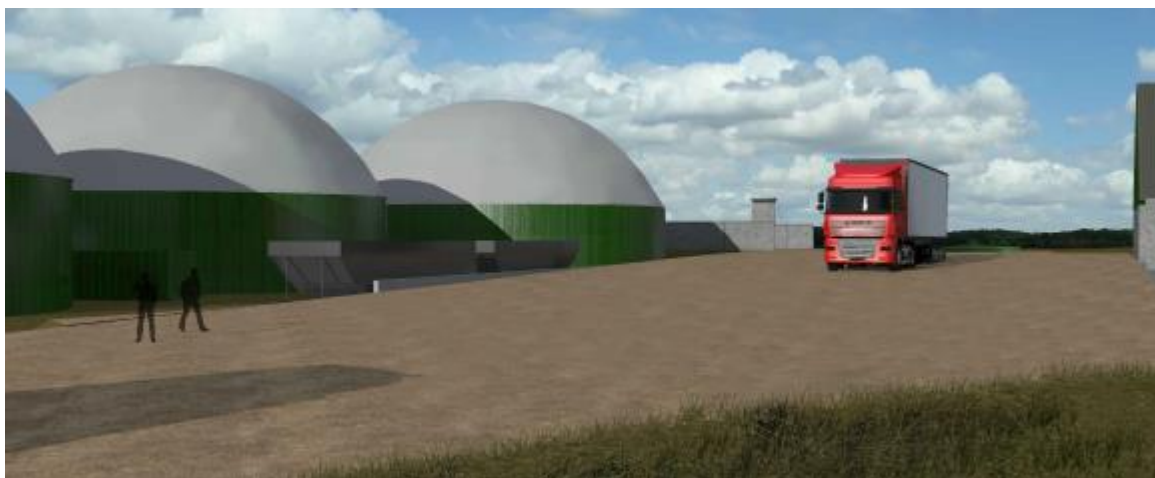


# LES 3 DÔMES



## DEMANDE D'ENREGISTREMENT AU TITRE DES ICPE

(Code de l'environnement - Rubrique 2781)

COMMUNE : GIEN – 45 500

### Contacts et infos :

#### Vos contacts chez **LES 3 Dômes**:

<b>Responsable du projet</b>	Marie David N° Tel : 06 34 42 23 13 Email : <a href="mailto:marie.david@ter-green.com">marie.david@ter-green.com</a>
------------------------------	--

#### Vos contacts chez **TER'GREEN** :

<b>Responsable du projet</b>	Marie David N° Tel : 06 34 42 23 13 Email : <a href="mailto:marie.david@ter-green.com">marie.david@ter-green.com</a>
------------------------------	--

#### Vos contacts chez **NASKEO ENVIRONNEMENT** :

<b>Ingénieure d'études réglementaires</b>	Florence MARTIN-SISTERON N° Tel : 07 85 12 60 43 Email : <a href="mailto:florence.martin-sisteron@naskeo.com">florence.martin-sisteron@naskeo.com</a>
---	---

**Table des matières**

A.	Préambule .....	3
A.1	Historique du projet.....	3
A.2	Information du public .....	4
B.	Nature et volume des activités.....	5
B.1	Registre des entrées et sorties (Art. 29 de l'Am du 12 Août 2010).....	5
B.2	Matières entrantes .....	5
B.3	Diagramme des entrées et sorties de l'installation .....	9
B.4	Réception et stockage des matières entrantes .....	10
B.5	Bilan de synthèse .....	11
C.	Description de l'unité de méthanisation voie liquide future.....	12
C.1	Le process de méthanisation.....	12
C.2	Circuit matière .....	13
C.3	Caractéristiques dimensionnelles de l'installation .....	14
C.4	Digestion des intrants .....	15
C.4.1.	Local technique .....	15
C.4.2.	Alimentation des digesteurs.....	15
C.4.3.	Digester infiniment mélangé.....	16
C.4.4.	Chauffage des ouvrages.....	16
C.4.5.	Agitation des ouvrages .....	18
C.5	Gestion des produits digérés (Art. 34 de l'AM du 12 Août 2010).....	18
C.6	Biogaz (Art. 32 et 33 de l'AM du 12 Août 2010).....	21
C.6.1.	Production (Art. 48 de l'AM du 12 Août 2010).....	21
C.6.2.	Stockage (Art. 14 de l'AM du 12 Août 2010).....	21
C.6.3.	Pré traitement du biogaz.....	21
C.6.4.	Valorisation par injection .....	23
C.6.5.	Exigences de qualité du biométhane .....	24
C.6.6.	Impossibilité d'injection .....	25
C.7	Liquéfaction du CO <sub>2</sub> .....	26
C.7.1.	Application du CO <sub>2</sub> .....	26
C.7.2.	Procédé technique .....	27
D.	Consommation d'eau.....	29
E.	Fonctionnement en mode dégradé .....	29
F.	Mesures d'évitement ou de réduction des effets probables.....	30

	<b>Version</b>	<b>Validation</b>
Version 1	<b>Ref</b> : OUZO-ICPE-230310-C-FMS	<b>Trigramme &amp; date</b> : MDA – 10/03/2023
Version 2	<b>Ref</b> : OUZO-ICPE-230720-E-AHO	<b>Trigramme &amp; date</b> : MDA – 28/07/2023
Version 3	<b>Ref</b> : OUZO-ICPE-230925-F-FMS	<b>Trigramme &amp; date</b> :
Version 4	<b>Ref</b> : OUZO-ICPE-231128-G-AHO	<b>Trigramme &amp; date</b> : FMS – 30/11/2023

## A. Préambule

### A.1 Historique du projet

Le projet de méthanisation est d'ores et déjà titulaire des autorisations administratives permettant la construction et l'exploitation de l'unité.

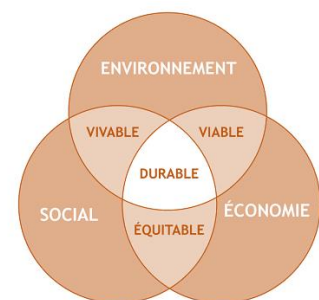
Enregistrement ICPE	8/01/2021
Permis de construire	N° 045 155 20 00013

Des modifications ont été apportées afin d'optimiser les coûts de construction liés non seulement à l'inflation mais également par rapport à son souhait de réceptionner des biodéchets afin de sécuriser sa rentabilité.

La réception de biodéchet offrira une solution de valorisation des biodéchets triés à la source dont les collectivités ont l'obligation de mettre en place d'ici 2024.

Cette unité aura pour but de :

- produire du biogaz en injection à partir de déchets organiques.
- appliquer les principes de l'économie circulaire et du développement durable
- bonifier les sols des exploitations agricoles en pratiquant la couverture des sols et en remplaçant les engrais industriels de synthèse par le digestat issu du méthaniseur



Ce projet s'inscrit donc dans une démarche de développement durable.

Pour cela, la société **LES 3 DÔMES** va mettre en œuvre une installation composée des principaux éléments suivants :

- Une unité de méthanisation en voie liquide;
- Des équipements annexes : réception et stockage des matières entrantes avant intégration dans le méthaniseur, stockage du digestat avant épandage ;
- Une unité de valorisation du biogaz par injection dans le réseau de distribution gaz dans le réseau ;
- Une unité de production de CO2 liquide.

L'unité de méthanisation **LES 3 DÔMES** permettra de valoriser **28 500t/an dans le gisement prévisionnel** de matières brutes par an (seuil maximum du régime enregistrement 100t/j), selon le

process dit « **infiniment mélangé** ». Ce projet s'inscrit dans une démarche de diminution de l'impact des activités agricoles sur l'environnement.

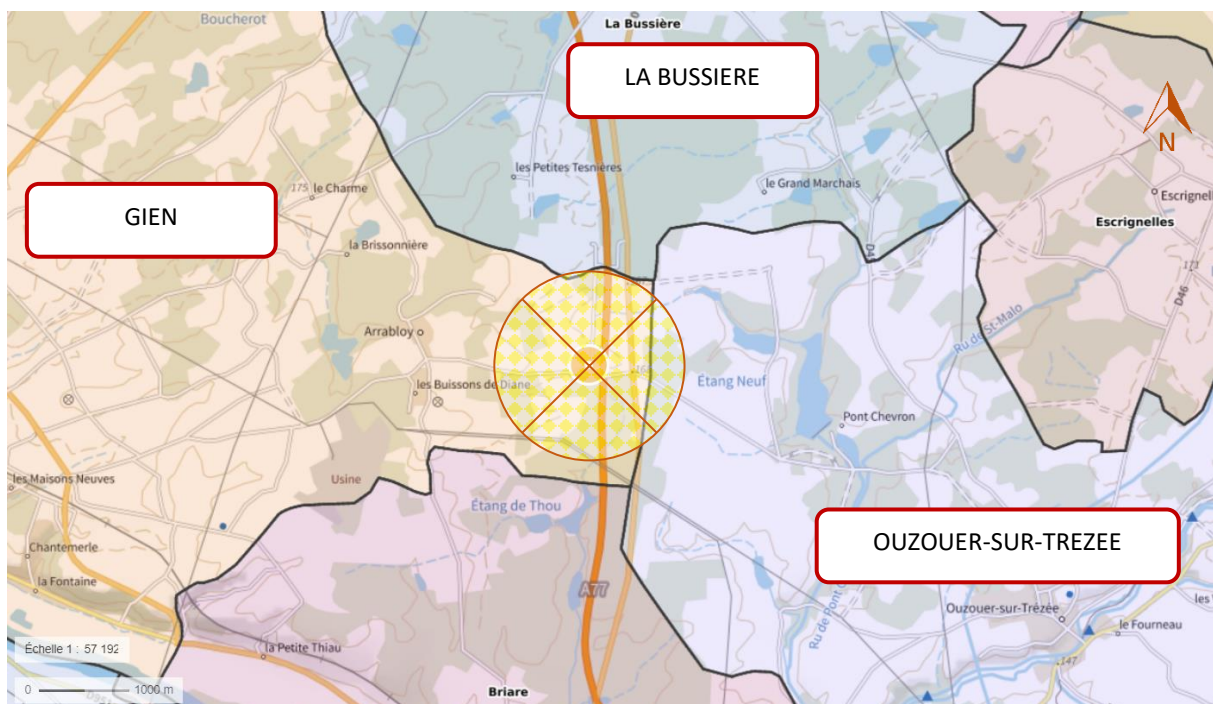
En plus de l'énergie produite, l'unité restitue également un digestat brut riche en éléments fertilisants. Ce digestat subit une séparation de phase pour donner un digestat solide (**26% MS**) gérés conformément au **Plan d'épandage** et un digestat liquide (**8,4% MS**) épandue et recirculé dans le process.

