

NOTE METHODOLOGIQUE

Ressources méthanisables

2020

Pays de la Loire



Contact Solagro : Céline PORHEL
Celine.porhel@solagro.asso.fr

Contact TEO : Angelina LAUNAY
contact@teo-paysdelaloire.fr



BORDEREAU DE DONNEES DOCUMENTAIRES

Titre	Note méthodologique accompagnant les données de ressources méthanisables fournies par SOLAGRO à TEO
Date de notification	17/03/2023
Commanditaire	TEO - Observatoire de la transition écologique - Pays de la Loire
Référence	C2031
Constitutrices à l'étude	Emilie Gauthier, Cannelle Huet, Sophie Huiban, Angelina Launay
Téléphone	07-86-46-56-81
E-mail	contact@teo-paysdelaloire.fr
Rédaction Initiale	Céline PORHEL
Date	04/08/2023

SUIVI QUALITE

Suivi de la version initiale V1

Suivi SOLAGRO	Rédacteur	Relecteur
Nom	Céline PORHEL	Nicolas Lienart
Qualité	Chef de projet	Chargé de mission
Organisme	SOLAGRO	SOLAGRO
Date	04/08/2023	24/08/2023

Le rapport a par ailleurs été relu et complété par TEO sur base des échanges avec l'ensemble des membres du Groupe de travail Gaz renouvelable de TEO.

Suivi des modifications ultérieures :

Version	Date	Modification	Contributeur
V1	20/10/2023	Création	Solagro/TEO
V2	09/11/2023	Compléments	TEO

SOMMAIRE

1	Introduction	4
2	Terminologie	4
3	Synthese methodologique	6
4	Methode	8
4.1	Biomasse agricole végétale	8
4.1.1	Cultures	8
4.1.2	Résidus de cultures	10
4.1.3	Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique (CIVE)	13
4.1.4	Herbe	16
4.2	Ressources animales	17
4.2.1	Introduction	17
4.2.2	Estimation 2020 avec prise en compte de l'évolution du cheptel depuis 2010	17
4.2.1	Type de Systèmes de Gestion des Déjections d'élevage (SGDA)	18
4.2.2	Quantités excrétées	19
4.2.3	Besoin de paille pour la litière	20
4.2.4	Schéma de synthèse	21
4.3	Déchets non agricoles	22
4.3.1	Les déchets organiques des déchets ménagers et assimilés (FFOM)	22
4.3.2	Restauration collective (dont huiles alimentaires usagées)	22
4.3.3	Grandes et Moyennes Surfaces (GMS)	25
4.3.4	Déchets Verts non ligneux (DV)	25
4.3.5	Assainissement - Déchets de station d'épuration (STEP)	25
4.3.6	Fauches de bord de route	26
4.3.7	Industries Agro-Alimentaires (IAA)	26
4.4	Potentiels méthanogènes	30

1 INTRODUCTION

Ce document a pour but d'accompagner les données de ressources méthanisables mobilisables par établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) sur la région Pays de la Loire. Les EPCI prisent en compte sont celles dont le siège est localisé en Pays de la Loire. La Communauté Urbaine d'Alençon (siège en Normandie) et la Redon Agglomération (siège en Bretagne) ne sont pas incluses même si elles ont des communes en Pays de la Loire. Ces données ont été transmises à TEO dans le cadre du contrat liant Solagro et TEO de mars à septembre 2023. Ce document donne les références méthodologiques ayant permis le calcul de ce potentiel.

La méthodologie initiale a été construite notamment sur la base des études menées par Solagro :

- « Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation en France », ADEME, 2013 notée dans la suite (Etude ADEME 2013)
- « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? », ADEME, GrDF, GRTGaz, 2018 notée dans la suite (100% gaz vert ADEME 2018)

Comme détaillé ci-après, les ressources méthanisables mobilisables correspondent au potentiel maximal sans présager de la mise en œuvre effective in fine des méthaniseurs. Le taux de mobilisation atteignable est à définir sur la base de ces données. Les données concernées par cette note permettent de faire émerger des tendances mais ne se substituent pas à une étude de gisement dans le cadre d'une étude de faisabilité pour un projet d'étude de méthanisation qui s'intègre sur un territoire en particulier.

Il faut noter que les cultures principales ne sont pas considérées comme un gisement potentiel pour la méthanisation. En effet, dans le respect de la hiérarchie des usages (alimentation prioritaire), elles sont encadrées au niveau national à 15 % du tonnage brut total des intrants alimentant une unité de méthanisation, par les articles D543-291 à 293 du code de l'environnement (modifiés par le décret n°2022-1120 du 4/8/2022). Elles n'ont donc pas été évaluées dans cette étude.

2 TERMINOLOGIE

Cette section décrit les termes employés dans cette étude pour décrire les différentes ressources étudiées.

Au terme « gisement » couramment employé, il est préféré le terme « ressource » rendant compte du caractère dynamique des flux de matières organiques. Il semble essentiel de considérer que la biomasse n'est pas un « gisement » stocké, sans rôle ni fonction, dans lequel nous pourrions « piocher » à loisir.

Ainsi nous proposons de considérer 3 niveaux de ressources :

- La ressource produite
- La ressource mobilisable (ici méthanisable)
- La ressource mobilisée (ici méthanisée)

Ressource produite : Il s'agit de la ressource brute produite à un horizon de temps donné. Il est important de préciser que dans le cas des effluents d'élevages, les ressources produites sont les

fumiers et lisiers c'est-à-dire les déjections animales maîtrisées. Les temps passés en bâtiment sont donc déjà pris en compte dans la ressource produite. Pour les ressources comme les Cultures Intermédiaire à Vocation Énergétique (CIVE), qui ne sont pas forcément encore mises en place, nous parlerons de « capacité de production de CIVE ».

Termes employés dans l'étude ADEME 2013 : GBP - Gisement Brut Produit

Ressource mobilisable : Il s'agit de la ressource accessible c'est-à-dire qui peut être mobilisée d'un point de vue technique et économique à un horizon de temps donné. Cette estimation tient compte notamment des autres usages communs (par exemple : paille pour les litières), des conditions économiques (seuil de rentabilité pour la récolte des CIVE), des conditions logistiques (taux de collecte des déchets) etc... **Il s'agit du potentiel maximum du territoire.**

A noter : Cette estimation ne tient pas compte des choix politiques locaux. Les objectifs de concrétisation de ce potentiel sont à fixer suivant la gestion locale en place. Quatre exemples représentatifs :

- Les biodéchets des ordures ménagères résiduelles devront être retirés du gisement si le tri à la source est réalisé via du compostage (de proximité ou centralisé),
- Les déchets verts non ligneux sont à retirer également s'ils sont valorisés en compostage
- Les fauches de bord de routes seront à retirer si les unités de méthanisation sont trop loin ou si les fauches sont laissées au sol ou autres spécificités locales.
- La méthanisation sur les petites STEP peut être pertinente dans certains contextes locaux mais pas dans tous les cas

Termes employés dans l'étude ADEME 2013 : GBD – Gisement Brut Disponible, GND - Gisement Net Disponible, ressource, méthanisable, récoltable

Ressource mobilisée : Il s'agit de la ressource dont on suppose qu'elle sera, dans les faits, réellement mobilisée à un horizon de temps t.

Le taux de concrétisation permet de calculer la part de la ressource mobilisable qui pourrait concrètement être utilisée in fine, à un horizon de temps t.

Termes employés dans l'étude ADEME 2013 : Ressource/gisement méthanisée, potentiel effectif

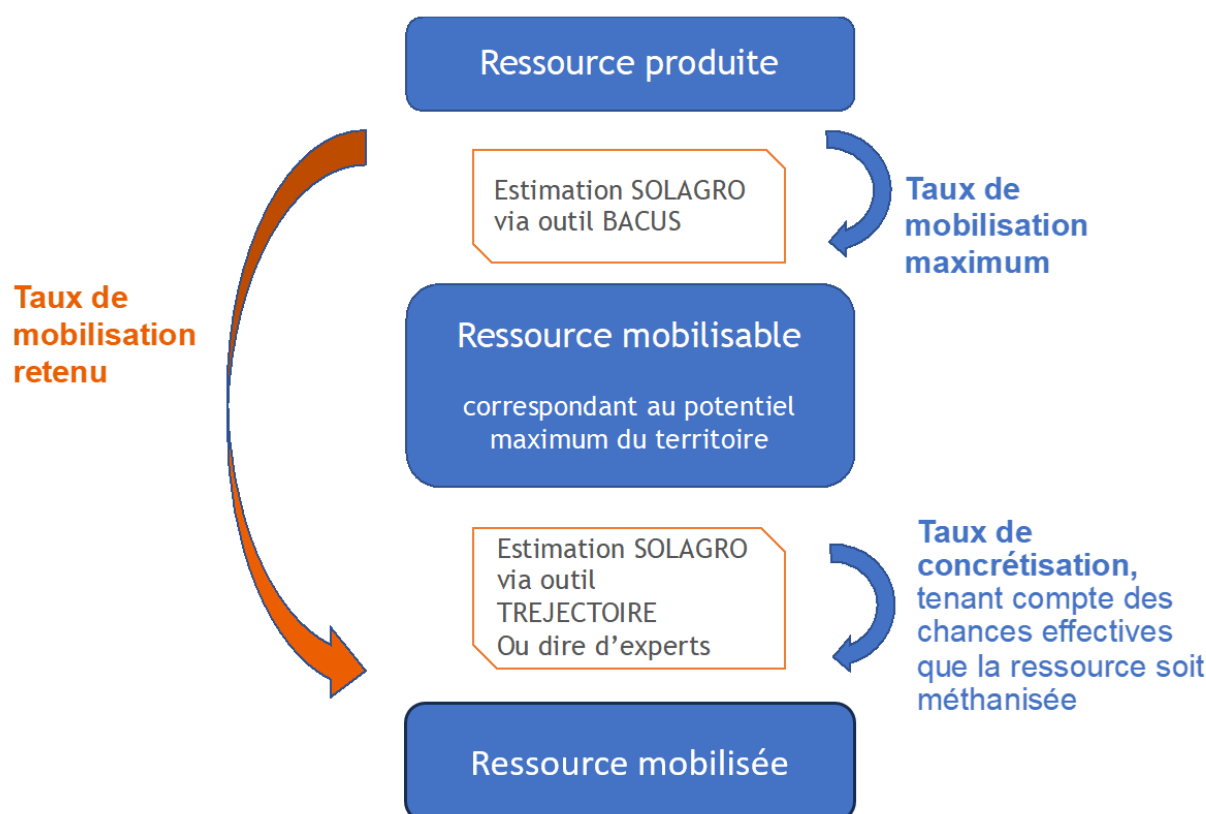


Figure 1 : Description des 3 états de la ressource

L'étude TEO ne s'intéresse qu'à la ressource maximum mobilisable, elle ne tient pas compte :

- Du déploiement de la filière méthanisation et de sa capacité à absorber cette ressource
- Des politiques publiques favorisant ou non la collecte de telle ou telle ressource

3 SYNTHÈSE METHODOLOGIQUE

La méthodologie est détaillée par type de ressources. A noter que les ressources non agricoles sont plus diverses mais représentent moins de 10% du total de la ressource mobilisable pour la méthanisation en masse.

