



Etude du potentiel méthanisable en Limousin dans le cadre du Schéma Régional Climat Air Energie

Rapport public



Etude réalisée par S3d pour le Conseil Régional du Limousin
15/06/2012

Sommaire

<u>1</u>	<u>LISTE DES TABLEAUX.....</u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u>LISTE DES FIGURES.....</u>	<u>5</u>
<u>3</u>	<u>CONTEXTE ECONOMIQUE ET AGRICOLE DE LA REGION.....</u>	<u>7</u>
3.1	UN TERRITOIRE VASTE ET PEU HABITE	7
3.1.1	ORGANISATION GENERALE.....	7
3.1.2	UNE POPULATION VIEILLISSANTE.....	7
3.2	UNE ECONOMIE MARQUEE PAR LE POIDS DE SON AGRICULTURE	7
3.2.1	UNE AGRICULTURE DOMINEE PAR L'ELEVAGE BOVIN.....	7
3.2.2	UN TISSU INDUSTRIEL FRAGILE	8
3.2.3	L'AGROALIMENTAIRE : UN SECTEUR DOMINANT	8
3.3	GAZ A EFFET DE SERRE : LE POIDS DES EMISSIONS POLLUANTES NON-ENERGETIQUES	9
3.3.1	UNE TENSION ENERGETIQUE DE PLUS EN PLUS FORTE	9
3.3.2	AGRICULTURE ET GES.....	9
3.4	LA METHANISATION : FILIERE STRUCTURANTE D'UN TERRITOIRE	9
<u>4</u>	<u>LA METHANISATION : PRINCIPE, INTERETS ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....</u>	<u>10</u>
4.1	PRINCIPE DE LA METHANISATION	10
4.1.1	PRINCIPE BIOLOGIQUE.....	10
4.1.2	SCHEMA GENERAL DE LA METHANISATION	11
4.2	LA METHANISATION DES DECHETS ORGANIQUES DANS LE CADRE DU SRCAE	12
4.2.1	LE BIOGAZ : UNE ENERGIE RENOUVELABLE	12
4.2.2	LA REDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE (GES).....	12
4.3	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA METHANISATION TERRITORIALE	13
4.3.1	LES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES.....	13
4.3.2	IMPACT SUR LA QUALITE DE L'AIR	15
4.3.3	LES AUTRES POLLUTIONS : L'EAU ET LES SOLS	18
4.4	BILAN : INTERETS / IMPACT DE LA METHANISATION	18
4.5	REPERES ECONOMIQUES	19
<u>5</u>	<u>ETATS DE DEVELOPPEMENT DE LA METHANISATION.....</u>	<u>20</u>
5.1	SECTEURS UTILISANT LA METHANISATION	20
5.2	INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT.....	20
5.3	INSTALLATIONS EN PROJETS	20
<u>6</u>	<u>CONCLUSIONS SUR LE CONTEXTE</u>	<u>21</u>

<u>7</u>	<u>LES GROS PRODUCTEURS DE DECHETS ORGANIQUES</u>	<u>23</u>
7.1	LES DECHETS NON COMPTABILISES POUR L'IDENTIFICATION DE GROS PRODUCTEURS	23
7.1.1	LES DECHETS VERTS	23
7.1.2	LES MATIERES DE VIDANGE	23
7.1.3	LES HUILES ALIMENTAIRES USAGEES	24
7.1.4	LA MENUUE PAILLE	24
7.1.5	LES BOUES DE PAPETERIE	24
7.2	LES DECHETS AGRICOLES	25
7.2.1	LES EFFLUENTS AGRICOLES	25
7.3	LES GROS PRODUCTEURS DE DECHETS AGRICOLES	26
7.3.1	LES ISSUES DE CEREALES	27
7.4	LA GRANDE DISTRIBUTION	27
7.4.1	LES BIODECHETS	27
7.4.2	LES SOUS-PRODUITS ANIMAUX	28
7.4.3	LES GROS PRODUCTEURS	28
7.5	LES GISEMENTS DE DECHETS ORGANIQUES DE L'INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE	30
7.5.1	LA BIOMASSE DES IAA REPARTIE PAR TYPE DE DECHETS	31
7.5.2	LE POUVOIR METHANOGENE REPARTI PAR TYPES DE DECHETS ORGANIQUES	32
7.5.3	INDUSTRIE DE LA VIANDE	34
7.5.4	LES AUTRES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES	35
7.6	LA RESTAURATION COLLECTIVE	35
7.7	LES BOUES DE STATION D'EPURATION URBAINES	36
<u>8</u>	<u>LE GISEMENT AGRICOLE</u>	<u>39</u>
8.1.1	MASSES DE DEJECTIONS ANIMALES RECUPERABLES	39
8.1.2	CARACTERISATION DES EFFLUENTS	42
8.1.3	DETERMINATION DU GISEMENT DIFFUS	43
<u>9</u>	<u>LES FILIERES DE TRAITEMENT DES DECHETS</u>	<u>47</u>
9.1	LES EXUTOIRES DES DECHETS PRODUIT EN LIMOUSIN	47
9.1.1	LES COUTS D'ENLEVEMENT	50
9.1.2	LOCALISATION DES FILIERES	51
9.1.3	LES GES EMIS PAR LES DIFFERENTES FILIERES	52
9.2	QUELLE PLACE POUR UNE FILIERE METHANISATION EN LIMOUSIN ?	53
9.2.1	METHANISATION ET EPANDAGE	53
9.3	LES FILIERES DE TRAITEMENT DU LIMOUSIN	54
9.3.1	L'INCINERATION	54
9.3.2	LE STOCKAGE EN CENTRE D'ENFOUISSEMENT	55
9.3.3	LE COMPOSTAGE	56
9.3.4	METHANISATION ET COMPOSTAGE	57
<u>10</u>	<u>METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DE BASSINS DE GISEMENTS</u>	<u>59</u>
10.1	DETERMINATION DU CARACTERE MOBILISABLE D'UN SUBSTRAT	59
10.1.1	DENSITE ENERGETIQUE DES SUBSTRATS	59
10.1.2	CRITERES DE MOBILISATION POUR UN PROJET DE METHANISATION	59

10.2	REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE	59
10.2.1	METHODE DE VISUALISATION DES BASSINS DE GISEMENT	59
10.2.2	RESIDUS AGRICOLES.....	60
10.2.3	DECHETS DE L'INDUSTRIE DE LA VIANDE	61
10.2.4	AUTRE DECHETS DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES	61
10.2.5	BIODECHETS.....	61
10.2.6	BOUES DE STATION D'EPURATION	62
<u>11</u>	<u>LES BASSINS DE GISEMENTS MOBILISABLES.....</u>	<u>63</u>
11.1	LES TERRITOIRES A FORT POTENTIEL	63
11.1.1	LE BASSIN DE SAINT-YRIEIX-LA-PERCHE.....	63
11.1.2	LE BASSIN DE L'OUEST CORREZIEN.....	63
11.1.3	LE BASSIN D'EGLETONS	64
11.2	LES AUTRES BASSINS IDENTIFIES	64
11.2.1	LE BASSIN BELLAC-BESSINES.....	64
11.2.2	LE BASSIN DE LIMOGES.....	64
11.2.3	LE BASSIN DE L'EST CREUSOIS	64
<u>12</u>	<u>INJECTION DU BIOGAZ.....</u>	<u>66</u>
12.1	SUR LE RESEAU DE DISTRIBUTION	66
12.2	SUR LE RESEAU DE TRANSPORT	67
<u>13</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>68</u>
<u>14</u>	<u>ANNEXES</u>	<u>69</u>
14.1	MODALITES DE CALCULS DES GISEMENTS.....	69
<u>15</u>	<u>REFERENCES</u>	<u>70</u>

1 Liste des tableaux

TABLEAU 1.	COMPOSITION MOYENNE DU BIOGAZ (ADEME).....	10
TABLEAU 2.	IMPACT ET CONTRIBUTION DES GES (*CHIFFRE DE 2009) [7].....	13
TABLEAU 3.	SEUIL D'ALERTE SUR LA QUALITE DE L'AIR	15
TABLEAU 4.	PRODUCTION OU VALEUR LIMITE DE CO ₂ DE LA METHANISATION TERRITORIALE	17
TABLEAU 5.	LISTE DES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT.....	20
TABLEAU 1.	CODES NAF DES COMMERCES DE PRODUITS ALIMENTAIRES	28
TABLEAU 1.	CODES NAF DES INDUSTRIELS.....	30
TABLEAU 2.	FAMILLES DE DECHETS ORGANIQUES, TONNAGES ET POTENTIEL METHANOGENE	31
TABLEAU 3.	STATIONS D'EPURATIONS URBAINES	36
TABLEAU 4.	CARACTERISATION DES SUBSTRATS INDUSTRIELS	37
TABLEAU 5.	DUREES DE STABILISATION, PRODUCTION DE DEJECTION ET MODES DE LOGEMENT. SOURCE : MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT [28]	40
TABLEAU 6.	CARACTERISATION DES SUBSTRATS AGRICOLES	42
TABLEAU 7.	CLASSEMENT DES 20 PRINCIPAUX CANTONS PAR POTENTIEL METHANE DU GISEMENT DIFFUS	43
TABLEAU 8.	FILIERES DE TRAITEMENT DES DECHETS.....	48
TABLEAU 9.	COUTS D'ENLEVEMENT DES DECHETS.....	50
TABLEAU 10.	LOCALISATION DES FILIERES DE TRAITEMENTS DE DECHETS ORGANIQUES	51
TABLEAU 11.	CARACTERISATION DES SUBSTRATS ET DE LEUR CARACTERE MOBILISABLE	60
TABLEAU 12.	COMMUNES DESSERVIES PAR LE RESEAU DE DISTRIBUTION DE GAZ NATUREL.....	66
TABLEAU 13.	RATIOS DE CALCUL DES GISEMENTS.....	69

2 Liste des figures

FIGURE 1.	REPARTITION DU NOMBRE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES SUIVANT LEUR ORIENTATION PRINCIPALE (OTEX) ET POIDS DANS LE TOTAL DES EXPLOITATIONS. SOURCE : AGRESTE 2010	7
FIGURE 2.	PREDOMINANCE DU SECTEUR DES VIANDES EN TERME DE CHIFFRE D’AFFAIRES, [9]	8
FIGURE 3.	CONSOMMATION D’ENERGIE FINALE EN 2009 EN LIMOUSIN. SOURCE SOES.....	9
FIGURE 4.	SCHEMA GENERAL DE LA METHANISATION AVEC LES DIFFERENTES FILIERES D’INTRANTS ET DE VALORISATION DU BIOGAZ ET DES DIGESTATS [13]	11
FIGURE 5.	VALORISATION ENERGETIQUE DE LA BIOMASSE DECHETS.....	12
FIGURE 6.	EMISSIONS POLLUANTES LIEES A LA METHANISATION TERRITORIALE	13
FIGURE 7.	INDICE ATMO DES AGGLOMERATIONS LIMOUSINE EN SEPTEMBRE ET OCTOBRE 2011	15
FIGURE 8.	CARTE DES COMMUNES SENSIBLES VIS-A-VIS DES NOX ET PM10 [17].....	16
FIGURE 9.	REPARTITION DU GISEMENT DES DECHETS D’ORIGINE AGRICOLE	25
FIGURE 10.	CARTE : LES PRINCIPAUX PRODUCTEURS DE DECHETS ORGANIQUES EN LIMOUSIN	29
FIGURE 11.	REPARTITION DU POTENTIEL METHANOGENE DES DECHETS ORGANIQUES PAR FILIERE IAA.....	31
FIGURE 12.	REPARTITION DES VOLUMES IAA PAR TYPE DE DECHETS ORGANIQUES	32
FIGURE 13.	REPARTITION DU POUVOIR METHANOGENE PAR TYPE DE BIOMASSE.....	33
FIGURE 14.	ACTIVITE D’ABATTAGE EN LIMOUSIN.....	34
FIGURE 15.	CARTE : POTENTIEL METHANOGENE DES PRINCIPAUX PRODUCTEURS DE DECHETS ORGANIQUES.....	38
FIGURE 16.	PART DES GROS PRODUCTEURS AGRICOLES DANS LE GISEMENT DIFFUS	44
FIGURE 17.	CARTE : LE GISEMENT AGRICOLE DIFFUS	45
FIGURE 18.	CARTE : LES SITES DE TRAITEMENTS DE DECHETS.....	49
FIGURE 19.	GAZ EMIS PAR LE TRAITEMENT DES DECHETS.....	52
FIGURE 20.	IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES LISIERS (EXEMPLE)	53
FIGURE 21.	COUTS DU COMPOSTAGE EN LIMOUSIN PAR TYPE DE DECHET.....	57
FIGURE 22.	CARTE : BASSINS DE GISEMENTS EXPLOITABLES EN METHANISATION EN LIMOUSIN	65
FIGURE 23.	RESEAU DE TRANSPORT DE GAZ EN LIMOUSIN.....	67

PHASE 1 : RAPPEL SUR LE CONTEXTE

3 Contexte économique et agricole de la région

3.1 Un territoire vaste et peu habité

3.1.1 Organisation générale

Le Limousin est composé de trois départements : Corrèze, Creuse et Haute-Vienne, 106 cantons et 747 communes. Territoire essentiellement rural (l'espace agricole représente 50,4 % du territoire, dont 85,6 % de prairie), et relativement isolé dû à la faiblesse d'infrastructures de communication, la région dispose d'un environnement de qualité que l'Etat souhaite inscrire dans une perspective de développement durable [22].

3.1.2 Une population vieillissante

Regroupant un peu plus de 740 000 habitants sur 17 000 km², le Limousin est la seconde région la moins peuplée de France. Sa population est concentrée autour des pôles urbains, en particulier ceux de Limoges, Brive-la-Gaillarde et Tulle.

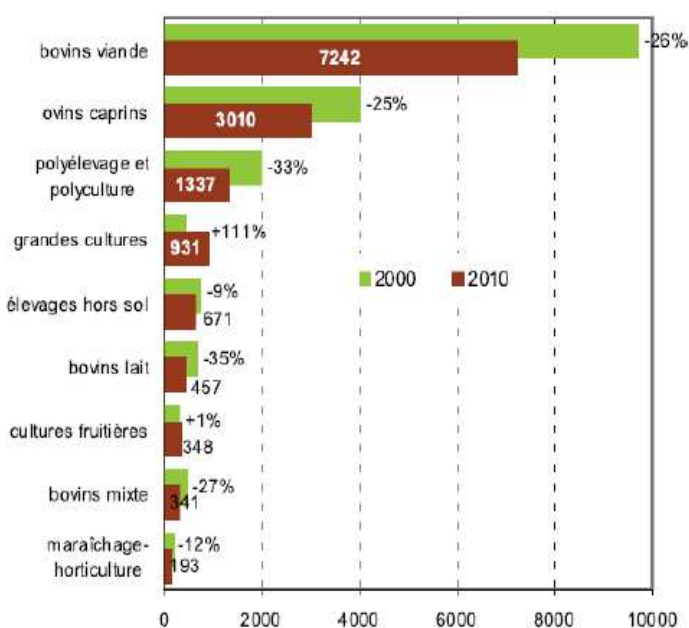
Le territoire a été marqué par la perte d'un quart de sa population au 20^{ème} siècle, mais ce déclin semble s'être enrayé ces dernières années. La moyenne d'âge continue cependant d'augmenter et le taux de natalité de rester faible : 9,82 ‰, contre 12,76 ‰ au niveau national.

3.2 Une économie marquée par le poids de son agriculture

3.2.1 Une agriculture dominée par l'élevage bovin

La surface agricole utile (SAU) de la région représente 839 000 hectares en 2010 (Source Agreste 2010). Malgré un recul du nombre d'exploitations depuis un siècle, la part de l'emploi agricole en Limousin reste deux fois supérieure à la moyenne nationale. L'agriculture limousine demeure un système fragile, dépendant des aides de la PAC (Politique Agricole Commune). Cette situation s'explique par le mode de valorisation dominant : deux tiers des exploitations agricoles pratiquent un élevage bovin allaitant, avec commercialisation de brouards. Cette activité, qui ne dégage habituellement qu'une plus-value réduite et où les revenus sont faibles, a été impactée par la flambée des cours des céréales, oléagineux et protéagineux des années 2008 et 2009 [23].

figure 1. Répartition du nombre des exploitations agricoles suivant leur orientation principale (OTEX) et poids dans le total des exploitations. Source : Agreste 2010



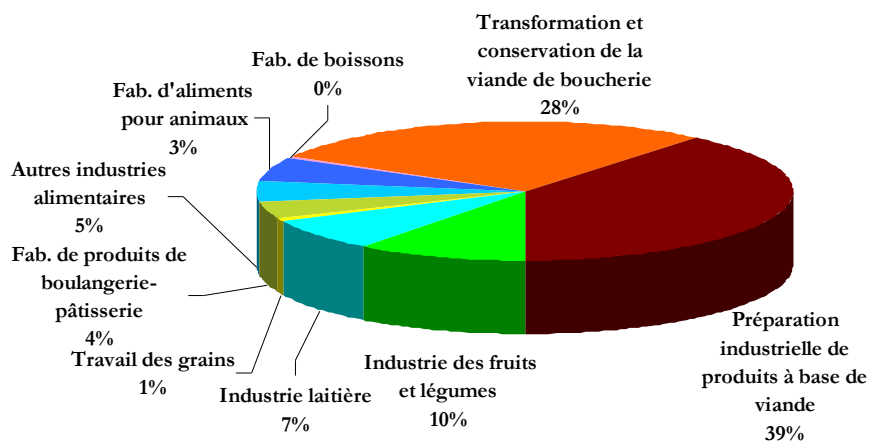
3.2.2 Un tissu industriel fragile

L'économie du Limousin est caractérisée par un tissu de petites entreprises peu structuré, dominé par quelques grands groupes. Trois secteurs sont prépondérants [11] : le secteur électrique & électronique, le secteur mécanique, métallurgie & automobile et le secteur agroalimentaire. Le territoire rassemble peu d'activités à forte valeur ajoutée : il crée 1 % du PIB national pour 1,2 % de la population [4] . L'industrie limousine connaît une période difficile : en 15 ans, la région a perdu 1 emploi industriel sur 6.

3.2.3 L'agroalimentaire : un secteur dominant

Le secteur agroalimentaire rassemble 18 % de l'emploi salarié, soit 7 200 salariés [11] . C'est le premier secteur industriel en Limousin en terme de chiffre d'affaires. Il est caractérisé par une forte proportion de très petites entreprises : 90 % des entreprises ont moins de 10 salariés [9] . Il est dominé par l'industrie de la viande, qui compte pour la moitié de l'activité. Il faut toutefois noter les liens limités entre les activités d'élevage et de transformation de la région.

figure 2. *Prédominance du secteur des viandes en terme de chiffre d'affaires, [9]*



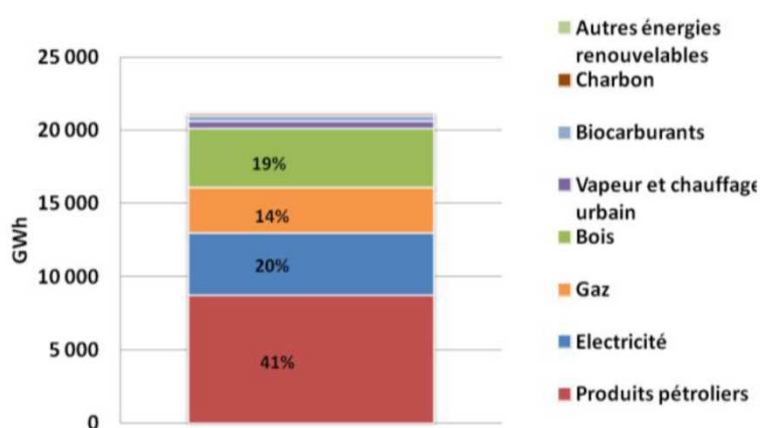
3.3 Gaz à effet de serre : le poids des émissions polluantes non-énergétiques

3.3.1 Une tension énergétique de plus en plus forte

La région a consommé en 2009 21,2 TWh, toutes énergies confondues. Cette consommation a augmenté de manière préoccupante ces dernières années : plus 11 % entre 1990 et 2009 [17] .

figure 3. Consommation d'énergie finale en 2009 en Limousin.
Source SoeS

Le secteur des transports est le principal consommateur d'énergie (32 %), et le premier responsable de la hausse des consommations. Grâce à un développement historique des filières hydroélectricité et biomasse bois, 28,5 % de l'énergie consommée est produite à partir d'énergie renouvelable.



L'Etat et la Région misent, dans le cadre du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE), sur les énergies renouvelables pour dynamiser l'économie locale et renforcer l'indépendance de la population face aux énergies fossiles [17] .

3.3.2 Agriculture et GES

Le Limousin produit 1,5 % des émissions nationales de gaz à effet de serre (soit 7,7 millions teq CO₂), pour 1,1 % de la consommation d'énergie. L'agriculture est le principal contributeur d'émissions de gaz à effet de serre, devant les transports et le bâtiment. En effet, le secteur est responsable de 46 % des émissions, provenant pour moitié du CH₄ des fermentations entériques des ruminants d'élevage (13 % proviennent de la gestion des effluents d'élevage) [21] . Sur ce point, le Limousin se caractérise par des émissions de gaz à effet de serre en partie décorréées des activités de production d'énergie.

