ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

RÉGION Nouvelle-Aquitaine

MÉTHAN-ACTION
DISPOSITIF D'ACCOMPAGNEMENT À LA MÉTHANISATION EN NOUVELLE-AQUITAINE

EXPERTISE TECHNICO-ECONOMIQUE D'UNITES DE METHANISATION EN NOUVELLE-AQUITAINE

PARTAGE DE BONNES PRATIQUES
ISSUE DE L'ANALYSE DU FONCTIONNEMENT
DE 6 UNITÉS DE MÉTHANISATION

s3d
L'énergie des déchets

idéo ENVIRONNEMENT

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS ET ENJEUX **3**
2. PRÉSENTATION DES SITES AUDITES **4**
3. HISTORIQUE DES INSTALLATIONS **5**
4. APPROVISIONNEMENT DES UNITES DE METHANISATION AUDITEES **6**
4.1. EVOLUTION DE L'APPROVISIONNEMENT 6
4.2. SECURISATION ET COUT DES GISEMENTS EXTERIEURS 6
4.3. PRODUCTION ET LA VALORISATION DE CIVE 7
5. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES OUVRAGES ET EQUIPEMENTS **8**
5.1. STOCKAGE ET INCORPORATION DES INTRANTS 8
5.2. DIGESTION 11
5.3. POST-TRAITEMENT DU DIGESTAT 12
5.4. STOCKAGE DU DIGESTAT 14
6. GESTION DU DIGESTAT **15**
7. VALORISATION ENERGETIQUE **17**
8. MODALITES D'EXPLOITATION, MAINTENANCE ET TEMPS DE TRAVAIL **18**
9. BILAN ECONOMIQUE **19**
9.1. INVESTISSEMENTS 19
9.2. COMPTE D'EXPLOITATION 22
Les recettes
Les charges
9.3. INDICATEURS DE RENTABILITE 24
10. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES **26**
11. GLOSSAIRE **27**

1. OBJECTIFS ET ENJEUX

6 unités de méthanisation auditées

5 sites en cogénération entre 100kW et 1.3 MW

1 site en injection évoluant de 120 à 250 Nm³/h

Mise en service de **2011** à **2017**

La méthanisation apparaît comme une réponse pertinente à plus d'un titre :
Elle permet tout d'abord de valoriser des déchets organiques tout en produisant de l'énergie, et répond également aux enjeux économiques, environnementaux et sociaux actuels.
En janvier 2020, l'AREC a recensé 77 installations de méthanisation (hors biogaz de décharge) en Nouvelle-Aquitaine, principalement des unités agricoles et industrielles avec une valorisation du biogaz par cogénération. La dynamique de développement de nouveaux projets est importante avec 35 projets en stade avancé en 2020 (investissement, construction), dont 82% sont des projets agricoles et 65% prévoient une valorisation par injection.

Pour favoriser et sécuriser le développement de la filière en Nouvelle-Aquitaine, les financeurs publics ont souhaité **capitaliser les retours d'expériences d'unités de méthanisation en fonctionnement sur le territoire, une étude financée par l'ADEME Nouvelle-Aquitaine**.
Une expertise technique et économique a ainsi été réalisée par S3D Ingénierie et Idéo Environnement, permettant de consolider des éléments d'analyse à l'échelle régionale.

«Capitaliser les retours d'expériences d'unités de méthanisation en fonctionnement sur le territoire»

Le panel d'installations choisies est constitué d'installations plus ou moins anciennes dont le fonctionnement technique et économique apparaît satisfaisant : le partage des bonnes pratiques techniques, économiques et organisationnelles constatées sur ces sites pourra ainsi inspirer de futurs porteurs de projets.

2. PRÉSENTATION DES SITES AUDITÉS

Les installations de méthanisation retenues dans le cadre de ces audits présentaient des configurations variées en termes de puissance, d'année de mise en service ou encore de plan d'approvisionnement.

	CUMA Saint Quentin (24)	Pôle de Lanaud (87)	Adour Méthanisation (40)	SARL Vie (24)	Pot-au-Pin Énergie (33)	Lulimetha (17)
Date de mise en service	2011	2014	2014	2015	2017	2017
Type d'unité	Agricole	Agricole	Industriel	Agricole	Agricole	Agricole
Valorisation biogaz	Cogénération 160 kWe	Cogénération 100 kWe	Cogénération 1,3 MWe	Cogénération 250 kWe	Injection 120 Nm3/h (Augmentation à 250 Nm3/h)	Cogénération 220 kWe
Statut réglementaire	Déclaration (E en cours)	Autorisation	Autorisation	Déclaration (E en cours)	Enregistrement (E)	Déclaration
Intrants	**7 750 t/an** 75% EE, 8% CIVE, 16% déchets exogènes (graisses, déchets de céréales)	**8 250 t/an** 56% EE, 44% déchets exogènes (matières de vidange, graisses de restauration, déchets de céréales)	**52 500 t/an** 7% CIVE, 93% déchets exogènes	**10 200 t/an** 65% EE, 9% CIVE, 26% déchets exogènes (graisses, déchets de céréales)	**10 000 t/an** 100% CIVE	**6 020 t/an** 64% EE, 6% CIVE, 30% déchets exogènes (issues de céréales, graisses de restauration, déchets de carotte)

Les vaches sculptées par Francis Cuny au pôle de Lanaud

L'ensemble des sites audités ont été mis en service entre 2011 et 2017. L'installation de la COOP CUMA Saint Quentin est l'unité de méthanisation la plus ancienne ayant déjà réalisé le curage du digesteur et la réfaction (overhaul) du moteur.
L'atteinte du régime nominal pour l'unité du Pôle de Lanaud a été plus fastidieuse. Mise en service en 2014, c'est la modification de la ligne d'incorporation et l'ajout des issues de céréales dans la ration qui a permis d'atteindre une production optimale en 2018.
Le site Adour Méthanisation, mis en service en 2014, a réalisé deux augmentations de puissance jusqu'à atteindre 2 300 kW en 2020.

3. HISTORIQUE DES INSTALLATIONS

	CUMA Saint Quentin	Pôle de Lanaud	Adour Méthanisation	SARL Vie	Pot-au-Pin Énergie	Lulimetha
2011	Mise en service					
2012	Régime nominal atteint	Signature du **contrat de construction**	**Début des travaux**			
2013						
2014		**Mise en service**	Mise en service	Signature du **contrat de construction**		
2015			**Fonctionnement au nominal 525kW**	**Mise en service**		Signature du **contrat de construction**
2016					Signature du contrat de construction	
2017		Modification de la ligne d'incorporation		**Régime nominal atteint**	**Mise en service**	**Mise en service**
2018	**Curage du digesteur et overhaul du moteur**					**Régime nominal atteint**
2019		**Régime nominal atteint**			**Régime nominal atteint**	
2020			**Augmentation de puissance à 2300 kW**			

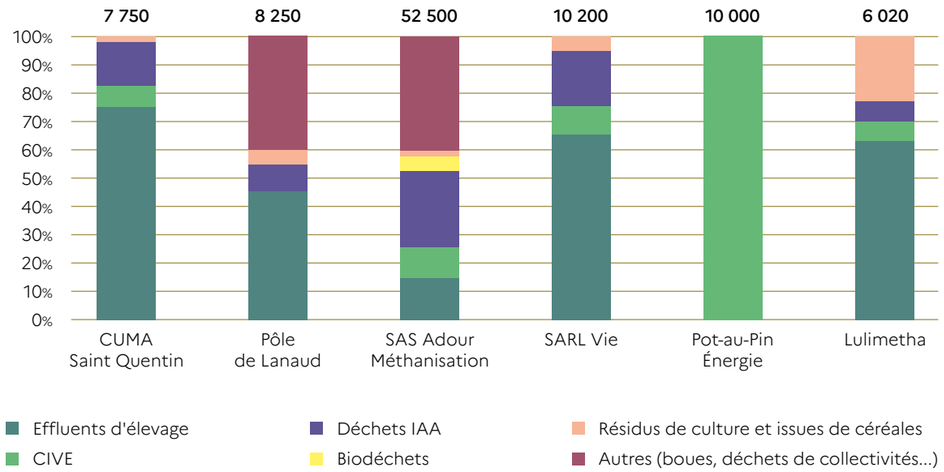
4. L'APPROVISIONNEMENT DES UNITÉS DE MÉTHANISATION AUDITÉES

4 sites à majorité effluents d'élevage

1 site agricole 100% CIVE

1 site industriel

RÉPARTITION DES SUBSTRATS



ÉVOLUTION DE L'APPROVISIONNEMENT

Ces différents audits ont mis en évidence **une évolution systématique de l'approvisionnement par rapport à celui prévu au stade de l'étude de faisabilité** ou constaté au démarrage de l'installation.
Ces évolutions sont liées à des opportunités apparues après la mise en service (graisses, issues) et/ou à l'arrêt de certaines matières insuffisamment méthanogènes (lisiers de canard, lactosérum sur SARL Vie).
Sur deux sites le gisement en fumier d'un deuxième site de production bovine et le potentiel en CIVE de l'exploitation ne sont pas mobilisés car le recours à des issues ou graisses apparaît plus facile à mettre en œuvre et rentable.

SÉCURISATION ET COÛT DES GISEMENTS EXTÉRIEURS

Le niveau de sécurisation des gisements extérieurs avec des contrats est très variable selon les sites, certains n'ayant établi aucun contrat et d'autres en disposant pour la totalité.
Il ressort tout de même que **tous les sites ont plus de la moitié de leurs gisements en potentiel énergétique sécurisé**, c'est-à-dire composé de gisements produits sur les exploitations associées à l'unité de méthanisation et de gisements exogènes contractualisés.

Les matières faisant l'objet de contrats sont des déchets de céréales, des graisses de flottation, des matières de vidange ou encore des tontes de pelouses. Les durées de contractualisation de 3 à 10 ans.

Sur les sites agricoles, les matières faisant l'objet de redevances sont des graisses de flottation, des matières de vidange, ainsi que des eaux et graisses de restauration, à raison de 10 à 25 €/t.
Les achats de substrat concernent principalement des déchets de céréales qui sont achetés à des coûts variant de 10 à 45 €/t selon les sites, ainsi que des eaux de cracking pour un site.