Type de ressources	Ressource brute	Principales Hypothèses prises en compte	Sources
Biomasse agricole végétale	Paille & Résidus de culture	Paille (hors chaumes), incluant la menue-paille, déduction faite des besoins en litière du cheptel du canton où elle est produite, et export de 30% seulement pour maintien au sol des qualités agronomiques.	RA2010, Statistique Agricole Annuelle, AGRESTE
	CIVE	CIVE d'hiver uniquement en Pays de la Loire. CIVE atteignant un rendement suffisamment élevé pour justifier la récolte (5tMS/ha) et sur des cultures permettant une intercalation de CIVE	RA2010, Statistique Agricole Annuelle

	Herbe	Ressource estimée nulle en 2020	
Ressources animales	Effluents d'élevage	Déjections animales produites en bâtiment.	Recensement Agricole 2020, Système de Gestion des Déjections Animales, Taux de paillage
Déchets non agricoles	Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères (FFOM)	Quantité de biodéchets des ménages (kg/hab) issus de l'enquête collecte 2021 auprès des collectivités et de l'étude de caractérisation des déchets ménagers et assimilés (DMA) de TEO	TEO, ADEME SINOE®
	Déchets de la Restauration collective dont Huiles Alimentaires Usagées	Identification des établissements scolaires, de santé et de restauration collective et de leur fréquentation.	Ministère de l'Éducation nationale, INSEE, MAAPRAT, Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie., SIRENE, SAE
	Déchets des Grandes et Moyennes Surfaces (GMS)	Taux de collecte moyen d'après enquêtes en (kg/m2)	Base Permanente des Équipements de l'INSEE
	Déchets verts des déchèteries publiques	Quantité de déchets vert (kg/hab) issus de l'enquête collecte 2021 auprès des collectivités (enquête ADEME)	TEO, ADEME SINOE®
	Déchets de station d'épuration (STEP)	Boues et graisses des stations d'épuration (STEP) par tranche : STEP > 10 000 EQH ; STEP > 30 000 EQH ; STEP > 50 000	Portail d'information sur l'assainissement communal, Ministère de la Transition Ecologique
	Fauches de bord de route	Taux de production d'herbe moyen observé sur 10 Retours d'Expérience (REX) en tMB/m linéaire de route, appliqué à 10 % des départementales et 50% des routes communales (REX Mayenne).	ENSAIA/NOREMAT /CG54
	Déchets des Industries Alimentaires et Agricoles (IAA)	Estimation de la production de déchets à partir des enquêtes ou des rapports de l'interprofession en s'appuyant sur le nombre d'entreprises et de salariés	AGRESTE, RESEDA, ADEME, CRITT Poitou, CRITT PACA

4 METHODE

De façon général, l'outil BACUS issu des 2 études structurantes citées précédemment (ADEME 2013 et 100% Gaz Vert 2018) a été utilisé pour cette estimation.

Les estimations ont été faites France entière sur la base des cantons 2010, puis dispatchées à la maille communale suivant les communes 2010.

Pour cette étude, certaines méthodes de calcul ont été modifiées à la suite des discussions ayant eu lieu avec les membres du groupe de travail Gaz Renouvelables de TEO afin de prendre en compte les spécificités régionales et les nouvelles connaissances existantes : des ratios de production de déchets ont été modifiés, les rendements CIVE ont été revus et certaines rotations écartées suivant les indications du Schéma Régional Biomasse (SRB), le RA2020 a été utilisé autant que possible.

Ensuite, une table de conversion a permis de passer des périmètres communaux 2010 aux périmètres communaux 2023, puis à reconstruire les EPCI 2023.

4.1 Biomasse agricole végétale

La disponibilité en ressources agricoles végétales est calculée à partir des surfaces de chaque culture, et de coefficients permettant d'estimer la production de résidus de culture d'une part, et de CIVE d'autre part.

4.1.1 Cultures

4.1.1.1 Sources

Les données utilisées proviennent :

- du recensement agricole de 2010¹ qui fournit des données détaillées au niveau cantonal, sauf exception²,
- de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) qui donne les surfaces détaillées par département tous les ans, et la Surface Agricole Utile (SAU) à l'échelle communale.

Le RA2020 n'a finalement pas été exploité à ce stade, la SAU n'ayant baissé que de 0,7% en Pays de la Loire et les catégories publiées RA2020 (3 catégories concernant les résidus de culture) sont insuffisantes.

Les productions végétales sont obtenues par multiplication des surfaces et des rendements.

	Assolement	Rendement	Produit ($P=A \times R$)
Sources de données	RA	AGRESTE	
Description	Année Commune	Année Département (ou région)	Année Commune (calculé)
Projection	Région	Région	

Tableau 1 : Sources de données

¹ Le Recensement Agricole (RA) est effectué tous les 10 ans.

² Surface cultivée en pommes de terre qui est issue des données de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) au niveau départemental.

Selon les besoins, les données disponibles à un niveau géographique supérieure (par exemple le canton ou de département) sont désagrégées au niveau inférieur (par exemple respectivement la commune ou le canton) au prorata de la SAU.

Il existe un écart entre les données disponibles à un niveau géographique donné avec le niveau géographique inférieur, du fait du secret statistique. Une correction est apportée si nécessaire lorsque l'écart est significatif, par répartition au prorata de la SAU sur les territoires sans données.

4.1.1.2 *Assolements et surfaces agricoles*

Nous avons sélectionné 14 cultures ou groupes de cultures représentant plus de 87 % des terres arables hors prairies en Pays de la Loire :

- Le blé tendre d'hiver et de printemps
- Le blé dur d'hiver et de printemps
- Le triticale
- Le seigle
- L'orge et l'escourgeon
- L'avoine
- Le maïs grain
- Le maïs fourrage
- Le sorgho
- Le soja
- La betterave industrielle
- Le tournesol
- Le colza et la navette
- La pomme de terre

4.1.1.3 *Les rendements*

Les rendements sont fixés sur la base de la moyenne des 10 dernières années, au niveau départemental pour 5 des principales cultures, au niveau national pour les autres.

Cultures	Echelle territoriale	Années de référence	Source
Blé tendre	Département	Moyenne 2006-2015	SAA
Orge	Département	Moyenne 2006-2015	SAA
Betterave	Département	Moyenne 2006-2015	SAA
Pommes de terre	Département	Moyenne 2006-2015	SAA
Tournesol	Département	Moyenne 2006-2015	SAA
Maïs fourrage	France	2010	SAA
Avoine	France	Moyenne 2006-2015	SAA
Blé dur	France	Moyenne 2006-2015	SAA
Triticale	France	Moyenne 2006-2015	SAA
Maïs grain/semences	France	Moyenne 2006-2015	SAA
Colza (navettes)	France	Moyenne 2006-2015	SAA
Seigle	France	Moyenne 2006-2015	SAA
Sorgho	France	Moyenne 2006-2015	SAA
Soja	France	Moyenne 2006-2015	SAA

Tableau 2 : Modalité de calcul du rendement de référence par culture

4.1.2 Résidus de cultures

4.1.2.1 *Production de résidus de cultures*

Les « résidus de surface »³ correspondent à la partie aérienne de la culture hors la récolte *sensu stricto*, c'est-à-dire hors grain pour les céréales et les oléoprotéagineux, et hors feuillage récolté pour les plantes fourragères.

Les résidus de cultures sont ainsi constitués de la paille, du chaume (partie de la tige des céréales qui reste sur pied après la moisson) et des menues-paille.

Les résidus de culture regroupent l'ensemble des pailles de céréales et d'oléagineux, cannes de maïs et de tournesol, collets et fanes de betteraves, fanes de pommes de terre. Ces résidus sont générés au champ lors de la récolte. Certains sont laissés sur place et d'autres sont récoltés.

Résidus	Culture
Paille de céréale	Blé tendre
Paille de céréale	Blé dur
Paille de céréale	Triticale
Paille de céréale	Orge
Paille de céréale	Avoine
Paille de céréale	Seigle
Paille de céréale	Sorgho
Canes de maïs	Maïs grain
Pailles d'oléagineux	Colza et navette
Pailles de soja	Soja
Canes de tournesol	Tournesol
Fanes de betterave	Betterave
Fanes de pomme de terre	Pomme de terre

Tableau 3 : Liste des résidus de culture pris en compte

La production de résidus de cultures provient du CITEPA⁴, qui compile de nombreuses données et fait désormais référence en la matière.

