



# Focus sur les intrants en méthanisation : stockage, prétraitements & optimisation

St Lô– 04 juillet 2023



# Ordre du jour

## **10h Introduction**

⇒ *Josué Nalepa, conseiller agricole énergie, Chambre d'agriculture de Normandie*

## **10h10 Etat des connaissances et recommandations sur les intrants : étude RECORD**

⇒ *Yvan Desneulin, chargé de projets méthanisation, Solagro*

## **10h35 Résultats de pré-traitement de CIVEs avec conservateurs d'ensilage**

⇒ *Thiago S. Molica, responsable commercial, Schaumann*

## **11h00 Projet 'Probios' : biocatalyseur d'hydrolyse dans le digesteur**

⇒ *Rémi Chalmandrier, président OPUS Energies SAS*

# Ordre du jour

**11h35 Gamme spécifique d'enzymes pour ration à prédominance de fumier**

⇒ Nicolas Kuznik, responsable développement projets, Valozym

**12h00 Projet 'Suprajet' : système de cavitation pour gérer les intrants fibreux**

⇒ Rémi Chalmandrier, président OPUS Energies SAS

**12h20 Solutions de préparation matières et bio-préparateur TQZ**

⇒ Cécile Goral, représentante technico-commerciale, Verde Energy

**12h45 Échanges et retours d'expérience**

# MéthaNormandie 2021-2023

## Animation de la filière à l'échelle régionale

### Réseau

- Rencontres Régionales
- Réunions thématiques
- Veille
- Groupes de travail

### Observatoire

- Suivi des unités en fonctionnement
- Suivi des unités en projet

### Appui aux acteurs

- Conseil aux porteurs de projet
- Appui aux territoires
- Droit à l'injection
- Acceptabilité

### Veille gaz vert

- Suivi des projets en région

### Communication

- Newsletter
- Site internet
- Réseaux sociaux

### Financiers:



### Opérateurs:



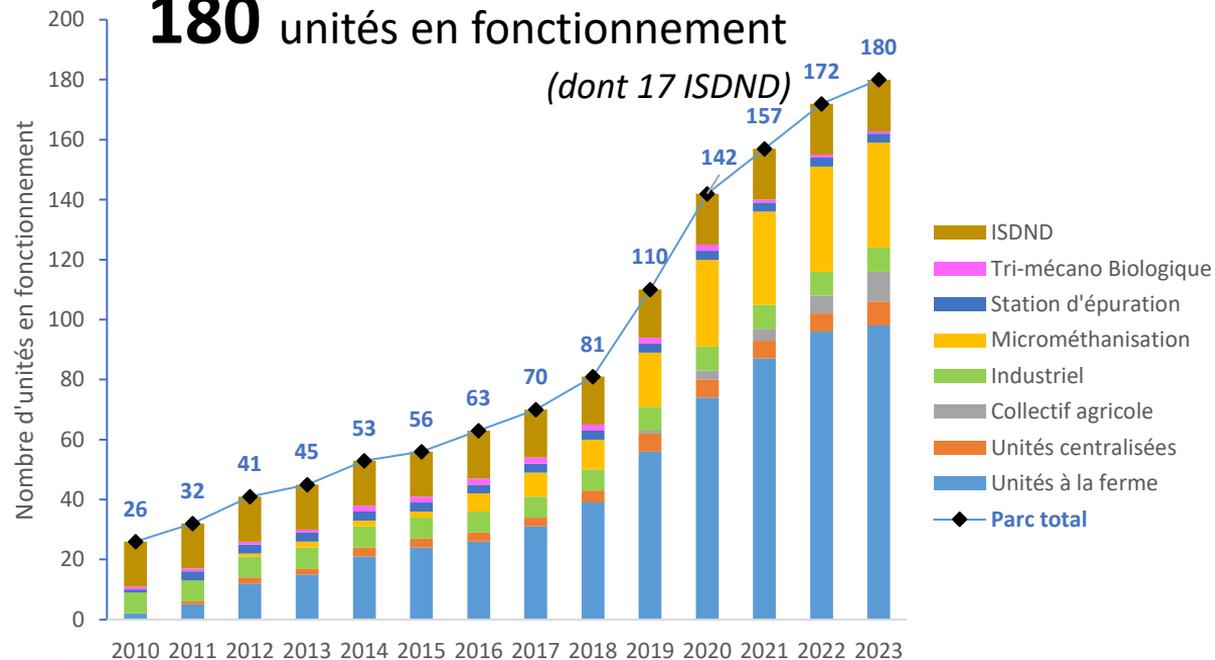
### Partenaires: Services de l'Etat



# Chiffres clés

**180** unités en fonctionnement

(dont 17 ISDND)



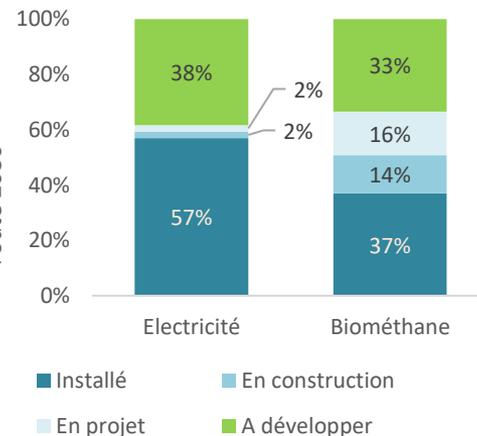
Électricité produite  
par cogénération  
(GWh/an)

**560 GWh/an**

Biométhane  
injecté  
(GWh/an)

**1700 GWh/an**

en % de l'objectif de la feuille de  
route 2030





# Projet de méthanisation les clés de la réussite

- Ep 1 : Me former
- Ep 2 : Financer
- Ep 3 : Co-financer
- Ep 4 : Faire accepter



Écoutez les témoignages  
d'agriculteurs et d'experts  
qui se sont lancés dans l'aventure

Podcasts disponibles sur



[methanormandie.fr](http://methanormandie.fr)



Programme financé par :



Animé par :



# Intrants : potentiel et facteurs limitants

Faisabilité technique et économique des projets de méthanisation dépendante de :

- introduction des matières en digestion
- obtention de l'expression maximale du potentiel méthanogène des intrants



- **facteurs physiques** (viscosité, surface accessible...)
- **facteurs de composition** (présence de fibres ou lipides, faible accessibilité de la matière biodégradable...)
- **facteurs réactionnels et biologiques** (moussage, perte à l'ensilage...)
- **facteurs opérationnels** (contraintes réglementaires, de coûts...)

# Facteurs limitants

## Déjections animales :



- Présence régulière d'indésirables (pierres, sables, bois, ficelles, métaux)
- Pertes au stockage
- Contraintes mécaniques (introduction, pompage, agitation)
- Flottaison et faible cinétique de dégradation (paille)

## Productions végétales : CIVE / Herbe :



- Ensilage pour la conservation de la matière
- Présence d'indésirables (pierres, sables)
- Flottaison si ensilage grossier (> 25mm)
- Cinétiques de dégradation

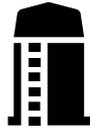
# Facteurs limitants

**Déchets verts des collectivités :  
tontes / broyats de déchets  
verts / fauches :**



- Cinétique de dégradation : forte présence de lignine (broyats de déchets verts)
- Présence d'indésirables (pierres, sables, plastiques)

**Résidus agricoles : pailles de  
céréales / cannes de maïs /  
menues-pailles :**



- Fortes contraintes mécaniques (introduction, pompage, agitation)
- Présence d'indésirables (pierres, sables)
- Cinétique de dégradation (lignine)
- Flottaison

# Solutions ?

Optimisation des performances des installations peut passer par des technologies de stockage et de pré-traitements.

- État actuel ?
- Retour d'expérience ?
- Développement ?



**Merci à tous pour  
votre participation !**

Contact:

[madeleine.breguet@normandie.chambagri.fr](mailto:madeleine.breguet@normandie.chambagri.fr)

[josue.nalepa@normandie.chambagri.fr](mailto:josue.nalepa@normandie.chambagri.fr)



**STOCKAGE ET PRÉTRAITEMENTS DES INTRANTS  
AVANT ALIMENTATION DE DIGESTEURS DE  
MÉTHANISATION - ETAT DES CONNAISSANCES ET  
RECOMMANDATIONS**

Journée technique Chambre Agriculture Normandie  
04 juillet 2023



**INRAE**

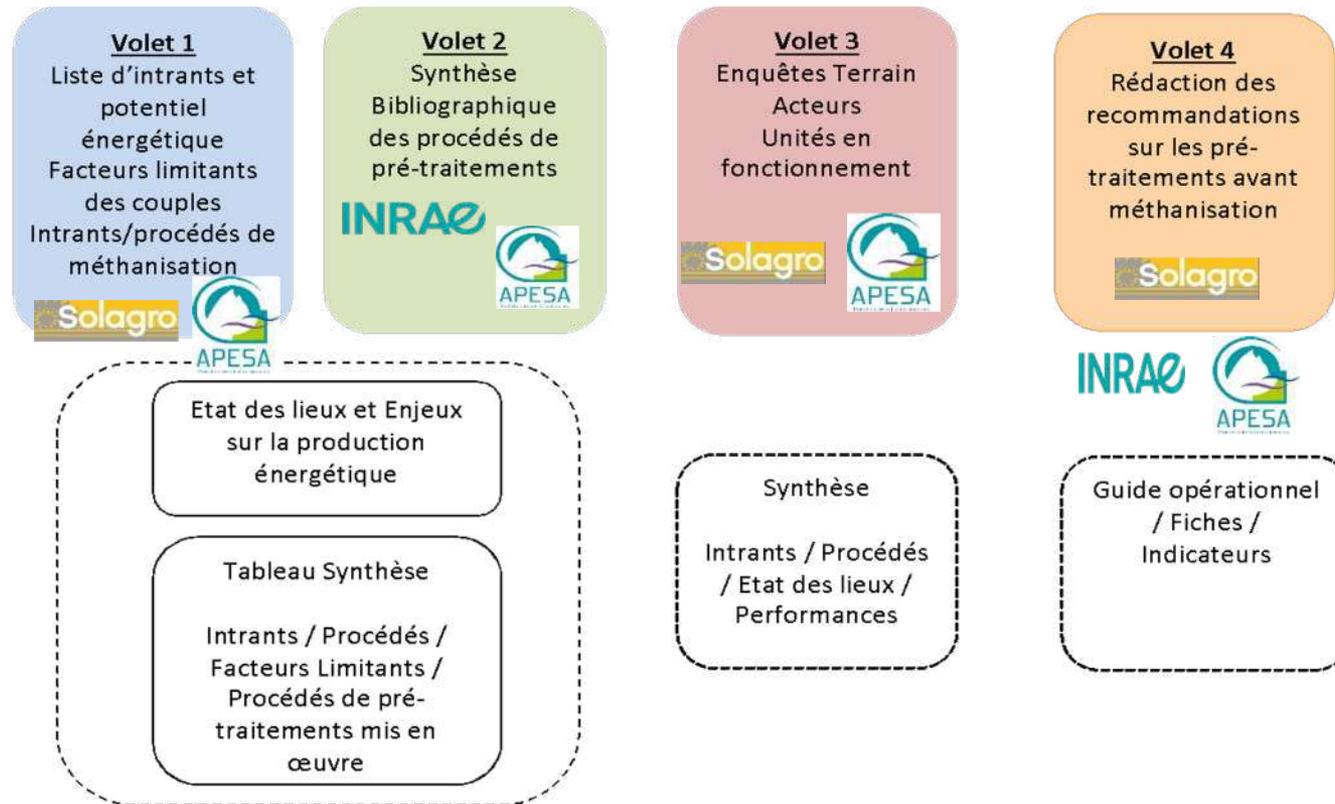


**Volet 1** : Identification des **gisements** mobilisables et des **facteurs limitants**

**Volet 2** : Synthèse **bibliographique** des technologies de stockage et prétraitements

**Volet 3** : **Retours d'expériences** terrain sur l'application de technologies de stockage et prétraitements

**Volet 4** : **Synthèse opérationnelle** des résultats et identification des pistes de recherches



## Quels sont les facteurs limitants des matières premières ?

Chaque type d'intrant à des besoins spécifiques liés à sa composition, sa réactivité, sa production ou la réglementation