3.4 La méthanisation : filière structurante d'un territoire

La méthanisation semble être une réponse aux enjeux économiques, sociaux et environnementaux de la Région.

- En premier lieu, la méthanisation génère un biogaz dont l'énergie sera utilisée localement. La filière pourra donc contribuer aux objectifs de développement des énergies renouvelable et d'indépendance énergétiques de la région.
- En second lieu, les projets de méthanisation ont une vertu dynamisante des territoires de projets. En effet, à partir de déchets organiques locaux, ils créent une énergie renouvelable et un digestat à pouvoir fertilisant, redistribuant localement la valeur ajoutée des projets. Ils développent et préservent le tissu social, par la création d'emplois verts, le portage de projets innovants et la mise en place de partenariats.

4 La méthanisation : Principe, intérêts et impact environnemental

4.1 Principe de la méthanisation

4.1.1 Principe biologique

La méthanisation est un processus biologique de dégradation de la matière organique. Elle se déroule en l'absence d'oxygène et conduit à la production d'un biogaz riche en méthane (CH₄) qui donne son nom au procédé. Elle est basée sur des réactions naturelles de fermentation réalisées par des populations bactériennes dites anaérobies. Le processus se déroule en quatre phases consécutives mettant en jeu des groupes de bactéries différents :

- l'hydrolyse : dégradation enzymatique de la matière organique des molécules complexes en monomères,
- l'acidogénèse : production d'acides gras volatile (AGV) par consommation des monomères,
- l'acétogénèse : production d'acétate et de dihydrogène par dégradation des AGV,
- la méthanogénèse : production de méthane par consommation de l'acétate (voie acétoclaste) et de l'hydrogène (voie hydrogénotrophe).

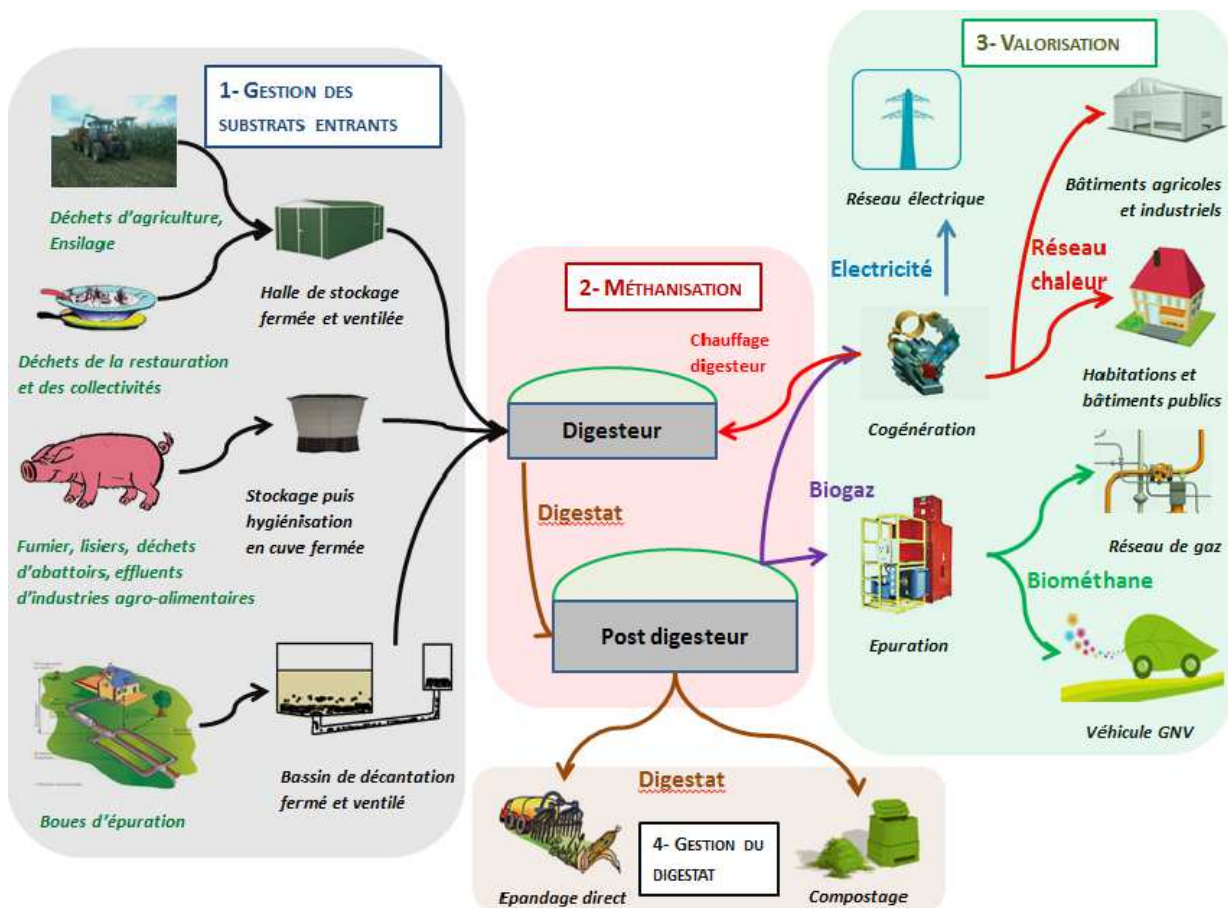
Riche en méthane, le biogaz produit par méthanisation est un gaz combustible qui contient également du dioxyde de carbone (CO₂), de l'eau et d'autres composés en concentrations plus faibles (tableau 1).

tableau 1. Composition moyenne du biogaz (ADEME)

Gaz	Composition volumique
Méthane	50 - 70 %
Dioxyde de carbone	25 - 50 %
Vapeur d'eau	2 - 7 %
Azote	2 - 5 %
Hydrogène	0 - 1 %
Oxygène	0,1 - 2 %
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	0 - 2 %
COV et HC	0,2 %
Composés Volatiles du Silicium	0 - 0,1 %

4.1.2 Schéma général de la méthanisation

figure 4. Schéma général de la méthanisation avec les différentes filières d'intrants et de valorisation du biogaz et des digestats [13]



4.2 La méthanisation des déchets organiques dans le cadre du SRCAE

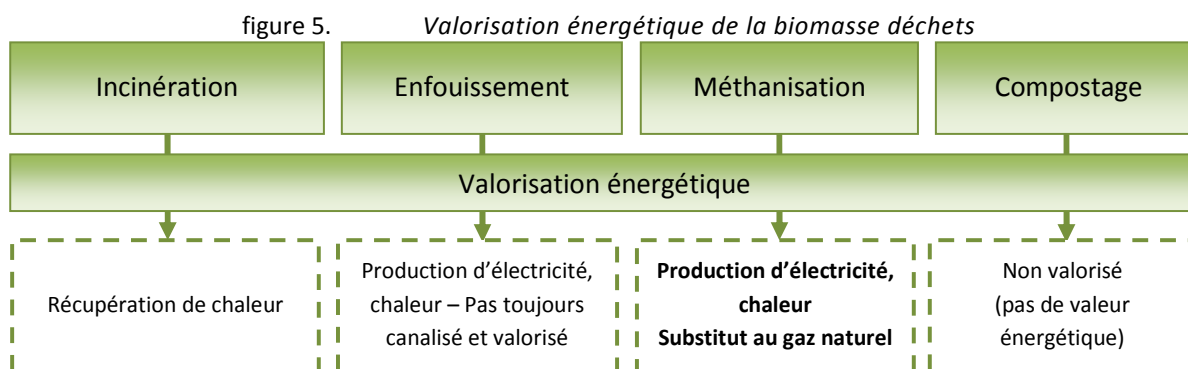
La biomasse et plus précisément la matière organique considérée pour cette étude sont les déchets agricoles, issus du traitement des eaux (eaux usées), de l'industrie agroalimentaire, des collectivités, des GMS et de la restauration collective. Ces déchets peuvent actuellement suivre deux filières : l'élimination (incinération, enfouissement en CET) ou la valorisation (compostage ou autre valorisation matière, méthanisation). Dans le cadre du SRCAE, la méthanisation permet de répondre à deux des quatre objectifs fixés, en accord avec les objectifs du Grenelle de l'environnement : la réduction des gaz à effet de serre (GES) et le développement des énergies renouvelables à l'échelle régionale.

4.2.1 Le biogaz : une énergie renouvelable

En termes de production d'énergie renouvelable à partir de la biomasse, la combustion du biogaz produit par fermentation anaérobie permet, contrairement aux autres filières, de valoriser la matière organique fermentescible en :

- Energie électrique : combustion du biogaz dans un groupe électrogène (moteur ou turbine à gaz) couplée généralement à de la récupération de chaleur (combustion et gaz d'échappements),
- Energie thermique : combustion du biogaz en chaudière pour la production de chaleur (eau chaude sanitaire, chauffage des digesteurs, ...),
- Substitut au gaz naturel (carburant automobile ou injection sur le réseau).

12



La figure 5 présente les différentes voies de valorisation possibles pour les déchets organiques en fonction de la filière suivie. La production et la récupération du biogaz de décharge en centre d'enfouissement technique n'étant pas optimisée, le biogaz produit par la méthanisation (maîtrisé, canalisé et valorisé en totalité) présente un intérêt énergétique important au regard des autres filières de traitement des déchets.

4.2.2 La réduction des gaz à effet de serre (GES)

4.2.2.1 Les GES : définition

Dans le cadre du Protocole de Kyoto, les gaz à effet de serre considérés sont classés en deux catégories [7] :

- les gaz existants naturellement dans l’atmosphère et produit par l’activité humaine : le CO₂, le CH₄ et le N₂O (protoxyde d’azote)
- Les gaz créés exclusivement par l’activité humaine, incluant les principaux gaz fluorés, à savoir les chlorofluorocarbures (CFC), le tétrafluorométhane (CF₄) et l’hexafluorure de soufre (SF₆).

L’impact de ces gaz sur l’effet de serre peut être quantifié à l’aide du PRG ou Potentiel de Réchauffement Global exprimé en « équivalent CO₂ » qui est le gaz de référence (tableau 2)¹.

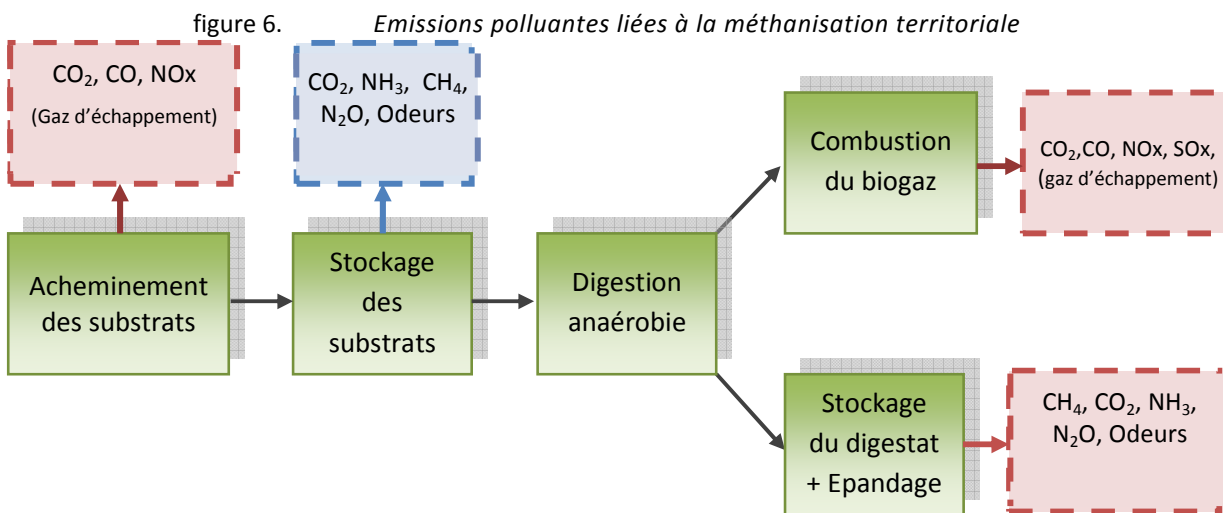
tableau 2. Impact et contribution des GES (*Chiffre de 2009) [7]

	PRG (eq _{CO2})	Contribution nationale*		Origine
CO ₂	1	68% dont	34% transport	Combustion de matière carbonée (transport, ...) et déforestation tropicale
CH ₄	23	15% dont	67% agriculture 29% déchets	Décharges, agriculture, élevage et procédés industriels
N ₂ O	298	14%	84% agriculture	Agriculture, procédés industriels, engrais

4.3 Impacts environnementaux liés à la méthanisation territoriale

4.3.1 Les émissions atmosphériques

En plus du biogaz produit lors du processus, une série d’autres gaz est générée par la mise en place d’une unité de méthanisation sur un territoire.



On peut distinguer deux types d’émissions (figure 6) :

- **Les émissions naturelles** (en bleu) : il s’agit des gaz produits par la fermentation naturelle des déchets indépendamment de la méthanisation. Ces gaz sont produits quelle que soit la filière de traitement des déchets suivie (stockage des déchets solides avant et après traitement).

¹ Dans le cadre de cette étude, seul le CO₂, le CH₄ et le N₂O seront considérés (les autres étant sans objet).

- **Les émissions générées** ou amplifiées (en rouge) : il s'agit des gaz engendrés ou favorisés par l'installation d'une unité de méthanisation territoriale. Rentrent dans cette catégorie, les gaz produit lors de :
 - L'acheminement des déchets du site de production au site de méthanisation,
 - La combustion du méthane dans un groupe électrogène (moteur, turbine) ou une chaudière,
 - Le stockage du digestat et son épandage.

Cependant, ces deux types d'émissions polluantes peuvent avoir un impact sur l'effet de serre au niveau global et sur la qualité de l'air à une échelle plus locale.

4.3.1.1 Impact sur l'effet de serre du CH_4 , le CO_2 et N_2O

- **Impact du transport**

Dans le cas d'unité de méthanisation territoriale, le transport (des déchets et du digestat) et les gaz d'échappement produits sont à prendre en considération. La distance parcourue doit donc être raisonnée en fonction du potentiel méthanogène volumique des substrats acheminés [8]. La consommation d'un poids lourd diesel étant en moyenne entre 35 et 40 L au 100 km avec un facteur d'impact CO_2 de 2660 g_{CO_2}/L de gazole, l'impact du transport est en moyenne de 900 – 1000 g_{CO_2}/km .

Afin de minimiser les émissions de polluants liées à la méthanisation, il faut raisonner le transport et minimiser le temps de stockages des substrats

- **Impact du stockage des substrats**

Les émissions polluantes liées au stockage des substrats sont ici dites naturelles car elles ne sont pas directement rattachées à la méthanisation. Toutefois, le mode et la durée de stockage des produits est un paramètre à considérer lors de la réalisation d'un projet territorial. Des installations spécifiques peuvent être mise en place afin de limiter, récupérer voire traiter les émissions.

- **Impact du biogaz et de sa combustion**

Comme présenté plus haut (9.1.3), le captage du biogaz et sa combustion permettent de réduire l'impact du méthane sur l'effet de serre en produisant du CO_2 (PRG 23 fois inférieur à celui du CH_4).

- **Impact du digestat (stockage et épandage)**

La digestion de la matière organique résiduelle peut continuer lors du stockage en sortie de méthanisation produisant une petite quantité de biogaz en raison des conditions principalement aérobies. Cependant, des installations de recouvrement et récupération de ce biogaz peuvent être mise en place pour sa valorisation. Lors du stockage ou compostage du digestat, la production de N_2O est favorisée par une aération insuffisante conduisant à une mauvaise nitrification-dénitrification de l'azote ammoniacal [9] (0,1 et 4 % de l'azote initial [3]). En comparaison du compost classique, le digestat produit 1,5 fois plus de N_2O .

4.3.2 Impact sur la qualité de l'air

A l'échelle locale, les gaz considérés pour l'évaluation de la qualité de l'air sont :

- Les gaz acides à savoir les oxydes d'azote (NO_x, en particulier NO₂) et de soufre (SO_x, en particulier SO₂). A l'échelle régionale, lorsque la teneur en ces gaz est trop importante, une acidification des sols et de l'eau peut être engendrée par formation de pluies acides.
- L'ozone (O₃) qui présente des risques pour la santé humaine.
- Les particules en suspension ou matières particulaires qui, en fonction de leur taille (PM₁₀ < 10 µm et PM_{2,5} < 2,5 µm), peuvent être inhalées et causées des dommages sur la santé humaine (notamment au niveau des poumons).

Différents seuils sont définis par le décret n° 2002-213 du 15 février 2002 (article 1er – VI) : les objectifs de qualité, les seuils de recommandation et information et les seuils d'alerte (tableau 3). Dans le cas de la méthanisation, ils sont produits par le transport des substrats et la combustion du biogaz en moteur (figure 6).

tableau 3. Seuil d'alerte sur la qualité de l'air

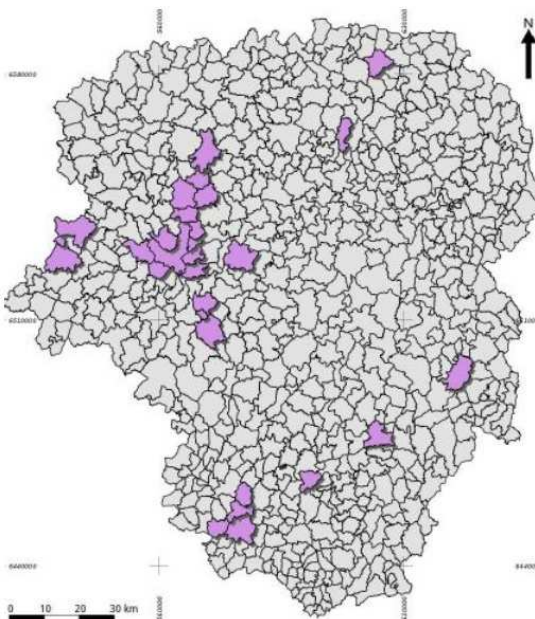
Seuils d'alerte [15] (niveau horaire)	
NO ₂	400 µg/m ³ (ou 200 µg/m ³ horaire la veille, le jour même et prévision pour le lendemain)
O ₃	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³ sur plus de 3h consécutives 2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³ sur plus de 3h consécutives 3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³ horaire
SO ₂	500 µg/m ³ sur plus de 3h consécutives
Particules en suspension PM ₁₀	80 µg/m ³ en moyenne sur 24h

figure 7. Indice ATMO des agglomérations limousines en septembre et octobre 2011

Avec une densité de population relativement faible (44 habitants/km²), le Limousin présente des risques de dépassement des seuils normatifs de qualité de l'air relativement faibles. Toutefois, à proximité des agglomérations, des zones sensibles peuvent apparaître en lien avec le couplage du trafic routier et de l'activité urbaine. Pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, la qualité de l'air peut être quantifiée par l'indice ATMO. Les quatre polluants considérés sont mesurés sur des sites significatifs et traduits en sous-indice sur une échelle de 1 à 10. La valeur de l'indice ATMO global correspond au plus grand de ces sous-indices (déterminés selon l'arrêté du 22/07/04). Sur les agglomérations de la région Limousin, l'indice ATMO a varié de 2 à 6 sur les mois de septembre-octobre 2011 (figure 7).



figure 8. Carte des communes sensibles vis-à-vis des NOx et PM10 [17]



- Les pollutions les plus significatives en Limousin sont :
- le dioxyde d'azote (NO₂) principalement émis par le transport routier (gaz d'échappement),
 - l'ozone résultant de l'action des rayonnements UV sur le NO₂ (NO₂+O₂→NO+O₃).

Les zones dites sensibles en Limousin vis-à-vis du NO₂ sont représentées sur la carte de la région ci-contre. Elles se situent principalement autour des agglomérations de Limoges, Brive-la-Gaillarde, Guéret, Saint Julien et Tulle. On y retrouve également des communes plus rurales ou localisées à l'écart des grands axes routiers où les émissions sont dues aux sites industriels comme celle de Genouillac ou Saillat-sur-Vienne [17].

En termes de pollutions ayant un impact sur la qualité de l'air, la méthanisation est principalement émettrice de NOx et de SO₂ suite :

- au transport : au même titre que pour les GES produit lors de l'acheminement des matières, la localisation d'une installation de méthanisation territoriale doit faire l'objet d'une étude et les distance parcourue doivent être raisonnées.
- à la valorisation du biogaz : comparativement aux autres filières de traitement des déchets, et notamment l'incinération, elle produit peu de gaz acides. Les oxydes d'azote et soufre sont produit lors de la combustion respective du N₂ et H₂S du biogaz.
 - Concernant les composés soufrés, la corrosion qu'ils occasionnent dans les machines en fait un élément à traiter en amont de la combustion. La teneur en soufre du biogaz valorisé est donc généralement très faible voire nulle en fonction du traitement opéré.
 - L'azote du biogaz provient, quant à lui, de l'air. De part le processus biologique anaérobie son introduction doit être limitée au maximum.

