



# Résultats techniques INJECTION

## BILAN DREAL 2023

Bilans biogaz 2023 transmis par les exploitants à la DREAL Pays de la Loire dans le cadre des arrêtés tarifaires dont ils bénéficient (code de l'énergie).





## Quelques mots d'introduction

Les **données** sur lesquelles s'appuient les indicateurs sont **issues des déclarations à la DREAL** des Pays de la Loire. Cette **déclaration est obligatoire** pour tous les méthaniseurs bénéficiaires de tarifs d'achat, car liées à une exigence de l'arrêté tarifaire (cogénération et injection). Cette déclaration a lieu une fois par an sur les données de fonctionnement réelles de l'année précédente. Pour mémoire, les arrêtés tarifaires demandent le bilan de l'année N au 15 février (cogénération) et au 31 mars (injection) de l'année N+1.

Ce **travail a été réalisé par l'association AILE**, et répond à une double demande :

- La DREAL souhaitait que cette exigence réglementaire puisse aussi bénéficier aux exploitants
- La profession souhaite avoir des références fiabilisées avec lesquelles se comparer (*demande notamment formulée par l'association des méthaniseurs des Pays de la Loire*).

Le choix des indicateurs a été fait sur la base :

- Des données disponibles déclarées dans les bilans DREAL
- Sur la facilité de reproduction de ces indicateurs par chaque site afin de comparer sa performance au reste du parc ligérien.

A l'exception de la production d'énergie vendue, **toutes les données sont déclaratives**. Un contrôle de cohérence a été réalisé afin d'exclure les valeurs aberrantes.

Seules les valeurs cohérentes ont été retenues pour les calculs des indicateurs présentés.

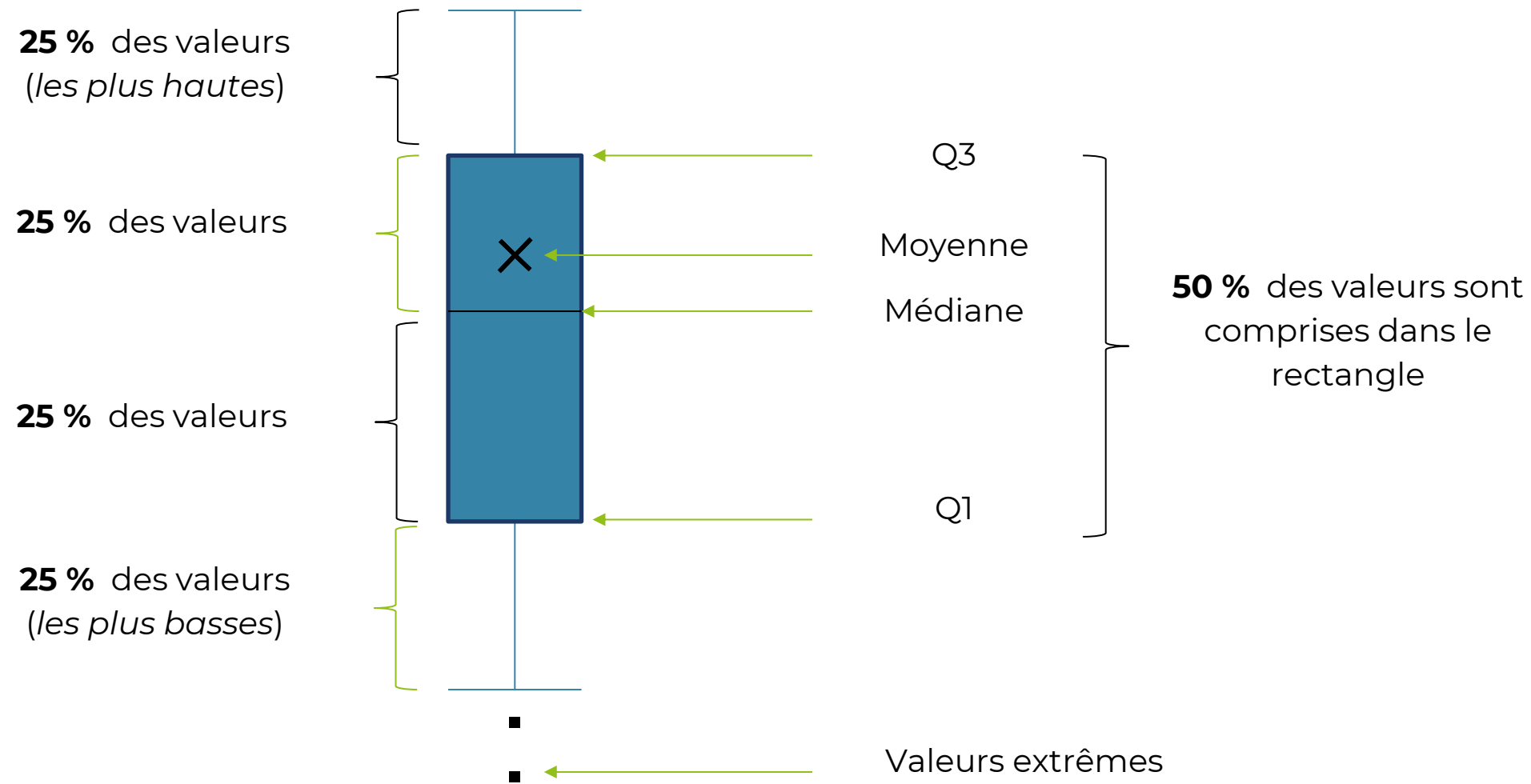
L'analyse **des plans d'approvisionnement déclarés** par les méthaniseurs ligériens est accessible sur le site de la DREAL Pays de la Loire [en cliquant ici](#).



# Comment interpréter les graphiques

La plupart des graphiques sont exprimés par des *boîtes moustaches*, car ils permettent d'apprécier la distribution des sites sur chaque indicateur.

## Comment bien lire une boîte moustache ?



## Moyenne et médiane, kesako ?

**Moyenne** : somme des valeurs d'une série divisée par le nombre de valeurs.  
**Médiane** : Valeur la plus centrale de la série.

*Exemple d'une série* : 1 ; 2 ; 4 ; 5 ; 17  
 La moyenne est de 5,8  
 La médiane est de 4



