



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# PRODIGE 2

## Programme d'acquisition de références sur les unités de méthanisation agricole

Synthèse des performances techniques et économiques

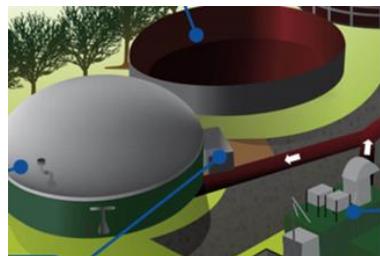
Avec la collaboration de l'AAMF



# Le programme PRODIGE 2

Programme d'acquisition et de diffusion de références sur le fonctionnement des unités de méthanisation agricoles en France

- Recueillir les informations
- Produire des références
- Diffuser ces connaissances
- Prodige 1: 2019 Prodige 2: 2021



Conduit par l'APCA et les Chambres d'Agriculture de 10 régions.



Avec le concours  
financier de l'ADEME

Avec la collaboration de l'AAMF



**Comité de pilotage:** APCA – ADEME

**Comité technique:** INRAE – AAMF – AILE – ATEE club biogaz – IFIP – IDELE – ARVALIS – MAAF – DGEC – coopération agricole – Enseignement agricole

**Analyse critique des résultats:** Adrien de Vriendt (Consultant)

# 57 unités en cogénération

## COGENERATION

Année de mise en route : 2014 (médiane)

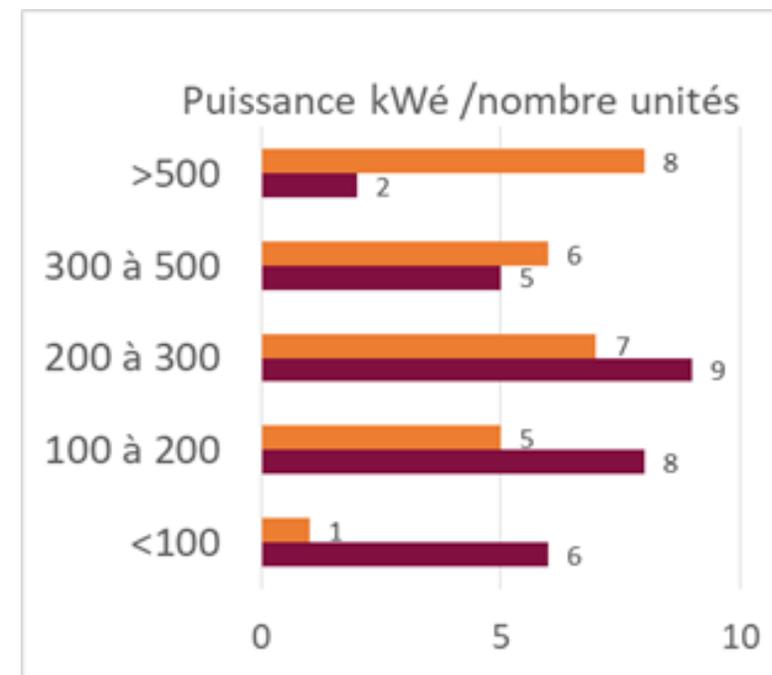
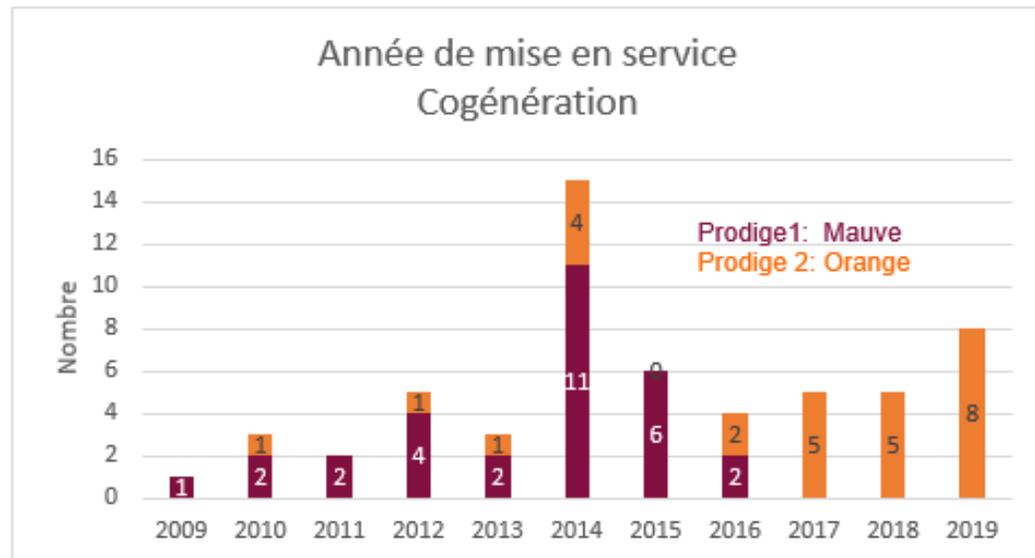
Age fin enquête : moyenne 42 mois / médiane 35 mois

Année comptable d'enquête: 2017 – 2020

95% associées à un élevage

## Puissance (kWé produit)

- Moyenne : 298 kWé Médiane : 250 kWé
- Mini: 35 KW Maxi 1 189 KW
- 40% envisagent une évolution supl.