Le CITEPA fournit un « indice de récolte » qui permet de calculer la production de résidus de surface pour chaque culture selon l'équation suivante :

$$Rdt_{RS}(i,t) = Rdt_P(i,t) \cdot \frac{1 - IR(i)}{IR(i)} \cdot \%MS(i)$$

avec :

$Rdt_{RS}(i,t)$: rendement de résidus de surface de la culture i dans le territoire t (en tMS/ha)

$Rdt_P(i,t)$: rendement de la production de la culture i dans le territoire t (en tMB/ha)

$IR(i)$: indice de récolte de la culture i (sans unité)

$\%MS(i)$ = taux de matière sèche du produit de la culture i (sans unité)

i = nature de la culture

³ C'est à dire qui ne prennent pas en compte les racines

⁴ Méthodologie d'estimation des quantités de matière sèche et d'azote contenues dans les résidus de culture en France. CITEPA, Janvier 2013.

Espèce cultivée	Source	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Nombre de références
Blé tendre hiver	ARVALIS Institut du végétal [10]	0,49	0,50	0,05	1292
Blé dur	ARVALIS Institut du végétal [10]	0,44	0,44	0,06	466
Orge de printemps	ARVALIS Institut du végétal [10]	0,53	0,54	0,04	281
Orge d'hiver	Azofert [11]	0,50			
Triticale	ARVALIS Institut du végétal [10]	0,44	0,44	0,04	189
Maïs grain	ARVALIS Institut du végétal [10]	0,49	0,49	0,06	549
Pois protéagineux	ARVALIS Institut du végétal [10]	0,58	0,58	0,07	52
Fèverole	ARVALIS Institut du végétal [10]	0,53	0,54	0,05	32
Betteraves	Azofert [11]	0,75			
Petite carotte	Azofert [11]	0,83			
Grosse carotte	Azofert [11]	0,88			
Colza	Azofert [11]	0,29			
Haricots	Azofert [11]	0,17			
Lin graine	Azofert [11]	0,41			
Mais fourrage	Azofert [11]	0,90			
Oignon	Azofert [11]	0,89			
Pomme de terre	Azofert [11]	0,80			
Seigle	Azofert [11]	0,50			
Avoine	IPCC GPG 2000 [3]	0,43			
Riz	IPCC GPG 2000 [3]	0,42			
Millet	IPCC GPG 2000 [3]	0,42			
Sorgho	IPCC GPG 2000 [3]	0,42			
Soja	IPCC GPG 2000 [3]	0,32			
Tournesol	UNIP[13]	0,33			

Tableau 4 : Indices de récolte (IR) retenus pour les inventaires nationaux d'émissions (Source : CITEPA)

Lorsque l'indice de récolte vaut 0,5, la masse de résidus de cultures est égale à la masse de fraction récolte (grain ou fourrage), le tout étant exprimé sur matière sèche⁵.

Ainsi, avec les éléments ci-dessus la quantité brute estimée de résidus de culture en Pays de la Loire est de 4,6Mt MS, les éléments ci-dessous précisent la part considérée comme une ressource méthanisable.

4.1.2.2 Menue-paille

La fraction de menue-paille contenue dans la paille récoltée est estimée à 32% de la paille récoltée en masse. Cette estimation est basée sur un rendement courant de récupération de la menue paille de 1 tMS/ha.

⁵ La teneur en MS est fixée pour chaque culture au niveau national.

4.1.2.3 Fraction récoltable des résidus de culture

La quantité de paille méthanisable est comptabilisée en tenant compte à la fois du besoin des cheptels et du taux d'exportation maximum de la paille permettant de conserver le potentiel agronomique de la parcelle. L'exportation représente ici le fait de sortir la paille du champ.

Sur la quantité totale de résidus de culture produite, une partie constitue les chaumes et ne peut techniquement pas être récoltée. On considère ainsi un taux de récolte de 70% de la production totale.

Puis à ce résultat on applique un coefficient de 30% : on considère en effet que seulement 30% de la partie récoltable (hors chaumes) est exportable hors de la parcelle sans retour au sol, pour des raisons de maintien au sol de la matière organique. On notera que ce coefficient est conservateur dans le cas où la matière organique revient in fine au champ en quasi-totalité via le digestat.

A ce total, on déduit les autres usages de la paille sur l'EPCI : en effet elle est souvent utilisée comme litière animale. Les besoins en paille pour les litières sont évalués à partir des cheptels (voir détails pour l'estimation des besoins en paille pour les litières dans la partie 4.2.3). On obtient le solde disponible par différence entre la production et les besoins. Le solde correspond à la part de la paille utilisable en méthanisation. Si le solde est négatif (ce qui correspond à une situation où les besoins pour la litière dépassent la part exportable), on considère que la disponibilité est nulle. Certains EPCI importent de la paille depuis les EPCI excédentaires.

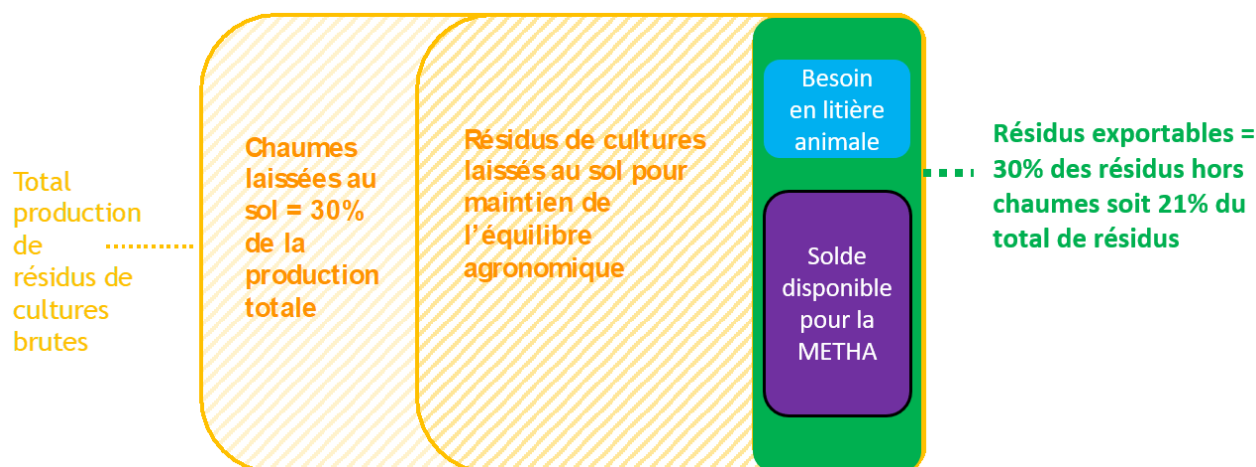


Figure 2 - Destination des résidus de culture

4.1.2.4 Issus de silos

Selon l'ONRB⁶, les issues de silos sont les coproduits de la production de grains. Le volume de production correspond à 1% de la collecte de grains de céréales, de maïs, d'oléagineux et de protéagineux.

Les coefficients retenus sont les suivants :

⁶ France AgriMer, 2015, Observatoire national des ressources en Biomasse

	produites en % des tMB de grains
Blé	0,4%
Orge	1,1%
Maïs	0,8%
Autres céréales	0,5%
Colza	1,7%
Tournesol	1,7%

Tableau 5 : Production d'issues de silos (source : FRCA) - ADEME 2013

4.1.3 Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique (CIVE)⁷

L'estimation des CIVE passe par 2 estimations :

1. L'identification des surfaces aptes à recevoir des CIVE d'été, d'hiver ou pas de CIVE suivant les successions culturales (Surfaces issues du Recensement Parcellaire Graphique (RPG 2022))
2. L'estimation d'un rendement moyen départemental tenant compte :
 - Des aléas (mauvaise année, mauvaise parcelle),
 - Du contexte climatique du département,
 - Du type de CIVE (été ou hiver)
 - Du seuil de récolte (rendement à partir duquel on estime qu'il est économiquement possible de récolter la CIVE)

Les cultures intermédiaires sont considérées ni irriguées, ni traitées, ni fertilisées

4.1.3.1 *Identification des surfaces aptes à recevoir des CIVE*

On distingue deux grandes catégories de CIVE selon leur période d'implantation (semis) :

- Les CIVE d'été semées dès que la récolte principale a été récoltée, au début de l'été au plus tard.
- Les CIVE d'hiver sont un précédent cultural d'une culture de printemps, c'est-à-dire qu'elles sont semées à l'automne et récoltées avant le semis de ladite culture.

A titre d'exemple, on peut citer comme espèces :

- Pour les CIVE d'été : maïs, sorgho, tournesol, avoine, moha, ray grass, mélanges (Avoine/pois, Avoine/vesce/pois, Moha/trèfle d'Alexandrie, Trèfle/moha)
- Pour les CIVE d'hiver : Ray-grass, Seigle forestier, Triticale, Mélange avoine / seigle, Colza, Féverole

4.1.3.2 *Surfaces concernées par les CIVE*

Dans la méthodologie d'estimation des surfaces de CIVE en 2020, nous considérons que :

- Les CIVE d'été ne peuvent être implantées qu'après la seule culture d'orge d'hiver (aussi appelé escourgeon).

⁷ Définition issue du Décret n° 2022-1120 du 4 août 2022 relatif aux cultures utilisées pour la production de biogaz et de biocarburants : Les cultures intermédiaires désignent les cultures cultivées sur le territoire de l'Union européenne qui ne sont pas des cultures principales et qui sont semées et récoltées sur une parcelle entre deux cultures principales récoltées sur une année civile ou deux années civiles consécutives.

- Les CIVE d'hiver ne peuvent être implantées qu'avant les cultures de printemps suivantes : Le tournesol, le sorgho, la betterave, la pomme de terre, le soja, le maïs

Néanmoins pour affiner cette estimation, il est utile d'exclure certaines rotations qui ne laissent pas la place pour une CIVE sans changement de rotation. Il s'agit notamment des rotations maïs sur maïs, et maïs sur tournesol.

Les CIVE d'été sont exclues de l'étude en Pays de la Loire en cohérence avec le Schéma Régional Biomasse Pays de la Loire qui indique que seules les cultures intermédiaires d'automne sont prises en compte, l'interculture étant suffisamment longue pour que la production de biomasse soit intéressante et n'engendre aucun recours à l'irrigation.