4.3.2.1 Bilan sur les émissions atmosphériques de la méthanisation

Les quantités de GES et de gaz impactant la qualité de l’air sont présentées dans le tableau 4.

- Concernant les gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone rejeté lors du stockage des intrants, la valorisation et le stockage/épandage du digestat ne sont pas pris en compte à l’échelle globale. Ceci est dû à l’utilisation de biomasse issu d’un cycle court de carbone. Seul le CO₂ généré par le transport des matières est à prendre en compte et doit être limité. Au niveau du stockage, le méthane et le protoxyde d’azote rejetés, avec des PRG respectifs de 23 et 298 eqCO₂, sont produits mais difficiles à quantifier. Ils peuvent être fortement diminués voire réduits à néant par une aération quotidienne (1h/jour).
- A l’échelle locale, les NOx et SO₂ produit par la valorisation dépendent principalement de la quantité et de la qualité du biogaz :
 - Afin de respecter le VLE du tableau 4 en SO₂ (< 0,9 g_{SO2}/kWh), le biogaz valorisé par cogénération ne doit pas contenir plus de 155 ppmv d’H₂S. Toutefois, les épurations d’H₂S classique par injection d’air ou post-traitement sur charbon actif permettent d’atteindre des teneurs en soufre proche de zéro.
 - Concernant les NOx, la teneur dans les émissions dépend étroitement des réglages du moteur (ratio biogaz/air). Cependant, d’après un outil de calcul développé par l’ADEME [1], on peut considérer que 4 g de NOx sont produit par Nm³ de CH₄ brûlé. A titre d’exemple, considérons une unité de méthanisation territoriale produisant 500 m³/h de biogaz à 60 % de méthane (traitement d’environ 30 000 t_{PB}/an) valorisé par cogénération sur 8000 h/an. Cette installation d’une puissance de 2 400 kW émettrait 0,5 g_{NOx}/kWh_{primaire} soit en dessous de la limite d’émission. Pour des productions de biogaz supérieures, un traitement des gaz d’échappement serait à envisager.

tableau 4. Production ou valeur limite de CO₂ de la méthanisation territoriale

		GES			Qualité de l’air	
		CH ₄	CO ₂	N ₂ O	SO ₂	NOx
Transport (diesel)	Diesel	-	900 - 1000 kgCO ₂ /km	-	-	180 kgCO ₂ /km ⁽¹⁾
	Avec aération	0 g _{eqCO2} /kg _{MS}	NC	1% N initial	-	-
Stockage des intrants⁽²⁾	Liquide (lisier)	700 - 1800 g _{eqCO2} /kg _{MS}	NC	0 - 125 g _{eqCO2} /kg _{MS}	-	-
	Solide (fumier)	100 - 300 g _{eqCO2} /kg _{MS}	NC	6 - 150 g _{eqCO2} /kg _{MS}	-	-
Valorisation énergétique⁽³⁾	Chaudière	-	NC	-	< 0,09 g _{SOx} /kWh ⁽⁴⁾	< 0,23 g _{NOx} /kWh ⁽⁵⁾
	Cogénération	-	NC	-	< 0,09 g _{SOx} /kWh ⁽⁴⁾	< 0,53 g _{NOx} /kWh ⁽⁵⁾
Stockage du digestat⁽²⁾		0 - 200 g _{eqCO2} /kg _{MS}	NC	20 – 510 g _{eqCO2} /kg _{MS}	-	-

(1) Norme Euro V en vigueur depuis octobre 2009 pour les poids lourd

(2) Source : [2] [3]

(3) Exprimée en g de gaz par kWh d’énergie primaire

(4) VLE (Valeur Limite d’Emissions) relatives aux installations d’incinération de 50 mg/Nm³ (Directive 2000/76/CE) [2]

(5) VLE pour les installations entre 2 et 20 MW issues de la circulaire du 10 décembre 2003 relative aux installations de combustion utilisant du biogaz : 525 mg/m³ sur les moteurs et 225 mg/m³ sur les chaudières (puissance < à 20 MWth). [2]

« NC » = Non Considéré ; « - » = Inexistant

4.3.3 Les autres pollutions : l'eau et les sols

Au-delà des émissions, la méthanisation peut présenter des risques pour l'environnement du point de vue des eaux et des sols. A l'échelle régionale ou locale, plusieurs phénomènes peuvent avoir un impact sur l'eau lors du stockage des déchets et de l'épandage du digestat. Le transfert de produits se fait par dissolution dans les eaux de ruissellement sur les déchets et le digestat :

- La dissolution des nutriments contenus dans les déchets et le digestat peuvent entraîner l'eutrophisation de l'eau. L'azote et le phosphore apportés en excès en milieu aquatique peut entraîner la prolifération d'algues.
- Les composés organiques lixiviés par les eaux de ruissellement présentent une toxicité pour l'écosystème.
- Les éléments traces métalliques peuvent également se retrouver dans les effluents liquides.
- Les bactéries pathogènes qui présentent un risque pour la santé (Escherichia Coli) ou qui sont porteuses de maladies peuvent être transférées vers le milieu.

Ces mêmes produits sont déposés dans les sols via l'écoulement des eaux notamment les métaux et les composés carbonés.

Sur le stockage des produits, déchets et digestat, des installations de récupérations de ces eaux de ruissellement doivent être mis en place afin de limiter et de contrôler le transfert vers les nappes phréatiques et les sols. Concernant l'épandage, aucune norme n'est à ce jour appliquée sur les digestats. Cependant, ils sont soumis à des plans d'épandage ajusté au cas par cas au niveau départemental en fonction de la composition du digestat et de la qualité des parcelles agricoles.

4.4 Bilan : intérêts / impact de la méthanisation

Globalement, la digestion anaérobie présente de multiples intérêts tant du point de vue environnemental qu'énergétique et agronomique :

- La diminution des gaz à effet de serre par le captage et la combustion du méthane de source biologique,
- La production d'une énergie renouvelable substituable aux énergies fossiles et nucléaires (production d'électricité, de chaleur et de carburant),
- La gestion des déchets organiques avec réduction des volumes et des odeurs,
- La production d'un fertilisant ou amendement biologique, plus facilement assimilable par les plantes, avec diminution des odeurs et des agents pathogènes.

Concernant les risques environnementaux pour l'air, l'eau et les sols, les effluents sortant d'une unité de méthanisation peuvent être maîtrisés par des systèmes adaptés : stockage des produits sous hangar ventilé, aération régulière, prévention des fuites, traitement d'H₂S et des NO_x, etc. Au bilan, seul le transport reste un paramètre clé dans le calcul des émissions polluantes tant pour la qualité de l'air que des GES.

Toutefois, à l'échelle locale, lors de la mise en place d'une unité de méthanisation territoriale, une attention particulière doit être apportée à la qualité de l'air sur le site d'implantation envisagé.

4.5 Repères économiques

Investissement	Charges d'exploitation	Recettes
<p>6 300 €/kWe</p> <p>Moyenne pour des installations de méthanisation territoriales en cogénération, soit approx. 213 €/t MB traitée annuellement</p>	<p>5 - 9 c€/ kWh</p> <p>Les charges proviennent de la maintenance (33 % du total), du temps de travail, des frais d'assurances, coûts de transport, d'énergie et d'épandage le cas échéant.</p>	<p>6,4 – 19 c€/kWh</p> <p>Variable en fonction de la valorisation du biogaz (cogénération, biométhane, carburant), des recettes liées aux redevances sur les déchets et de l'utilisation du digestat</p>

5 Etats de développement de la méthanisation

5.1 Secteurs utilisant la méthanisation

La méthanisation permet de traiter les déchets et les effluents organiques par la réduction de pollution carbonée. Différents secteurs utilisent la méthanisation pour traiter leurs déchets : l'industrie, l'agriculture, les stations d'épuration et les centres de traitement des ordures ménagères.

Différents types d'installations de méthanisation sont susceptibles de traiter les déchets organiques :

- Les installations à la ferme,
- Les installations centralisées/territoriales,
- Les installations intégrées à un process ou à une filière de traitement plus large.

Pour les projets **à la ferme**, un agriculteur ou groupement d'agriculteurs exploite(nt) l'installation. A contrario, les installations **centralisées / territoriales**, de taille plus conséquente sont exploitées par des sociétés traitant les effluents de plusieurs structures agricoles, souvent conjointement à des déchets organiques provenant d'autres secteurs (coproduits agro-industriels, déchets de grandes surfaces ou collectivités, boues de stations d'épuration...).

5.2 Installations en fonctionnement

tableau 5. Liste des installations en fonctionnement

Société	Type d'installation	Code postal	Ville	Tonnage par an	Produits acceptés
EARL de La Salle	A la ferme	23130	Le Chauchet	5540	Effluents agricoles
Valade	IAA	19210	Lubersac	-	Déchets des entreprises
Smurfit Limousin	Papeterie	87720	Saillat-sur-Vienne	-	Déchets des entreprises et Boues prov. des procédés industriels et du traitement des effluents
Communauté d'Agglomération Limoges Métropole	STEP	87000	Limoges	-	Boues d'épuration des eaux usées collectives

5.3 Installations en projets

En 2011 l'Etat et la Région Limousin ont lancé un appel à projets « méthanisation à la ferme ». L'objectif de cet appel à projet est de faire émerger de petites unités de méthanisation dans les exploitations agricoles du Limousin. Pour cela l'appel à projet sélectionnera 5 sites pilotes de

méthanisation à la ferme sur différents types d'exploitation, et mettant en œuvre différentes technologies. Les conditions pour rendre les projets éligibles sont :

- Gisement d'origine agricole : utilisation de substrats issus de(s) la ferme
- Taille et cout du projet : tonnage inférieur à 3000 tonnes de matière brute par an et montant maximum de 400 000 € avec un temps de retour sur investissement inférieur à 15 ans
- Valorisation de l'énergie produite : taux de valorisation du biogaz produit supérieur à 60% (moyenne par an)
- Reproductibilité et adaptabilité des techniques aux exploitations de la région : process adapté au type de déjections

En parallèle de cette appel à projets « méthanisation à la ferme », il émerge sur la région un certain nombre de projets de méthanisation de taille plus ou moins conséquente suite à des initiatives locales ou à des investisseurs [19] .

En 2011, la France compte 197 sites en fonctionnement et 46 en construction dont 80 dans le secteur industriel, 41 à la ferme, 7 installations centralisées/territoriales, 60 stations d'épuration et 9 centres de traitement des ordures ménagères. La région Limousin avec 4 sites comptabilisés est pour le moment encore peu équipée [12] . Mais la filière est en développement pour les installations à la ferme ainsi que pour les installations centralisées/territoriales qui sont plus longues à mettre en place. Ce développement est permis par la mise en place de nouveaux tarifs d'achats de l'électricité et de tarifs d'achats pour l'injection du biométhane sur le réseau.

6 Conclusions sur le contexte

En réponse à des enjeux spécifiques, la Région a choisi deux axes de développement pour l'émergence d'unités de méthanisation :

- D'une part, le développement d'une filière de petits digesteurs à la ferme : à travers un appel à projet, le Conseil Régional participera au financement de cinq projets de types différents. Ces installations apporteront un retour d'expérience pour ensuite servir de modèles pour les futurs porteurs de projets. La Région soutient ces projets dans l'optique de maintien et de diversification des activités des exploitations, en référence au caractère principalement extensif de l'agriculture régionale.
- D'autre part, le développement d'unités de méthanisation territoriales multipartenariales : le développement de cette filière répond à des objectifs en termes énergétiques, de gestion des déchets et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il faut aussi noter le caractère dynamisant de telles initiatives pour l'économie, par la création de valeur ajoutée, la création d'emplois verts, et l'implication d'un grand nombre d'acteurs, publics et privés, sur le territoire du projet.

PHASE 2 : ETUDE DES GISEMENTS DE DECHETS ORGANIQUES

7 Les gros producteurs de déchets organiques

7.1 Les déchets non comptabilisés pour l'identification de gros producteurs

7.1.1 Les déchets verts

Les déchets verts sont générés par trois types de producteurs :

- Les entreprises de paysage
- Les services techniques des collectivités
- Les ménages

Lorsqu'ils sont collectés, les déchets verts trouvent deux exutoires, transitant ou non via des déchèteries :

- Le compostage sur une plateforme agréé
- Le co-compostage à la ferme

Estimé à 54 000 tonnes récupérées annuellement (dont 10 000 tonnes pour Limoges Métropole), le gisement de déchets verts n'est pas un gisement récupérable en l'état. Ils sont composés de tontes, de feuilles, de branchage et de déchets floraux, mais seule la partie tonte est intéressante à valoriser en méthanisation (c'est le cas de la future installation de méthanisation du Pôle de Lanaud, qui récupérera annuellement 600 tonnes de tontes des services de Limoges Métropole), le reste étant trop ligneux.

Chaque projet de méthanisation, en particulier porté par une collectivité, pourra envisager d'organiser la collecte des tontes de manière séparé du reste des déchets verts. Dans cette hypothèse, les matières ligneuses pourront être dirigées en compostage, récupérant le digestat d'une unité de méthanisation qui aura capté les tontes du gisement de déchets verts.

Les sites de compostage récupérant des déchets verts ont été inclus à l'étude. Nous avons distingué :

- D'une part les sites qui acceptent uniquement des déchets verts
- D'autre part les plateformes de compostage qui récupèrent des déchets verts en plus d'autres déchets compostables (déchets de fruits, matières stercoraires, etc.).

7.1.2 Les matières de vidange

Les matières de vidange proviennent des systèmes d'assainissement non-collectif des particuliers. Constituant un gisement diffus, ces matières sont collectées par des sociétés spécialisées. Les matières de vidange sont dépotées en station d'épuration à un coût de 12 à 18 € par tonne. Elles peuvent aussi être épandues. Elles sont en général très peu fermentescibles, dû à leur temps de séjour dans les fosses des particuliers. L'intérêt de les accepter dans un projet de méthanisation est avant tout financier (pour l'exploitant) et environnemental (gestion locale donc moins de transport).

Issues des bacs à graisse des industriels, les graisses d'effluents sont aussi pompées par des sociétés de vidange. Leur potentiel méthanogène est plus intéressant que celui des matières de vidange, elles peuvent donc trouver plus facilement des exutoires en méthanisation, mais aussi en station d'épuration ou en compostage (facturé environ 40 € par tonne).

La prise en compte de ces déchets dans une étude de gisement est délicate. En effet, les sociétés de curage et de vidange n'ont pas de site de dépotage privilégié. Elles cherchent à réduire les coûts liés au transport en dépotant au plus près de leur dernier client. Si un site de méthanisation est placé dans le rayon de chalandise d'une telle société, elle pourra envisager de récupérer ces matières, à condition d'obtenir l'agrément spécifique des services de la DDCSPP (Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des populations) pour leur traitement.

7.1.3 Les huiles alimentaires usagées

Les huiles résiduelles du secteur industriel ont été comptabilisées pour l'identification des gros producteurs de déchets. En revanche, les huiles alimentaires usagées produites par le secteur de la restauration ou des métiers de bouche n'ont pas été pris en compte. En effet, celles-ci constituent un gisement diffus et sont collectées par des prestataires spécialisés, pour une valorisation matière en lipochimie ou en biocarburant (la question de l'intérêt d'utilisation de ces huiles en méthanisation se pose par ailleurs).

Elles sont soumises depuis le 1^{er} janvier 2012 aux mêmes obligations de tri et de valorisation que les biodéchets, avec des seuils décroissant jusqu'en 2016.

Le Chambre Régional des Métiers et de l'Artisanat (CRAM) supervise un programme collectif sur la région, qui a permis de récolter 13 tonnes d'HAU en 2012.

7.1.4 La menue paille

La menue paille est un sous-produit résiduel de la moisson des cultures comme le blé, le colza, l'orge ou l'avoine. Très rarement récupérée, la menue paille est laissée sur le sol après la moisson. Elle ne constitue pas à l'heure actuelle un gisement. Son potentiel méthane est pourtant intéressant, mais d'autres applications viennent concurrencer son utilisation en méthanisation : alimentation animale, litières pour l'élevage ou biocombustibles.

7.1.5 Les boues de papeterie

Les activités de fabrication de papier et de pâte à papier génèrent des déchets de bois et de boues. En Limousin, ces déchets sont incinérés sur site pour la production combinée d'électricité et chaleur. Leur utilisation en méthanisation n'est pas envisageable du fait de leur utilisation actuelle.

7.2 Les déchets agricoles

7.2.1 Les effluents agricoles

D'un point de vue agricole, le Limousin est une région caractérisée par la prépondérance de l'élevage bovin viande. Ces élevages produisent une majorité de fumier, récupérable seulement la partie de l'année durant laquelle les bêtes sont à l'étable.

A l'inverse, les exploitations agricoles générant une quantité constante de déchets sont les exploitations pratiquant un élevage hors-sol une majorité de l'année. Ce sont avant tout des élevages de veaux de boucherie ou d'engraissement, des élevages de vaches laitières, des élevages de porcs et des élevages de volailles ou de lapins.

Le graphique ci-contre présente les effluents récupérables des gros producteurs (GP) et ceux de l'ensemble des éleveurs limousins. La part de lisiers récupérables est plus importante parmi les gros producteurs.

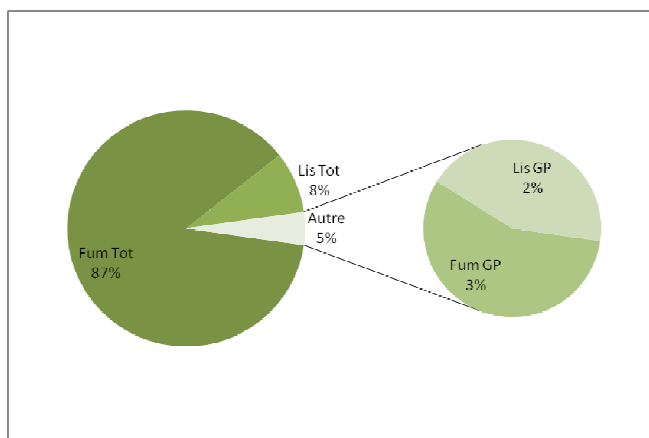


figure 9. Répartition du gisement des déchets d'origine agricole

148 exploitations ont été identifiées comme gros producteurs agricoles, dont 36 élevages bovins (rubrique ICPE 2101), 103 élevages porcins (rubrique ICPE 2102) et 9 élevages de volailles (rubrique ICPE 2111). En ce sens, les exploitations agricoles retenues comme gros producteurs de déchets ne reflètent pas l'orientation prépondérante de l'élevage limousin, à savoir l'élevage bovin viande à caractère majoritairement extensif.

La difficulté d'intégrer les fumiers bovins dans des installations de méthanisation territoriales tient de plusieurs facteurs :

- En premier lieu, les installations de méthanisation territoriales sont généralement composées de systèmes infiniment mélangés, en voie humide, pour une production en continue. Le taux de matière sèche élevée des fumiers rend leur utilisation limitée dans ces process. Les procédés de méthanisation par voie sèche en continu sont adaptés aux projets de méthanisation collectifs, mais ils sont encore peu développés en France dans le cadre de projets agricoles [26] . Souvent employés pour des projets traitant des ordures ménagères, l'investissement reste plus élevé par rapport à un procédé en voir liquide pour les mêmes capacités.
- En second lieu, la production de la majorité des fumiers est saisonnière (équivalente au temps de stabulation des animaux). Une installation de méthanisation doit être alimentée de préférence avec une ration constante sur l'année, même si des substrats alternatifs peuvent être trouvés en remplacement des fumiers l'été (tontes par exemple). Alors que les fumiers sont généralement stockés en bout de champ avant épandage, ils perdent de leur pouvoir méthanogène. De manière générale, une attention devrait être portée sur les modes de gestion des afin de développer leur utilisation en méthanisation (stockage du fumier, abandon des litières de sciures de bois, etc.)

7.3 Les gros producteurs de déchets agricoles

Les exploitations agricoles produisant le plus de déchets ont été identifiées grâce à leur enregistrement en tant qu'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. L'obligation des ces exploitations d'obtenir une autorisation d'exploiter provient des quantités de déchets générés par leurs activités. Les rubriques suivantes ont été retenues :

- Rubrique 2101-1 : Elevage de veaux de boucherie et/ou bovins à l'engraissement, pour des exploitations supérieures à 400 animaux
- Rubriques 2101-2 : Elevage de vaches laitières, pour des exploitations supérieures à 200 animaux
- Rubrique 2102, pour des élevages de porcs supérieurs à 400 animaux équivalents (Aeq)
- Rubrique 2110, pour des élevages de lapins supérieurs à 20 000 animaux sevrés
- Rubrique 2111, pour des élevages de volailles et gibiers à plume supérieurs à 30 000 animaux équivalents
- Rubrique 2112 pour des couvoirs logeant plus de 100 000 œufs

7.3.1 Les issues de céréales

Les issues de céréales considérées dans cette étude sont les résidus des silos des négociants ou coopératives agricoles. Généralement utilisés en alimentation animale ou en compostage, les issues suscitent un intérêt grandissant dans des filières énergétiques (méthanisation ou combustion). 7 silos ont été identifiés sur la région comme générant des issues.

7.4 La grande distribution

Les déchets organiques de la grande distribution sont constituées d'une part de biodéchets, et d'autre part de sous-produits animaux de catégorie 3.