# 27 unités en injection

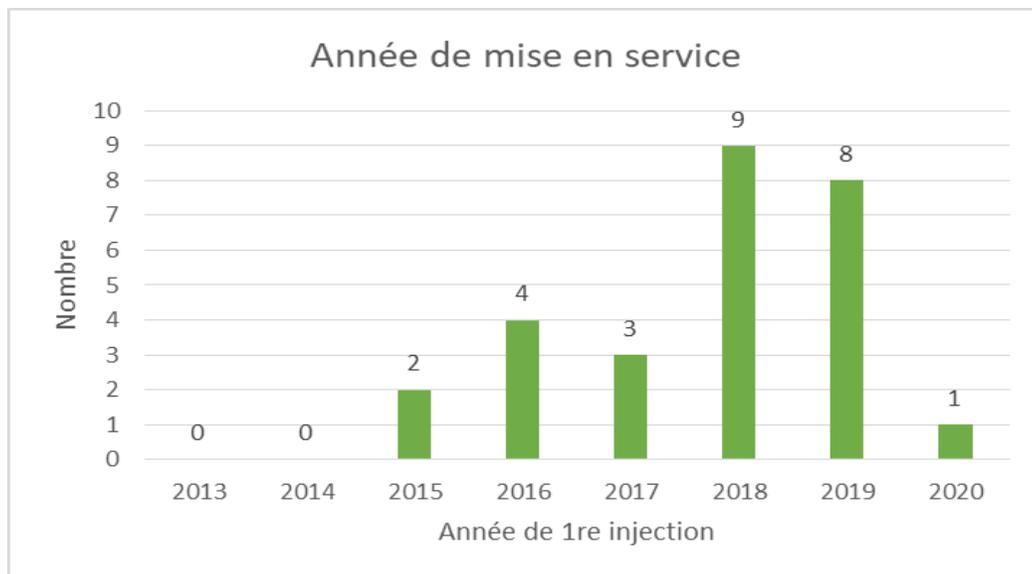
## INJECTION

Année de mise en route : 2018 (médiane)