Intensité du facteur limitant

Catégorie d'intrants	Sous-catégorie	Composition de la matière (C/N, accessibilité, indésirables)	Facteurs réactionnels et biologiques (microorganismes, pouvoir tampon, mousage, agitation)	Digestion mono-intrant	Facteurs opérationnels (production, stockage, réglementation)
Déjections animales	Fumier				
	Lisier				
	Fientes				
Résidus agricoles	Pailles de céréales				
	Menues pailles				
Production végétale	CIVE et ensilage				
Déchets verts des collectivités	Tontes				
	Autres Déchets verts				
Déchets et effluents des industries agroalimentaires	Industrie viande				
	Industrie végétale				
	Produits transformés				
	Lactosérum et effluents				
	Boues				
	Graisses				
Boues de stations d'épuration des eaux usées	Boues biologiques				
	Graisses de STEP				
Biodéchets	FFOM				
	GMS				
	Déchets de cantine et restauration				
Algues	Macroalgues				
	Microalgues et spiruline				

➤ **Les exploitations d'unités de méthanisation contactées :**

- 7 unités de méthanisation agricole
- 5 unités de méthanisation IAA et biodéchets
- 8 unités de méthanisation avec boues de station d'épuration

➤ **Les constructeurs et fournisseurs d'équipements contactés :**

- 8 constructeurs d'installations de méthanisation
- 6 fournisseurs d'équipements ou de solutions de prétraitements
- Association et entités de recherche

## Enquêtes d'acteurs

### Lisier

- Couverture (avec récupération ou non du biogaz), agitation (mais limitée), acidification
- Conception en pointe de diamant (lisiers de canard qui décantent rapidement)
- Durée du stockage < 1 ou 2 sem

Faible C/N (1-14) et taux de MS  
→ Co-digestion



Photo Nénufar

### Fumier

- Couverture, éviter les entrées d'air, si broyage le réaliser juste avant l'introduction
- Broyage en infiniment mélangé : augmentation des cinétiques, limitation flottation bouchage, réduction usure agitateurs  
→ Broyeurs à marteaux ou à chaînes (mélanges très pailleux)
- Pré-compostage en voie sèche discontinue

## Enquêtes d'acteurs

### Pré-compostage

Retour d'expérience d'une unité de méthanisation en voie sèche discontinue traitant :

- Fumier
- Résidus agricoles (menues paille, maïs ensilage, poussières de céréales)
- Déchets d'abattoir

L'absence de broyage avant l'incorporation induit 3 phénomènes contraignants :

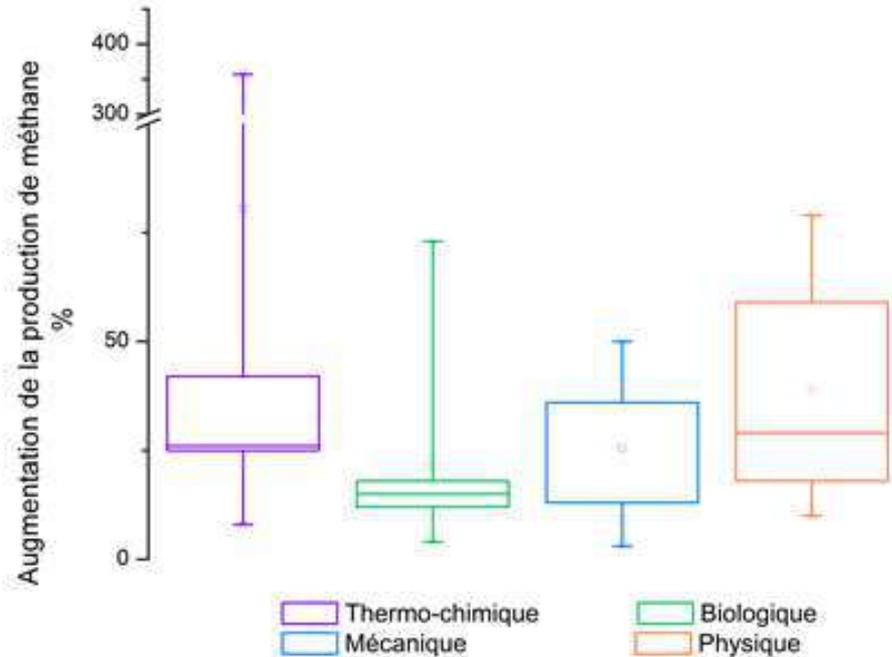
- Pas de montée en chaleur des intrants donc consommation importante pour monter à 37°C
- Démarrage long de la réaction de méthanisation
- Faible expression du potentiel méthanogène des intrants fibreux

Conditions opératoires :

- Le retourneur d'andains demande une surface de prétraitement très importante
- Le broyeur à compost permet de broyer plus finement la matière que le retourneur d'andains réduisant la durée nécessaire du pré-compostage à 1 semaine contre 2 semaines

D'après l'exploitant, ces deux pratiques permettent une montée en température de la matière (> 40°C) avant introduction dans le méthaniseur, une augmentation de la production de biogaz et de la cinétique de production.

Comparaison de l'efficacité des prétraitements pour augmenter la production de méthane de matières lignocellulosiques (échelle industrielle et pilote)



Traitements	Augmentation production de méthane
Physiques	+29% : 10 et 18% pour la cavitation, +29%, +59% et 79% pour les ultrasons (pilote)
Thermochimiques	+26% (dont +357% explosion à la vapeur mais non commercialisée...)
Mécaniques	+10-15% pour le broyage, extrusion : + 4-29%
Biologiques	Variables. Meilleur rendement pré-compostage. Enzyme : +18% en moyenne avec MethaPlus® L100 (Gerhardt et al., 2007) d'après (Kaiser, 2004).

## Enquêtes d'acteurs

### Les technologies retrouvées lors des entretiens d'acteurs :

- Broyeur à couteaux (type PréMix principalement)
- Broyeur à marteaux (type BHS principalement)
- Broyeur à chaînes
- Broyeur forestier déporté
- GazMix
- Cavitation
- Extrusion
- Conservateurs d'intrants végétaux



## Enquêtes d'acteurs

### - Broyeur à couteaux

Les principaux **bénéfices** avancés par les exploitants contactés sont les suivants :

- Réduction de la croûte en surface des cuves de digestion
- Diminution de la casse d'agitateurs
- Diminution du temps de maintenance sur la ligne de digestion, et ainsi de pertes de revenus liées à d'éventuelles interventions
- Diminution de la quantité d'indésirables (cailloux, ferrailles, bouts de bois...) en digestion
- Augmentation de la cinétique de production de biométhane (il s'agit d'un ressenti qui n'est cependant jamais réellement mesuré)
- Concentration des problèmes techniques en un seul point de l'installation au niveau du broyeur, permettant de s'affranchir de contraintes mécaniques liées au gisement en aval dans la ligne de digestion



Les principales **limites** de cet équipement avancées par les exploitants sont les suivantes :

- Coût d'investissement : entre 70k€ et 110 k€ en moyenne
- Charges de maintenance et remplacement des couteaux : 5k€/an en moyenne
- Charges liées à la consommation électrique : 2k€/an en moyenne pour un modèle 30 kW fonctionnant 3h/jour

## Enquêtes d'acteurs

### - Broyeur à marteaux

Les principaux **bénéfices** avancés par les exploitants contactés sont les suivants :

- Réduction de la croûte en surface des cuves de digestion ;
- Diminution de la casse d'agitateurs ;
- Diminution des phénomènes de bouchons dans les canalisations coudées ;
- Diminution du temps de maintenance sur la ligne de digestion, et ainsi de pertes de revenus liées à d'éventuelles interventions ;
- Bonne acceptation des cailloux qui sont également broyés ;
- Concentration des problèmes techniques en un seul point de l'installation au niveau du broyeur, permettant de s'affranchir de contraintes mécaniques liées au gisement en aval dans la ligne de digestion.



Les principales **limites** de cet équipement avancées par les exploitants sont les suivantes :

- Coût d'investissement : 100 k€ minimum ;
- Charges de maintenance et remplacement des marteaux et du rotor : 8-10k€/an en moyenne. Un marteau a un coût moyen de 175 €/unité.
- Charges liées à la consommation électrique : 15k€/an en moyenne pour un modèle 75 kW fonctionnant 8h/jour.

## Enquêtes d'acteurs

### - Broyeur forestier déporté

Les principaux **bénéfices** avancés par les exploitants contactés sont les suivants :

- Peu d'entretien quotidien ;
- Diminution des phénomènes de bouchons dans les canalisations coudées ;
- Diminution du temps de maintenance sur la ligne de digestion, et ainsi de pertes de revenus liées à d'éventuelles interventions ;
- Concentration des problèmes techniques en un seul point de l'installation au niveau du broyeur déporté, permettant de s'affranchir en partie de contraintes mécaniques liées au gisement sur la ligne de digestion.



Les principales **limites** de cet équipement avancées par les exploitants sont les suivantes :

- Coût d'investissement : 150 k€ minimum ;
- Charges de maintenance : 1€20/tonne traitée selon le constructeur ;
- Entretien pluriannuel coûteux : remplacement et réglage des couteaux et mise à l'arrêt du broyeur pendant plusieurs jours.

## Enquêtes d'acteurs

### - GasMix

#### Evaluation de l'impact du GasMix par l'Université Aarhus au Danemark (2015) :

- Le suivi d'une unité agricole (lisier bovin, porcin, fumier en ensilage de maïs) a montré que la viscosité du digestat non équipé du Gasmix était **supérieure de 46%** à celui équipé
- Une seconde unité agricole (lisier, litière, glycérol, déchets agricoles variés) a fait l'objet d'un suivi. La production de méthane était **supérieure de 11%** pour le digesteur équipé d'un GasMix tout en améliorant le mélange de la partie haute du digesteur (couche flottante). L'effet positif du GasMix était plus marqué pour le prétraitement des matières lignocellulosiques avec une réduction de la taille des particules et de la cristallinité de la cellulose

## Enquêtes d'acteurs

### - Cavitation

- La dernière unité française de cavitation BioBANG® a été installée en mars 2021 sur l'unité de méthanisation Reims Biométhane. Cette unité de 700 Nm<sup>3</sup>/h est équipée de deux digesteurs primaires et d'un post-digester. Les intrants comprennent des oignons, betteraves, paille et ensilage de maïs à raison de 50 t/j. Le BioBANG® de 2 m<sup>3</sup>/h fonctionne en continu en recirculation sur l'un des deux digesteurs primaires
- Les bénéfices visés sont une réduction de la viscosité du digestat permettant d'optimiser les consommations énergétiques liées à l'agitation et au pompage, augmenter le taux de MS de la ration et la part de fibres. Des augmentations de production de biogaz sont aussi attendues en raison de l'amélioration de l'accessibilité de la matière



## Enquêtes d'acteurs

### - Conservateurs d'intrants végétaux

Retour d'entretiens avec les sociétés :

- Schaumann Bioenergy
- Roullier
- Lallemand

**SCHAUMANN**  
*BioENERGY*



Deux produits proposés :

- Inoculants (bactéries lactiques homo et hétérofermentaires)
- Conservateurs (produits acides tamponnés à l'ammoniac)

Marché des inoculants et conservateurs de matières végétales **très développé en Allemagne**  
Marché encore récent en France

Environ 80% des éleveurs réalisant de l'ensilage en Allemagne utilise des conservateurs

➡ En France 20%

Pour les ensilages à destination de la méthanisation, **la quasi-totalité** des installations en Allemagne ajoutent des inoculants, en France **une cinquantaine d'unités**

## Enquêtes d'acteurs

### Stockage

Bio Tank (France) : fournisseurs de contenants étanches pour stocker les biodéchets en absence d'oxygène. Démarrage du processus d'hydrolyse.