Le biogaz produit par la méthanisation sera **injecté**, après épuration et contrôle, dans le **réseau de distribution de gaz naturel** géré par **GrDF**.

En cela, l'outil constitue une réelle installation d'intérêt collectif.

## A.2 Information du public

Conformément à l'article R 512-46-11 du Code de l'Environnement, les communes concernées par le projet sont celles pour lesquelles l'établissement peut être la source de risques et/ou d'inconvénients et au moins celles dont une partie du territoire est comprise dans un rayon d'un kilomètre autour du périmètre de l'installation concernée.



**Figure 1 Localisation des communes à 1km du projet**

3 communes sont concernées par l'ICPE : GIEN, LA BUSSIERE, OUZOUEUR-SUR-TREZEE

Les digestats seront gérés via un plan d'épandage, dossier transmis en annexe du dossier.

Les communes et exploitations concernées par le plan d'épandage sont précisées dans le tableau ci-dessous :

Commune	Exploitation
Gien	EARL COPPOOLSE
	EARL DES ROIS
	EALR ROUSSEAU GIRARD
La Bussière	DE CASSEVAL GENEVIEVE
	DE CHASSEVAL JEAN
	FRISSARD CLARISSE
	EARL TERRES DU MENSIL
Ouzouer-sur-Trézée	EARL DE GARNUS
	SCEA DE LA TORTILLIERIE
	SCEA DE PONTCHEVRON
	SCEA FRISSARD

## B. Nature et volume des activités

### B.1 Registre des entrées et sorties (Art. 29 de l'Am du 12 Août 2010)

Tout mouvement de matières sera répertorié dans un registre afin d'avoir une traçabilité et un enregistrement des entrées et sorties.

Annuellement, l'exploitant réalisera un bilan d'activité exposant le bilan matière et énergétique de l'unité. Des contrats d'apporteurs de matière sont mis en place par l'exploitant afin de définir la qualité de la matière attendue sur l'unité de méthanisation et les engagements des apporteurs.

En cas de non-conformité ou de doute sur la matière, l'exploitant se réserve le droit de la refuser. Les non-conformités seront consignées sur un registre.

### B.2 Matières entrantes

L'article D.543-292 du code de l'environnement dispose que :

*« Les installations de méthanisation de déchets non dangereux ou de matières végétales brutes peuvent être approvisionnées par des cultures principales dans une proportion maximale de 15 % du tonnage brut total des intrants.*

*Pour les installations de production de biométhane injecté dans un réseau de gaz naturel, commercialisé ou consommé, mises en service après le 1er janvier 2017, la proportion maximale de cultures principales est applicable pour chaque lot de biométhane mentionné à l'article R. 446-1 du code de l'énergie. »*

L'article D. 543-291 du code de l'environnement précise la définition d'une culture principale et d'une culture intermédiaire.

Les matières du gisement prévisionnel proviennent des sources suivantes :

- Végétaux agricoles (ensilage, cannes de maïs, issus de céréales, ...)
- Pulpe de betteraves
- Effluent lactique - Soupe de biodéchets

Ponctuellement et en fonction des opportunités, **LES 3 DÔMES** envisage la réception des matières suivantes :

- Effluent d'élevage,
- Glycérine,

**Tableau 1 Synthèse des caractéristiques des matières entrantes pour le projet de méthanisation  
voie liquide**

Intrant	Tonnage Matière (MF)	% Matière Sèche (MS)	% Matière Organique (MO)	Potentiel méthane pour BP	Production CH4 prévisionnelle	Puissance électrique équivalente	Contribution à la production d'énergie primaire
Unité	t MF / an	t MS / t MF	t MO / t MS	Nm <sup>3</sup> CH4/t MO	Nm <sup>3</sup> CH4/h	kWél	%
Effluents lactiques	4 500	6%	94%	420	12	50	4%
Boues jus de fruits et légumes	1 000	4%	86%	360	1	6	1%
Soupe de biodéchets	8 000	23%	92%	485	94	387	34%
Boues de papeterie	1 000	30%	85%	350	10	42	4%
Déchets de pommes de terre	500	30%	92%	320	5	21	2%
Paille broyée	2 000	90%	90%	210	39	160	14%
Culture principale énergétique	2 800	30%	92%	320	60	250	10%
Ensilage de CIVE	3 200	30%	92%	320	60	250	12%
Issues de céréales	500	90%	90%	340	16	65	6%
Pulpes de betteraves	4 680	28%	90%	340	34	141	13%
Eaux pluviales	1 500	0%	0%	0	0	0	0%
<b>Total intrants</b>	<b>29 680</b>	<b>22%</b>	<b>89%</b>	<b>316</b>	<b>283</b>	<b>1 169</b>	<b>100%</b>

L'installation doit respecter la limite maximale de **15% de culture principale en matière entrante**.

Dans un premier temps, durant les 3 premières années d'exploitation, **LES 3 DÔMES** recevra des cultures principales énergétiques à hauteur d'environ 9,5% du tonnage entrant.

Après ces trois ans, il n'y a **aucun intrant classé comme culture principale**. Tous les intrants seront des résidus de récolte ou des cultures secondaires.

**Article L541-21-1 du code de l'environnement :**

*[...] Les biodéchets entrant dans un traitement aérobique ou anaérobique ne peuvent être considérés comme recyclés que lorsque ce traitement génère du compost, du digestat ou un autre résultat ayant une quantité similaire de contenu recyclé par rapport aux intrants, qui doit être utilisé comme produit, matière ou substance recyclés. A compter du 1er janvier 2027, les biodéchets entrant dans un traitement aérobique ou anaérobique ne sont considérés comme recyclés que si, conformément au présent article L. 541-21-1, ils ont été triés à la source.*

Les biodéchets qui ont fait l'objet d'un tri à la source ne sont pas mélangés avec d'autres déchets. Les biodéchets seront réceptionnés sur **LES TROIS DÔMES** sous forme d'une pulpe organique issue de sites de déconditionnement et d'hygiénisation. Selon le code de l'environnement, « *les biodéchets contenus dans des emballages non compostables ou non biodégradables, une fois déconditionnés, peuvent être traités conjointement avec les biodéchets ayant fait l'objet d'un tri à la source, sous réserve de permettre une valorisation de qualité élevée, dans des conditions précisées par décret.* »

Le gisement du site de méthanisation **LES TROIS DÔMES** acceptera environ 8 000 t/an de biodéchets sous forme liquide d'une pulpe organique hygiénisée. Les biodéchets emballés issus de cette unité auront subi une étape de déconditionnement avant hygiénisation et donc ne seront pas considérés comme un mélange de biodéchets.

⇒ Les biodéchets ayant fait l'objet d'un tri à la source ne sont pas mélangés avec d'autres déchets.

**Tableau 2 Classification des déchets entrants**

Code déchets	Désignation dans la classification		Déchet
<b>02 01</b>	Déchets provenant de l'agriculture, de l'horticulture, de l'aquaculture, de la sylviculture, de la chasse et de la pêche ainsi que de la transformation des aliments		
	02 01 01	Boues provenant du lavage et du nettoyage	Boues
	02 01 03	Déchets de tissus végétaux : ensilage de prairies, CIVE, paille, canne de maïs, issues de céréales, algues...)	Paille, menues pailles, cannes de maïs, ensilage de végétaux, déchets de pommes de terre
	02 01 06	Fèces, urine et fumier (y compris paille souillée), effluents, collectés séparément et traités hors site	Effluents
<b>02 02</b>	Déchets provenant de la préparation et de la transformation de la viande, des poissons et autres aliments d'origine animale		
	02 02 03	Matières impropres à la consommation ou à la transformation	Matières stercoraires
<b>02 03</b>	Déchets provenant de la préparation et de la transformation des fruits, des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao, du café, du thé et du tabac, de la production de conserves, de la production de levures et d'extraits de levures, de la préparation et de la fermentation de mélasses		
	02 03 01	Boues provenant du lavage, du nettoyage, de l'épluchage, de la centrifugation et de la séparation	Boues de jus de fruits et légumes, pulpes de betteraves
	02 03 05	Boues provenant du traitement in situ des effluents	Boues
	02 03 99	Autres déchets non spécifiés ailleurs	Soupe de biodéchets
<b>02 05</b>	Déchets provenant de l'industrie des produits laitiers		
	02 05 99	Déchets non spécifiés ailleurs	Effluents lactiques
<b>03 03</b>	Déchets provenant de la production et de la transformation de papier, de carton et de pâte à papier		
	03 03 10	Refus fibreux, boues de fibres, de charge et de couchage provenant d'une séparation mécanique	Boues de papeterie
	03 03 11	Boues provenant du traitement in situ des effluents autres que celles visées à la rubrique 03 03 10	Boues
<b>07 01</b>	Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base		
	07 01 99	Déchets non spécifiés ailleurs	Glycérine
<b>19 12</b>	Déchets provenant du traitement mécanique des déchets (tri, broyage, compactage, granulation) non spécifiés ailleurs		
	19 02 06	Boues provenant des traitements physico-chimiques autres que celles visées à la rubrique 19 02 05	Boues
	19 12 12	Autres déchets (y compris mélanges) provenant du traitement mécanique des déchets autres que ceux visés à la rubrique 19 12 11	Soupe de biodéchets
<b>20 01</b>	Fractions collectées séparément (sauf section 15 01)		
	20 01 08	Déchets de cuisine et de cantine biodégradables	Soupe de biodéchets