# Description des répondants

## BILAN DREAL 2023

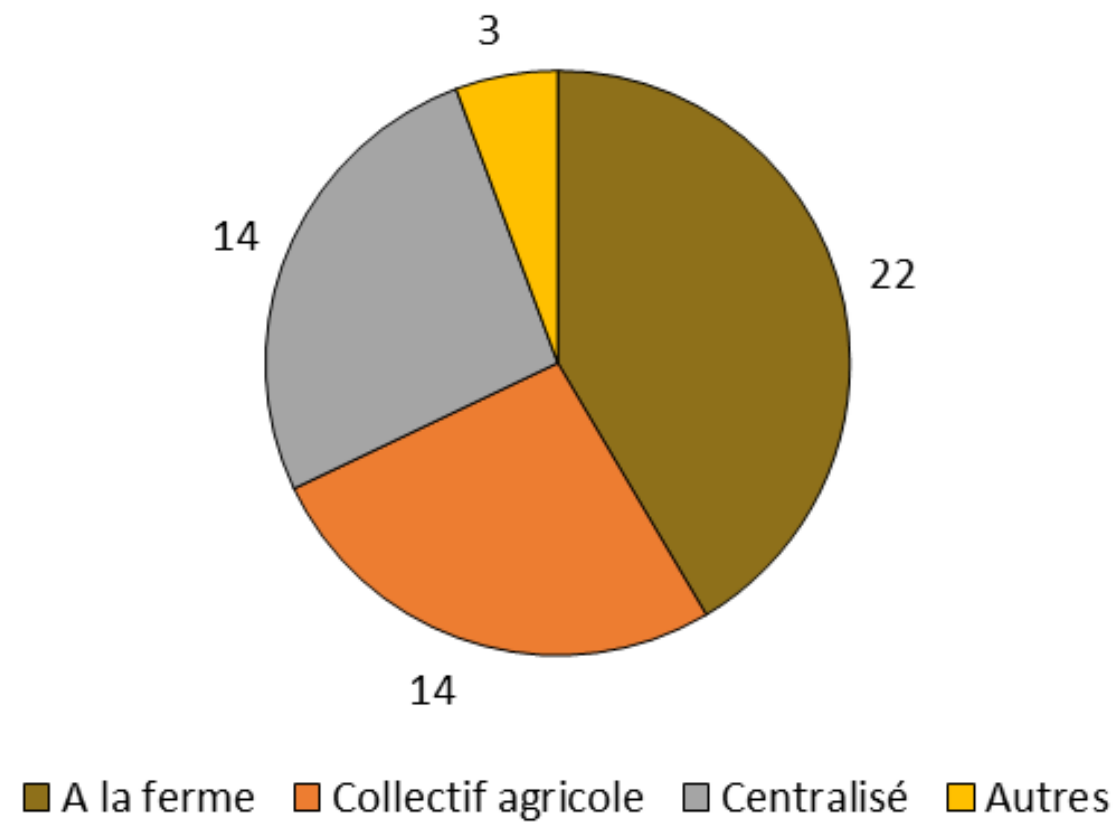
Bilans biogaz 2023 transmis par les exploitants à la DREAL Pays de la Loire dans le cadre des arrêtés tarifaires dont ils bénéficient (code de l'énergie).



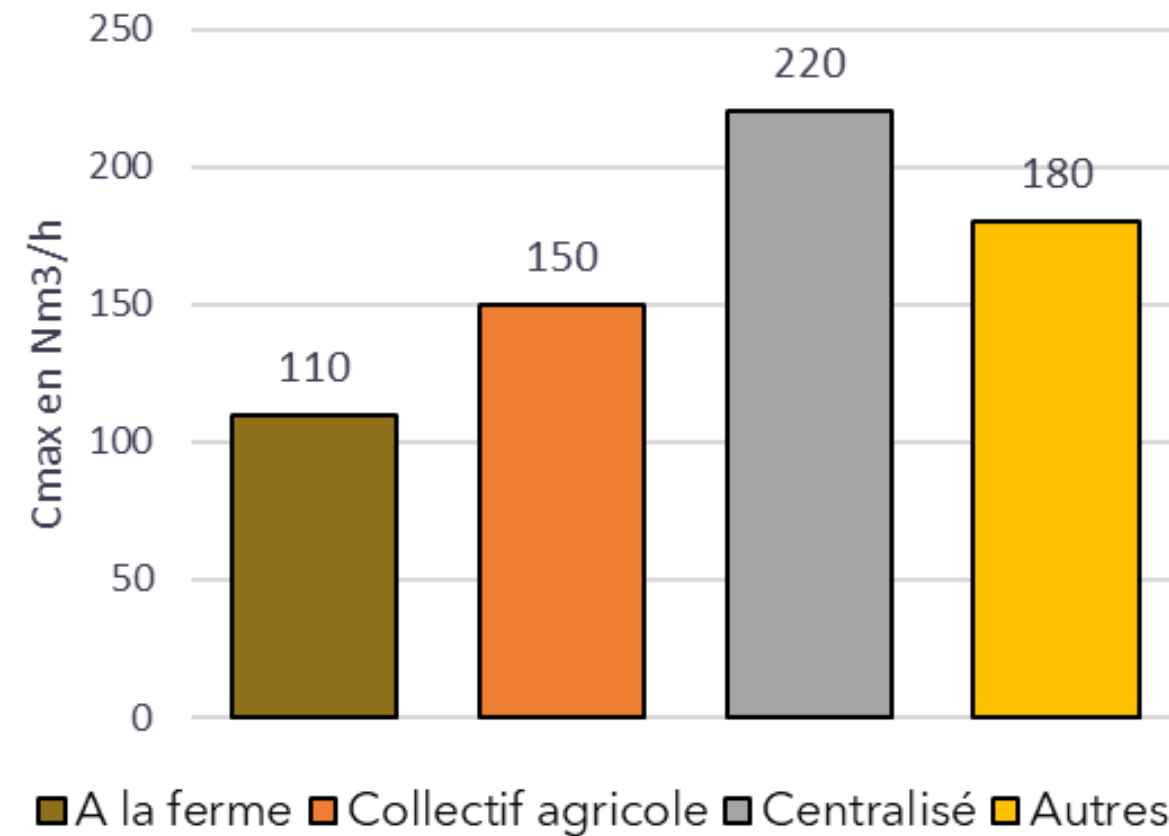


# Déclarants par catégorie

### Typologie des unités en injection répondantes



### Médiane des débits max par typologie



**53** unités de méthanisation sont en **injection**.

**88** unités sont en **cogénération**.

Les données transmises par 1 unité n'ont pas pu être exploitables pour cette analyse.

#### A la ferme

Unité de méthanisation avec un portage majoritairement agricole (+50% capital ; de 1 à 2 exploitations agricoles), valorisant plus de 50 % d'intrants agricoles, implantée sur une exploitation ou à proximité

#### Collectif agricole

Unité de méthanisation portée par au minimum 3 structures agricoles, gouvernée par des agriculteurs, valorisant plus de 50 % d'intrants agricoles, implantée sur un site dédié

