



BLP 2025

Retour d'expérience en pico/micro-méthanisation

29 janvier 2025

- 1 Présentation de S3d Ingénierie
- 2 Pico-méthanisation : Revue de la filière
- 3 REX sur les méthaniseurs Homebiogas
- 4 L'association Picojoule
- 5 Exemple de pico-méthaniseur agricole en France
- 6 Annexe

01.

Présentation de S3d Ingénierie

Présentation de S3d Ingénierie

- Société d'ingénierie spécialisée dans la **production de gaz renouvelables et carburants alternatifs** à partir de **déchets et biomasses**.
- Créée en **2007**
- **28 personnes** basées à **Nantes, Lyon, Toulouse, Paris et Barcelone** (Espagne)
- **Filiale du groupe KERAN** (750 employés) via **SCE**



METHANISATION

Déchets fermentescibles



GAZEIFICATION & PYROLYSE

Matériaux ligneux & CSR



CARBURANTS ALTERNATIFS

GNV, Hydrogène, Huiles et graisses



PERFORMANCE

Sobriété & Efficacité
Energies, déchets, eau,
matière



STRATEGIE

Schémas directeur, Etudes
prospectives &
International

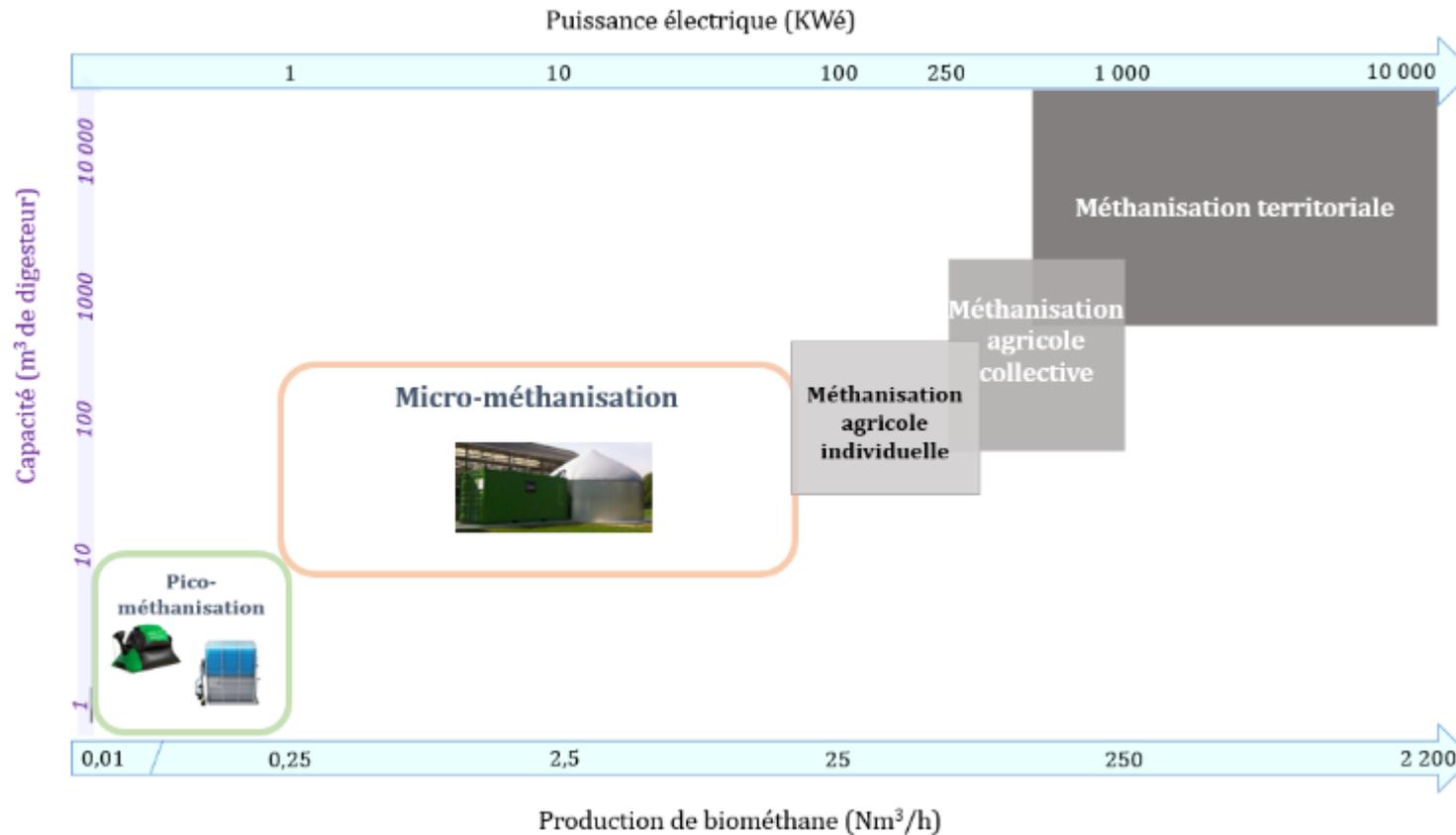
Activités internationales de S3d Ingénierie