- Première unité de 12 m<sup>3</sup> installée en sept. 2021 pour une chaîne d'hypermarché.
- Conditionnements de 0,5 à 20 m<sup>3</sup>

### Cuves d'hydrolyse pour diminuer le risque d'acidose

- Naskeo (France) : 3 cuves d'hydrolyse sur des résidus agro-industriels et déchets carnés  
Cuve agitée et chauffée à 45-55°C, TSH : quelques jours
- Industriel spécialisé collecte et méthanisation biodéchets : 5 sites en service, tous équipés d'une cuve d'hydrolyse biologique.  
Cuve agitée et chauffée à 45 ou 55°C. Le pH non contrôlé, 4,5 naturellement.  
Efficacité non mesurée. Selon l'industriel, amélioration de la production de biogaz de 10 à 15%.

## Enquêtes d'acteurs

**Saponification** : Sapoval (France)

Solubilisation et stabilisation des graisses.

Limitation des problématiques :

- physiques : colmatage, encrassement, croûtage
- biologiques : inhibition, moussage, capacité de digestion



Cuve agitée, non chauffée, avec addition d'une base de type soude, potasse ou lait de chaux.

pH visé de 8,5 à 9,5.

50 à 150 k€ pour un coût de fonctionnement de 5 à 15 €/t selon le type de graisses traitées.

Plusieurs équipements sont en exploitation ou seront démarrés en 2021 pour le prétraitement de graisses avant méthanisation en France (STEU de Vichy, Limoges) et en Belgique .

## Enquêtes d'acteurs : exploitants, fournisseurs et constructeurs

### Principaux bénéfices constatés :

- Extraction emballages et indésirables
- Réduction de la croûte en surface des cuves de digestion
- Diminution des pannes d'agitation
- Diminution du temps de maintenance sur la ligne de digestion
- Diminution de la quantité d'indésirables en digestion (cailloux, ferrailles, bouts de bois...)
- Augmentation de la cinétique de production de biométhane
- Concentration des problèmes techniques en un seul point de l'installation
- Diminution des phénomènes de bouchons dans les canalisations soudées
- Possibilité d'intégrer une ration plus fibreuse
- Peu d'entretien quotidien
- Une diminution des pertes de potentiel méthanogènes au stockage (conservateurs et inoculants)



### Principales limites rapportées :

- Coût d'investissement élevé
- Charges de maintenance importantes
- Consommation électrique élevée
- Temps d'entretien
- Concentration des contaminants dans les digestats pouvant impacter leur épandage (hydrolyse thermique)





  
Chambre départementale  
d'agriculture de la Manche  
Saint-Lô (50)

Mardi 4 juillet 2023 | 9h30 - 13h

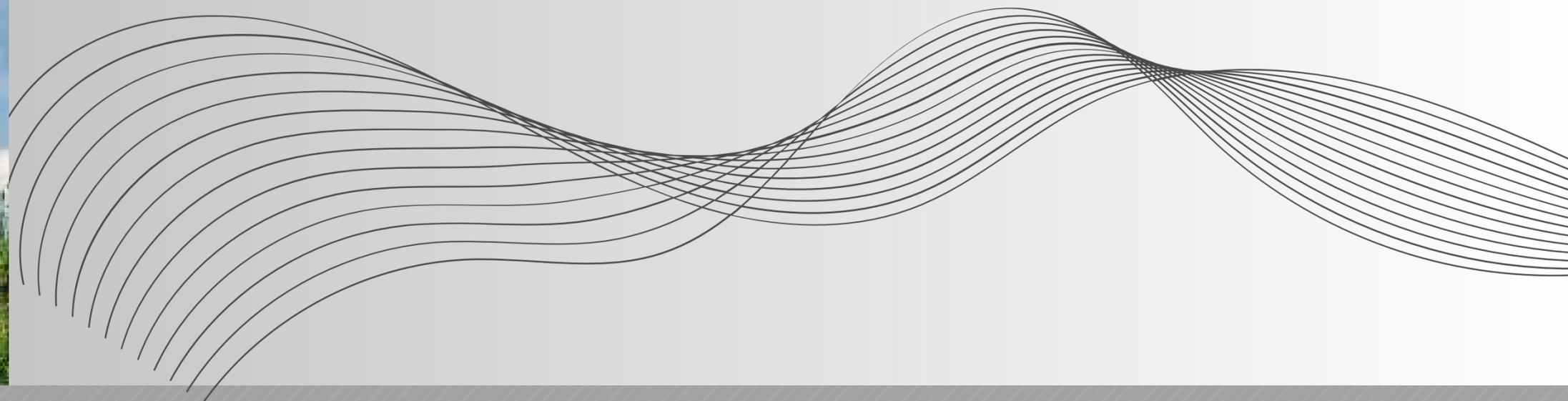


# SCHAUMANN

## BIOENERGY

**Thiago Dos Santos Molica**

### Prétraitement des ensilages



# SOMMAIRE

- I. Présentation Schaumann BioEnergy
- II. Guide des bonnes pratiques d'ensilage
- III. Les inoculants
- IV. Résultats d'essai
- IV. Conclusion / questions



huelsenberg holding

Huelsenberg Holding GmbH & Co. KG

Firing technology / Environmental metrology

**DURAG GROUP**  
Durag Holding AG

Research, development, production and sales of firing technology, environmental metrology, including particulate measurements, and associated data management systems

DURAG GmbH  
DURAG SERVICE  
DURAG DATA SYSTEMS  
DURAG process & systems technology  
DURAG SIENA  
SMITSVONK  
GRIMM AEROSOL TECHNICS

Agricultural industry

**UNION AGRICOLE**  
Union Agricole Holding AG

Research, development, production and sales of animal feed, feed preservation and feed hygiene solutions

SCHAUMANN FEEDS SUCCESS  
TSF  
UNA-HAKRA  
GUT HÜLSENBERG  
ligrana  
Gerswalder Mühle  
EWM  
VTR

Renewable energies / CleanTech

**ENBYCON**  
Enbycon Holding AG

Research, development, production and sales of products and services for process and substrate optimisation in biogas plants

SCHAUMANN BioENERGY  
SCHAUMANN BioENERGY  
bioreact  
bonalytic  
gewitra

Biotechnology

**BIOTIC SCIENCE**  
Biotic Science Holding AG

Research, development, production, contract manufacturing and sales of starter cultures and microbial additives

LACTOSAN  
senzime  
PROVITA SUPPLEMENTS  
ALGINURE

Foundation

H. WILHELM SCHAUMANN STIFTUNG  
**H. Wilhelm Schaumann Stiftung**

Non-profit foundation for the promotion of animal and agricultural sciences, in particular through scientific research and support for young researchers, holding of specialist symposia

Support for young researchers  
Hülsenberger Gespräche Symposia  
Research awards for outstanding scientific work  
Award for distinguished dissertations  
Support for non-profit institutions

- **Oligo-éléments**
- **Enzymes / Algues**
- **Produits spécifiques**
- **Agents d'ensilage**

**SCHAUMANN**  
**BioENERGY**

# La ferme pilote



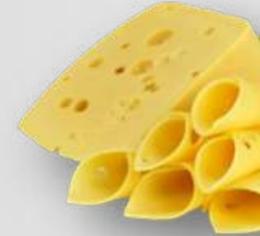
**GUT HÜLSENBERG**

650 ha  
2 biogas plants 2 X 400KW  
ISF & training center  
240 dairy cows  
Transit cow barn  
400 Fattening pigs  
200 Piglets



**SCHAUMANN**  
**BioENERGY**

# Importance de la maîtrise des fermentations



**N'oubliez pas !  
une part importante de  
l'alimentation dépend du résultat  
de l'ensilage**

**Effet sur :**

- **Volume d'intrant**
- **Qualité de l'intrant**
- **Rendement biogaz**

“

*Le rôle des infiniments petits dans la nature  
est infiniment grand !*

”

**Louis PASTEUR**

# Guide des bonnes pratiques

Date de récolte

Herbe = teneur en fibre brute ; 22-25% de la MS  
Maïs = 32-36% de MS, teneur en amidon >30%

Hachage

Herbe = >20/40 mm si MS >40% 15 mm  
Maïs = >6/8 mm si MS élevée 4/6 mm

Type d'inoculant

En fonction de la culture, sucre, MS, délai de fermeture,...

Compaction

Herbe = >200 kg MS / M3  
Maïs = >230 kg MS / M3

Étanchéité à l'air

Instantanément et minuscieusement,  
également pendant les pauses

Délai de fermentation

6/8 semaines sauf si inoculant  
à ouverture rapide

Technique de désilage

Faible perte, sans destruction  
du front d'attaque

Avancement

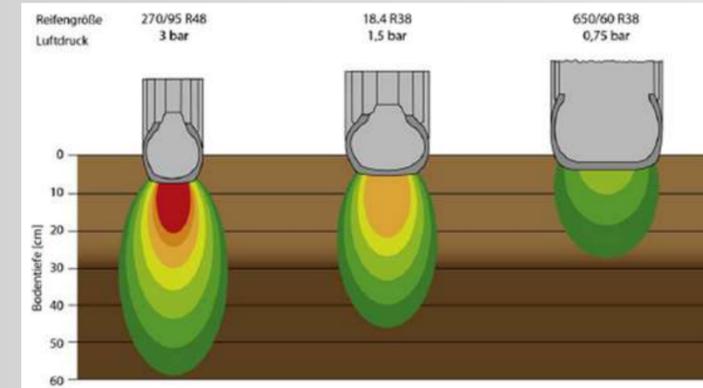
Hiver = 1.5 à 2m/semaine  
Été = 2.5 à 3m / semaine



Maximum 30 cm!

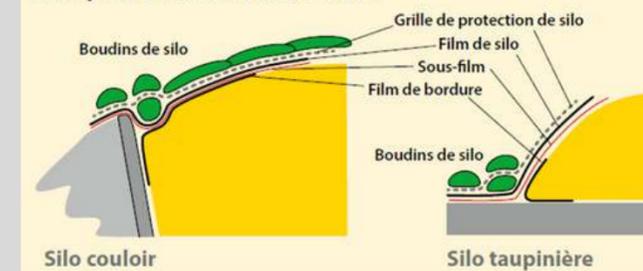


... > 70 cm... NON!



