5)
		d'automne (blé)	Printemps	0,65		EC (5)		
		Fraction liquide après séparation de phase	de printemps (type maïs)	Printemps	0,70	E (2) (rattachement au produit Lisier de Porcs)	0,70	E (2) (rattachement au produit Lisier de Porcs)
		Fraction sèche après séparation de phase	de printemps (type maïs)	Printemps	0,30	RE (1)	0,30	RE (1)

Tableau 6 : Extrait de l'arrêté GREN du 23/01/2018 (page 31)

Le COMIFER n'indique aucune référence concernant les apports de digestats liquides et solides en sortie d'hiver sur céréales d'automne ou en été sur les colzas.

Une revue littéraire du GERES (Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités) rédigée par Aurélie REIBEL en 2018, synthétise les données de différents essais, dont voici un extrait ci-dessous (la page complète est présentée en annexe 1).

Post traitement	Type intrants	Céréales			Oléagineux	
		Blé apport printemps	Céréales apport automne	Maïs	Colza printemps	Colza semi (fin été)
Digestat liquide suite séparation de phase	Non précisé	0.6 - 0.6 - 0.75	Nc.	0.7 - 0.75	0.6	0.65 - 0.65
Digestat solide suite séparation de phase	Non précisé	0.45 - 0.12 - 0.45	0.3	0.5 - 0.45	0.45	0.45 - 0.35

Tableau 7 : Synthèse des coefficients mentionnés dans la littérature, compilation de données par le GERES, REIBEL 2018

Les épandages de digestat à l'automne sur céréales d'automne (blé, orge...) ne sont pas les plus performants agronomiquement et environnementalement, et restent dérogatoires au niveau plan d'action nitrates (voir partie 2.3).

Nous nous proposons d'épandre sur les prairies permanentes en septembre, afin qu'elles aient le temps d'intégrer l'azote dans leur biomasse, avant la période de risque de lessivage des nitrates (à partir de mi à fin octobre en général).

Les coefficients utilisés pour déterminer les doses de digestats à apporter pourraient donc être synthétisés dans le tableau suivant :

Culture	Type de digestat	KeqN bilan
Avoine	liquide	0,65
Blés tendre et dur (apport en sortie d'hiver)	liquide	0,65
Orge printemps (apport en sortie d'hiver)	liquide	0,65
Maïs (apport au printemps)	liquide	0,70
Prairie permanente de fauche (apport en fin d'été)	liquide	0,65
Prairie temporaire de fauche (apport au printemps)	liquide	0,65
Colza et CIVEs (apport été avant semis)	solide	0,40
Prairie temporaire de fauche (apport printemps)	solide	0,40

Tableau 8 : Coefficients d'équivalence engrais N sur la période du bilan selon les cultures



1.2.2 Intérêt agronomique

Le recyclage agricole de produits organiques se base sur le principe de réutilisation des éléments, fertilisant ou amendement, pour la nutrition des cultures ou pour l'amélioration des sols agricoles.

Ce principe permet que les éléments apportés soient pris en compte dans le pilotage de la fertilisation menée par l'agriculteur-utilisateur, en remplacement de produits plus conventionnels (engrais...).

L'épandage de digestats en agriculture consiste en un recyclage des éléments fertilisants (azote, phosphore, potasse) dans la mesure où il aboutit à une substitution d'engrais minéraux.

○ L'Azote

L'azote joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. C'est le constituant numéro un des protéines, composants essentiels de la matière vivante. Il s'agit donc d'un facteur de croissance, mais aussi de qualité (teneur en protéines des céréales).

L'azote des digestats est essentiellement présent sous forme minérale. Il est facilement et directement assimilable par les cultures puisque principalement sous forme ammoniacale.

La fraction organique de l'azote des digestats subira une minéralisation plus ou moins rapide selon les conditions pédo-climatiques.

La valeur azotée des digestats permet de couvrir une partie des besoins des cultures.

Pour comparaison, les lisiers de porcs contiennent 6 à 8 kg de N/m³, les fumiers de bovins 4 à 5 kg de N/t, les fientes de volailles environ 15 kg de N/t et les boues liquides de station d'épuration de 2 à 3 kg de N/m³ (source Institut de l'élevage).

○ **Le Phosphore**

Le prélèvement de phosphore par les végétaux est relativement faible pendant les premiers stades de développement. Par contre, pendant les périodes de montaison et d'épiaison, les quantités de phosphore absorbées s'accroissent.

Il favorise la croissance, le développement des racines, favorisant l'alimentation de la plante, la fécondation et la fructification et la qualité des produits.

Une carence en phosphore des plantes ralentit la croissance et affaiblit la plante.

La valeur phosphatée des digestats permet de couvrir une partie des besoins des cultures.

Pour comparaison, les lisiers de porcs contiennent 5 à 6 kg de P₂O₅/m³, les fumiers de bovins 2 à 3 kg de P₂O₅/t, les fientes de volailles environ 15 kg de P₂O₅/t et les boues liquides de station d'épuration de 7 à 8 kg de P₂O₅/m³ (source Institut de l'élevage).

Le phosphore assimilable des digestats a été assimilé aux boues liquides d'épuration, soit 100%.

Contrairement à l'azote, les apports de phosphore doivent se calculer sur la rotation complète selon le principe de la fumure de fond.

Au regard des teneurs en phosphore de chaque parcelle, l'agriculteur devra calculer les besoins en phosphore de ces cultures, qui pourront être couverts en partie par le phosphore issu des digestats.

○ **Le Potassium**

Cet élément intervient dans la photosynthèse et agit dans la division cellulaire et la formation des lipides.

La fertilisation potassique doit répondre aux mêmes objectifs généraux que la fertilisation phosphatée. Elle doit en effet assurer une alimentation non limitante de la production, en tenant compte des exportations des cultures à mettre en place.

La dose annuelle à apporter sera d'autant plus élevée que la teneur du sol est faible et que les cultures ont des besoins importants.

Le potassium présent dans les digestats est sous forme soluble mais aussi très certainement sous une forme faiblement adsorbée à la matière organique.

La disponibilité du potassium a été estimée par comparaison aux boues liquides, pour lesquelles la disponibilité est de 100%.

La valeur potassique des digestats permet de couvrir une partie des besoins des cultures.

Pour comparaison, les lisiers de porcs contiennent 2 à 5 kg de K₂O/m³, les fumiers de bovins 7 à 9 kg de K₂O /t, les fientes de volailles environ 12 kg de K₂O /t et les boues liquides de station d'épuration de 3 à 4 kg de K₂O /m³ (source Institut de l'élevage).

1.2.3 Teneurs en éléments traces métalliques (ETM) et composés traces organiques (CTO)

Sur l'unité de la SCEA de Cors, l'origine agricole des matières entrantes limite le risque de détecter des teneurs en ETM et CTO importantes.

Aucune analyse de digestats ne peut être réalisée à l'heure actuelle car l'usine n'est pas en fonctionnement.

Si l'on se réfère à l'analyse réalisée sur l'unité AgriBerry Energie de Plaimpied-Givaudins (*Tableau 9*), qui reçoit des intrants d'origines agricole et agro-alimentaire, il n'est pas analysé de risque de contamination des digestats par des éléments traces métalliques.

Eléments Traces Métalliques	Teneurs en mg/kg MS	Valeur limite en mg/kg MS
Cadmium (Cd)	0,59	10
Chrome (Cr)	12,6	1000
Cuivre (Cu)	40,0	1000
Mercure (Hg)	< 0,2	10
Nickel (Ni)	47,3	200
Plomb (Pb)	6,56	800
Zinc (Zn)	177	3000
Total Cr + Cu + Ni + Zn	276,9	4000

Composés Traces organiques	Teneurs en mg/kg MS	Valeur limite en mg/kg MS
Somme 7 PCB (028, 052, 101, 118, 138, 153, 180)	< 0,07	0,8
Benzo(a) pyrène	< 0,05	2
Benzo(b) fluoranthène	< 0,05	2,5
Fluoranthène	0,2	5

Tableau 9 : Estimation des teneurs en ETM et CTO des digestats à épandre

Les teneurs analysées dans les digestats sont très éloignées des valeurs seuils fixées par l'arrêté du 6 juin 2018, modifiant l'arrêté du 12 août 2010.

Les digestats de méthanisation ne présenteront donc pas de risques vis-à-vis des ETM et CTO.

1.2.4 Substances chimiques autres

○ **Les Produits Phytosanitaires**

Les matières entrantes d'origine agricole sont, pour certaines, susceptibles de contenir des traces de pesticides.

L'étude de l'ADEME a recensé très peu de données sur les teneurs en molécules phytosanitaires dans les digestats.

Cependant, notons que les matières entrantes seront stockées plusieurs jours voire semaines avant d'intégrer le processus de digestion, ce qui laisse le temps aux molécules phytosanitaires d'être dégradées.

Il faut également signaler que les molécules phytosanitaires les plus dangereuses pour l'homme et l'environnement ont fait l'objet de retrait du marché, depuis ces 20 dernières années, suite à la directive 91/414/CEE : 67 % de ces molécules ont été retirées du marché entre 1990 et 2009 (molécules obsolètes et ne remplissant pas les critères d'innocuité).

Les temps de demi-vie des principales molécules utilisées actuellement sont en majorité inférieurs à 60 jours, d'après la base de données SIRIS 2012 (molécules jugées d'un niveau assez dégradable par la FAO en 2000).

○ **Les Hormones et résidus médicamenteux**

Peu de données concernant ces substances ont été trouvées dans la bibliographie.

L'étude de l'ADEME de 2011 rapporte des résultats sur l'influence des médicaments, en particulier des antibiotiques utilisés dans l'élevage, sur les processus de méthanisation et sur le digestat produit.

Il est conseillé, lors d'emploi d'engrais de ferme, d'employer aussi d'autres intrants pour diluer les concentrations d'antibiotiques dans le sol. Il est également conseillé de stocker les digestats plus de 100 jours pour diminuer l'apport d'antibiotique dans le sol.

Notons que la recherche de ces substances dans des matrices complexes telles que le digestat et le compost est délicate, que le développement de moyens d'analyses de ces produits est en voie de finalisation et que ces techniques ne sont pas forcément accessibles aux producteurs de matières fertilisantes organiques.

Les matières entrantes sur l'unité de la SCEA de Cors seront stockées avant d'intégrer le processus de digestion, ce qui permet un temps de dégradation pour les molécules médicamenteuses, bien que ce stockage sera limité au maximum pour éviter toute nuisance olfactive.

Par ailleurs, la part des effluents d'élevage dans le plan d'approvisionnement des matières entrantes, est réduite. La multiplicité des sources de matières entrantes permettra une dilution d'éventuelles traces d'antibiotiques issus des élevages.

Les digestats de méthanisation sortant seront également stockés avant l'épandage, ce qui permettra un temps de dégradation supplémentaire.

Concernant les hormones œstrogènes, l'étude de l'ADEME rapporte des résultats sur le peu d'efficacité de la digestion anaérobie sur les œstrogènes adsorbés sur les boues d'épuration urbaine.

Nous ne sommes pas, dans le cas de la SCEA de Cors, en présence de boues d'épuration urbaine. La présence d'hormones dans les matières entrantes, donc dans le digestat sortant, est peu probable.

1.2.5 Corps étrangers

Ces composés feront l'objet d'une attention particulière, puisqu'ils sont de nature même à altérer le processus de digestion.

Un système de criblage pourra être envisagé au regard de la qualité des intrants. Une phase préalable à la digestion, l'hydrolyse, permettra un effet tampon pour éviter l'entrée de corps étrangers dans les digesteurs.