L'apport des substrats à redevance est conditionné par la localisation du site et permet à certaines installations de capter davantage de volumes : c'est le cas du site de la SARL Vie pour les graisses de flottation, produites à proximité, en comparaison à la situation du site de la CUMA Saint-Quentin (situé à 70 km).
Une concurrence importante entre méthaniseurs s'installe sur certains gisements méthanogènes comme les issues de céréales. Pour les sites Pôle de Lanaud et Lulimétha, des contrats lient les apporteurs à l'unité et une relation de confiance et de partenariat privilégié ont également été établis avec les apporteurs leurs permettant, au-delà de l'échéance du contrat, de garantir son renouvellement.

LA PRODUCTION ET LA VALORISATION DE CIVE

Les rendements constatés pour la production de sorgho CIVE sont très variables entre les deux sites qui la pratiquent en raison de conditions pédoclimatiques différentes.

Sur le site de Pot au Pin, les rendements en seigle produit en tant que CIVE d'hiver restent limités dans leur type de sol : autour de 7,5 T de MS/ha. Les sols très sableux, avec la nappe d'eau qui remonte au cours de l'hiver, ne sont pas des conditions propices aux céréales d'hiver. Aussi, le seigle qui peut redémarrer rapidement en sortie d'hiver, voit son développement végétatif limité et donc sa production de biomasse moins importante que sur d'autres types de sol. Le coût d'achat par la méthanisation couvre globalement le coût de production (mécanisation et main d'œuvre) mais la marge reste limitée.

	Sorgho	Herbe de prairie	Seigle
Sites concernés	SARL Vie CUMA Saint Quentin	CUMA Saint Quentin	Pot au Pin
Rendement	Entre 25 et 50 tMB/ha	Entre 15 et 20 tMB/ha	25 tMB/ha
Coût de production	Entre 400 et 450 €/ha	420 €/ha	Entre 530 et 560 €/ha

Plateforme de stockage des déchets solides sur la SARL Vie

Trémies d'incorporation sur le site de Pot au Pin Énergie

5. RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LES OUVRAGES ET ÉQUIPEMENTS

Certaines installations ont été pionnières sur leur territoire, elles ont ainsi subi divers aléas avant que la filière ne se structure (disparition des constructeurs, etc.) et ont été amenées à faire évoluer l'installation en adaptant certains ouvrages et équipements et présentent un retour d'expérience intéressant sur les modalités d'exploitations.

STOCKAGE ET INCORPORATION DES INTRANTS

Sur plusieurs sites, les stockages sont limités voire insuffisants, ce qui entraîne un manque de flexibilité en cas d'évolution des gisements. Deux sites envisagent ainsi l'ajout d'une fosse supplémentaire pour accueillir des graisses (Lulimetha, SARL Vie).

	CUMA Saint Quentin	Pôle de Lanaud	Adour Méthanisation	SARL Vie	Pot-au-Pin Énergie	Lulimetha
Incorporation	Trémie avec incorporation directe	Trémie puis mélange en préfosse de 70 m³ et pompe dilacératrice Prémix en sortie	Trémie puis broyage et module de dosage	Trémie puis mélange en préfosse d'hydrolyse de 80 m³	Trémie puis broyage prémix	Trémie avec incorporation directe Broyeur rotacut en sortie
Autonomie	Trémie : 2,5 j	Trémie : 2 j Préfosse : 2,5 j	-	Trémie : 2 j Préfosse : 2,8 j	Trémie : 1,5 j	Trémie : 1 j
Dilution / Recirculation	Recirculation de digestat brut dans le digesteur	Ajout d'eau de pluie Recirculation de digestat brut par la préfosse	-	Recirculation de digestat liquide (80 % du volume incorporé)	Ajout d'eau de pluie Recirculation de digestat brut dans le digesteur	Ajout d'eau de pluie Recirculation de digestat brut et liquide dans le digesteur (DL = 73 % du volume incorporé)
% MS matières entrantes (hors dilution et eau ajoutée)	14%	13%	-	18%	30% / 25%	26%

Pour tous les sites, les matières solides sont incorporées via une trémie qui permet d'effectuer un premier mélange et un broyage grossier de la matière, et de disposer d'une autonomie de chargement de 1 à 2,5 jours. Les exploitants ont parfois ajouté une vis ou modifié les couteaux de la trémie pour éviter les bourrages et améliorer la préparation de la matière. Sur un site, l'exploitant prévoit de mettre en place une rampe d'aspersion au-dessus de la trémie pour humidifier les fumiers secs qui ont tendance à provoquer des bourrages en période estivale.

RETOUR D'EXPÉRIENCE

La gestion des eaux pluviales sur Pot-au-Pin

La gestion des eaux pluviales sur un site à approvisionnement exclusif en CIVE est primordiale. Du fait des surfaces imperméables, il faut en effet d'une part pouvoir canaliser les eaux de pluie hors de la filière méthanisation lorsque le silo est complètement vide ou plein, et d'autre part envoyer ces mêmes eaux lorsqu'elles se mélangent aux jus de silos. Les eaux pluviales souillées qui sont envoyées en méthanisation doivent également être stockées temporairement au risque de déstabiliser la biologie. En effet, l'ajout d'eau de pluie en grande quantité sur une courte période peut avoir plusieurs conséquences induites : dilution accrue des biomasses, diminution rapide du temps de séjour, baisse de la température du digesteur, augmentation des volumes de digestat à épandre et dilution de la valeur fertilisante.

La préparation de la matière est généralement complétée par un broyage avant incorporation dans le digesteur, et/ou en sortie de digesteur avec recirculation de digestat brut, avec pour certains sites une préfosse de mélange ou d'hydrolyse (préfosse couverte et chauffée).
Sur 2 des 3 sites traitant du fumier, qui avaient été initialement conçus avec une incorporation directe, l'ajout d'une préfosse et/ou d'un système de broyage a permis de faciliter l'exploitation et de réduire le temps passé pour l'incorporation.
Ces différents retours d'expériences montrent que **le type et la quantité de fumier traités mais également le volume de digestion sont à prendre en compte pour adapter au mieux le système d'incorporation**.

Le retour d'expérience de Pot-au-Pin Energie sur le Prémix conduit l'exploitant à conseiller l'installation d'une tuyauterie inox en sortie et non en PVC, car le T en sortie du complexe broyeur-pompe a éclaté durant la première année de fonctionnement

Pôle de Lanaud

RETOUR D'EXPÉRIENCE

Biodéchets et effluents d'IAA : quelle organisation sur la SAS Adour méthanisation ?

Le site d'Adour Méthanisation a été mis en place dans la continuité de l'activité d'hydrocurage de Labat assainissement afin de valoriser au maximum les matières fermentescibles collectées.

Les biomasses collectées auprès des IAA, GMS ou collectivités telles que les biodéchets ou déchets issus des eaux résiduaires nécessitent des équipements particuliers adaptés à leurs contraintes notamment : type de contenant, inertes, texture, pompabilité, flux variables d'une saison à l'autre…

Au fil des années, Adour Méthanisation a su mettre en place les process nécessaires à ces particularités. Aujourd'hui, les différentes zones de réception permettent de préparer les biomasses à la fois pour respecter les enjeux réglementaires et permettre une valorisation énergétique maximale de la matière organique en méthanisation, en limitant l'impact sur les équipements de digestion. L'enjeu consiste également à bien s'assurer que les équipements (notamment bio-déconditionnement et hygiénisation) et la valorisation en épandage soient adaptés aux catégories de biomasses reçues.

Au-delà du process, cette optimisation passe aussi par la mise en place de différentes cuves de stockages pour séparer les différentes biomasses entre elles, et avoir un stockage tampon afin de réceptionner des flux importants. Ces stockages permettent également d'avoir une ration plus régulière et limitent les effets de moussages ou de prise en masse lors de mélange de certaines biomasses.

Cas particulier des ensilages, déchets verts, boues d'IAA solides : la trémie huning
Comme dans la majorité des trémies, les produits denses de types boues et les produits de type farines entraînent un bourrage dans la vis d'incorporation. Ces matières doivent donc être mélangées à des produits plus fibreux ou des ensilages.

Cas particulier de la valorisation des matières non fermentescibles
Si l'objectif principal est de produire du biogaz, Adour Méthanisation cherche également à valoriser au mieux les matières non fermentescibles récupérées au cours des étapes de préparation des biomasses (emballages, graviers, sables…). Des investissements parfois coûteux ont ainsi été réalisés afin d'assurer une séparation optimale de la matière organique des autres éléments : Adour Méthanisation intègre ces coûts dans un objectif de baisse de charges des retraitements des emballages et parvient dans certains cas à en tirer un revenu complémentaire.

Cet exemple permet de rappeler aux futurs méthaniseurs tout l'enjeu de bien définir le type de biomasse qu'ils envisagent méthaniser, et les contraintes qui y sont associées, sans regarder uniquement la production de biogaz et l'éventuelle redevance associée.

DIGESTION

3 sites en monodigesteur

1 site avec un post-digesteur non chauffé

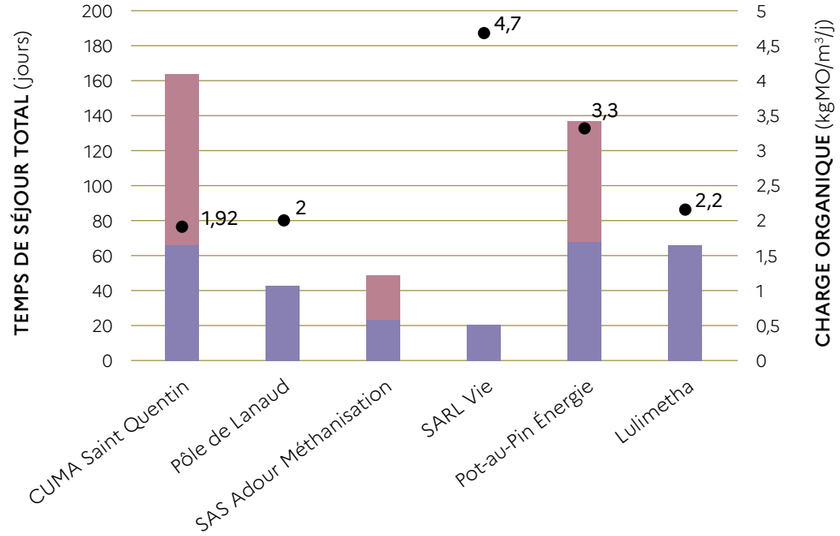
5 sites agricoles avec recirculation de digestat

Le panel présente trois sites en monodigesteur et un site avec un post-digesteur non chauffé.