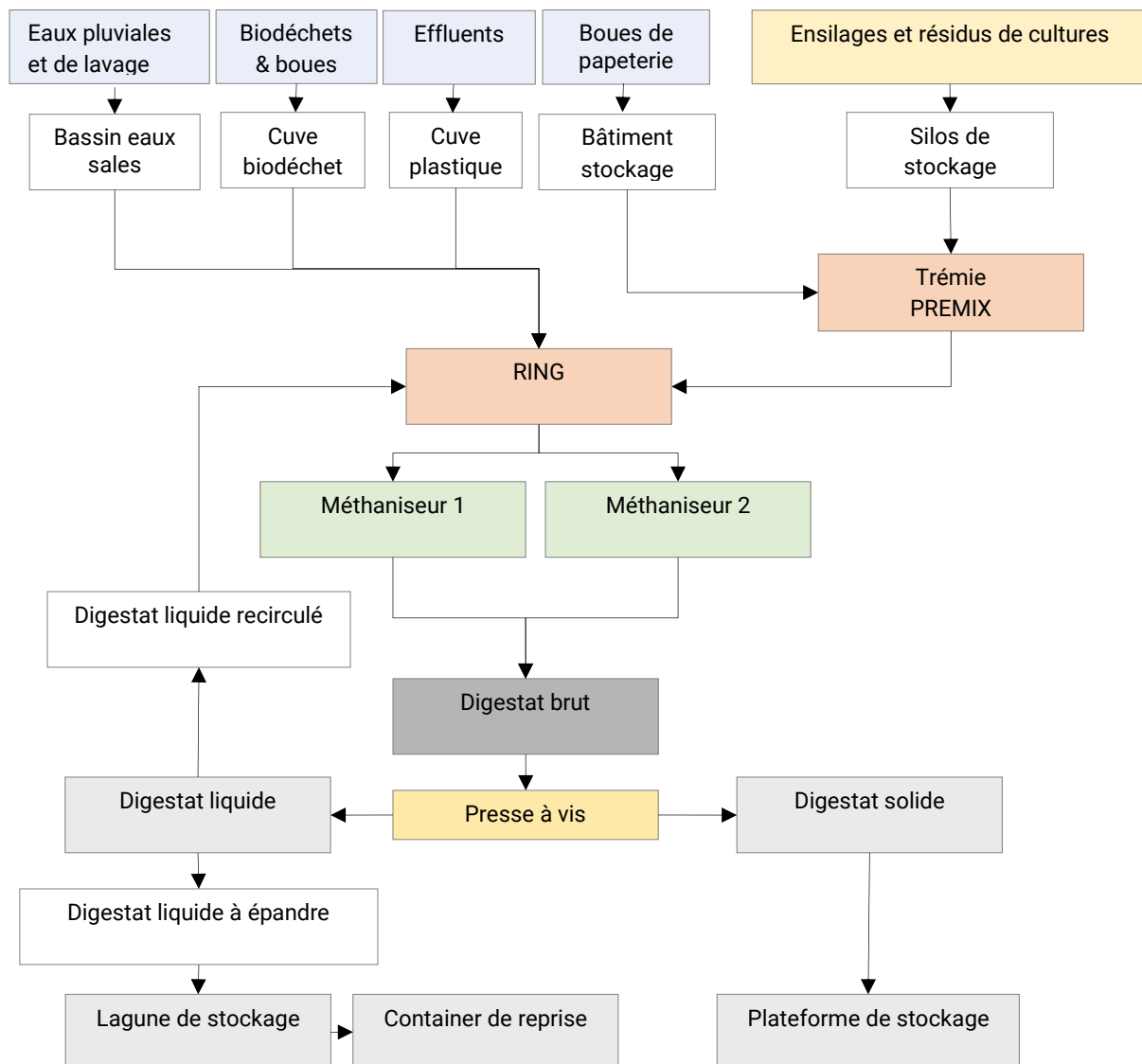


### B.3 Diagramme des entrées et sorties de l'installation

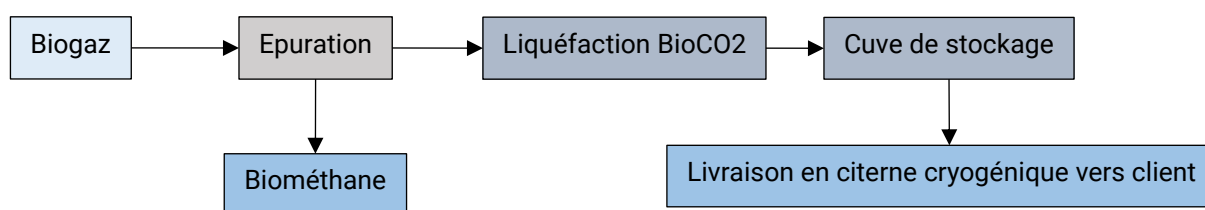
Le schéma ci-après, présente le synoptique de fonctionnement de l'unité de méthanisation.

Le fonctionnement de l'unité peut se résumer selon les étapes suivantes :

- la réception, le stockage, et la préparation des différentes biomasses à méthaniser,
- le traitement par méthanisation,
- le traitement et la valorisation du biogaz par injection,
- le traitement et la valorisation du CO<sub>2</sub> par liquéfaction,
- le stockage et la valorisation du digestat



**Figure 2 Fluxogramme de l'installation - Bilan matière**


**Figure 3 Fluxogramme liquéfaction du CO<sub>2</sub>**

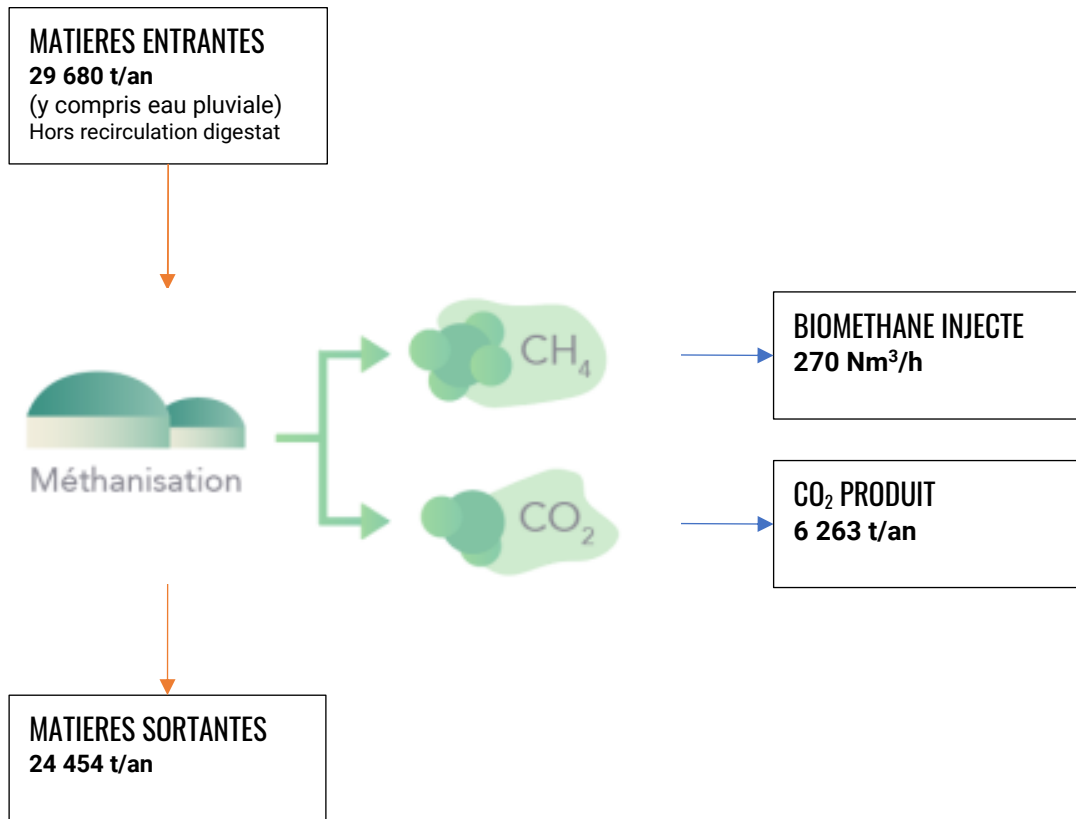
## B.4 Réception et stockage des matières entrantes

Les intrants réceptionnés de différentes manières suivant leur nature :

**Tableau 3 Gisement prévisionnel – Stockage**

Matières / provenance	Tonnage (t/an)	Condition de stockage sur site	Localisation d'entreposage (cf. plan d'ensemble)
Effluents lactiques <i>Collecteur déchets</i>	4 500	Cuve plastique	Sur rétention
Boues de jus de fruits et légumes <i>Usine de transformation de fruit et légume</i>	1 000	Cuve biodéchets sous traitement d'air	Sur rétention
Soupe de biodéchets <i>Collecteur de déchets / Unité de déconditionnement</i>	8 000	Cuve biodéchets sous traitement d'air	Sur rétention
Boues de papeterie <i>Usine de papeterie</i>	1 000	Casiers fermés sous traitement d'air	A proximité de la trémie
Déchets de pomme de terre <i>GIE les 3 Dômes</i>	500	Silo	A proximité de la trémie
Paille broyée <i>GIE les 3 Dômes</i>	2 000	Silo	A proximité de la trémie
Mais <i>GIE les 3 Dômes</i>	2 800	Silo	A proximité de la trémie
Ensilage de CIVE <i>GIE les 3 Dômes</i>	3 200	Silo	A proximité de la trémie
Issues de céréales <i>Coopérative agricole</i>	500	Silo	A proximité de la trémie
Pulpes de betteraves <i>Sucrieries</i>	4 680	Silo	A proximité de la trémie
<b>Total (hors eaux pluviales)</b>	<b>28 180</b>		

Les réceptions des matières feront l'objet d'une acceptation préalable via une fiche.

**B.5 Bilan de synthèse**


## C. Description de l'unité de méthanisation voie liquide future

### C.1 Le process de méthanisation

La méthanisation est un procédé très utilisé dans l'agriculture, mais également dans le traitement des biodéchets, celui des boues d'épuration urbaines et de certains effluents industriels. La méthanisation est parfois appelée digestion anaérobie.

La méthanisation est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène, donc en milieu anaérobie, contrairement au compostage qui est une réaction aérobie.

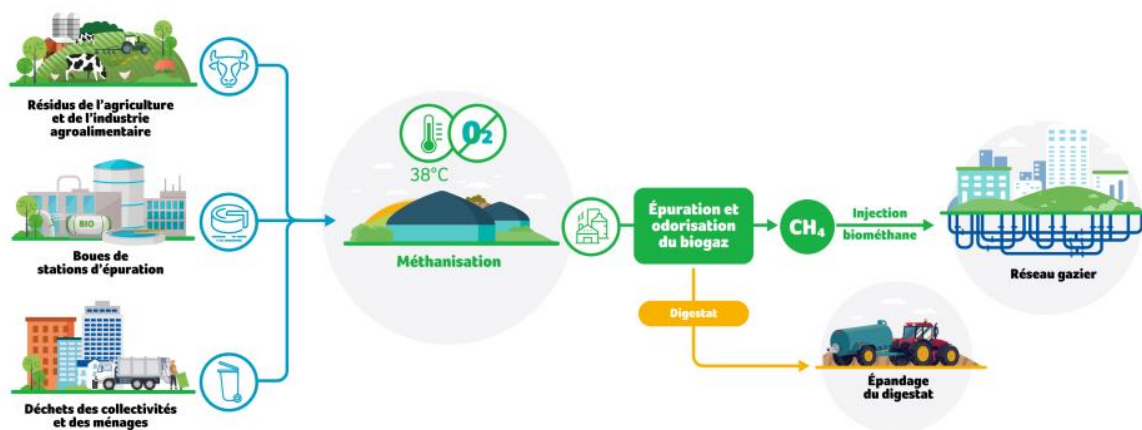


Figure 4 Schéma flux production biométhane (source GrDF)

Le biométhane est un gaz 100 % renouvelable produit à partir de déchets issus de l'industrie agro-alimentaire, de la restauration collective, de déchets agricoles et ménagers, ou encore de boues de stations d'épuration. Ce biogaz épuré a les mêmes propriétés que le gaz naturel, et donc les mêmes usages. Il peut donc être injecté dans le réseau de distribution de gaz naturel très facilement.