1.3 Innocuité des digestats

1.3.1 Micro-organismes pathogènes

M. BESSON dans son analyse de la maîtrise des aspects sanitaires de l'épandage de digestats (2010), cite des études mettant en évidence les principaux facteurs influençant la réduction des micro-organismes pathogènes durant la digestion anaérobie.

Le principal facteur est le couple température et temps de séjour. En effet, plus la température de digestion augmente, plus le temps de séjour diminue pour obtenir le même taux de réduction.

La réduction des pathogènes est plus rapide en thermophilie qu'en mésophilie. Le temps pour réduire de 90% la population en agents pathogènes (T90) est de plusieurs heures en thermophilie, alors qu'il est de plusieurs jours voir plusieurs mois en mésophilie.

L'unité de méthanisation de la SCEA de Cors sera basée sur la technologie mésophile, aux alentours de 40°C, avec un temps de séjour total d'environ 159 jours dans le digesteur et le post-digesteur.

D'autres facteurs entrent en jeu pour réduire les micro-organismes pathogènes, notamment la concurrence avec les bactéries du processus de digestion anaérobie.

L'étude bibliographique de l'ADEME réalisée en 2011 démontre que la digestion mésophile entraîne un abattement de 80% des agents pathogènes et qu'un stockage minimum d'au moins 1 mois réduit nettement les risques de présence de germes pathogènes.

Le stockage aérobie post-digestion permettra également d'améliorer légèrement la qualité sanitaire du digestat : des études ont démontré que le stockage prolongé en lagune entraînait une réduction de la présence de micro-organismes initialement contenu dans des effluents contaminés, dû à l'action des ultraviolets (U.V) sur les micro-organismes.

1.3.2 Odeurs

La stabilisation de la matière organique se traduit par une diminution des nuisances olfactives du fait de la dégradation au cours du traitement de composés malodorants tels que les phénols et les acides gras volatils (*in* Valorisation agronomique des digestats, www.apesa.fr)

Le digestat est désodorisé par rapport aux matières entrantes du fait de la destruction dans le digesteur des matières organiques responsables des nuisances olfactives (*in* Guide de la méthanisation à la ferme, ADEME-AILE-TRAME-SOLAGRO, 2011).

L'étude bibliographique de l'ADEME réalisée en 2011, démontre que le processus de méthanisation permet la décomposition des acides gras volatils responsables des odeurs. Ainsi **une diminution des odeurs est observée.**

Les odeurs liées au dégagement d'ammoniac lors des épandages peuvent être largement limitées par **l'utilisation de pendillards suivi d'un l'enfouissement lorsque cela sera possible (cas des sols nus).**

1.3.3 Effets sur les adventices

La méthanisation affecte le potentiel de germination des graines d'adventices présentes dans les déjections (*in* Guide de la méthanisation à la ferme, 2011).

Il est probable qu'elle affecte également le potentiel de germination des graines qui pourraient être récoltées avec les menues pailles.

L'épandage de ces digestats ne contribuera donc pas à l'enrichissement des parcelles en graines d'adventices.

La bibliographie consultée permet d'affirmer que les digestats issus de procédés de méthanisation n'ont pas de caractère toxique ou nocif, pour la santé humaine, animale ou pour l'environnement.

1.4 Suivi analytique des digestats

La production de digestats prévue est estimée à **9 700 m³/an de digestat liquide** et à **580 tonnes/an de digestat solide**.

Pour le suivi des caractéristiques des digestats produits, il est prévu 2 à 4 analyses agronomiques par an et par type de digestat.

Les analyses seront réalisées avant chaque période d'épandage, par lot homogène.

Contenu des analyses :

- Valeur agronomique : matière sèche, matière organique, pH, azote global, azote ammoniacal (NH_4^+), rapport C/N, phosphore total (P_2O_5), potassium total (K_2O), calcium total (CaO), magnésium total (MgO).
- Eléments traces métalliques totaux : Cadmium, Chrome, Cuivre, Zinc, Nickel, Mercure, Plomb.
- Composés Traces Organiques : somme des 7 PCB, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, fluoranthène.



2 PERIMETRE D'EPANDAGE

2.1 Localisation du périmètre

Les parcelles prévues pour l'épandage des digestats de méthanisation sont réparties sur les communes suivantes :

Commune	SAU épandage (ha)
Dampierre-en-Graçay	71
Massay	83
Mehun-sur-Yèvre	59
Quincy	135
Saint-Georges-sur-la-Prée	275
Saint-Hilaire-de-Court	440
Anjouin	82
Reboursin	37
Maray	5

Tableau 10 : Liste des communes du plan d'épandage et SAU disponible pour l'épandage des digestats

5 exploitations font partie du périmètre d'épandage :

- Madame De BRACH Geneviève
La Chapelle
18214 Saint-Hilaire-de-Court (58 parcelles)
- Madame De BRACH Chantal
SCEA de Bellefiolle
Bellefiolle
18100 Saint-Hilaire-de-Court (32 parcelles)
- Monsieur MAUDENS Philippe
SCEA de la Blancharderie
La Blancharderie
18210 Saint-Georges-sur-la-Prée (21 parcelles)
- Monsieur De CUMONT Patrice
EARL de Marcay
La Servanterie
18120 Quincy (13 parcelles)
- Monsieur DIEPVENS François
SCEA du Grand Bois d'Olivet
44 Le Bois d'Olivet
18310 Dampierre-en-Graçay (28 parcelles)

Les prêteurs de terres souscrivent un contrat écrit avec l'exploitant, précisant notamment les engagements et responsabilités réciproques.

La surface totale étudiée représente **1 060 ha** répartis en **152 parcelles** de taille variable.

La cartographie du périmètre d'étude, avec les communes concernées, est figurée en annexe 2.

Le détail des parcellaires de chaque exploitation est présenté en annexe 3.

2.2 Plan de Gestion des Déchets Non Dangereux

Le Plan départemental de Prévention et de Gestion des Déchets Non Dangereux réalisé en 2012 par le Conseil général du Cher fait référence à la Loi Grenelle 1 (03/08/2009) qui fixe dans ses objectifs d'améliorer la gestion des déchets organiques en favorisant la gestion de proximité, notamment par méthanisation (2^{ème} rang de priorité).

Le développement d'installation de méthanisation est dit en accord avec les recommandations des lois Grenelle 1 et 2 et contribue à l'atteinte des objectifs de valorisation organique du Plan.

Le projet de la SCEA de Cors est donc pleinement compatible avec le Plan de Prévention et de Gestion des Déchets Non Dangereux du département du Cher.

2.3 Milieu physique

2.3.1 Régions naturelles et Géologie

Le périmètre d'épandage se situe sur un plateau du Boischaut-Nord, à la limite de la Sologne, sur assise calcaire ou marneuse du Crétacé.

Cette petite région agricole présente donc différents types de matériaux parentaux des sols : calcaires, marnes, recouvrements éoliens ou fluviaux.

La carte en annexe 4 présente la géologie de la zone d'épandage. Les formations principales du périmètre étudié sont les suivantes :

○ Formations Secondaires du Crétacé

○ *Crétacé inférieur : Barrémien*

Formation d'argiles bariolées, le plus souvent blanches, jaunes et rouges. Par endroit, des passées finement sableuses, grises ou rouges, parfois consolidées en grès siliceux. Rencontrée au Sud du périmètre.

○ *Crétacé inférieur : Albien*

Formation de sables blancs, jaunes ou rouges. Ces sables peuvent être consolidés de grès sous forme de blocs très importants.

○ *Crétacé supérieur : Cénomani*

Dépôts très hétérogènes, à faciès variés. Formé, globalement, d'argiles lourdes plastiques, de teinte verte avec présence de glauconies et une prédominance de smectites. Il existe également des faciès sableux.

○ Formations Tertiaires

○ *Eocène lacustre (EBL)*

Formations lacustres de calcaires très durs, massifs, sous forme de blocs importants.

○ Formations Quaternaires

○ *Alluvions et colluvions déposés (FY-Z)*

Formations alluviales argileuses, non calcaire, très peu chargées en cailloux dans la vallée du Cher.

Formations alluviales profondes, essentiellement argileuses, saturées en calcaires dans la vallée de l'Arnon.

○ *Terrasses alluviales des affluents de la vallée du Cher (FX/FV)*

Terrasse alluviale reposant sur calcaires lacustres.

○ *Couvertures limoneuses éoliennes (LP)*

Dépôt se confondant avec les formations sédimentaires meubles sous-jacentes, répartis sur une zone restreinte, à l'Ouest du périmètre étudié.

2.3.2 Ressources eau potable

Au sein du périmètre d'épandage, aucun captage d'eau potable n'est présent. Aucune parcelle n'est concernée par la proximité avec une ressource d'eau potable ou ses périmètres de protection.

2.3.3 Forages agricoles et puits particuliers

Une exploitation dispose d'un forage pour l'irrigation des cultures.

Ces forages, ainsi que les puits particuliers jouxtant les parcelles d'épandage, ont été répertoriés pour garantir le respect des distances d'épandage (carte en annexe 2).

Les épandages de digestats seront réalisés au minimum à 35 m des forages conformément à la réglementation (arrêté 12/08/2010).

2.3.4 Etude des sols du périmètre

La carte des sols du périmètre a été réalisée sur la base de la carte des sols au 1/50 000 réalisée par la Chambre d'agriculture du Cher, et complétée par la connaissance des sols des exploitants eux-mêmes. La carte en annexe 5 représente les types sols du périmètre d'épandage. Des cartes par exploitation sont présentées en annexe 6.

○ Sols hydromorphes minéraux

○ *Rédoxisol*

Sol à texture de surface limono-argileuse ou argileuse, reposant sur un substrat de formation sédimentaire meuble à texture argileuse lourde ou argileuse du Cénomaniens. Vitesse de ressuyage faible à très faible avec une stagnation de l'eau temporaire à moins de 40cm.

○ Sols carbonatés

○ *Calcosol : Sol brun calcaire*

Sol à texture de surface argileuse lourde, à ressuyage correct, peu caillouteux développé dans l'altération de l'assise calcaire peu profonde de l'Eocène lacustre. Le calcaire n'est pas altéré après 50 cm de profondeur.

○ *Calcisol : Sol brun calcique ou eutrophe*

Sol à texture de surface argileuse lourde sur tout le profil, à ressuyage imparfait (fréquente stagnation de l'eau entre 40 et 80 cm), peu caillouteux développé dans le substrat marneux de l'Eocène lacustre.

○ Sols bruns

○ *Sol bruns modaux, mésotrophe*

Sol à texture de surface sablo-limoneuse sur argiles ou marne du Cénomaniens, faiblement chargé en cailloux. Présence sporadique de silex. Drainage faible à très faible avec une stagnation de l'eau temporaire à moins de 40cm.

○ *Sols bruns acides*

Sols à texture de surface variée (sableuse, argilo-limoneux à limono-sableux) des terrasses du Cher et de l'Arnon, parfois gréseuse. Drainage faible à très faible avec une stagnation de l'eau temporaire à moins de 40cm.

- *Complexe de sols bruns et sols bruns faiblement lessivés*

Sol à texture de surface limoneuse ou équilibrée, sur substrat de formation sédimentaire meuble ou marneuse, à vitesse de ressuyage lente à très lente avec une hydromorphie à moins de 40cm. Sols parfois caillouteux des versants du Cher.