- FASEP 2022-2023 réalisé en Colombie pour le développement d'une unité de méthanisation avec injection du biométhane dans les réseaux de gaz de la ville de Bogota
 - Centres d'enfouissement, biodéchets
- FASEP en cours au Mexique à Monterrey pour le développement d'une unité de méthanisation
- Etude des quantités de gaz à effet de serre émises par le secteur de la gestion des déchets au Costa Rica : Définition d'un modèle économique, technique et réglementaire afin de réduire ces émissions et de proposer des voies de valorisation du gaz émis pour l'Agence française de développement
- Etude de faisabilité au Sénégal pour la valorisation de sous-produits de l'industrie de l'huile de palme (méthanisation des effluents, gazéification de biomasse)

02.

Pico-méthanisation : revue de la filière

Définition des termes



Référence : Pico et Micro-méthanisation : domaines d'application et mise en œuvre, APESA, mars 2021

- A titre d'exemple, les volumes de déchets traités en pico-méthanisation dans le cas d'une ration majoritairement domestiques (absence d'effluents agricoles) vont être < 30 t/an.

Fournisseurs identifiés

- Entreprises commercialisées en France :
 - Puxin (Chine) – 3 modèles principaux en domestique (jusqu'à ~ 65 t de biodéchets/an ou 550 t de lisier bovin/an)
 - Homebiogas (Israël) - distributeurs en Europe, Asie et Afrique : 3 modèles (jusqu'à ~ 5 t de biodéchets/an)
 - MyGug (Irlande) – 3 modèles (jusqu'à ~ 7 t de biodéchets/an)
- Autres entreprises internationales :
 - En Chine : Fenghuo, Teenwin (installations hors-sol)
 - En Inde : B-Sustain, Arti Biogas Plant, Sintex (installations hors-sol), Vivesty (hors-sol ou enterré)
 - En Amérique Latine et Kenya : Sistema Bio (poche souple, à destination principalement des petites exploitations agricoles produisant du lisier → jusqu'à 40 m³ de digesteur)

Les volumes de digesteur proposés dépassent rarement les 50 m³ avec un prix souvent compris entre 1 et 5 k€ TTC.

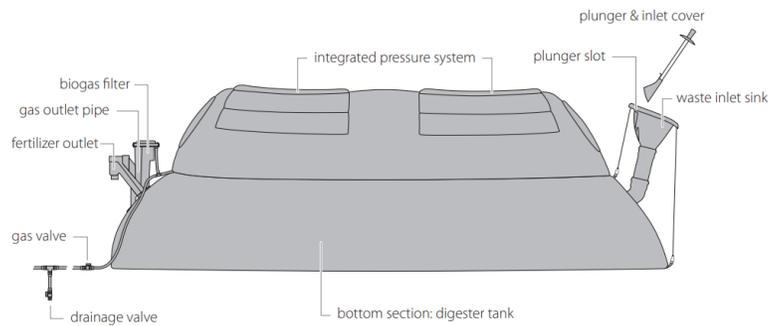
Liste non exhaustive

Sources : Pico et Micro-méthanisation : domaines d'application et mise en œuvre, APESA, mars 2021 ; Benchmark S3d en 2023

- Associations : Picojoule/ARDEAR/Paysans Acteurs du Climat : auto-fabrication ou adaptation de pico-méthaniseurs

Les technologies distribuées en France

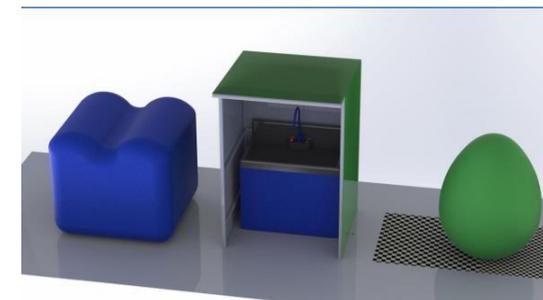
Homebiogas



Puxin



MyGug



Il s'agit de fournisseurs orientant la commercialisation de leur technologie sur le traitement des déchets alimentaires domestiques avec une utilisation principalement en gaz de cuisson.