7.4.1 Les biodéchets

Les biodéchets sont les pertes et invendus en vrac des rayons fruits et légumes, fleurs, fromagerie, etc. Ils comprennent aussi les produits dont la date limite de consommation est dépassée, hors produits carnés et poissons.

En deçà d'un certain seuil, la collecte des biodéchets peut être assurée au titre du service public des ordures ménagères. Par exemple, Limoges Métropole collecte les déchets des entreprises assimilables aux ordures ménagères à conditions qu'ils ne dépassent pas :

- 1 100 litres par semaine d'ordures ménagères
- 1 100 litres par semaine de déchets recyclables

En conséquence, la majorité des déchets des moyennes surfaces, de la restauration ou des petites entreprises agroalimentaires est traité de la même façon que les ordures ménagères, c'est-à-dire en incinération ou enfouissement.

L'arrêté du 12 juillet 2011 fixe les seuils définis à l'article R.543-225 du code de l'Environnement pour l'obligation de tri en vue de la valorisation des biodéchets. En effet, chaque « *producteur ou détenteur d'une quantité importante de déchets composés majoritairement de biodéchets (...) est tenu d'en assurer le tri à la source en vue de leur valorisation* » [24] .

Les seuils applicables aux biodéchets sont les suivants :

- du 1er janvier 2012 au 31 décembre 2012 inclus 120 tonnes par an
- du 1er janvier 2013 au 31 décembre 2013 inclus 80 tonnes par an
- du 1er janvier 2014 au 31 décembre 2014 inclus 40 tonnes par an
- du 1er janvier 2015 au 31 décembre 2015 inclus 20 tonnes par an
- à partir du 1er janvier 2016 10 tonnes par an

Cette obligation impacte avant tout les secteurs de la grande distribution et de la restauration collective. Au fur et à mesure de la réduction des seuils, les producteurs de déchets devront trouver des solutions pour la valorisation de leurs déchets.

Des seuils similaires sont applicables aux d'huiles alimentaires usagées.

7.4.2 Les sous-produits animaux

Les sous-produits animaux sont les pertes et invendus des rayons boucheries et poissonneries, ainsi que les produits carnés et poissons dont la date limite de consommation est dépassée. Considérés comme des coproduits de catégorie 3 par le Règlement Européen 1774/2002 portant sur les sous-produits animaux non-destinés à la consommation humaine, ils doivent être traités de manière particulière (centres de traitement des coproduits animaux agréés). Ils peuvent être traités par méthanisation après avoir été préalablement hygiénisés.

7.4.3 Les gros producteurs

Les codes NAF suivant ont été pris en compte :

47.11A Commerce de détail de produits surgelés
47.11B Commerce d'alimentation générale
47.11C Supérettes
47.11D Supermarchés
47.11E Magasins multi-commerces
47.11F Hypermarchés
47.21Z Commerce de détail de fruits et légumes en magasin spécialisé
47.22Z Commerce de détail de viandes et de produits à base de viande en magasin spécialisé
47.23Z Commerce de détail de poissons, crustacés et mollusques en magasin spécialisé
47.24Z Commerce de détail de pain, pâtisserie et confiserie en magasin spécialisé

tableau 1. Codes NAF des commerces de produits alimentaires

Les hypermarchés sont les plus gros producteurs de déchets organiques (rubrique 4711 F). 10 sites ont été retenus comme gros producteurs, produisant plus de 80 tonnes de biodéchets par an (cf. réglementation sur le tri et la valorisation des biodéchets).

Le seuil de 80 tonnes de biodéchets a été retenu pour le choix des gros producteurs. 10 GMS (Grandes et Moyennes Surfaces) ont été retenues.

Secteur	Nombre d'organismes	Type de déchet	Saisonnalité
Grande distribution	10 producteurs	Biodéchets triés	Oui
		Biodéchets non-triés	Oui
		Coproduits animaux cat. 3	Oui
Masse mini (par an)	79,5 tonnes	Potentiel mini (par an)	1 119 Nm ₃ CH ₄
Masse maxi (par an)	192 tonnes	Potentiel maxi (par an)	2 252 Nm ₃ CH ₄

A la différence des biodéchets non-triés, les biodéchets triés ont été déconditionnés. Cette phase qui consiste à enlever l'emballage des produits peut être réalisée soit sur le site de production du déchet, soit sur le site de traitement, via un biodéconditionneur. Une étude au cas-par-cas serait nécessaire pour identifier les entreprises pratiquant le tri, et celles qui ne le pratiquent pas. La saisonnalité dans les déchets provient des différents approvisionnements en fonction de la période de l'année, notamment les fruits et légumes de saison.

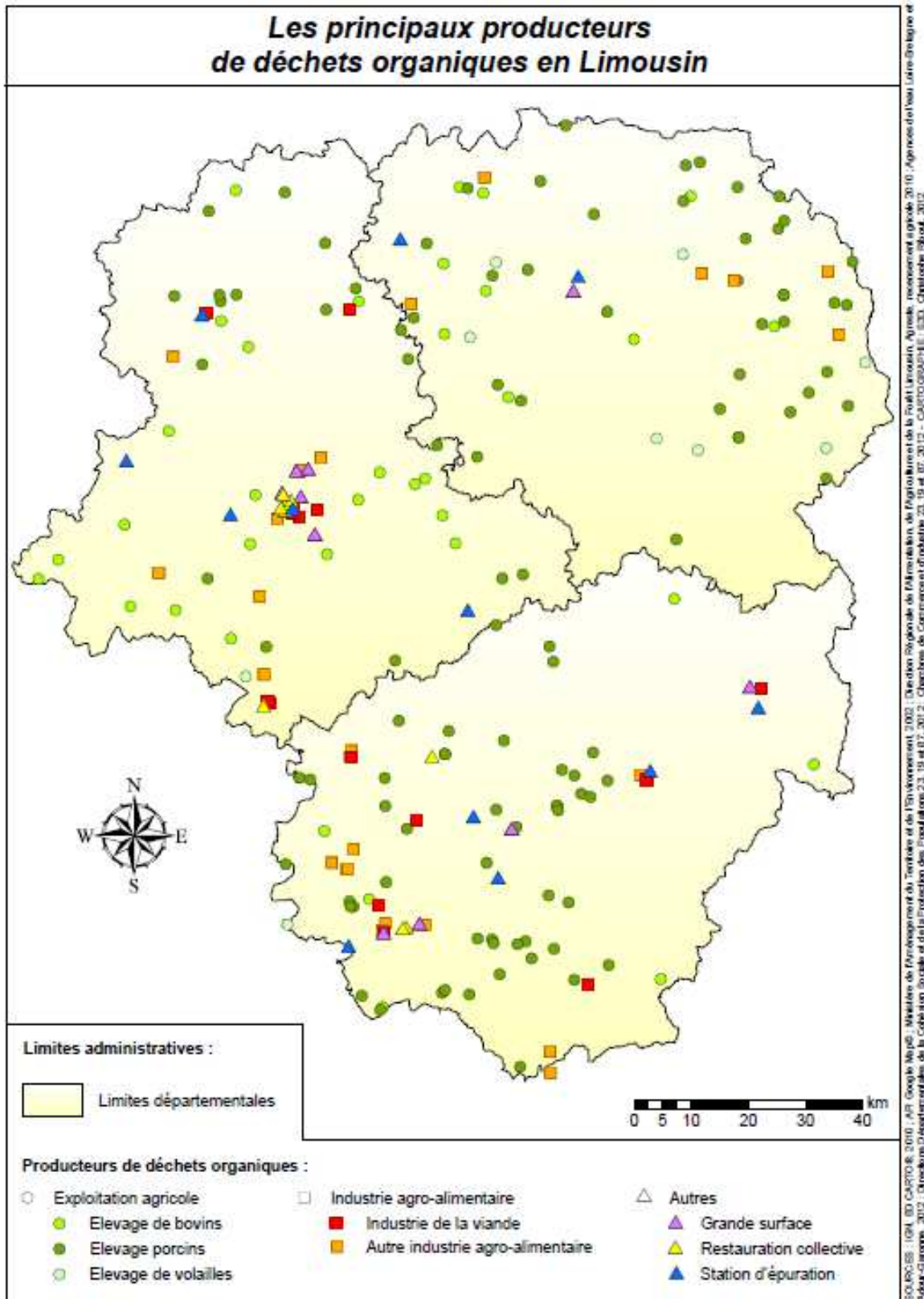


figure 10. Carte : les principaux producteurs de déchets organiques en Limousin

7.5 Les gisements de déchets organiques de l'industrie agroalimentaire

Pour toute entreprise de plus de 20 salariés, les codes NAF suivants ont été pris en considération :

Code NAF	Libellé	Code NAF	Libellé
1011Z	Transformation et conservation de la viande de boucherie	1071B	Cuisson de produits de boulangerie
1011Z	Transformation et conservation de la viande de boucherie	1071C	Boulangerie et boulangerie-pâtisserie
1012Z	Transformation et conservation de la viande de volaille	1071D	Pâtisserie
1013A	Préparation industrielle de produits à base de viande	1072Z	Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation
1013B	Charcuterie	1073Z	Fabrication de pâtes alimentaires
1020Z	Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques	1081Z	Fabrication de sucre
1031Z	Transformation et conservation de pommes de terre	1082Z	Fabrication de cacao, chocolat et de produits de confiserie
1032Z	Préparation de jus de fruits et légumes	1083Z	Transformation du thé et du café
1039A	Autre transformation et conservation de légumes	1084Z	Fabrication de condiments et assaisonnements
1039B	Transformation et conservation de fruits	1085Z	Fabrication de plats préparés
1041A	Fabrication d'huiles et graisses brutes	1086Z	Fabrication d'aliments homogénéisés et diététiques
1041B	Fabrication d'huiles et graisses raffinées	1089Z	Fabrication d'autres produits alimentaires nca
1042Z	Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires	1091Z	Fabrication d'aliments pour animaux de ferme
1051A	Fabrication de lait liquide et de produits frais	1092Z	Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie
1051B	Fabrication de beurre	1103Z	Fabrication de cidre et de vins de fruits
1051C	Fabrication de fromage	46.31	Commerce de gros de fruits et légumes
1051D	Fabrication d'autres produits laitiers	46.32	Commerce de gros de viandes et de produits à base de viande
1052Z	Fabrication de glaces et sorbets	46.33	Commerce de gros de produits laitiers, œufs, huiles et matières grasses comestibles
1061A	Meunerie	46.34	Commerce de gros de boissons
1061B	Autres activités du travail des grains	46.35	Commerce de gros de produits à base de tabac
1062Z	Fabrication de produits amylacés	46.36	Commerce de gros de sucre, chocolat et confiserie
1071A	Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche	46.37	Commerce de gros de café, thé, cacao et épices
		46.38	Commerce de gros d'autres produits alimentaires, y compris poissons, crustacés et mollusques

tableau 1. Codes NAF des industriels

35 entreprises industrielles ont été retenues comme gros producteurs de déchets, parmi lesquelles 17 industries du secteur de la viande. Les données sur les déchets de 90 % des entreprises proviennent directement de leurs responsables. Le calcul des volumes de déchets produits par les 10 % restants ont été effectués par ratio. Ces ratios ont été constitués à partir de la bibliographie existante et des données récupérés des entreprises du même secteur.

Suite à l'analyse des données obtenues parmi les 35 entreprises sélectionnées de l'industrie agroalimentaire, il en ressort une production de biomasse de plus de 48 000 tonnes par an équivalent à un potentiel méthanogène de 3,5 millions de mètres cubes. Cette étude identifie une forte concentration des volumes de biomasse générés sur un nombre restreint d'acteurs : 20 % des acteurs retenus, soit 7 sites industriels sur un total de 35, produisent 70 % des volumes de biomasse.

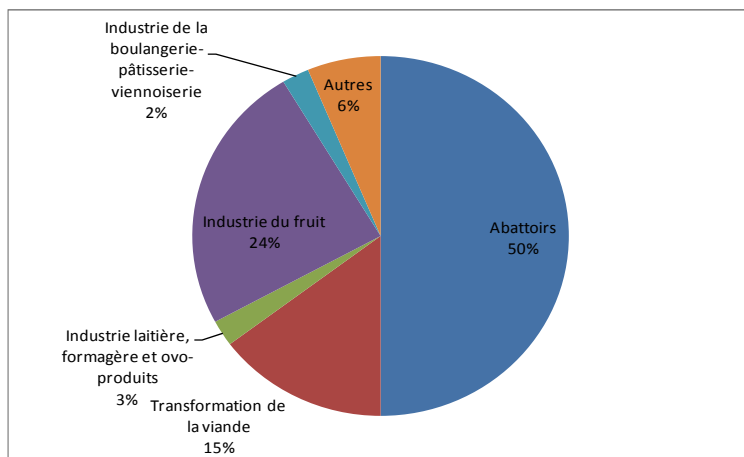


figure 11. Répartition du potentiel méthanogène des déchets organiques par filière IAA

7.5.1 La biomasse des IAA répartie par type de déchets

Voici les différentes familles de biomasse des IAA que nous avons pu identifier et caractériser suite à l'enquête :

Famille de biomasse	Tonnage	Pouvoir méthanogène	% tonnage	% PM
Graisses Cat.3	6 624	1 088 115	14%	31%
Autres biodéchets triés (sous-produits industrie fruitière, végétaux etc...)	8 766	898 778	18%	25%
Graisses d'effluents	1 769	456 958	4%	13%
Sous-prod Cat 2 et 3 liquide (sang...)	4 360	310 271	9%	9%
Sous-prod Cat 2 et 3 solide (cornes, abats, viscères, peaux, etc.)	6 816	286 176	14%	8%
Autres biodéchets non triés (invendus ou refus de production conditionnés)	3 400	207 334	7%	6%
Matières stercoraires	4 987	178 742	10%	5%
Lactosérum	3 400	78 134	7%	2%
Dégrillage	390	16 060	1%	0%
Boues step privée	775	6 634	2%	0%
Sous-prod. Cat1 (MRS : matière à risque sanitaire)	7 059	0	15%	0%

tableau 2. Familles de déchets organiques, tonnages et potentiel méthanogène

Remarque : la catégorie « sous-produits animaux de catégorie 1 » n'a pas été valorisée en pouvoir méthanogène compte tenu de son statut. En effet, ce gisement doit être considéré comme indisponible pour des raisons réglementaires (biomasse vouée à destruction selon le règlement CE n° 92/2005 concernant les modes d'élimination ou l'utilisation des sous-produits animaux).

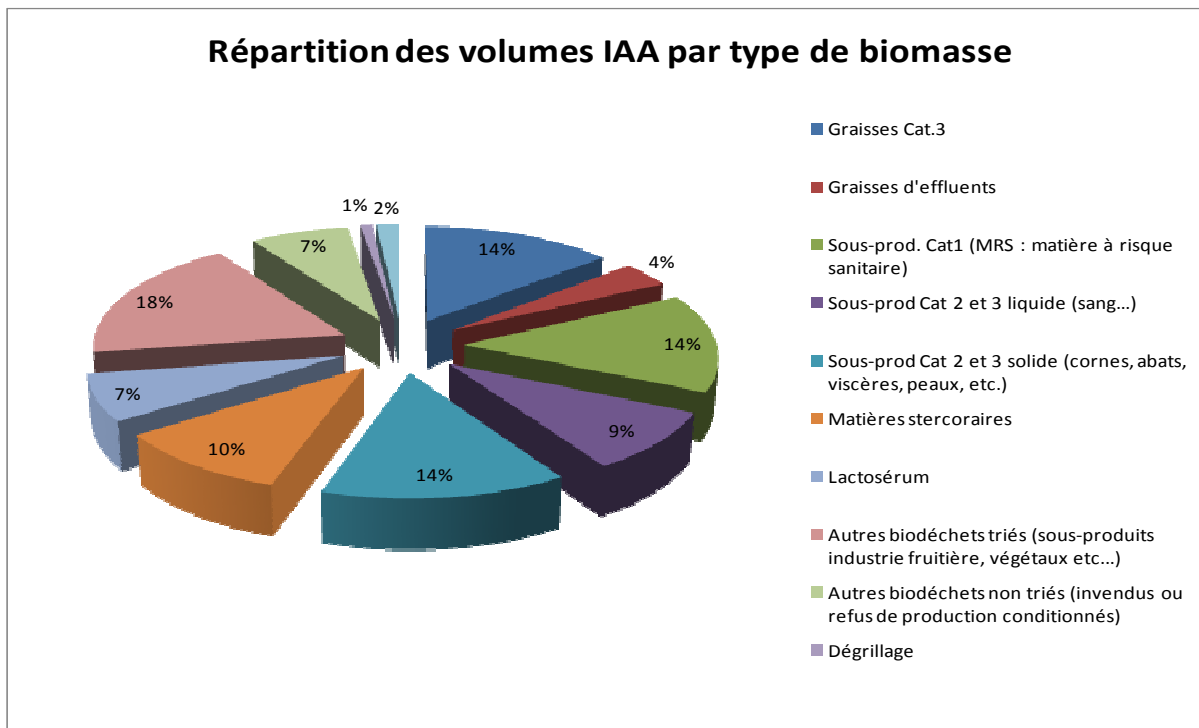


figure 12. Répartition des volumes IAA par type de déchets organiques

Le graphique ci-dessus révèle une certaine homogénéité des tonnages produits. Pour autant, cinq types de déchets se distinguent en termes de tonnage et représentent un peu plus de 73 % des déchets produits :

- biodéchets triés (18 %) issus principalement de l'industrie du fruit ;
- sous-produits Catégorie 1 (15%), issus des abattoirs, matière à risque sanitaire (tête, colonne vertébrale etc.)
- graisses de Catégorie 3 (14 %), issus des abattoirs ou industriels de la viande, suif
- sous-produits Catégorie 2 et 3 solide (14%), issus des abattoirs et industriels de la viande (cornes, abats, boyaux, peaux...)
- sous-produits Catégorie 2 et 3 liquide (9 %), issus des abattoirs (sang)

7.5.2 Le pouvoir méthanogène réparti par types de déchets organiques

L'analyse du poids de chaque déchet en fonction de leur pouvoir méthanogène fait ressortir quatre sous-produits classés ci-après par ordre d'importance :

- graisses de catégorie 3 (31 %), abattoir, suif
- biodéchets triés (26 %) issus principalement de l'industrie du fruit ;
- graisses de dégraissage d'effluents (13%)
- sous-produits catégorie 2 et 3 liquide (9 %), Abattoir (sang)

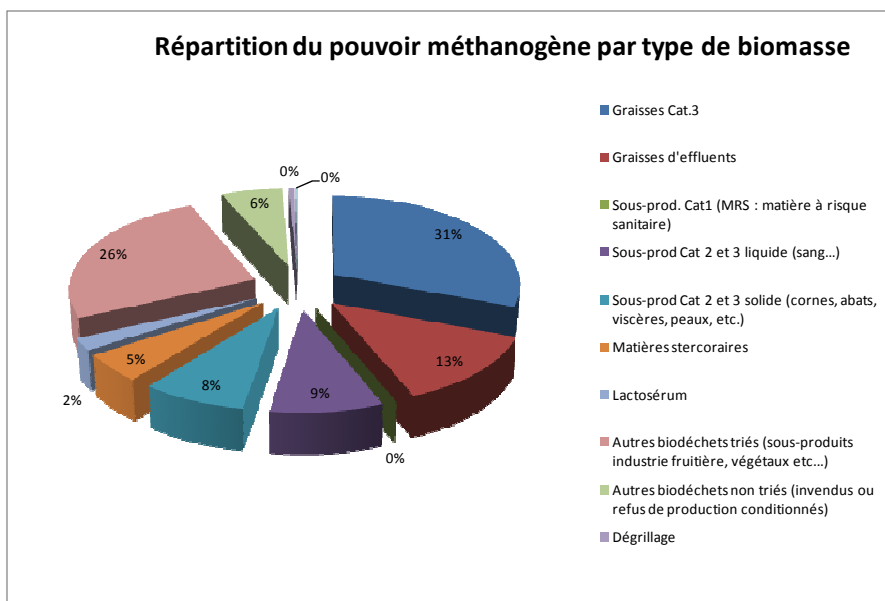
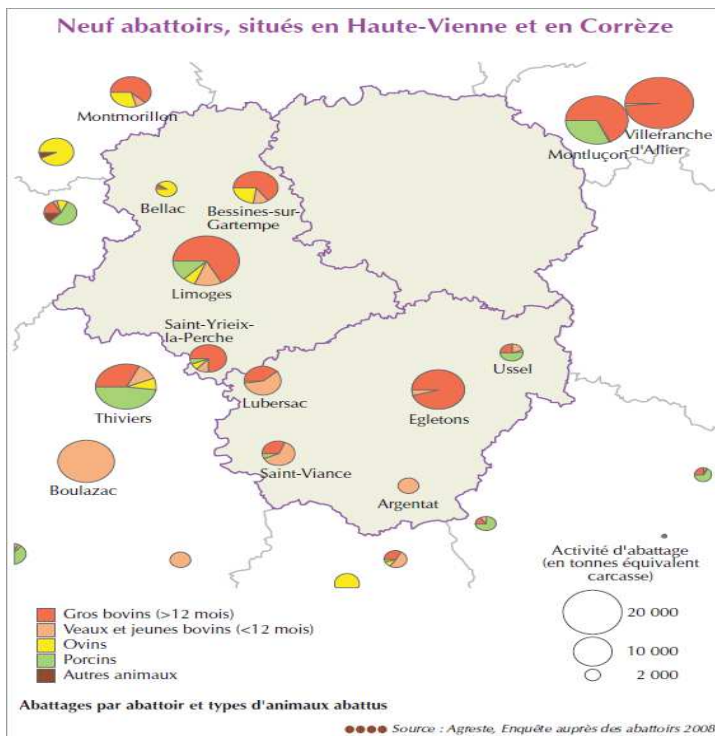


figure 13. Répartition du pouvoir méthanogène par type de biomasse

Notons que le premier produit en potentiel méthanogène, à savoir la graisse noble de catégorie 3, est aussi, ainsi que nous le verrons dans la section consacrée aux voies de valorisation, une des seules sources de revenu au profit des IAA parmi l'ensemble des déchets que génère leur activité. Ce qui implique, par principe, d'exclure ce type de gisement dans le cadre d'un projet de méthanisation. En revanche, nous pouvons relever que le gisement correspondant aux graisses d'effluents, qui représente en tonnage seulement 4 % des volumes, s'avère fort intéressant d'un point vu méthanogène avec 13 % du potentiel méthanogène total. Ce gisement, qui est un centre de coût important pour les industriels, trouve son exutoire le plus fréquent en station d'épuration. Alternativement, les graisses d'effluents peuvent être envoyées en compostage ou à l'équarrissage.