- **Sols peu évolués, d'apports alluviaux**

- *Sols alluviaux non calcaires*

Vallée du Cher, sol à texture sablo-limoneuse à équilibrée, sur formation sédimentaire meuble issu des dépôts alluviaux et colluviaux de texture sableuse ou sur grèves alluviales profondes. Ressuyage correct à faible, avec par endroit une stagnation de l'eau fréquente à moins de 40 cm et des inondations temporaires.

- *Sols alluviaux saturés ou calcaires*

Vallée de l'Arnon, sol argileux sur tout le profil, hydromorphe sur dépôts alluviaux, souvent profond avec inondations temporaires.

- **Sol développé dans les argiles lourdes**

- *Vertisol*

Sols à caractère vertique marqué (argiles gonflantes). Sol argileux lourd souvent glauconique du Cénomaniens, parfois recouvert par une formation limoneuse peu épaisse. Drainage faible à très faible avec une hydromorphie temporaire à moins de 40cm

- **Sols de couverture limoneuse :**

- *Sol bruns lessivés*

Sol à texture de surface limono-sableuse ou sablo-limoneuse, sur horizon sous-jacent enrichi en argile, hydromorphe. Sol au début du processus de lessivage reposant sur des formations argileuses du Crétacé, au sud de la vallée du Cher.

- *Sols lessivés*

Sol à texture de surface limono-sableuse, hydromorphe sur les formations argileuses du Crétacé, au sud de la vallée du Cher. Sol en plein processus de lessivage.

- *Sols lessivés dégradés*

Sol à texture de surface sablo-limoneuse, hydromorphe, des brandes de Massay et Dampierre-en-Graçay, à ressuyage faible et peu caillouteux. Sol où les argiles ont été lessivés et sont en cours de dégradation morphologique

Les vallées du Cher et, surtout de l'Arnon, sont inondables.

2.3.5 Suivi analytique des sols

Conformément à l'arrêté du 12 août 2010, modifié par l'arrêté du 6 juin 2018, il est nécessaire de décrire les sols, notamment au regard des paramètres agronomiques (granulométrie, matière organique, pH, azote global, rapport

C/N, P_2O_5 échangeable, K_2O échangeable, MgO échangeable et CaO échangeable).

Par ailleurs, les teneurs en éléments-traces métalliques dans les sols doivent être suivies au regard des valeurs limites.

Il est donc nécessaire de fixer des points de référence par zone homogène.

A ce jour les analyses de sols ne sont pas encore réalisées. Celles-ci seront jointes au dossier, avec la carte des emplacements des prélèvements, ultérieurement.

4 points sont prévus être analysés sur le périmètre d'épandage.

Il n'y a pas d'obligation d'analyse supplémentaire dans le cadre du plan prévisionnel d'épandage. Toutefois, à l'occasion du retrait de parcelles du plan d'épandage, une analyse de sol (paramètres agronomiques hors granulométrie) sera réalisée dans l'année qui suit l'ultime épandage.

○ Niveaux en Phosphore

En l'absence des analyses de sol, les niveaux d'acide phosphorique ne peuvent être observés.

Les épandages ont été déterminés de sorte à couvrir les exportations des cultures en phosphore.

Les apports de phosphore devront être modulés selon les préconisations du COMIFER, qui sont fonction des exportations par les cultures, de l'exigence des cultures, de la fréquence des apports et de la teneur des sols.

Certains sols du périmètre d'épandage présentent des teneurs en phosphore un peu faibles. Selon les cas, les doses pourront être revues à la hausse.

A noter que la méthode COMIFER prend en compte les exigences des cultures en phosphore, qui ne correspond pas forcément à leurs exportations.

Par exemple, la culture de colza est une culture très exigeante en phosphore et elle exporte 1,25 kg de phosphore/ql de grains. La culture de tournesol est une culture peu exigeante en phosphore et elle exporte 1,20 kg de phosphore/ql de grains.

○ Niveaux en Eléments Traces Métalliques (ETM)

Les 4 points de références prévus devraient être analysés sur les ETM.

Les sols issus des calcaires lacustres ont une richesse naturelle en éléments traces métalliques, tels que le chrome et le nickel. Des travaux de référencement de ces données ont été réalisés par l'INRA d'Orléans (Duigou, 2011).

Cette étude a montré que la médiane en Champagne berrichonne (Indre et Cher) était de 48,5 mg/kg pour le chrome (pour un seuil de 150 mg/kg) et de 22,3 mg/kg pour le nickel (pour un seuil de 50 mg/kg).

Il est donc classique d'observer des teneurs autour des 50% de la norme pour le nickel et autour de 30 % pour le chrome.

Ces sols ne devraient pas présenter de contre-indication à l'épandage de digestats. Cependant, tant que les analyses de sont pas faites, rien n'est avancé.

Quoi qu'il en soit, il faudra être vigilant dans le suivi des flux en ETM, apportés par les digestats. Ce suivi sera réalisé annuellement sur une période glissante de 10 ans, pour s'assurer du respect de la réglementation (voir page 10).

2.3.6 Aptitudes des sols à l'épandage

Le périmètre présente une gamme de sols représentatifs des formations du Crétacé et du Cénomanien et plus récentes du Quaternaire. Ces sols présentent des propriétés physiques et chimiques variables.

Le principal facteur limitant de ces sols du point de vue de l'épandage des digestats est leur vitesse de ressuyage lente, réduisant les périodes de bonne aptitude des sols à recevoir les digestats.

Il est donc nécessaire d'appliquer les digestats dans de bonnes conditions de ressuyage et au plus près des besoins de la plante afin que les éléments nutritifs soient rapidement absorbés.

Il n'y a pas de parcelle concernée par un engorgement permanent ou quasi-permanent.

Les sols présentent des aptitudes correctes à l'épandage des digestats sous réserve des conditions d'épandage.

L'annexe 7 présente dans son ensemble l'aptitude du parcellaire à l'épandage des digestats.

2.4 Zone Vulnérable

Le périmètre d'épandage est situé entièrement en zone vulnérable au regard de la Directive Nitrates, relative à la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole.

Les textes encadrant les pratiques agricoles sur cette zone sont les suivants :

- Arrêté Régional du 28/05/2014 relatif au 5^{ème} programme d'actions régional en application de la Directive nitrates, en zone vulnérable.
- Arrêté du 19/12/2011 modifié, relatif au programme d'actions national en application de la Directive nitrates, en zone vulnérable.
- Arrêté Régional du 23/01/2019, modifié par les arrêtés du 20/02/2019 net du 11/02/2020, dit arrêté GREN, relatif au calcul de l'équilibre de la fertilisation.

Les mesures principales des programmes d'action Directive Nitrate concernant les épandages de produits organiques sont :

- l'équilibre de la fertilisation : la dose de fertilisant épandue est limitée en se fondant sur l'équilibre entre les besoins prévisibles en azote des cultures et les apports et sources d'azote de toute nature.

- le suivi des épandages : il est obligatoire d'établir un plan de fumure prévisionnel et de remplir un cahier d'épandage des fertilisants azotés organiques et minéraux.

- le respect des conditions d'épandages : quantité d'azote, périodes d'interdiction d'épandage, zones d'épandage réglementaires.

Le 5^{ème} programme d'action régional (arrêté du 28 mai 2014), définit les périodes pendant lesquelles l'épandage de fertilisants de type II, comme les digestats liquides, est interdit sur les parcelles en fonction de l'occupation du sol (tableau 11).

TYPE II (ex : lisiers, digestats liquides)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Sols non cultivés												
Cultures implantées à l'automne ou en fin d'été (autres que colza)												
Colza implanté à l'automne												
Cultures implantées au printemps non précédées par une CIPAN ou une culture dérobée												
Cultures implantées au printemps précédées par une CIPAN ou une dérobée												
Prairies implantées depuis plus de six mois dont prairies permanentes et luzerne												
Autres cultures (cultures pérennes, vergers, vignes, cultures maraichères et cultures porte-graines)												



 *Epandages dérogatoires*
 *Epandages interdits*


Tableau 11 : Calendrier des épandages pour les fertilisants de type 2 – digestats liquides

Les conditions pour les **épandages dérogatoires** des types II sont :


- les plafonds de 50 uN ammoniacal/ha pour les cultures dérobées, 60 uN ammoniacal/ha pour les céréales d'hiver et 70 uN ammoniacal/ha sur colza et prairie doivent être respectés ;
- une **CIPAN** doit être implantée avant culture de printemps, sur une durée de 2 mois, jusqu'au 30 octobre minimum (légumineuses pures interdites) ;
- les épandages avant CIPAN ou dérobées sont interdits du 1^{er} juillet à 15 jours avant l'implantation de la CIPAN ou de la dérobée, et de 20 jours avant la destruction de la CIPAN ou la récolte de la dérobée et jusqu'au 31 janvier ;
- un **reliquat d'azote minéral** dans le sol doit être réalisé en sortie d'hiver ;
- pour les épandages avant colza, le reliquat d'azote peut être remplacé par la **pesée et l'utilisation de la réglette colza** de Terres Inovia.

Concernant les digestats solides, considérés comme type I du fait d'un rapport C/N supérieur à 8, les périodes d'épandage réglementairement sont les suivantes :

TYPE I (autres que fumiers, digestats solides)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Sols non cultivés												
Cultures implantées à l'automne ou en fin d'été (autres que colza)												
Colza implanté à l'automne												
Cultures implantées au printemps non précédées par une CIPAN ou une culture dérobée												
Cultures implantées au printemps précédées par une CIPAN ou une dérobée												
Prairies implantées depuis plus de six mois dont prairies permanentes et luzerne												
Autres cultures (cultures pérennes, vergers, vignes, cultures maraichères et cultures porte-graines)												



Epandages dérogatoires



Epandages interdits

Tableau 12 : Calendrier des épandages pour les fertilisants de type 1 – digestats solides

Les périodes d'épandage présentées plus loin tiennent compte de cette réglementation.

Le programme d'actions fixe des règles de fractionnement d'azote pour les engrais minéraux selon les cultures.

Ces règles de fractionnement ne s'appliquent pas aux digestats.

2.5 Aptitude des terrains à l'épandage

2.5.1 Les classes d'aptitudes à l'épandage

Deux classes d'épandage ont été distinguées puisque la limitation des doses d'épandage permet de s'adapter aux cultures et à la potentialité des sols :

- **Aptitude nulle** : sols inaptes à l'épandage : environnement défavorable ou conditions ne permettant pas l'épandage, ainsi que les exclusions par rapport à des aspects réglementaires (tiers, points d'eau...).
- **Aptitude correcte** : sols aptes à l'épandage à toute période de l'année. Toutes les réglementations devront être respectées et tous les aspects agronomiques devront être pris en compte.

2.5.2 Les contraintes réglementaires

Conformément à l'arrêté du 12/08/2010, les éléments suivants sont à noter :

- Une distance d'exclusion de 50 mètres a systématiquement été retenue autour des tiers. **La distance pourra être réduite à 15 mètres en cas d'enfouissement direct.**
- Une distance d'exclusion de 35 mètres a systématiquement été retenue autour des cours d'eau, puits et forages (ils ne sont pas systématiquement matérialisés si englobés dans une zone inapte à l'épandage pour d'autres motifs). **Cependant, cette distance pourra être réduite à 10 mètres, si présence d'une bande de 10 mètres, enherbée ou boisée, et ne recevant aucun intrant.**

Il n'y a aucun lieu public de baignade, pisciculture, zone conchylicoles à proximité du périmètre d'épandage

2.5.3 Les contraintes physiques

Les contraintes physiques sont faibles et sont principalement liées aux types de sols.

