

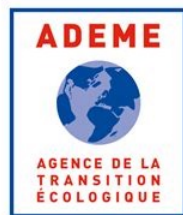


# Suivi régionalisé de la géothermie de surface Xavier Moch – AFPG

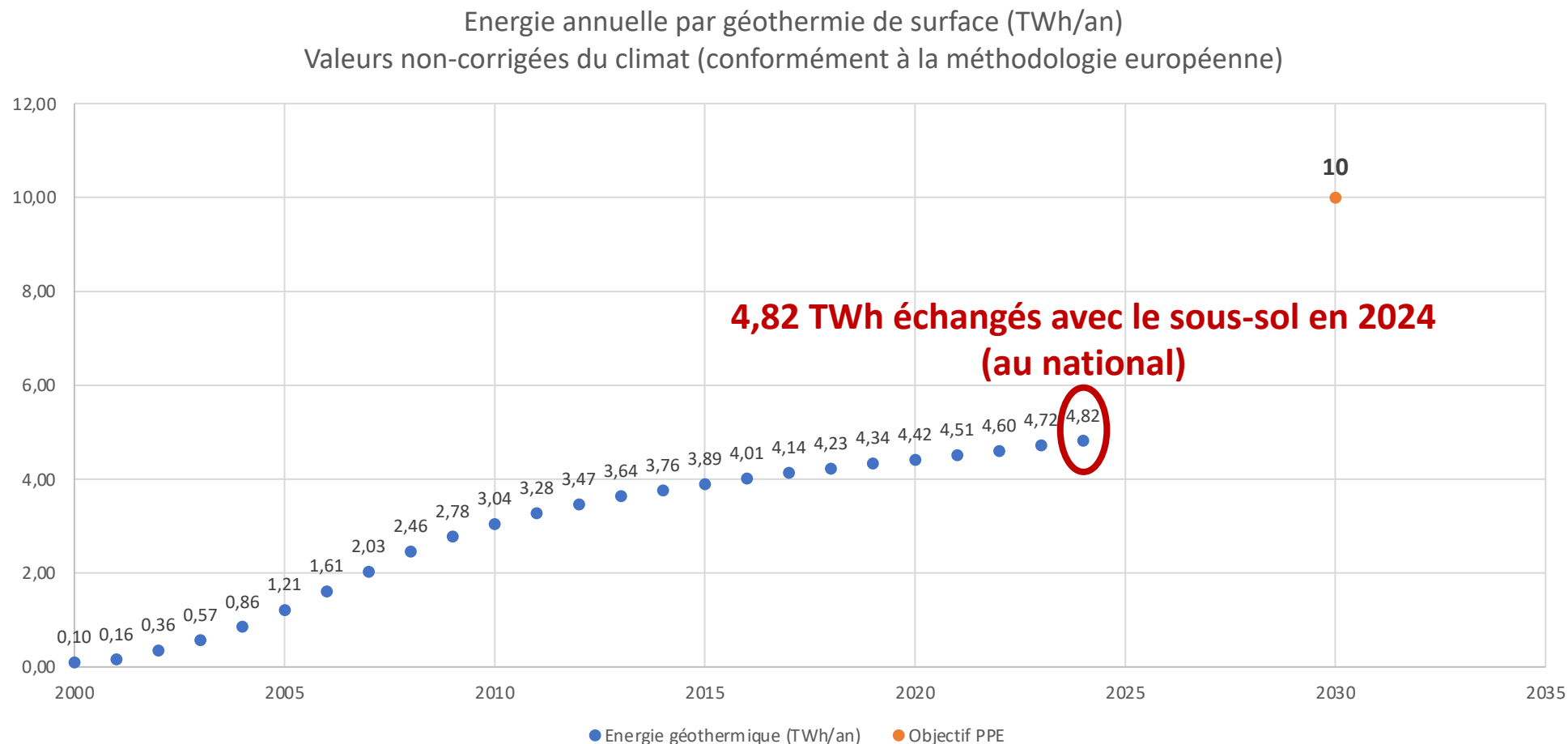
CT SAGE – 7<sup>ème</sup> édition – 4 novembre 2025