Le site Pot au Pin a augmenté de puissance en 2020. Le post digesteur est devenu le second digesteur de l'installation et le stockage de digestat de 3 885 m³ est devenu le post digesteur.
Les 5 sites agricoles fonctionnent avec de la recirculation de digestat.

Les temps de séjour sont variables d'un site à l'autre. Il est préconisé de disposer d'un temps de séjour supérieur à 70 jours en cas de ration contenant une proportion de fumiers significative. Le mode d'incorporation permet toutefois de réduire le temps nécessaire à la dégradation grâce au broyage de la matière : on constate ici que les sites qui traitent des fumiers ont des temps de séjour de 65 jours ou moins, ce qui paraît un peu faible mais n'empêche pas une bonne expression du pouvoir méthanogène de la ration. Les capacités d'évolution de la ration et de la production d'énergie sont plus limitées pour les sites en monodigesteur.
La charge organique est dans la gamme recommandée (1,5 à 4 kg MO/m³ digesteur/j) sauf pour un site.

CARACTÉRISTIQUES DE DIGESTION



LÉGENDE

- Temps de séjour post digesteur
- Temps de séjour digesteur
- Charge organique digesteur

Sur Adour Méthanisation, l'exploitant indique un souci avec les produits peu chargés en matière sèche qui flottent dans les ouvrages de digestion verticaux (épis de maïs par exemple), et l'agitation pendulaire ne permet pas d'éviter ce phénomène de flottation, ni un dépôt sédimentaire classique.

RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le potentiel méthanogène résiduel des digestats

Une analyse de potentiel méthanogène a été réalisée sur le digestat pour trois sites : pour deux sites un potentiel de 10 Nm^3 CH_4/tMB a été trouvé, soit de l'ordre de 10% du potentiel entrant. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que ces deux sites ont des systèmes monodigesteurs et des temps de séjour courts ou limités (SARL Vie et Lulimetha), même s'il est courant que les digestats de méthanisation présentent un potentiel méthanogène résiduel[1] . Un potentiel faible de 1 Nm^3 CH_4/tMB a été trouvé pour le dernier site après un temps de stockage long dans le post-digesteur non chauffé (COOP CUMA Saint Quentin).

POST-TRAITEMENT DU DIGESTAT

4 unités équipées d'un système de séparation de phase : dont **3** par presse à vis : et **1** par centrifugeuse

RETOUR D'EXPÉRIENCE

Lulimétha

Sur Lulimétha, la décision d'ajouter un rotacut avec un piège à cailloux en sortie de digesteur a été prise pour faciliter la séparation de phase, en raison de blocages réguliers liés aux inertes et à la présence de brins de paille longs non broyés en sortie de digesteur.

Adour Méthanisation

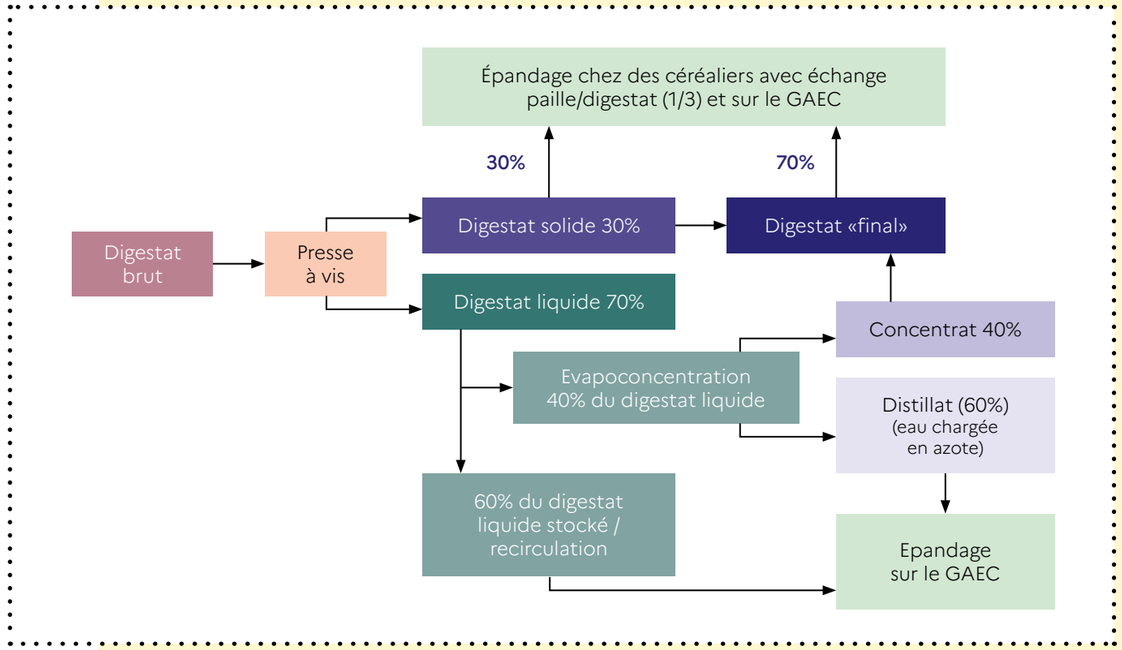
Sur Adour Méthanisation, un filtre presse traite 5% du digestat brut. Il fonctionne en batch et engendre des coûts d'exploitation importants (électricité, main d'œuvre, consommables type polymères) au regard de l'enjeu sur le volume de digestat brut à stocker et épandre. Une presse à vis a été testée mais les produits ne sont pas suffisamment fibreux pour extraire la matière sèche du digestat. Une centrifugeuse mise en service en 2020 a pour objectif de traiter 50% du volume de digestat brut, essentiellement en hiver entre deux périodes d'épandage. Les premiers mois de fonctionnement ont apporté satisfaction en termes de rapport efficacité/coût d'exploitation.

[1] A. BATTIMELLI, C. DA ROS, C.CAVINATO, P. PAVAN, M. TORRIJOS, R. ESCUDIE, Méthanisation en 3 étapes pour l'amélioration de la production de biogaz : comparaison de procédés physicochimiques et impact du digestat sur les performances du procédé, INRA, 2017 (https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01605862/document p. 18)

RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'évaporation du digestat liquide sur la SARL Vie

Afin de réduire les volumes à épandre, dans un contexte où les surfaces d'épandage sont limitées aux alentours, la SARL Vie a opté pour un système d'évapoconcentration K-Revert pour le digestat liquide après séparation de phase.



L'évapoconcentration produit un concentrat qui concentre la matière sèche, et un distillat, eau chargée en azote qui présente un pH basique (pH = 9). Cette eau chargée est susceptible de brûler les plantes en cours de culture et de précipiter avec l'eau de pluie : l'épandage avec une tonne équipée d'un pendillard a permis d'éviter ces phénomènes cette année. Elle est maintenant valorisée dans de bonnes conditions pour la production de CIVE, permettant d'abaisser le coût de production de ces cultures.

Le concentrat issu de l'évapoconcentration est mélangé au digestat solide. Cependant, il rend le digestat solide plus pâteux et moins facile à manipuler. Le digestat solide ou digestat "final" (solide + concentrat) est stocké en bout de champ en vue d'une utilisation par les céréaliers.

Ce système fonctionne une partie du temps pour permettre de réduire les volumes pour le stockage et l'épandage. Les consommations électriques liées à l'évapoconcentration représentent une charge de plus de 14 k€/an.

L'évapoconcentration du digestat liquide présente l'intérêt de réduire les volumes de digestat liquide à épandre et à stocker, mais entraîne ainsi des charges importantes au regard des quantités traitées, sans véritable plus-value technique ou économique sur le concentrat obtenu qui est mélangé au digestat solide.

> **LE RETOUR DE L'EXPLOITANT**
> *Dans les conditions technico-économiques actuelles, si c'était à refaire, l'exploitant investirait plutôt dans un post-digesteur et un réseau enterré de canalisations pour l'épandage du digestat liquide.*

STOCKAGE DU DIGESTAT

2 sites avec **8** mois de stockage en lagune ou poche

4 sites avec **4,5** à **6** mois en cuve

2 sites munis de stockages couverts

	CUMA Saint Quentin	Pôle de Lanaud	Adour Méthanisation	SARL Vie	Pot-au-Pin Énergie	Lulimetha
Quantité de digestat produit	Digestat brut : 7 500 t	Digestat solide : 705 t Digestat liquide : 6 020 m³	Digestat brut : 35 000 t	Digestat solide : 3000 t Digestat liquide : 3 000 m³ Distillat : 1 200 m³	Digestat brut : 16 000 t	Digestat solide : 800 t Digestat liquide : 4 500 m³
Typologie de stockage du digestat brut ou liquide	Post-digesteur non chauffé et lagune non couverte	Cuve béton avec gazomètre	2 fosses de stockage béton et 1 fosse non couvertes	Cuve non couverte	Lagune non couverte	Poche (sans récupération de biogaz)
Volume	1 900 m³	2 000 m³	8 000 m³ puis 13 000 m³	12 000 m³	17 500 m³	3 000 m³
Autonomie de stockage	6 mois	4,5 mois	4,5 mois	5 mois (partie non traitée par évapocon-centration)	16 mois (8 mois en phase 2)	8 mois

Stockage du digestat liquide sur le pôle de Lanaud

Le temps de stockage court sur le Pôle de Lanaud ne pose pas de problème dans la mesure où l'épandage est assuré par une CUMA qui évacue régulièrement du digestat, une partie étant valorisée sur prairie en sortie d'hiver. Sur la SARL Vie en revanche, le stockage limité du digestat liquide contraint l'exploitant à utiliser davantage l'évapoconcentration pour réduire les volumes à épandre en fonction des périodes d'épandage et des conditions climatiques.

A la construction de l'installation de la SAS Pot-au-Pin Energie, une lagune non couverte de type géomembrane de 14 000 m3 a été installée, rapidement coupée en deux lagunes (4 000+ 10 000) car impossible à agiter. Les volumes de digestat produits sont supérieurs au prévisionnel notamment du fait de l'eau de pluie stockée en raison de l'absence de couverture.