Bien que certains sols aient une faible vitesse de ressuyage, aucune parcelle n'est concernée par des engorgements permanents ou quasi-permanents. Par conséquent, aucune parcelle n'a été retirée du plan d'épandage pour ce critère.

Tous les sols sont d'aptitude correcte.

Aucune parcelle du périmètre ne présente une pente supérieure à 7 %. En conséquence, la topographie du périmètre n'impacte le caractère épandable d'aucune parcelle.

Toutes les parcelles ont été classées en aptitude correcte.

2.5.4 Surfaces aptes à l'épandage

Les tableaux suivants récapitulent les surfaces potentiellement épandables (SPE). La carte en annexe 7 présente l'aptitude à l'épandage de l'ensemble du parcellaire et l'annexe 8 reprend les parcellaires, exploitation par exploitation, à une échelle adaptée.

Exploitations	SAU (ha)	Aptitude nulle (ha)	Aptitude correcte = SPE (ha)
SCEA de Bellefiolle	180,8	35,3	145,0
SCEA du Grand Bois d'Olivet	160,8	10,9	149,9
De BRACH G.	388,4	110,6	277,8
EARL de Marcay	194,6	13,9	180,6
SCEA la Blancharderie	139,2	4,4	134,7
TOTAL	1063,7	175,1	888,1

Tableau 13 : Récapitulatif des surfaces épandables par exploitation

Exploitations	Parcelles	Ilot	SAU (ha)	Aptitude correcte (ha)	Aptitude nulle (ha)	Cause inaptitude
SCEA de Bellefiolle	BELL01	8	7,08	6,87	0,21	Bâtiments et surface d'eau
	BELL02	1	1,94	1,70	0,24	Bâtiments
	BELL03	1	16,11	16,11	0,00	
	BELL04	17	6,66	4,75	1,92	Cours d'eau
	BELL05	16	9,37	9,37	0,00	
	BELL06	18	8,58	6,12	2,47	Cours d'eau
	BELL07	23	1,79	0,00	1,26	Petite surface d'aptitude correcte
	BELL08	22	5,99	5,75	0,23	Bâtiments et surface en eau
	BELL09	24	3,68	3,68	0,00	
	BELL10	27	1,15	0,82	0,32	Surface et cours d'eau
	BELL11	15	4,49	3,78	0,71	Cours d'eau
	BELL12	19	6,75	6,39	0,35	Bâtiments
	BELL13	21	2,48	1,96	0,52	Surface en eau
	BELL14	20	5,68	3,95	1,73	Cours d'eau
	BELL15	12	7,14	6,27	0,87	Bâtiments
	BELL16	12	3,94	3,80	0,14	Surface en eau
	BELL17	1	5,16	4,68	0,48	Bâtiments et surface en eau
	BELL18	2	6,44	6,44	0,00	
	BELL19	1	14,33	14,33	0,00	
	BELL20	5	3,92	3,92	0,00	
	BELL21	14	8,71	8,38	0,33	Bâtiments et surface en

Exploitations	Parcelles	Ilot	SAU (ha)	Aptitude correcte (ha)	Aptitude nulle (ha)	Cause inaptitude
						eau
	BELL22	5	5,52	5,52	0,00	
	BELL23	7	19,76	19,03	0,73	Bâtiments et surface en eau
	BELL24	21	0,90	0,85	0,05	Bâtiments et surface en eau
	BELL25	21	0,88	0,52	0,37	Bâtiments
	BELL26	11	1,89	0,00	1,89	Surface non cultivée
	BELL27	10	6,42	0,00	6,42	Surface non cultivée
	BELL28	7	0,08	0,00	0,08	Surface non cultivée
	BELL29	17	0,29	0,00	0,29	Surface non cultivée
	BELL30	26	0,91	0,00	0,91	Surface non cultivée
	BELL31	25	0,77	0,00	0,77	Surface non cultivée
	BELL32	1	12,00	0,00	12,00	Surface non cultivée
Total			180,80	145,00	35,27	

SCEA du SCEA du Grand Bois d'Olivet	GRBO01	6	1,98	1,82	0,16	Cours d'eau
	GRBO02	14	2,56	2,56	0,00	
	GRBO03	12	29,21	28,74	0,47	Bâtiments
	GRBO04	29	3,86	3,86	0,00	
	GRBO05	9	3,98	3,98	0,00	
	GRBO06	13	3,98	3,98	0,00	
	GRBO07	1	5,44	5,44	0,00	
	GRBO08	3	24,80	24,62	0,18	Cours d'eau
	GRBO09	8	20,10	16,36	3,74	Bâtiments et surface en eau
	GRBO10	11	18,11	18,11	0,00	
	GRBO11	2	11,74	11,03	0,71	Cours d'eau
	GRBO12	12	11,02	10,74	0,28	Bâtiments
	GRBO13	4	10,21	10,21	0,00	
	GRBO14	5	10,30	8,44	1,86	Cours d'eau
	GRBO15	5	0,72	0,00	0,72	Surface non cultivée
	GRBO16	5	0,18	0,00	0,18	Surface non cultivée
	GRBO17	5	0,10	0,00	0,10	Surface non cultivée
	GRBO18	5	0,15	0,00	0,15	Surface non cultivée
	GRBO19	7	0,28	0,00	0,28	Surface non cultivée
	GRBO20	6	0,02	0,00	0,02	Surface non cultivée
	GRBO21	1	0,15	0,00	0,15	Surface non cultivée
	GRBO22	2	0,13	0,00	0,13	Surface non cultivée
	GRBO23	3	0,40	0,00	0,40	Surface non cultivée

Exploitations	Parcelles	Ilot	SAU (ha)	Aptitude correcte (ha)	Aptitude nulle (ha)	Cause inaptitude
	GRBO24	3	0,40	0,00	0,40	Surface non cultivée
	GRBO25	30	0,39	0,00	0,39	Surface non cultivée
	GRBO26	13	0,17	0,00	0,17	Surface non cultivée
	GRBO27	8	0,07	0,00	0,07	Surface non cultivée
	GRBO28	10	0,29	0,00	0,29	Surface non cultivée
Total			160,77	149,90	10,87	

De BRACH G.	BRAC01	13	2,60	2,60	0,00	
	BRAC02	17	6,01	5,92	0,10	Bâtiments
	BRAC03	9	15,31	15,31	0,00	
	BRAC04	15	2,83	2,40	0,44	Cours d'eau
	BRAC05	14	94,99	75,71	19,28	Bâtiments et cours d'eau
	BRAC06	16	7,25	6,94	0,31	Surface en eau
	BRAC07	13	0,99	0,99	0,00	
	BRAC08	17	0,16	0,00	0,16	Bâtiment et point d'eau
	BRAC09	12	10,47	9,79	0,68	Bâtiments et surface en eau
	BRAC10	17	2,80	2,80	0,00	
	BRAC11	17	7,20	7,20	0,00	
	BRAC12	13	9,29	9,29	0,00	
	BRAC13	13	0,13	0,13	0,00	
	BRAC14	13	3,53	3,53	0,00	
	BRAC15	17	4,05	4,05	0,00	
	BRAC16	12	16,56	16,56	0,00	
	BRAC17	13	0,66	0,66	0,00	
	BRAC18	10	6,74	6,74	0,00	
	BRAC19	1	18,05	17,86	0,19	Surface en eau
	BRAC20	2	6,14	5,95	0,19	Bâtiments
	BRAC21	19	4,02	4,02	0,00	
	BRAC22	19	1,27	1,27	0,00	
	BRAC23	17	23,95	23,95	0,00	
	BRAC24	17	0,17	0,00	0,17	Petite surface d'aptitude correcte
	BRAC25	6	19,97	19,97	0,00	
	BRAC26	13	14,02	14,02	0,00	
	BRAC27	17	10,03	10,03	0,00	
	BRAC28	5	1,06	0,56	0,50	Cours d'eau
	BRAC29	5	2,38	1,10	1,28	Cours d'eau
	BRAC30	5	2,61	1,97	0,64	Cours d'eau

Exploitations	Parcelles	Ilot	SAU (ha)	Aptitude correcte (ha)	Aptitude nulle (ha)	Cause inaptitude
	BRAC31	5	10,48	6,51	3,97	Cours d'eau
	BRAC32	17	0,27	0,00	0,27	Surface non cultivée
	BRAC33	17	2,28	0,00	2,28	Surface non cultivée
	BRAC34	17	0,55	0,00	0,55	Surface non cultivée
	BRAC35	17	45,08	0,00	45,08	Surface non cultivée
	BRAC36	5	1,20	0,00	1,20	Surface non cultivée
	BRAC37	3	1,42	0,00	1,42	Surface non cultivée
	BRAC38	4	1,99	0,00	1,99	Surface non cultivée
	BRAC39	2	2,08	0,00	2,08	Surface non cultivée
	BRAC40	1	0,99	0,00	0,99	Surface non cultivée
	BRAC41	5	0,12	0,00	0,12	Surface non cultivée
	BRAC42	5	0,18	0,00	0,18	Surface non cultivée
	BRAC43	5	0,18	0,00	0,18	Surface non cultivée
	BRAC44	5	0,45	0,00	0,45	Surface non cultivée
	BRAC45	5	0,23	0,00	0,23	Surface non cultivée
	BRAC46	6	9,60	0,00	9,60	Surface non cultivée
	BRAC47	6	1,41	0,00	1,41	Surface non cultivée
	BRAC48	6	1,51	0,00	1,51	Surface non cultivée
	BRAC49	5	0,02	0,00	0,02	Surface non cultivée
	BRAC50	5	0,08	0,00	0,08	Surface non cultivée
	BRAC51	10	0,36	0,00	0,36	Surface non cultivée
	BRAC52	10	3,74	0,00	3,74	Surface non cultivée
	BRAC53	6	0,05	0,00	0,05	Surface non cultivée
	BRAC54	8	1,54	0,00	1,54	Surface non cultivée
	BRAC55	6	0,28	0,00	0,28	Surface non cultivée
	BRAC56	6	0,06	0,00	0,06	Surface non cultivée
	BRAC57	10	0,41	0,00	0,41	Surface non cultivée
	BRAC58	10	3,46	0,00	3,46	Surface non cultivée
Total			385,25	277,82	107,43	

EARL de Marcay	CUMO01	1	59,32	59,32	0,00	
	CUMO02	2	24,64	22,90	1,73	Cours d'eau
	CUMO03	4	18,94	18,28	0,67	Bâtiments
	CUMO04	6	5,48	5,32	0,16	Bâtiment
	CUMO05	8	24,62	21,46	3,16	Cours d'au
	CUMO06	9	20,06	19,58	0,48	Cours d'eau et forage
	CUMO07	9	20,03	20,03	0,00	
	CUMO08	10	13,63	13,43	0,20	Surface en eau
	CUMO09	9	1,01	0,00	1,01	Surface non cultivée

Exploitations	Parcelles	Ilot	SAU (ha)	Aptitude correcte (ha)	Aptitude nulle (ha)	Cause inaptitude
	CUMO10	8	0,21	0,00	0,21	Surface non cultivée
	CUMO11	8	0,66	0,00	0,66	Surface non cultivée
	CUMO12	10	1,56	0,00	1,56	Surface non cultivée
	CUMO13	11	4,09	0,00	4,09	Surface non cultivée
Total			194,25	180,32	13,93	

SCEA la Blancharderie	MAUD01	8	11,56	11,56	0,00	
	MAUD02	14	19,75	19,03	0,72	Bâtiments et surface en eau
	MAUD03	10	27,99	27,34	0,65	Bâtiments et surface en eau
	MAUD04	9	1,74	1,70	0,03	Surface en eau
	MAUD05	15	4,44	4,44	0,00	
	MAUD06	1	1,06	1,01	0,05	Bâtiments
	MAUD07	2	2,44	2,44	0,00	
	MAUD08	3	1,70	1,47	0,23	Bâtiments
	MAUD09	4	1,06	1,06	0,00	
	MAUD10	13	1,37	0,90	0,48	Bâtiments
	MAUD11	16	7,65	7,58	0,07	Surface en eau
	MAUD12	17	1,75	1,55	0,20	Surface en eau
	MAUD13	18	7,20	6,37	0,83	Surface et cours d'eau
	MAUD14	6	9,19	9,19	0,00	
	MAUD15	8	19,26	18,56	0,70	Bâtiments
	MAUD16	10	2,47	2,14	0,33	Surface en eau
	MAUD17	11	4,63	4,63	0,00	
	MAUD18	19	9,42	9,35	0,06	Bâtiments
	MAUD19	12	4,39	4,39	0,00	
	MAUD20	8	0,06	0,00	0,06	Surface non cultivée
	MAUD21	10	0,03	0,00	0,03	Surface non cultivée
Total			139,16	134,71	4,45	
Total général			1063,73	887,76	171,87	

Tableau 14 : Détails des surfaces épanposables par exploitation

La surface totale apte à l'épandage (SPE) est de 888 ha.