Pente trop forte  
Pertes d'énergie  
et de  
compactage

Exemple d'une bonne couverture :



SCHAUMANN  
BioENERGY

# Importance de la couverture

**Cogénération 536 Kw**  
**50 T de fumier B, 24 T ensilage de maïs**

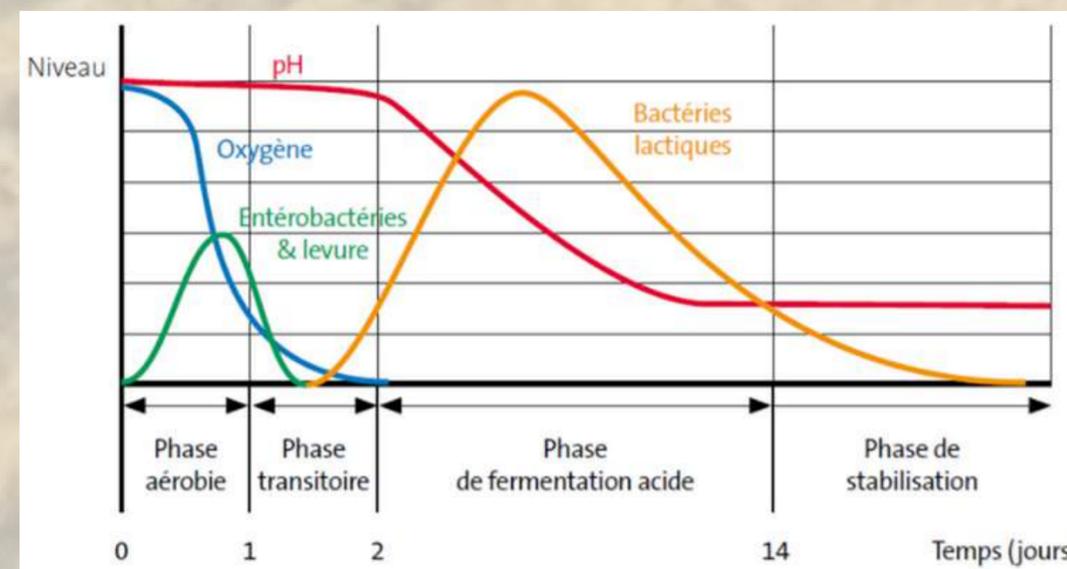
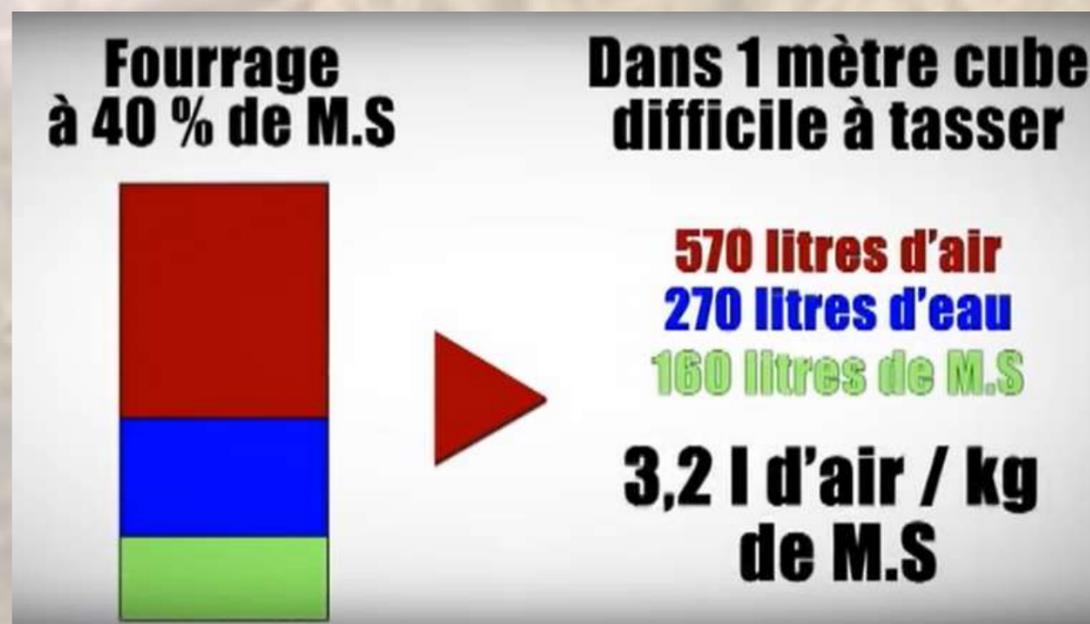
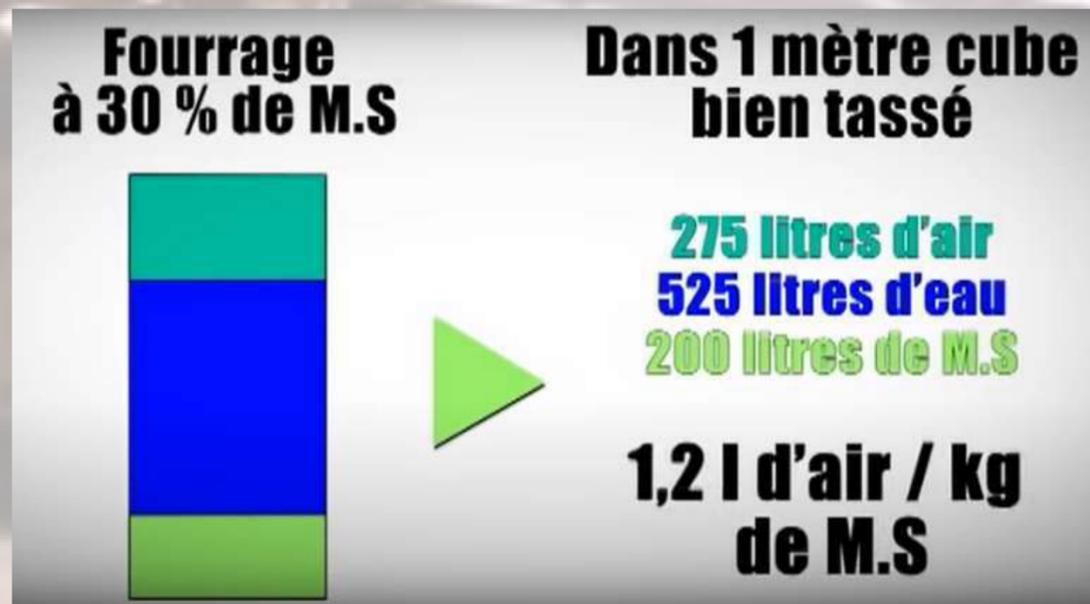


# Pertes liées à la fermentation

Voie de perte	Pratiques	
	Bonnes	Mauvaises
Respiration	0 – 4%	10 – 15%
Fermentation	4 – 6%	10 – 15%
Effluents	0 – 2%	5 – 15%
Dégradations aérobies au désilage	5 – 7%	10 – 20%
Total (observé)	9 – 17%	20 – 40%

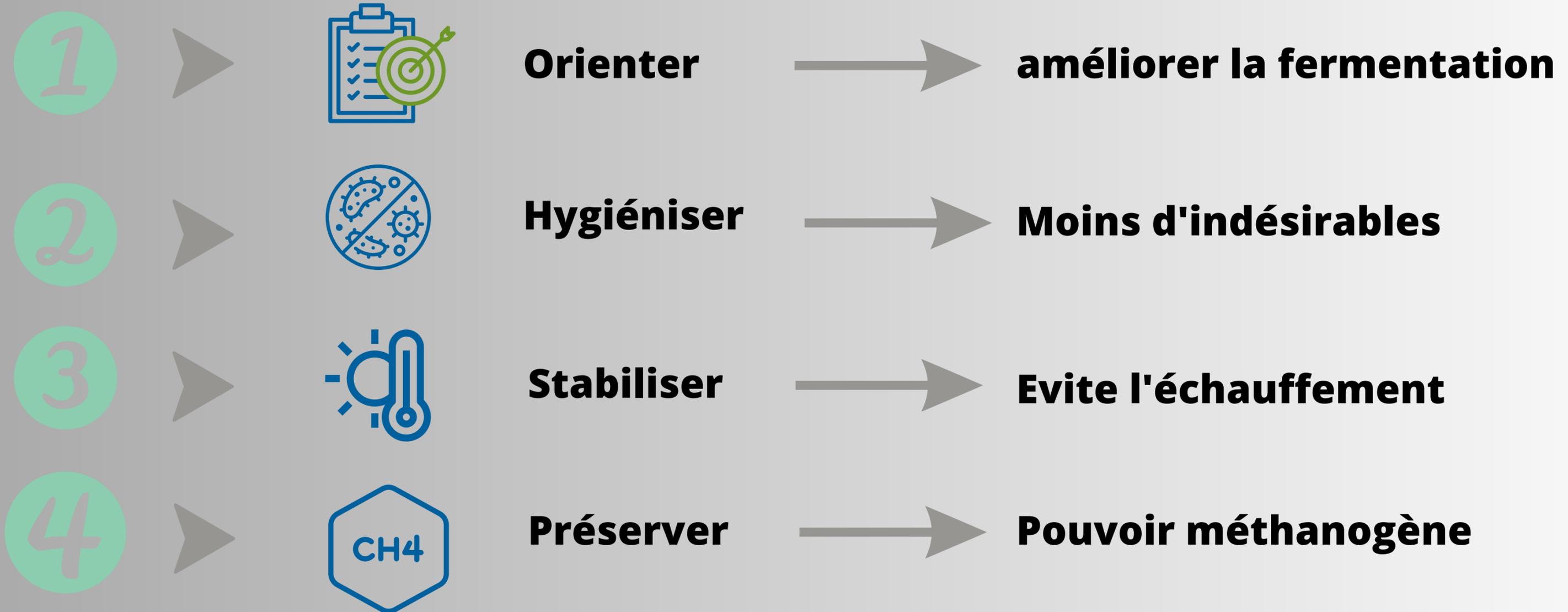
Da Silva et al, 2017

**2 à 3 heures pour enclencher les fermentations lactiques...**



**...3 à 4 jours pour enclencher les fermentations lactiques!**

# Rôles et bénéfices des inoculants



# 2 familles de bactéries

## Bactéries Homofermentaires



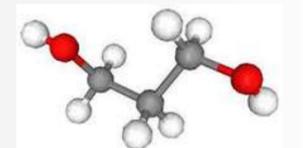
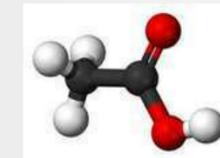
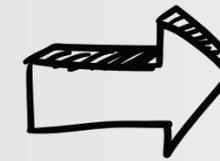
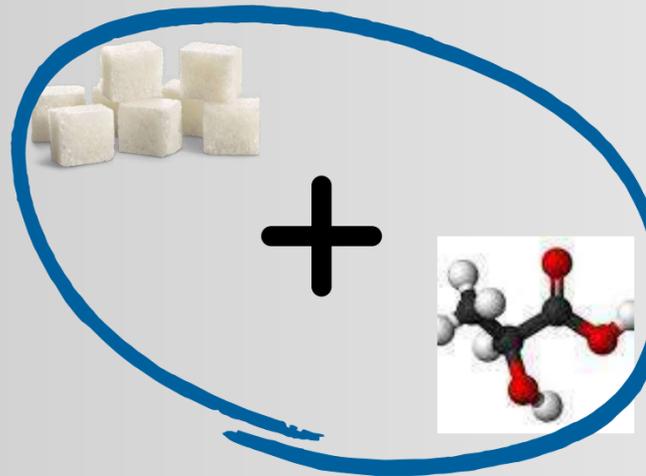
Transformer les sucres en Acide lactique **uniquement**



## Bactéries Hétérofermentaires



Transformer les sucres et une partie du lactique pour produire de l'acide acétique, Propanol, 1.2 Propandiol...