## *Structures participantes*

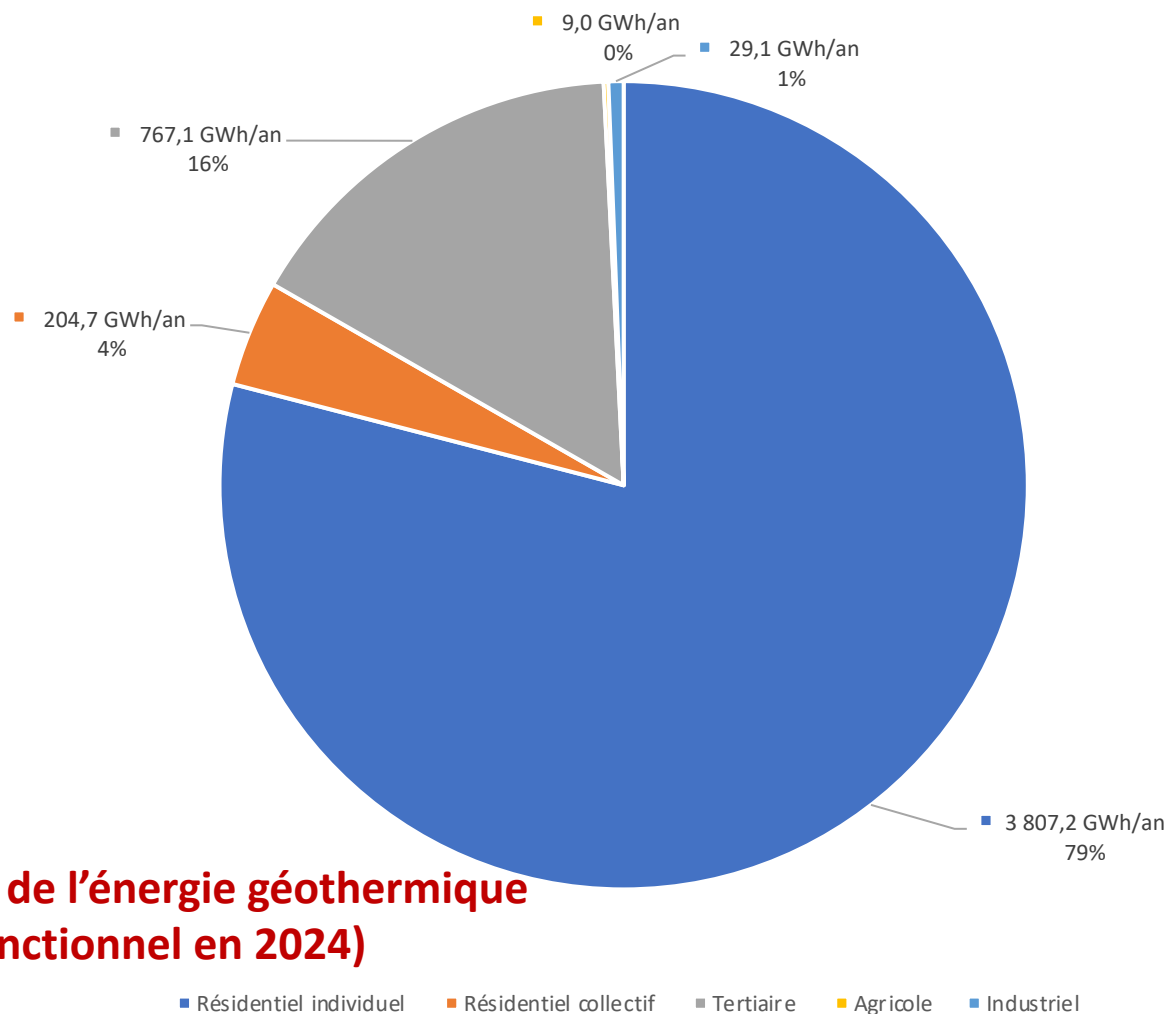


# Résultat



# Résultat