03.

Retour d'expérience sur les méthaniseurs Homebiogas

Suivi de méthaniseurs Homebiogas : Contexte

- Étude réalisée pour le compte de l'Ademe par S3d entre 2022 et 2023 en Nouvelle-Calédonie
- Contexte :
 - Etude réglementaire et de dangers sur les produits de la marque Homebiogas en 2019 à la Réunion.
 - Demande d'aménagement de la réglementation ICPE 2781 pour les produits Homebiogas dans les territoires d'outre-mer portée par la SPL Horizon.
 - Objectif : s'assurer que la technologie Homebiogas ou son mode d'exploitation n'ont pas un effet néfaste sur l'environnement
- Suivi technique de 4 unités Homebiogas en fonctionnement en Nouvelle-Calédonie avec :
 - Inspection au renifleur pour les fuites de biogaz ;
 - Analyses agronomiques du digestat
 - Pose de compteur de biogaz

Suivi de méthaniseurs Homebiogas : Exemple d'installation

- Modèle Homebiogas : 2.0
- Association Arbofruit de Canala
- Alimentation du méthaniseur tous les 2 – 3 jours par des déchets de l'association
- Valorisation biogaz : cuisson
- Fuite identifiée au niveau du raccord entre le tuyau de biogaz et le compteur gaz
- Problème de déclenchement de la soupape de sécurité à cause des lests



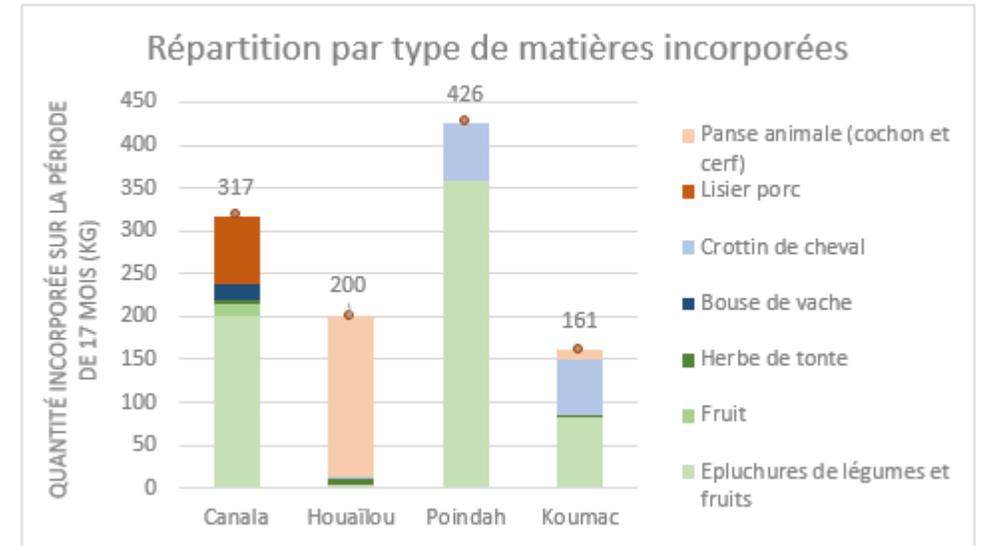
Suivi de méthaniseurs Homebiogas : Les intrants

- Bilan matières entrantes sur 17 mois d'usage (de mi-juin 2021 à novembre 2022).
 - Les quantités totales de matières varient du simple à plus du double
 - Les quantités moyennes par alimentation sont très inégales entre 4,6 et 13,8 kg
 - Le nombre de fois où le méthaniseur a été alimenté transcrit les bonnes pratiques, ou pas, en termes de gestion de la biologie. (Canala tous les 5j, pour les autres toutes les 2-3 semaines)

Conséquences : perte du pouvoir méthanogène & des pics de production de biogaz

- Une dilution à l'eau trop importante est fréquemment observée. Cela entraîne une diminution du temps de séjour des matières et donc un productible biogaz plus faible.