# Hygiénisation et stabilité aérobie

# Essai en cours

Ensilage de seigle 23% de MS



## Label de qualité DLG (UE) - méthode de test rigoureuse

### Differentes categories:

- WR 1a,b,c,d: Improved ensiling process
- WR 2: Improved aerobic stability
- WR 2 +  
Special effect for early opening: Improved aerobic stability after 14 days of storage
- WR 3: Reduction of effluent
- WR 4a: Enhanced Nutritional Value
- WR 4b: Improved digestibility of silage
- WR 4c: Enhanced meat production resp. milk production of silage
- WR 5: additional actions (e.g. WR 5a: Reduction of Clostridia)
- WR 6a,b,c: Improved biogas production  
(letters indicate different mode of action)

- BS FORTE est le seul inoculant biologique pour l'ensilage de catégorie WR 5a !
- SILASIL E et SILASIL XD sont les deux seuls produits de la catégorie WR 6.
- NOUVEAU : BONSILAGE SPEED est le seul produit de la catégorie WR 2 + effet spécial.



# Merci pour votre attention !

questions ?

[thiago.dossantosmolica@schaumann.fr](mailto:thiago.dossantosmolica@schaumann.fr)

SCHAUMANN  
*BioENERGY*

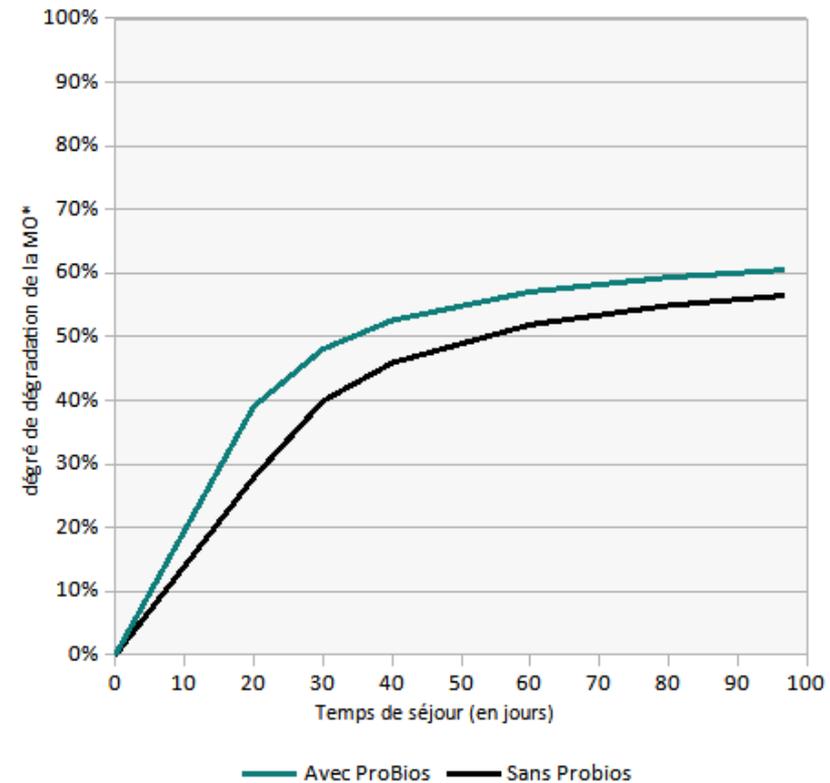
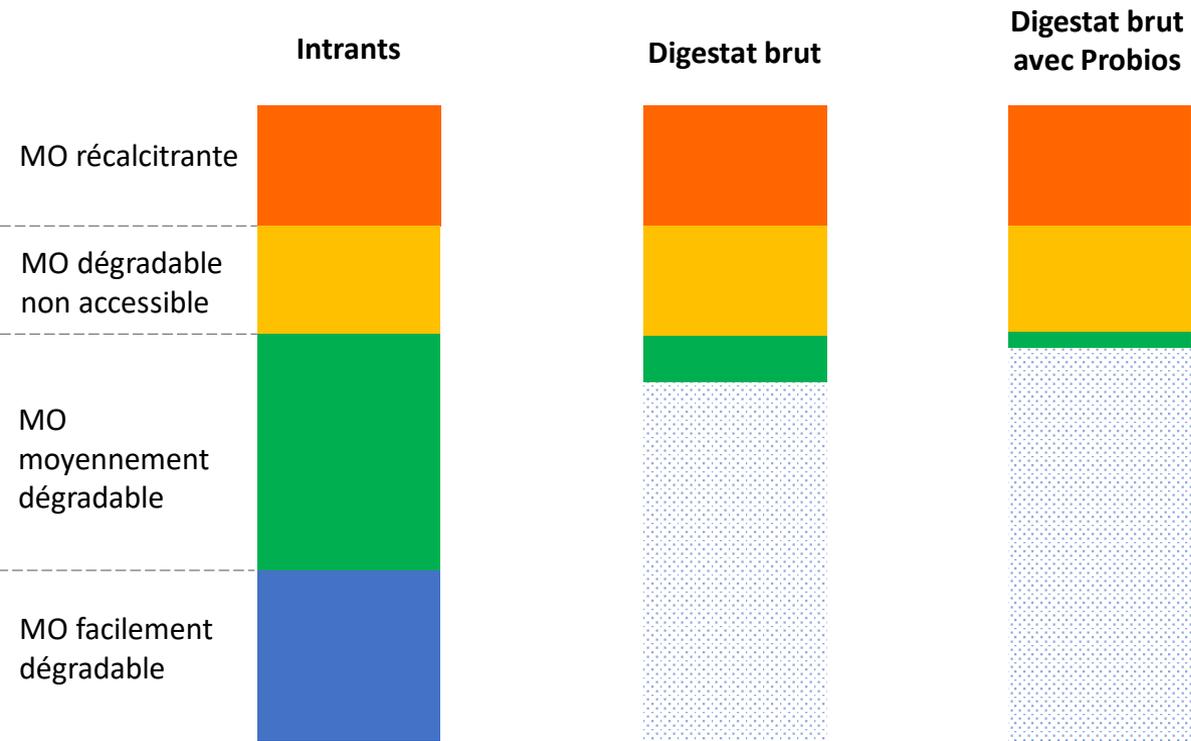




Métha'Normandie 04/07/2023  
**Solution Probios**

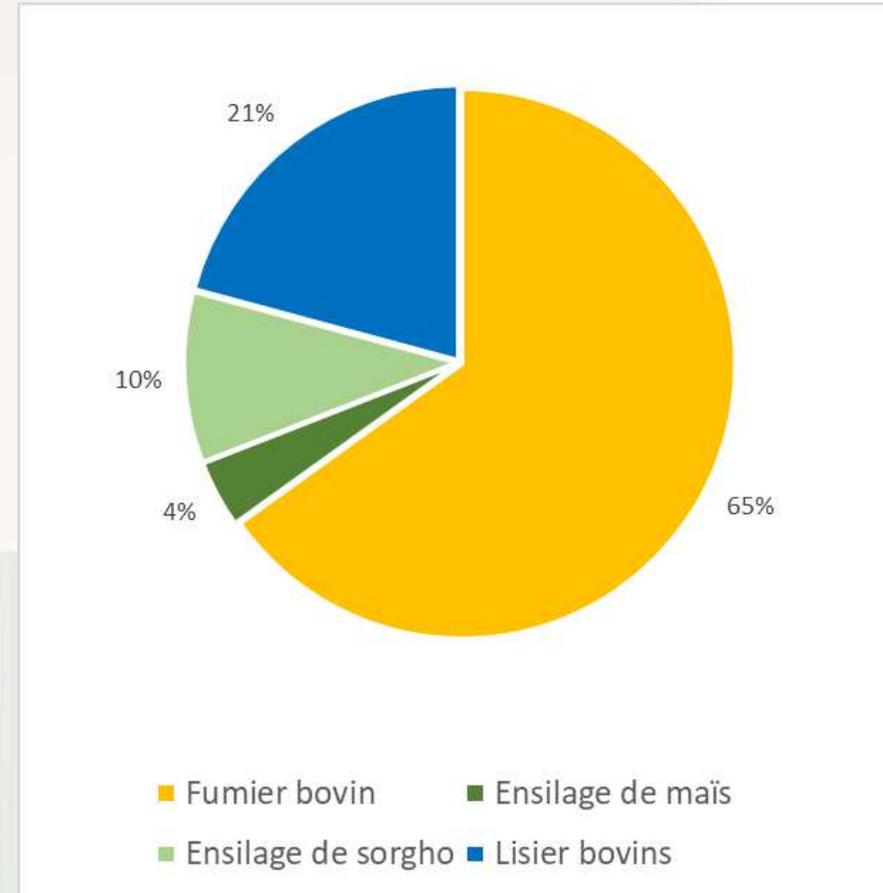
- Suivi et aide à l'exploitation des installations de méthanisation
  - Amélioration de la dégradation de la matière organique dans les digesteurs : évaluation de l'efficacité, mise en place de stratégie d'amélioration
  - Stabilisation des équilibres biologiques et mise en place de stratégies de prévention
- Étude d'opportunité et développement de production d'électricité in-situ en photovoltaïque et cogénération dans le cadre du groupement d'entreprise O2 Performance
- Mission d'expertise

- Biocatalyseur : concentré d'extrait de plantes
- **Mode d'action :**
  - Stimule le métabolisme microbien pour augmenter le taux de reproduction des populations bactériennes :
    - Augmentation de la sécrétion d'enzymes
    - Diminution de la sensibilité aux facteurs de toxicité
- **Effets :**
  - Accélère la digestion pour une meilleure exploitation du potentiel méthanogène
  - Stabilise la biologie
  - Améliore la viscosité
- 110 installations en Allemagne, 12 en France



# Etude de cas A

- Installation en cogénération 200 kWél
- Digesteur 2000 m3 & stockage 2600 m3 couvert/chauffé
- **Objectifs :**
  - Baisser la viscosité du digesteur
  - Économiser de l'ensilage