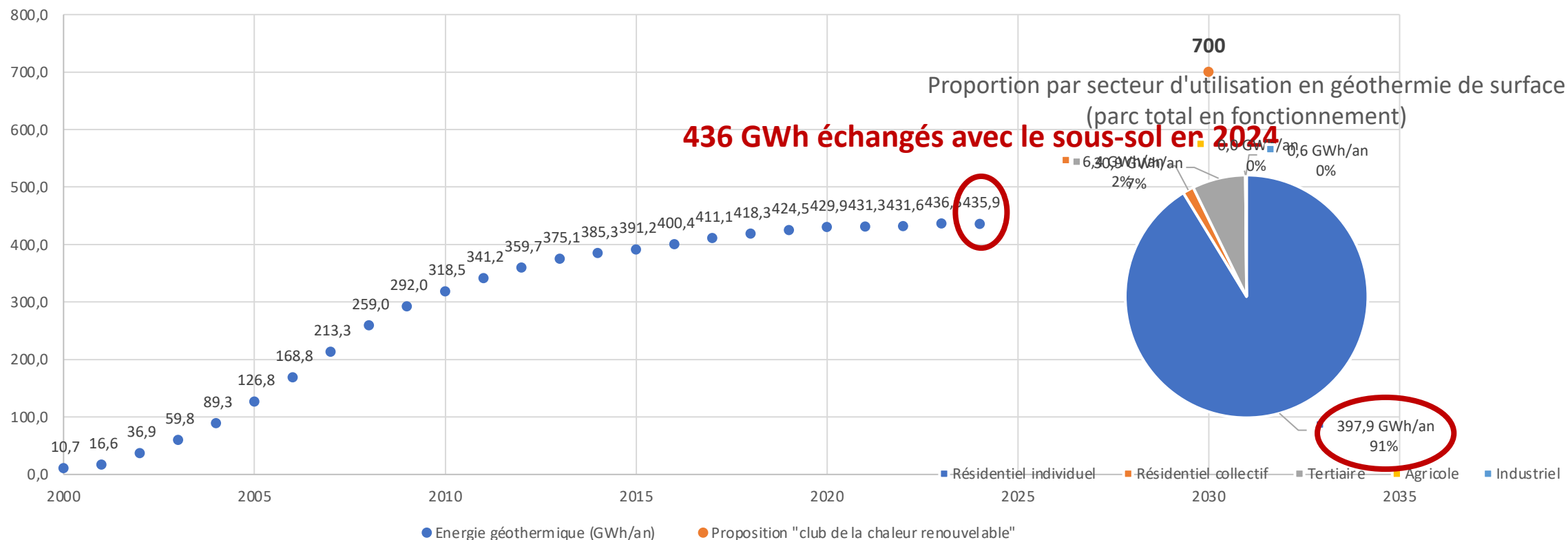
Proportion par secteur d'utilisation en géothermie de surface (parc total en fonctionnement)