Les retours du SRB Pays de la Loire, issus des enquêtes sur les pratiques culturales, et donc de l'étude des rotations donne les surfaces aptes à recevoir des CIVE. Ainsi, concernant les surfaces maïs et tournesol, seules les surfaces suivantes ont été conservées :

- 50% des surfaces maïs grain sont aptes à recevoir des CIVE d'hiver
- 49% des surfaces maïs fourrage sont aptes à recevoir des CIVE d'hiver
- 81% des surfaces en tournesol sont aptes à recevoir des CIVE d'hiver

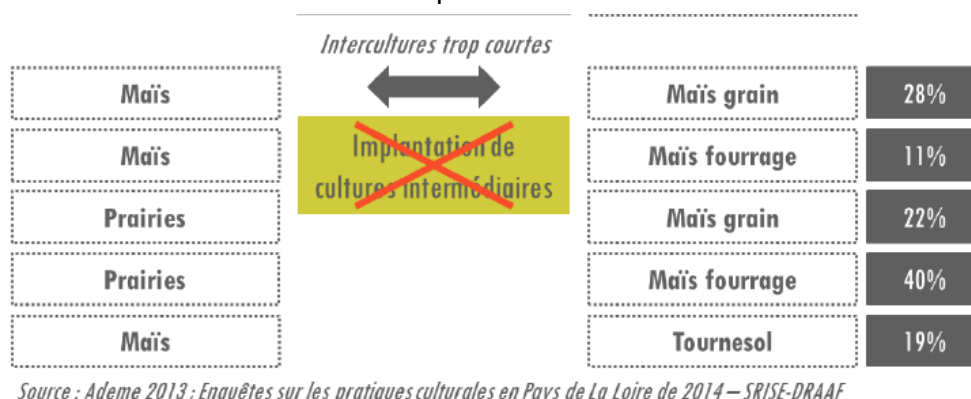


Figure 3 : Rotations à exclure, source : SRB Pays de la Loire

Les CIVE d'hiver considérées pour 2020 dans l'étude sont celles qui précèdent les cultures principales citées dans le tableau ci-dessous. Au total, la surface de CIVE représente 220 000 ha à l'échelle régionale (32 000 ha en Loire Atlantique, 45 000 ha en Maine-et-Loire, 45 000 ha en Mayenne, 38 000 ha en Sarthe et 58 000 ha en Vendée).

Culture principale	CIVE en 2020
Orge d'hiver	
Blé d'automne	
Autres céréales	
Tournesol	CIVE d'hiver
Sorgho	CIVE d'hiver
Maïs	CIVE d'hiver
Betterave	CIVE d'hiver
Pomme de terre	CIVE d'hiver
Soja	CIVE d'hiver

Tableau 6 : Type de CIVE par culture principale en 2020

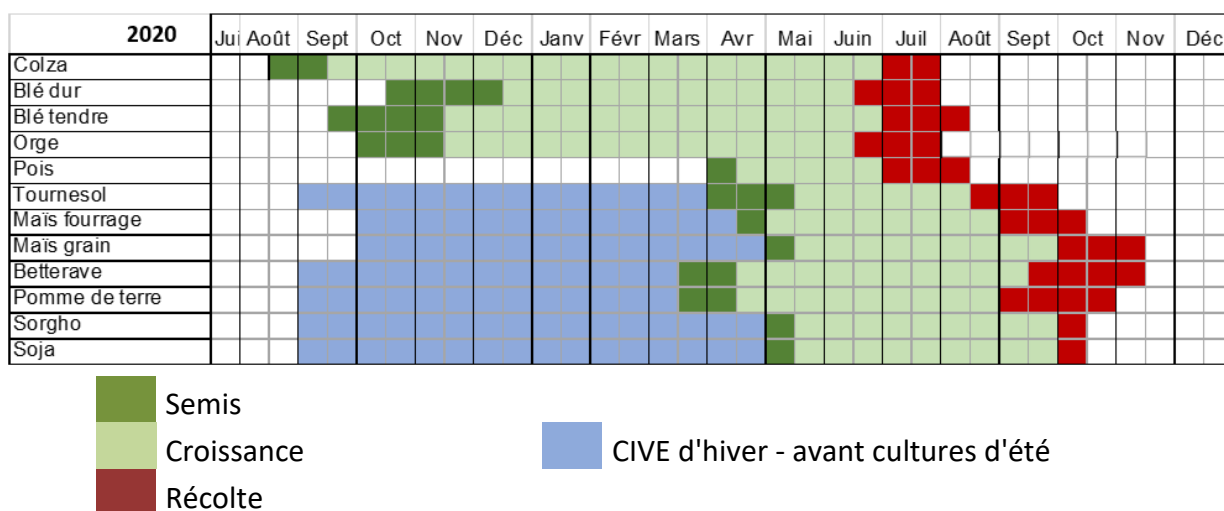


Figure 4 : 2020 – calendrier d'implantation des CIVE

4.1.3.3 Estimation du rendement moyen de récolte par département

Le potentiel de mise en place de CIVE dépend des facteurs pédoclimatiques locaux. Des suivis de mise en culture de CIVE permettent d'évaluer des potentiels de rendements dans certains territoires. Des informations complémentaires, à dire d'experts, ont été mobilisées. Pour chaque département, un niveau de potentiel a été appliqué : bon, moyen ou médiocre.

Les cartes du niveau de potentiel des CIVE d'hiver et des CIVE d'été sont présentées ci-après.

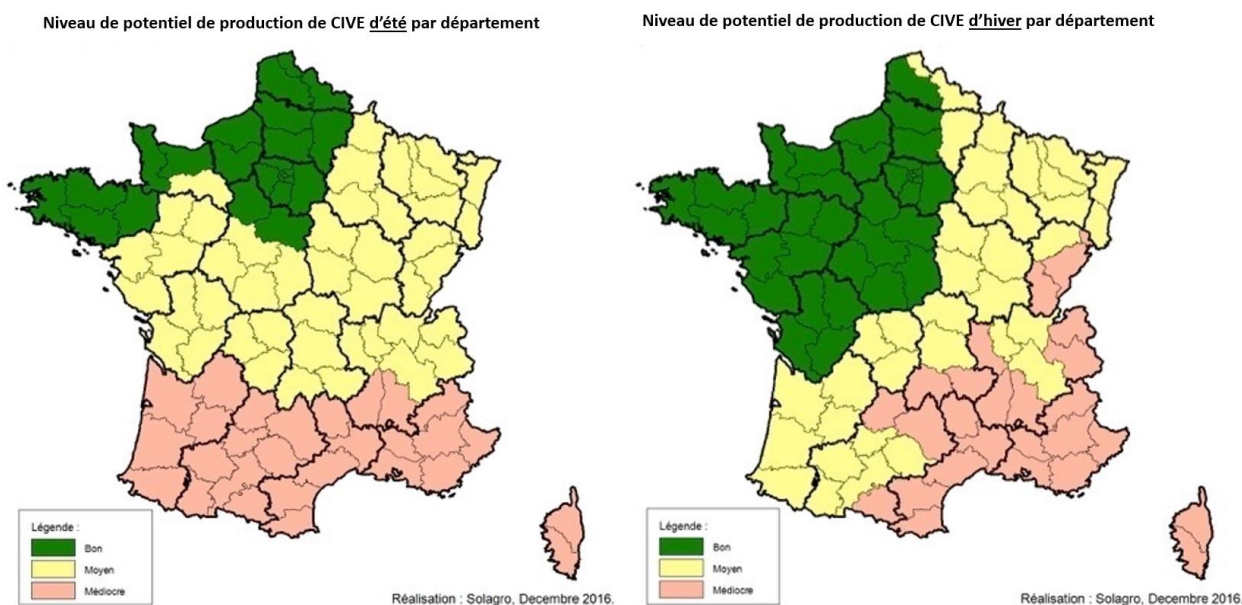


Figure 5 : Cartes du potentiel de CIVE par département

Les départements des Pays de la Loire ont les mêmes caractéristiques : un bon potentiel de CIVE d'hiver et un potentiel moyen de CIVE d'été. Les rendements de production varient en fonction des années, en ce sens des rendements moyens de production sont définis par décile. Pour les CIVE d'hiver, le rendement moyen du 1^{er} décile (c'est-à-dire le rendement maximum moyen) a été défini à 7tMS/ha en prenant en compte les retours de l'association AILE (via

programme RECITAL et retours terrain). Les cultures intermédiaires étant considérées ni irriguées, ni traitées, ni fertilisées.

2 020	CIVE d'été	CIVE d'hiver
Potentiel de CIVE	Moyen	Bon
1er décile	0,0	7,0
2ème décile	0,0	6,2
3ème décile	0,0	5,8
4ème décile	0,0	5,4
5ème décile	0,0	5,0
6ème décile	0,0	4,6
7ème décile	0,0	4,2
8ème décile	0,0	3,8
9ème décile	0,0	3,4
10ème décile	0,0	3,0
Seuil de récolte	5,0	tMS/ha
Rendement moyen de production (tMS/ha/an)	0,9	4,8
Rendement moyen de récolte (tMS/ha/an)	0,0	2,9

Tableau 7 : Rendement (tMS/ha/an) moyen de production et de récolte des CIVE en 2020 en Pays de la Loire

On fait l'hypothèse qu'une CIVE n'est récoltée que si elle atteint un seuil de rendement minimum (5tMS/ha) qui rend la récolte économiquement intéressante.

Ainsi, dans le tableau ci-dessus, on obtient pour les CIVE d'hiver :

- Le rendement moyen de production ; 4,8 tMS/ha (correspond à la moyenne des rendements sur les 10 déciles)
- Le rendement moyen de récolte des CIVE d'hiver en Pays de la Loire : 2,9 tMS/Ha (correspond à la moyenne des rendements > 5 tMS/ha sur les 10 déciles, les rendements inférieurs à 5 tMS/ha étant ramenés à 0, soit 1 sur 2 non récolté.) C'est cette valeur qui est utilisée pour le calcul de la ressource mobilisable

On constate par ailleurs que le rendement moyen de récolte des CIVE d'été est nul.