Pour obtenir cette énergie, les micro-organismes effectuent des réactions biochimiques d'oxydo-réduction. La méthanogénèse est le processus microbologique au cours duquel des réactions d'oxydation des composés organiques, qui engendrent l'énergie requise par des micro-organismes, sont couplées à des réactions de réduction aboutissant finalement à la production de méthane.

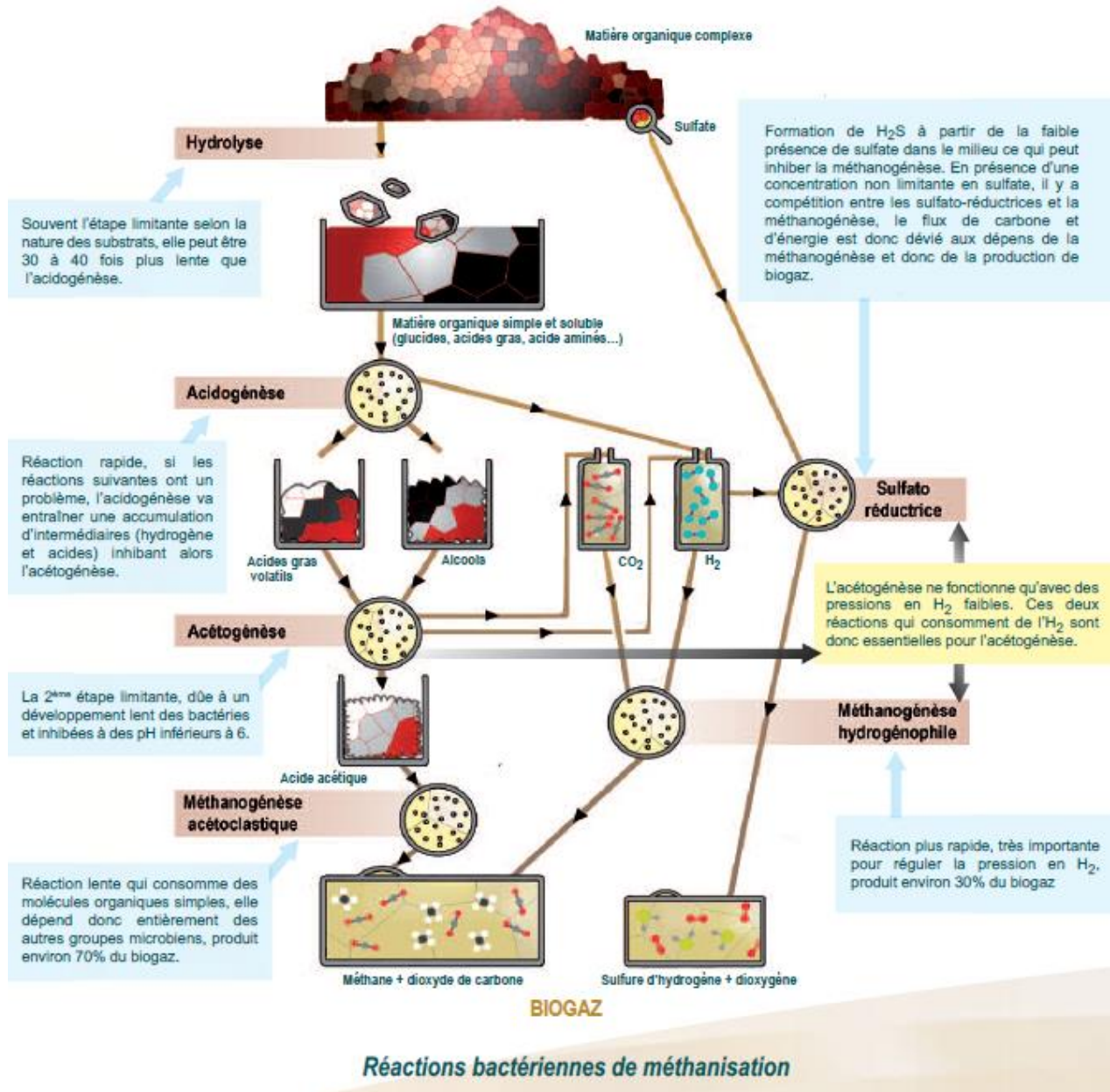


Figure 5 : Process de méthanisation (Source : ADEME)

## C.2 Circuit matière

La **marche en avant** est la mise en place d'une démarche qualitative de l'hygiène avec pour principe de base que les produits sains (digestat) ne doivent pas croiser le chemin des produits souillés.

Avant introduction dans le process, les matières sont stockées sur des aires dédiées puis reprises au chargeur et introduite dans la trémie d'incorporation.

Les digestats en sortie de méthanisation transiteront par une pompe dédiée afin d'éviter tout croisement entre digestats (produits finis à épandre) et matières entrantes à traiter.

### C.3 Caractéristiques dimensionnelles de l'installation

Le **plan masse détaillé** de l'installation (plan au 35m) est présenté sur le **Plan R3**.

Equipements	Dimensionnement
<b>Silos de stockage extérieur</b>	Paille : Surface : 1 230 m <sup>2</sup> Autres : Surface : 4 117 m <sup>2</sup> Hauteur des murs : 4 m
<b>Casiers intrants (Bâtiment sous traitement d'air)</b>	Surface : 153,72m <sup>2</sup> Hauteur des murs : 3m
<b>Cuve biodéchets</b>	Volume utile : 135m <sup>3</sup>
<b>Cuve liquide</b>	Volume utile : 100m <sup>3</sup>
<b>Trémie</b>	Volume utile : 120m <sup>3</sup>
<b>Digesteur (Méthanisation) MTH1</b>	Diamètre : 25m Hauteur de voiles : 8m Volume utile : 3 533 m <sup>3</sup>
<b>Digesteur (Méthanisation) MTH2</b>	Diamètre : 25m Hauteur de voiles : 8m Volume utile : 3 533 m <sup>3</sup>
<b>Plateforme digestat solide (Hangar)</b>	Surface : 720m <sup>2</sup> Hauteur des murs : 4m Autonomie : 6 mois
<b>Lagune digestat liquide</b>	Volume utile : 11 000 m <sup>3</sup> Autonomie : 6,5 mois
<b>Container de reprise de digestat liquide</b>	Volume utile : 70 m <sup>3</sup>

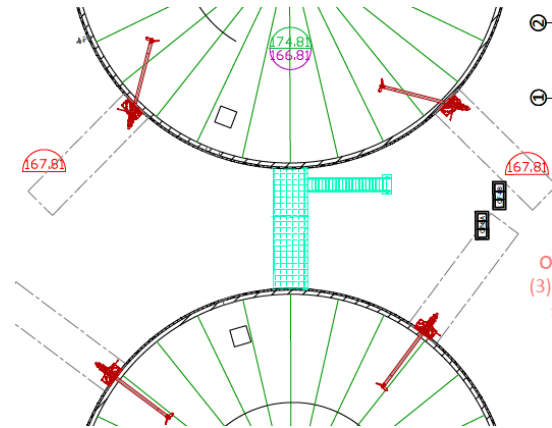
## C.4 Digestion des intrants

### C.4.1. Local technique

Le local technique entre les cuves regroupe l'ensemble des équipements permettant le fonctionnement de l'unité.

Il contient :

- La station de pompage et transfert entre les cuves ;
- L'armoire de commande (sauf les équipements élec secouru qui sont en dehors de la zone de rétention, ou située hors eau) ;
- Les équipements d'air comprimé ;
- Les générateurs d'oxygènes couplé à un compresseur d'air ;

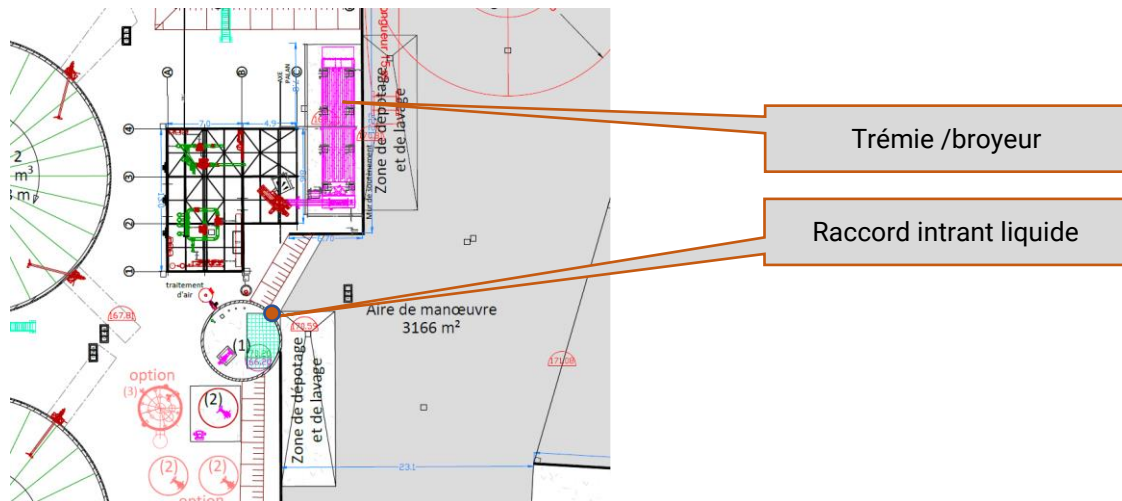


### C.4.2. Alimentation des digesteurs

L'alimentation des digesteurs se fait via :

- Une trémie/broyeur d'alimentation, capotée et sous traitement d'air, où sont dépotés les déchets solides ;

Un raccord pour les intrants liquides ou pompable.



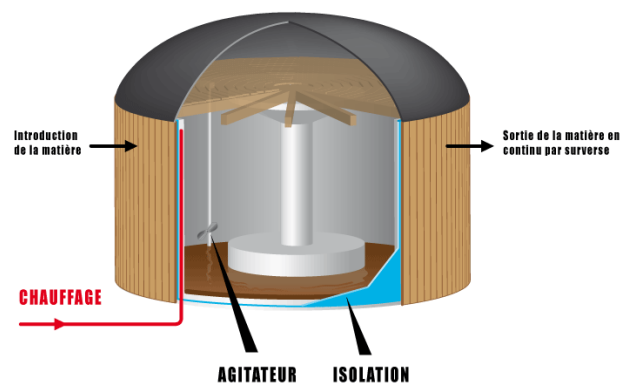
### C.4.3. Digesteur infiniment mélangé

La digestion des intrants sera réalisée dans deux digesteurs en parallèle qui fonctionneront en continu sur le principe de l'infiniment mélangé avec un temps de traitement moyen de **70 jours**.