Age fin enquête : moyenne 29 mois / médiane 23 mois

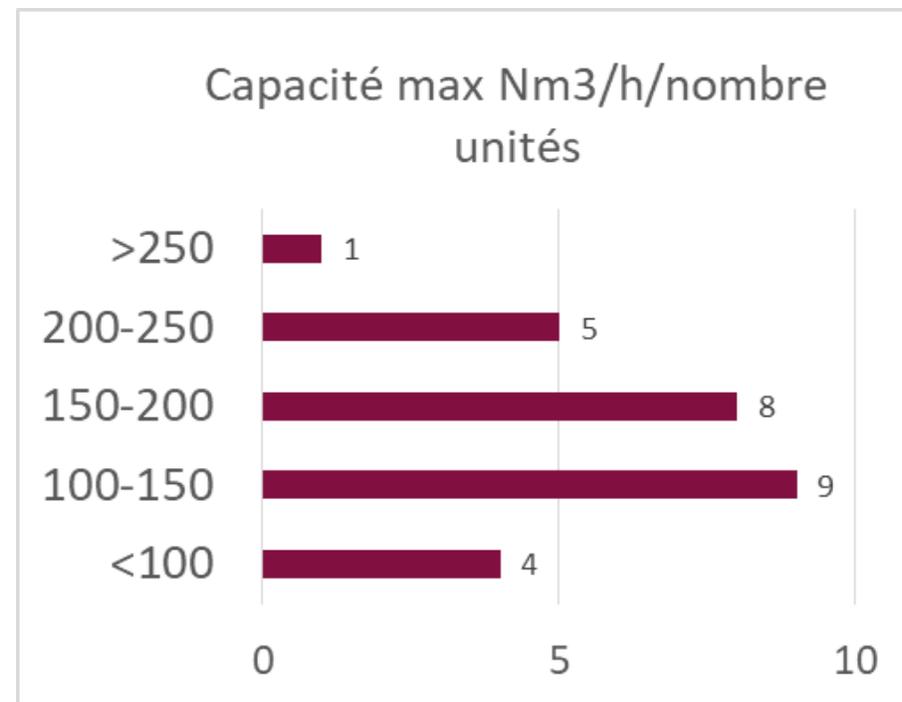
Année comptable d'enquête: 2019-2020

78% associées à un élevage



## Capacité maximale (Cmax)

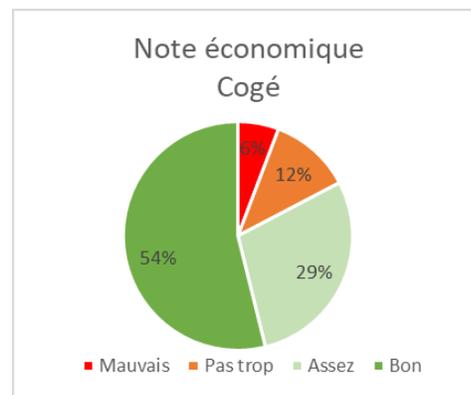
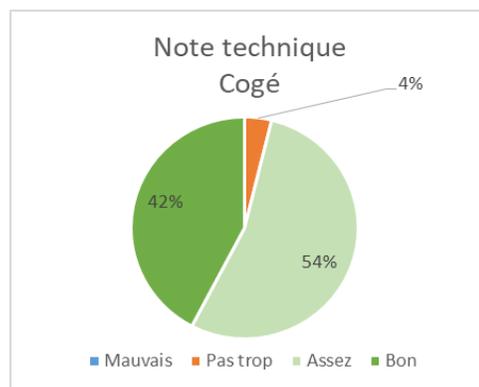
- Moyenne : 151 Nm<sup>3</sup>/h Médiane : 150 Nm<sup>3</sup>/h
- Mini : 70 Nm<sup>3</sup>/h Maxi 255 Nm<sup>3</sup>/h
- 44% envisagent une évolution supl.



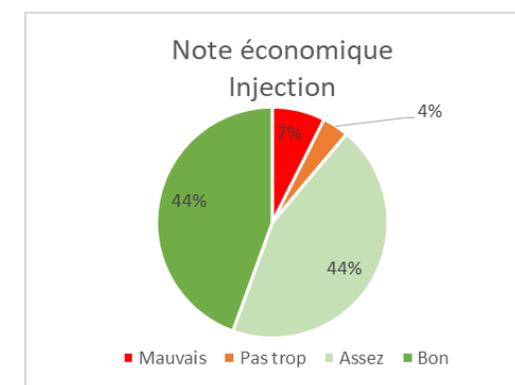
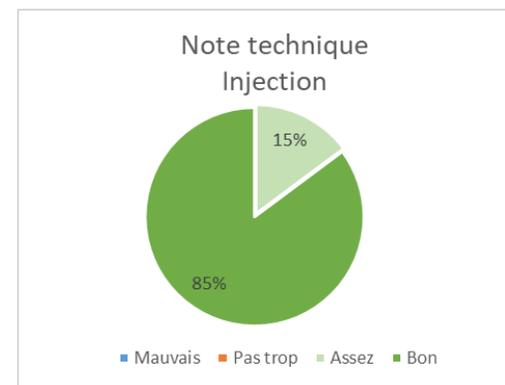
# Niveau de satisfaction

- **L'avis des agriculteurs-méthaniseurs**
  - Technique : appro, biogaz, cogé, valo chaleur, valo digestat
  - Economique : travail, résultat financier
  - 4 niveaux de satisfaction (Pas du tout, Pas trop, Assez, Très)

## COGENERATION



## INJECTION



**Une large majorité de satisfaits**

96% et 83%

100% et 88%

# 1. Caractéristiques et performances techniques

# Alimentation des digesteurs

## Nature des matières utilisées (% tonnes de MB)

Cogé:

**70% des tonnages en autonomie**

Type de substrat en tonnes	Cogénération			Injection		
	Moyenne	décile 2	décile 8	Moyenne	décile 2	décile 8
Effluents d'élevage	69%	58%	81%	40%	0%	66%
CIVE et résidus	7%	0%	12%	28%	8%	53%
Cultures dédiées	5%	0%	10%	3%	0%	9%
Matières extérieures	19%	3%	30%	27%	3%	47%

Injection:

**62% des tonnages en autonomie**

## Part de production d'énergie des matières utilisées (% CH4 produit)

Cogé:

**47 m3 CH4/t Mat brute**

Type de substrat en énergie	Cogénération			Injection		
	Moyenne	décile 2	décile 8	Moyenne	décile 2	décile 8
Effluents d'élevage	40%	20%	57%	31%	0%	51%
CIVE et résidus	9%	0%	17%	28%	0%	50%
Cultures dédiées	10%	0%	21%	6%	0%	14%
Matières extérieures	41%	16%	68%	35%	11%	62%