	Canala	Houailou	Poinda	Koumac
Masse pour activation (kg)	115	109	126	60
Masse incorporée depuis activation (kg)	316	200	426	161
Poids moyen quotidien théorique (kg)	0,8	0,6	1,1	0,4
Poids moyen de l'alimentation (kg/chargement)	4,6	11,4	13,8	6,5
Nombre d'alimentation	92	25	37	33



Suivi de méthaniseurs Homebiogas : Production

- Bilan production de biogaz : seulement 1 à 3 % du biogaz serait consommé. Plusieurs explications :
 - Hypothèses sur l'expression du pouvoir méthanogène trop optimistes.
 - Les compteurs ne sont adaptés à cette application avec ces niveaux de débits et donnent de faux relevés
 - Les usagers ne consomment pas ou pas suffisamment le biogaz qui s'échappe par la soupape

		Canala	Houailou	Poinda	Koumac
Production théorique maximale (Nm ³)	Méthane	1321	1407	2402	1164
	Biogaz	1998	2233	3596	1874
Production estimée (Nm ³)	Méthane	317	338	180	87
	Biogaz	479	536	270	141
Biogaz consommé (relevé compteur) (Nm ³)		4,3	8,9	7,1	4,8
Rejet atmosphérique biogaz (Nm ³)		475	527	263	136

	Unité	Teouma Garden	Canala	Houailou	Poinda	Koumac
Potentiel hydrogène	unité pH	7,7	7,3	7,4	7,2	7,3
Température de mesure du pH	°C	17,2	17,6	17,6	17,5	17,9
Extrait sec (à 105°C)	mg/L	3005,6	2764,1	1690,8	4004,7	1405,4
Carbone organique total	mg/L	230	170	220	380	70
Azote total Kjeldahl	mg/L	950	320	55	170	130
Rapport C/N		0,2	0,5	4	2,2	0,5
Azote ammoniacal	mg N/L	880	230	26	90	81
Taux d'azote ammoniacal	%	93%	72%	47%	53%	62%
Phosphore total	mg/L	80	83	35	64	31
Potassium	mg/L	640	620	110	710	180

Analyse agronomique des digestats,

- Fortes disparités en fonction des intrants et de la qualité de l'alimentation
- Faible taux de MS du à une trop forte dilution

Suivi de méthaniseurs Homebiogas : REX

- Besoin de sensibilisation au cours de l'utilisation et d'aides au suivi
 - Maintenance des installations souvent insuffisante
 - Implication des usagers variable selon les cas
- L'apport de fertilisant est le plus apprécié, vient ensuite l'autonomie énergétique
- Recommandations :
 - Bien cibler les utilisateurs impliqués comme ceux ayant une visée pédagogique (association, école, ...)
 - Utiliser un autre compteur de gaz

Forces	Faiblesses
<p>Système simple à appréhender par l'utilisateur</p> <p>Permet la valorisation des biodéchets à la source et la production de gaz de cuisson pour augmenter l'autonomie énergétique des foyers, en particulier dans les zones avec un climat tropical et pour les habitats isolés</p> <p>Source d'approvisionnement sécurisée</p> <p>Aucune consommation énergétique du process</p> <p>Production d'un digestat présentant un intérêt fertilisant</p>	<p>Suivi et sensibilisation nécessaires avant et au cours de l'utilisation</p> <p>Nécessité d'une régularité d'approvisionnement et d'utilisation du biogaz pour permettre un fonctionnement performant et éviter les fuites</p> <p>L'intérêt environnemental est dépendant du bon respect des règles d'utilisation de la technologie</p>
Opportunités	Menaces
<p>Marché de la micro-méthanisation en développement</p> <p>Propositions de cadrage réglementaire et technique de la technologie en cours</p> <p>Bonne acceptabilité territoriale</p>	<p>Difficultés à faire bouger la réglementation en faveur du développement de la technologie</p> <p>Concurrence avec le compostage domestique, plus simple et moins coûteux à mettre en œuvre</p>

04.

Association Picojoule

Présentation de Picojoule

- Picojoule est une association qui fait la promotion des énergies renouvelables avec de petites installations de méthanisation.
- Picojoule a intégré la Maison de l'Économie Sociale et Solidaire (MES) de Ramonville en 2016, à Toulouse.
- Les actions de Picojoule :
 - **Animation et sensibilisation** : Sensibilisation sur les enjeux de l'économie et de l'autonomie énergétique & Stands de démonstration sur le procédé de méthanisation au grand public
 - **Formations** : Formations théoriques sur le fonctionnement, le dimensionnement et l'exploitation d'une installation de méthanisation & Formations pratiques de méthaniseurs domestiques en auto-construction
 - **Recherche & Développement** : Fabrication de pilotes de méthanisation, Suivi et amélioration d'installations existantes, Recherche et fabrication de solutions pour le stockage, la compression et la purification biogaz
- Un mécénat de compétence entre S3d Ingénierie et l'association d'une durée de 10 j a été effectué en septembre 2024 (mission de R&D sur l'intégration d'un chauffe-eau biogaz Puxin sur l'unité de méthanisation pilote de l'association).