Concernant les CIVE d'hiver, les hypothèses adoptées pour 2020 sont basées sur les pratiques actuelles, où les CIVE doivent être détruites environ 2 mois avant le semis de la culture principale, pour les travaux de préparation.

4.1.4 Herbe

La ressource est estimée nulle en 2020 mais pourra devenir une ressource dans le futur bien que restant minoritaire dans la ressource mobilisable globale.

On observe aujourd'hui le développement de projets de méthanisation incluant de l'herbe dans la ration, avec deux familles de cas typiques :

- En exploitations bovines, la méthanisation est utilisée comme un moyen d'optimiser le potentiel de production des prairies de fauche, lorsque la production d'herbe dépasse les besoins du troupeau. Cette situation se rencontre plus particulièrement dans les situations de diminution du cheptel, où cette situation de production n'est pas conjoncturelle mais devient structurelle.
- En grandes cultures, les « jachères de légumineuses » sont parfois pratiquées afin de réduire la dépendance aux achats d'engrais azotés et d'améliorer l'autonomie de l'exploitation

agricole. La méthanisation est dans ce cas également utilisée comme un moyen de mieux valoriser ces productions.

4.2 Ressources animales

4.2.1 Introduction

Les déjections d'élevage, sous forme de fumier, lisier et fientes de volailles, sont aujourd'hui l'une des principales sources de production de biogaz.

Les productions agricoles animales utilisées en méthanisation sont les déjections d'élevage de toute nature (fumier, lisiers, fientes de volailles) produites en bâtiment.

Les productions se calculent à partir de l'estimation des effectifs d'animaux des principaux cheptels (bovins, ovins, porcs, volailles, etc.), et de la production de déjections par tête.

Le type de déjection est pris en compte, la méthodologie est détaillée dans la suite de la partie. Le temps de présence sous bâtiment est pris en compte, notamment avec le temps de pâture pour les ruminants (Source : Enquête bâtiments d'élevage issue de l'Etude Biomasse Normandie, 2002). Ainsi, ne sont mobilisées que les déjections dites maîtrisées, et non les déjections laissées au champ lors de la pâture.

De la paille (résidus de cultures) est utilisée pour la litière de certains animaux, la quantité est estimée et vient s'ajouter aux quantités de déjections.

On calcule les quantités excrétées par Systèmes de Gestion des Déjections d'élevage (SGDA) et par cheptel, puis on ajoute la paille, pour obtenir les quantités totales de déjections sous forme de fumier, de lisier et de fientes de volailles.

Au départ, l'ensemble des effluents d'élevage a été calculé par typologie d'animaux à partir du RA2010 par canton et en tonnes de MS (voir paragraphe suivant). A partir de là, les fumiers, lisiers et fientes sont sommés sans distinction des catégories d'animaux. Les totaux fumiers, lisiers, fientes par cantons ont été répartis à la commune au prorata du nombre de bovin pour finalement reconstituer les EPCI 2023. Pour chaque EPCI, des coefficients ont été calculés sur l'évolution du cheptel entre 2010 et 2020 (sur la base du RA 2020) et l'impact sur le total fumier, total lisier et total fientes. Finalement, ces coefficients d'évolution ont été appliqués aux totaux fumier, lisier, fientes estimées en 2010 pour obtenir une estimation 2020. Tout ce calcul est effectué en tMS. La conversion en tMB intervient à la fin car elle a peu d'impact sur le potentiel méthanogène.

4.2.2 Estimation 2020 avec prise en compte de l'évolution du cheptel depuis 2010

Le RA2020 a été utilisé pour appréhender le cheptel actuel. Le RA2020, publié par la DRAAF, est disponible à la maille EPCI avec les catégories suivantes :

total ensemble du cheptel
total bovins
vaches laitières
vaches allaitantes
total ovins
brebis mères laitières
brebis mères allaitantes
total caprins
chèvres
total équins
juments selle
juments lourdes
total porcins
truies mères
total volailles
poules pondeuses d'œufs de consommation
poulets de chair et coqs
lapines mères

Tableau 8 : Catégories d'animaux du RA2020

Les données publiques du RA2020 présentent moins de catégories d'animaux d'élevage et davantage de secret statistique que le RA2010.

La méthode utilisée pour estimer le cheptel 2020 est la suivante :

- Calcul d'un % d'évolution du cheptel par EPCI et catégories simplifiées entre le RA2010 et le RA2020
- Application de ce % d'évolution aux tonnages déjections animales de BACUS (calculée à partir du RA2010 suivant la méthode décrite ci-dessus)
- En cas de secret statistique, noté « S » : application du coefficient moyen d'évolution des EPCI sans « S »

La diminution totale des effluents d'élevage est de 6%.

Cette diminution entraîne une disponibilité de paille supplémentaire estimée à 117000 tMB.

Néanmoins cette paille n'a pas été comptabilisée dans la ressource « résidus de culture » car à la maille EPCI, certains territoires sont aujourd'hui importateurs de paille. La priorité pour la paille étant clairement le besoin des animaux, il a paru impossible de trouver une règle d'affectation à l'EPCI de ce gisement. Ce supplément théorique n'est donc pas pris en compte dans l'estimation de la ressource.

4.2.1 Type de Systèmes de Gestion des Déjections d'élevage (SGDA)

Le SGDA est fourni par AGRESTE au niveau cantonal. Il est exprimé en nombre de places (nombre de têtes à un instant t) pour chaque type de cheptel.

Vaches : fumier
Vaches : lisier
Vaches : mixte
Bovins engraissement : fumier
Bovins engraissement : lisier
Bovins engraissement : mixte
Bovins élevage : fumier

Bovins élevage : lisier
Bovins élevage : mixte
Veau de boucherie : fumier
Veau de boucherie : lisier
Veau de boucherie : mixte
Porcs engraissement : caillebotis
Porcs engraissement : litières paillées et sciures
Porcs post sevrage : caillebotis
Porcs post sevrage : litières paillées et sciures
Truies : caillebotis
Truies : litières paillées et sciures
Poules et poulettes : cages
Poules et poulettes : litières paillées

Tableau 9 : Type de SGDA en fonction du Cheptel (RA2010)

Pour simplifier, les différents SGDA sont regroupés en 3 catégories : fumier (incluant litières paillées et sciures), lisier (incluant caillebotis), fientes de volailles. Les places en système de déjection mixtes sont considérées comme étant 50 % fumier et 50 % lisier.

4.2.2 Quantités excrétées

Pour chaque type de déjection animale les quantités sont calculées selon l'équation suivante :

$$Q(i,t) = N(i,t) \cdot R_{DA}(i) \cdot (1 + K_{Paille}(i)) \cdot (1 - \%Patur(i,t))$$

Avec :

- i : Catégorie de cheptel
- d : Type de déjection animale (3 catégories : fumier, lisier, mixte)
- t : Territoire (canton) considéré
- $Q(i,d,t)$: Quantité de déjection d produite par les animaux i dans le territoire t (en tMS/an)
- $N(i,d,t)$: Nombre de places des animaux i en système de déjection d dans le territoire t
- $R_{DA}(i)$: Quantité annuelle de déjections produites par les animaux i (en tMS/place/an)
- $K_{PAILLE}(i,d)$: Ratio de paille dans la déjection d produite des animaux i du territoire t (sans unité)
- $\%Patur(i,t)$: Taux de pâturage des animaux i dans le territoire t (sans unité) ;

Le taux de paille dans le lisier est nul. Or, comme indiqué précédemment, les places en système de déjection mixtes sont considérées comme étant 50 % fumier et 50 % lisier. Ainsi, le coefficient de paille retenu pour les places mixtes est donc la moitié de celui du fumier (voir ci-dessous).

Pour les volailles, le coefficient de paille et le temps de pâturage sont considérés comme nul. Les valeurs utilisées sont mentionnées dans le tableau de la page suivante.

Code niv.3		Excrétion (en tMS/place/an)	Coefficient de paille dans le fumier (tonnes de paille pour 1 tonne de déjection)
C10110	Vaches_laitieres	1,95	0,6
C10120	Vaches_nourrices	1,61	1,1
C10211	Bovins_de_1_a_moins_de_2_ans_femelles_	0,87	0,8
C10212	Autres_bovins_de_2_ans_et_plus_femelles	1,09	0,8
C10213	Bovins_de_1_a_moins_de_2_ans_males	0,87	0,8
C10214	Autres_bovins_de_2_ans_et_plus_males	1,11	0,8
C10215	Autres_bovins_de_moins_de_1_an_males	0,60	0,8
C10216	Autres_bovins_de_moins_de_1_an_femelles	0,60	0,8
C10217	Veaux_de_boucherie	0,87	0,8
C10401	Juments_et_ponettes_poulinieres_selle_et_course	0,63	1,1
C10511	Brebis_meres_nourrices	0,30	1,1
C10521	Agnelles_pour_la_souche	0,15	1,1
C10522	Autres_ovins	0,10	1,1
C10610	Chevres	0,34	1,1
C10621	Chevrettes_pour_la_souche	0,15	1,1
C10622	Autres_caprins	0,15	1,1
C10710	Truies_meres	0,32	1,1
C10720	Autres_porcs	0,110	1,1
C10730	Porcelets	0,054	1,1
C10811	Poules_pondeuses_d_oeufs_de_consommation	0,007	1,1
C10820	Poulettes	0,002	1,1
C10911	Poulets_de_chair_et_coqs	0,004	1,1
C10912	Dindes_et_dindons	0,012	1,1
C10913	Oies	0,012	1,1
C10914	Canards_a_rotir	0,007	1,1
C10915	Canards_a_gaver	0,007	1,1
C10916	Pintades	0,007	1,1
C10917	Pigeons_cailles	0,003	1,1
C10931	Lapines_meres	0,036	1,1

Tableau 10 : Ratio de déjections et coefficient de paille dans les fumiers par catégorie d'animal (ADEME 2013)

4.2.3 Besoin de paille pour la litière

Les valeurs de besoin de paille sont mentionnées dans le tableau suivant.