7.5.3 Industrie de la viande



Les activités économiques liées à la viande occupent une place de choix dans les gisements globaux de déchets organiques produits, tant au niveau quantitatif que qualitatif (fort pouvoir méthanogène des déchets). Présentes sur tout le territoire ces activités s’étendent de l’élevage à la boucherie en passant par l’abattage, le commerce de gros de viande et les industries de produits carnés.

Parmi ces activités, celle relevant de l’abattage constitue la première source de gisement organique. On dénombre neuf sites d’abattage, répartis en Corrèze et en Haute-Vienne (cf. carte ci-après), dont cinq sont municipaux.

figure 14. *Activité d’abattage en Limousin*

S’agissant de l’activité de l’industrie de transformation, notons que celle-ci demeure très concentrée.

Synthèse :

Secteur	Nombre d’organismes	Type de déchet	Saisonnalité
IAA viande	17 producteurs	Matières stercoraires	Non
		Sang	Non
		CPA cat. 1, 2, 3	Non
		Boues	Non
		Graisses d’effluents	Non
Masse mini (par an)	41,4 tonnes	Potentiel mini (par an)	1 950 Nm ₃ CH ₄
Masse maxi (par an)	10 950 tonnes	Potentiel maxi (par an)	748 254 Nm ₃ CH ₄

7.5.4 Les autres industries agroalimentaires

Les autres industriels produisant des quantités de déchets organiques sont les laiteries / fromageries, les meuniers, les producteurs de pommes ou ceux ayant une activité de production de préparations à base de fruits.

Secteur	Nombre d'organismes	Type de déchet	Saisonnalité
Laiteries / fromageries	4 producteurs	Lactosérum	non
		Boues	Non
Masse mini (par an)	95,4 tonnes	Potentiel mini (par an)	9 355 Nm ₃ CH ₄
Masse maxi (par an)	420 tonnes	Potentiel maxi (par an)	26 237 Nm ₃ CH ₄

Secteur	Nombre d'organismes	Type de déchet	Saisonnalité
Fruits / préparations à base de fruits	8 producteurs	Biodéchets triés	Oui
		Biodéchets non-triés	Oui
Masse mini (par an)	10 tonnes	Potentiel mini (par an)	1 249 Nm ₃ CH ₄
Masse maxi (par an)	2 800 tonnes	Potentiel maxi (par an)	128 847 Nm ₃ CH ₄

Secteur	Nombre d'organismes	Type de déchet	Saisonnalité
Autres IAA	7 producteurs	Biodéchets triés	Oui
		Biodéchets non-triés	Oui
Masse mini (par an)	50 tonnes	Potentiel mini (par an)	2 104 Nm ₃ CH ₄
Masse maxi (par an)	2 500 tonnes	Potentiel maxi (par an)	41 501 Nm ₃ CH ₄

7.6 La restauration collective

La restauration collective est soumise aux mêmes obligations sur le tri des biodéchets que la grande distribution. Les déchets considérés, et classés dans la catégorie biodéchets, sont des résidus de préparation et des restes d'assiette.

Dans le secteur de la restauration, la restauration collective produit le plus de déchets. Les prisons, hôpitaux, le CROUS et les lycées disposent de services de restauration collective. 9 services de restauration collective ont été retenus comme gros producteurs de déchets.

Secteur	Nombre d'organismes	Type de déchet	Saisonnalité
Restauration collective	9 producteurs	Biodéchets triés	Oui
		Biodéchets non-triés	Oui
		Autres biodéchets	Oui
Masse mini (par an)	29 tonnes	Potentiel mini (par an)	1 832 Nm ₃ CH ₄
Masse maxi (par an)	298 tonnes	Potentiel maxi (par an)	18 912 Nm ₃ CH ₄

7.7 Les boues de station d'épuration urbaines

Les boues de station d'épuration urbaines sont les résidus de l'assainissement des eaux usées. Les 12 plus grosses stations d'épuration retenues produisent entre 560 et 98 tonnes de matières sèches de boues par an, à l'exception notable des stations de Limoges (3200 tonnes) et du bassin de Brive (Saint Pantaléon-de-Larche 1900 tonnes).

Utilisant une technologie de type boues activées, ces stations d'épuration produisent une matière peu fermentescibles. Afin de stopper l'activité biologique, les boues sont parfois chaulées. Dans ce cas, une utilisation en méthanisation n'est pas envisageable.

STEP urbaine	Code sandre	Boues (t MS)
LIMOGES	0487085S0012	3247,92
SAINT PANTALEON DE LANCHE	0519229V003	1908,9458
GUERET	0423096S0006	561,89
SAINT JUNIEN	0487154S0005	363
TULLE (MULATET)	0519272V004	309,7726
EGLÉTONS	0519073V002	205,512
ST CLEMENT	0519194V001	196,272
SAINT-YRIEIX-LA-PERCHE	0587187V004	194,543
SOUTERRAINE	0423176S0002	138,1
USSEL	0519275V002	107,094
AIXE-SUR-VIENNE	0487001S0004	100,8
BELLAC	0487011S0003	97,66

tableau 3. Stations d'épurations urbaines

Type	Famille	MS (% MB)	MO(% MS)	MO(% MB)	Potentiel méthane (Nm3 CH4 / t MO)	Potentiel méthane (Nm3 CH4 / t MB)	C (kg/t MB)	N (kg/t MB)	P205 (kg/t MB)	K2O (kg/t MB)
Boues de step liquides	Boues de STEP	5%	67%	4%	226	8	18	4	3	0,9
Matières stercoraires	Matières stercoraires	15%	84%	12%	294	36	61	3	1,9	0,8
Graisses d'abattoir	Graisses nobles	28%	93%	26%	697	178	128	21,4	nc	nc
Sang	sous-produit Cat.2 Liquide	18%	96%	17%	434	75	86	nc	nc	nc
Graisses agroindustrielles	Graisses nobles	66%	100%	66%	682	453	332	nc	nc	nc
Graisses de flottations	Graisses effluents	41%	85%	2%	693	16	176	7,2	0,1	2,8
Lactoserum	Lactoserum	5%	89%	4%	517	23	22	0,8	1	1,6
Déchets de fruit	Biodéchets triés	35%	78%	27%	460	125	136	1,4	1,4	3,7
drêche de pommes	Biodéchets triés	29%	98%	28%	224	63	140	2,3	2,3	1,89
Sous produits animaux Cat 1	Leur pouvoir méthanogène n'ont pas été comptabilisés, considérés comme matière à risque ces déchets ont l'obligation d'être incinérés									
Coproduits abattoir	sous-produits crus Cat.2 et 3	27%	93%	25%	164	41				
Marc de café	Biodéchets triés	17%	98%	17%	255		4,6	nc	nc	nc

tableau 4. Caractérisation des substrats industriels

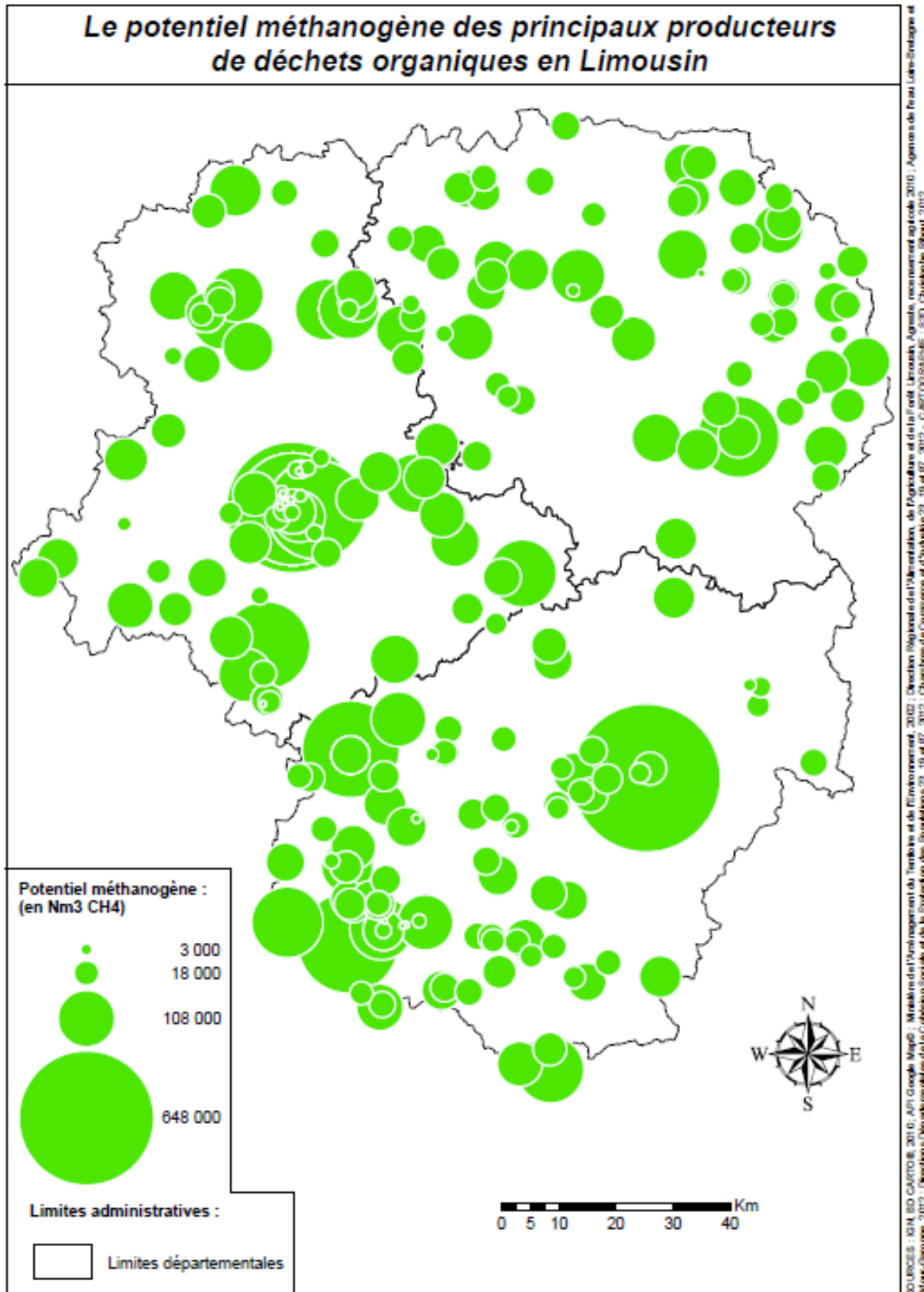


figure 15. Carte : potentiel méthanogène des principaux producteurs de déchets organiques

8 Le gisement agricole

8.1.1 Masses de déjections animales récupérables

Les productions des exploitations agricoles du Limousin ont été extraites du recensement agricole de 2010[27]. Les productions de chaque canton sont précisées par type. Les données initialement disponibles distinguent 52 types de production. Dans un souci de simplification, les types de productions ont été regroupés en fonction des similitudes de leur élevage en 18 classes de production.

Vaches laitières	Vaches nourrices	Veaux de boucheries
Autres veaux (< 1 an)	Bovins mâles (> 1 an)	Bovins femelles (> 1 an)
Autres bovins	Equidés	Caprins
Ovins	Truies mères	Porcs (> 50 kg)
Autres porcs	Lapines mères	Poules pondeuses
Poulets de chair	Canards	Autres volailles

Les modes d'élevage, en particulier d'élevage bovin, sont variés. En conséquence, les effluents produits ont des caractéristiques différentes, allant du lisier dilué au fumier compact. Pour les besoins de l'étude, nous n'avons retenu que deux types de déjections, regroupées sous les termes de fumier ou de lisier.

- Le lisier est un mélange principalement liquide des effluents animaux. On en retrouve spécialement dans les élevages de porcs et de veaux de boucheries. Les fientes de poules pondeuses rentrent dans cette catégorie.
- Le fumier est constitué des matières fécales des animaux d'élevage et de litière. De consistance solide, le fumier est le déchet principal des élevages bovins. Les ovins, caprins et équidés ne sont élevés que sur litière ; les déjections sont donc aussi récupérées sous forme de fumier.

Le calcul des volumes de déjections agricoles récupérables prend en considération 4 paramètres :

- le cheptel, parmi les 18 types d'élevage mentionnés ci-dessus
- les masses de production de déjections par type d'élevage
- les durées de stabulation
- les modes de logement

Les hypothèses des masses de déjections, de durées de stabulation et des modes de logement sont récapitulées dans les tableaux ci-dessous.

Durées de stabulation jour/an			Productions de déjections kg/jour/place			Modes de logement						
Type de production	Correze	Creuse	Hauts Vienne	Type de production	Lisiers/fientes	Fumiers	Correze		Creuse		Hauts Vienne	
	F	L	L		F	L	F	L	F	L	F	L
Vaches laitières	215	215	215	Vaches laitières	58	49	69%	31%	95%	5%	91%	9%
Vaches nourrices	135	135	135	Vaches nourrices	46	38	96%	4%	99%	1%	92%	8%
Veaux de boucherie	365	365	365	Veaux de boucherie	8,5	0	0%	100%	0%	100%	0%	100%
Autres veaux	135	135	135	Autres veaux	17	14	69%	31%	95%	5%	91%	9%
Bovins mâles > 1 an	135	135	135	Bovins mâles > 1 an	38,5	31,5	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Bovins femelles > 1 an	135	135	135	Bovins femelles > 1 an	32,5	27	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Autres bovins	135	135	135	Autres bovins	36	30	16%	84%	22%	78%	36%	60%
Ovin	150	80	80	Ovin	3,5	4,1	32%	68%	78%	22%	35%	65%
Autres porcins	365	365	365	Autres porcins	5,4	7,7	16%	84%	22%	78%	36%	60%
Truies reproductrices	365	365	365	Truies reproductrices	14,4	20,5	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Autres porcs > 50 kg	365	365	365	Autres porcs > 50 kg	9,6	13,7	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Caprins	365	365	365	Caprins	3,5	4,5	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Equidés	140	140	140	Equidés	55	27	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Lapines	365	365	365	Lapines	0,99	0	0%	100%	0%	100%	0%	100%
Poules pondeuses	365	365	365	Poules pondeuses	0,18	0	0%	100%	0%	100%	0%	100%
Canards	365	365	365	Canards	0,18	0,15	0%	100%	0%	100%	0%	100%
Autres volailles	365	365	365	Autres volailles	0	0,03	0%	100%	0%	100%	0%	100%
Poulets de chair	365	365	365	Poulets de chair	0	0,017	0%	100%	0%	100%	0%	100%

tableau 5. Durées de stabulation, production de déjection et modes de logement. Source : Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement [28]

➤ Le cheptel

Les animaux sont recensés par espèce, par classe d'âge et par production. Ils sont regroupés en 18 classes (voir ci-dessus).

➤ Les déjections par type d'élevage

Les compositions moyennes des effluents ont été établies par le CORPEN (Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement) en 1973.

➤ Les durées de stabulation

La durée de stabulation est le temps de présence des animaux dans les bâtiments. Ce paramètre permet de déterminer la part de l'année durant laquelle les déjections sont récupérables. Les durées de stabulation prennent en compte les périodes durant lesquelles les animaux pâturent la journée et sont rentrés le soir.

Certains animaux sont élevés exclusivement en stabulation. C'est le cas des veaux de boucheries, et de la majorité des porcs et des volailles. A l'inverse, la majorité des bovins passent les deux tiers de l'année en pâturage, tout comme les ovins.

➤ Les modes de logement

Le mode de logement constitue la façon dont les bêtes sont élevées en bâtiment. Les modes d'élevage permettent de récupérer de manières différentes les déjections animales, tantôt une majorité du fumier, tantôt une majorité de lisier.

Les modes d'élevage des bovins et porcins sont particulièrement nombreux et variés : sols raclés, paillés ou caillebotis par exemple pour les porcins ; entravée ou libre, avec ou sans litières, avec pente paillée, avec litière accumulée par exemple pour les bovins.

Les lapins et poules pondeuses sont élevés sans litières, permettant de récupérer des lisiers liquides et des fientes humides à sèches. Les volailles de chair sont élevées avec litière, permettant de récupérer des fumiers. Les canards et oies peuvent être élevés avec ou sans litière. Les ovins, caprins et équidés ne sont élevés que sur litière.

8.1.2 Caractérisation des effluents

Les différents types de fumiers ou lisiers ont des caractéristiques différentes, du fait des différences entre espèces, de l'alimentation, du paillage, etc. Chaque type d'effluent est caractérisé par un taux de matière sèche, un taux de matière organique et un potentiel méthanogène. La composition en carbone, azote, potassium et phosphore est également mentionnée, et sert pour équilibrer la ration d'alimentation d'un digesteur anaérobie.

Type	Origine	MS (% MP)	MO(% MS)	MO(% MP)	PM (Nm ³ CH ₄ / t MO)	(Nm ³ CH ₄)	C (kg/t MP)	N (kg/t MP)	2O5 (kg/t MP)	2O (kg/t MP)
Fumier	Bovin	25%	75%	19%	200	38	94	5,5	2,6	7,2
Fumier	Equin	50%	75%	38%	257	96	188	8,2	3,2	9
Fumier	Ovin	30%	75%	23%	250	56	113	6,7	4,2	11,2
Fumier	Caprin	30%	75%	23%	250	56	113	5,2	5,2	5,7
Fumier	Porcin	28%	75%	21%	210	44	105	4,1	3,2	3,4
Fumier	Canard	13%	75%	10%	250	24	49	5	8	4
Fumier	Autres volailles	70%	75%	53%	175	92	263	29	29	20
Lisier	Bovin	11%	75%	8%	190	16	41	4	2	5
Lisier	Veau de boucherie	3%	75%	2%	414	9	11	2,9	2,3	6,1
Lisier	Equin	11%	75%	8%	190	16	41	4	2	5
Lisier	Ovin	11%	75%	8%	190	16	41	7,7	4,6	12,3
Lisier	Caprin	11%	75%	8%	190	16	41	7,7	4,6	12,3
Lisier	Porcin	6%	75%	5%	290	13	23	5	4	3
Lisier	Canard	10%	75%	8%	400	30	38	4,4	1,7	2,5
Lisier	Poule pondeuse	10%	75%	8%	580	44	38	6,8	9,5	5,5
Lisier	Lapin	10%	75%	8%	25	2	38	9	13,4	7,4

tableau 6. Caractérisation des substrats agricoles

8.1.3 Détermination du gisement diffus

Le gisement diffus est le résultat de la soustraction du gisement agricole total par le gisement des gros producteurs (voir infra).

Les données du recensement agricole sont incomplètes : sous le sceau du secret statistique, les élevages représentant une forte proportion de la production d'un canton ne sont pas mentionnés. Les rubriques 'Autres bovins', 'autres porcins', 'autres ovins' et 'autres caprins' ont donc été créés pour comptabiliser, par différence du nombre total de bêtes par espèce, les données manquantes.

En 2010, le Limousin compte 14 640 exploitations agricoles. Le gisement agricole de fumiers et de lisiers représente à l'échelle de la région un potentiel énergétique de 1 732 GWh par an, assuré à 91 % par des fumiers et 9 % par des lisiers.

Avec en moyenne 152 exploitations par canton, et à l'exception des cantons urbains, des gisements de déchets sont disponibles sur tout le territoire.