Picojoule et la méthanisation

- Modification/adaptation de méthaniseur industriel en kit
 - Chauffage/isolation
 - Broyage/pré-traitement des intrants
 - Stockage du biogaz
- Développement de pico-méthaniseur en auto-construction
 - Utilisation notamment de tonne à eau, de compresseur de frigo, de bouteille de gaz vide, de perceuse pour mélanger, etc.
 - <https://www.youtube.com/watch?v=9Rd8qF2YLOA>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=JXGvkp6BoQ8>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=FGUyd2cX3SE>
- Un mécénat de compétence entre S3d Ingénierie et l'association d'une durée de 10 j a été effectué en septembre 2024 (mission de R&D sur l'intégration d'un chauffe-eau biogaz Puxin sur l'unité de méthanisation pilote de l'association).

05.

Exemple de pico- méthaniseur agricole en France

Le cas d'étude - Les Jardins de Sandrine

Esconnets, dans les Hautes-Pyrénées

- Production de fruits et légumes, de plantations de petits fruits et de serres de maraîchage certifiée Nature & Progrès.
→ Alimentation du méthaniseur par les déchets de récolte & transformation.
- Méthaniseur Puxin ABS - 3,4 m³:
 - Capacité d'accueil maximale de 60 kg de déchets végétaux par jour ;
 - Production max de 1 m³ de biogaz par jour (~ 2 h/j de cuisson) ;
 - Volume total du digesteur est de 3 m³ : 1,7m³ pour la cuve de digestion +1,3 m³ pour le stockage du gaz
 - Temps de séjour : 34 jours
 - Charge volumique maximale : 50 kg/m³/j
 - Dimensions de l'unité : 195 x 156 x 120 cm (H x L x l)
- + *Rajout Picojoule : Broyeur en entrée, Isolation de la cuve, Circuit biogaz, fondations bois*
- **Valorisation du biogaz** : Cuisson des produits de la ferme
- **Valorisation du digestat** (10 L/j) : mélange avec du BFR (copaux de bois) puis épandage dans le verger (1000 m²)

En images



Méthaniseur



Gazomètre de 6 m³ (soit 6 jours d'autonomie assurée)