Injection:

**79 m3 CH4/t Mat brute**

# Aléas de la production du biogaz

## Arrêt total de production

Arrêt biogaz	Cogénération		Injection	
	Nb	%	Nb	%
Nb d'unités > 3j arret	22	39%	9	33%
	Moyenne	Maxi	Moyenne	Maxi
Nb de jours d'arrêt	14	41	5	25

## Causes d'arrêt

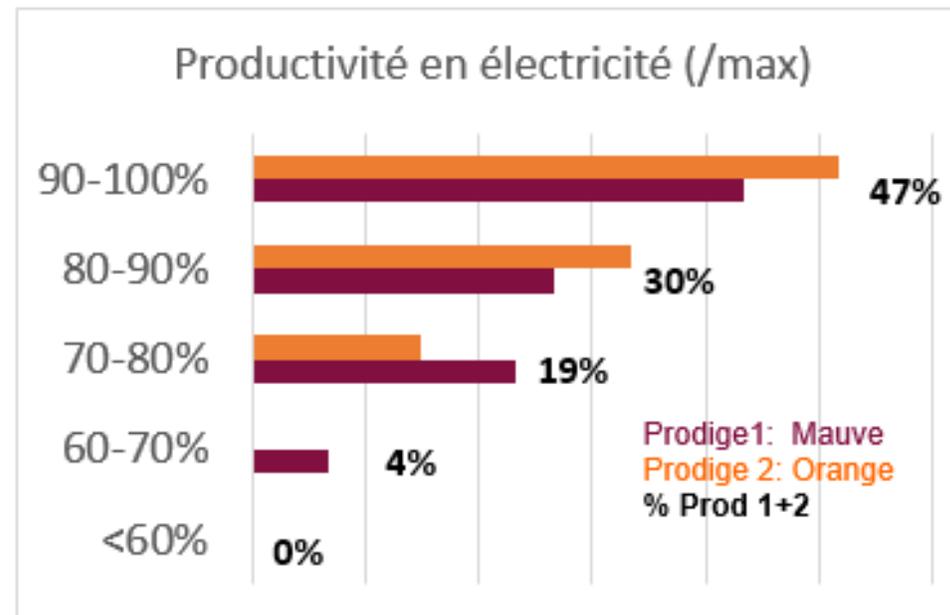
Causes arrêt biogaz	Cogénération (Prodiges 2)			Injection		
	Nb unités	tot jours	% tps indis	Nb unités	tot jours	% tps indis
Appro biomasse	9	77	42%	1	1	1%
Amont digesteur	8	59	32%	8	27	29%
Niveau digesteur	7	31	17%	9	45	49%
Biologie	4	14	8%	6	20	21%

**Satisfaction: 96 à 100 % satisfaits**

# Indice de productivité

## Heures de fonctionnement de la cogénération

- Moyenne 8 266 heures /an
- 82% dépassent 8 000 heures
- Productivité = kWh livrés / (P. maxi livré x 8760 h)
- Moyenne 88%
- Médiane 89%
- 47% au dessus de 90%
- 23% inférieurs à 80%

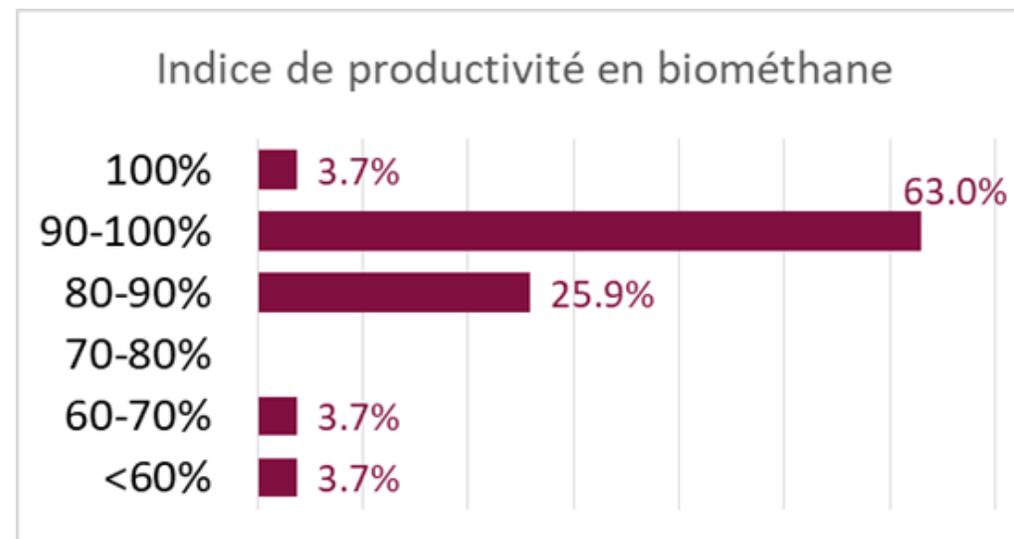


Cogénérateur	Moyenne	< 140 kW	140 -300 kW	> 300 kW
Productivité électrique	89%	87%	90%	86%