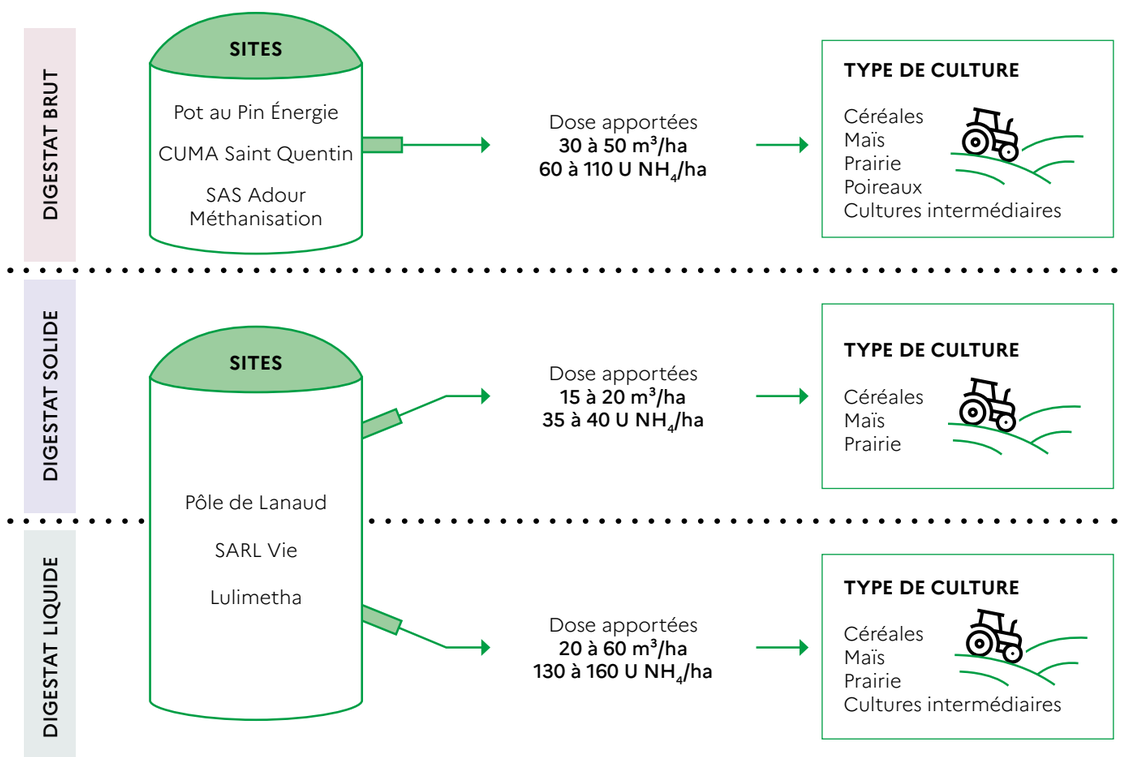
Le temps de stockage du digestat brut est trop court sur Adour Méthanisation, du fait de l'augmentation continue des tonnages traités en entrée. Des solutions alternatives doivent être trouvées pour sécuriser le débouché du digestat même si les épandages sont gérés par Adour Méthanisation en totalité afin d'assurer son évacuation.

6. LA GESTION DU DIGESTAT

Les caractéristiques moyennes des digestats, issues d'analyses réalisées dans le cadre de l'audit, montrent une variabilité de composition importante en fonction des sites, des intrants incorporés et parfois des modalités de stockage.

	MOYENNE DES VALEURS DE DIGESTAT						
	Nombre d'analyse	% MS/MB	% MO/MS	N total (g/kg)	NH_4/N_{total}	P_2O_5 (g/kg)	NH_4/N_{total}
Digestat brut	6	5 - 17%	59 - 80%	3,6 - 8,2	41 - 57%	0,8 - 4,4	3 - 9
Digestat solide	2	21 - 26%	88 - 89%	5,1 - 12	15 - 45%	2,6 - 13,8	1,9 - 3,7
Digestat liquide	4	3 - 11%	64 - 71%	2,9 - 7	43 - 62%	1,3 - 3,6	3 - 8,3

MODALITÉS D'ÉPANDAGE DES DIGESTATS



RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'hygiénisation des digestats du Pôle de Lanaud

Depuis avril 2020, en lien avec la crise sanitaire liée à la COVID-19, l'ANSES interdit l'épandage des boues de station d'épuration n'ayant pas subi d'hygiénisation au préalable. Pour l'unité du Pôle de Lanaud, les matières de vidange livrées sur site sont qualifiées comme boues de station d'épuration, ce qui implique que l'installation soit directement impactée par l'arrêté du 5 mai 2020 qui présente les mesures d'épandage des boues issues de station d'épuration avant et pendant l'épidémie.
Pour répondre rapidement aux exigences sanitaires, les technologies de chaulage du digestat liquide et compostage du digestat solide ont été mises en place. Cependant, ces technologies fragilisent la stabilité économique de l'unité. Une étude économique détaillée à l'investissement d'un système d'hygiénisation a été réalisée. L'achat d'un hygiéniseur de 10 m³ pour traiter les matières de vidange permet d'assurer un revenu lié aux redevances et de capter d'autres gisements à redevance qui nécessitent un traitement thermique.

FOCUS SUR LE BILAN AGRONOMIQUE SUR LA SCEA POT-AU-PIN, EXPLOITATION SUPPORT DE LA SAS POT-AU-PIN ENERGIE

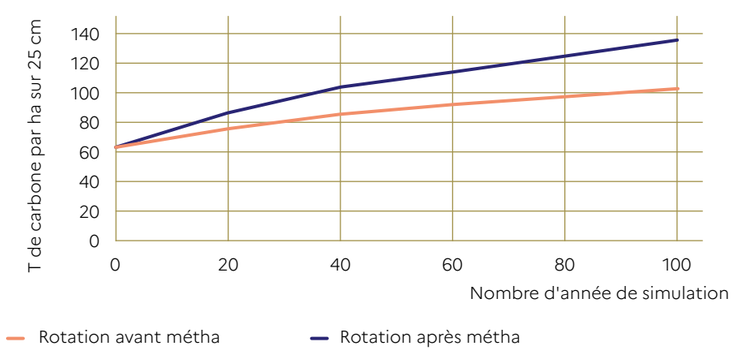
L'introduction de CIVE dans la rotation a également un objectif agronomique. Sur l'assolement de la SCEA Pot au Pin produisant des légumes plein champs, les cultures notamment de maïs doux ou de carotte sont récoltées précocement et laissent donc des sols nus sur de longues périodes. L'introduction d'une CIVE d'hiver implantée en septembre permet ainsi de valoriser cette période d'interculture tout en couvrant le sol. D'autre part, le maïs ensilage dédié est produit sur une parcelle à problématique mauvaise herbe.

Afin d'analyser l'intérêt agronomique de l'évolution de l'assolement de la SCEA Pot au Pin, il est possible de comparer le système avant et après méthanisation sur le plan de la matière organique : différentes simulations ont été réalisées en ligne sur l'outil SIMOS AMG.

BILAN : Bilan carbone, un compromis à trouver

La quantité de carbone évolue favorablement dans le sol, avec la rotation intégrant des CIVEs, ce qui permet donc de séquestrer plus de carbone et de contribuer ainsi à la baisse des GES, en plus de la substitution d'énergie fossile grâce à la production de biométhane renouvelable à partir de CIVE et maïs. Toutefois, il ne faut pas occulter le fonctionnement de ces sols sableux acides qui restent fragiles malgré le taux de matière organique élevé. En effet, hormis la restitution des cannes de maïs, les cultures légumières produisent peu de biomasses aériennes. Il faudra surveiller le fonctionnement du sol notamment à travers l'activité biologique, pour que le stockage d'un carbone stable ne se fasse pas au détriment du fonctionnement du sol par manque de carbone plus énergétique et rapidement dégradable. Une des pistes mise en place par d'autres méthaniseurs est l'intégration d'autres espèces de couverts (légumineuse, lin, crucifère) en mélange avec le seigle, ce qui permet une restitution au sol plus importante sans diminuer le rendement.

ÉVOLUTION DU STOCK DE CARBONE POUR 2 ROTATIONS DE 5 ANS AVANT ET APRÈS MÉTHANISATION



7. LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

Les différents sites audités présentent des performances énergétiques satisfaisantes :

5 SITES AUDITÉS

ELECTRICITÉ

Temps de fonctionnement du moteur
Entre 82 et 99%
Rendement électrique net
Entre 37 et 40%

Données AREC 2019 [1]
69% des sites fonctionnent plus de 7 500h/an

→ Électricité consommée par le process
Entre 3 et 4% sur énergie primaire
12% en moyenne sur électricité brute produite

→ Consommation des auxiliaires moteur
Entre 3 et 6% de l'électricité produite

Digesteur

CHALEUR

Chaleur valorisée sur énergie thermique produite (hors autoconsommation)
Entre 33 et 55% [2]
Type de valorisation (hors autoconsommation process)
Bâtiments administratifs, agricoles et maisons
Séchoir, serres, process biodéchets, évapoconcentration

Données AREC 2019 [1]
37%

Données AREC 2019 [1]
25%

→ Chaleur autoconsommée (sur production thermique totale)
Entre 9 et 24%
41% pour le site traitant des biodéchets

1 SITE AUDITÉ

INJECTION

Taux de disponibilité du poste d'injection
96,6%
Rendement épuratoire
99,04%

Données AREC 2019 [1]
5%

→ Consommation électrique épuration (sur l'énergie primaire)
6,3%

Moteur de cogénération sur la COOP CUMA Saint Quentin

Séchoir Lulimetha

[1] Données basées sur l'année d'exploitation 2018
[2] Pas de chaleur valorisée sur SAS Adour Méthanisation

8. MODALITÉS D'EXPLOITATION, MAINTENANCE ET TEMPS DE TRAVAIL

Le temps passé pour la réception et l'incorporation des intrants, l'entretien de l'installation et du site, ainsi que la gestion administrative prennent de 1 h/jour à 1 équivalent temps plein.