Nom_Canton	Nb_Exploit	PM-DIFFUS
LA SOUTERRAINE	293	4219232
LE DORAT	251	4104889
CHAMBON-SUR-VOUEIZE	235	4045709
DUN-LE-PALESTEL	298	4002785
LUBERSAC	406	3768828
UZERCHE	323	3645688
SAINT-LEONARD-DE-NOBLAT	246	3516378
LE GRAND-BOURG	214	3400068
CHENERAILLES	223	3363683
BOUAC	313	3298567
MAGNAC-LAVAL	176	3186205
SAINT-YRIEIX-LA-PERCHE	322	3174179
BONNAT	304	3166782
SAINT-GERMAIN-LES-BELLES	311	3149729
TREIGNAC	204	2956376
PIERRE-BUFFIERE	196	2884564
CHATELUS-MALVALEIX	233	2858688
NEXON	248	2845445
SEILHAC	310	2806104
CHATEAUNEUF-LA-FORET	232	2795754

tableau 7. Classement des 20 principaux cantons par potentiel méthane du gisement diffus

Les cantons ayant le plus important potentiel méthanogène ont été représentés dans le tableau ci-dessus. Trois zones à potentiel d’effluents d’élevage relativement plus élevé se distinguent :

- une première zone à cheval sur les départements de la Haute-Vienne et de la Corrèze, partant de Uzerche et Lubersac pour s’étendre jusqu’à Saint-Léonard-de-Noblat.
- Une seconde zone au nord du département, à la frontière de la Haute-Vienne et de la Creuse, partant des cantons de Dun-Le-Palestel, La Souterraine, jusqu’au Dorat.
- Une troisième zone à l’Est du département de la Creuse, autour du canton du Chambon sur Voueize.

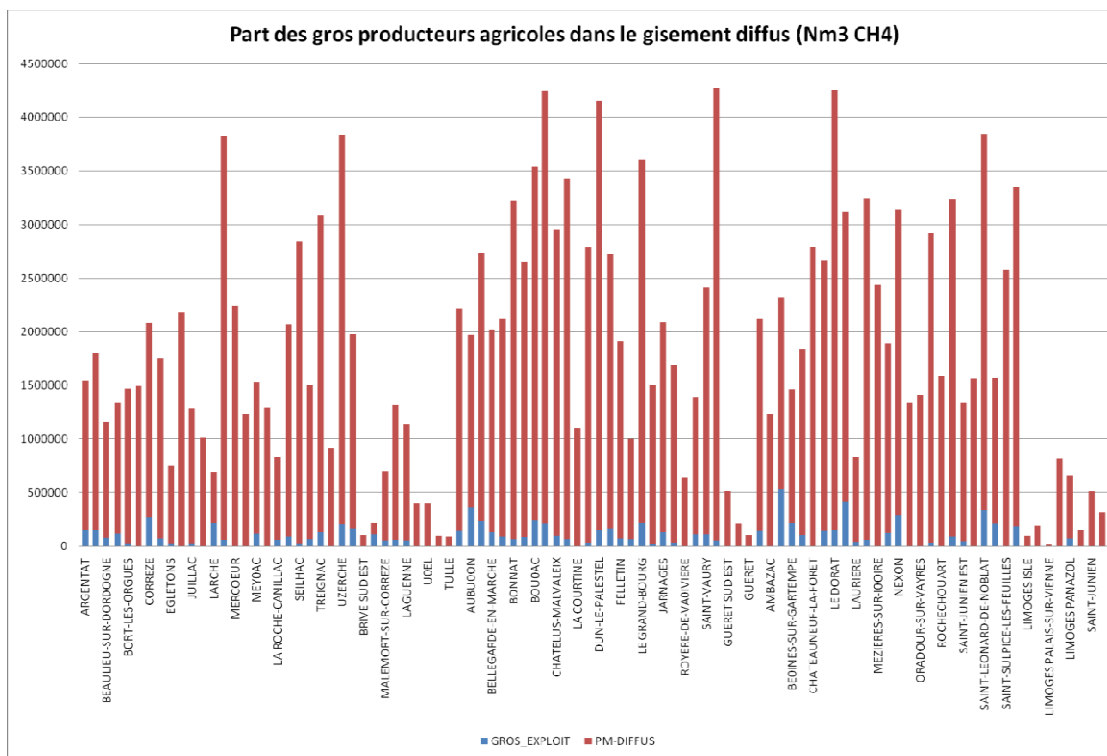


figure 16. Part des gros producteurs agricoles dans le gisement diffus

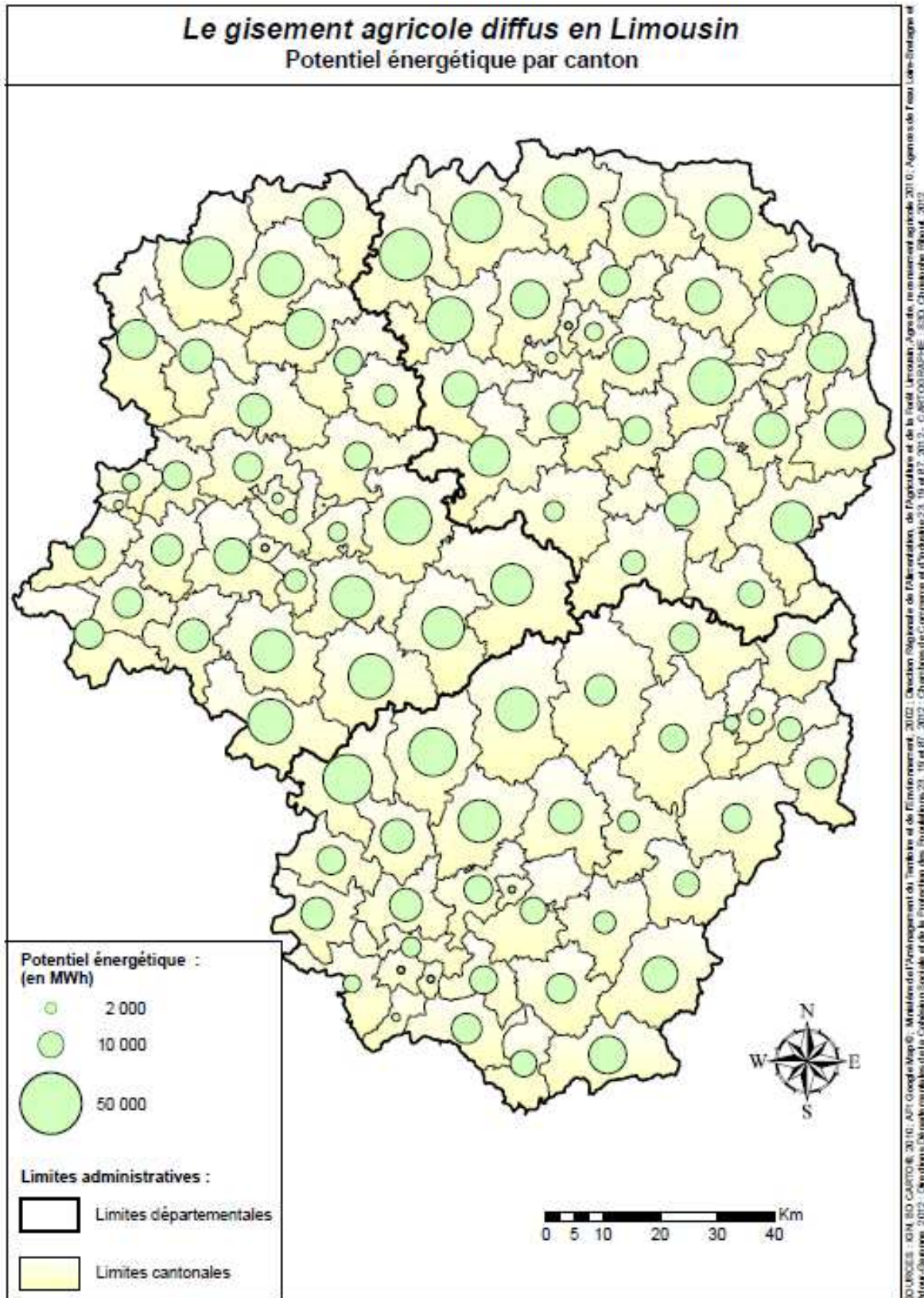


figure 17. Carte : le gisement agricole diffus

PHASE 2 : ETUDE DES FILIERES DE VALORISATION

9 Les filières de traitement des déchets

9.1 Les exutoires des déchets produit en Limousin

La valorisation des déchets suit une logique économique fortement concurrentielle. D'une part chaque déchet trouve un exutoire, et d'autre part chaque filière de traitement n'accepte que des types de déchets bien définis. Les déchets du limousin trouvent leurs exutoires dans plusieurs filières, tantôt locales, tantôt à l'extérieur des frontières de la région. Nous avons distingué :

- Le compostage
- La méthanisation
- L'incinération
- L'enfouissement
- Les sites de traitement des coproduits animaux
- L'épandage
- L'alimentation animale (et humaine)

Certains déchets organiques sont traités à l'extérieur de la région. C'est notamment le cas pour l'intégralité des coproduits animaux et pour une partie des déchets de fruits ou des biodéchets non-triés. Ces sites de traitement sont recensés dans la base de données mais n'apparaissent pas sur la carte.

Nous percevons, à travers le tableau 11, le positionnement délicat d'un projet de méthanisation sur un marché de la collecte des déchets organiques déjà structuré. En effet, la méthanisation, par la variété des déchets qu'elle est en mesure de traiter, fait concurrence à un nombre important de filières et d'acteurs implantés.

Les nouveaux gisements qui émergent, du fait des évolutions règlementaires (biodéchets) ou techniques (fraction fermentescibles des ordures ménagères) constituent sans doute une opportunité pour des projets territoriaux d'installations de méthanisation.

A contrario des autres filières de traitement des déchets, la méthanisation permet à la fois une valorisation énergétique et une valorisation matière des déchets organiques. Une comparaison et une hiérarchisation des filières ne seraient possibles qu'à condition que les déchets traités dans chaque filière soient les mêmes, or ce n'est pas le cas. L'étude constate qu'en Limousin une part assez faible des déchets organiques des gros producteurs est orientée en incinération ou en centre de stockage.

- L'incinération permet de produire de l'énergie à partir des déchets traités. La quantité d'énergie produite dépend de leur composition, et de leur humidité en particulier
- Le stockage en centre d'enfouissement technique permet de récupérer le biogaz issu de la matière organique. Ce biogaz est difficilement valorisable du fait de son faible pouvoir calorifique, et des polluants qu'il est susceptible de contenir.

- Le compostage permet la production d'un amendement organique, mais pas la production d'énergie.

Le tableau ci-dessous donne une vision globale des différentes filières de valorisation et d'élimination en fonction de leur nature.

Prestataire	Sociétés de traitement des coproduits animaux				Fabricant de sucres	Eleveurs	Composteurs	Exploitants agricoles	Traitement de l'eau	Collectivité, syndicat	Sociétés, syndicat
	Fertilisant (PAT)	Oléochimie (graisses mono et multi-espèce)	Pet food (PAT, graisses animales)	Alimentation animale							
Voie de valorisation											
Graisses Cat.3		•	•	•							•
Sous-prod Cat.2 et 3 liquide (sang...)	•				•						•
Sous-prod Cat.2 et 3 solide (cornes, abats, viscères, peaux, etc.)	•				•						•
Sous-prod. Cat1 (MRS : matière à risque sanitaire)					•						•
Graisses d'effluents									•		•
Biodéchets triés (sous-produits industrie fruit, végétaux etc...)					•						•
Biodéchets non triés (invendus ou retus de production conditionnés)										•	•
Matières stercoraires										•	•
Lactosérum											•
Dégrillage									•		•
Boues step privée									•		•
Fumiers										•	•
Lisiers											•
Issus de silos											•

tableau 8. Filières de traitement des déchets

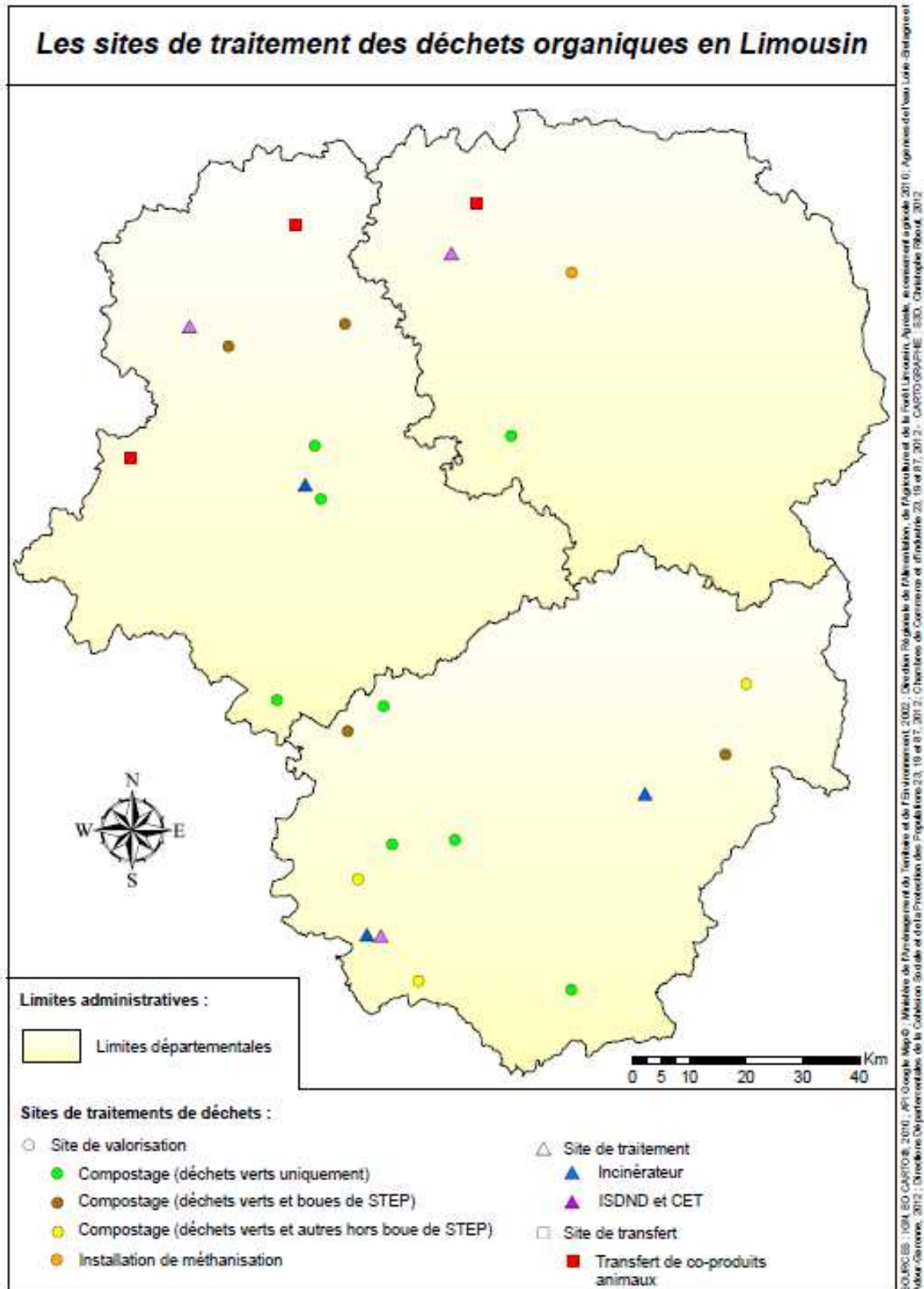


figure 18. Carte : les sites de traitements de déchets

9.1.1 Les coûts d'enlèvement

Malgré la communication restreinte des industriels sur les données économiques liées aux déchets, il en résulte une grille tarifaire d'enlèvement variable selon la nature du déchet et selon la filière empruntée :

	Charge élevée > 50 € / tonne	Charge faible < 50 € /tonne	Neutre (± transport)	Profit
SPA cat. 3 (graisse)			X (alim animale)	X (oléochimie)
SPA cat. 2 et 3 liquide	X			
SPA cat. 2 et 3 solide	X			
Matières stercoraires		X (compostage)	X (épandage)	
Graisses d'effluent	X (STEP, équarr.)			
Biodéchets triés		X (compostage)	X (alim. animale)	
Biodéchets non- triés	X (DIB, méthan.)			
Lactosérum			X (alim. animale)	
Dégrillage		X (compostage)		
Boues STEP		X (compostage)	X (épandage)	
Fumiers			X (épandage)	
Lisiers			X (épandage)	

tableau 9. Coûts d'enlèvement des déchets

L'étude permet de constater que le coût d'enlèvement des déchets dépend à la fois du type de déchets, mais aussi de la filière empruntée.

Favoriser le tri des déchets organiques pourra libérer des volumes de matières pour la méthanisation, en les détournant de filières de stockage ou d'incinération. Les solutions de biodéconditionnement accolées à une unité de méthanisation auront le même effet, tout en conservant une redevance élevée pour le traitement de matières non-triées.

9.1.2 Localisation des filières

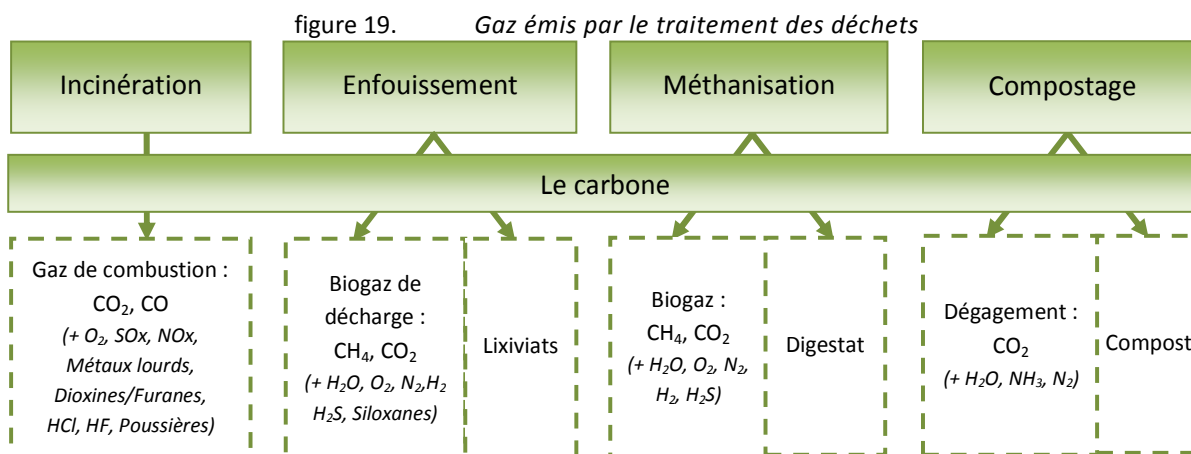
Filières	Locale	Départementale	Régionale	Extrarégionale
Incinération		X		
Stockage		X		
Alim. animale	X (directe)			X (indirecte)
Alim. humaine				X
Epandage	X			
Compostage		X		
Elimination SPA				X
Valorisation SPA				X
Méthanisation territoriale	?	?	?	

tableau 10. Localisation des filières de traitements de déchets organiques

Une grande partie des déchets organiques du Limousin sont traités en dehors du territoire. En effet, l'ensemble des coproduits animaux sort de la région (51 % des volumes de déchets organiques des IAA). A l'inverse, les filières d'épandage, d'alimentation animale et de compostage structurent un tissu économique local.

9.1.3 Les GES émis par les différentes filières

Du point de vue des émissions polluantes, chacune des filières de traitement des déchets est source de gaz à effet de serre avec un impact environnemental plus ou moins important. Le devenir du carbone contenu dans la biomasse varie en fonction de la filière suivie.



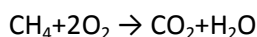
L'incinération : toute la matière organique est brûlée et se retrouve dans les gaz d'échappement sous forme de dioxyde et monoxyde de carbone (CO₂ et CO).

L'enfouissement en centre technique : la fraction organique biodégradable est digérée et transformée en biogaz par les bactéries (le reste de la matière est enfoui ou lixivié par les eaux de ruissellement). Le biogaz n'est pas toujours canalisé et est souvent diffusé dans l'atmosphère.

Le compostage : la fraction biodégradable est digérée et restituée par les bactéries aérobies sous forme de CO₂ et d'eau qui n'a pas de valeur énergétique (pouvoir calorifique nul). Le compost ou humus contient la matière organique non biodégradable (lignine, polysaccharides, ...) qui lui donne sa valeur fertilisante [22].

La méthanisation : la matière organique biodégradable est digérée et transformée en biogaz par les bactéries anaérobies. De la même façon que pour le compost, le digestat produit au final est riche en matière fertilisante.

Quelque soit la filière de traitement suivie par les déchets, des GES sont émis. Cependant, les technologies maîtrisées de méthanisation territoriale (à la différence du biogaz non valorisé produit en CET), permettent de récupérer le biogaz et de le valoriser énergétiquement. La combustion du biogaz et plus particulièrement du méthane produit du CO₂ par la réaction suivante :



Avec un potentiel de réchauffement global (PRG) de 23, le CH₄ a un impact sur l'effet de serre plus important que le CO₂ (PRG = 1). Il est donc intéressant, du point de vue environnemental, de brûler le méthane afin de limiter son action nocive sur l'atmosphère malgré la production de gaz d'échappement en sortie de cogénération (ou de torchère pour les CET).