# Indice de productivité en biométhane

## Heures de fonctionnement

- Moyenne 8 493 heures /an
- 37% dépassent 8 600 heures
- Productivité = kWh injectés / (Cmax \* %CH4 max \* 11.056 x 8760 h)
- Moyenne 92%
- Médiane 96%
- 67% au dessus de 90%    7.4% inférieurs à 70%



Injection	Moyenne	< 120 Nm3/h	120 -180 Nm3/h	> 180 Nm3/h
Productivité injection	92%	95%	90%	92%

# Aléas de la production d'énergie

## Arrêt du cogénérateur (Prodige 1 et 2)

- 5 j d'arrêt en moyenne
- 19% ont plus de 7 j d'arrêt

### Indice de satisfaction

	Pas du tout	Pas trop	Assez	Tout à fait
Satisfaction cogé	7%	11%	44%	39%

## Principales causes des arrêts (Prodige 2)

- 18% = coupure EDF (5 jours en moyenne)
- 64% = panne du cogénérateur (8 jours en moyenne)
- 18% = autre: (5 jours en moyenne)

## Principales causes des arrêts

- 32% = indisponibilité du poste Grdf (4 j en moyenne)
- 29% = panne d'épurateur (6 jours en moyenne)
- 15% = défaut qualité du gaz (6 jours en moyenne)

### Indice de satisfaction

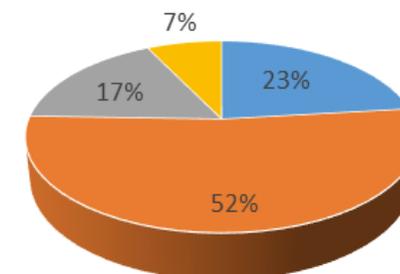
	Pas du tout	Pas trop	Assez	Tout à fait
Satisfaction épuration	0%	11%	26%	63%

# Temps de Travail

## Satisfaction

Travail	Pas du tout	Pas trop	Assez	Tout à fait
Cogénération	2%	14%	42%	42%
Injection	7%	15%	48%	30%

cogénération



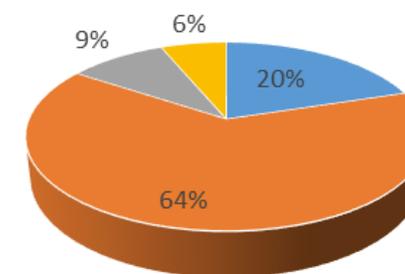
■ Approvisionnement ■ Biogaz ■ Energie ■ Digestat

## Cogénération

Cogénération	Moyenne	< 140 kW	140 -300 kW	> 300 kW
Heures de travail	1 534	589	1 003	2 661
Unité de travail *	0.96	0.37	0.63	1.66

\* base de 1600 heures / an

injection



■ Approvisionnement ■ Biogaz ■ Energie ■ Digestat

## Injection

Injection	Moyenne	< 120 Nm3/h	120 -180 Nm3/h	> 180 Nm3/h
Heures de travail	3 232	1 714	3 889	3 469
Unité de travail *	2.01	1.07	2.42	2.16

\* base de 1600 heures / an

# Gestion du digestat

## Destination épandage

**Cogé:**

**Moyenne: 6.3 mois  
de stockage**

Destination épandage digestat	Cogénération		Injection	
	Liquide	Solide (Prodige2)	Liquide	Solide
Chez Agri métha	75%	50%	89%	67%
Chez Tiers	25%	50%	11%	33%

**Injection:**

**Moyenne: 9.4 mois  
de stockage**

## Modalités d'épandage

**Cogé:**

**55% fosse couverte**

Epannage digestat	Cogénération	Injection
	%vol	%vol
buse palette	5.0%	0.4%
rampe à buse	3.4%	2.9%
Pendillard	71.5%	80.2%
enfouisseur	12.4%	6.9%

