

# *Quel Cap pour le futur Énergétique de la France*

**Conférence de clôture du séminaire annuel RETM/ETNEF**

**Paris 11 octobre 2024**

# Quel cap pour le Futur Energétique de la France ?



## RÉSEAU **ÉNERGIES** TERRE & MER

- *Démarche territoriale construite avec les élus*
- *Solutions naturelles : Les Energies thermiques renouvelables*
- *Mise en oeuvre évaluée dans 40 départements français*

## POINTS DE VUE ET RECOMMANDATIONS DE 3 EXPERTS

- *Xavier MORENO : Président du CEREME*
- *Bernard ACCOYER : Président PNC France,  
Ancien président de l'Assemblée nationale*
- *Fabien BOUGLE : Vice-Président Fédération Environnement durable (FED)*

## EXEMPLES DE MISE EN ŒUVRE

## CIBLE 2050 : ENERGIES THERMIQUES RENOUVELABLES (RETM)

*Programmation pluriannuelle de l'énergie et Schéma National Bas Carbone 2050*

# Démarche territoriale de transition énergétique construite avec les élus



- ▶ **Constat** : Les élus et la presse **sous-informés**, voire désinformés depuis 20 ans
- ▶ Echanges avec les **associations nationales d'élus ( AMF, AMRF, ADF, ARF, ANEL..)**
- ▶ **Conférences de consensus** avec une cinquantaine d'experts pour évaluer les impacts bioénergies : « **trou dans la raquette** » de la stratégie énergétique française depuis 20 ans
- ▶ Audition avec le **Conseil Economique Social et environnemental** pour présenter les évaluations et les recommandations sur le développement des EnR thermiques
- ▶ **Ateliers de formations** dans le cadre de la loi APER et définition dans chaque commune des zones favorables pour les différentes EnR (nouveau sujet pour les Maires)
- ▶ Rencontre avec les **syndicats départementaux de l'énergie** en Hauts de France, Grand Est et Bretagne
- ▶ **Interventions à la demande des maires** lors d'une vingtaine d'enquêtes publiques (Hauts de France, Grand Est, Bourgogne Franche-Comté, Bretagne) entre 2022 et 2024

# Impacts et risques des Energies renouvelables

## Résultats réunions de consensus ( Automne 2022)

Les vraies énergies  
vertes pour les  
différents usages



RESEAU      TERRITOIRE      CADRE DE VIE/ENVIRONNEMENT      DECARBON      EFFICACITE ENERGIE/ECONOMIE      INDICATEURS

	Impact réseau électrique	Coûts de raccordement	Autoconsommation	Consommation espace/Kwh produit	Valorisation Territoire /Bâti existant	Impact Economie Agriculture/Pêche	Impact economie territoire	Effet réindustrialisation	Souveraineté énergétique	Impact Patrimoine	Impact biodiversité	Impact Avifaune	Impact paysage	Impact santé	Décarbonation	Economie circulaire/Matériaux/Déchets	Economie énergie fossile	Durabilité Investissement	Diminue Capex	Diminue Opex	Réduit pointe GWelec	Cout complet/Kwh produit	Réduct. Conso électricité	Total sans stockage EnRI	Total avec stockage EnRI	
<b>Chaleur 47%</b>																										
Pompes à chaleur																									2	2
Géothermie																									0	0
Panneaux thermiques																									2	2
Biomasse/Pellets																									5	5
Méthanisation																									5	5
Recuper. Chaleur fatale																									1	1
Réseaux de chaleur																									0	0
<b>Mobilité 31%</b>																										
Biocarburant																									6	6
Biogaz																									6	6
Electricite/Batterie																									8	8
Hydrogène																									8	8
<b>Electricité 22%</b>																										
Hydraulique																									2	2
STEP																									2	2
PV Toiture																									4	4
PV plein champ ( actuel)																									26	26
PV Plein champ (stock)																									20	20
Eolien marin(actuel)																									36	36
Eolien marin(stock)																									26	26
Eolien terrestre(actuel)																									37	37
Eolien terrestre(stock)																									29	29

Impacts

	Bon	0
	Moyen	1
	Mauvais	2
	Neutre	0

# Solutions naturelles et équilibrées sur les territoires

## Les Energies thermiques renouvelables



➤ 3 constats (*hiver 2022*) en pleine crise énergétique :