Il s'agit de cuves de digestion en béton avec une couverture membranaire.

Ouvrages	Volume utile	Temps de séjour
Digesteur (méthanisation) MTH 1	3 533m <sup>3</sup>	70 jours
Digesteur (méthanisation) MTH 2	3 533m <sup>3</sup>	70 jours

La matière circule grâce au système de brassage. Une soupape de sécurité par cuve sera mise en place afin de permettre l'évacuation du biogaz en cas de surpression trop importante (5mbar) dans les digesteurs.



**Figure 6 Représentation d'une cuve de méthanisation (digesteur) (schéma - source : ADEME)**

Les digesteurs seront équipés d'**agitateurs** et seront **isolés et chauffés à 38°C**. La chaleur utilisée pour maintenir la température dans les cuves provient de la **chaudière**.

### C.4.4. Chauffage des ouvrages

Le système de chauffage est positionné sur la paroi interne des cuves et est composé de serpentins permettant la circulation de l'eau chaud.



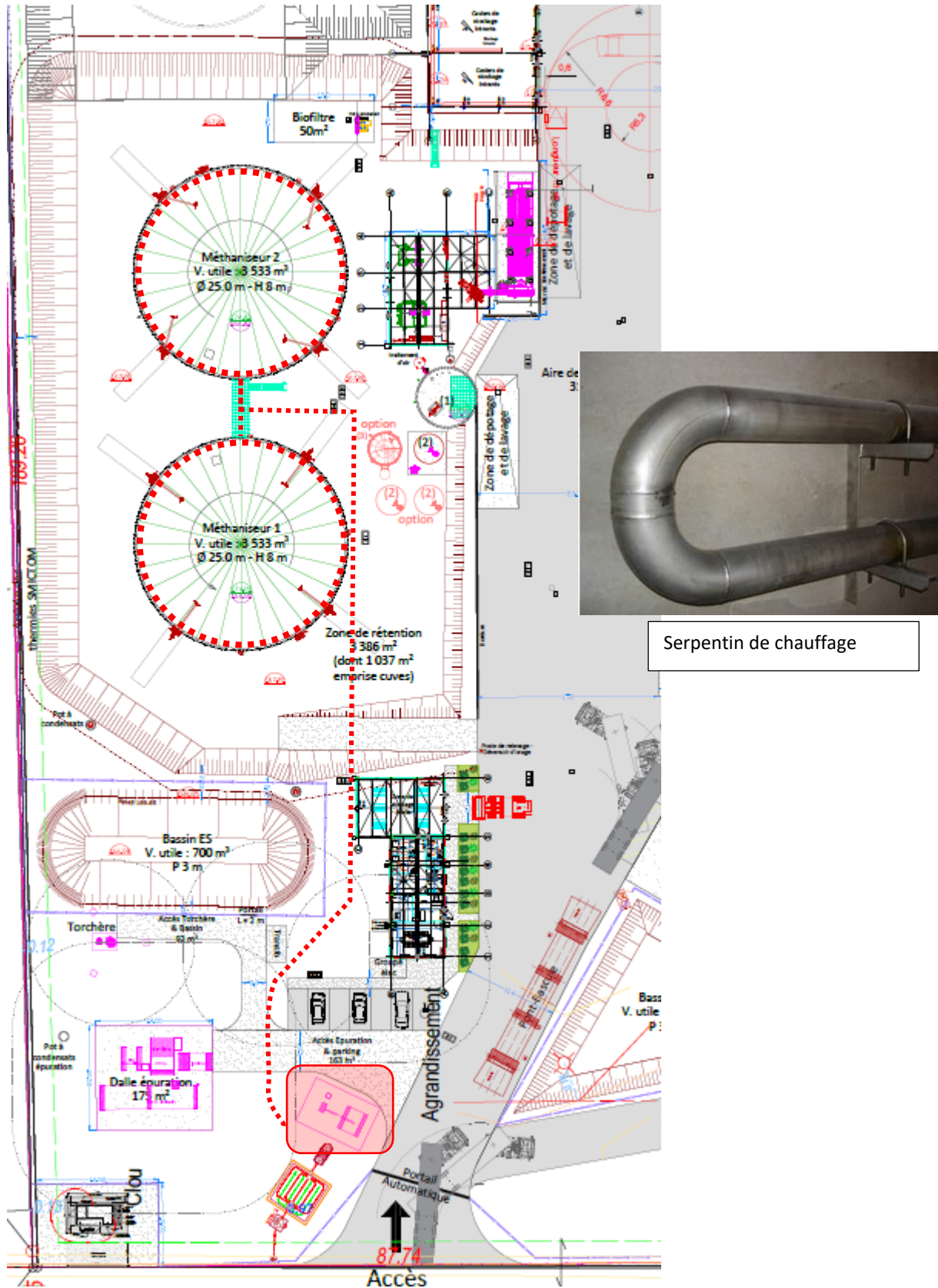


Figure 7 Localisation de la chaudière et du réseau chaleur

### C.4.5. Agitation des ouvrages

Les ouvrages de digestion sont équipés d'un système d'agitation.

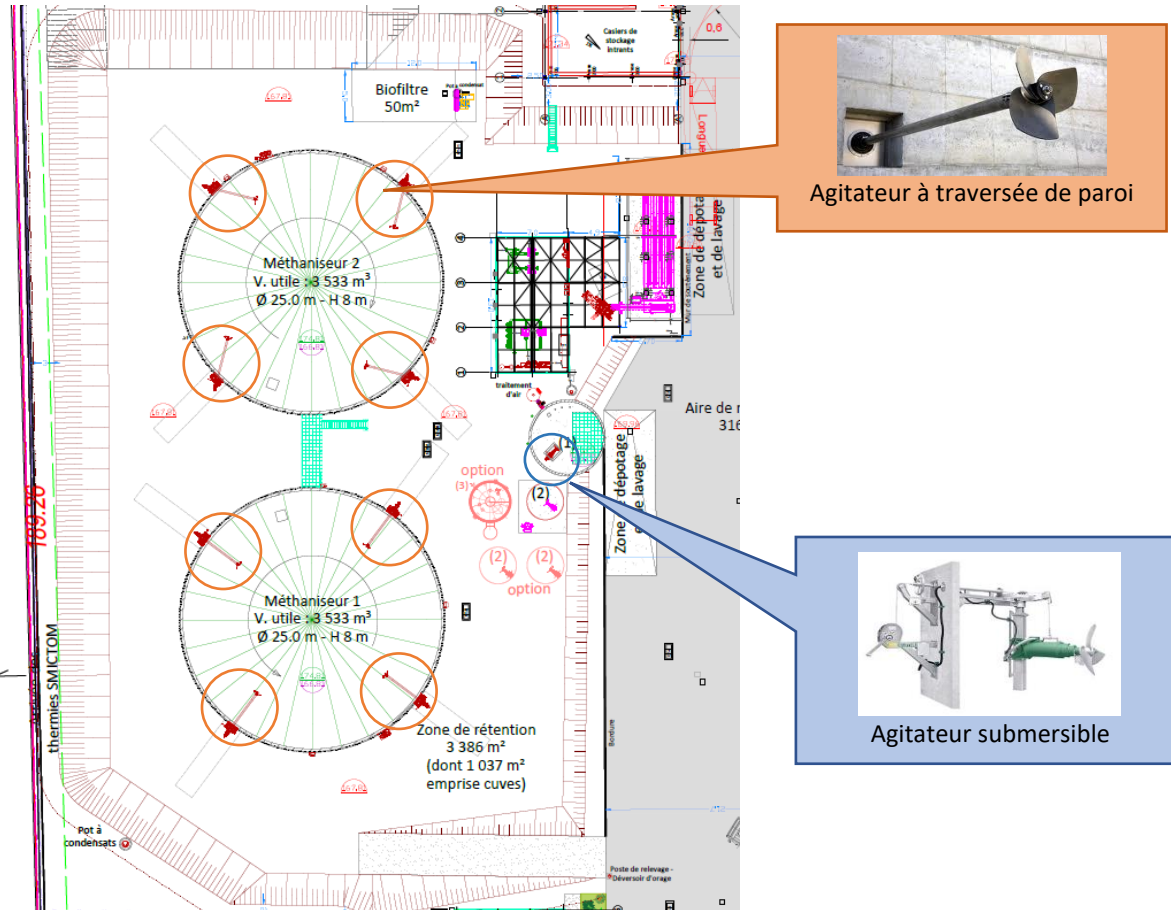
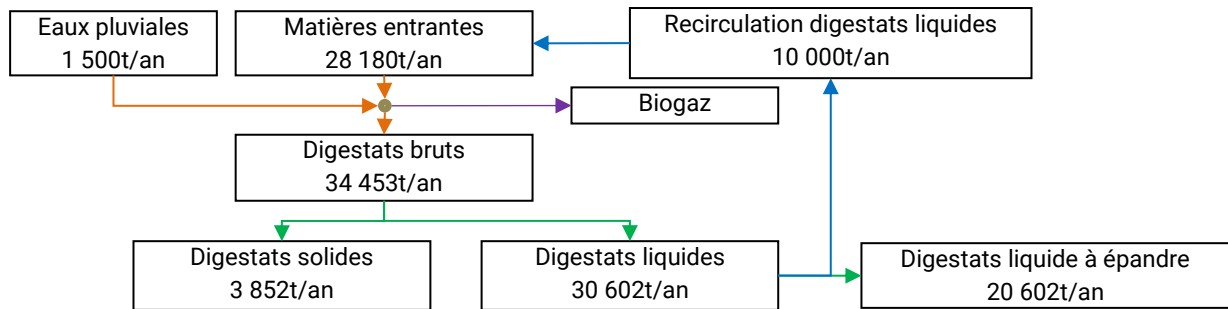


Figure 8 Localisation des agitateurs

### C.5 Gestion des produits digérés (Art. 34 de l'AM du 12 Août 2010)

Les **digestats** seront stockés puis utilisés soit en recirculation pour dilution soit en épandage après séparation de phase.