Cheptel	Paille utilisée (tMS/an/place)
Vaches laitières	0,4
Vaches allaitantes	1,5
Porcins	0,04
Ovins	10

Tableau 11 : Besoins de pailles pour la litière par animal (ADEME 2013)

Pour évaluer la quantité de paille utilisée par les cheptels, nous avons utilisé l'équation ci-dessous :

$$Q_{Pail-Lit}(i,t) = N_{Fumier}(i,t) \cdot R_{Pail-Lit}(i) \cdot (1 - \%Patur(i,t))$$

Avec :

- $Q_{PAIL-LIT}(i,t)$: Quantité de paille pour litière des animaux i dans le territoire t (en tMS)
- $N_{FUMIER}(i,t)$: Nombre de place en fumier des animaux i dans le territoire t
- $R_{PAIL-LIT}(i)$: Ratio de besoin annuel en paille pour litière par animal i (en tMS/place/an)
- $\%Patur(i,t)$: Taux de pâturage des animaux i dans le territoire t (sans unité)
- i : Catégorie de cheptel
- t : Territoire (canton) considéré

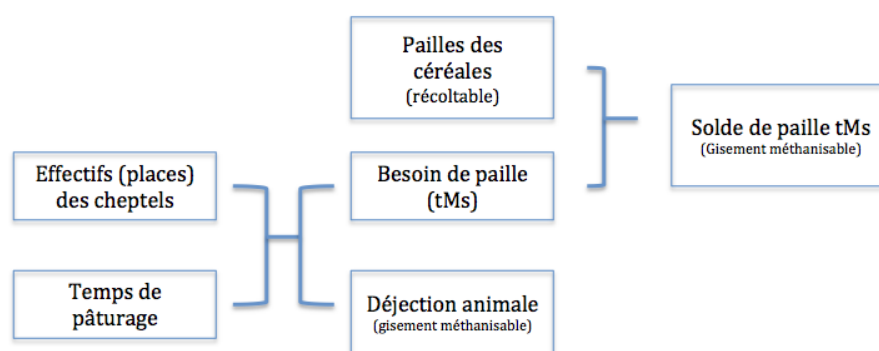


Figure 6 : Schéma de synthèse d'estimation du solde de paille mobilisable pour la méthanisation

4.2.4 Schéma de synthèse

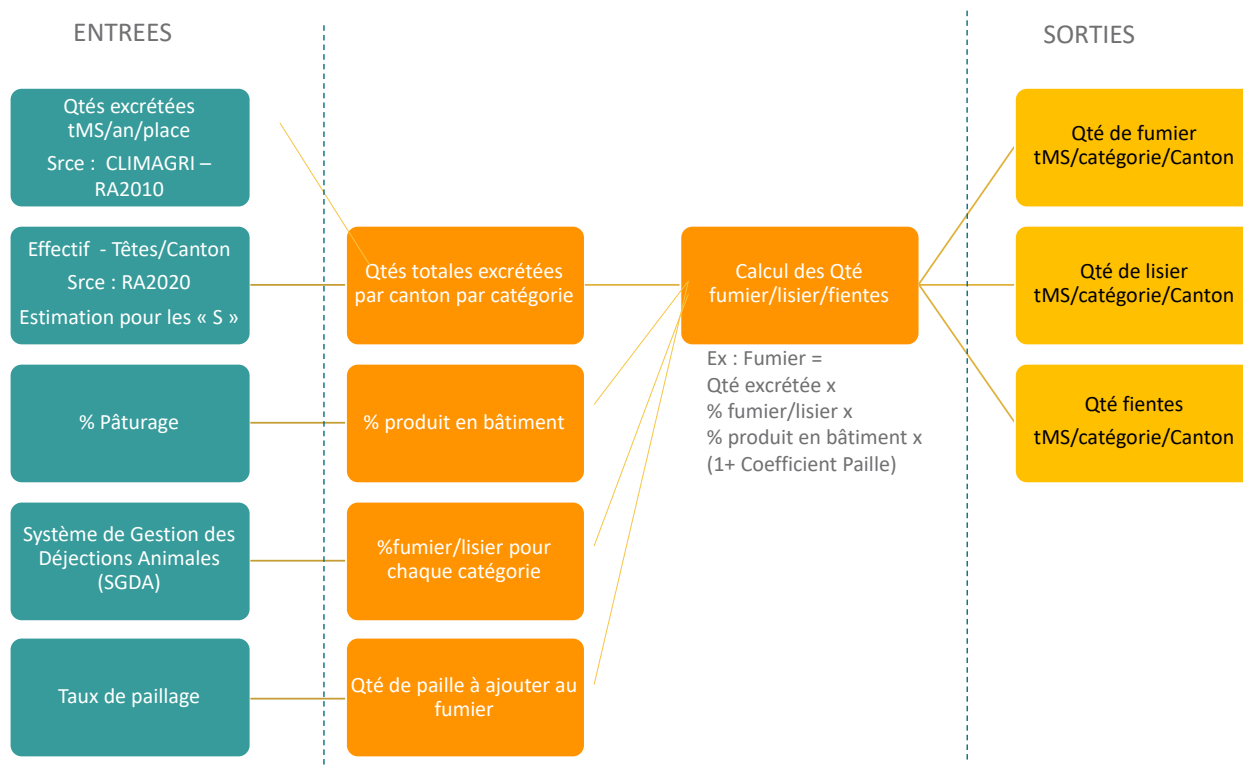


Figure 7 : Synthèse sur le calcul de la production des effluents

4.3 Déchets non agricoles

4.3.1 Les déchets organiques des déchets ménagers et assimilés (FFOM)

La fraction fermentescible des ordures ménagères résiduelles (FFOM) correspond à la part des déchets putrescibles qui peuvent faire l'objet d'une valorisation organique, et notamment de la méthanisation. Dans cette étude, la FFOM correspond aux déchets alimentaires non consommables et non consommés (restes de cuisine), les produits alimentaires sous emballages et les autres putrescibles, hors déchets de jardin.

La FFOM est obtenue en multipliant le ratio de collecte des OMR (en kg/hab. INSEE) et la part de FFOM présente dans les OMR en Pays de la Loire (%).

Les ratios de collecte des OMR par EPCI sont issus de l'enquête Collecte 2021 auprès des collectivités à compétence collecte des déchets, pilotée par l'ADEME au niveau national, réalisée par un bureau d'étude et suivie par TEO. A l'échelle régionale, ce ratio est de 167,7 kg/hab. INSEE en 2021.

L'étude de régionalisation des caractérisations des DMA menée par l'Observatoire TEO sur les données 2021 permet d'estimer que 31,8% des OMR ligériennes sont composées de FFOM.

En moyenne, le ratio régional de FFOM contenue dans les OMR est de 53 kg/hab. INSEE. (Moyenne calculée en prenant en compte la population de chaque EPCI)

A titre indicatif, l'ADEME à travers son étude MODECOM 2017, estime que 28,5% des OMR nationales sont composées de FFOM et AMORCE indique en 2016 que les centres urbains pratiquant la collecte sélective des biodéchets collectent 45kg/hab.

Avec l'obligation du tri à la source des biodéchets au 31/12/2023, les biodéchets issus des DMA seront amenés à être détournés des OMR pour rejoindre des filières de valorisation organique : compostage (de proximité ou centralisé) et/ou méthanisation. Les choix sont réalisés localement.

4.3.2 Restauration collective (dont huiles alimentaires usagées)

Cette partie concerne les biodéchets produits par la restauration collective qui comprend les restaurants et les cantines.

Deux modes d'estimation des biodéchets sont utilisés pour ce gisement : une approche par effectifs qui mangent (basée sur la donnée de fréquentation du lieu) et une approche par les salariés (basée sur la donnée des effectifs Sirene) avec un nombre de repas servis par salarié du restaurant.

Les Huiles Alimentaires Usagées sont distinguées car souvent ce n'est pas la même collecte et surtout le pouvoir méthanogène est différent.

4.3.2.1 *Restauration scolaire*

Dans le scolaire la majorité des cantines sont en gestion directe (auto gérée par l'établissement ou la collectivité)⁸.

L'estimation se base sur le nombre d'élèves inscrits dans l'établissement et d'un nombre de repas par élève et par an, calculé en appliquant un taux de demi-pensionnaires et d'internes selon la typologie.

⁸ <https://www.restaurationcollectivena.fr/restauration-collective/>

La source des données pour les écoles primaires, les collèges et lycées est le jeu de données ouvertes « [Annuaire de l'éducation](#) » produit par le Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse (data.education.gouv.fr). À titre de comparaison, le jeu de données est de 1% inférieur aux [chiffres publiés par le ministère en 2020](#)⁹ concernant les effectifs de collégiens, et de 2 % supérieur pour les élèves de lycées, on peut alors considérer cette donnée comme fiable.

Le nombre de repas préparés par élèves sont issus de :

- Primaire et élémentaire : basé sur les observations des données de Toulouse Métropole (0,7 repas par élève)
- Collège et Lycée : basé sur les taux de demi-pensionnaires et internes en Pays de la Loire ([INSEE Analyses Pays de la Loire N°99, 2021](#))

Les pertes sont basées sur les données du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire ([MAAPRAT Pertes et Gaspillages Alimentaires, 2011](#))¹⁰, elles sont plus faibles que dans l'étude ADEME (Solagro, 2013) et plus réalistes du fait des politiques de réduction du gaspillage mises en place dans les cantines.

Les effectifs étudiants des établissements du supérieurs proviennent du [jeu de données des ministères de l'Enseignement supérieur et de la recherche et de l'Éducation nationale](#)¹¹. Les données concernent la rentrée 2020-2021.