9.2 Quelle place pour une filière méthanisation en Limousin ?

Le Grenelle I de l'Environnement a établi une hiérarchie des modes de traitement des déchets, en donnant la priorité à la prévention et au réemploi avant toute valorisation matière ou énergétique. La méthanisation, en produisant à la fois un digestat et de l'énergie, se situe à cheval entre ces deux derniers modes de valorisation.

Le respect de cette hiérarchie, qui ne répond pas forcément à une logique économique ou environnementale, incite à ne pas réorienter vers la méthanisation les matières organiques utilisées en :

- Alimentation humaine
- Petfood ou alimentation animale

Le Grenelle II de l'Environnement a pourtant réaffirmé son soutien à la filière, en revalorisant les tarifs de rachat de l'électricité à partir du biogaz, et en autorisant l'injection du biogaz issu de la méthanisation sur les réseaux de gaz naturel. Les objectifs du Grenelle établissent que la méthanisation doit atteindre une puissance électrique installée de 626 MW en 2020 et une production de chaleur de 555 ktep/an.

Peut-on réorienter des déchets compostés ou utilisés en alimentation animale vers une filière de méthanisation ?

9.2.1 Méthanisation et épandage

L'utilisation de déchets actuellement épandus en méthanisation présente des avantages et inconvénients sur les plans agronomiques et environnementaux. En effet, dans les deux cas, la finalité des déchets est un retour à la terre, soit sous forme brute dans le cas de l'épandage, soit sous forme de digestat dans le cas de la méthanisation. Au cours des étapes de méthanisation, le phosphore et l'azote des déchets organiques sont minéralisés, favorisant leur assimilation une fois épandus. En revanche, l'épandage de digestat favorise le dégagement d'ammonium, qui est la forme soluble de l'azote. Ce dégagement peut être limité par l'utilisation de matériel d'épandage spécifique.

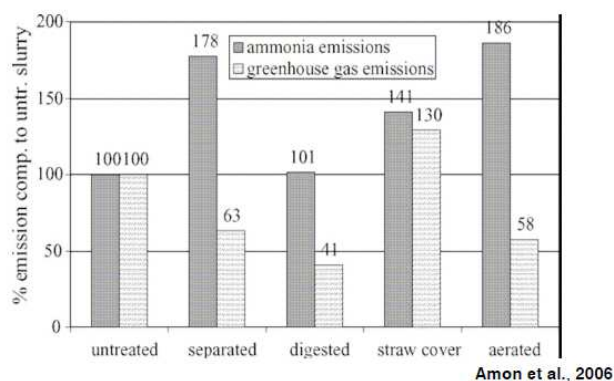


figure 20. *Impact environnemental des lisiers (exemple)*

9.3 Les filières de traitement du Limousin

9.3.1 L'incinération

L'incinération est une solution de traitement thermique des déchets. Elle permet de traiter en quantité des déchets non triés, et offre la réduction la plus complète et la plus rapide du volume de déchets. Une Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) comprend un four (pour la combustion des déchets), une chaudière (pour la récupération d'énergie), et un système de traitement des fumées.

Usine d'incinération	Capacité annuelle
Centrale Energie et déchets de Limoges	110 000 tonnes
Usine d'incinération de Rosiers d'Egletons	40 000 tonnes
Usine de St Pantaléon de Larche	72 000 tonnes

Types de déchets
Déchets ménagers et assimilés (DMA)
Déchets industriels Banals (DIB)
Biodéchets non-triés

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Traitement des déchets en quantité et réduction importante des volumes (90 %) ➤ Autorise des intrants variés et non-triés ➤ Production d'énergie, substituable à une énergie fossile 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Emissions de polluants, risques sanitaires pour les riverains et les travailleurs ➤ Faible acceptabilité sociale ➤ Absence de valorisation matière de la fraction organique

	Effet de serre	Air	Eau	Sols
Incinération [25]	Emissions de CO ₂ , selon la part en carbone fossile des déchets ; émissions évitées si valorisation de la chaleur en substitut d'énergie fossile	Selon performances, émissions de gaz acides, poussières, métaux et dioxines	Rejets possibles selon technologies de traitement des fumées	Retombées polluantes (métaux lourds et dioxines), impacts des mâchefers réutilisés

9.3.2 Le stockage en centre d'enfouissement

Aussi appelés *Centre de stockage des déchets ultimes* depuis l'obligation de n'enterrer que des déchets ultimes, les CET (Centre d'Enfouissement Technique) sont des décharges conçues pour le stockage des déchets peu valorisables. Selon leur classe, les CET peuvent accepter différents types de déchets : déchets inertes (gravats), encombrants, déchets ménagers et assimilés ou déchets dangereux. Les CET permettent un stockage contrôlé des déchets ultimes afin de maîtriser l'impact sur l'environnement. Destinées à être réhabilitées une fois fermées, les installations produisent pendant leur exploitation des lixiviats et du biogaz.

Centre d'enfouissement	Capacité annuelle
NCI Environnement à Brive (19)	20 000 tonnes
CET SIERS de Noth (23)	10 000 tonnes
SYDED 87 de Peyrat de Bellac (87)	80 000 tonnes

Types de déchets
Déchets Ménagers et Assimilés
DIB
Encombrants

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilité de mise en œuvre ➤ Accepte des types de déchets difficilement valorisables 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Absence de valorisation matière ➤ Odeurs ➤ Risques sanitaires et environnementaux à long terme, même après réhabilitation

	Effet de serre	Air	Eau	Sols
Stockage [25]	Emissions de CH ₄ liées à la dégradation de la matière organique Emissions de CO ₂ si combustion du biogaz	Composés Organiques Volatils (COV), bioaérosols, odeurs	Impacts possibles selon vulnérabilité des aquifères	

Les coûts de traitement liés aux installations de stockage des déchets non-dangereux varient beaucoup, en fonction de la technicité du site [33]. A partir du 1^{er} juillet 2002, seuls les déchets ultimes devaient être admis dans les CET de classe 1 et 2. Les nouvelles installations sont pourvues d'un prétraitement mécano-biologique permettant une dégradation de la matière avant son enfouissement.

9.3.3 Le compostage

Le compostage est une dégradation aérobie de la matière organique. A partir d'un mélange de matières carbonées et azotées, le processus vise à produire un compost stabilisé riche en composés humiques. Les déchets verts constituent la principale source de matière pour les plateformes de compostage, auxquels peuvent s'ajouter des boues de station d'épuration, des biodéchets triés (fruits, légumes) ou des matières stercoraires.

En sortie, un compost normé peut être vendu, alors qu'un compost non-normé a une valeur proche de zéro. Le tableau ci-dessous recense les installations de compostage du Limousin, à l'exception de l'*agricompostage*. Un total de 15 sites de compostage ont été identifiés.

Types de déchets
Biodéchets triés
Déchets verts
Boues de STEP
Matières stercoraires

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilité de mise en œuvre ➤ Accepte des types de déchets difficilement valorisables 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Odeurs ➤ Risques sanitaires, même après réhabilitation

	Effet de serre	Air	Eau	Sols
Compostage [25]	Emissions N ₂ O et CH ₄ selon déchets	Composés Organiques Volatils (COV), bioaérosols, odeurs	Impacts possibles selon vulnérabilité des aquifères	

9.3.4 Méthanisation et compostage

La méthanisation et le compostage sont deux filières qui traitent les déchets par dégradation bactérienne de la matière organique (dégradation aérobie dans le cas du compostage, anaérobie dans le cas de la méthanisation).

D'un côté, les deux filières rentrent en concurrence sur les intrants. En effet, sur les biodéchets triés, on peut s'attendre à une baisse de 20 à 30 % du coût d'enlèvement des déchets pour une valorisation en méthanisation plutôt qu'en compostage. Les composteurs limousins, qui étaient déjà dans une situation très concurrentielle, ont bien compris la conjoncture en faveur de la méthanisation et cherchent à se positionner sur des projets de méthanisation.

D'un autre côté, il existe des complémentarités entre les deux filières :

- Les plateformes de compostage fonctionnent en majorité à partir de déchets verts et de boues. Ces boues et une partie des déchets verts (tontes) peuvent être orientées vers la méthanisation. Dans ce cas, la plateforme de compostage peut récupérer la fraction solide du digestat – la fraction liquide étant épandue – pour composter avec les déchets verts restés sur la plateforme (branchages).
- Une installation de méthanisation nécessite un approvisionnement constant dans le temps en quantité et en qualité. A contrario, les déchets produits par l'industrie, l'agriculture et les collectivités connaissent des fluctuations en volume sur l'année. Une plateforme de compostage pourra en conséquence servir d'ajustement pour gérer ces fluctuations.

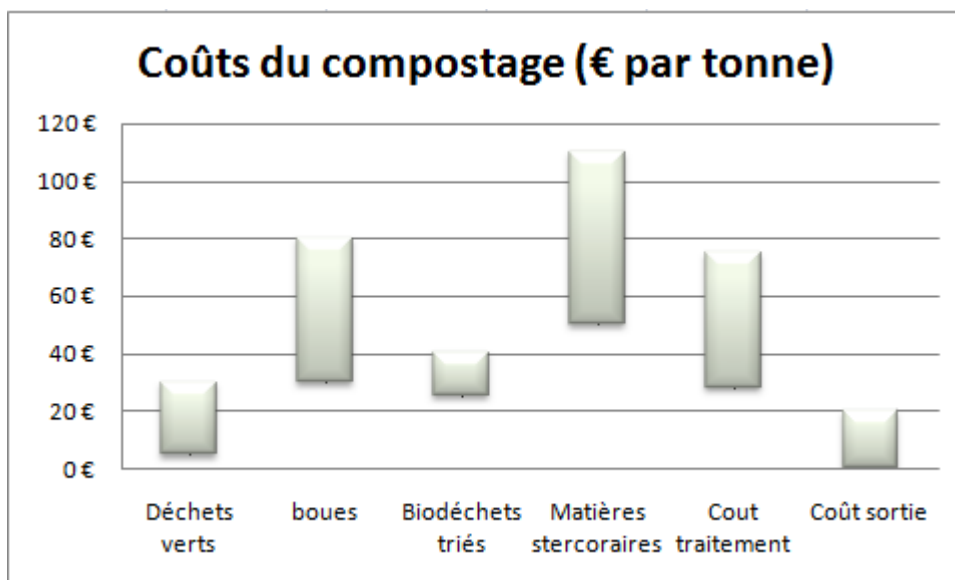


figure 21. Coûts du compostage en Limousin par type de déchet

PHASE 3 : ESTIMATION DU POTENTIEL REGIONAL DE DEVELOPPEMENT DE LA METHANISATION

10 Méthodologie d'identification de bassins de gisements

10.1 Détermination du caractère mobilisable d'un substrat

Les sites de production de déchets fermentescibles ont été identifiés lors de la phase 2. Les gisements d'origine agricole, industrielle et des collectivités ont été pris en compte. Pour chaque site, des données sur les types, volumes, caractérisation, exutoire des déchets sont disponibles.

10.1.1 Densité énergétique des substrats

La rentabilité d'un projet de méthanisation territoriale repose en premier lieu sur un approvisionnement pérenne et homogène en matières fermentescibles. Ces dernières ont des caractéristiques physico-chimiques variées et sont plus ou moins intéressantes pour la production de biogaz. Ainsi, il est plus intéressant de collecter une matière à fort pouvoir méthanogène, qu'une matière à faible pouvoir méthanogène. Par extension, la collecte pourra être d'autant plus éloignée du site de traitement que le pouvoir méthanogène du substrat est important. Chaque tonne de matière brute sera caractérisée par le volume de méthane qu'elle peut produire ($\text{m}^3 \text{CH}_4 / \text{t MB}$). Ce critère est à double valeur économique et environnementale, et vise à ajuster le transport des substrats en fonction de leurs potentiels de production d'une énergie renouvelable.

10.1.2 Critères de mobilisation pour un projet de méthanisation

Les critères de mobilisation ont été déterminés pour chaque type de déchets, en fonction de paramètres quantitatifs (coût d'enlèvement, coût de traitement) et de paramètres qualitatifs propres au contexte du Limousin (volontés et possibilités de trouver de nouveaux exutoires, contraintes d'utilisation, déstructuration d'une filière en place, etc.).

10.2 Représentation cartographique

10.2.1 Méthode de visualisation des bassins de gisement

Le territoire du Limousin est maillé (maille de 1 kilomètre carré), et la valeur de cette maille sera fonction des deux critères précédemment identifiés :

- Le critère initial correspond à la somme des densités énergétiques des substrats dans leurs rayons respectifs. Les gisements sont considérés mobilisables selon un rayon d'éligibilité entre 10 km pour les substrats les moins énergétiques (lisiers $10 \text{ m}^3 \text{CH}_4 / \text{t MB}$) et 50 km pour les substrats les plus énergétiques (huiles $737 \text{ m}^3 \text{CH}_4 / \text{t MB}$). Les distances sont à vol d'oiseau.
- Les densités énergétiques des substrats dans le rayon d'éligibilité sont pondérées en fonction de leur caractère mobilisable :
 - 80 % du pouvoir méthanogène d'un type de déchet pour un gisement facilement mobilisable
 - 50 % pour un gisement moyennement mobilisable
 - 20 % pour un gisement faiblement mobilisable
 - 0 % de la valeur pour un gisement captif

Le gisement agricole diffus ne sera pas pris en compte. En effet, nous pouvons considérer que des volumes d'effluents sont disponibles sur tout le territoire.

Type	Origine	Potentiel méthane (Nm ³ CH ₄ / t MB)	Rayon	Mobilisation
Fumier 2101-2	Bovin	38	15	Facilement mobilisable
Lisier 2101-1	Veau de boucherie	9	10	Facilement mobilisable
Lisier 2102	Porcin	13	10	Facilement mobilisable
Lisier 2111	Poule pondeuse	44	15	Facilement mobilisable
Boues de step pâteuses	collectivités	77	20	Facilement mobilisable
Boues de step liquides	collectivités	10	10	Facilement mobilisable
Boues de flottation	collectivités	84	20	Facilement mobilisable
Boues de step liquides	IAA	8	10	Facilement mobilisable
Graisses de flottations	collectivités	244	30	Facilement mobilisable
Biodéchets	restauration	63	20	Moyennement mobilisable
Déchets de marchés	collectivités	44	15	Facilement mobilisable
Déchets verts	collectivités	23	10	Moyennement mobilisable
Matières stercoraires	abattoirs	36	15	Facilement mobilisable
Graisses d'abattoir	abattoirs	178	25	Difficilement mobilisable
Sang	abattoirs	75	20	Moyennement mobilisable
Graisses agroindustrielles	IAA	453	45	Difficilement mobilisable
Graisses usagées	IAA	260	30	Difficilement mobilisable
Huiles usagées	ES	737	50	Moyennement mobilisable
Lactosérum	IAA	23	10	Moyennement mobilisable
Déchets de fruit	IAA	125	25	Moyennement mobilisable
drêche de pommes	IAA	63	20	Moyennement mobilisable
huile alimentaire	ES	785	50	Moyennement mobilisable
déchets de sucreries	IAA	83	20	Moyennement mobilisable
Son de blé	IAA	253	30	Moyennement mobilisable
Biodéchets hors viande	GMS	60	20	Facilement mobilisable
Coproduits abattoir	IAA	41	15	Moyennement mobilisable

tableau 11. Caractérisation des substrats et de leur caractère mobilisable

10.2.2 Résidus agricoles

Les effluents d'élevage (fumiers et lisiers) ont été identifiés comme **facilement mobilisables**. En effet, ils sont généralement épandus à proximité de leur lieu de production. La mobilisation de ses substrats en méthanisation, et le retour de du digestat de l'unité sur les terres d'épandage constitue un partenariat qui permet à l'agriculteur de conserver la valeur agronomique de ses effluents.

Les issues de silo ont été identifiées comme **moyennement mobilisables**. Elles sont généralement utilisées en alimentation animale, et constituent à ce titre des produits à forte valeur ajoutée pour leurs détenteurs. De plus, ces matières font l'objet d'une demande croissante pour des valorisations en combustion ou méthanisation.

10.2.3 Déchets de l'industrie de la viande

Les graisses de flottation et les matières stercoraires sont les seuls déchets des abattoirs qui apparaissent **facilement mobilisable**. Les graisses d'effluents trouvent leurs exutoires les plus courants en station d'épuration ou en compostage, et constituent un centre de coût important pour les industriels. Leur fort pouvoir méthanogène les rend attractives pour la méthanisation. Les matières stercoraires sont généralement envoyées en compostage, et sont donc facilement réorientables vers une installation de méthanisation, même si leur potentiel méthanogène n'est pas très intéressant. Ces matières ne nécessitent pas de demande d'autorisation pour les installations classées (ICPE) pour des capacités inférieures à 50 tonnes par jour.

Les graisses d'origine animale de catégorie 3 sont des substrats **difficilement mobilisables**. Ces matières sont des centres de profit pour les industriels, qui le revende aux société de collecte des coproduits animaux. Elles sont par la suite valorisées en oléochimie, pet food ou alimentation animale.

Les autres coproduits animaux de catégorie 2 et 3, dont le sang, sont **moyennement mobilisables**. Ils représentent un coût élevé pour les industriels, mais ces derniers ne disposent pas d'alternative pour leur enlèvement autre que la société en situation monopolistique sur le territoire. Après traitement, ces matières sont revalorisées en alimentation animale, en fertilisant ou en énergie. Les industriels sont fortement dépendant de cette société pour la gestion de leur coproduits. Cette même situation de dépendance pourra se présenter avec les porteurs de projet d'installation de méthanisation. En conséquence, il semble opportun d'inclure, dans la réflexion sur l'approvisionnement d'un projet, les sociétés de gestion des coproduits animaux.

10.2.4 Autre déchets des industries agroalimentaires

Le lactosérum des laiteries est réutilisé en direct par des éleveurs porcins locaux, à un coût variable. Cet exutoire local et à forte valeur ajoutée rend ce substrat **moyennement mobilisable**. C'est également le cas pour les déchets de fruit, qui sont réutilisés en alimentation humaine, animale (localement ou non), ou traités en compostage. Les déchets de sucre suivent une logique de valorisation similaire, même si l'exutoire peut être plus lointain.

Les huiles industrielles sont également **moyennement mobilisables**. D'une part leur intégration dans la ration d'un méthaniseur est limitée, et d'autre part une fois collectée, ces huiles trouvent des débouchés plus intéressants en combustion ou carburant.

10.2.5 Biodéchets

Les biodéchets des GMS et des restaurants collectifs ont été identifiés comme **moyennement mobilisables**. En effet, si ces déchets ne sont pas triés, l'unité de méthanisation devra être équipée d'un biodéconditionneur. Si ces déchets sont triés, des exutoires en alimentation animale ou compostage sont possibles.

10.2.6 Boues de station d'épuration

Les boues des stations d'épuration publiques ou privées sont, si elles ne sont pas directement épandues, envoyées en station de compostage pour être mélangées avec des déchets verts. Réorienter les flux vers une unité de méthanisation ne pose pas de problème particulier, si ce n'est la nécessité d'obtenir un agrément sanitaire spécifique. Dans ce contexte, ces matières sont **facilement mobilisables**.

11 Les bassins de gisements mobilisables

Deux classes de bassins de gisements mobilisables sont identifiées sur le territoire du Limousin

- Les bassins rassemblant sur leurs territoires un potentiel méthanogène mobilisable supérieur à 646 895 Nm³ de CH₄, soit un potentiel énergétique supérieur à 6 410 MWh annuellement. En cas de valorisation du biogaz par cogénération, les unités présentes sur ces territoires devront trouver des débouchés importants pour la chaleur.
- Les bassins rassemblant sur leurs territoires un potentiel méthanogène mobilisable compris entre 435 154 et 646 895 Nm³ de CH₄, soit un potentiel énergétique compris entre 4 312 et 6 410 MWh annuellement.

11.1 Les territoires à fort potentiel

11.1.1 Le bassin de Saint-Yrieix-la-Perche

Le bassin identifié au nord de la ville de Saint-Yrieix bénéficie de l'influence des déchets produits sur la commune (abattoir, restauration collective), de trois gros producteurs agricoles, mais aussi de déchets à fort potentiel énergétique provenant de l'agglomération de Limoges (graisses, huiles) et de Lubersac (abattoir).

Le bassin s'étend sur une zone circulaire d'environ 20 km de diamètre et dispose à ses points les plus intéressants, d'un potentiel maximum de production de biogaz de 846 784 Nm³ de CH₄ par an, soit une capacité théorique de 1 MW. Ce chiffre est à mettre en rapport avec le projet d'une unité de 250 kW porté par la Communauté de Communes.

Il est aussi intéressant de noter que les cantons alentours disposent d'un gisement agricole diffus important.

En cas de cogénération, la chaleur de l'unité pourra être réutilisée dans les bâtiments de la ville de Saint-Yrieix ou pour le chauffage du centre aquatique.

11.1.2 Le bassin de l'Ouest corrézien

Ce bassin est la réunion de deux ensembles à fort potentiel situés dans l'Ouest de la Corrèze. Ces bassins rassemblent d'importantes capacités industrielles, ainsi que des abattoirs et industriels de la viande, sur un territoire large de 15 km et long de 40 km,.