## Etude de cas A

---

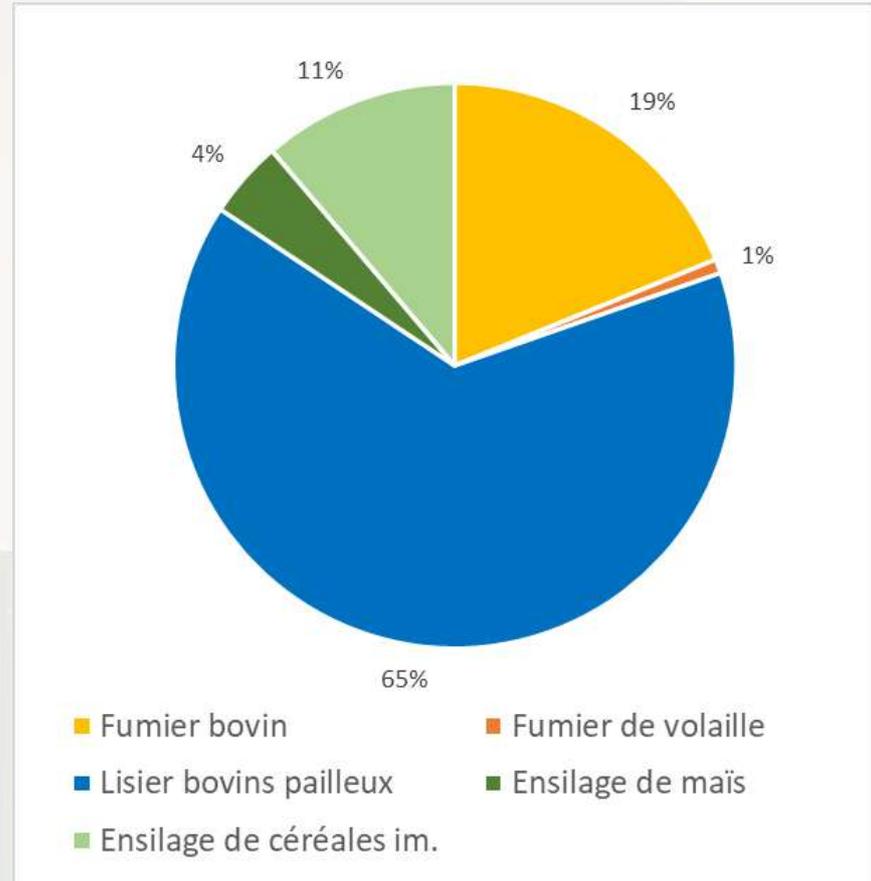
- Augmentation du taux d'exploitation du potentiel méthanogène de 89% à 94%
- Baisse de 1,5t d'ensilage dans la ration et augmentation de 0,7t de fumier
- Baisse de la viscosité
- Rapport économique brut de 1€ de Probios pour 4€ d'ensilage économisé



+ 4,9%

# Etude de cas B

- Installation en cogénération 160 kWél
- Digesteurs 1150 m3 & post-digesteur 1150m3
- **Objectif :**
  - Économiser de l'ensilage



## Etude de cas B

- Augmentation du taux d'exploitation du potentiel méthanogène de 84% à 91%
- Diminution des ensilages de maïs de 0,7t/j
- Rapport économique brut de 1€ de Probios pour 3€ d'ensilage de maïs économisé



+ 6,6%

🍃 Merci pour votre attention !

Rémi Chalmandrier

[remi@opus-energies.fr](mailto:remi@opus-energies.fr)

07 50 09 57 50



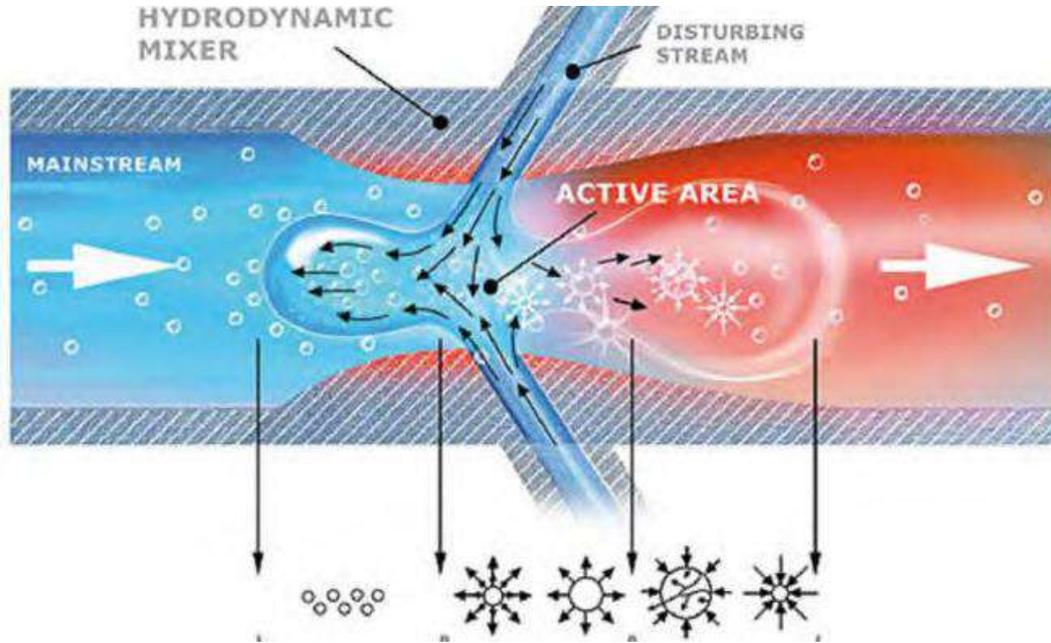
**Suprajet**  
CAVITATION TECHNOLOGY

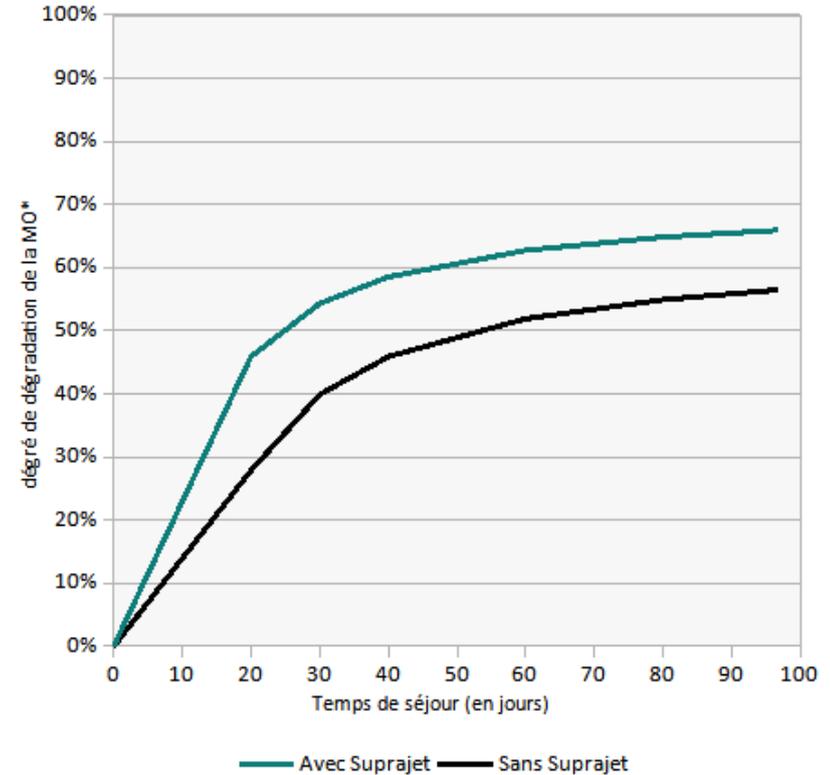
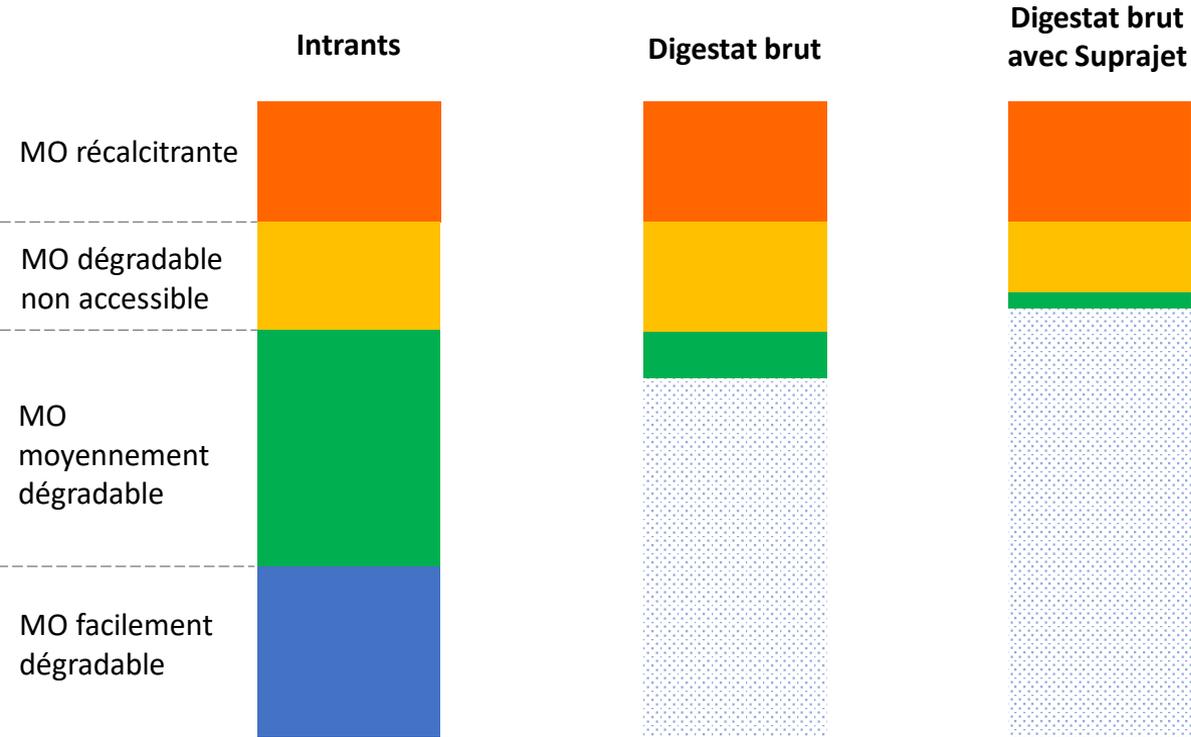
Métha'Normandie 04/07/2023  
**Solution Suprajet**



- **Mode d'action :**
  - Désintégration de la matière par Cavitation
- **Effets :**
  - Augmente le potentiel méthanogène des matières
  - Accélère la digestion
  - Améliore la viscosité pour une agitation facilité
- 17 installations en Europe