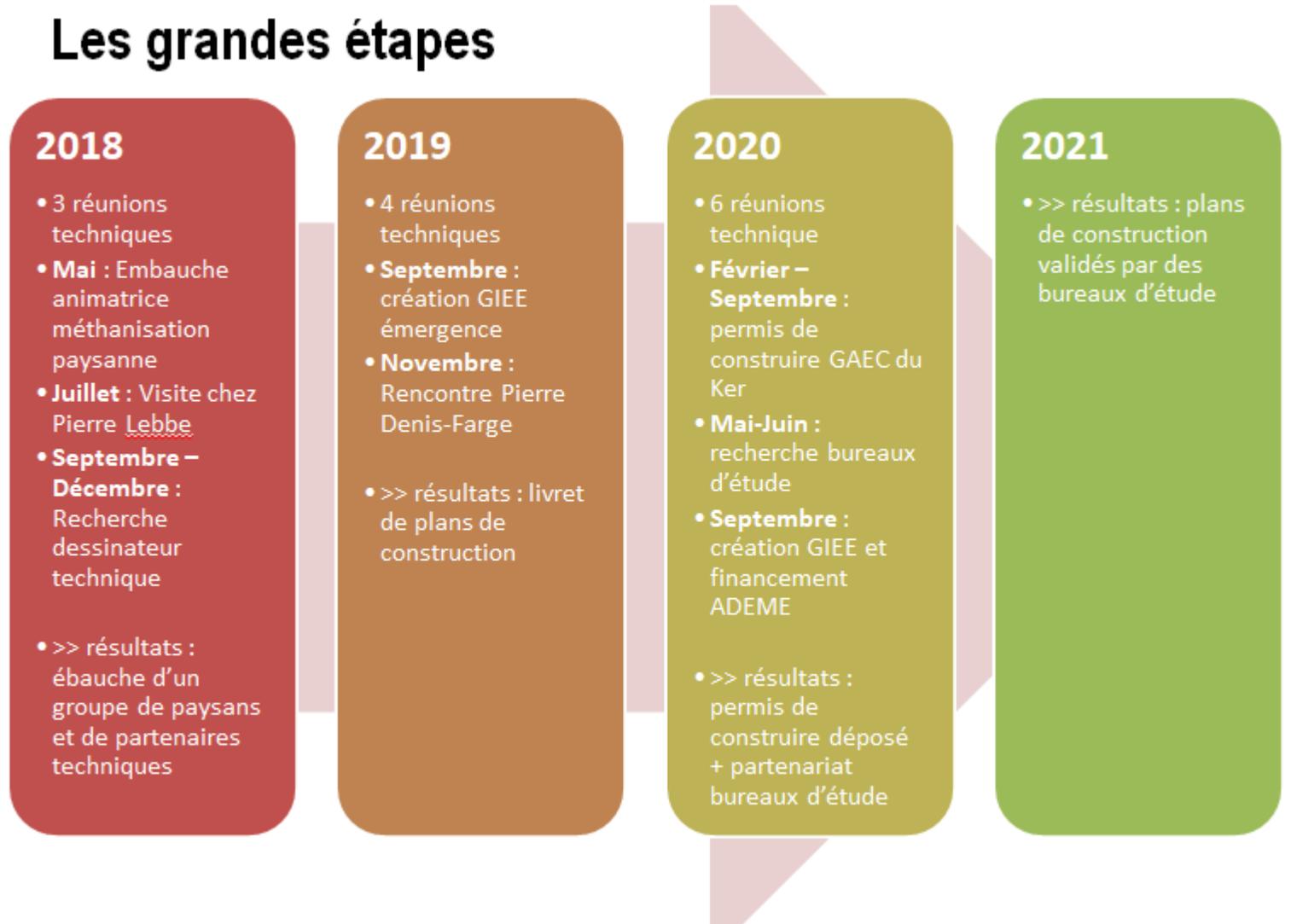


Le biogaz est valorisé pour les transformations alimentaires de la ferme

L'émergence du projet

- Collaboration avec l'APESA, Picojoules et ARDEAR
- Objectif : partager cette expérience de pico-méthanisation pour le milieu agricole

Les grandes étapes



Budget

- 21 jours de travail pour les modifications

Amélioration de l'installation

- Consolidation des fondations
- Couverture du digesteur (charpente bois)
- Installation broyeur végétaux
- Isolation du digesteur
- Recirculation des jus et chauffage
- Garde hydraulique, soupape
- Détecteur fumée et gaz, installation d'une VMC dans le local de transformation
- Détecteur H₂S

Objet	Coût (€)
Fondations en bois	100
Digesteur en kit	1000
Circuit de biogaz	500
Couverture et isolation	900
Recirculation et broyage	800
Equipements de suivi et de sécurité	600
TOTAL	3 300€

- 200 j de fonctionnement, 1m³ de méthane produit par jour, 6,86 €/Nm³ => 420 €/an d'économie

Retour d'expérience

Suivi biologique de l'unité par l'APESA : résultats

Semaine calendrier	Vgaz NL/j	Production méthane Nm ³ CH ₄ /tPB	Production méthane Nm ³ CH ₄ /tMO	H ₂ S μGC avant filtre ppm	Teneur en méthane μGC avant filtre % CH ₄
32	123	18	156	0	70%
33	280	12	93	0	62%
34	174	33	243	0	55%
35	95	nc	nc	nc	nc
36	0	nc	nc	nc	nc
37	56	nc	nc	nc	nc
38	80	nc	nc	0	66%
39	46	nc	nc	0	67%
40	16	nc	nc	1 058	70%

Démarrage été 2020
Production de gaz sur quelques
semaines



Problèmes de bouchages

Protocole d'alimentation modifié :

- Broyage +++
- Malaxage eau/ matière avec
ratio eau/matière augmenté

- Procédure d'alimentation modifiée (meilleur broyage, moins d'herbe) => problème des fibres résolu
- Pas ou peu de production en hiver

06.