Toute modification notable du plan d'épandage est portée avant sa réalisation à la connaissance du préfet au moins un mois avant l'utilisation de nouvelles parcelles ne figurant pas dans les études communiquées au préfet.

3 Modalités d'Épandage

Les digestats produits seront épandus sur cinq exploitations de grandes cultures. Ces produits, très minéraux, seront disponibles rapidement pour les plantes après épandage.

On veillera donc à positionner les épandages au plus près des besoins de la culture lorsque cela est possible, et on s'assurera des conditions climatiques favorables lors des épandages.

3.1 Potentiel d'épandage du périmètre

Le bilan entrées-sorties global sur la base d'un prévisionnel d'épandage (qui peut être amené à changer selon les années et les assolements) est le suivant :

	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
Apports de digestats solides et liquides (en kg) (1)	42 992	16 564	43 432
Exportations (kg) de la SPE (2)	74 482	30 012	53 213
Surface Potentiellement Epandable (SPE)	888		
Bilans			
Bilan brut en kg (1-2)	-31 490	-13 449	-9 782
Bilan en kg par hectare SPE	-35	-15	-11

Tableau 15 : Bilan entrées-sorties global sur le périmètre d'épandage

Les apports sont basés sur les 9 700 mètres cubes de digestat liquide et 580 tonnes de digestat solide prévus à la production, et au regard de l'évaluation de la qualité fertilisante des digestats (Tableau 5 page 9).

Les exportations sont calculées sur la base d'un assolement moyen, qui peut être amené à évoluer en fonction des choix agronomiques et de l'adaptation aux conditions climatiques annuelles.

La surface prise en compte est qualifiée de Surface Potentiellement Epandable (SPE).

Les exportations tiennent compte des rendements moyens par culture, indiqués par les agriculteurs (moyennes des exploitations).

Les données de calcul utilisées sont les références du COMIFER (2007 et 2013).

Le bilan entrées-sorties à l'échelle du périmètre est déficitaire en azote, en phosphore et en potassium, ce qui indique que les surfaces disponibles sont suffisantes pour les épandages. Néanmoins, les apports doivent être gérés à la parcelle pour éviter les bilans excédentaires en potassium.

Ce bilan ne tient pas compte des exportations liées aux cultures intermédiaires dérobées, exportées pour l'alimentation du digesteur. De ce fait, le bilan entrées-sorties proposé sera en réalité plus « favorable ».

3.2 Cultures réceptrices et Doses d'épandage

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 recyclage par le milieu sol/plante, le sol jouant ainsi un rôle épurateur.

L'épandage des digestats permet :

- Une valorisation rapide par la culture,
- Des économies d'azote minéral, de phosphore et de potasse,
- Un recyclage de diverses matières non valorisées auparavant.

Les épandages peuvent être envisagés sur les cultures présentes sur le périmètre, ainsi que sur les cultures intermédiaires.

Aucun épandage n'est prévu sur les légumineuses (pois, féverole, luzerne...), ni sur jachère, tournesol ou chanvre.

Les doses ont été déterminées à la fois du point de vue réglementaire mais aussi agronomique. Elles tiennent compte de l'équilibre de la fertilisation en azote et phosphore ainsi que de la capacité d'absorption de sols qui ne doit pas être dépassée.

On ne peut pas envisager de couvrir entièrement les besoins en azote des cultures. Le complément de fertilisation se fait par apport d'engrais minéraux.

Sur les sols pauvres en phosphore (teneurs inférieures à 50 ppm P_2O_5 Olsen), on pourra envisager de renforcer la fertilisation pour les cultures ayant une exigence forte ou moyenne, conformément aux préconisations du COMIFER, tout en respectant les exigences réglementaires de la Directive Nitrates.

A noter qu'en milieu calcaire, le phosphore peut être fixé sous forme de phosphates bi ou tricalciques peu solubles dans l'horizon de surface, il n'y a donc pas transfert vers la profondeur.

Au regard de la valeur fertilisante des digestats (page 12), les doses d'épandage envisagées sont les suivantes.

○ **Sur avoine**

- Apport au printemps, sur culture en place, de 90 unités d'azote total.

Cet apport est réalisé au moment de la croissance de la plante, où la demande en azote est forte.

Il est fixé au regard des doses classiquement apportées par les engrais minéraux sur cette même période (entre 80 et 100 unités d'azote).

○ **Sur blé tendre et blé dur**

- Apport en sortie d'hiver, sur culture en place, de 120 unités d'azote total.
Cet apport est réalisé au moment de la reprise de croissance de la plante, où la demande en azote est forte et est bien valorisée par le blé.
Il est fixé au regard des doses classiquement apportées par les engrais minéraux sur cette même période (entre 80 et 100 unités d'azote).

○ **Sur orge de printemps**

- Apport au printemps, sur culture en place, de 90 unités d'azote total.
Cet apport est réalisé au moment de la croissance de la plante, où la demande en azote est forte et est bien valorisée par la culture.
Il est fixé au regard des doses classiquement apportées par les engrais minéraux sur cette même période (autour de 80 unités d'azote).

○ **Sur maïs**

- Apport au printemps, sur culture en place, de 140 unités d'azote total.
Cet apport est réalisé au moment de la croissance très active du maïs, plante à croissance rapide avec une demande en azote est forte, qui sera bien valorisée par le maïs.
Il est fixé au regard des doses classiquement apportées par les engrais minéraux sur cette même période (autour de 100-120 unités d'azote).

Afin de limiter les pertes ammoniacales, un binage sera systématiquement réalisé après l'épandage.

Aussi, les conditions climatiques du jour d'épandage et des suivants devront être favorables à l'épandage (par temps nuageux et frais, sans vent et sans pluie le jour de l'épandage).

○ **Sur prairie temporaire ou permanente, de fauche**

- Apport au printemps ou en sortie d'été, sur culture en place, de 80 unités d'azote total.

Les prairies de fauche nécessitent aussi des apports d'azote pour des pousses précoces. Les apports sont fixés au regard des doses classiquement apportées par les engrais minéraux sur cette même période (autour de 80 unités d'azote).

○ **Sur colza**

-Apport avant semis, de 70 unités d'azote total. Cet épandage devra être suivi d'un enfouissement avant semis du colza. Il aura lieu sur la période estivale (juillet-août).

Cette dose est justifiée par les caractéristiques du colza qui peuvent valoriser ces apports avant l'hiver. Dans le Cher, il est d'autant plus recommandé d'avoir de gros colzas (1 à 1,5 kg/m²) avant début octobre pour résister aux attaques de charançons du bourgeon terminal.

L'azote sera intégré à la biomasse de la plante et sa valeur sera prise en compte sur d'autres postes du calcul de la dose prévisionnelle d'azote, à l'ouverture du bilan (février).

Ces épandages sont autorisés par dérogation selon le programme d'actions en zone vulnérable.

Pour répondre à cette dérogation, une pesée du colza en sortie d'hiver devra être réalisée, et le calcul de la dose totale d'azote devra être effectué à l'aide de la règlette colza de Terres Inovia (<http://regletteazotecolza.fr>).

Dans tous les cas, le complément de fertilisation sera apporté sous forme minérale.

Par ailleurs, les outils de prévision de dose et de pilotage devront être utilisés pour une maîtrise de la fertilisation.

Les doses seront adaptées aux teneurs réelles des digestats.

Le Tableau 16 indique les doses envisagées pour un retour tous les ans au vu de la surface disponible :

Culture	Type de digestat	Dose apportée (m ³ /ha)	Tonnage apporté (MS/ha)	N Total apporté (U/ha)	KeqN bilan (voir p. 10)	N disponible provenant du digestat (U/ha)	Phosphore total (P ₂ O ₅) (U/ha)	Potassium total (K ₂ O) (U/ha)
Avoine	liquide	23,08	1,45	90	0,65	58,5	28,62	97,50
Blés tendre et dur (apport en sortie d'hiver)	liquide	30,77	1,94	120	0,65	78	38,15	130,00
Orge printemps (apport en sortie d'hiver)	liquide	23,08	1,45	90	0,65	58,5	28,62	97,50
Maïs (apport au printemps)	liquide	35,9	2,26	140	0,70	98	44,51	151,67
Prairie permanente de fauche (apport en fin d'été)	liquide	20,51	1,29	80	0,65	52	25,44	86,67
Prairie temporaire de fauche (apport au printemps)	liquide	20,51	1,29	80	0,65	52	25,44	86,67
Colza et CIVEs (apport été avant semis)	solide	7,87	1,97	70	0,40	28,00	61,51	33,21
Prairie temporaire de fauche (apport printemps)	solide	8,99	2,25	80	0,40	32,00	70,29	37,96

Tableau 16 : Eléments fertilisants apportés par les digestats liquides et solides

3.3 Bilans CORPEN des exploitations

3.3.1 Remarques préliminaires

Pour détailler les prévisions, un bilan global de fertilisation par les digestats est réalisé sur chaque exploitation du plan d'épandage. Les rendements utilisés sont ceux fournis par les exploitants, selon l'historique de leur exploitation.

Les références des exportations utilisées sont issues des références du COMIFER, de La Marne Agricole, du Centre de technologie agricole Augustenberg et des Chambres d'agriculture de Bretagne (voir bibliographie p. 64). Elles sont calculées et affichées sur les surfaces potentiellement épandables (SPE) de l'exploitation.

Pour le calcul des exportations des pailles, il a été pris une hypothèse de 3 tonnes de pailles exportées en moyenne à l'hectare.

Les références d'exportation du foin de trèfle violet, issues du COMIFER, sont utilisées pour le calcul des exportations d'azote du trèfle porte-graines.

Les références d'exportation d'ensilage de trèfle violet, issues du COMIFER, sont utilisées pour le calcul des exportations du phosphore du trèfle porte-graines.

Les références d'exportation de la luzerne, issues de la FNAMS, sont utilisées pour le calcul des exportations du potassium du trèfle porte-graines.