#### Centralisée

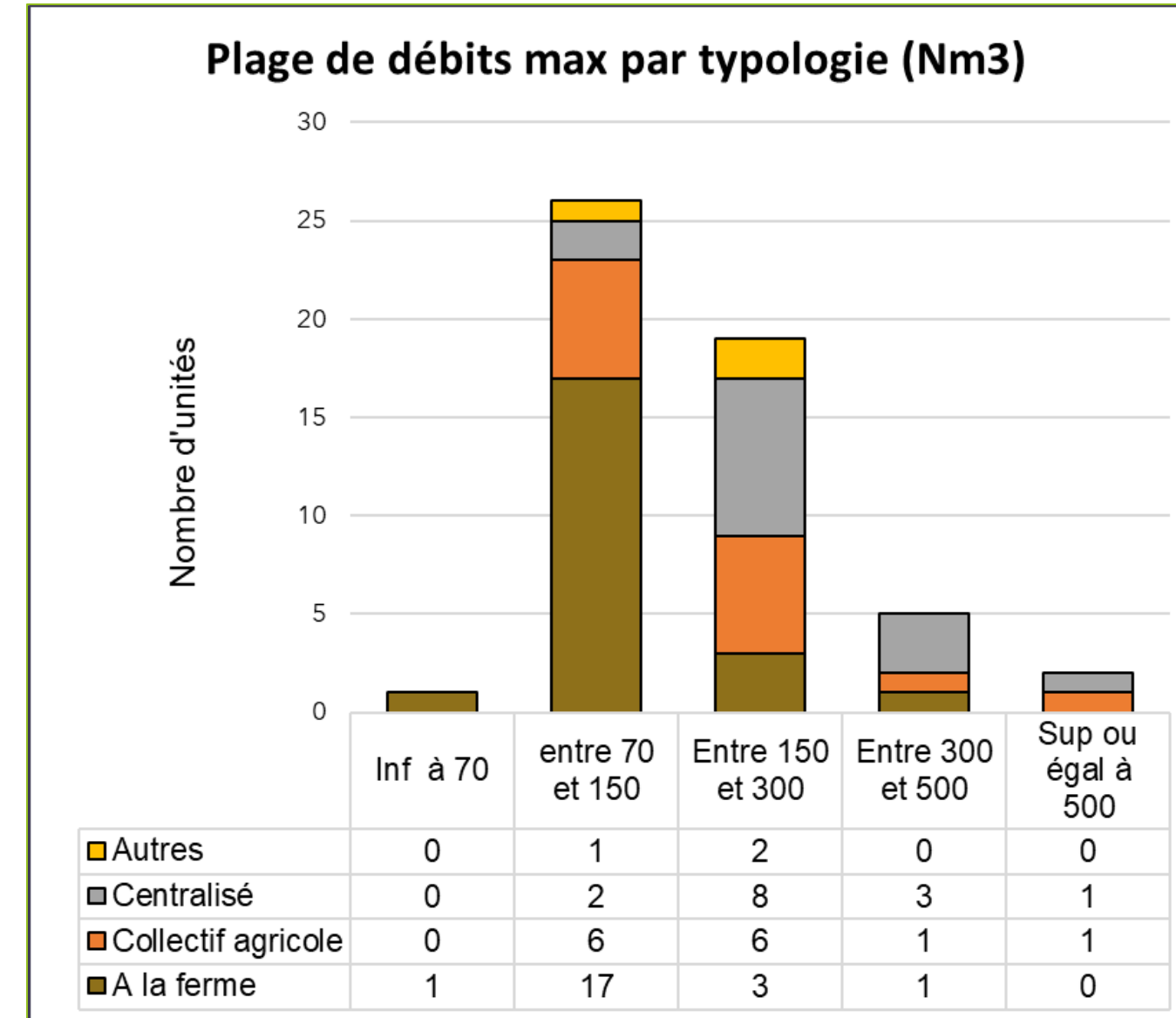
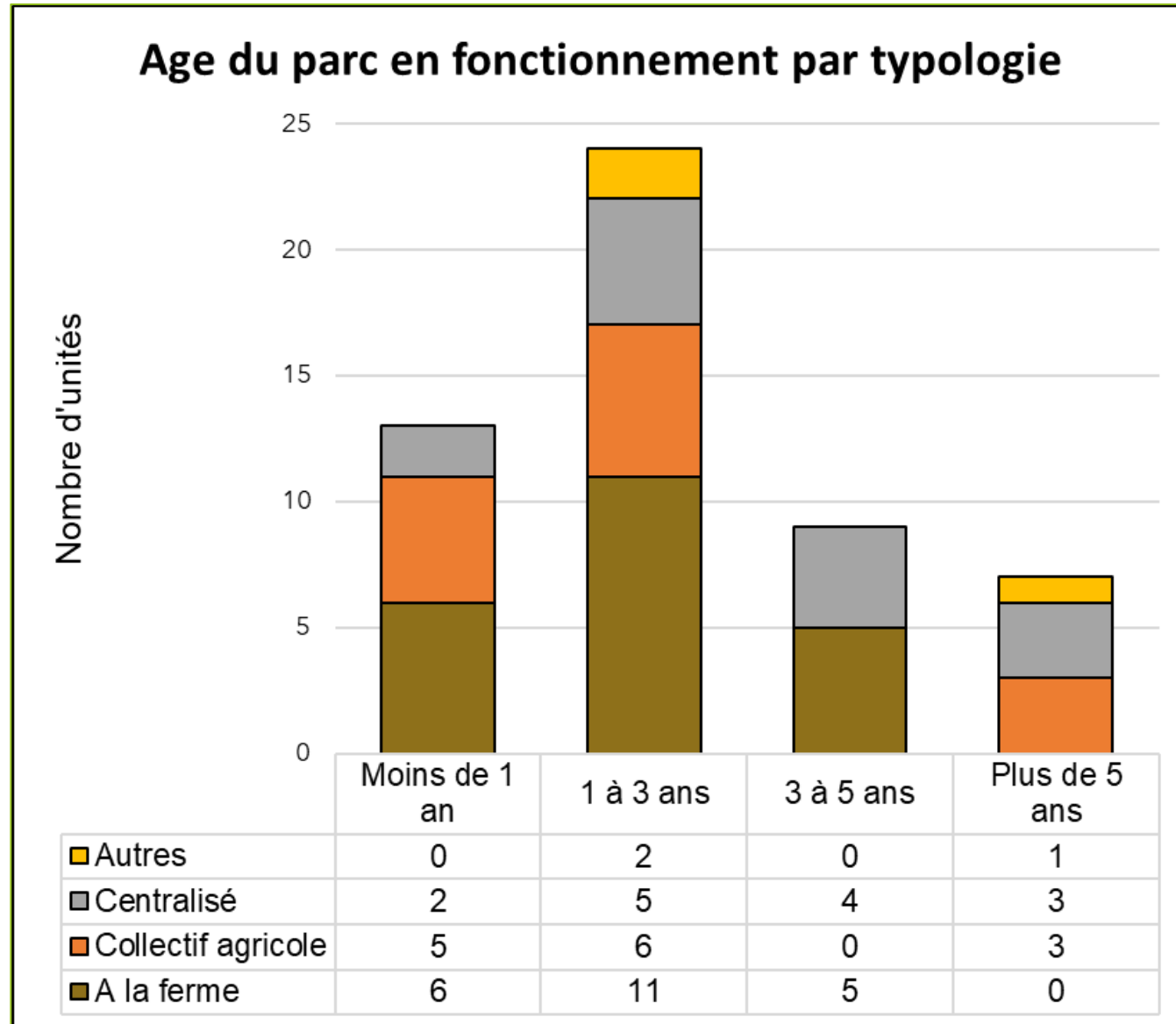
Unité de méthanisation avec participation des acteurs du territoire (agriculteurs, entreprises, collectivité...), ou valorisant des déchets du territoire

#### Autres

Unité industrielle, station d'épuration, centre d'enfouissement, etc.



# Déclarants par catégorie



#### A la ferme

Unité de méthanisation avec un portage majoritairement agricole (+50% capital ; de 1 à 2 exploitations agricoles), valorisant plus de 50 % d'intrants agricoles, implantée sur une exploitation ou à proximité

#### Collectif agricole

Unité de méthanisation portée par au minimum 3 structures agricoles, gouvernée par des agriculteurs, valorisant plus de 50 % d'intrants agricoles, implantée sur un site dédié

#### Centralisée

Unité de méthanisation avec participation des acteurs du territoire (agriculteurs, entreprises, collectivité...), ou valorisant des déchets du territoire

#### Autres

Unité industrielle, station d'épuration, centre d'enfouissement, etc.



# Fonctionnement des sites

## BILAN DREAL 2023

Bilans biogaz 2023 transmis par les exploitants à la DREAL Pays de la Loire dans le cadre des arrêtés tarifaires dont ils bénéficient (code de l'énergie).



## Les dysfonctionnements techniques déclarés



4 unités ont déclaré des dysfonctionnements de leur système d'incorporation



3 unités ont déclaré des dysfonctionnements de leur système d'épuration, souvent liés aux systèmes de compression du biogaz.



Les 46 unités restantes n'ont pas déclaré de dysfonctionnements techniques importants, dont 14 ont été mises en service l'année du bilan.

# Temps de fonctionnement à Cmax

Un **fonctionnement médian de 8 203 h** correspond à un **facteur de charge de 93,6 %**, tous sites confondus.