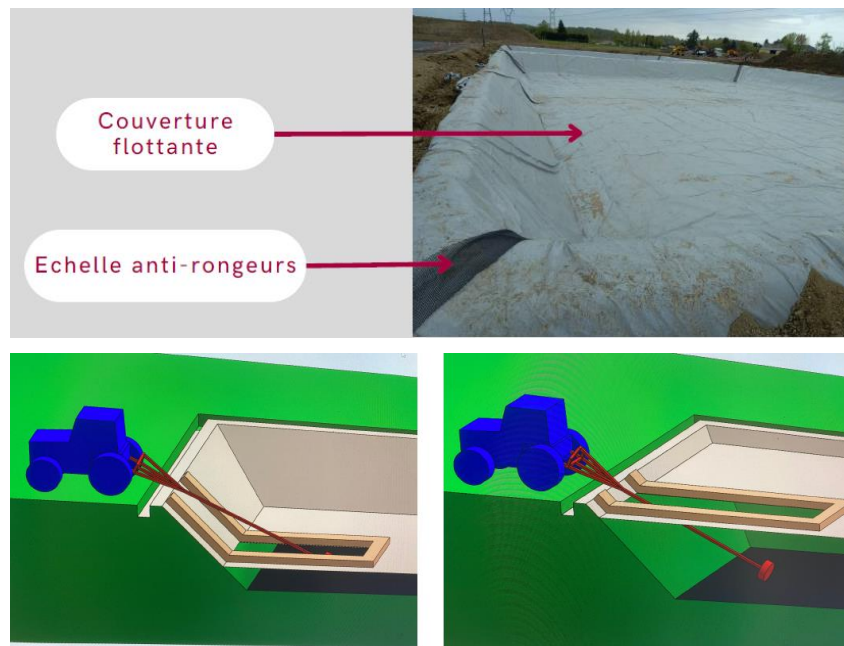
	Tonnage annuel (t/an)	% Matière sèche
<b>Digestat brut</b>	34 453	10,4%
<b>Digestat solide épandu</b>	3 852	26%
<b>Digestat liquide épandu</b>	20 602	8,4%
<b>Digestat liquide recirculé</b>	10 000	8,4%

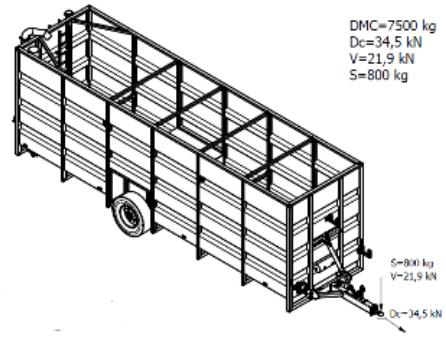
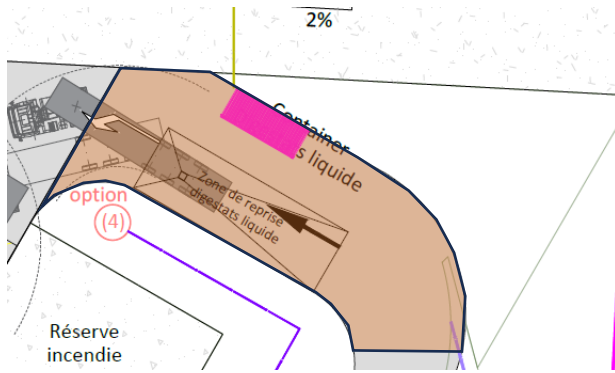

**Figure 9 Bilan matière entrée sortie**

Les capacités de stockage des digestats sont les suivants :

	Stockage	Capacité	Autonomie
<b>Digestat solide</b>	Bâtiment	720m <sup>2</sup>	6 mois
<b>Digestat liquide</b>	Lagune	11 000m <sup>3</sup>	6,5 mois
	Container de reprise	70 m <sup>3</sup>	--

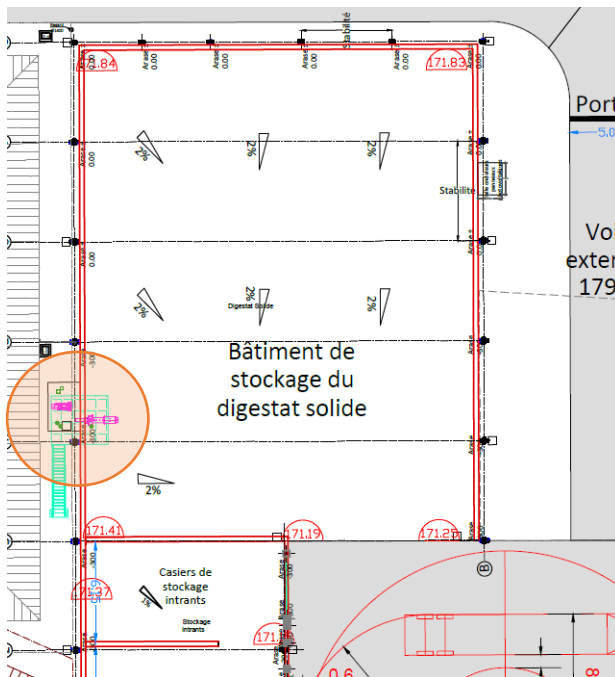
La lagune de digestats liquides sera couverte. L'étanchéité de celle-ci sera contrôlée à l'aide d'un réseau de drainage. Un container de reprise des digestats liquide par pompage est mise en place à proximité de l'entrée du site.


**Figure 10 Couverture lagune des digestats liquides**



**Figure 11 Zone de reprise des digestats liquides avec container**

Les digestats solides sont stockés sur une plateforme couverte (sous un hangar). La presse à vis (séparation de phase) est située directement sur la plateforme. Il n'y a pas de transport interne de digestat solide au sein de l'exploitation. Il y aura uniquement de la manutention au niveau de la plateforme de digestat afin d'organiser le stockage.



**Figure 12 - Localisation de la séparation de phase**

## C.6 Biogaz (Art. 32 et 33 de l'AM du 12 Août 2010)

### C.6.1. Production (Art. 48 de l'AM du 12 Août 2010)

L'installation **LES 3 DÔMES** produit environ **490 Nm<sup>3</sup>/h** de biogaz à environ 55% de méthane, soit une capacité d'injection de **270 Nm<sup>3</sup>/h de Biométhane**.

Le biogaz produit est valorisé en biométhane afin d'être injecté sur le réseau GrDF.

### C.6.2. Stockage (Art. 14 de l'AM du 12 Août 2010)

Le biogaz produit sur l'unité de méthanisation est stocké dans le ciel gazeux des ouvrages de digestion. En effet les ouvrages de digestion sont surmontés d'une double membrane permettant de stocker le biogaz.

**Tableau 4 Stockage de biogaz**

	Unité	Biogaz stocké (ciel gazeux)
Digesteur (méthanisation) MTH1	m <sup>3</sup>	2 436
Digesteur (méthanisation) MTH2	m <sup>3</sup>	2 436

### C.6.3. Pré traitement du biogaz

Du sulfure d'hydrogène est présent en faibles concentrations (de 100 à 3 000 ppm), ce gaz nécessite d'être éliminé de façon à limiter les risques de corrosion de l'unité de valorisation du biogaz.

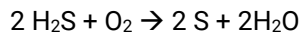
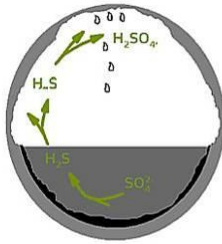
De l'eau est également présente en quantité non négligeable dans le biogaz. Sa présence entraîne une diminution du pouvoir calorifique du biogaz et une dégradation prématurée de l'unité de valorisation du biogaz.

L'objectif du prétraitement est d'extraire du biogaz la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), de faire monter la pression du biogaz et d'extraire l'H<sub>2</sub>S. En fin de prétraitement, la composition du biogaz est la suivante : environ 55 % de méthane (CH<sub>4</sub>), et 45 % de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

#### Désulfuration biologique : Abattement du H<sub>2</sub>S

Au cours de la méthanisation, le soufre présent dans les matières organiques est transformé en hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S), qui se retrouve dans le biogaz. Ce composé toxique et hautement corrosif doit être éliminé.

Pour éliminer une partie du H<sub>2</sub>S, de l'oxygène est injecté dans les digesteurs. L'H<sub>2</sub>S est oxydé en présence d'air par des micro-organismes. Il y a alors production de soufre évacué avec le digestat ou restant dans les digesteurs.



**Figure 13 Oxydation de l'H<sub>2</sub>S**

### Séchage par refroidissement : Abattement du H<sub>2</sub>O

Le biogaz, avant d'être épuré, doit être séché afin d'éliminer une partie des « condensables ». En effet, le biogaz brut, saturé en eau, contient des éléments sous forme gazeuse qu'il faut condenser dans un équipement adéquat afin d'éviter les risques de corrosion en aval dans le système d'épuration.

Les condensats sont injectés dans le réseau de collecte du site de méthanisation avant d'être réinjectés dans la fraction liquide des digestats.

### Un traitement par charbon actif : désulfuration complémentaire

En sortie de méthanisation, une désulfuration complémentaire s'effectue par adsorption de l'H<sub>2</sub>S sur un charbon actif. Le système de raccordement de ces pots de charbon actif est facile et accessible, ce qui permet au fournisseur de les récupérer pour les traiter et les régénérer.

### Surpression

Un surpresseur est installé pour trois raisons :

- La pression du biogaz en sortie de méthanisation est très faible (3 mbar). Il est donc nécessaire d'installer un surpresseur afin d'atteindre la pression minimale admissible et de pouvoir faire fonctionner la torchère biogaz et la chaudière biogaz.
- L'augmentation de la pression liée au surpresseur induit une augmentation de la température du biogaz ( $\Delta T$  d'environ 15°C). Ceci favorise la filtration au niveau des pots de charbon actif.
- Enfin, le surpresseur permet de palier la perte de charge induite par les filtres à charbon actifs et de compenser la dépression éventuelle du site.

### C.6.4. Valorisation par injection

Le biogaz sera principalement valorisé par injection dans le **réseau GrDF**. Le biogaz doit être préalablement épuré (notamment en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>S) afin d'atteindre la qualité du gaz requise pour l'injection. En entrée de l'unité de purification, le biogaz a une concentration moyenne en H<sub>2</sub>S de 200 ppm.

Une partie du biogaz produit sera envoyée vers la chaudière afin de répondre aux besoins en chaleur de l'unité.

L'épurateur choisi sera l'épurateur à **Système membranaire**

**Tableau 5 Production de biogaz**

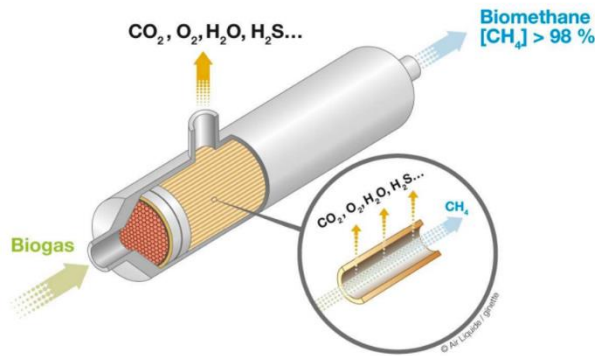
Paramètres	Unité	Production biogaz prévisionnelle
Débit biogaz produit	Nm <sup>3</sup> /h	<b>490</b> en Biogaz <b>270</b> en Biométhane

**Tableau 6 Les utilisations du biogaz produit**

Caractéristiques prévisionnelles	Unités	Valeur
Débit moyen biogaz vers chaudière	Nm <sup>3</sup> /h	3,5
Débit moyen biogaz vers épuration	Nm <sup>3</sup> /h	480
Débit de biométhane produit (en sortie d'épuration)	Nm <sup>3</sup> /h	270
Débit de biométhane injecté	Nm <sup>3</sup> /h	270

La chaudière est alimentée par une partie du biogaz après le pré-traitement.