Le temps passé sur les sites agricoles en cogénération est généralement un peu supérieur à la moyenne de 0.3 ETP/100 kWe constatée dans la région[2] et dans plusieurs études nationales[3].
Pour Lulimetha, le temps passé est faible : l'unité est assez simple à gérer de par sa conception et son automatisation. L'exploitant est également conscient de ne pas passer suffisamment de temps pour l'entretien du site et des équipements. Il souhaiterait à l'avenir y consacrer 1 jour supplémentaire par semaine, soit 0,3 ETP au total.

L'exploitation du site Pot au Pin Energie est assurée par l'opérateur ALAB (également associé). Il est en charge de l'exploitation, de la maintenance curative du site, du contrôle de la qualité des substrats (taux de MS, suivi biologique…) et de l'achat de l'électricité et des additifs. Au total, 12 personnes sont formées à l'exploitation et la gestion des astreintes. La SCEA Pot-au-Pin, exploitation agricole support, assure l'exploitation et les astreintes en dehors des jours et heures ouvrés, dont les jours fériés et week-end. Les appels d'astreinte sont réguliers malgré la présence quotidienne de l'exploitant et le nombre d'ETP mobilisé, plutôt élevé au regard de la capacité de production actuelle de 120 Nm3/h.

Le site d'Adour Méthanisation a la particularité d'avoir une exploitation et une gestion des astreintes mutualisées avec un autre site de méthanisation, Méthalandes. Sept personnes interviennent sur le site d'Adour sur les postes suivants : responsable de site, responsable maintenance mutualisé sur les 2 sites, déconditionnement, 3 personnes sur la réception des déchets et le criblage réparties entre les deux sites, administratif, sans compter les chauffeurs. Les astreintes sont gérées par semaine et 5 salariés tournent sur 4 semaines.
La maintenance courante du process est réalisée par les exploitants sur les 4 sites agricoles.
La maintenance du moteur pour les sites agricoles en cogénération fait l'objet d'un contrat de maintenance full-service avec le fournisseur du moteur pour 2 sites, et d'un contrat pour l'entretien courant pour un site. L'exploitant du Pôle de Lanaud assure la maintenance courante et curative du moteur.

Les sites en fonctionnement depuis plusieurs années présentent un retour d'expérience intéressant sur les opérations d'entretien et de maintenance des équipements.

RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le curage digesteur sur CUMA Saint Quentin

Sur le site de la COOP CUMA Saint Quentin, le curage du digesteur a eu lieu lors de la septième année d'exploitation. Le toit béton a compliqué l'intervention qui a duré 1 semaine et mobilisé 5 personnes. Une aération par tuyaux était nécessaire en plus du port de masque pour travailler à l'intérieur du digesteur. Des mini-pelles ont été descendues par les trappes pour éliminer les gravats. Les sédiments ont été remontés au fur et à mesure par caissons de 500L. 400 m3 ont ainsi été extraits. Le coût de l'opération s'est élevé à 25 000 € incluant la location du matériel et la prestation de service. La perte de chiffre d'affaires liée au curage est estimée à 32 k€ (sachant que l'overhaul a été fait en même temps) soit environ 10 % du CA lié à la vente d'énergie.

[2] Etat des lieux du développement de la méthanisation en Nouvelle-Aquitaine, enquête année de production 2018, Observatoire régional de l'énergie de la biomasse et des gaz à effet de serre, note de l'AREC
[3] Programme PRODIGES mené par l'APCA et 6 Chambres d'agriculture régionales, et guide « Réaliser une unité de méthanisation à la ferme », ADEME

FOCUS SUR LE SUIVI BIOLOGIQUE

On constate globalement peu ou pas de suivi biologique sur les installations auditées, ce qui a parfois conduit à des baisses de production dans le cas de l'incorporation d'intrants nouveaux ou de qualité variable de type graisses ou biodéchets.

Sur Adour Méthanisation, la disponibilité de la ressource et son traitement sont deux éléments primordiaux. Mais avec la grande variabilité de biomasse, le suivi biologique quotidien est indispensable. En effet, les biomasses traitées ont un faible pouvoir tampon (contrairement aux méthaniseurs majoritairement alimentés par des effluents d'élevage), et leur digestion nécessite un suivi biologique régulier. Au quotidien, une personne sur le site suit la ration et les paramètres tels que les AGV, Fos, TAC pour détecter d'éventuels signes d'instabilité de la biologie qui aurait ensuite des conséquences sur la production de biogaz ou de sa qualité (H2S). Les mesures sont faites en interne dans une pièce dédiée (en particulier au moyen d'une étuve pour le taux de MS, un four pour le taux de matière organique et un kit d'analyse pour AGV et rapport FOS/TAC). Les paramètres comme la température, la teneur en CH4 du biogaz, sa teneur en H2S, sont mesurés et enregistrés en continue sur l'outil de supervision du site.

Sur Pot-au-Pin Energie, le suivi biologique n'avait pas été suffisamment déployé au démarrage de l'installation par l'opérateur. En effet, la survenue d'une panne de surpresseur n'ayant pas été prévu en stock et remplacé tardivement a entraîné un arrêt de l'épuration, et la diminution puis la réintroduction de l'alimentation durant cette période n'a pas été corrélée à un suivi biologique rapproché, ce qui a perturbé la stabilité du milieu et la puissance nominale n'a été atteinte que 8 mois après l'événement.

9. BILAN ÉCONOMIQUE

INVESTISSEMENTS

Les investissements présentés tiennent compte des investissements initiaux et complémentaires réalisés pour l'atteinte de la production énergétique actuelle, à l'exception de la SAS PAP Energie qui a investi dans des ouvrages dimensionnés pour une capacité de 250 Nm3/h, double de la production actuelle, sur laquelle l'analyse des investissements est réalisée.

	CUMA Saint Quentin	Pôle de Lanaud	Adour Méthanisation	SARL Vie	Pot-au-Pin Énergie	Lulimetha
Capacité de production énergétique installée	160 kW	100 kW	525 -> 1325 kW	250 kW	120 -> 250 Nm³/h	250 kW Bridé à 220 kW
Investissement total (k€)	1 660	1 295	7 502	2 560	5 961	2 079
Ratio Investissement / Puissance	10 375 €/kWe	12 949 €/kWe	5 662 €/kWe	10 242 €/kWe	23 900 €/Nm³/h	9 449 €/kWe

LES INDICATEURS MOYENS SONT LES SUIVANTS :

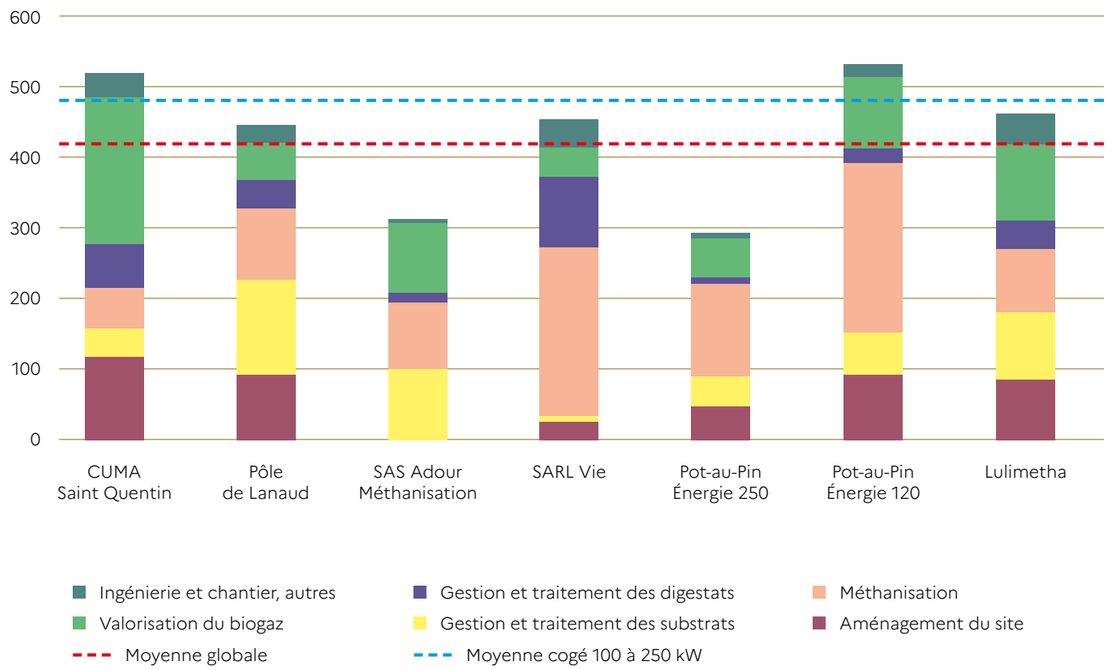
• 10 750 €/kW **en moyenne pour les installations entre 100 et 250 kW en cogénération**. La note de l'Observatoire Régional de l'Energie de la Biomasse et des Gaz à effet de serre publiée en avril 2020 indique un ratio moyen de 8600 €/kW pour des installations de 100 à 250 kW mises en service sur la même période.
Cette moyenne de 10 750 €/kW est donc 25% plus élevée que le ratio constaté par l'Observatoire.
L'investissement a en effet été plus élevé sur les sites plus anciens, avec parfois des investissements importants pour la valorisation de la chaleur.
Cette différence des données d'investissement peut aussi s'expliquer par une simple variabilité de l'échantillon.

• **5700 €/kW pour l'installation de 1325 kW**

• **Moyenne globale en cogénération à 9 700 €/kW**

• **23 900 €/Nm3/h pour l'installation en injection à capacité maximale de 250 Nm³/h**, contre 34900 €/Nm3/h en moyenne pour dix installations de 110 à 500 Nm3/h suivies durant l'année , mais dont l'approvisionnement était globalement plus diversifié impliquant des investissements dans les ouvrages de réception et préparation des matières plus coûteux.