En h	< 100 Nm3	Entre 100 et 250 Nm3	> 250 Nm3
<b>Taille échantillon</b>	7	24	6
<b>Moyenne</b>	8 126	7 949	6 846
<b>Médiane</b>	7 838	8 215	7 253
<b>Min</b>	7 183	6 454	4 600
<b>Max</b>	8 899	9 096	8 396

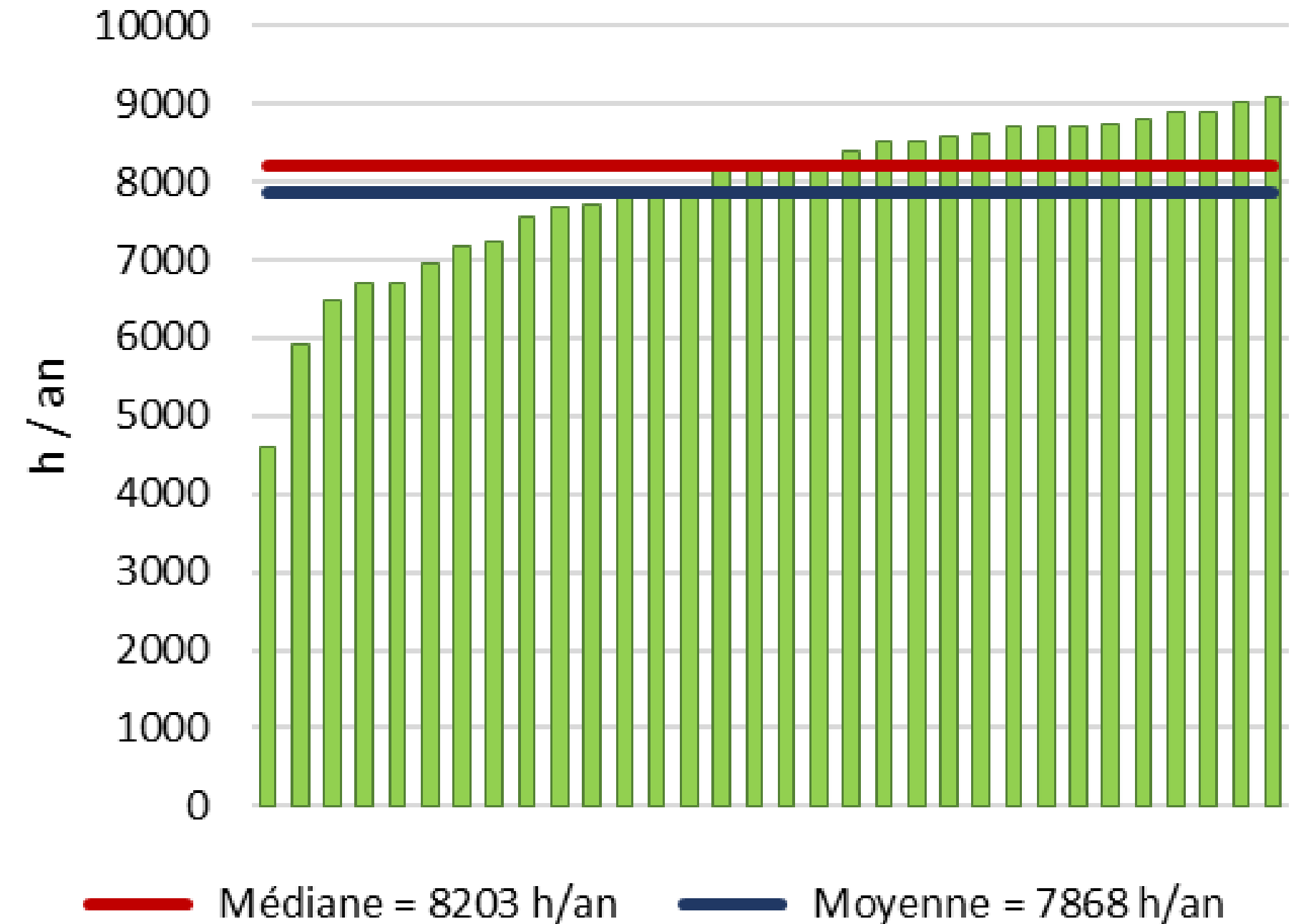
**Temps à Cmax**

Nm3 de biométhane injectés  
 Cmax

Les unités de méthanisation en injection peuvent fonctionner au-delà de 8 760 heures par an (24 h × 365 j). Dans ce cas, le gaz produit est valorisé au prix spot, c'est-à-dire au tarif du gaz naturel en vigueur au moment de la production.

# Temps de fonctionnement à Cmax

*Hors STEP et ISDND*



Les données des unités mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées.  
 Les données des stations d'épuration et des centres d'enfouissement n'ont pas été prises en compte.

# Performance énergétique de la ration

Ce graphique exprime la quantité de matières brutes nécessaires à l'injection d'1 MWh PCS dans le réseau de gaz en fonction la typologie principale de la ration.

La **densité énergétique est inversement proportionnelle à la quantité d'effluent d'élevage.**

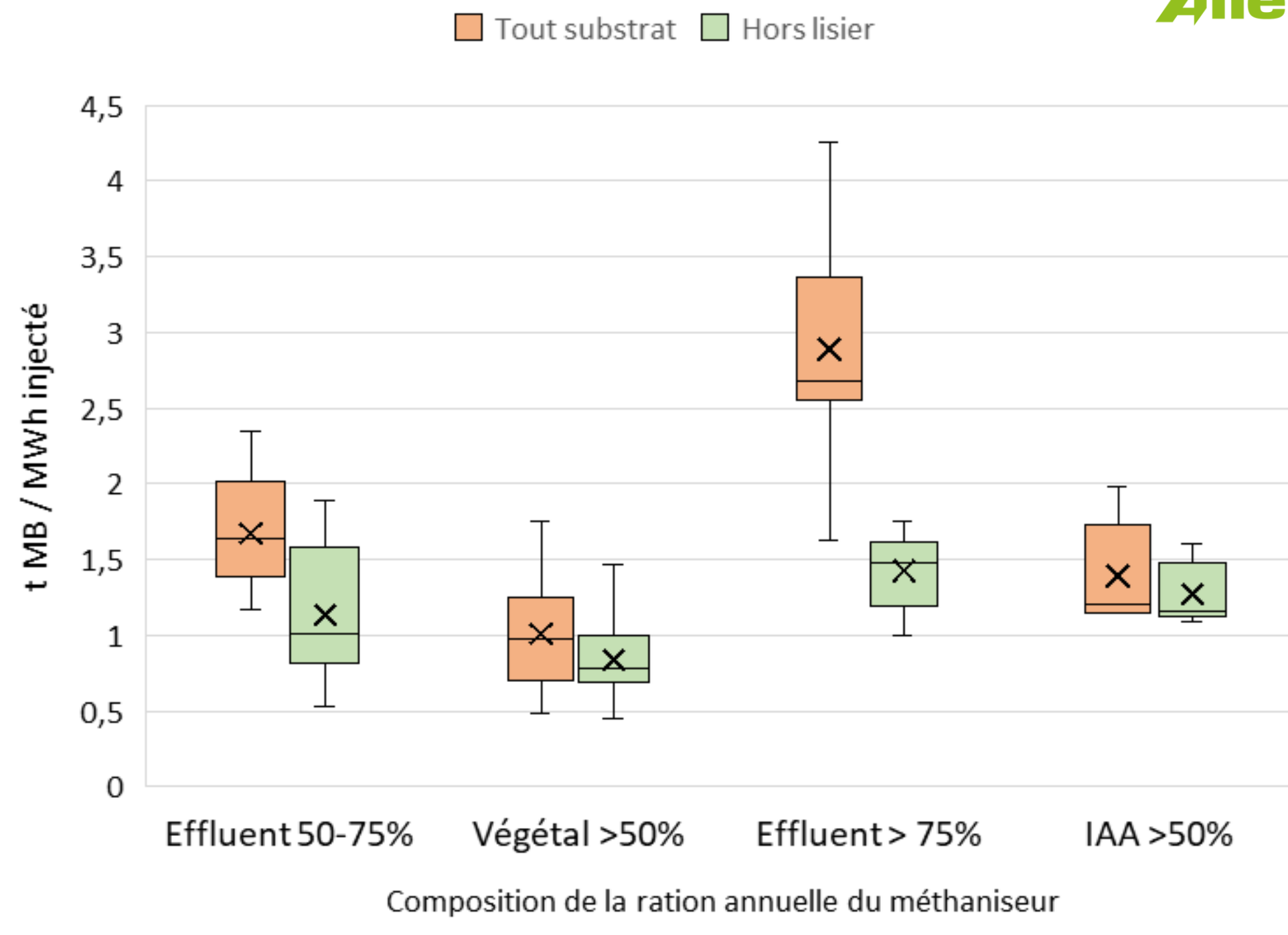
A quantité d'énergie produite équivalente, il faut en moyenne 3 fois plus de matière à un site incorporant plus de 75 % d'effluents en comparaison d'un site ayant plus de 50 % de végétaux dans sa ration.