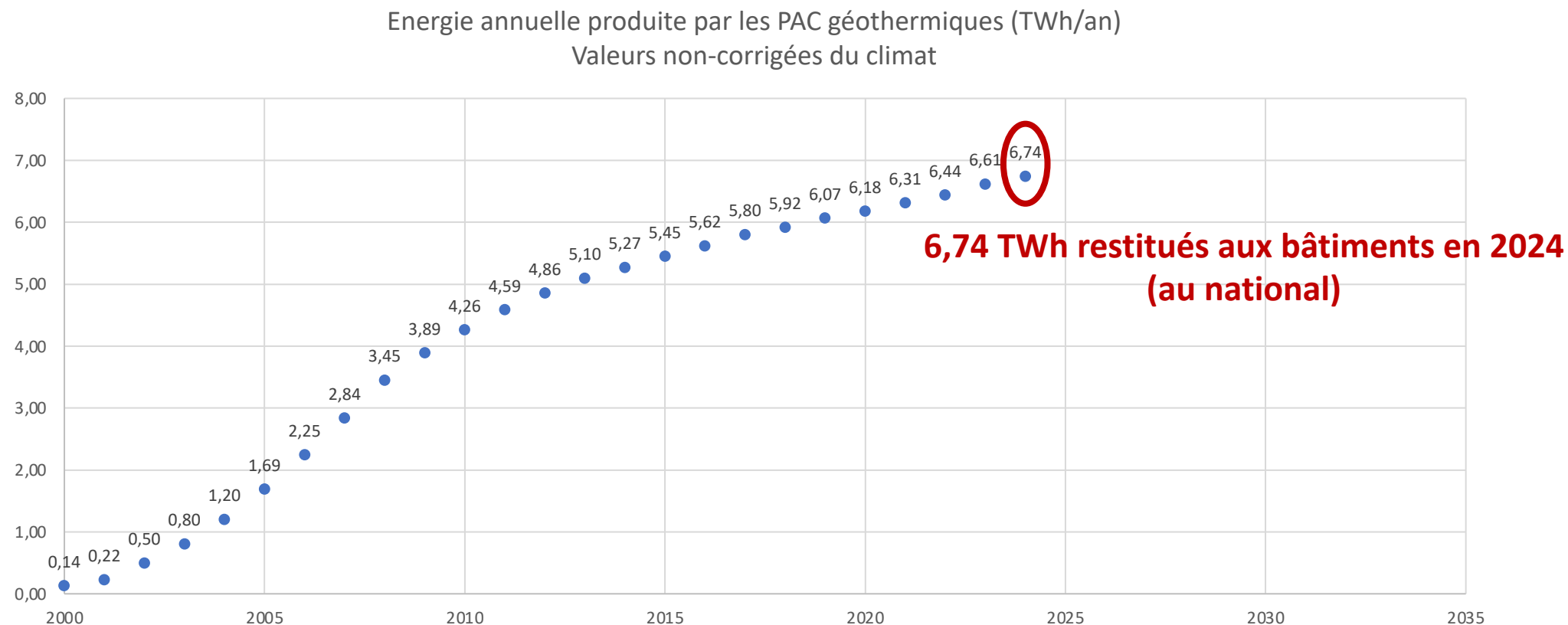
**Le résidentiel individuel pèse pour 79% de l'énergie géothermique  
(au national, au sein du parc fonctionnel en 2024)**

# Régionalisation (exemple de la Normandie)

Energie annuelle par géothermie de surface (GWh/an)  
Valeurs non-corrigées du climat (conformément à la méthodologie européenne)



# Résultat



# Comment obtient-on ces données ?

*La méthodologie derrière les résultats*

# Un cadre donné par l'Europe

*Décision de la Commission du 1<sup>er</sup> mars 2013 établissant les lignes directrices relatives au calcul [...] de la part d'énergie renouvelable produite à partir des pompes à chaleur*

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02013D0114-20130306>



# Un raisonnement « non-corrigé du climat »

## 3.2. Présentation sommaire de la méthodologie

Conformément à l'annexe VII de la directive, la quantité d'énergie renouvelable fournie par les tech

$$E_{RES} = Q_{utilisable} \cdot$$

Valeurs par défaut de  $H_{PC}$  et de FPS ( $SCOP_{net}$ ) pour les pompes à chaleur à entraînement électrique

$$Q_{utilisable} = H_{PC} \cdot$$

sachant que:

$Q_{utilisable}$  = quantité de chaleur utilisable totale estimée délivrée par les pompes à c

$H_{PC}$  = nombre d'heures de fonctionnement équivalent à pleine charge [h],

$P_{nominale}$  = puissance des pompes à chaleur installées **compte tenu de la durée de v**