3.3.2 SCEA de Bellefiolle

Exportations :

	SPE (ha)	Exportations (kg/ t ou ql)			Rendement	Exportations globales (en kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Avoine de printemps	8,5	1,60	0,75	0,45	57	775	363	218
Blé tendre grain	7,3	1,80	0,65	0,50	55	725	262	201
Féverole	2	3,80	1,20	1,30	17	129	41	44
Luzerne	6	28,00	6,30	26,20	5	840	189	786
Orge de printemps grain	7	1,50	0,65	0,55	50	525	228	193
Prairie permanente	30	15,00	6,90	29,90	4	1 800	828	3 588
Prairie temporaire	48	15,00	5,70	26,50	4	2 880	1 094	5 088
Sarrasin	30	3,20	1,35	0,80	10	960	405	240
Tournesol	6,2	2,40	1,20	1,05	15	222	111	97
Total	145					8 993	3 542	10 726

SPE = Surface Potentiellement Eposable

Epandages (importations) :

Cultures	Surface d'épandage prévue (ha)	Type de digestat	Dose épandue (m ³ /ha)	Quantité épandue (t ou m ³)	Période d'épandage	Dose d'apport N total (kg N / ha)	Apport prévu N total (kg N)	Dose d'apport (kg P ₂ O ₅ / ha)	Apport prévu (kg P ₂ O ₅)	Dose d'apport (kg K ₂ O / ha)	Apport prévu (kg K ₂ O)
Avoine de printemps	7	Liquide	23,1	162	Avril	23	630	29	200	98	683
Blé tendre	6	Liquide	30,8	185	Mars	31	720	38	229	130	780
Orge de printemps	5	Liquide	23,1	115	Avril	23	450	29	143	98	488
Prairie temporaire	21,5	Solide	9,0	193	Avril	9	1 720	70	1 511	38	816
Total	39,50		Liquide	462			3 520		2 084		2 766
			Solide	193							

Bilan :

	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
Apports organiques (en kg)			
Total des apports d'effluents (1)	3 520	2 084	2 766
Exportations (kg)			
Total des exportations (2)	8 993	3 542	10 726
Bilans			
Bilan brut en kg (1-2)	-5 473	-1 458	-7 960
Bilan en kg par hectare SPE	-38	-10	-55

SPE = Surface Potentiellement Eposable

3.3.3

De BRACH G.

Exportations :

	SPE (ha)	Exportations (kg/ t ou ql)			Rendement	Exportations globales (en kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blé tendre grain	81	1,80	0,65	0,50	55	8 019	2 896	2 228
Blé tendre pailles exportées	10	5,70	1,70	12,30	3	1 385	413	2 989
Féverole	15	3,8	1,2	1,3	17	969	306	332
Maïs grain	15	1,20	0,60	0,55	60	1 080	540	495
Prairie permanente	100	15	7	30	4	6 000	2 760	11 960
Prairie temporaire	45	15	6	27	4	2 700	1 026	4 770
Sarrasin	10,3	3,2	1,35	0,8	10	330	139	82
Trèfle	11,5	29	8,3	-	4	1 336	382	-
Total	278					21 819	8 462	22 855

SPE = Surface Potentiellement Eposable

Epandages (importations) :

Cultures	Surface d'épandage prévue (ha)	Type de digestat	Dose épandue (m ³ /ha)	Quantité épandue (t ou m ³)	Période d'épandage	Dose d'apport N total (kg N / ha)	Apport prévu N total (kg N)	Dose d'apport (kg P ₂ O ₅ / ha)	Apport prévu (kg P ₂ O ₅)	Dose d'apport (kg K ₂ O / ha)	Apport prévu (kg K ₂ O)
Blé tendre pailles exportées	68	Liquide	30,8	2 092	Mars	31	8 160	38	2 594	130	8 840
Maïs grain	12	Liquide	35,9	431	Avril	36	1 680	45	534	152	1 820
Prairie permanente	84	Liquide	20,5	1 723	Septembre	21	6 720	25	2 137	87	7 280
Prairie temporaire	35	Liquide	20,5	718	Avril	21	2 800	25	890	87	3 033
Total	199		Liquide	4 964			19 360		6 155		20 973
			Solide	0							

Bilan :

N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
---------	-------------------------------	------------------

Apports organiques (en kg)

Total des apports d'effluents (1)	19 360	6 155	20 973
-----------------------------------	--------	-------	--------

Exportations (kg)

Total des exportations (2)	21 819	8 462	22 855
----------------------------	--------	-------	--------

Bilans

Bilan brut en kg (1-2)	-2 459	-2 307	-1 882
Bilan en kg par hectare SPE	-9	-8	-7

SPE = Surface Potentiellement Eposable

3.3.4 SCEA du Bois d'Olivet

Exportations :

	SPE (ha)	Exportations (kg/ t ou ql)			Rendement	Exportations globales (en kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blé tendre grain	63,6	1,80	0,65	0,50	65	7 435	2 685	2 065
Blé tendre pailles exportées	50,0	5,70	1,70	12,30	3	855	255	1 845
Colza d'hiver	66,0	2,90	1,25	0,85	25	4 785	2 063	1 403
Tournesol	7,4	2,40	1,20	1,05	24	423	212	185
Millet	13,0	1,50	0,60	-	25	488	195	-
Total	149,90					13 986	5 409	5 498

SPE = Surface Potentiellement Ependable

Ependages (importations) :

Cultures	Surface d'épandage prévue (ha)	Type de digestat	Dose épandue (m ³ /ha)	Quantité épandue (t ou m ³)	Période d'épandage	Dose d'apport N total (kg N / ha)	Apport prévu N total (kg N)	Dose d'apport (kg P ₂ O ₅ / ha)	Apport prévu (kg P ₂ O ₅)	Dose d'apport (kg K ₂ O / ha)	Apport prévu (kg K ₂ O)
Blé tendre grain	30	Liquide	30,8	923	Mars	31	3 600	38	1 145	130	3 900
Colza d'hiver	49	Solide	7,9	387	Juillet	8	3 442	62	3 024	33	1 633
Total	79		Liquide	923			7 042		4 169		5 533
			Solide	387							

Bilan :

	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
Apports organiques (en kg)			
Total des apports d'effluents (1)	7 042	4 169	5 533
Exportations (kg)			
Total des exportations (2)	13 986	5 409	5 498
Bilans			
Bilan brut en kg (1-2)	-6 944	-1 240	35
Bilan en kg par hectare SPE	-46	-8	0

SPE = Surface Potentiellement Ependable

3.3.5 SCEA la Blancharderie

Exportations :

	SPE (ha)	Exportations (kg/ t ou ql)			Rendement	Exportations globales (en kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blé tendre grain	40	1,80	0,65	0,50	50	3 600	1 300	1 000
Maïs grain	42	1,20	0,60	0,55	31	1 562	781	716
Prairie temporaire	23	15,00	5,70	26,50	4	1 363	518	2 407
Tournesol	24	2,40	1,20	1,05	25	1 440	720	630
Millet	6	1,50	0,60	0,00	24	216	86	0
Total	135					8 181	3 405	4 753

SPE = Surface Potentiellement Epandable

Epandages (importations) :

Cultures	Surface d'épandage prévue (ha)	Type de digestat	Dose épandue (m ³ /ha)	Quantité épandue (t ou m ³)	Période d'épandage	Dose d'apport N total (kg N / ha)	Apport prévu N total (kg N)	Dose d'apport (kg P ₂ O ₅ / ha)	Apport prévu (kg P ₂ O ₅)	Dose d'apport (kg K ₂ O / ha)	Apport prévu (kg K ₂ O)
Blé tendre grain	24	Liquide	30,8	738	Mars	31	2 800	38	916	130	738
Maïs grain	11	Liquide	35,9	397	Avril	36	1 550	45	493	152	397
Total	35		Liquide	1 136			4 430		1 409		1 136
			Solide	0							

Bilan :

	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
Apports organiques (en kg)			
Total des apports d'effluents (1)	4 430	1 409	4 799
Exportations (kg)			
Total des exportations (2)	8 181	3 405	4 753
Bilans			
Bilan brut en kg (1-2)	-3 751	-1 997	46
Bilan en kg par hectare SPE	-28	-15	0

SPE = Surface Potentiellement Epandable

3.3.6 EARL de Marcay

Exportations :

	SPE (ha)	Exportations (kg/ t ou ql)			Rendement	Exportations globales (en kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blé tendre grain	60	1,80	0,65	0,50	73	7 884	2 847	2 190
Maïs grain	83	1,20	0,60	0,55	115	11 454	5 727	5 250
Trèfle porte-graines	37	29,00	8,30	26,00	2	2 165	620	1 941
Total	180					21 503	9 194	9 380

SPE = Surface Potentiellement Ependable

Ependages (importations) :

Cultures	Surface d'épandage prévue (ha)	Type de digestat	Dose épandue (m ³ /ha)	Quantité épandue (t ou m ³)	Période d'épandage	Dose d'apport N total (kg N / ha)	Apport prévu N total (kg N)	Dose d'apport (kg P ₂ O ₅ / ha)	Apport prévu (kg P ₂ O ₅)	Dose d'apport (kg K ₂ O / ha)	Apport prévu (kg K ₂ O)
Blé tendre grain	30	Liquide	30,8	923	Mars	31	3 600	38	1 145	130	3 900
Maïs grain	36	Liquide	35,9	1 292	Avril	36	5 040	45	1 602	152	5 460
Total		Liquide		2 215			8 640		2 747		9 360
		Solide		0							

Bilan :

	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
Apports organiques (en kg)			
Total des apports d'effluents (1)	8 640	2 747	9 360
Exportations (kg)			
Total des exportations (2)	21 503	9 194	9 380
Bilans			
Bilan brut en kg (1-2)	-12 863	-6 446	-20
Bilan en kg par hectare SPE	-71	-36	0

SPE = Surface Potentiellement Ependable

3.3.7 Bilan sur l'ensemble des exploitations

Les tableaux suivant résument les possibilités d'épandage sur chaque exploitation. Les prévisions confirment que les 9 700 m³ de digestat liquide et 580 tonnes de digestat solide, peuvent être épandus chaque année, sur 420 ha.

	Exportations (kg)		
	N	P	K
De BRACH Geneviève	21 819	8 462	22 855
SCEA de la Bellefiolle	8 993	3 542	10 726
SCEA de la Blancharderie	8 181	3 405	4 753
EARL de MARCAY	21 503	9 194	9 380
SCEA du Grand Bois d'Olivet	13 986	5 409	5 498
TOTAL	74 482	30 012	53 213

Tableau 17 : Résumé des exportations N-P-K

	Epandages (kg)			Quantités de digestats	
	N	P	K	Liquide (m ³)	Solide (t)
De BRACH Geneviève	19 360	6 155	20 973	4 964	0
SCEA de la Bellefiolle	3 520	2 084	2 766	462	193
SCEA de la Blancharderie	4 430	1 409	4 799	1 136	0
EARL de MARCAY	8 640	2 747	9 360	2 215	0
SCEA du Grand Bois d'Olivet	7 042	4 169	5 533	923	387
TOTAL	42 992	16 564	43 432	9 700	580

Tableau 18 : Résumé des quantités N-P-K épandables

	Bilan entrées-sorties (kg / ha SPE)			SPE (ha)	SAE (ha)
	N	P	K		
De BRACH Geneviève	-2 459	-2 307	-1 882	278	199
SCEA de la Bellefiolle	-5 473	-1 458	-7 960	145	40
SCEA de la Blancharderie	-3 751	-1 997	46	135	35
EARL de MARCAY	-12 863	-6 446	-20	180	66
SCEA du Grand Bois d'Olivet	-6 944	-1 240	35	150	79
TOTAL				888	419

SAE = Surface Annuellement Epandue ; **SPE** = Surface Potentiellement Epandable

Tableau 19 : Résumé des bilans CORPEN

La pression qui s'exerce sur ces surfaces au regard des prévisions d'épandage de digestats est donc :

Pression exercée sur le périmètre	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
En kg par hectare de SPE	48	19	49

Tableau 20 : Pression N-P-K liée aux prévisions d'épandage

Le tableau suivant récapitule tous les épandages prévus. Ce prévisionnel tient compte des demandes des agriculteurs, des prescriptions réglementaires, des besoins agronomiques et de la faisabilité technique, du fait des conditions climatiques et de la possibilité d'entrée dans les parcelles.