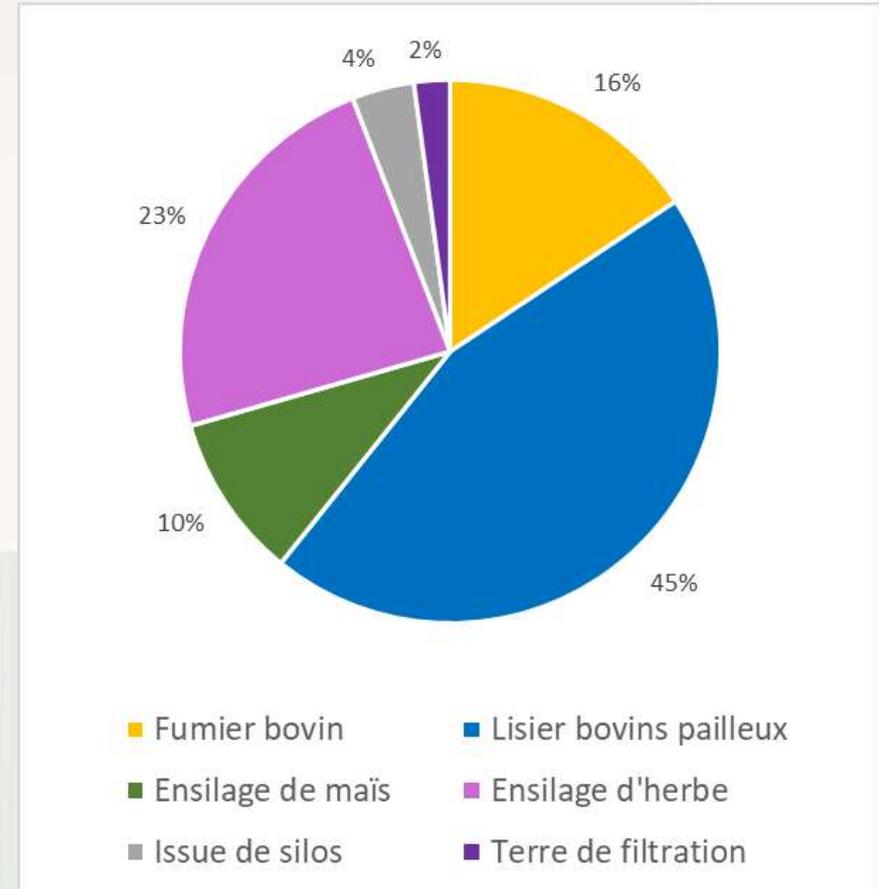






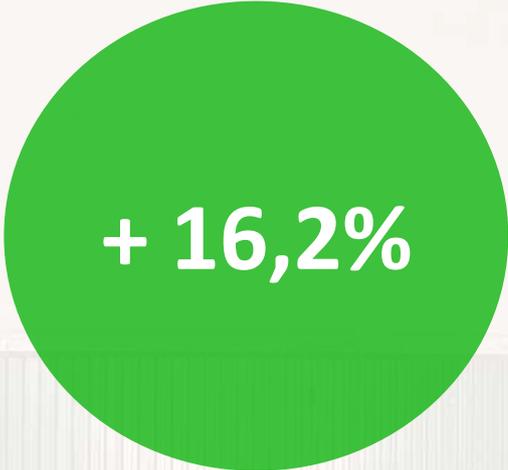
# Etude de cas C

- Installation en cogénération 600 kWél (↑800 kWél)
- Digesteur 2200 m3 et post-digesteur 2200 m3
- **Objectifs :**
  - Améliorer la viscosité du digesteur
    - Baisser l'utilisation d'enzymes
    - Baisser la recirculation de digestat liquide vers le digesteur
  - Augmenter la production sans modification de ration



## Etude de cas C

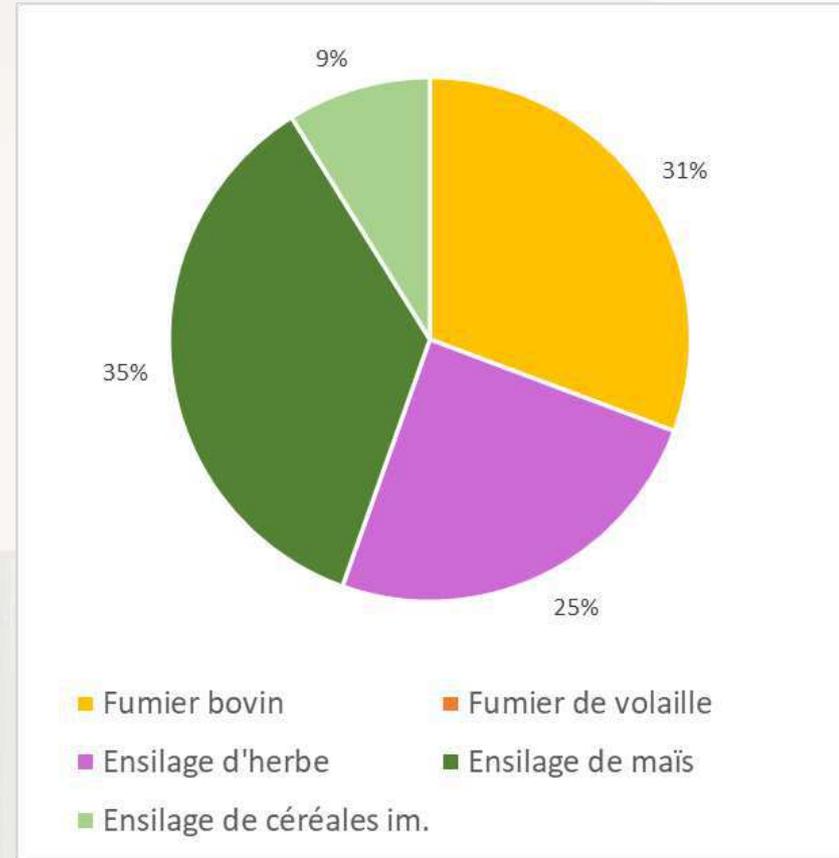
- Arrêt d'ajout d'enzyme dans le digesteur & arrêt de recirculation de digestat liquide
- Augmentation de 16,2% de la production de biogaz
- Augmentation de la puissance du module de cogénération
- Temps de retour sur investissement de 1,5 ans



+ 16,2%

# Etude de cas D

- Installation en cogénération 700 kWél
- Digesteur 1400 m3 et post-digesteur 2000 m3
- **Objectifs :**
  - Améliorer la viscosité du digesteur
  - Substituer une partie du maïs par du fumier et de l'ensilage d'herbe



## Etude de cas D

- Augmentation de 9,6 % de la productivité
- Diminution de 54% de la consommation électrique lié à l'agitation du digesteur et post digesteur
- Temps de retour sur investissement de 2,5 ans



+ 9,6%

• Merci pour votre attention !

Rémi Chalmandrier

[remi@opus-energies.fr](mailto:remi@opus-energies.fr)

07 50 09 57 50

# Préparation matières

## Maschinen Schmidberger et THM recycling solutions



Matinée Intrants de méthanisation: prétraitements,  
incorporation, optimisation...

Métha'Normandie  
Chambres d'agriculture de Normandie

04/07/2023

**Cécile Goral**

**VERDE ENERGY**

# Verde Energy

Depuis 2015  
Une équipe à taille humaine  
à votre écoute



**Eric Heckel**  
Est

**Olivier Heckel**  
Est

**Jérôme Bécot**  
Ouest

**Cécile Goral**  
Nord



# Nous représentons



# Sommaire

1. Aperçu des solutions préparation matières de Verde Energy



2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM 
3. Photos de références

# 1. Aperçu des solutions préparation matières de Verde Energy

## Trémies Schmidberger



**Entonnoir**  
volume 4 à 35 m<sup>3</sup>



**Racleurs à chaînes**  
volume 20 à 120 m<sup>3</sup>



**Fond mouvant**  
volume 40 à 140 m<sup>3</sup>



# 1. Aperçu des solutions préparation matières de Verde Energy

## Autres produits Schmidberger



### Convoyage vis inox



### Broyeurs à betteraves Modèles 10t/h à 50t/h



## 1. Aperçu des solutions préparation matières de Verde Energy

### Bio-préparateur Bio-TQZ de THM



## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM



**Entreprise familiale  
fondée en 1983, THM  
Recycling Solutions  
conçoit et construit des  
machines spéciales pour  
le recyclage et le  
traitement des déchets.**

## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM

*THM QuerstromZerspaner*

Le Principe du Bio-TQZ : **Triture / Déstructure / Malaxe**

**BioTQZ 900 : 3-4 t/h**  
**BioTQZ 1200 : 7-10 t/h**

*variable selon les intrants*



## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM



Avant/Après



## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM



Avant/Après



## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM



Avant/Après

**Carottes**



**Patates douces**



**Epinards**



## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM

### Avantages :

- ▶ Déstructure/défibre
  - ↗ capacité de rétention en eau ↗ accès aux bactéries
  - ↗ vitesse de biodégradation ↗ production de biogaz
- ▶ Idéal pour substrats fibreux et pailleux, fumiers, déchets espaces verts, déchets de fruits et légumes
- ▶ Réduit les problèmes de croûtes, de stratification et problèmes mécaniques sur les pompes et agitateurs,
- ▶ Faible coût d'entretien et usure réduite
- ▶ Ne craint pas les corps étrangers
- ▶ Incorporable dans un process neuf ou existant

## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM



Implantations au choix

**Incorporation solide  
vers digesteur**



**Incorporation liquide  
par fosse de mélange**



**Incorporation liquide  
par pompe mélangeuse**



## 2. Le bio-préparateur Bio-TQZ de THM

Coûts d'exploitation :

- Selon moteur 55kW, 75kW, 90kW : **8 à 10 kWh/tonne broyée**
- Pièces d'usure : **0,35 €/tonne broyée**

Références THM en France : 12



### 3. Photos de références



FONROCHE 47 – Villeneuve sur Lot  
Fourniture et mise en place d'un bio-préparateur TQZ 1200

### 3. Photos de références

**SAS METHAMAD 67-Lorentzen : 2 digesteurs LIPP de 28 x 8 m  
1 trémie avec racleurs à chaînes de 50 M3 et 1 bio-préparateur TQZ 1200 avec pré-fosse**



### 3. Photos de références

**SEG : Trémie avec racleur à chaînes de 50 m<sup>3</sup> de capacité**



### 3. Photos de références

**SEEDORF ENERGIE : mise en place d'une trémie de 50 M3 et d'un bio-préparateur TQZ 1200**



# Merci de votre attention

[www.verde-energy.fr](http://www.verde-energy.fr)

Contact :

## **Secteur Nord**

Normandie, Centre VL 28+45, IDF,  
Hauts-de-France, Belgique

**Cécile Goral**

06 47 27 67 74

cecile.goral@verde-energy.fr

## **Secteur Ouest**

Bretagne, Pays de la Loire,  
Centre-Val de Loire -Sud,  
Nouvelle-Aquitaine, Occitanie

**Jérôme Bécot**

06 47 45 78 39

jerome.becot@verde-energy.fr



04/07/2023 / Saint-Lô

# KEON – CA Normandie

## Projet R&D CH4+



# 1

## KEON EN QUELQUES MOTS

# 120 COLLABORATEURS

Des collaborateurs engagés dans le projet KEON !



43% D'ENTRE  
EUX SONT  
ACTIONNAIRES  
DE KEON 😊



TER'GREEN



NASKEO



SYCOMORE



TEIKEI

## 4 FILIALES

en France



Une expertise à chaque étape des projets

2 FILIALES  
au JAPON &  
au CANADA



NASKEO 環境



KERIDIS  
BioÉnergie



dans le monde...