FPS = facteur de performance saisonnier moyen estimé ( $SCOP_{net}$  ou  $SPER_{net}$ )

Les valeurs par défaut de  $H_{PC}$  et les valeurs par défaut modestes de FPS figurent dans les tableaux 1

Tableau 1

		Conditions climatiques					
		Plus chaudes		Moyennes		Plus froides	
Source d'énergie de la pompe à chaleur	Source d'énergie du fluide caloporteur	$H_{PC}$	FPS ( $SCOP_{net}$ )	$H_{PC}$	FPS ( $SCOP_{net}$ )	$H_{PC}$	FPS ( $SCOP_{net}$ )
Énergie aérothermique	Air-Air	1 200	2,7	1 770	2,6	1 970	2,5
	Air-Eau	1 170	2,7	1 640	2,6	1 710	2,5
	Air-Air (réversible)	▶ C1 ↓ 120 ◀	2,7	710	2,6	1 970	2,5
	Air-Eau (réversible)	▶ C1 ↓ 120 ◀	2,7	660	2,6	1 710	2,5
	Air extrait-Air	760	2,7	660	2,6	600	2,5
	Air extrait-Eau	760	2,7	660	2,6	600	2,5
Énergie géothermique	Sol-Air	1 340	3,2	2 070	3,2	2 470	3,2
	Sol-Eau	1 340	3,5	2 070	3,5	2 470	3,5
Chaleur hydrothermique	Eau-Air	1 340	3,2	2 070	3,2	2 470	3,2
	Eau-Eau	1 340	3,5	2 070	3,5	2 470	3,5

Figure 2

zones climatiques



- climat froid
- climat moyen
- climat chaud

# Un raisonnement (presque) simple

- Avant de multiplier par  $H_{PC}$  (constante), on a besoin de la **puissance** définie par  $P_{nominale} * (1 - 1/FPS)$

Pour mémoire : FPS permet de revenir à la part « électrique », à savoir

$$P_{elec} = P_{nominale} / FPS$$

- La **puissance recherchée** est ainsi celle échangée avec le sous-sol :  
 $P_{nominale} * (1 - 1/FPS) = P_{nominale} - P_{elec} = P_{sous-sol}$

# Synthèse du raisonnement

1. On a besoin de connaître la puissance « sous-sol » de chaque PAC.
2. On peut ensuite sommer ces puissances et multiplier par  $H_{pC}$  (constante donnée par la méthodologie européenne).

# Données

- Banque de données sous-sol (BSS), ou plutôt observatoire de la géothermie de surface :

bss_rel	statut_inst	tvx_date	p_pac	num_region	num_dpt	nom_dpt	code_insee	nom_comm	x_ouv93	y_ouv93
1888	Réalisé	27/10/2016	55	32	59	NORD	59507	RONCHIN	707444	7057091
1919	Réalisé	28/09/2016	20	28	27	EURE	27477	PRESSAGNY- L'ORGUEILL EUX	586444,9	6893567

On peut géolocaliser l'installation !

p\_pac est en fait déjà  $P_{\text{sous-sol}}$  !

A quelle année associer le début de production ?

L'installation est-elle réalisée, et pas encore abandonnée ?

# Alors on a tout ce qu'il faut ?

*La fin ?*

*Malheureusement pas déjà...*

# La limite de ces seules données

Deux principales limites à la fiabilité et à l'exhaustivité de ces données :

1. Pas d'exhaustivité en résidentiel individuel (principalement en raison des installations sans forages)
2. Fiabilité et quasi-exhaustivité hors résidentiel individuel : à partir de 2018 (inclus)