$$\text{Performance énergétique} = \frac{\text{Tonnes brutes incorporées}}{\text{MWh d'énergie injecté}}$$

	t MB / MWh injecté	t hors lisier / MWh injecté
<b>Echantillon</b>	37	37
<b>Moyenne</b>	1,7	1,1
<b>Médiane</b>	1,5	1,1
<b>Min</b>	0,5	0,4
<b>Max</b>	4,3	1,9
<b>Ecart type</b>	0,9	0,4

👉 Il faut en médiane 1,5 tonnes de matières brutes pour injecter 1 MWh PCS de biométhane.

## Tonnes brutes incorporées dans le process par MWh d'énergie injecté dans le réseau de gaz



**Effluents d'élevage :** lisier, fiente, fumier

**Végétal :** CIVE, cultures dédiées, végétaux issus IAA, déchets verts

**IAA :** matières animales issus de l'industrie agroalimentaire, biodéchets



Les données des unités de méthanisation qui ont été mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées.

# Consommation électrique des sites

## BILAN DREAL 2023

Bilans biogaz 2023 transmis par les exploitants à la DREAL Pays de la Loire dans le cadre des arrêtés tarifaires dont ils bénéficient (code de l'énergie).



# La consommation d'électricité

Le tableau ci-dessous détaille la consommation électrique **totale** du site par gamme de puissance.

	< 100 Nm3	Entre 100 et 250 Nm3	> 250 Nm3
<b>Echantillon</b>	7	21	7
<b>Moyenne</b>	10,5%	10,3%	10,3%
<b>Médiane</b>	9,6%	10,3%	10,1%
<b>Min</b>	6,2%	7,4%	8,7%
<b>Max</b>	17,2%	16,4%	13,3%
<b>Ecart type</b>	3,4%	2,3%	1,5%

Comment bien lire ce tableau ?

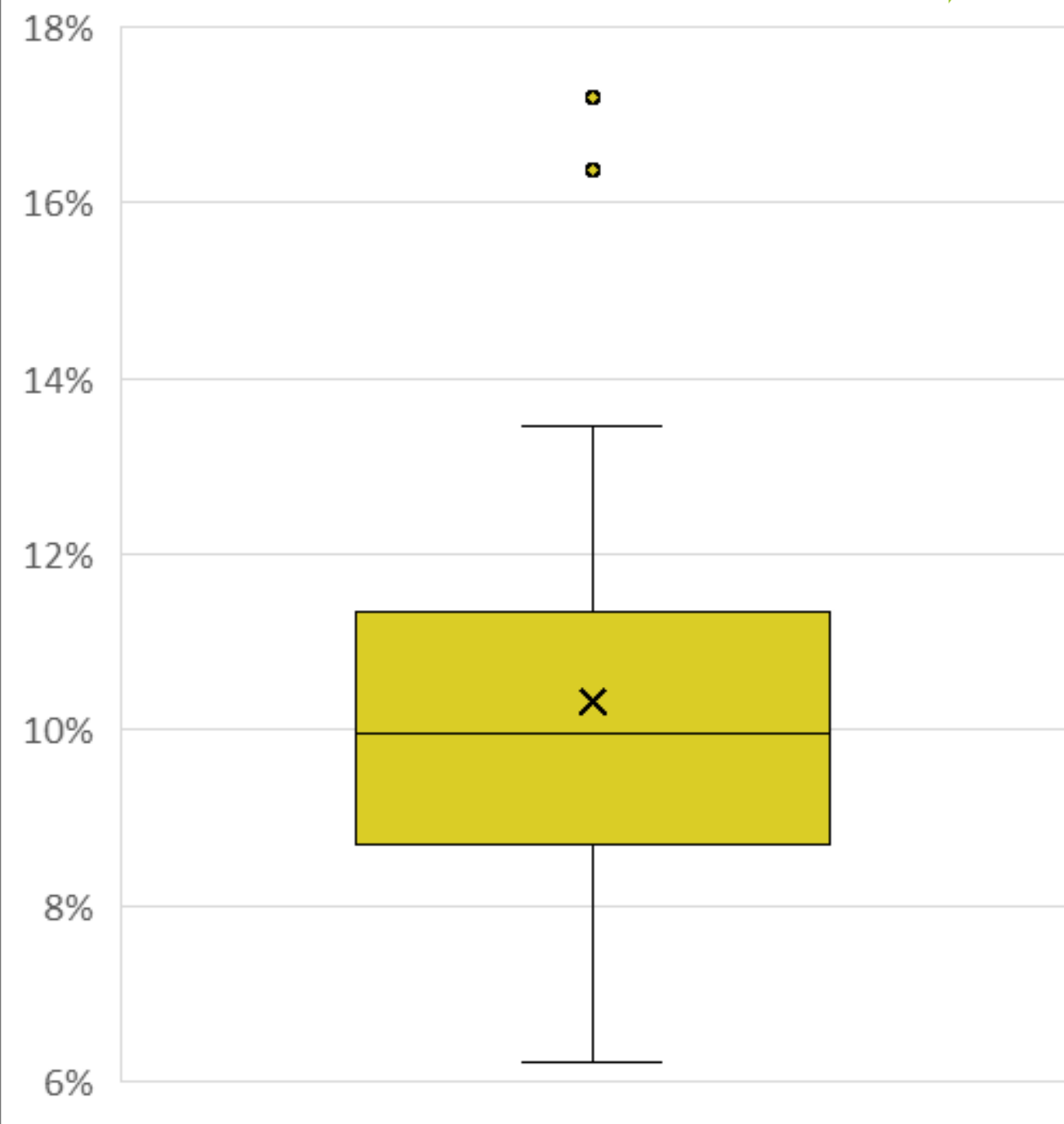
👉 En moyenne un site de méthanisation en injection d'une plage de capacité maximale inférieure à 100 Nm3 consomme 10,5 kWh électrique du réseau pour injecter 100 kWh PCS de de biométhane.

La **consommation électrique n'est pas corrélée à sa capacité de production**. Elle est stable quelle que soit la gamme de puissance.

$$\text{Consommation électrique du site (\%)} = \frac{\text{Consommation électrique totale}}{\text{Biométhane injectée en kWh PCS}}$$

**Tous sites confondus**, il faut en médiane **10 kWh électriques pour injecter 100 kWh PCS de biométhane** dans le réseau.

## Consommation électrique du site de méthanisation en % de l'énergie injectée dans le réseau de gaz



Les données des unités de méthanisation qui ont été mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées.