**Injection:**

**65% fosse couverte**

## Satisfaction

- Seuls 5% en cogé pas trop satisfaits sinon le reste assez ou très satisfaits

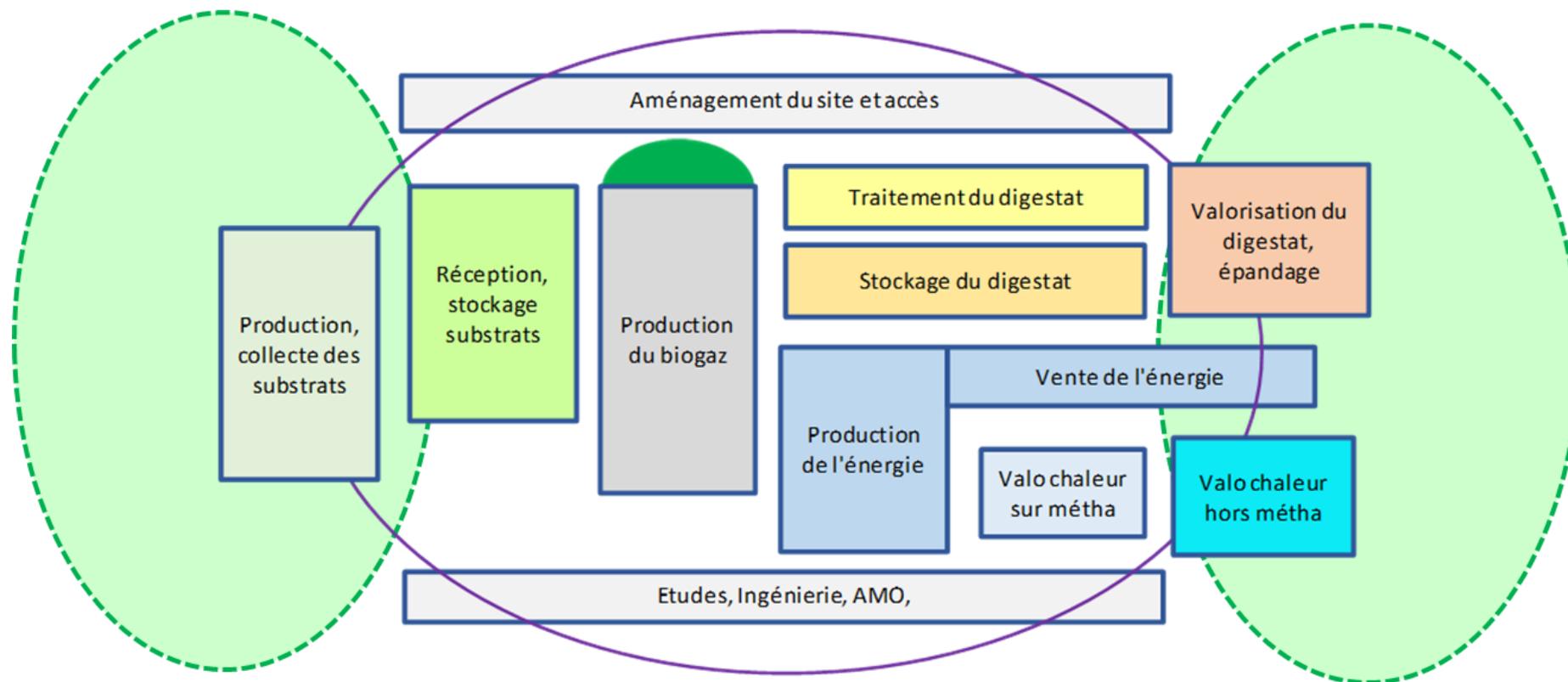
## 2. Résultats économiques

Avec la collaboration de l'AAMF



# Rappels méthodologiques

Définir le périmètre considéré // des limites



5 postes opérationnels:

- **Approvisionnement**
- **Biogaz**
- **Valorisation énergie**
- **Gestion digestat**
- **(Valorisation chaleur)**

**Des règles de standardisation pour  
comparer les unités entre elles**

**Résultat économique calculé  
+/- différent du résultat comptable**

# Coût de construction : Cogénération

- **7 700 Euros/ kWe**
- Dégressivité en fonction de la taille
- Mais grands écarts pour une même puissance
- **23% de subvention en moyenne**

EUR par kW	Moyenne	< 140 kW	140 -300 kW	> 300 kW
Investissement	<b>7 713</b>	10 180	7 525	6 646
Subvention	<b>1 753</b>	2 783	1 694	1 283
% invest	<b>23%</b>	27%	23%	19%
Investis - subvention	<b>5 961</b>	7 397	5 831	5 363

- **31 500 Euros/ Nm3/h (Cmax enquête)**
- **41 360 Euros/Nm3/h (Cmax projet)**
- Grands écarts pour une même puissance
- **16% de subvention en moyenne**

Euro par Nm3/h	Moyenne	< 120 Nm3/h	120 -180 Nm3/h	> 180 Nm3/h
Investissement	<b>31 465</b>	33 230	32 769	26 580
Subvention	<b>4 835</b>	5 673	4 765	3 998
% invest	<b>15%</b>	17%	15%	15%
Investis - subvention	<b>26 816</b>	27 557	28 005	22 582