	Température (°C)	Pression max	Composition
Biogaz entrée épuration	20 à 40	Entre 3 à 5 mbar <sub>g</sub>	Estimation moyenne : 56% de CH <sub>4</sub> et 44% de CO <sub>2</sub> 200 ppm de H <sub>2</sub> S dans biogaz brut Traces d'eau et autres éléments traces (COV, NH <sub>3</sub> ...)
Biométhane sortie épuration	20 à 30	11 bar <sub>g</sub>	Estimation moyenne : 97% de CH <sub>4</sub> Inférieur à 5 mg de Soufre par Nm <sup>3</sup>
Biométhane injecté	20 à 30	10 bar <sub>g</sub>	Estimation moyenne : 97% de CH <sub>4</sub> Inférieur à 5 mg de Soufre par Nm <sup>3</sup>

**Procédé membranaire**


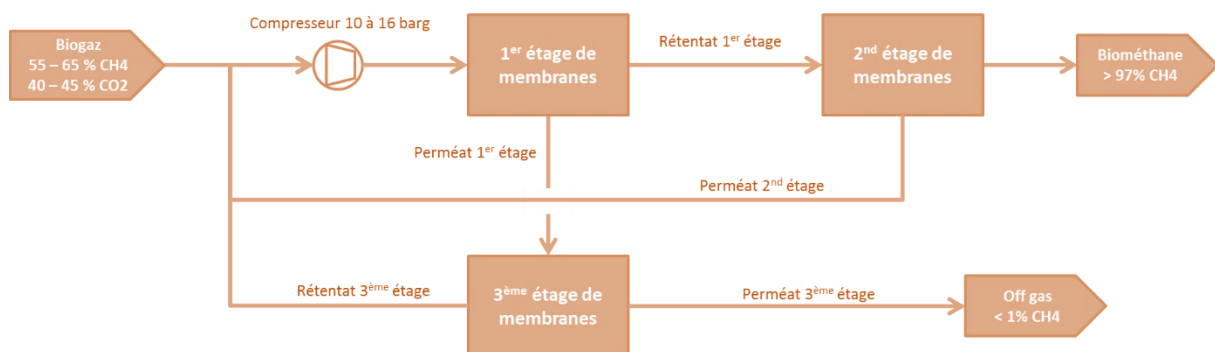
Le principe consiste à comprimer le biogaz à la pression comprise entre 10 et 16 barg et de le faire ensuite passer sur des modules de filtration membranaire pour séparer les constituants en deux flux : le biométhane d'un côté et les gaz résiduels de purge de l'autre. La filtration membranaire repose sur la différence de perméabilité des membranes vis-à-vis des constituants du biogaz.

**Figure 14 Schéma d'une membrane de séparation**

La différence de taille des constituants du biogaz leur confère des vitesses de diffusion différentes au travers des parois des membranes permettant ainsi de séparer le méthane (vitesse de diffusion faible) des autres composés (dioxyde de carbone, eau, azote, oxygène, ...).

En sortie de membranes, le biogaz est séparé en 2 fractions :

- Le biométhane, constitué à plus de 97% de méthane, selon une composition conforme aux prescriptions techniques pour son injection dans le réseau de distribution de gaz naturel et l'utilisation comme GNV,
- Les gaz de purge, appelés aussi Offgas, constitués de dioxyde de carbone, d'eau et de méthane résiduel.


**Figure 15 Schéma de principe du procédé d'épuration membranaire du biogaz à 3 étages de filtration**
**C.6.5. Exigences de qualité du biométhane**

Afin de pouvoir être assimilé à du gaz naturel et injecté sur le réseau de distribution de gaz, le biométhane doit respecter les exigences suivantes :



**Tableau 7 Exigences de qualité du biométhane**

Paramètres	Unité	Biogaz (avant épuration)	Qualité du biométhane exigée*
Pression	bar	(-5) – (+10)	≈ 10 bar (Réseau MPC)
Teneur en CH <sub>4</sub> gaz sec	%	50 - 65	> 97%
Teneur en CO <sub>2</sub> gaz sec	%	35 - 50	<3,5%
Teneur en O <sub>2</sub>	%	< 0,2 (sans injection d'O <sub>2</sub> )	< 0,75%
Teneur en N <sub>2</sub>	%	< 0,8 (sans injection d'O <sub>2</sub> )	na
Teneur en H <sub>2</sub> O (Température de rosée)	°C	< 35	< -5°C à la pression Maximale de service du réseau
Teneur en H <sub>2</sub> S	ppm	< 200	< 5 mgS/Nm <sup>3</sup>

\*valeurs selon le choix de raccordement au réseau de distribution GrDF.

Si le biométhane est non conforme aux qualités exigées par GrDF, il sera renvoyé vers l'unité de méthanisation au niveau du ciel gazeux des cuves de digestion.

Il est alors mélangé avec le biogaz contenu dans le ciel gazeux des cuves puis il sera de nouveau soutiré pour être envoyé à l'épurateur.

En cas de saturation des stockages dans les ciels gazeux, le gaz sera alors brûlé en torchère.

### C.6.6. Impossibilité d'injection

En cas d'impossibilité d'injecter sur le réseau, le biogaz sera stocké dans le ciel gazeux des digesteurs.

En cas de dépassement d'un seuil de remplissage des membranes (> 80 %), le biogaz est acheminé vers la torchère pour son élimination.

La torchère est capable de brûler l'équivalent de la production horaire du process de méthanisation.

Ainsi il n'y aura pas d'incident de suppression dans le stockage de biogaz.

Paramètres	Unité	Torchère biogaz
Hauteur	m	≥ 6m
Température de combustion	°C	≈ 850
Temps de résidence	Seconde	Non contrôlé
Débit moyen	Nm <sup>3</sup> /h	≈ 500
Puissance	kW	3 620

## C.7 Liquéfaction du CO<sub>2</sub>

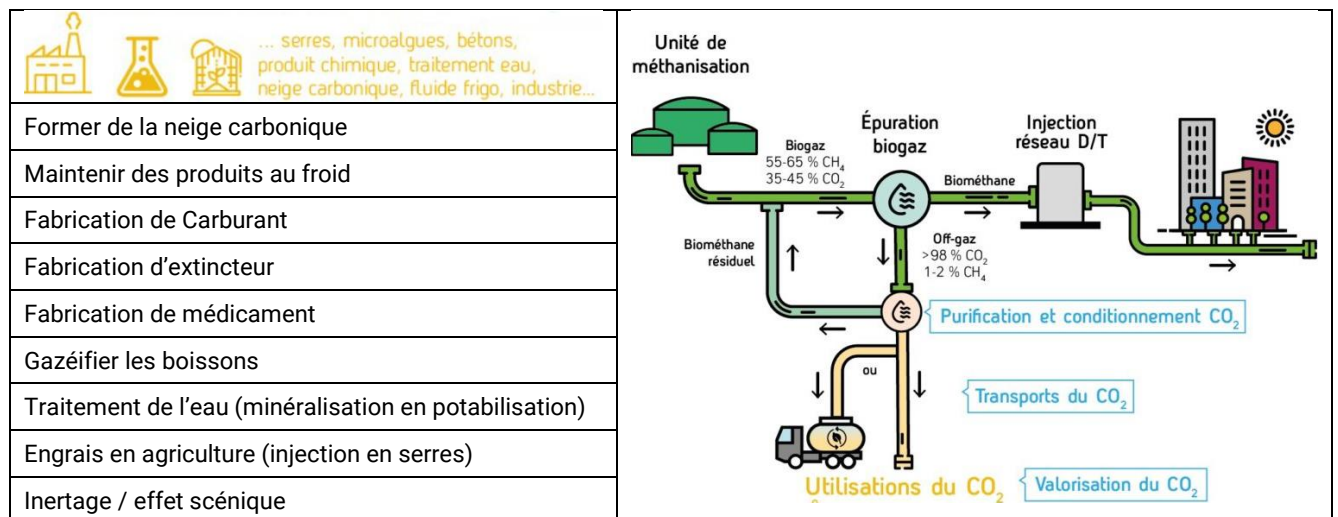
### C.7.1. Application du CO<sub>2</sub>

La plupart des gens connaissent principalement le dioxyde de carbone en tant que gaz à effet de serre qui contribue au changement climatique. Mais c'est aussi un matériau très utile et polyvalent qui a de nombreuses utilisations différentes dans un large éventail d'industries.

L'une des applications les plus universelles du dioxyde de carbone est le transport de l'énergie, principalement sous forme de réfrigérant ou de fluide de refroidissement.

Cependant, en raison de ses qualités inertes, ce qui signifie qu'il ne réagit pas bien (ou pas du tout) avec d'autres matériaux, il est également utilisé comme agent d'inertage dans les industries chimique et alimentaire.

Voici quelque application du CO<sub>2</sub> dans différent secteur d'activité (agro-alimentaire, agriculture, chimie, soins de santé, construction, environnement, ...)