Afin de réduire le risque de double comptage, le gisement des établissements du supérieur n'est pas compté dans le total du gisement communal, car les cantines et les CROUS sont souvent enregistrées dans la base Sirene (par ex. les CROUS).

Voir partie « Autres restaurations ».

À ce jour, les crèches ne sont pas comptabilisées dans BACUS, faute de données disponibles permettant d'estimer leurs effectifs et les repas servis.

4.3.2.2 Établissements de santé

Comme pour les établissements scolaire, l'estimation des établissements de santé (maisons de retraite comprises) se base sur la fréquentation croisée à un nombre de repas par visiteur.

Les repas des effectifs employés des établissements de santé (directions, agents et personnel soignant) ne sont pas comptés par manque de données sur la part concernée par la restauration collective.

On a pu observer que [les gros établissements ont recours à une cantine en autogestion](#)¹², ainsi le risque de double comptage avec les données SIRENE est limité. On a pris l'hypothèse que

⁹ <https://www.education.gouv.fr/les-chiffres-cles-du-systeme-educatif-6515>

¹⁰ https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/2011Pertes-gaspillages_RAPPORT_FINAL_cle4196a1.pdf

¹¹ data.enseignementsup-recherche.gouv.fr – Effectifs d'étudiants inscrits dans les établissements et les formations de l'enseignement supérieur

¹² <https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr> – L'alimentation en milieu médico-social

l'ensemble des établissements de santé fonctionnent de cette manière par manque de données disponibles pour filtrer ceux ayant délégué la restauration à un prestataire.

Maisons de retraite

[La données de fréquentation](#) ¹³ est issue de données de la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie.

Le nombre de repas par personne est déterminé selon le type d'établissement :

- pour un EHPAD et autre établissement à séjour permanent on considère 2 repas 7 jours sur 7
- pour les autres on considère que 25 % des repas sont pris sur place (3,5 repas par semaine). Cette donnée serait à affiner.

Établissements de santé

Les données proviennent de l'enquête SAE 2021 [Statistique annuelle des établissements de santé \(SAE\)](#).¹⁴

Pour estimer le nombre de repas on compte deux repas servis par jour d'hospitalisation, cette donnée étant le résultat de la somme des jours d'hospitalisation complète et le nombre de séjours d'hospitalisation partielle.

4.3.2.3 Restauration commerciale dont huiles usagées alimentaires

Dans cette catégorie tombe la restauration commerciale traditionnelle, la restauration rapide, les hôtels, les cafétérias, les services de traiteurs et la restauration collective sous contrat (principalement les entreprises, les CROUS).

Les établissements sont recensés dans la base de données SIRENE (sirene.fr) et le nombre de repas servis est estimé sur la base du nombre de salariés de l'établissement croisé au nombre moyen de repas servis par salarié dans chaque typologie de restaurant. Ces deux données proviennent d'une étude publiée par l'ADEME en 2000.

Cette étude distingue les restes de repas et les huiles usagées (HAU).

Les ratios sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

NAF	intitulé		restes repas	huiles alimentaires
		repas	g/repas	g/repas
55.10Z	hôtels et hébergements similaires	2 470	330	30
55.20Z	Hébergement touristique et autre hébergement de courte durée	2 470	330	30
56.10A	Restauration traditionnelle	4 600	140	30
56.10B	Cafétérias et autres libres-services	4 600	140	30
56.10C	Restauration de type rapide	4 850	175	80
56.21Z	Services des traiteurs	1 235	330	30
56.29B	Autres services de restauration n.c.a.	5 780	134	8
56.29A	Restauration collective sous contrat	37 500	70	8

¹³ <https://www.data.gouv.fr/> - Etablissements EHPAD,ESLD, résidences autonomie, accueils de jour

¹⁴ <https://data.drees.solidarites-sante.gouv.fr> – Bases statistiques SAE

Tableau 12 : Synthèse des ratios de restes de repas et d'huile alimentaire usagée

4.3.2.4 Centres pénitentiaires

Les prisons et les repas qui y sont servis ne sont pas évalués dans BACUS, il existe peu d'établissements en France et une répartition par commune serait peu pertinente. Il y a en France 62673 personnes détenues en 2021 ([INSEE – Administration pénitentiaire, 2022](#)). Si on considère 2 repas par jour avec 150 g de pertes par repas cela revient à un gisement de biodéchets d'approximativement 2060 tonnes de MS par an au niveau national.

4.3.3 Grandes et Moyennes Surfaces (GMS)

Sont étudiés différentes catégories de commerces alimentaires, distinguées par leur surface de vente déclarée. Cette donnée provient de la Base permanente des équipements (BPE) 2021 ([INSEE – Dénombrements des équipements en 2021 \(commerce, services, santé...\), 2022](#)).

Catégories de GMS et surfaces de vente :

- Épiceries : < 120 m²
- Supérettes : entre 120 et 400 m²
- Supermarchés : 400 et 2500 m²
- Hypermarchés : > 2500 m²

Les déchets des grandes et moyennes surfaces ont été calculés en utilisant un ratio moyen de production de biodéchets de 30kg/m² pour les Supermarchés et de 50kg/m² pour les Hypermarchés (ratio historique ADEME 2013, étude SDEY). Pour les épiceries et supérettes, le ratio retenu est respectivement de 10 et 20 kg/m², faute de données disponibles.

Les surfaces moyennes de ces établissements sont fournies par l'étude « Les points de vente du commerce de détail en 2009 » ([INSEE Résultats N°60, 2012](#)).

4.3.4 Déchets Verts non ligneux (DV)

L'enquête Collecte 2021 auprès des collectivités à compétence collecte des déchets, pilotée par l'ADEME au niveau national, réalisée par un bureau d'étude et suivie par TEO permet de suivre les flux de déchets entrants dans les déchèteries publiques de la région, dont les déchets verts ménagers et assimilés. Les données des enquêtes 2017, 2019 et 2021 sont valorisées par TEO sur son site internet : <https://teo-paysdelaloire.fr/tableau-de-bord/dechets-menagers-et-assimiles-dma/>. TEO réalisera la prochaine enquête collecte en 2024 sur les données 2023 en interne.

En 2021, le ratio régional de collecte des déchets verts en déchèterie publique est de 108,5 kg/hab. INSEE.

Les ratios de collecte par EPCI ont été utilisés en conservant une part de 50% de fermentescibles.

Dans cette étude, les déchets verts des professionnels amenés notamment en déchèteries professionnelles ne sont pas comptabilisés car il n'existe pas de données sur la quantité et les usages de ces ressources. En 2023, TEO enquête les déchèteries professionnelles, ce qui pourra donner des ordres de grandeurs de quantités, à minima à l'échelle de la région.

4.3.5 Assainissement - Déchets de station d'épuration (STEP)

Les installations d'assainissement sont les stations de traitement des eaux usées (STEU), dites aussi stations d'épuration, collectives (STEP). La dernière version de la base de données de l'assainissement a été téléchargée sur le site du ministère¹⁵ et les quantités de boues et graisses recensées ont été considérées. Les stations d'épuration urbaines méthanisant déjà ces boues

¹⁵ <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/service.php>

n'ont pas été distinguées par soucis d'homogénéité avec les autres ressources (donnée disponible par ailleurs). Trois résultats sont proposés :

- Une donnée ne conservant que les STEP > 10 000 équivalent habitant (EQH) – correspondant à un cas de figure très ambitieux où les petites STEP déshydratent leurs boues et les font méthaniser dans des méthaniseurs collectifs construits sur les STEP les plus importantes. Les chances de réalisation de ce cas de figure dépendent beaucoup du contexte local.
- Une donnée ne conservant que les STEP > 30 000 EQH – correspondant au seuil minimal de viabilité économique avec des tarifs d'achat incitatifs.
- Une donnée ne conservant que les STEP > 50 000 EQH – correspondant au seuil minimal de viabilité économique dans les conditions actuelles

4.3.6 Fauches de bord de route

Les fauches de bords de route sont estimées via un ratio de 4 t MB d'herbe par km. Ce ratio est une moyenne des retours d'expériences compilés dans l'étude ENSAIA/NOREMAT/CG54, publiée en 2012 et consolidé par d'autres retours terrain.

Les retours de la Mayenne, département le plus avancé sur le sujet en France, ont été pris en compte.

Les voiries considérées sont donc les suivantes :

- 10% des routes départementales
- 50% des routes communales

Il convient de préciser que ces ressources sont méthanisables si la méthanisation se trouve à moins de 20km de la zone de fauche.

Comme pour toutes les ressources, chaque EPCI se trouve libre d'affiner ces valeurs en fonction des principes de fauchage appliqués localement et de la localisation des méthaniseurs du territoire.

Pour avoir des compléments d'informations sur le sujet, voir [l'étude CARMEN](#) (Caractérisation des HAP et des métaux dans les herbages fauchés en bord de routes pour la Méthanisation) de l'ADEME.

Sur cette ressource, le SRB Pays de la Loire précise p82 : « Cette ressource, aujourd'hui principalement laissée sur place après fauchage et broyage, pourrait être collectée pour une valorisation. Ces valorisations peuvent être de différentes natures en fonction du substrat » ainsi que « Les essais ont notamment mis en évidence la nécessité de trier la ressource pour qu'elle soit exempte de tous déchets ou indésirables pour permettre sa valorisation ».

4.3.7 Industries Agro-Alimentaires (IAA)

L'estimation des déchets d'Industries Agro-Alimentaires concerne les entreprises des codes APE 10 et 11.

Secteur	Classe	Intitulé
10-		Industries alimentaires
	10.1	Industries des viandes
	10.2	Industries du poisson
	10.3	Industrie des fruits et légumes
	10.4	Industrie des corps gras
	10.5	Industrie laitière
	10.6	Travail des grains, fabrication de produits amylacés
	10.7	Boulangerie-pâtisserie, pâtes
	10.8	Autres industries alimentaires
	10.9	Fabrication d'aliments pour animaux
11-		Fabrication de boisson

Tableau 13 - Classe des entreprises agro-alimentaires

L'évaluation des quantités de sous-produits des industries agro-alimentaires (IAA) mobilisables pour la méthanisation a fait l'objet d'une étude en 2017 par GrDF et Solagro, intitulée « Etude du potentiel de biométhane à partir des effluents des Industries Agro-Alimentaires ».