Exploitation	Culture	Surface épandue	Type digestat	Quantité épandue m ³	Période	Dose /ha
De BRACH G.	Blé tendre	68,0	Liquide	2092	Mars	30,77
	Maïs grain	12,0	Liquide	431	Avril	35,90
	Prairie permanente de fauche	84,0	Liquide	1723	Septembre	20,51
	Prairie temporaire de fauche	35,0	Liquide	718	Avril	20,51
Sous-Total		199		4 964		
SCEA de Bellefiolle	Avoine	7,0	Liquide	161,5	Avril	23,08
	Blé tendre	6,0	Liquide	185	Mars	30,77
	Orge de printemps	5,0	Liquide	115	Avril	23,08
	Prairie temporaire de fauche	21,5	Solide	193	Avril	8,99
Sous-Total		40		655		
SCEA de la Blancharderie	Blé tendre	24,0	Liquide	738	Mars	30,77
	Maïs grain	11,1	Liquide	397	Avril	35,90
Sous-Total		35		1 136		
EARL de Marçay	Blé tendre	30,0	Liquide	923	Mars	30,77

Exploitation	Culture	Surface épandue	Type digestat	Quantité épandue m ³	Période	Dose /ha
	Maïs grain	36,0	Liquide	1292	Avril	35,90
Sous-Total		66		2 215		
SCEA du Grand Bois d'Olivet	Blé tendre	30,0	Liquide	923	Mars	30,77
	Colza d'hiver	49,2	Solide	387	Juillet	7,87
Sous-Total		79		1 310		
Total		419	Liquide	9 700		
			Solide	580		

Tableau 21 : Récapitulatif du prévisionnel des épandages

3.4 Modalités de réalisation de l'épandage

3.4.1 Stockage des digestats produits

L'article 34 de l'arrêté national ICPE Enregistrement du 12/08/2010 indique :

"Les ouvrages de stockage du digestat sont dimensionnés et exploités de manière à éviter tout déversement dans le milieu naturel. Ils ont une capacité suffisante pour permettre le stockage de la quantité de digestat 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.

La période de stockage prise en compte ne peut pas être inférieure à quatre mois.

Toutes dispositions sont prises pour que les dispositifs d'entreposage ne soient pas source de gêne ou de nuisances pour le voisinage et n'entraînent pas de pollution des eaux ou des sols par ruissellement ou infiltration.

Le déversement dans le milieu naturel des trop-pleins des ouvrages de stockage est interdit."

La figure 1 représente les volumes théoriques de digestat liquide produits, épandus et stockés.

Les épandages de digestat sont répartis entre mars, avril et septembre (en rouge).

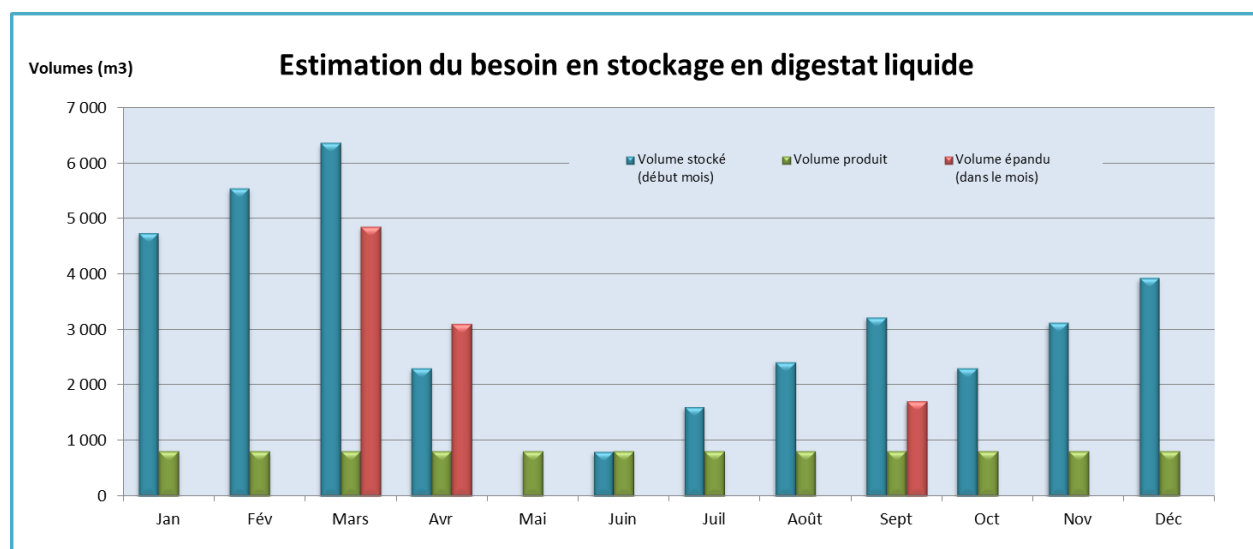


Figure 1 : Estimation du besoin en stockage en digestat liquide

Le volume maximum à stocker est d'environ 6 400 m³.

Dans le cas où les bassins de stockage ne seraient pas couverts, il faudrait compter une marge de sécurité par rapport aux eaux météoriques de 10%. Cela ramènerait le volume maximal à **stocker à environ 7 000 m³**.

Cependant, les bassins de stockage seront couverts.

Le stockage sur site prévoit une capacité totale de 11 000 m³.

Il n'y a pas de stockage délocalisé.

Les volumes de stockage dimensionnés dans le projet de l'usine de méthanisation sont suffisants pour stocker la production de digestats liquide hors des périodes d'épandage.

Concernant le digestat solide, les épandages étant répartis entre avril et juillet (en rouge sur la figure 2), le stockage maximal s'élève à 390 m³. Le stockage sur le site de méthanisation prévoit une capacité d'environ 4 500 m³.

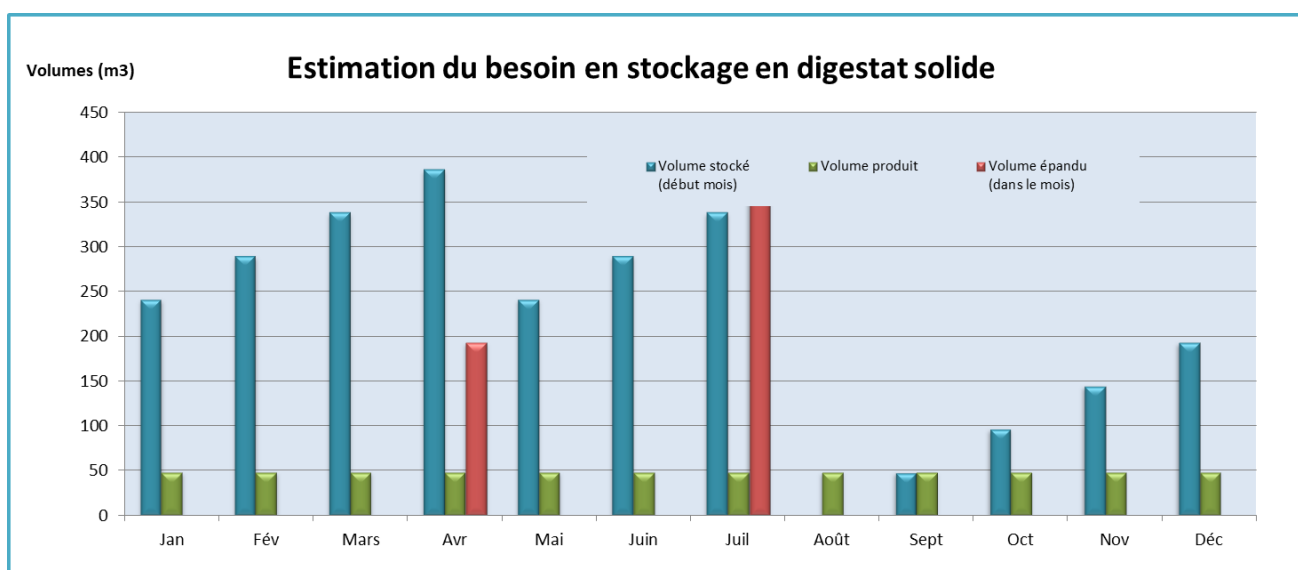


Figure 2 : Estimation du besoin en stockage en digestat solide

Les volumes de stockage dimensionnés dans le projet de l'usine de méthanisation sont suffisants pour stocker la production de digestat solide hors des périodes d'épandage.

3.4.2 Transport

Il n'y a pas de stockage délocalisé. Par conséquent, il n'y aura pas de transport de digestat en dehors des épandages.

3.4.3 Matériels d'épandage et organisation

Les épandages des digestats seront réalisés par un prestataire. Divers équipements sont envisageables :

- soit par tonne à lisier, d'une capacité de 25 m³, avec rampe équipée de pendillards



- soit par le système Du@Ferti de Matuboc® ou Listech.

Cette dernière technique permet d'optimiser les passages d'engins et de préserver la structure du sol.



L'alimentation se fera directement depuis un caisson de stockage mobile en bord de parcelle, par un tuyau semi-rigide, dont la longueur pourra aller jusqu'à 2000 mètres (tuyaux issus procédé Listech®). Une motopompe fera le relais pour la mise en pression.

Source : www.matuboc.com

Un enrouleur est porté à l'arrière par le tracteur, évitant ainsi que le tuyau d'alimentation ne traîne sur les cultures et risque de les endommager.

A l'avant, le tracteur est équipé d'une rampe avec pendillards (obligatoire réglementairement) afin de limiter la volatilisation de l'azote ammoniacal.



Source : www.matuboc.com



Les rampes peuvent aller de 21 à 36 mètres de large, et la section du tuyau d'alimentation peut varier de 75 à 110 mm afin de s'adapter au dosage à l'hectare et optimiser le débit de chantier.

Le débit de chantier sera de l'ordre de 1000 m³ par jour.

Source : www.matuboc.com

La technologie sera accompagnée d'un guidage par GPS permettant de vérifier la qualité de l'épandage et d'un boîtier de contrôle permet de vérifier le respect de la dose d'épandage en fonction de la vitesse d'avancement.

3.5 Règles de traçabilité

La traçabilité sera assurée en contrôlant la qualité des digestats produits et des sols récepteurs, ainsi que les quantités épandues sur chaque parcelle concernée.

3.5.1 Programme prévisionnel d'épandage

Ce document de prévision des épandages de l'année sera réalisé avec les exploitants agricoles prêteurs de terres, au plus tard 1 mois avant le début des épandages. Il comprendra la liste des parcelles concernées par la campagne, les cultures implantées et après l'épandage, les caractéristiques quantitatives et qualitatives des digestats épandus, les doses préconisées et le calendrier d'épandage prévu, ainsi que les personnes (morales ou physiques) réalisant les épandages.