# La consommation d'électricité du système d'épuration du biogaz

Le biogaz doit être épuré afin de ne conserver que le biométhane. Cette épuration nécessite une mise sous pression du biogaz, poste consommateur d'électricité. **L'enregistrement de la consommation électrique spécifique de l'épuration du biogaz est obligatoire.** Cette consommation est exprimée en kWh électrique consommé par le système d'épuration, par normal mètre cube de biogaz épuré (**kWhé / Nm<sup>3</sup> de biogaz épuré**).

Il existe plusieurs systèmes d'épuration du biogaz, la plus répandu étant l'épuration membranaire.

$$\text{Consommation électrique épuration} \quad \text{=} \quad \frac{\text{Consommation électrique épuration}}{\text{Biogaz entrée épuration (Nm}^3\text{)}}$$

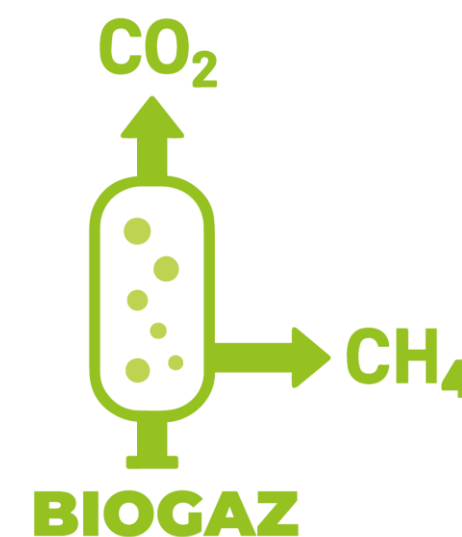
*En kWhé / Nm<sup>3</sup> de biogaz épuré*

Le tableau ci-dessous expriment les valeurs de consommation en fonction des deux technologies principales d'épuration déclarées. L'échantillon des épurateur PSA (4 unités) n'est pas statistiquement suffisant pour le discriminer par rapport à la consommation des épurateurs membranaires.

	Membranaire	PSA
<b>Echantillon</b>	18	4
<b>Moyenne</b>	0,30	0,30
<b>Médiane</b>	0,31	0,31
<b>Min</b>	0,18	0,15
<b>Max</b>	0,40	0,41
<b>Ecart type</b>	0,06	0,12



Les données des unités de méthanisation qui ont été mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées.



En moyenne, les **épurateurs membranaires consomment 0,3 kWh / Nm<sup>3</sup> de biogaz épuré.**

## La consommation d'électricité

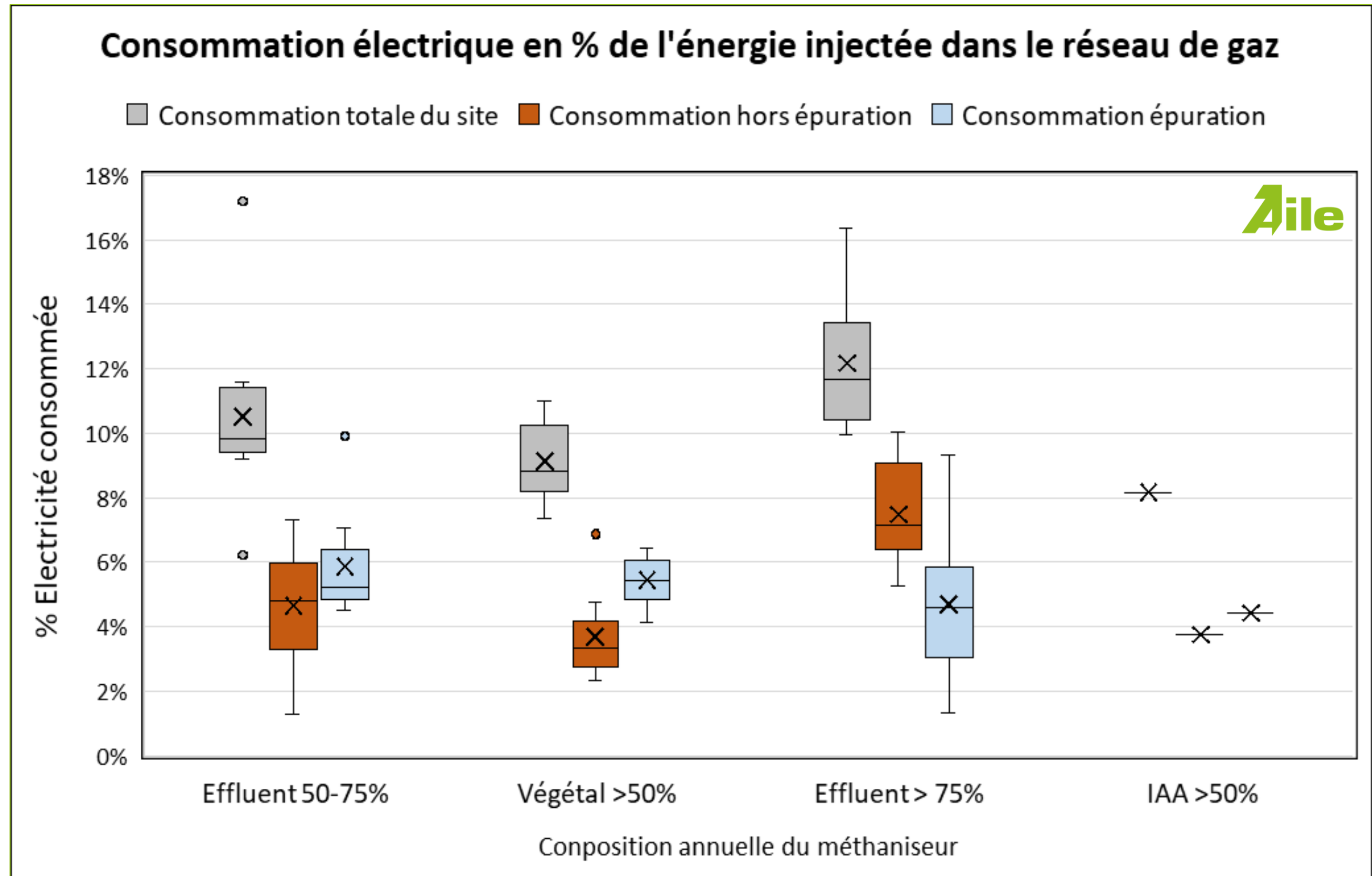
La consommation électrique du site n'est pas corrélée à la capacité de production énergétique du site.

La composition de la ration influe sur la consommation électrique du procédé de méthanisation (brassage, broyage, etc. ; hors lot épuration).

**Plus la quantité d'effluents d'élevage dans la ration est grande, plus la consommation électrique du procédé augmente.**

La consommation électrique du procédé de méthanisation d'un site qui valorise le plus d'effluents d'élevage est en moyenne deux fois plus importante qu'un site valorisant plus de 50 % d'intrants végétaux.

Bien qu'affiché sur ce graphique à titre indicatif, les unités de méthanisation valorisant plus de 50 % de déchets issus de l'industrie agroalimentaire n'ont pas un échantillon suffisamment grand pour interpréter les résultats.



**Effluents d'élevage :** lisier, fiente, fumier

**Végétal :** CIVE, cultures dédiées, végétaux issus IAA, déchets verts

**IAA :** matières animales issues de l'industrie agroalimentaire, biodéchets



Les données des unités de méthanisation qui ont été mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées.



# Efficacité énergétique

## BILAN DREAL 2023

Bilans biogaz 2023 transmis par les exploitants à la DREAL Pays de la Loire dans le cadre des arrêtés tarifaires dont ils bénéficient (code de l'énergie).



# Efficacité énergétique

L'efficacité énergétique d'un site est le **rapport** entre **l'énergie injectée sur le réseau de gaz et l'énergie totale produite par le site** de méthanisation.