Annexe

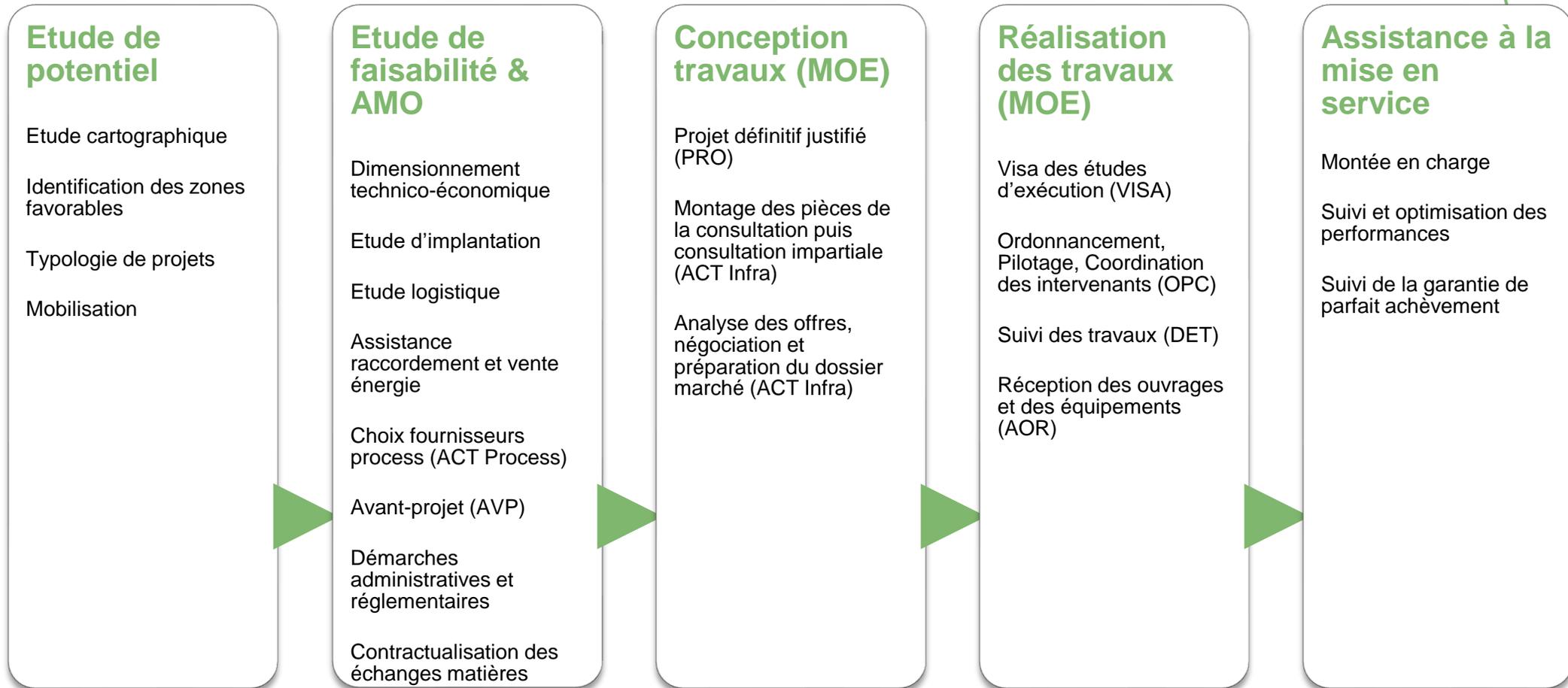
Présentation de S3d Ingénierie



Présentation de S3d Ingénierie



S3d et SCE travaillent conjointement lors des phases de **conception et réalisation des travaux**





Méthanisation



S3d une **équipe pluridisciplinaire et expérimentée**, spécialisée en **méthanisation des phases de conception jusqu'au suivi d'exploitation**

Equipe énergie



Bilan énergétique (mise en place de sous-comptage électrique et thermique)

Plan d'action avec des pistes chiffrées (investissement, gain énergétique et économique, temps de retour ...)

Feuille de route avec des scénarios de mise en place

Accompagnement à la mise en place des actions

6 audits sur site de métha en cours ou déjà réalisé et plus d'une vingtaine de sites industriels accompagnés



Romain Piednoir

Responsable performance énergétique

Equipe process (AMO)



Dimensionnement technico-économique et étude d'implantation

Assistance raccordement et vente d'énergie
Choix fournisseurs process (ACT Process)
Démarches administratives et réglementaires

Etudes stratégiques, territoriale et accompagnement filière



Audrey Rousseau

Responsable méthanisation

Conception / Réalisation (MOE)



Conception travaux (*projet définitif justifié, consultation, analyse des offres*)

Réalisation travaux (*visa des études d'exécution, OPC, DET, réception des ouvrages et des équipements*)

Assistance à la mise en service (*montée en charge, suivi et optimisation des performances, suivi de la garantie de parfait achèvement*)

2 entreprises du groupe Keran :



Armelle Vrignaud

Directrice projets gaz verts



Florian Rabinel

Responsable maîtrise d'œuvre process

S3d Ingénierie, c'est plus de 100 références en méthanisation (étude de faisabilité, AMO, MOE)

Label Qualiméthà

Un label pour tous les acteurs de la filière

Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO)

Maître d'œuvre (MOE)

Contractant général, concepteur/constructeur



Une quarantaine de critères évalués

- Technique (Process, GC, GE, GM, Agronomie, Biologie)
- Sécurité et maîtrise des risques
- Assurance et HSE
- Contractualisation
- Ingénierie financière
- Management de projet
- Système qualité
- Excellence environnementale
- Etc.