# Marge nette standardisée: Cogénération

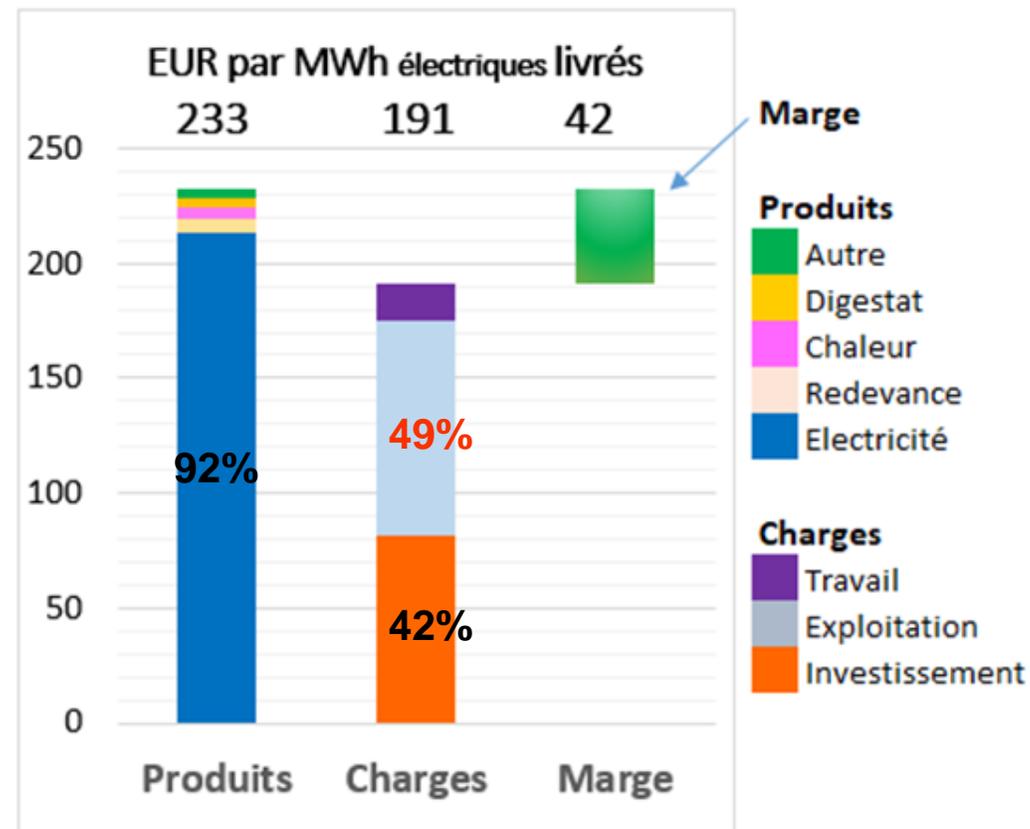
Valeurs  
2017-2020

## Marge nette par MWh

- 42 EUR / MWh vendu
- = 20% de la recette élec
- 48% de la marge = produit connexes

EUR par MWh	Produits	Charges	Marge	Marge / élec
<b>Moyenne</b>	<b>233</b>	<b>191</b>	<b>42</b>	<b>22</b>
< 140 kW	237	217	20	4
140 -300 kW	237	187	50	27
> 300 kW	225	182	43	27

- 7 unités en marge négative, 23% inf à 20 EUR/MWh
- Marge moyenne de 96 000 EUR Grande variabilité



# Marge nette standardisée: Cogénération

## Simulation hausses constatées 2022

- Coût des substrats = **+20%**
- Electricité = **+50%**

Simulation  
2022

**-28 %  
de marge**

Cogénération EUR par MWh	Simulation 2022			
	Produits	Charges	Marge	Evol/enq
<b>Moyenne</b>	<b>233</b>	<b>203</b>	<b>30</b>	<b>-28%</b>
< 140 kW	237	228	9	-55%
140 -300 kW	237	199	38	-25%
> 300 kW	225	194	31	-27%