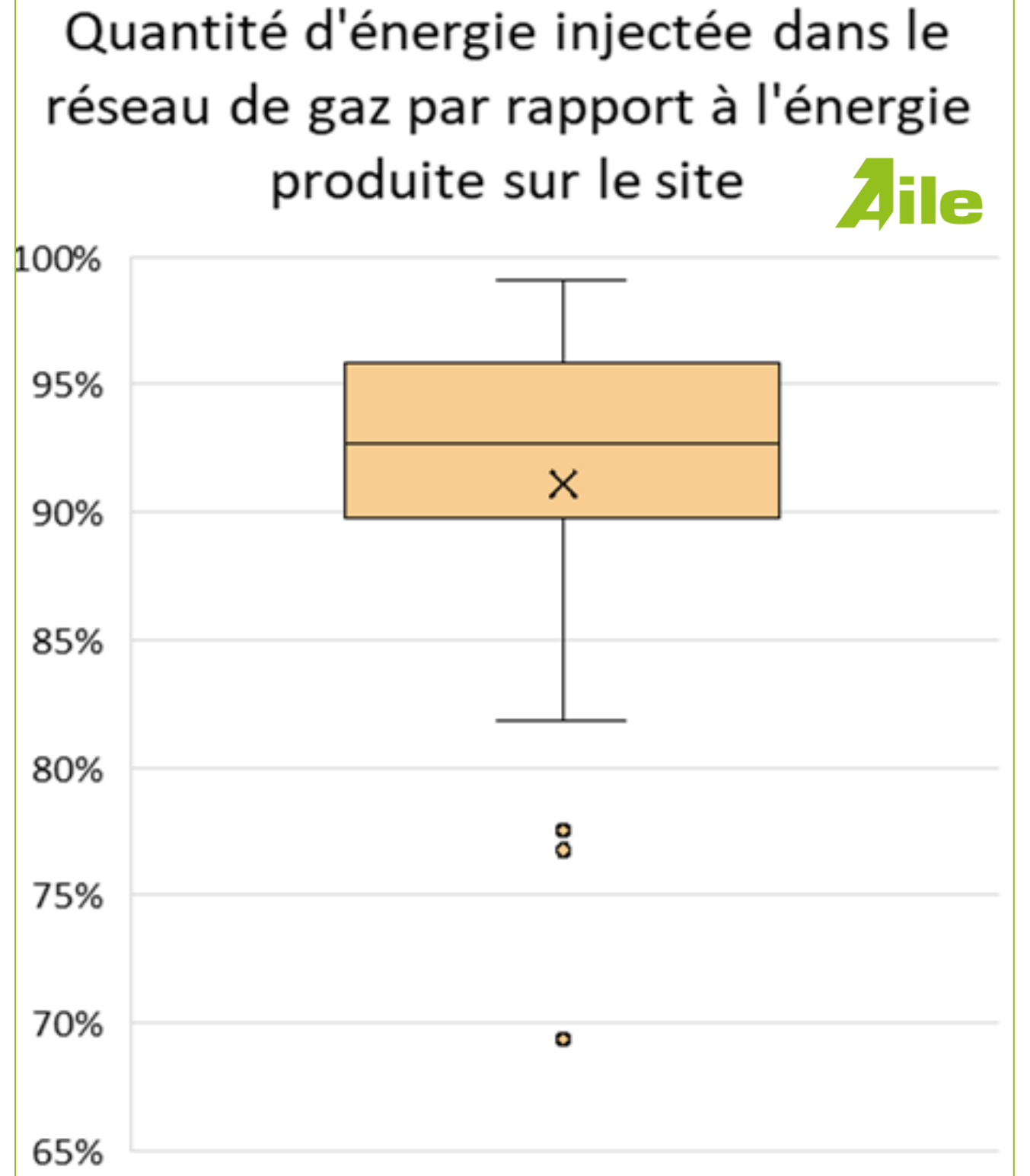
La différence entre l'énergie produite et l'énergie injectée s'explique par :

- L'autoconsommation de biogaz pour subvenir aux besoins en chaleur du procédé de méthanisation
- Le torchage du biogaz pendant les périodes de maintenance, de dysfonctionnement ou d'écrêtage liées à une saturation réseau
- Les fuites structurelles (rendement épuratoire) et ponctuelles (dysfonctionnements).

$$\text{Efficacité énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie injectée}}{\text{Energie produite}}$$

	Efficacité énergétique
<b>Echantillon</b>	24
<b>Moyenne</b>	91,5%
<b>Médiane</b>	92,8%
<b>Min</b>	69,4%
<b>Max</b>	99,1%
<b>Ecart type</b>	7,5%

En **médiane**, les sites de méthanisation **injectent 92,8 % de l'énergie qu'ils produisent**.



Les données des unités de méthanisation qui ont été mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées dans ces calculs.



Les données des stations d'épuration et des centres d'enfouissement n'ont pas été prises en compte.

La quantité de biogaz autoconsommée par un site de méthanisation dépend notamment de son niveau d'isolation (radier et gazomètre).

**Seules les unités équipées de chaudières biogaz sont présentées dans le tableau ci-dessous.** Les autres unités autoconsomment peu ou pas de biogaz.

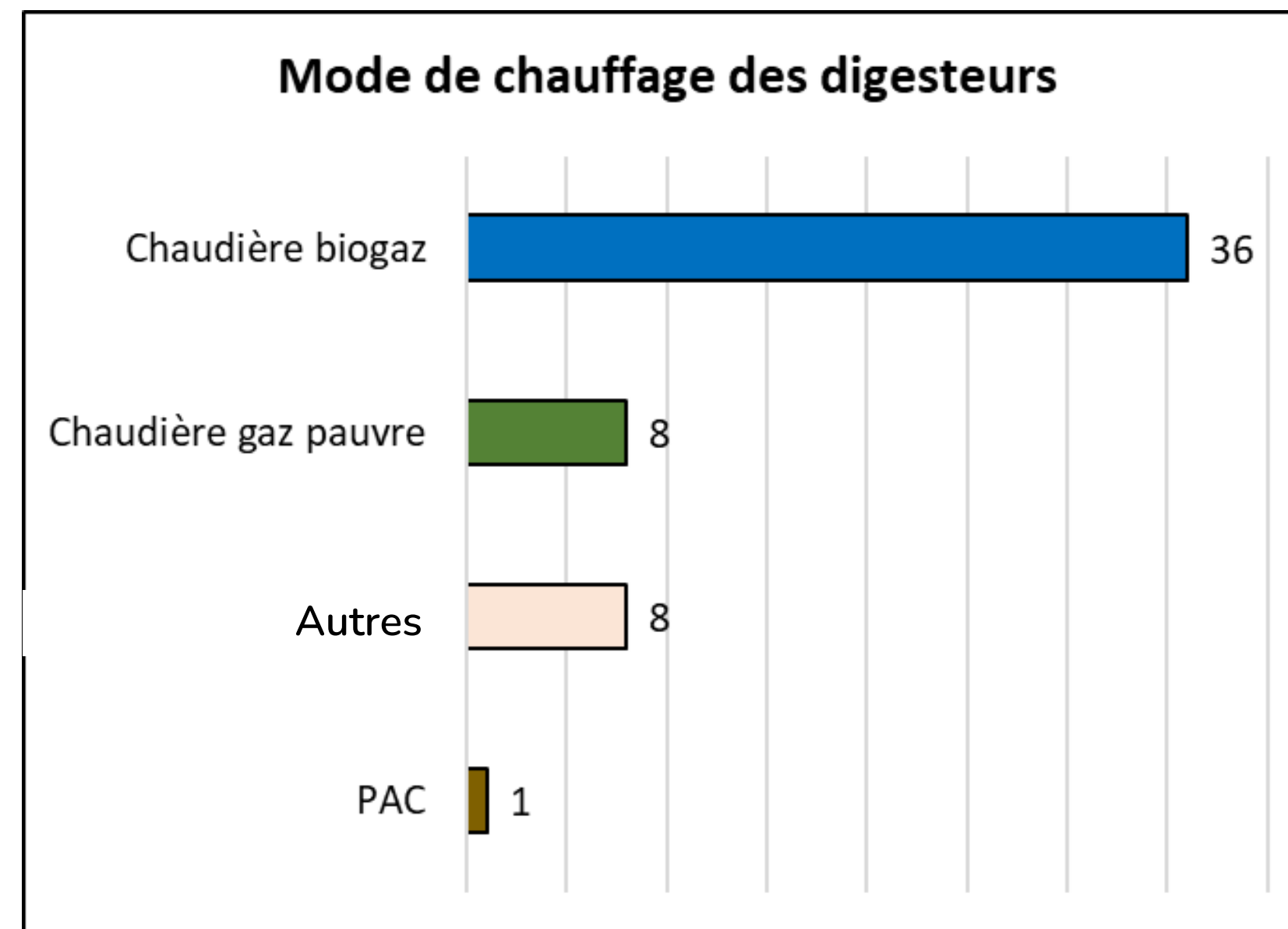
Les chaudières gaz pauvres canalisent le flux de off gaz et utilisent l'énergie résiduelle qu'il contient pour subvenir aux besoins thermiques de la digestion.