70 PROJETS EN  
DÉVELOPPEMENT

100%

des projets accompagnés par TER'GREEN ont vu le jour



30%

de la flotte KEON roulent au bio GNV/GNV

6

Projets innovation / R&D en cours pour faire avancer la filière Biogaz



CHIFFRE D'AFFAIRE

2023

29 MILLIONS €

+ de

80 SITES



en exploitation

18 CHANTIERS

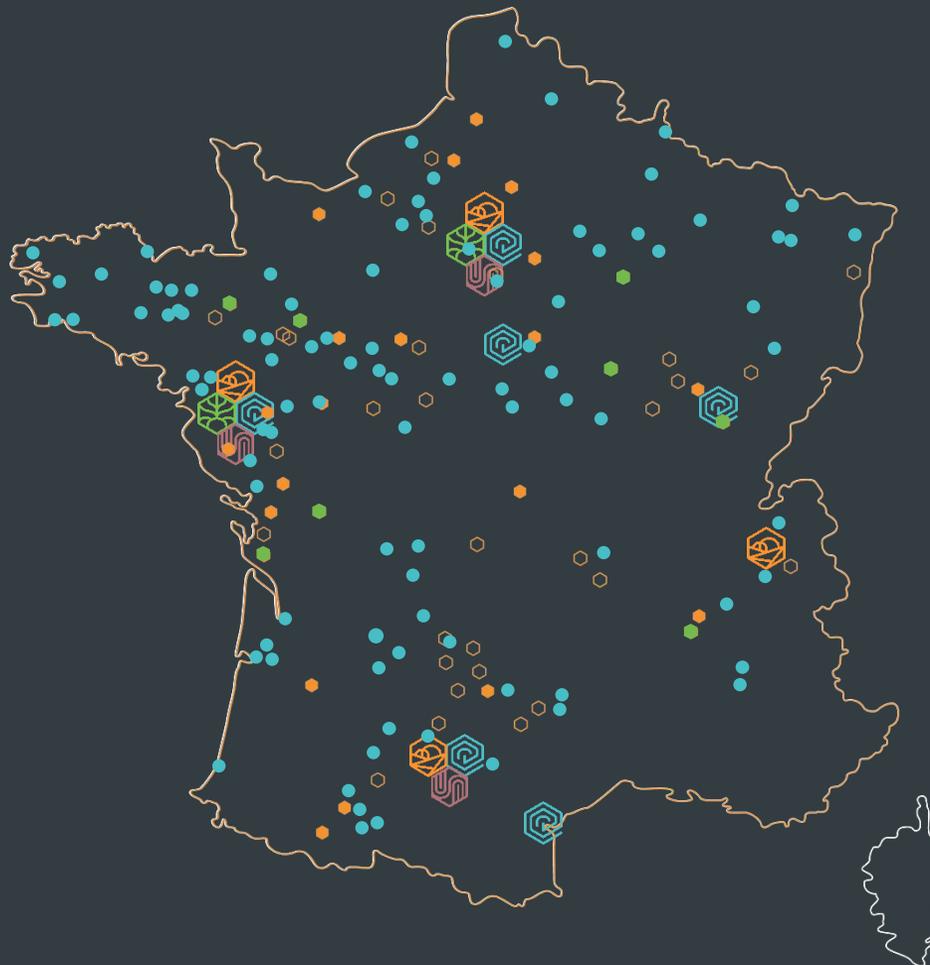
# 4 FILIALES AU SERVICE DE LA MÉTHANISATION



## TER'GREEN

Le co-développeur des projets de méthanisation

Création : 2018  
19 collaborateurs  
18 projets signés dont 8 en exploitation  
70 projets en développement



## SYCOMORE

Le partenaire technique de la méthanisation

Création : 2014  
30 collaborateurs  
+ de 260 interventions / an  
4 sites en gestion déléguée



## NASKEO

Le concepteur-constructeur des unités de méthanisation

Création : 2005  
35 collaborateurs  
80 sites en fonctionnement  
18 chantiers en cours



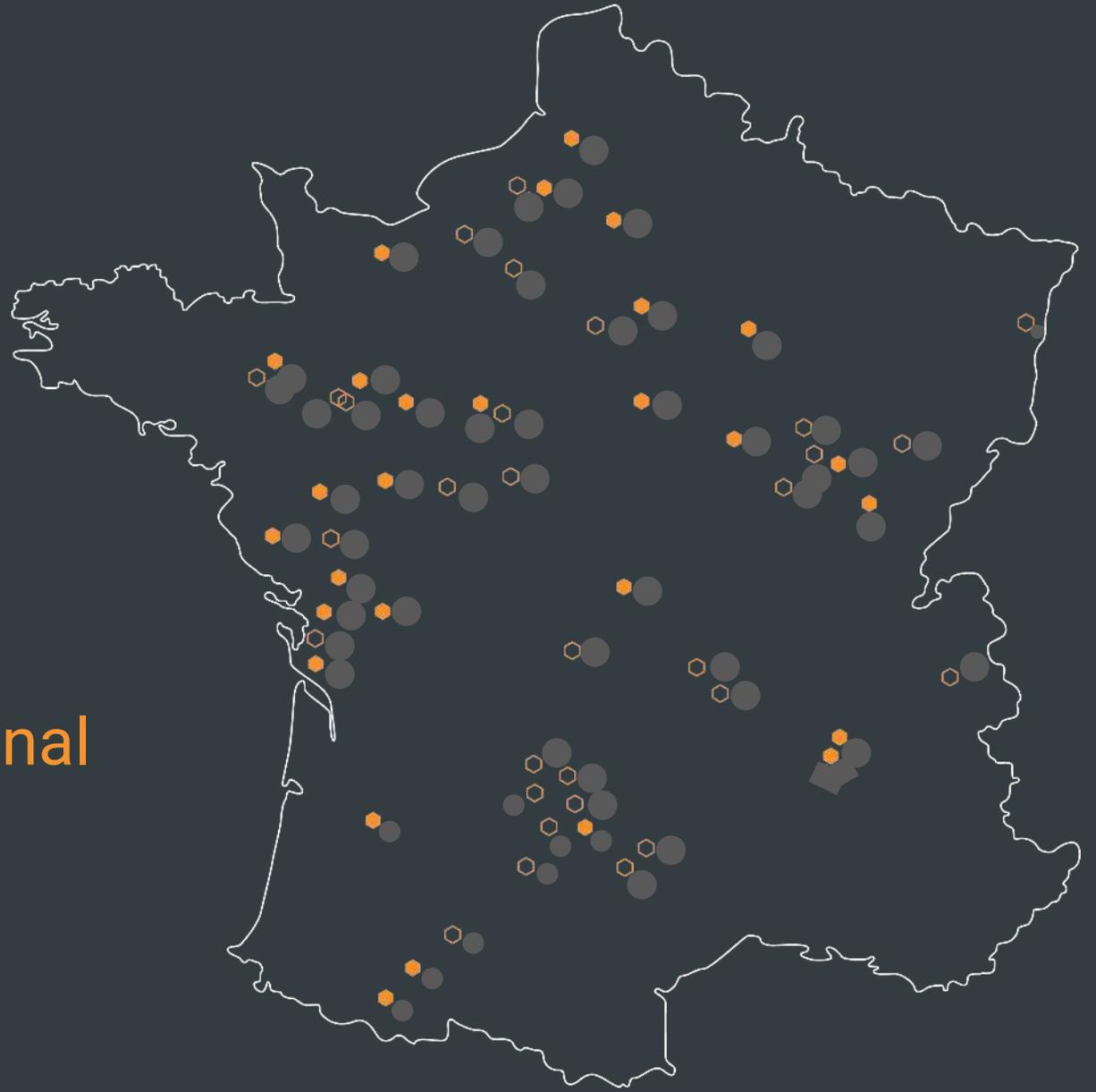
## TEIKEI

L'expert local des déchets organiques

Création : 2022  
4 collaborateurs  
Déjà 20 unités de méthanisation partenaires

# NOS RÉALISATIONS

**80** références  
en fonctionnement  
En France et à l'international



# NOS RÉALISATIONS A PROXIMITE

## ROHAUT BIOENERGIE

Dampierre en Bray (76)



DAMPIERRE EN BRAY (76)



120 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/h circuit GRDF



La consommation de 1 741 foyers



Projet agricole autonome  
15 700 T/an : fumiers, lisiers bovins ; Ensilages maïs et herbes

## AGRIMETHANACRE

Biéville-Beuville (14)



BIEVILLE-BEUVILLE (14)



280 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/h circuit GRDF  
Ligne d'hygiénisation pour Sous-Produits Animaux



La consommation de 4 000 foyers



Projet agricole collectif  
20 000 T/an : fumiers; CIVE; Menues pailles



## BUREAU D'ÉTUDES

Étudie la faisabilité de votre projet

Accompagne la création des dossiers administratifs  
(permis de construire, ICPE, raccordement...)

Aide à l'obtention des financements

## MISE EN SERVICE

Assure la mise en route et son suivi  
jusqu'à l'atteinte de vos objectifs de production

Garantit le fonctionnement optimal de votre unité  
grâce à un suivi pendant un an

## CONCEPTION & RÉALISATION DES UNITÉS

Crée un projet sur-mesure qui répond à vos besoins

Réalise une unité fonctionnelle et durable  
qui s'adapte à vos contraintes

Fixe un calendrier de réalisation et un niveau  
de performance

## GÉNIE CIVIL

Conception et construction des cuves digesteurs et stockage

Terrassement et voiries

## EXTENSION & REVAMPING

Accompagne vos projets d'agrandissement  
et de modernisation (augmentation de puissance, hygiénisation...)

Réalise vos travaux sans interrompre le fonctionnement  
de votre unité



Le concepteur-constructeur  
des unités de méthanisation

# 2 PROJET CH4+



KEON et ses filiales respectent une charte de communication écodesign – veuillez ne pas imprimer cette présentation numérique.



# PROJET CH4+

## NAISSANCE DU PROJET :

Objectif PPE\* 2020 : « Réduire de 30% environ les coûts de production du biométhane d'ici 2030 »

Environ 80-90€/MWh en 2023 contre 60€/MWh en 2030

- **DUREE** : 2022 -2025 (3ans)
- **PORTEUR** : NASKEO Environnement
- **FINANCEMENT** : NASKEO / BPI France
- **EMPLACEMENT** : Meth'Innov à MELLE (Deux-Sèvres 79)
- **POURQUOI METH'INNOV ?**
  - Ter'Green au Capital
  - 2 digesteurs en parallèle + 1 post-digesteur (cuve témoin)
  - Débit d'effluents d'élevage important (fumier bovin +++ , lisiers, issues de silo, ensilages)
  - Site traitant 34000T/an / 200 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/h
- **Autres études réalisées** : PV, Trackers, CO<sub>2</sub>...



# RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

## Projet CH4+

### 5 technologies d'augmentation de potentiel prometteuses !

- Essais en cours...
- Technologies confidentielles aujourd'hui
- Industriellement accessibles
- Basées sur le pré-traitement de la matière
  - Broyage
  - Viscosité
  - Accessibilité des bactéries...
- Commercialisables par NASKEO d'ici 2025



### 1 OBJECTIF FINAL :

Faciliter la dégradation des fibres longues (fumier, CIVE...) afin d'optimiser la production de biométhane d'environ 5 à 10%

# PROJET CH4+

## Principaux travaux réalisés

- **Incorporation & dilution** : identique entre digesteur 1 et 2
- **Mesure en continue du débit de biométhane** :
  - Mise en parallèle des réseaux biogaz de chaque digesteur
  - 1 appareil de mesure du débit de biogaz par digesteur
  - Analyseur biogaz par cuve
- **Agitation** : mêmes règles pour les 2 cuves de méthanisation
- **Consommations électriques** : mesures en continue par digesteur
- **Autres mesures**:
  - Campagne détection fuites biogaz
  - Complémentation en oligoéléments (état biologique optimal)
  - Homogénéisation des digesteurs avant chaque test



---

# PROJET CH4+

## Résultats des tests

# Patience, il est encore trop tôt !!



### THIBAUT LEMONNIER

Chargé d'affaires

[Thibault.lemonnier@naskeo.com](mailto:Thibault.lemonnier@naskeo.com)

+33(0)7 50 62 36 12

52 rue Paul Vaillant Couturier  
92240 Malakoff