La synthèse d'études pré-existantes (AGRESTE, RESEDA, ADEME, CRITT Poitou, CRITT PACA) ainsi que plusieurs dizaines d'enquêtes ont abouti à la production d'un ratio de production de déchets en tMS/salarié par sous-classe APE.

Il faut être extrêmement prudent dans l'utilisation des données issues de cette étude. Lors des enquêtes réalisées auprès des industriels, la notion même de déchet était sujette à interprétation selon les interlocuteurs : « Généralement, les déchets sont les matières, destinées à l'abandon, qui restent après la valorisation de la production principale, mais peuvent également constituer des coproduits ou sous-produits. Il s'agit donc très souvent de productions de seconde ou de troisième « main », car les IAA cherchent à optimiser l'essentiel des matières et à tirer parti de tout ce qui peut être valorisable d'une façon ou d'une autre, et sont constamment à la recherche de débouchés et de nouvelles filières. On peut également estimer que les « sous-produits » et « coproduits » désignent des matières qui trouvent marché. Les déchets désignent des matières qui n'en trouvent pas.

Il s'agit de la difficulté principale dans ces exercices d'évaluation des gisements de déchets organiques : les entreprises qui remplissent les questionnaires n'ont pas toutes la même façon d'appréhender la notion de déchets et de sous-produits, et le fait qu'ils inscrivent un volume de sous-produits ne renseigne en rien sur leur intention et leur intérêt à envoyer ce sous-produit dans une unité de méthanisation.

Par exemple les amidonneries se considèrent comme des industries à zéro déchet, car tout est valorisé. Les seuls déchets produits sont les matières organiques présentes dans les effluents de process, et quelques matières solides représentant une très faible fraction des matières brutes entrantes.

En revanche, les drèches sont parfois utilisées en méthanisation plutôt qu'en alimentation animale, selon le contexte, notamment quand les marchés des aliments pour le bétail sont peu dynamiques, rendant la filière énergétique comparativement plus intéressante.

De même, un fabricant de maïs doux assure n'avoir que 1 000 t de déchets pour un projet de méthanisation qui le sollicite, tandis qu'en réalité il en produit 70 000 t, écoulées chez des fabricants d'aliments pour animaux actuellement, et qu'il réfléchit à un projet de méthanisation en propre.

Ainsi, l'ensemble des études traitent davantage des sous-produits et co-produits que des déchets proprement dits et qui s'avèrent quasi-inexistants. »

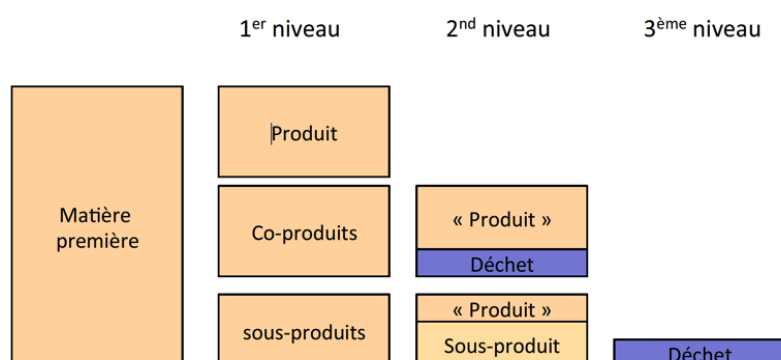


Figure 8 : Les déchets sont les résidus de process de transformation à différents niveaux

Nos ratios recensent donc les déchets et les sous-produits à faible valeur ajoutée.

Les conditions de mobilisation pour la méthanisation sont très difficiles à estimer : elles dépendent très fortement du contexte local, des filières déjà en place et de la stratégie de l'entreprise. Dans cette étude, la ressource mobilisable pour la méthanisation souhaite être estimée en excluant les sous-produit ou co-produit qui trouvent marché pour être utilisés en valorisation matière.

Les effluents, faiblement chargés et gérés soit sur des stations d'épuration privées soit sur les stations d'épuration communales n'ont pas été considérés dans cette étude. En effet, ces données sont difficiles à obtenir, avec un faible pouvoir méthanogène et ont déjà une solution de traitement sur site, ou bien elles sont déjà comptabilisées dans la partie ressources de l'assainissement. Si la solution de méthanisation est avantageuse, l'industriel a en général déjà doté sa station d'épuration privée d'un méthaniseur.

Les ratios utilisés in fine sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

Description activité	APE	Ratio choisi tMS
Production de viandes de boucherie	1011Z	5,6
Production de viandes de volailles	1012Z	4,7
Préparation industrielle de produits à base de viandes	1013A	1,6
Charcuterie	1013B	1,5
Industrie du poisson	1020Z	1,4
Transformation et conservation de pommes de terre	1031Z	5,6
Préparation de jus de fruits et légumes	1032Z	9,9
Transformation et conservation de légumes	1039A	4,3
Transformation et conservation de fruits	1039B	4,8
Fabrication d'huiles et graisses brutes	1041A	9,6
Fabrication d'huiles et graisses raffinées	1041B	8,9
Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires	1042Z	8,9
Fabrication de lait liquide et de produits frais	1051A	1,4
Fabrication de beurre	1051B	3,2
Fabrication de fromages	1051C	6,0
Fabrication d'autres produits laitiers	1051D	3,5
Fabrication de glaces et sorbets	1052Z	3,2
Meunerie	1061A	6,1
Autres activités du travail des grains	1061B	6,1
Fabrication de produits amylacés	1062Z	5,6
Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche	1071A	0,6
Cuisson de produits de boulangerie	1071B	0,8
Boulangerie et boulangerie-pâtisserie	1071C	2,3
Pâtisserie	1071D	0,6
Biscotterie, biscuiterie, pâtisserie de conservation	1072Z	4,8
Fabrication de pâtes alimentaires	1073Z	0,3
Fabrication de sucre	1081Z	0,4
Chocolaterie, confiserie	1082Z	5,2
Transformation du thé et du café	1083Z	1,7
Fabrication de condiments et assaisonnements	1084Z	0,4
Fabrication de plats préparés	1085Z	3,4
Fabrication d'aliments adaptés à l'enfant et diététiques	1086Z	1,7
Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.	1089Z	1,1
Fabrication d'aliments pour animaux de ferme	1091Z	0,8
Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie	1092Z	2,3
Fabrication de spiritueux	1101Z	5,3
Champagnisation	1102A	0,2
Vinification	1102B	15,6
Fabrication de cidre et de vins de fruit	1103Z	22,0
Production d'autres boissons fermentées non distillées	1104Z	4,7
Brasserie	1105Z	11,6
Malterie	1106Z	26,2
Industrie des eaux de table	1107A	0,0
Production de boissons rafraîchissantes	1107B	1,2

Tableau 14 : Ratios de production de déchets des IAA en tMS/salariés suivant le code APE

Ces ratios sont ensuite appliqués à l'ensemble des effectifs salariés recensés dans la base de données SIRENE (<https://www.sirene.fr/sirene/public/accueil>).

Seules les entreprises de plus de 10 salariés ont été recensées.

4.4 Potentiels méthanogènes

Pour calculer la quantité du méthane produit, nous avons utilisé un potentiel méthanogène par type de matière, dont les valeurs sont données dans le tableau ci-dessous.

Le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) du méthane est de 11,04 kWh/m³(n)CH₄.

Lors des calculs intermédiaires les valeurs suivantes ont été utilisées :

Gisement	Tonnes brutes
	%MS/MB
Paille de céréales	88%
Canne de maïs	33%
Paille de colza	88%
Canne de tournesol	33%
Fanes-betterave	16%
Fanes-pomme-de-terre	25%
CIVE	25%
Fumier-Vaches-laitières	15%
Fumier-Vaches-allaitantes	25%
Fumier-Autres-bovins	20%
Fumier-Ovins	33%
Fumier-Caprins	45%
Fumier-Porcins	30%
Fumier-Lapins	36%
Fumier-Volailles	58%
Fumier-Equins	47%
Lisier-Vaches-laitières	10%
Lisier-Vaches-allaitantes	10%
Lisier-Autres-bovins	10%
Lisier-Ovins	NA
Lisier-Caprins	NA
Lisier-Porcins	4%
Lisier-Lapins	18%
Lisier-Volailles	9%
Lisier-Equins	NA
Déchets des IAA	NA
Attention : Hétérogène	
FFOM	45%
Déchets verts	36%
Déchets des GMS	17%
Boues de STEP	5%

Tableau 15 : Pouvoir méthanogène (Source : Solagro – Etude ADEME 2013)

Finalement les caractéristiques des données livrées dans le cadre de cette étude à TEO et par grandes catégories sont les suivantes :

Ressource	Potentiel Méthanogène ou Biochemical Methane Potential (BMP) en m ³ CH ₄ /tMB	%MS/MB
Industries agro-alimentaires	106	35%
Restauration collective	92	30%
Huiles Alimentaires Usagées	480	95%
Grandes et Moyennes Surfaces (GMS)	52	17%
Fraction Fermentiscible des Ordures Ménagères (FFOM)	95	45%
Déchets verts	71	36%
Fauches de bord de route	66	25%
Boues de Stations d’Epuración (STEP)	10	5%
Fumiers*	35	20%
Lisiers*	14	7%
Fientes*	22	9%
Résidus de culture	193	88%
Dont menue-paille	193	88%
Issus de silos	254	88%
Cultures Intermédiaire à Vocation Energétique (CIVE) Hiver	55	22%

*Ces % de MS ont été calculés à partir des %MS de chaque catégorie d’animaux en Pays de la Loire.