Rien que la hausse de l'électricité de 50% = -11% de la marge moyenne

# Marge nette standardisée: Injection

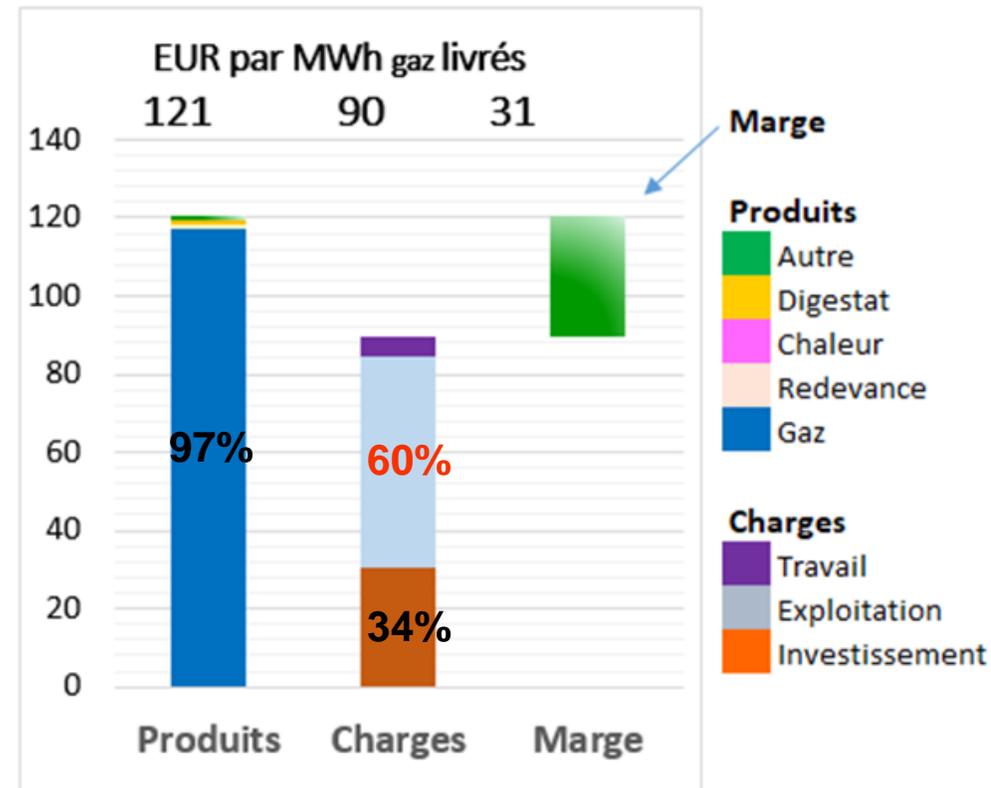
Valeurs  
2019-2020

## Marge nette par MWh PCS vendu

- 31 EUR / MWh vendu
- = 26% de la recette biométhane
- 13% de la marge = produit connexes

EUR par MWh PCS	Produits	Charges	Marge	Marge / gaz
<b>Moyenne</b>	<b>121</b>	<b>90</b>	<b>31</b>	<b>27</b>
< 120 Nm3/h	132	89	43	40
120 -199 Nm3/h	121	97	24	19
> 200 Nm3/h	111	75	35	32

- 2 unités en marge négative, 15% inf à 12 EUR/MWh
- Marge moyenne de 393 000 EUR Grande variabilité



# Marge nette standardisée: Injection

**Simulation  
2022**

## Simulation hausses constatées 2022

- Coût des substrats = **+20%**
- Electricité = **+50%**

**-27 %  
de marge**

Injection EUR par MWh	Simulation 2022			
	Produits	Charges	Marge	Evol/enq
<b>Moyenne</b>	<b>121</b>	<b>98</b>	<b>23</b>	<b>-27%</b>
< 120 Nm3/h	132	97	34	-19%
120 -180 Nm3/h	121	106	14	-39%
> 180 Nm3/h	111	83	28	-21%

Rien que la hausse de l'électricité de 50% = -13% de la marge moyenne

# Conclusions

## Des points de vigilances:

- Des sites de développement ancien et d'exploitation récente avec des **conditions tarifaires, de subventions ou de contraintes réglementaires différentes des projets en cours en 2022.**
- Les **unités enquêtées sont volontaires.** Cela pourrait minimiser dans l'échantillon certains problèmes.
- L'échantillon enquêté **comprend essentiellement des sites jeunes**, surtout en injection. Certains résultats pourraient varier sensiblement avec le temps.

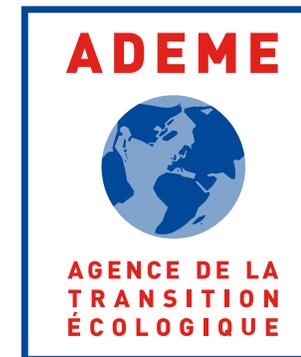
## Des perspectives intéressantes

- Des résultats techniques et des exploitants satisfaits de leurs performances
- **Une méthode pertinente** pour pouvoir disposer d'indicateurs de performances technico-économiques, faire des comparaisons et établir des références.
- Les résultats de chaque installation peuvent être comparés aux références nationales et **mettre ainsi en évidence les leviers d'optimisation techniques et économiques.**



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Merci de votre attention**

Intitulé de la direction/service  
Contacts

**Contact : [herve.gorius@bretagne.chambagri.fr](mailto:herve.gorius@bretagne.chambagri.fr)**