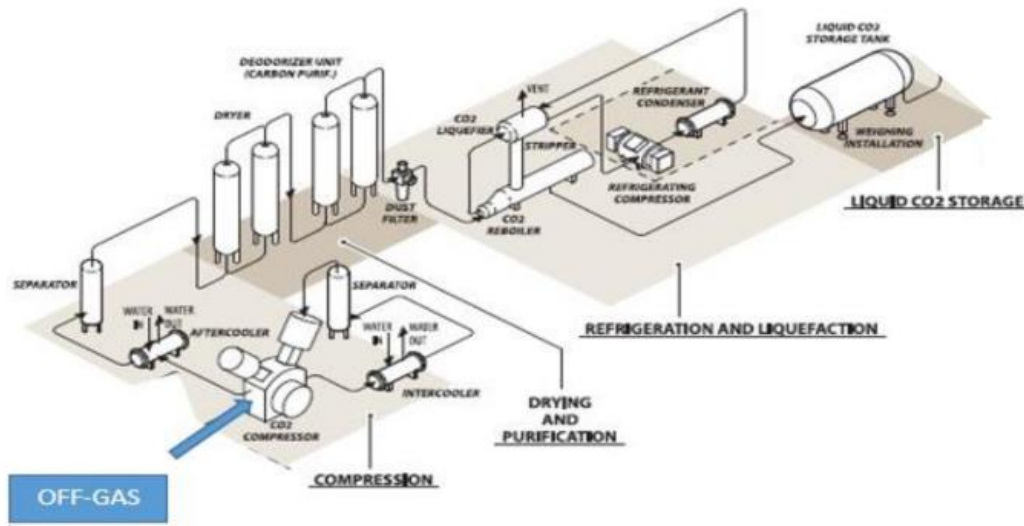
### Propriété du dioxyde de carbone - N° CAS 124-38-9

Etat physique	Gaz
Masse molaire	44,01
Point de fusion	-56,6°C à 526kPa
Densité gaz/vapeur	1,53 (air=1)
Pression de vapeur	5 860kPa à 21°C
Point critique	31,1°C à 7 478kPa



### C.7.2. Procédé technique

En sortie de l'installation d'épuration du biogaz avant injection du biométhane, un « offgaz » est produit. Ce offgaz est constitué CO<sub>2</sub> à plus de 99%. Il n'est pas émis à l'atmosphère mais sera valorisé au travers de l'installation de liquéfaction de CO<sub>2</sub>. Ainsi, aucune émission d'offgaz n'aura lieu sur l'installation.



**Figure 16 Schéma de principe du procédé de liquéfaction du CO<sub>2</sub>**

La transformation du CO<sub>2</sub> contenu dans l'évent (off-gas) produit par la purification du biogaz en biométhane se fait en 3 étapes :

#### Etape 1 LA COMPRESSION

Cette 1ère étape se compose de 4 équipements :

- Un compresseur à piston à double étage
- Un refroidisseur
- Un post-refroidisseur
- Un séparateur-condenseur à double étage

Au cours de cette étape le flux gazeux est comprimé jusqu'à 18 barg.

Il subit 2 phases de condensation successives qui ont pour but d'enlever le maximum d'eau du flux gazeux et d'économiser de l'énergie de séchage de l'étape 2.

La condensation se fait grâce au circuit de refroidissement qui compose l'étape 3.

#### Etape 2 LE SECHAGE ET LA PURIFICATION

Cette 2ème étape se compose de 3 équipements :

- 2 sécheurs
- 1 filtre à charbon actif

Dans cette seconde étape le flux gazeux comprimé et partiellement déshydraté va passer dans 2 sècheurs alimentés par un élément chauffant. Le but est de ne plus avoir du tout d'H<sub>2</sub>O dans le flux gazeux.

Un filtre à charbon actif permet de piéger les éventuels composés malodorants.

### Etape 3 LA REFRIGERATION ET LA LIQUEFACTION

Cette 3ème étape est le cœur du procédé qui se compose de 4 éléments :

- Un système de réfrigération au fréon
- Un rebouilleur de CO<sub>2</sub>
- Une colonne de distillation
- Un condenseur de CO<sub>2</sub>

Dans cette étape le flux gazeux sec à 15°C arrive à la base du rebouilleur dans lequel se trouve le bain de CO<sub>2</sub> liquide à - 20 °C. Il s'ensuit une montée en température qui va créer un bouillonnement.

Ce bouillonnement va libérer des vapeurs de CO<sub>2</sub> très pur qui vont monter dans la colonne de distillation.

Le flux gazeux quant à lui va arriver en haut de la colonne dans un condenseur de CO<sub>2</sub>. La condensation se fait grâce au système de refroidissement au fréon. Le flux gazeux va se transformer en gouttelettes qui vont descendre dans la colonne de distillation.

La rencontre du flux liquide descendant avec les vapeurs de CO<sub>2</sub> montantes va permettre de purifier ce flux des molécules incondensables comme O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>

Le CO<sub>2</sub> pur va aller rejoindre le bain de CO<sub>2</sub> liquide à la base du rebouilleur. Les composés non condensables vont sortir du système au niveau d'un évent. Dans cet évent on retrouve O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ...et du CH<sub>4</sub> que l'on pourra récupérer au niveau de la purification biogaz-bio-méthane.

### DEBOUCHES POUR LE CO2 LIQUIDE

Le CO<sub>2</sub> liquide pur est ensuite acheminé vers le stockage de CO<sub>2</sub> liquide, puis et en fonction de l'utilisation finale du CO<sub>2</sub> alimenter une pompe de transfert pour un camion-citerne ou une machine à glace pour le mettre sous une forme solide.

Le transport en camion du CO<sub>2</sub> liquide récupéré se compose de 3 éléments :

- 2 cuves cryogéniques in situ qui fonctionnent en mode alterné, 1 cuve qui se remplit, pendant que l'autre cuve se vide, la cuve une fois vide se remplit et la cuve pleine se vide.
- 1 unité de transfert qui va des cuves au camion. Le bioCO<sub>2</sub> afin d'être liquéfié est refroidi à - 40 °C et compressé à 19 bar.

Production annuelle de bioCO <sub>2</sub> liquéfié	6 263 t/an, soit 16 652 L/j.
Cuve de stockage cryogéniques	2 x 30m <sup>3</sup>

## D. Consommation d'eau

Les sites de méthanisation auront une consommation d'eau à hauteur de **600 m<sup>3</sup>/an environ**, répartie comme détaillé dans le tableau ci-dessous :

Utilisation	Total annuelle (m <sup>3</sup> /an)	Provenance de l'eau	Traitement des EU
Lavage installation	50	Eau potable	Méthaniseur
Lavage des camions	300	Eau potable	Méthaniseur
Divers	250	Eau potable	Méthaniseur
<b>Total</b>	<b>600 m<sup>3</sup>/an</b>		

L'eau pluviale propre sera rejetée au milieu naturel via le bassin d'infiltration.

L'eau à usage sanitaire, pour le lavage de l'installation et des camions proviendra du réseau d'eau potable.

Les besoins de dilution de la matière incorporée seront assurés par les eaux pluviales sales collectées sur le site ainsi que par la recirculation du digestat.

## E. Fonctionnement en mode dégradé

Le fonctionnement dégradé liée à diverse incidences sont décrites en détail dans le dossier et reprises dans le tableau suivant.

Risque / mode dégradé	PJ	§	Parade(s)
Coupure électrique	2b	A.4	Equipements sécurité process secourus
Rupture de cuve	2b	G.2 G.4	Rétention étanche / merlon pour contenir l'effet de vague
Débordement de cuve	2b	G.2 G.4	Alarmes de niveau / rétention étanche
Incendie	2b	A.5 A.6	Mise à disposition d'une réserve incendie avec aire d'aspiration Gestion des eaux d'extinction DéTECTEURS de fumées / extincteurs
Fuite de gaz	2b	B.3	DéTECTEURS de gaz
Incapacité d'injecter le biogaz	2b	F.3	Elimination via la torchère
Gaz non conforme	2b	A.8.3 B.3	Retour du gaz vers le ciel gazeux des digesteurs
Surpression dans le digesteur	2b	A.1 B.3.5 F.3	Alarmes sur supervision (+ envoi sms) Elimination via la torchère ou soupape
Eaux souillées	2b	E.1 E.3 G.2	Récupérées via le réseau ES et utilisées pour le process (aucun rejet)
Dysfonctionnement process	2b	A.1 B	Alarmes sur supervision (+ envoi sms)
Risque ATEX	2b	A.8.3	DéTECTEUR CH <sub>4</sub> /matériel ATEX
Nuisances olfactives	2b	I.2	Traitement d'air

## F. Mesures d'évitement ou de réduction des effets probables

**Article R512-46-3 du code de l'environnement**

4° Une description des incidences notables que le projet, y compris les éventuels travaux de démolition, est susceptible d'avoir sur l'environnement et la santé humaine ainsi que, le cas échéant, les mesures et caractéristiques du projet destiné à éviter ou réduire ses probables effets négatifs notables sur l'environnement ou la santé humaine.

De manière générale, la méthanisation est une solution viable vers la transition énergétique, une solution qui participe à sortir des énergies fossiles.

Le biogaz issu de méthanisation est un gaz vert non fossile, il est le fruit de la transformation d'une partie de la matière organique contenue dans les biodéchets. Le carbone qu'il contient est un carbone dit «biogénique», prélevé dans l'atmosphère par la photosynthèse des plantes.

La méthanisation permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre des cultures et de l'élevage en captant le méthane pour produire de l'énergie (le gaz vert) et un engrais renouvelable (le digestat) qui remplace les fertilisants issus de la pétrochimie.

Le gaz vert décarbone la production d'électricité en remplaçant le gaz naturel dans tous ses usages et permet d'éviter les émissions de gaz à effet de serre liées à cette énergie fossile.

La France a le potentiel pour atteindre un gaz 100 % renouvelable, donc pour ne plus dépendre de ses importations de gaz, à l'horizon 2050 !

Le tableau ci-dessous synthétise les mesures mises en place concernant les impacts sur les différents enjeux.

	<b>Evitement</b>	<b>Réduction</b>
Impact sur l'air	Contrôle de la gestion de la matière fermentescible.	Valorisation du CH <sub>4</sub> produit par la matière organique entraînant une réduction des gaz à effet de serre sur les activités d'élevage et des cultures.
Impact sur l'eau	Récupération de l'ensemble des eaux du site avec traitement en interne	Gestion et maîtrise des stockages de matière et des jus d'écoulement qui en découlent, réduction des dépôts d'effluents dans le milieu.
Impact sur les sols	Mise en place d'une rétention étanche au niveau des cuves de traitement et stockage liquide.	Gestion et maîtrise des stockages de matière et des jus d'écoulement qui en découlent, réduction des dépôts d'effluents dans le milieu.
Impact sur le bruit	Les équipements bruyants tel que les équipements de valorisation du biogaz sont situés en container isolé. Localisation des équipements en fonction des niveaux sonores afin de respecter les prescriptions réglementaires en matière de bruit. Mesure de bruit tous les 3 ans	
Impact sur les odeurs	Epandage de digestat nettement moins odorant que l'épandage du fumier et du lisier Plus d'épandage de fumier et de lisier particulièrement odorant. Stockage des matière odorantes dans un bâtiment sous traitement d'air ou dans une cuve également sous traitement d'air. Incorporation des matières odorantes dans une trémie capotée et sous traitement d'air. Un état initial odeur a été réalisé.	Réduction de la durée des stockages de matière sur les exploitations par traitement en méthanisation, réduction des dépôts d'effluents dans le milieu. Le digestat est une matière stable qui génère moins d'odeur que le fumier.
Impact sur le trafic	Choix d'implantation du site sur une zone industrielle (incinérateur, usine papeterie) où le projet n'augmentera que très sensiblement le trafic routier qui est déjà important	Utilisation des bennes apportant de la matière pour évacuer le digestat afin d'éviter la circulation de benne vide