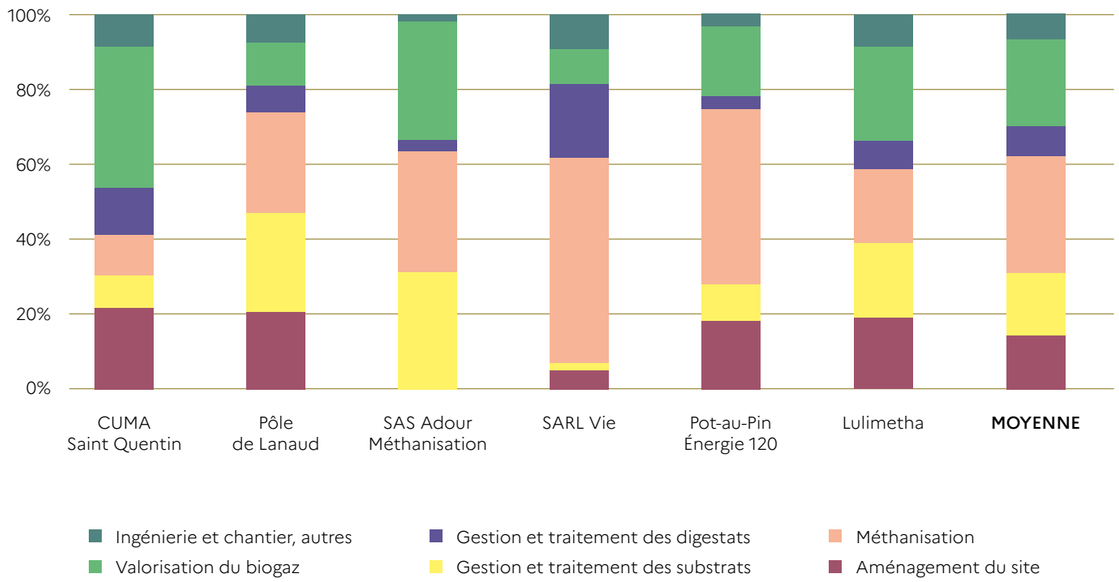
INVESTISSEMENTS (€/MWh pci primaire)



Sans surprise, l'investissement ramené au MWh PCI place les deux installations de capacité supérieure à 1200 kW équivalent (PAP Energie et Adour Méthanisation) comme les moins coûteuses, du fait d'une économie d'échelle.

Les 3 sites agricoles du Pôle de Lanaud, SARL Vie et Lulimetha présentent des ratios comparables ramenés à l'énergie primaire produite, et légèrement inférieur à la moyenne régionale pour ces niveaux de puissance en cogénération. On constate ainsi que même si les investissements ramenés à la puissance installée sont supérieurs aux moyennes constatées pour d'autres sites, ce n'est pas le cas lorsqu'on ramène ces investissements à l'énergie produite, puisque ces installations présentent des performances de production énergétiques élevées. Le site de la CUMA Saint Quentin présente quant à lui un investissement plus important ramené à l'énergie produite : l'explication réside dans l'ancienneté du site ainsi que dans des ouvrages de taille importante par rapport à la puissance installée.

RÉPARTITION DES INVESTISSEMENTS (%)

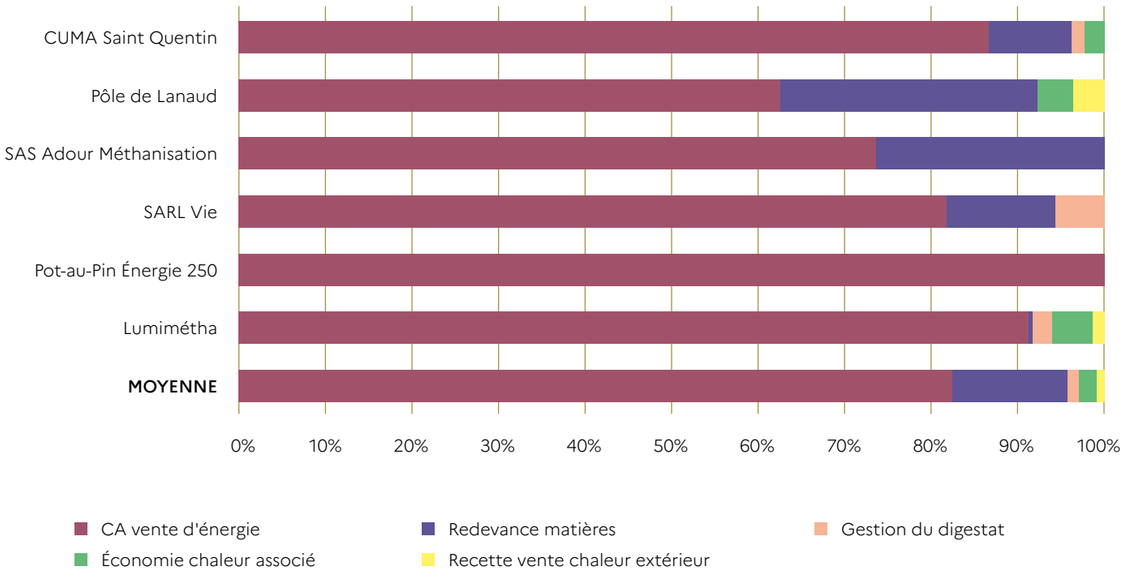


La part d'investissement réservée à la gestion des intrants dépasse 25% pour la SAS Adour Méthanisation et le Pôle de Lanaud. La SAS Adour méthanisation est en effet dotée d'équipements spécifiques à la multiplicité et la diversité quantitative et réglementaire des matières. Pour le Pôle de Lanaud, les difficultés d'incorporation des fumiers ont conduit à l'ajout d'une préfosse et d'un prémix.
La part d'investissement réservée à la gestion du digestat est de 20% pour la SARL Vie du fait de la présence d'un évapoconcentrateur.

SARL Vie

COMPTE D'EXPLOITATION

RÉPARTITION DES PRODUITS (% annuel)



Vente d'énergie :
83% des recettes

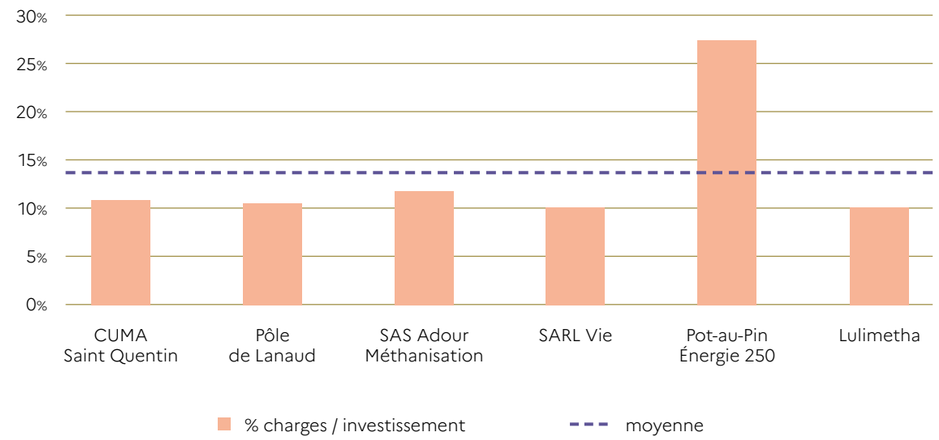
Redevance déchets :
13% des recettes

Revenus et économies liés à la chaleur et au digestat :
4% des recettes

En moyenne, la vente d'électricité ou de biogaz représente 83% des recettes. Pour tous les sites, la vente d'énergie assurée par contrat sur 15/18 ans représente plus de 80% à l'exception du Pôle de Lanaud et la SAS Adour Méthanisation qui traitent une part importante de matières extérieures dans leur approvisionnement (53% et 100% respectivement) et perçoivent des redevances en conséquence. Pour mémoire, ces deux sites traitent notamment des matières de vidange.
Les redevances sur les matières représentent en moyenne 20% sur les 4 sites qui en perçoivent, mais 13% sur l'ensemble. La moyenne de 20% constitue un niveau élevé et ne peut être reproductible dans un Business Plan de projet. Cette situation peut notamment s'expliquer par l'ancienneté des sites qui leur fait bénéficier de partenariats avec les entreprises apporteuses, à l'exception d'Adour Méthanisation dont la collecte de matières est le métier premier. A noter que sur certains sites, les redevances déchets pourraient se réduire dans les années à venir. Sur le Pôle de Lanaud en revanche, le recours à un système d'hygiénisation est envisagé et devrait permettre de maintenir voire d'augmenter les quantités de matières de vidange traitées.
La répartition moyenne globale est cohérente avec celle constatée en région Nouvelle-Aquitaine.

2 sites en cogénération sur 5 tirent un revenu d'une partie de la valorisation de la chaleur.
Les économies d'engrais et de paille générées par l'utilisation du digestat ont pu être estimées sur les sites agricoles valorisant le digestat sur les exploitations associées au projet, et sont très variables selon les sites en fonction des pratiques de fertilisation : 8000 € d'économies d'engrais en moyenne (3500 €/an à 12000 €/an), et 14000 €/an d'économies de paille pour le site de la SARL Vie en échange du digestat solide.

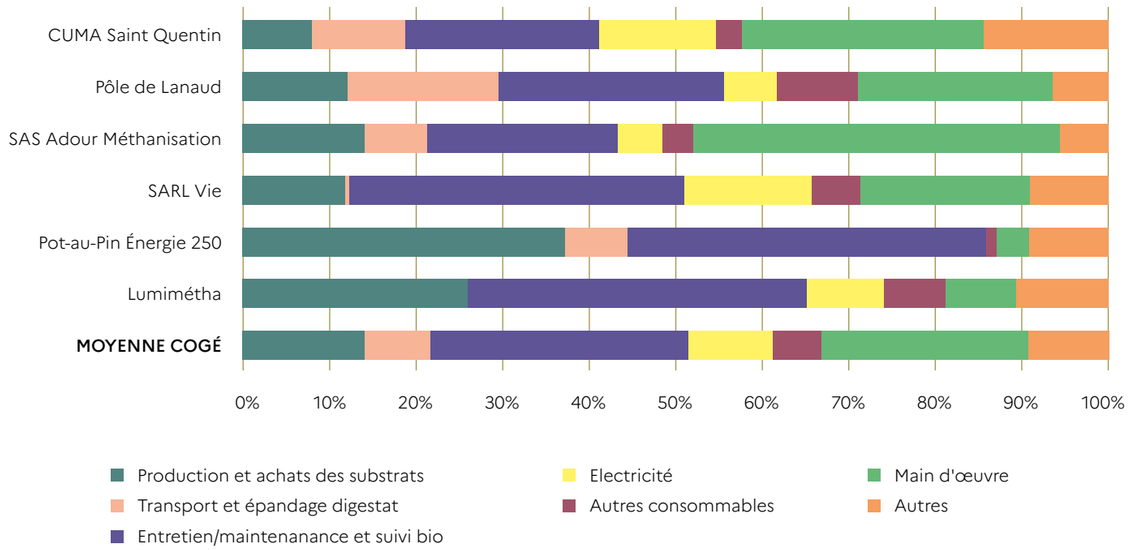
LES CHARGES RAMENÉES À L'INVESTISSEMENT



Sur les sites en cogénération, **les charges représentent en moyenne 10.5% de l'investissement**, ratio classiquement observé. Le ratio s'élève à 28% pour le site en injection. Ce ratio est élevé car habituellement situé plutôt entre 10 et 15% sur des sites de puissance et approvisionnement équivalents. Le niveau d'investissement observé se situant dans la moyenne, ainsi que les coûts de gestion de digestat et d'achat des matières, ce niveau élevé peut s'expliquer principalement par le coût de prestation assurée par ALAB.