**a) EnR thermiques = 17% de l'énergie produite en France**  
**= plus de 4 fois l'éolien et le solaire cumulés (70 TWh)**

**b) Gisement non développé en raison de l'absence de soutien et de démarche territoriale, autant de la part de l'Etat que des élus et des industriels**

**c) Bioénergies peu prises en compte dans la Stratégie Française Energie & Climat en novembre 2023**

➤ Initiative Président de la République sur les pompes à chaleur :

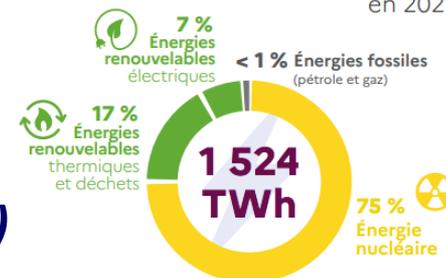
*Septembre 2023*

➤ Initiative C. VAUTRIN : Les 1ère journées de la géothermie du Grand Est :

*Décembre 2023*

➤ Initiatives par l'INRAE (*printemps 2024*) puis le SGPE (*Eté 2024*) sur les bioénergies

Production d'énergie primaire  
en 2021



## La terre, le soleil, l'air et l'eau

---

- ❖ Valorisons les ressources de la terre
- ❖ Profitons des rayons du soleil
- ❖ Récupérons la chaleur de l'air et de la terre
- ❖ Sauvegardons l'eau et son énergie

# Valorisons les ressources de la terre



2020 : 69 TWh

2050 : 130 TWh

## Biomasse

**Comment** : Centrales de chauffage urbain, chaudières bois, inserts individuels

**Gain** : Électricité des radiateurs électriques, chauffe-eaux électriques, source bois/biomasse à augmenter en FR

**Où ?** Centrales, maisons, immeubles, réseaux de chaleur, installations industrielles

2020 : 2,5 TWh

2050 : 80 TWh

## Méthanisation

**Comment** : Des méthaniseurs associant déchets verts et OM pour produire biométhane et engrais

**Gain** : Économie circulaire produisant chaleur, biogaz, digestats et fertilisants

**Où ?** Le long des voies ferrées, voies d'eau, autoroutes, routes



# profitons des rayons du soleil



2020 : 2,2 TWh

2050 : 8,5 TWh

## Solaire Thermique

**Comment** : Produit de l'eau chaude (chauffe-eaux solaires individuels ou collectif)

**Gain** : Electricité des chauffe-eaux électriques

**Où ?** Sur les immeubles, bâtiments collectifs



2020 : 13 TWh

2050 : 125 TWh

## Solaire photovoltaïque

**Comment** : Électricité produite par des panneaux (industrialisation FR comme les batteries)

**Gain** : Électricité additionnelle heures de pointe de la journée

**Où ?** Sur les maisons, parkings, bâtiments collectifs, hangars, les bâtiments logistiques, les friches industrielles et agricoles

# Récupérons la chaleur de l'air et de la terre



2020 : 38 TWh

2050 : 270 TWh

## Pompes à chaleur

**Comment** : Chaleur eau/air récupérée par des pompes à chaleur individuelles, collectives, industrielles

**Gain** : Électricité, radiateurs électriques, équipements industriels

**Où ?** Sur les maisons, les immeubles, les bureaux, les bâtiments collectifs, les bâtiments industriels

2020 : 2,7 TWh

2050 : 20 TWh

## Géothermie

**Comment** : des installations individuelles (Puits canadiens ou des centrales de chaleur)

**Gain** : Electricité des système de chauffage

**Où ?** En zone urbaine ou industrielle (Immeubles, usines)



# Sauvegardons l'eau et son énergie



2020 : 60 TWh

2050 : 90 TWh

## Hydroélectricité

**Comment** : Augmenter le rendement des STEP et développer les unités de plus de 1MW au fil de l'eau (rivières, barrages, hydroliennes)

**Gain** : Énergie plus régulière et valorisation de l'hydraulique fatale qui va dans la mer, réduction des crues

**Où ?** Barrages et lacs de plaine qui régulent les crues et alimentent en eau la profession agricole



## Barrages collinaires

**Comment** : Avec des retenues hors réseau hydrographique (Captage ruisseau, eaux pluviales, ruissellement), sur le lit mineur ou le lit principal du rivièrre (Ex : Dordogne, Ain)