L'intersection de ces deux bassins donne un potentiel méthanogène de 916 312 Nm³ de CH₄, soit une capacité théorique de 1,1 MW. Le gisement agricole diffus des cantons situés dans le bassin est relativement élevé, à l'exception des cantons de Brive.

Les débouchés pour la chaleur de la cogénération seront à rechercher dans l'agglomération de Brive (collège, lycée, maison de retraite, établissement de soin, centre aquatique), dans les villes de Uzerche (prison, collège, maison de retraite) ou Ussac.

11.1.3 Le bassin d'Egletons

Ce bassin est porté en premier lieu par un industriel de la viande et en second lieu par des producteurs porcins. La ration du méthaniseur sera donc constituée en majorité de coproduits animaux et de lisier de porc. Le cœur du bassin est constitué d'un périmètre assez restreint, qui peut générer un maximum théorique de 680 625 Nm³ de CH₄ par an pour une capacité estimée à 800 kW.

La chaleur pourra être utilisée sur le site industriel, ou sur la ville d'Egletons.

11.2 Les autres bassins identifiés

11.2.1 Le bassin Bellac-Bessines

Situé horizontalement entre Bellac et Bessines-sur-Gartempe, ce bassin oblong possède un potentiel maximum théorique de 699 184 Nm³ de CH₄ (700 kW installés). Il rassemble deux industriels du secteur de la viande (Bellac et Bessines), la STEP de Bellac, et des gros éleveurs bovins et porcins.

La chaleur de la cogénération pourra être valorisée dans les bassins de population (Bellac ou Bessines). Ceux-ci étant situés aux extrémités du bassin, cet élément pourra réduire le potentiel de ce territoire.

11.2.2 Le bassin de Limoges

L'agglomération de Limoges regroupe un certain nombre de sites producteurs de déchets organiques (industriels, GMS, restauration collective) qui marquent ce territoire. Ces déchets assez peu mobilisables (coproduits animaux, biodéchets) peuvent pourtant s'avérer être les substrats d'un projet important si la filière se structurait localement. Les éleveurs bovins situés à l'est de l'agglomération portent le potentiel du bassin à un maximum de 691 228 Nm³ de CH₄ par an, soit une puissance électrique installée de 800 kW.

La valorisation de la chaleur de l'unité de la cogénération pourra être plus aisée qu'ailleurs du fait des infrastructures de l'agglomération.

11.2.3 Le bassin de l'Est creusois

Un bassin composé exclusivement de substrats agricoles apparaît à l'est d'Aubusson. Il résulte d'une concentration d'éleveurs, centré autour d'un gros producteur porcine.

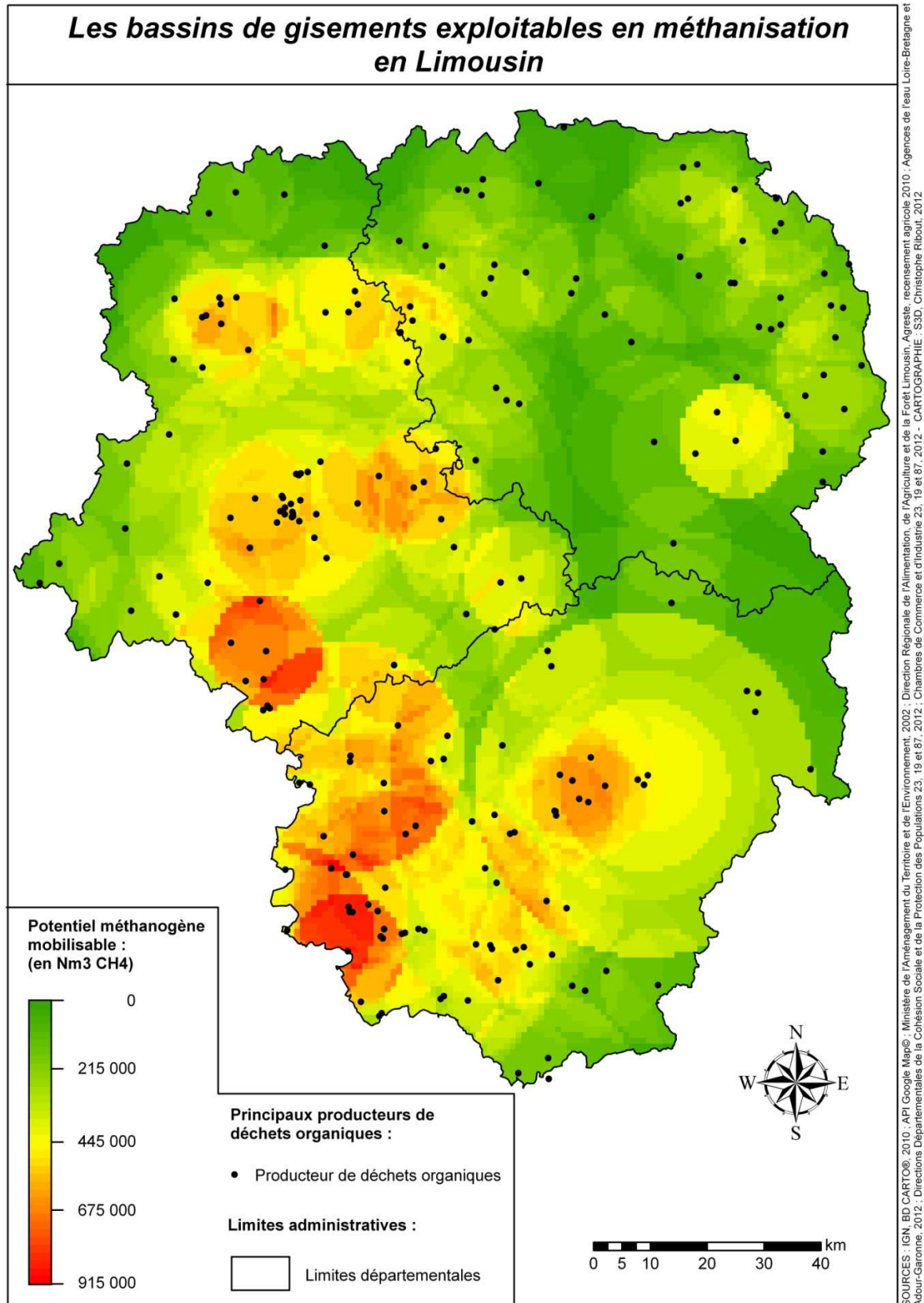


figure 22. Carte : bassins de gisements exploitables en méthanisation en Limousin

12 Injection du biogaz

12.1 Sur le réseau de distribution

En novembre 2011, l'Etat a fixé les conditions d'injection du biogaz sur le réseau de gaz naturel. Ces conditions portent notamment sur :

- les conditions de vente du biométhane
- La nature des intrants ; en particulier le biométhane produit à partir de boues de station d'épuration ou de boues industrielles n'est pas autorisé à l'injection
- Le débit de biométhane
- La localisation du site de production[35]

Le biogaz doit être enrichi en méthane jusqu'à atteindre 93 à 97 % du biométhane, et épuré des éléments soufrés, halogénés, siloxanes et eau. L'étude de faisabilité est facturée par GRdF. Les communes du Limousin desservies par le réseau de distribution de gaz naturel sont :

Corrèze	Creuse	Haute-Vienne
ALLASSAC	AHUN	AIXE-SUR-VIENNE
BORT-LES-ORGUES	AJAIN	AMBAZAC
BRIVE-LA-GAILLARDE	AUBUSSON	BELLAC
CHAMEYRAT	BONNAT	BOISSEUIL
COSNAC	BOUSSAC	BOSMIE-L'AIGUILLE
CUBLAC	BOUSSAC-BOURG	LES CARS
DONZENAC	CHENERAILLES	CHAILLAC-SUR-VIENNE
EGLETONS	FELLETIN	CHALUS
LAGUENNE	GENOUILLAC	CHAPTELAT
LARCHE	GOUZON	CONDAT-SUR-VIENNE
MALEMORT-SUR-CORREZE	GUERET	COUZEIX
MANSAC	LAVAVEIX-LES-MINES	DINSAC
MEYMAC	MOUTIER-D'AHUN	LE DORAT
MOUSTIER-VENTADOUR	MOUTIER-ROZEILLE	FEYTIAT
NAVES	LA SOUTERRAINE	GLANDON
OBJAT	SAINT-CHABRAIS	ISLE
SAINT-AULAIRE	SAINTE-FEYRE	JOURGNAC
SAINTE-FORTUNADE	SAINT-FIEL	LIMOGES
SAINT-PANTALEON-DE-LARCHE	SAINT-LAURENT	MAGNAC-LAVAL
SAINT-VIANCE	SAINT-MARIEN	NEXON
SEILHAC	SAINT-MARTIAL-LE-MONT	ORADOUR-SUR-GLANE
TULLE	SAINT-PARDOUX-LES-CARDS	PAGEAS
USSAC	SAINT-SULPICE-LE-GUERETOIS	LE PALAIS-SUR-VIENNE
USSEL	SAINT-VAURY	PANAZOL
VARETZ		RILHAC-LASTOURS
VOUTEZAC		RILHAC-RANCON
		ROCHECHOUART
		ROYERES
		SAILLAT-SUR-VIENNE
		SAINT-BRICE-SUR-VIENNE
		SAINT-HILAIRE-BONNEVAL
		SAINT-JUNIEN
		SAINT-JUST-LE-MARTEL
		SAINT-LEONARD-DE-NOBLAT
		SAINT-PRIEST-TAURION
		SAINT-VICTURNIEN
		SAINT-YRIEIX-LA-PERCHE
		SEREILHAC
		SOLIGNAC
		VERNEUIL-SUR-VIENNE
		LE VIGEN

tableau 12. Communes desservies par le réseau de distribution de gaz naturel

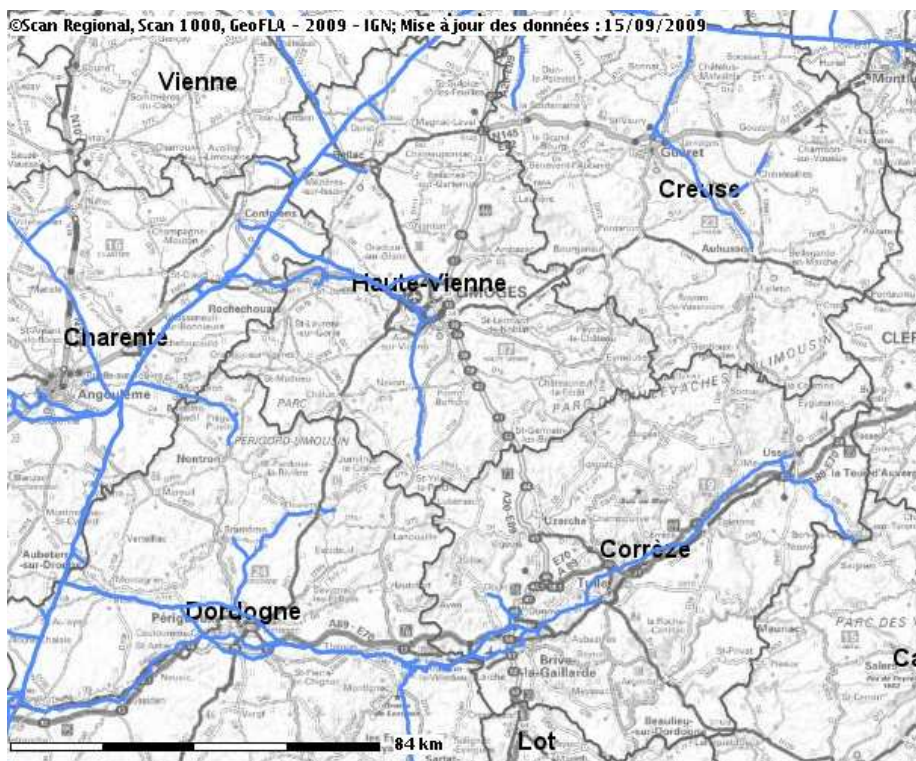
12.2 Sur le réseau de transport

Le réseau de transport permet l'injection de débits plus importants que sur le réseau de distribution.

L'injection de biométhane sur le réseau de transport est soumise à un régime d'autorisation préfectorale, et le dossier est instruit par la DREAL.

- En cas de traversée du domaine public, une enquête publique (24 mois) accompagnée d'une étude d'impact (12 mois) doit être réalisée avant tout travaux.
- Sans traversée du domaine public, ce délai est réduit à 24 mois, hors travaux.

Les coûts de raccordement sont plus élevés que lors d'un raccordement au réseau de distribution, notamment avec des coûts d'études, de branchement (poste d'injection), et de raccordement (tuyaux) importants, et des contraintes de compression plus grandes. L'étude d'opportunité est en revanche gratuite.



La réglementation ne permettant pas le stockage du biométhane, l'injection sur le réseau de transport 'principal' n'est pas possible.

figure 23. Réseau de transport

de gaz en Limousin

13 Conclusion

L'étude a identifié les gros producteurs de déchets organiques sur le territoire du Limousin, dans l'agriculture et l'industrie agroalimentaire principalement. De manière générale, les industriels producteurs de déchets trouvent un intérêt pour la méthanisation en tant qu'alternative moins onéreuse pour la gestion de leurs déchets, alors que les entreprises de traitement des déchets y voient une solution pour capter de nouveaux volumes.

Tous les déchets trouvant actuellement un exutoire, l'analyse de leur réorientation vers une valorisation par méthanisation représentait un enjeu important de cette étude. L'intensité concurrentielle sur le secteur du traitement des déchets est forte, en particulier pour la filière compostage qui risque d'être impactée directement par le développement de projets de méthanisation du fait d'une concurrence sur les matières.

La constitution de bassins de gisements mobilisables a été effectuée à partir de deux paramètres : d'une part la densité énergétique, qui associe au pouvoir méthanogène d'un déchet un périmètre théorique au-delà duquel le coût énergétique du transport dépasse la quantité d'énergie produite en méthanisation ; d'autre part un critère de mobilisation a été associé à chaque type de déchet, qui tient compte de la filière empruntée par ce déchet, de son coût, et de son intérêt à être valorisé en méthanisation.

Trois bassins à fort potentiel et trois bassins secondaires ont été identifiés à partir des gros producteurs de déchets et d'hypothèses de mobilisation de leurs déchets. Ces bassins représentent les possibilités d'implantation d'unité de méthanisation territoriales au sein desquelles les conditions de succès des projets sont les plus simples à réunir. D'autres projets sont susceptibles d'émerger en dehors des zones identifiées, notamment des projets rassemblant un grand nombre d'acteurs agricoles.

L'étude a confirmé la nécessaire adaptation du modèle d'élevage majoritaire sur le territoire - bovin viande à caractère extensif – pour rentrer dans le cadre de projets de méthanisation. En effet, les gisements d'effluents de ces exploitations souffrent d'un défaut de saisonnalité. Leur caractère diffus et leur répartition homogène sur le territoire représentent des opportunités mais celles-ci sont cependant complexes à mettre en œuvre dans le cadre de projets territoriaux (contraintes logistiques ajoutée à la saisonnalité). Il semble qu'une adaptation du travail des exploitants – dans la gestion des effluents – soit nécessaire afin de rendre ce gisement diffus intéressant pour de tels projets.

L'intégration des effluents agricoles dans des projets de méthanisation pourra faire l'objet d'une étude plus approfondie, en particulier pour la définition d'un modèle économique innovant permettant l'usage de substrats substitués aux fumiers durant la période de pâturage.

Après l'évaluation du potentiel méthanisable, les acteurs territoriaux du Limousin pourront choisir de mettre en place un dispositif biogaz, véritable plan pour définir une cohérence dans le développement de projets de méthanisation agricoles, centralisés, industriels ou en station d'épuration.

14 Annexes

14.1 Modalités de calculs des gisements

Des ratios ont été utilisés pour calculer les gisements des producteurs dans plusieurs cas :

- Pour les grandes surfaces
- Pour la restauration collective
- Pour les exploitations agricoles (voir supra)

Etablissement	Type de déchet	Référence primaire	Ratio	unité	Source
Restauration collective	Biodéchets	Nombre de repas	0,14	g / repas / an	Etude nationale Sodexho
Restauration pénitentiaire	Biodéchets	Nombre de repas	0,2	g / repas / an	Etude nationale Sodexho
GMS	Biodéchets	Nombre de salariés	0,5	t / salarié / an	ratio S3d
GMS	Coproduits C3	Nombre de salariés	0,1	t / salarié / an	ratio S3d

tableau 13. Ratios de calcul des gisements

15 Références

- [1] ADEME, Outil de calcul des émissions dans l'air de CH₄, CO₂, NO_x et SO_x issues des centres de stockages de déchets ménagers et assimilés, 2003
- [2] ADEME et GDF, ACV des modes de valorisation énergétique du biogaz issu de méthanisation de la fraction fermentescible des déchets ménagers collectés sélectivement en France, 2007
- [3] ADEME et al., Impact environnemental de la gestion biologique des déchets, Bilan de connaissances, 2005
- [4] Aguer M., PIB Limousin : une croissance toujours en retrait, INSEE Limousin, mars 2008
- [5] Bonneau I., L'année économique et sociale 2010, INSEE Limousin, N°14, Juin 2011.
- [6] Carpentier F., Conjoncture mi-2011 : le poids de l'incertitude, FOCAL INSEE Limousin n° 79, INSEE Limousin, Novembre 2011.
- [7] CDC Climat Recherche, Repères : Chiffres clés du climat - France et Monde. Edition 2012, Disponible sur <http://www.cdcclimat.com>.
- [8] COOP de France et CUMA France, Réussir un projet de méthanisation territoriale multipartenaire, Guide pratique, Edition 2011.
- [9] Degré A. et al., Emissions gazeuse en élevage porcins et mode de réduction : étude bibliographique, Biotechnologie Agronomie. Société et Environnement, volume 3, pp 135–143, 2001.
- [10] DRAAF Limousin, Présentation IAA Limousin, Juin 2010
- [11] DRIRE Limousin & INSEE Limousin, Forces et faiblesses de l'industrie en Limousin, Focal INSEE Limousin n°25, Mars 2006.
- [12] Etat des lieux de la filière méthanisation en France, septembre 2011, ATEE Club Biogaz
- [13] Guide de bonnes pratiques pour les projets de méthanisation, décembre 2011, ATEE Club Biogaz
- [14] Yulipriyanto H., Emissions d'effluents gazeux lors du compostage de substrats organiques en relation avec l'activité microbologique, Thèse de doctorat Université de Rennes I, Décembre 2011.
- [15] LIMAIR, AIR Mag : La qualité de l'air en Limousin, n°134, Novembre 2011, disponible sur : http://www.limair.asso.fr/IMG/pdf/LIMAIR-bimestriel_09-10_2011.pdf.
- [16] Préfecture de la Région Limousin, Document Régional de Développement Rural FEADER 2007-2013, Version 3, Février 2010.
- [17] RCT (Réseau Conseil en développement Territorial), Schéma Régional Climat Air Energie du Limousin – Diagnostic, Novembre 2011.
- [18] Saint-Ouen M., Camard JP., Host S., Grémy I., Carrage S., Le traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France : Considérations environnementales et sanitaires. Rapport ORS Ile-de-France, Juillet 2007, 210 p.
- [19] Schéma Régional Climat Air Energie du Limousin Diagnostic
- [20] SINOE
- [21] Solagro, Expérimentation Climaterre : Bilan énergie et GES de l'agriculture et de la forêt en Limousin, Mars 2010.
- [22] Préfecture de la Région Limousin, Document Régional de Développement Rural FEADER 2007-2013, Version 3, Février 2010.
- [23] Bonneau I., L'année économique et sociale 2010, INSEE Limousin, N°14, Juin 2011.
- [24] Décret n° 2011-828 du 11 juillet 2011 portant diverses dispositions relatives à la prévention et à la gestion des déchets, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=132208961DFCFA98FFFCBFEE>

- F0343C64.tpdjo11v_1?idArticle=JORFARTI000024353753&cidTexte=JORFTEXT000024353443
&dateTexte=29990101&categorieLien=id
- [25] ADEME, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Evaluation environnementale des plans d'élimination des déchets, 2006
 - [26] TRAME, Intérêts et limites de la méthanisation en phase sèche, février 2011
 - [27] Agreste 2010, DRAAF Limousin
 - [28] Evaluation des quantités actuelles et futures de déchets épandus sur les sols agricoles et provenant de certaines activités – lot 3 : effluents d'élevage, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2002
 - [29] Etude du gisement des matières fermentescibles et du potentiel de développement de la méthanisation agricole dans le département des Ardennes, Agence locale de l'énergie des Ardennes, 2007
 - [30] Guide du traitement des déchets, 5^{ème} édition, Alain Damien, Dunod
 - [31] Coûts de l'incinération des ordures ménagères en France, mars 2003, ADEME
 - [32] La valorisation des produits organiques par compostage, rapport d'information du Sénat, <http://www.senat.fr/rap/o98-415/o98-41511.html>
 - [33] Le prix de la mise en décharge des déchets non dangereux gérés par les collectivités en 2005, ADEME, mars 2006
 - [34] Expertise de la rentabilité des projets de méthanisation rurale, ADEME, 2012
 - [35] <http://www.injectionbiomethane.fr/accueil.html>