Les charges se situent entre **89 et 160 €/MWhé** en cogénération, avec une moyenne à **128 €/MWhé**, ce qui est en adéquation avec les valeurs observées dans la note de l'AREC. Il en est de même pour l'EBE qui se situe entre **108 et 166 €/MWhé** avec une moyenne à **128 €/MWhé**.
Il est noté que l'EBE sur l'année observée ici n'est pas directement corrélé à la rentabilité dans la mesure où les charges d'investissement ne sont pas prises en compte.

RÉPARTITION DES CHARGES (% annuel)



Pour l'ensemble des unités, **l'entretien/maintenance/suivi biologique et technique constitue le plus gros poste de dépense, à hauteur de 32% en moyenne**, 22% au plus bas pour la CUMA Saint Quentin et 39% au plus haut pour la SARL Vie et Lulimétha. Cette proportion est plutôt élevée au regard des 24% dans le suivi ADEME 2020 et 18% dans le bilan de l'AREC.

La main d'œuvre est le deuxième plus gros poste de dépenses, à hauteur de 22% en moyenne et 9 €/MWh PCI primaire en cogénération, ce qui est légèrement supérieur aux données observées dans le suivi Ademe 2020 et le bilan de l'AREC.

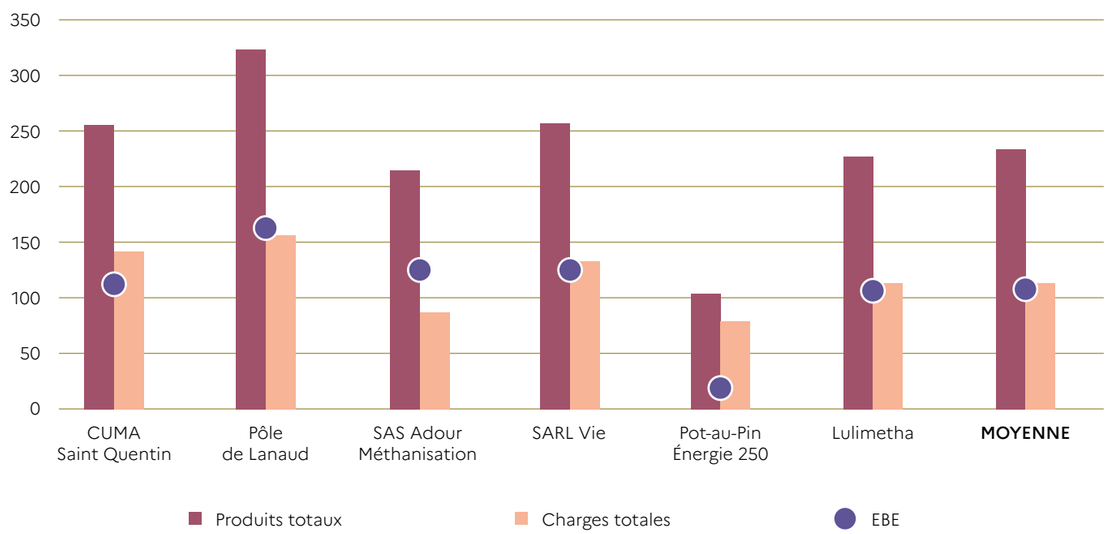
Les achats matières représentent 15% des charges en cogénération et 6,5 €/MWh PCI primaire, contre 34% dans le bilan de l'AREC et entre 14 et 38% dans le suivi Ademe de 2020. Ce niveau bas peut s'expliquer :
- d'une part par le fait que certains des sites retenus incorporent des matières sujettes à redevances à un niveau plus élevé que la moyenne
- d'autre part par un recours important à des matières endogènes aux exploitations agricoles sur les sites agricoles traitant des effluents d'élevage

La consommation électrique reste un poste de charge non négligeable, qui représente 6 à 15% des charges et sera amenée à encore augmenter dans le temps. **Cette charge représente 14,7 €/MWhe vendu en moyenne sur les 4 sites agricoles en cogénération, et varie en fonction des équipements présents sur l'installation mais également des modalités d'exploitation**.

Pour la SAS Pot-au-Pin Energie, le poste « entretien/maintenance/suivi biologique » comprend également la consommation électrique et la main d'œuvre de l'opérateur ALAB. Le poste « autres » comprend les frais liés au poste d'injection GrDF. La part du coût d'approvisionnement est représentative des sites incorporant 100% de matières végétales.

La SAS Adour Méthanisation présente des ratios bas sur tous les postes sauf sur le coût d'approvisionnement dans la moyenne. **La mutualisation de l'exploitation avec un autre site explique en partie ce constat puisque le ratio au MWh PCI primaire produit est bas pour le poste entretien/maintenance/suivi biologique**.

COMPTES D'EXPLOITATION (€/MWh PCI vendu sous contrat)



INDICATEURS DE RENTABILITÉ

Deux indicateurs sont proposés ici :
- le Taux de Rentabilité Interne renseignant la marge de risque du projet (% de dépréciation de l'EBE entrainant l'équilibre du projet (ni perte ni profit))
- le Temps de retour brut ou délai de récupération de l'investissement initial (pay-back period), qui est la durée nécessaire pour amortir l'investissement grâce à l'EBE

Dans les deux cas, l'EBE pris en compte comme argument est l'EBE moyen sur la durée du contrat d'achat de l'énergie, prenant ainsi en compte les premières années de fonctionnement à capacité réduite, et le montant d'investissement total du projet duquel sont déduites les subventions totales.
Pour les 4 sites agricoles, ces indicateurs sont calculés selon que l'on prend ou non en compte les économies réalisées grâce au digestat et à la chaleur qui ne sont pas facturées par la méthanisation :

	CUMA Saint Quentin	Pôle de Lanaud	Adour Méthanisation	SARL Vie	Pot-au-Pin Énergie	Lulimetha
Sans prendre en compte les économies non facturées						
TRB	9,3	6,1	6	8,7	13	9,4
TRI	8,3%	13%	12,4%	10%	1,5%	7,9%
En prenant en compte les économies non facturées						
TRB	8,7	5,8	-	7,8	-	8,3
TRI	9,4%	13,8%	-	11,9%	-	9,9%

La situation financière est positive pour toutes les entreprises. En cogénération, le TRB moyen est de 8 ans et le TRI moyen de 9%.
Les 4 sites agricoles présentent une rentabilité correcte (TRB de l'ordre de 9 ans, TRI de l'ordre de 8%) à très satisfaisante (TRB inférieur à 9 ans et TRI supérieur à 10%) dans les conditions de fonctionnement constatées en 2018-2019.
L'unité du Pôle de Lanaud présente des performances économiques remarquables pour une unité de petite puissance de 100 kWe grâce à des produits liés au traitement des eaux de vidange et à une exploitation exemplaire du site.

La prise en compte des économies d'engrais, de paille ou encore de chaleur non facturées améliore la rentabilité en raccourcissant le TRB de 6 mois à 1 an et en augmentant le TRI de 1 à 2 points.
Des évolutions sont à noter sur tous les sites par rapport à 2019, qui conduisent à améliorer ou dégrader cette rentabilité :
- hygiénisation sur Pôle de Lanaud,
- baisse des redevances liées aux graisses sur SARL Vie et CUMA Saint Quentin, avec l'achat d'un nouvel intrant (eaux de cracking) sur CUMA Saint Quentin,
- débridage du moteur pour passer de 220 kW à 250 kW sur Lulimetha

D'autre part, une augmentation de puissance a été écartée sur 2 sites pour lesquels ce ne serait pas pertinent économiquement :
- sur la CUMA Saint Quentin par manque de gisements à bas coût et en raison de coûts de raccordement importants
- sur la SARL Vie en raison de volumes de digestion et de stockage limités qui impliqueraient des réinvestissements importants à prévoir en cas d'augmentation des volumes traités (scénario d'augmentation à 450 kW simulé dans le cadre de l'audit). L'exploitant s'orienterait plutôt vers une couverture de son stockage de digestat liquide couplé à une augmentation de puissance moins importante.

Cas particulier de la Sas Pot-au-Pin Énergie :

La rentabilité de l'unité est basse. Ceci s'explique par le niveau de charge élevé en lien avec la délégation de l'exploitation, ainsi que par les produits qui n'ont pas été à leur maximum atteignable sur les 2 premières années (chiffre d'affaire à 55% du maximum atteignable en 2018, débit moyen injecté de 20 Nm3/h en-dessous de la capacité maximale sur laquelle est calculé le tarif d'achat en 2019, impliquant une perte de chiffre d'affaire d'environ 225 k€), et estimés de manière basse dans le prévisionnel à 250 Nm3/h (2.5% en dessous du maximum atteignable). Enfin, le niveau de subvention est bas

De manière générale, il est rappelé que les conclusions économiques ne peuvent être transposées à des projets futurs ou en cours de développement dans la mesure où les paramètres suivants sont amenés ou ont déjà évolué, et pèsent sur la rentabilité des projets :
- les taux de subventions amenés à diminuer
- les tarifs d'achat de l'électricité et du biométhane ont diminué et diminuent à chaque trimestre
- le coût d'achat de l'électricité est amené à augmenter
- une part de redevance élevée dans le chiffre d'affaire globale, amenée à diminuer

10. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail d'expertise technico-économique sur 6 installations en fonctionnement en Nouvelle-Aquitaine met en avant différentes configurations d'unités de méthanisation, qui présentent toutes un **fonctionnement technique et économique satisfaisant**. Pour certains sites cependant, les résultats économiques restent très sensibles à la perte de gisements extérieurs. **Il apparaît ainsi indispensable d'envisager différents scénarios d'approvisionnement dès le stade de la conception du projet, afin de mesurer l'impact technique et économique de l'ajout ou la perte d'un gisement qui pèse sur la production énergétique, le fonctionnement biologique et la rentabilité, et de s'assurer d'un niveau élevé de sécurisation de ces gisements**. Le recours au maximum à des biomasses provenant des exploitations agricoles support des projets, et la contractualisation des apports en substrats extérieurs est indispensable. D'autre part, le recours à des cultures intermédiaires à vocation énergétiques nécessite une bonne adaptation aux conditions locales de production et aux impacts à moyen long terme sur les sols. A ce titre, l'Ademe Nouvelle-Aquitaine et la Région prévoient de généraliser les bilans humiques lorsque le gisement est composé majoritairement de CIVE. Enfin, le recours à des gisements extérieurs non agricoles impose d'avoir prévu la place et les raccordements sur l'installation pour adapter la réception et le traitement à la spécificité technique et réglementaire que peuvent présenter les biomasses extérieures non agricoles.