*Troisième limite hypothétique : bonne déclaration des abandons en fin de vie.*

# Enjeu 1 : données « résidentiel individuel »

PAC de moins de 30 kW

Source : Observ'ER

## 2.6. Répartition géographique du marché 2023

Régions métropolitaines	PAC géothermique (en %)	PAC géothermique (en unité)
Auvergne-Rhône-Alpes	22 %	870
Bourgogne-Franche-Comté	3 %	100
Bretagne	29 %	1 135
Centre-Val de Loire	2 %	90
Corse	0 %	0
Grand-Est	6 %	230
Hauts-de-France	4 %	165
Île-de-France	2 %	75
Normandie	5 %	190
Nouvelle-Aquitaine	6 %	245
Occitanie	3 %	100
Pays de la Loire	14 %	545
Provence-Alpes-Côte d'Azur	4 %	145

# Enjeu 1 : assimilation de marchés

**PAC « résidentiel individuel » ← Valeurs Observ'ER «  $\leq 30$  kW »**

*En corrigeant avec les PAC de moins de 30 kW hors individuel, et en ajoutant les PAC de plus de 30 kW en individuel... on tombe plus ou moins sur les mêmes volumes (selon hypothèses prises !)*

- Quelle puissance (moyenne) ?
  - $p_{pac} = 10,7$  kW via analyse BSS de début 2024
  - $P_{sous-sol} = 9$  kW selon arbitrage comité  
(prise en compte des installations sur échangeurs non-déclarés en BSS)



## Enjeu 1 : régionalisation « jusqu'en 2014 »

- Observ'ER n'a régionalisé les valeurs qu'à compter de 2015 : le suivi préalable était national.

**Hypothèse retenue :** le « poids » de chaque région jusqu'en 2014 correspond à celui qu'elle a eu entre 2015 et 2017.

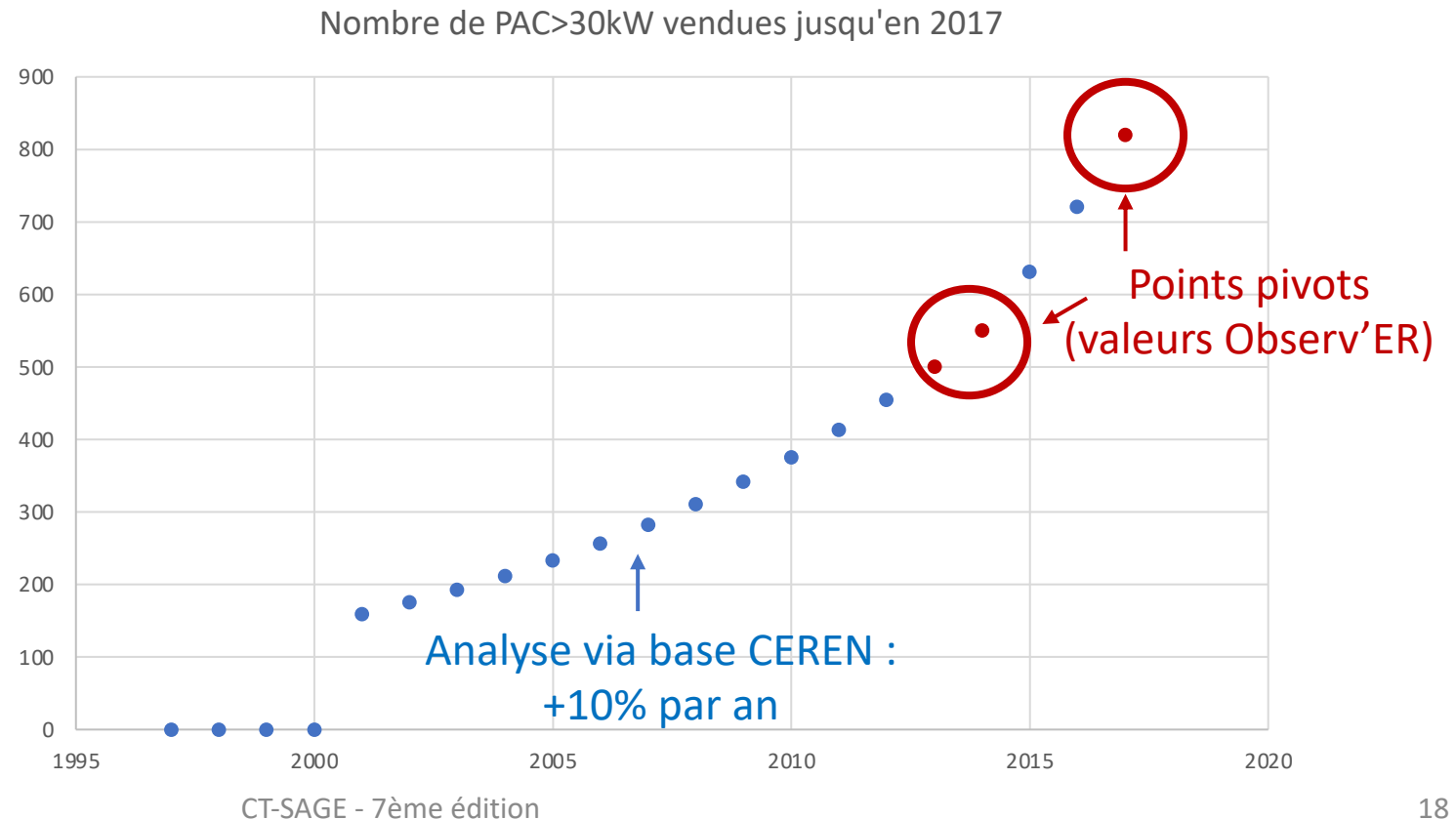
Île-de-France	2%
Centre-Val de Loire	4%
Bourgogne-Franche-Comté	5%
Normandie	11%
Hauts-de-France	4%
Grand Est	6%
Pays de la Loire	9%
Bretagne	22%
Nouvelle-Aquitaine	8%
Occitanie	5%
Auvergne - Rhône-Alpes	20%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	4%
Corse	0%