Il sera adressé à l'inspecteur des ICPE à sa demande.

3.5.2 Bordereau de livraison

Conformément à l'arrêté du 12/08/2010, à chaque livraison de digestats, il sera important d'établir un document de livraison entre le producteur de digestats et l'exploitant prêteur de terres. Cela permettra d'identifier les volumes de digestats exportés, l'exploitation destinataire ainsi que les parcelles et cultures réceptrices. Il précisera les quantités d'azote épandues.

Ces bordereaux seront regroupés annuellement dans le cahier d'épandage du producteur de digestats. Un exemplaire sera également conservé par l'exploitant prêteur de terres.

3.5.3 Cahier d'épandage

Le cahier d'épandage est l'outil récapitulant toutes les opérations d'épandage. Il permettra d'identifier toutes les parcelles et cultures réceptrices, les surfaces épandues, les dates d'épandage, les volumes épandus, les quantités d'azote épandues, les analyses de digestats et analyses de sol, et regroupera tous les bordereaux co-signés.

Le producteur de digestats doit pouvoir justifier à tout moment de la localisation de digestats produits (entreposage, dépôt temporaire, transport ou épandage).

Ce cahier d'épandage sera renseigné en fin de chaque journée d'épandage.

3.5.4 Enregistrement des pratiques

Les apports de digestats constituent des apports de fertilisants. Il est donc important et obligatoire réglementairement en zone vulnérable, pour chaque

exploitation recevant du digestat, de prendre en compte leur contribution dans le plan prévisionnel de fertilisation. Celui-ci est à établir avant le 15 mars pour les cultures d'automne et avant le 30 avril pour les cultures de printemps. Les épandages réellement réalisés sont à enregistrer dans le cahier d'enregistrement au maximum dans les 30 jours suivant le dernier épandage.



CONCLUSION

Les résultats de cette étude montrent que les digestats ont bien une valeur fertilisante pour des grandes cultures et ne présentent pas de risque de nuisance pour l'environnement et les personnes.

Les 9 700 m³ de digestat liquide et 580 tonnes de digestat solide pourront être épandus annuellement sur la surface potentiellement épandable de 420 ha, sans générer de risque de pollution, par le respect des réglementations en vigueur.

Le périmètre actuel permet une marge de manœuvre en cas de désistement d'un agriculteur, en cas de conditions climatiques défavorables à l'épandage ou en cas de modification substantielle de la réelle valeur fertilisante des digestats.

En cas de modifications, soit du type et de la qualité du digestat, soit de la quantité à épandre, soit des parcelles réceptrices (ajout ou retrait), une mise à jour de ces prévisions sera nécessaire.



BIBLIOGRAPHIE

- <http://www.legifrance.gouv.fr/> : Textes réglementaires
- AGRAMEC – Le Cher : du ciel à la terre ; Atlas météo du Cher, 2007
- Agence Régionale de Santé de la Région Centre : <http://www.ars.centre.sante.fr/> - module sécurisé
- BRGM – Cartes géologiques de Bourges, Dun-sur-Auron et Nérondes au 1/50 000
- Centre de technologie agricole Augustenberg (LTZ)- Durchwachsene Silphie, Septembre 2015
- Chambre d'agriculture du Cher – Cartes des sols de Bourges, Dun-sur-Auron et Nérondes au 1/50 000
- Chambres d'agriculture de Bretagne – Fiche Sarasin, 2020
- Chambres d'agriculture de Bretagne - Le Miscanthus. Pôle agronomie Productions Végétales, Avril 2009
- COMIFER – Teneurs en P, K, Mg des organes végétaux récoltés, brochure 4 pages, Nov. 2007
- COMIFER – Teneurs en azote des organes végétaux récoltes, brochure 4 pages, Nov. 2013
- COMIFER – Calcul de la fertilisation azotée, guide méthodologique pour cultures annuelles et prairies, Edition 2013
- Conseil général du Cher – Plan de prévention et de gestion des déchets non dangereux, Octobre 2012
- DREAL Région Centre : <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/les-znieff-en-details-fiches-r377.html>
- FDAAPPMA18, CSP – Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles du Cher, Avril 2003
- La Marne Agricole, Exportation des pailles en sol crayeux : se poser les bonnes questions avant de s'engager. Dossier agronomie – Dossier paille, 2009
- REIBEL Aurélie, GERES – Valorisation agricole des digestats : quels impacts sur les cultures, le sol et l'environnement ? Revue littéraire, Mai 2018
- IE, ITAVI, ITCF, ITP – Fertiliser avec les engrais de ferme, 2001

- INPN : <http://inpn.mnhn.fr//espace/naturel/index>
- RITTMO, pour le compte de l'ADEME et du Ministère de l'agriculture - Qualité agronomique et sanitaire des digestats, Octobre 2011
- DUGOU N., BAIZE D., et BISPO A. Utilisation de la base de données BDETM pour obtenir les valeurs de références locales en Eléments Traces Métalliques – cas de la région Centre. *In Etude et Gestion des Sols*, volume 18, n°2, 2011.



ABREVIATIONS

‰ : pour mille

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières

C/N : rapport Carbone organique sur Azote total

CaO : Calcium

CEMAGREF : Centre d'étude du machinisme agricole et du génie rural des eaux et forêts (ancien nom de l'IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture)

CIPAN : Cultures intermédiaires pièges à nitrates

CIVE : Culture Intermédiaire à Vocation Energétique

COMIFER : Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée

CORPEN : Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

DUP : Déclaration d'utilité publique

ha : hectare

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

IOTA : Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements

j : jour

K ou K₂O : Potassium

m³ : Mètre cube

MgO : Magnésium

MO : Matière organique

MS : Matière sèche

N : Azote

P ou P₂O₅ : Phosphore

P : Pluviométrie

PGDND : Plan de gestion des déchets non dangereux

PPE : Périmètre de protection éloigné

PPR : Périmètre de protection rapprochée

RPF : Référentiel pédologique français

RU : Réserve utile

SCEA : Société civile d'exploitation agricole

SAE : Surface annuellement épandue

SAU : Surface agricole utile

SPE : Surface potentiellement épandable

t ou T : Tonne

U : Unité (soit kg/ha)



TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Estimation du besoin en stockage en digestat liquide	47
Figure 2 : Estimation du besoin en stockage en digestat solide	48
Tableau 1 : Teneurs limites en éléments-traces métalliques dans les déchets ou effluents	8
Tableau 2 : Teneurs limites en composés-traces organiques dans les digestats.....	8
Tableau 3 : Valeurs limites de concentration dans les sols	8
Tableau 4 : Production de digestats.....	9
Tableau 5 : Estimation de la qualité des digestats et des quantités produites	9
Tableau 6 : Extrait de l'arrêté GREN du 23/01/2018 (page 31)	10
Tableau 7 : Synthèse des coefficients mentionnés dans la littérature, compilation de données par le GERES, REIBEL 2018	10
Tableau 8 : Coefficients d'équivalence engrais N sur la période du bilan selon les cultures ..	11
Tableau 9 : Estimation des teneurs en ETM et CTO des digestats à épandre.....	13
Tableau 10 : Liste des communes du plan d'épandage et SAU disponible pour l'épandage des digestats	18
Tableau 11 : Calendrier des épandages pour les fertilisants de type 2 – digestats liquides	25
Tableau 12 : Calendrier des épandages pour les fertilisants de type 1 – digestats solides.....	26
Tableau 13 : Récapitulatif des surfaces épandables par exploitation.....	28
Tableau 14 : Détails des surfaces épandables par exploitation	32
Tableau 15 : Bilan entrées-sorties global sur le périmètre d'épandage.....	33
Tableau 16 : Eléments fertilisants apportés par les digestats liquides et solides	37
Tableau 17 : Résumé des exportations N-P-K	44
Tableau 18 : Résumé des quantités N-P-K épandables.....	44
Tableau 19 : Résumé des bilans CORPEN	45
Tableau 20 : Pression N-P-K liée aux prévisions d'épandage	45
Tableau 21 : Récapitulatif du prévisionnel des épandages	46



ANNEXES

Annexe 1 : Evaluation du KeqN des digestats

Annexe 2 : Carte du périmètre d'étude

Annexe 3 : Détail du parcellaire par exploitation

Annexe 4 : Carte géologique du périmètre d'étude

Annexe 5 : Carte pédologique du périmètre d'étude

Annexe 6 : Cartes pédologiques par exploitation

Annexe 7 : Carte générale d'aptitude parcellaire du périmètre

Annexe 8 : Cartes de l'aptitude des parcelles par exploitation

ANNEXE 1



Tableau 8 : Tableau de synthèse des différents K eq mentionnés dans la littérature, compilation des données par le GERES

Post traitement	Type intrants	Céréales			Oléagineux			Prairies	Maraichage						
		Blé apport printemps	Céréales apport automne	Maïs	Colza printemps	Colza semi (fin été)	Tournesol		Epinars printemps	Epinard été	Haricots printemps	PDT printemps	Choux Poireaux été	Culture légumière printemps	Culture légumière été
Digestat Brut	Non précisé	0.6 - 0.65 -	0.38	0.7 - 0.5	0.8	0.65	Nc.	0,65	0,6	0,65	0,6	0,65	0,7	0,6	0,7
	Principalement lisier porc/volailles	0.44* -0.29	Nc.	0.5-0.7 avec pendillards 0.7-0.9 avec injection 0.4-0.6 avec 2 dates d'apports	0.6 à 0.8	Grande variabilité	Nc.								
	Principalement lisier bovin	0.3*	Nc.	Nc.	Nc.	Nc.	Nc.	0,57							
	Principalement fumier bovin	0.22* - 0.25	Nc.	Nc.	Nc.	Nc.	Nc.								
	Principalement déchets IAA	0.55** 0.63	Nc.	Nc.	Nc.	Nc.	Nc.								
Digestat liquide suite séparation de phase	Non précisé	0.6 - 0.6 - 0.75	Nc.	0.7 - 0.75	0.6	0.65 - 0.65	0.75	0,65	0,6	0,65	0,6	0,65	0,7	0,6	0,7
Digestat solide suite séparation de phase	Non précisé	0.45 - 0.12 - 0.45	0.3	0.5 - 0.45	0.45	0.45 - 0.35	0.45	0,55 - 0,32	0,4	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,45
Digestat composté	Non précisé	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	Nc.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05
Digestat séché	Agricole et IAA							0,17							

Sources : Comifer 2017 , GREN Bretagne 2017, essais VADIM 2013-2015, Etude préalable épandage SAS Metha Bressandière, septembre 2017, réalisée par la Chambre d'Agriculture de la Vienne, Essais Méthaneo aux champs 2010, essais champs meth@+com Dordogne 2015, essais VADIMETHAN 2015

*Les sources VADIM sont exprimées en Coefficient d'Azote d'Utilisation et non en K eq. . Pour rappel, on a : $K_{eq}N = CAU\ N\ PRO / CAU\ N\ ammonitrate$. Le CAU d'un engrais comme l'ammonitrate peut varier de 50 à 95 % suivant les conditions d'applications. On prendra ici la valeur de 91 %, suite aux résultats obtenus par Lamber et al. (2012). Comparaison de l'urée et de l'ammonitrate en essais de longue durée, synthèse de 10 ans d'expérimentation

**différence statistique significative/autres CAU Digestats



ANNEXE 2

ANNEXE 3

ANNEXE 4

ANNEXE 5

ANNEXE 6

ANNEXE 7

ANNEXE 8