Une demande des services publics

Dès 2021, les **subventions à l'investissement ADEME ne seront accordées qu'aux projets ayant été accompagnés par des entreprises labellisées**

- S3d Ingénierie a été labélisé en janvier 2020 en tant qu'Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO).

L'audit de renouvellement de juin 2023 sur le référentiel Qualiméthà® 2 prolonge la labellisation de S3d Ingénierie en tant qu'AMO jusqu'en juin 2026.





Références significatives Méthanisation

S3d Ingénierie, c'est plus de 100 références en méthanisation (étude de faisabilité, AMO, MOE)

Exemple de projets en cours de réalisation (*accompagnement en AMO et MOE*)

- **ABEV (36)** : projet territorial de 100 000 t/an (800 Nm³/h), valorisation CO₂, étude station GNV, 24 M€
- **Fontaine Agrigaz (72)** : projet agricole collectif (23 exploitants) de 36 000 t/an (230 Nm³/h) sur base d'effluents d'élevage à hygiéniser
- **Baugé Agri Méthane (49)** : Projet de méthanisation agricole collectif de 22 000 t/an, en injection (120 Nm³/h), regroupant 12 exploitations agricoles
- **Agrigaz 41 (41)** : projet agricole collectif (17 exploitations) de 25 000 t/an (230 Nm³/h) 100% CIVEs
- **Agri Montbigaz (72)** : Projet agricole collectif (7 exploitants) de 25 400 t/an (145 Nm³/h) sur base effluents d'élevage et culture complété par des tontes de pelouse

Exemple d'installations en fonctionnement (*accompagnement en tant qu'AMO*)

- **Méthamaine (49)** : 110 Nm³/h, APS, consultation des entreprises et analyse des offres, mise au point des marchés. Association de 20 agriculteurs apporteurs
- **GAEC Girin (69)** : projet à la ferme de 5 600 t/an (100 kW_e), ration hétérogène composée d'effluents d'élevage, marcs de raisin, matières végétales
- **Valor'Agri (42)** : projet à la ferme développé par le GAEC, 12 000 t/an (60-70 Nm³/h) sur base d'effluents d'élevage, hygiénisation biodéchets
- **Agri-Seudre Energie (17)** : projet agricole en injection de 150 Nm³/h, 23 000 t/an de déchets (zoo, écuries, cultures)
- **SAS Methamoly (42)** : projet agricole collectif (10 exploitants) 17 000 t/an (150 Nm³/h), sur base effluents d'élevage complété par des biodéchets à hygiéniser



DONNONS DE L'ÉNERGIE
À NOTRE TERRITOIRE





Références significatives Méthanisation

S3d Ingénierie, c'est également des études territoriales pour le développement d'installations et des études répondant aux besoins de la filière méthanisation

Etudes filière méthanisation

•ADEME :

- Suivis d'installations en fonctionnement (3 missions successives, une vingtaine d'installations suivies)
- Etude sur l'injection portée
- Cadrage et harmonisation de l'observation de la filière méthanisation
- Nouvelle-Aquitaine : Audits d'installations en fonctionnement (2 missions successives, 10 installations suivies)
- Bourgogne-Franche-Comté : Etude des impacts de la méthanisation sur les pratiques agricoles (CIVE, Résidus de culture, digestat), suivis d'épandage de digestat avec analyse de l'impact sur les sols et les cultures
- Grand Est : Observation de la méthanisation (enquêtes auprès de l'ensemble des installations)

•GRDF :

- Analyse des bénéfices pour la collectivité du basculement des cogénérations biogaz vers l'injection de biométhane
- Définition des étapes de développement d'un projet de méthanisation et planification du développement pour alimenter le site internet de GRDF

Etudes territoriales pour le développement d'installations

- **Syndicat d'énergie du Gers** : Schéma de développement de la méthanisation agricole en injection sur le territoire du Gers
- **Pays du Perche Ornais** : Etude-animation pour le développement de projets de méthanisation
- **SICECO** : Analyse du développement de projets de méthanisation avec portage du biométhane produit sur le territoire de la Côte-d'Or

ADEME



SICECO



Syndicat d'Énergies
du Gers



Luc Gerun

Expert, représentant sud-ouest

gerun@sol3d.com

+33 6 17 33 59 49



s3d

L'énergie des déchets

sol3d.com

GRUPE KERAN