## Enjeu 2 : données « fortes puissances »

PAC de plus de 30 kW

Source : Observ'ER

Données corrigées				
Années	2013	2014	2017	2018
Ventes de PAC	500	550	820	920



## Enjeu 2 : part du résidentiel collectif

**Hypothèse retenue** : 20% des ventes de PAC de fortes puissances correspondent à du résidentiel collectif.

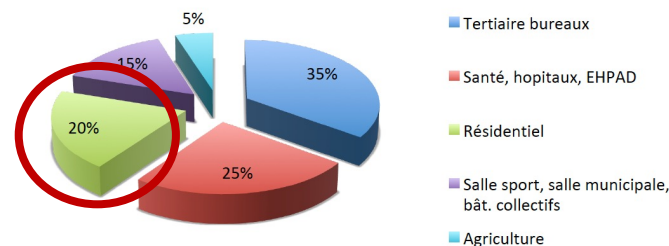
### Les bâtiments tertiaires, le premier secteur d'application

Etude Observ'ER janvier 2016

Marché 2014	Résidentiel	Tertiaire bureaux	Santé, hôpitaux EHPAD	Bâtiments municipaux, salles de sport, salle municipales, etc.
Répartition des opérations	20%	45%	20%	15%

Répartition des opérations 2018 par secteur d'application

Etude Observ'ER mars 2019



## Enjeu 2 : puissance des installations (jusqu'en 2017)

**Hypothèse retenue** : valeur moyenne de  $p_{pac}$  constatée via les déclarations BSS 2018-2022 (arrondi à l'entier pair le plus proche)

- $P_{s\text{ous-sol}} = 2 \times 43 \text{ kW} = 86 \text{ kW}$  en tertiaire (dont agricole et industrie)
- $P_{s\text{ous-sol}} = 2 \times 51 \text{ kW} = 102 \text{ kW}$  en résidentiel collectif

*Pour ces « fortes » puissances, on considère en effet qu'on a en moyenne 2 PAC par installation.*

Nota Bene : en 2023, on relevait via la BSS des moyennes de 85,5 kW en tertiaire et de 103 kW en résidentiel collectif (à titre comparatif)