Tous les sites récupèrent la chaleur fatale des compresseurs (qui fournit environ 0,15 kWh th / Nm<sup>3</sup> biogaz épuré).

Les résultats sont exprimés en % du biogaz produit par l'unité de méthanisation

<i>Uniquement chaudière biogaz</i>	% de biogaz autoconsommé
<b>Taille échantillon</b>	26
<b>Moyenne</b>	3,0 %
<b>Médiane</b>	2,4 %
<b>Min</b>	0 %
<b>Max</b>	11,3%
<b>Ecart type</b>	2,9 %

En **moyenne, 3 % du biogaz produit est autoconsommé** par les chaudières biogaz.



Les données des unités de méthanisation qui ont été mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées.

# Torchage de biogaz produit

**Toutes** les unités de méthanisation en injection sont équipées de **torchères automatiques**.

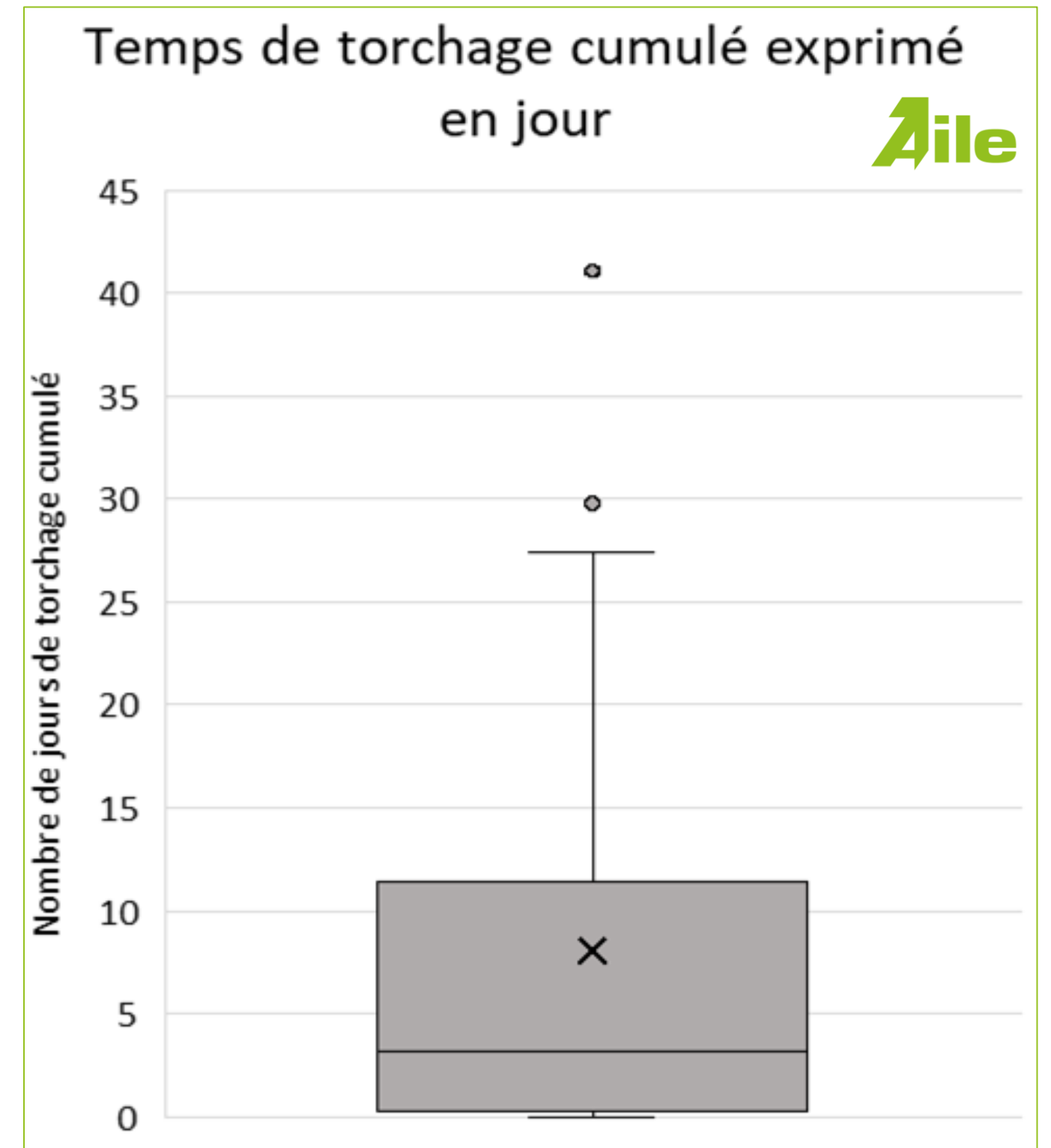
Le torchage peut être dû à des dysfonctionnements, à la maintenance préventive ou à des périodes de saturations du réseau de gaz. **La distinction entre chacune de ces causes n'est pas réalisée.** Toutefois, une douzaine de méthaniseurs déclarent des difficultés d'injection sur plusieurs jours de l'année, voir des arrêts, du fait de la baisse des consommations du réseau.

7 unités ont déclaré ne pas avoir torché sur la période du bilan. Les unités ayant le plus torché de gaz sont les unités ayant déclaré des dysfonctionnements.

$$\text{Temps de torchage (j)} = \frac{\text{Nombre d'heures de torchage cumulées sur l'année}}{24}$$

	Nombre de jour de torchage cumulé
<b>Echantillon</b>	34
<b>Moyenne</b>	7
<b>Médiane</b>	2
<b>Min</b>	0
<b>Max</b>	41
<b>Ecart type</b>	11

A titre informatif, sur un panel d'échantillon de 25 unités sur lequel le calcul a pu être réalisé, 0,6 % du biogaz produit est torché en médiane. Ce résultat est à considérer avec précaution, car le monitoring du biogaz produit n'est pas optimal.



Les données des unités de méthanisation qui ont été mises en service l'année du bilan n'ont pas été comptabilisées dans ces calculs.



Les données des stations d'épuration et des centres d'enfouissement n'ont pas été prises en compte.



*Merci*

**Contact :** [hugo.kech@aile.asso.fr](mailto:hugo.kech@aile.asso.fr)