En conclusion, les différentes installations ont toutes subi des évolutions de ration et souvent des modifications d'équipements depuis leur mise en service, et plusieurs exploitants envisagent ou prévoient une augmentation de puissance de leur installation. **En conséquence, l'anticipation autant que possible des évolutions envisageables est indispensable dès la conception des projets** : dimensionnement et types de stockages des intrants, équipements d'incorporation, taille des cuves de digestion et intérêt de disposer d'un post-digesteur, dimensionnement du stockage pour le digestat, possibilité de raccordement de nouveaux ouvrages (brides en attente, place sur le site, évolution de l'automate et de la supervision).

Dans un contexte de réduction des aides publiques à compter de 2022 en Nouvelle-Aquitaine et de baisse des tarifs d'achat de l'énergie issue du biométhane, il est d'autant plus important de s'appuyer sur les retours expériences pour identifier les pistes d'optimisation économique des projets. Ainsi, on peut mentionner **l'adaptabilité des installations à la réception de déchets** dont le traitement est nouvellement rendu obligatoire et dont la ressource n'est pas encore pleinement exploitée. Il peut s'agir également de **l'optimisation des charges de maintenance du process et des consommations électriques, grâce à la pratique d'un entretien régulier et préventif des équipements, et d'un suivi rapproché des paramètres de fonctionnement et des performances de production**. Un suivi biologique continu est d'ailleurs préconisé, en particulier en cas d'incorporation de substrats présentant une variabilité et une saisonnalité en qualité et en quantité, et présentant par conséquent davantage de risques biologiques (comme les graisses notamment).
L'optimisation économique pourra également passer par la **mutualisation des investissements**, mais aussi et surtout **la mutualisation de l'entretien/maintenance, des stocks de pièces critiques, et de la main d'œuvre exploitante**.
Ces préconisations rejoignent les pistes envisagées par les partenaires de Methanaction pour optimiser les OPEX et les CAPEX des futurs projets, en complément de la poursuite des travaux sur la maîtrise des coûts de production des CIVE ou encore d'une réflexion sur les stratégies d'optimisation de l'épandage.

L'ADEME tient à remercier particulièrement les exploitants des 6 installations ayant fait l'objet de ce suivi, pour leur disponibilité et leur coopération.
Pour plus d'information, les rapports d'audit détaillés par site sont consultables sur le site de l'ADEME.

11. GLOSSAIRE

AREC : Agence régionale énergie climat

CIVE : Culture intermédiaire à vocation énergétique

Charge organique : représente la charge appliquée à un digesteur définie comme flux de matière organique entrant dans le réacteur. La charge organique est ramenée à l'unité de volume de réacteur ; elle est exprimée en kg MO/m³ de réacteur/jour

EBE : Excédent Brut d'Exploitation ; Indicateur économique classique permettant de mesurer la ressource financière disponible après paiement des charges de fonctionnement, notamment les salaires. Les amortissements ne sont pas extraits du calcul.

Potentiel méthanogène : Quantité de biogaz et de méthane pouvant être produite par un substrat. Le test de potentiel méthanogène ou BMP (Biochemical Methane Potential) réalisé en laboratoire permet de déterminer la production maximale de biogaz d'un échantillon de biomasse.

Nm³ ou Normo m³ : volume de gaz ramené aux conditions standard de température et de pression.

Temps de séjour : temps moyen de séjour d'un produit dans un réacteur

TRI : Taux de Rentabilité Interne renseignant la marge de risque du projet (% de dépréciation de l'EBE entrainant l'équilibre du projet (ni perte ni profit))

TRB : Temps de retour brut ou délai de récupération de l'investissement initial (pay-back period), qui est la durée nécessaire pour amortir l'investissement grâce à l'EBE

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME
60 rue Jean Jaurès
CS 90452 86011 Poitiers Cedex

Étude réalisée par :
S3d Ingénierie : 4 rue René Viviani - CS 26220 - 44262 Nantes Cedex 2
www.sol3d.com

Idéo Environnement : 42 Rue Lazare Carnot, 45120 Châlette-sur-Loing
www.ideo-environnement.com

Coordination technique :
Thomas Ferenc - ADEME
Audrey Rousseau - S3d Ingénierie
Ophélie Douart-Beets - Idéo Environnement

Suivi d'édition :
Marie-Jeanne Le Castrec - ADEME

Création graphique :
Keran

Brochure réf. 011418

EAN numérique : 9791029717338

Dépôt légal : Février 2021

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Ce travail d'expertise technico-économique a porté sur 6 installations de méthanisation en fonctionnement en Nouvelle-Aquitaine : quatre unités de méthanisation à la ferme traitant majoritairement des effluents d'élevage, une installation valorisant des gisements 100% végétaux, ainsi qu'une unité industrielle traitant différents types de biodéchets. Ce panel est constitué de cinq unités en cogénération et une en injection.

Ces installations, qui présentent toutes un fonctionnement technique et économique satisfaisant, ont connu diverses évolutions depuis leur mise en service, ce qui permet de dégager des préconisations pour les nouveaux porteurs de projet. Cette synthèse permet également de présenter une analyse croisée des données recueillies sur le fonctionnement technique, les performances énergétiques ou encore les modalités de valorisation du digestat.

Plusieurs pistes d'optimisation économique des projets peuvent ainsi être mentionnées, tels que :

- l'adaptabilité des installations à la réception de déchets dont le traitement est nouvellement rendu obligatoire et dont la ressource n'est pas encore pleinement exploitée.

- l'optimisation des charges de maintenance du process et des consommations électriques, grâce à la pratique d'un entretien régulier et préventif des équipements, et d'un suivi rapproché des paramètres de fonctionnement et des performances de production.

- la réalisation d'un suivi biologique continu, en particulier en cas d'incorporation de substrats présentant une variabilité et une saisonnalité en qualité et en quantité, et présentant par conséquent davantage de risques biologiques (comme les graisses notamment).

- la mutualisation des investissements, mais aussi et surtout la mutualisation de l'entretien/maintenance, des stocks de pièces critiques, et de la main d'œuvre exploitante.

Ces préconisations rejoignent les pistes envisagées par les partenaires de Methanaction pour optimiser les OPEX et les CAPEX des futurs projets, en complément de la poursuite des travaux sur la maîtrise des coûts de production des CIVE ou encore d'une réflexion sur les stratégies d'optimisation de l'épandage.

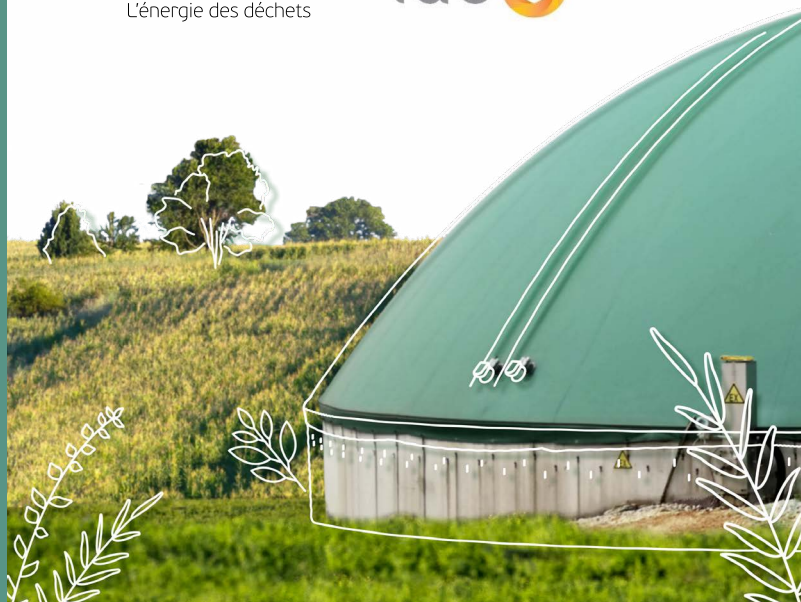
PRESENTATION DES STRUCTURES

L'ADEME

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

S3d Ingénierie

Bureau d'étude indépendant spécialisé dans la valorisation énergétique des déchets et les carburants alternatifs, S3d accompagne les acteurs publics et privés depuis plus de 10 ans. Notre expertise dans les domaines de la méthanisation, de la gazéification, ou encore des carburants alternatifs nous permet d'accompagner nos clients depuis leurs réflexions stratégiques jusqu'à la conception et la conduite de réalisation d'ouvrages. Depuis sa création, S3d a accompagné une centaine de projets de méthanisation à différents stades de développement.

Idéo environnement

Bureau d'études indépendant, Idéo environnement met à disposition des porteurs de projets de méthanisation son expérience et son expertise technique et économique, afin de les accompagner depuis le démarrage de la réflexion jusqu'au suivi en fonctionnement. Depuis plus de 10 ans, sa gérante a accompagné plus d'une quarantaine de projets à différents stades de développement, sur des unités agricoles individuelles ou collectives et industrielles, pour une valorisation de l'énergie en cogénération, injection, biométhane carburant, chaudière.