## Enjeu 2 : régionalisation « jusqu'en 2017 »

- **Hypothèse retenue** : poids des régions au sein de l'Observatoire de la géothermie de surface pour les données « avant 2015 et hors résidentiel individuel »

Île-de-France	7%
Centre-Val de Loire	6%
Bourgogne-Franche-Comté	3%
Normandie	4%
Hauts-de-France	6%
Grand Est	26%
Pays de la Loire	7%
Bretagne	5%
Nouvelle-Aquitaine	3%
Occitanie	3%
Auvergne - Rhône-Alpes	27%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	3%
Corse	0%

# Dernière étape

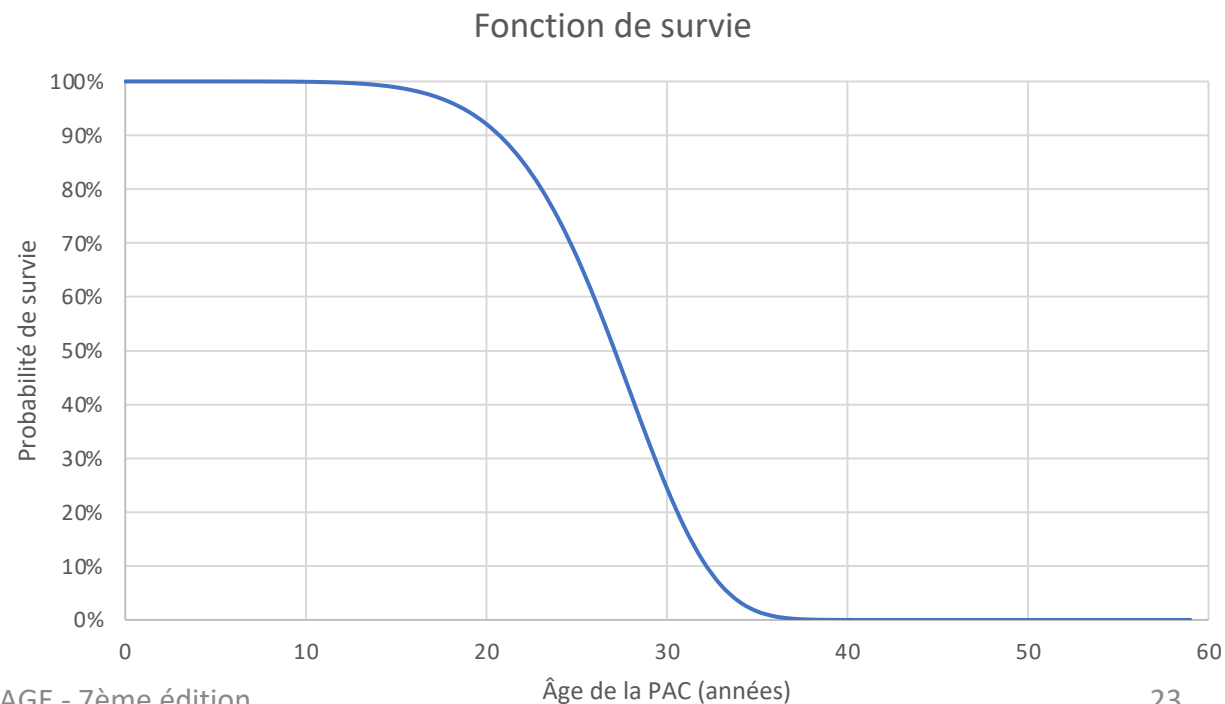
***Prise en compte de la durée de vie***

# Enjeu 3 : durée de vie des PAC

Loi de Weibull

(données université de Zürich 2019 – bonne corrélation AFPG 2022)

Durée de vie	26,7	$\pm 0,8$ années
Ecart-type	4,7	$\pm 0,6$ années



- Appliquée sur les ventes de PAC.  
- Pour les installations non-abandonnées,  
donne une idée du renouvellement de PAC associé.

# Résultat