**Gain** : Récupérer une partie des 500 000 mrd m<sup>3</sup> de pluie et neige qui tombent chaque année (Stockage des barrages français 7,6 Mrd m<sup>3</sup> pour 453 km<sup>2</sup>, 0,08% de la SAU française)

**Où ?** Dans les thalweg et proche des cultures pour éviter le pompage dans la nappe

# Evaluation dans 40 départements français partagée avec l'Assemblée nationale et le Sénat



- ▶ **Mars 2023** : Création « **Energies territoriales du Nord-Est de la France** » associations de 22 départements ( HDF/GE/BFC)
- ▶ **Juillet 2023** : Audition mission ARMAND/SHELLENBERGER :
- ▶ **2023**: Evaluation dans 25 départements ruraux (ETNEF et partenaires)
- ▶ **Avril 2024**: Débat public « La Mer en débat » Evaluation dans 15 départements littoraux
- ▶ **Mai 2024**: Création Réseau **Energies Terres & Mer** (RETM):
- ▶ **Juillet 2024**: **Alerte RETM surproduction EnR** (rapport S1 2024 RTE et rapport CRE)
- ▶ **Août 2024**: Interpellation des Commissions Affaires Eco/AADT de l'AN et du Sénat et de l'OPECST
- ▶ **26 sept. 2024**: Courrier à Madame Catherine VAUTRIN avec propositions de développement des EnR thermiques dans tous les départements français



**ETNEF**

ÉNERGIES TERRITORIALES du NORD-EST de la FRANCE

*Monsieur Xavier MORENO*

*Président*

*CEREME*

*Monsieur Xavier MORENO*

*Président*

*CEREME*

*Monsieur Bernard ACCOYER*

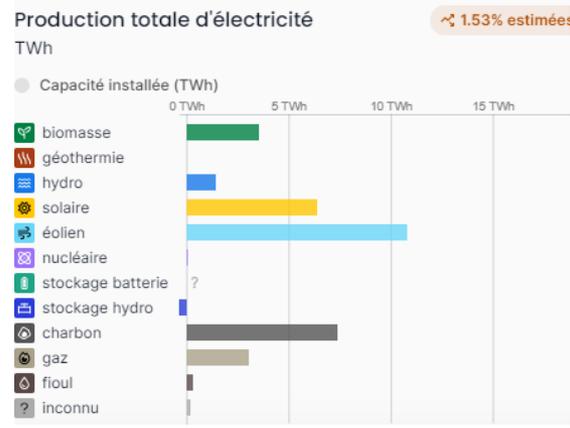
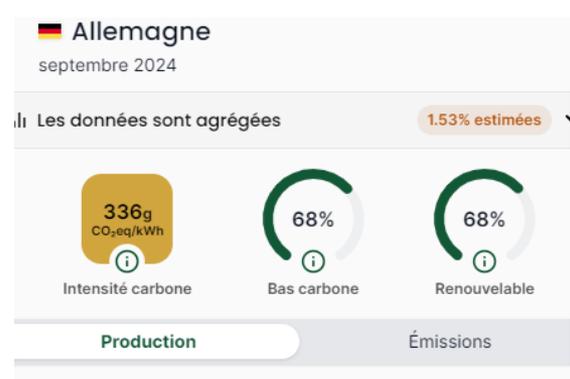
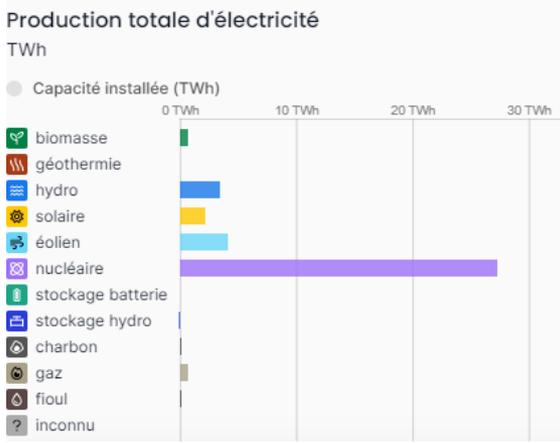
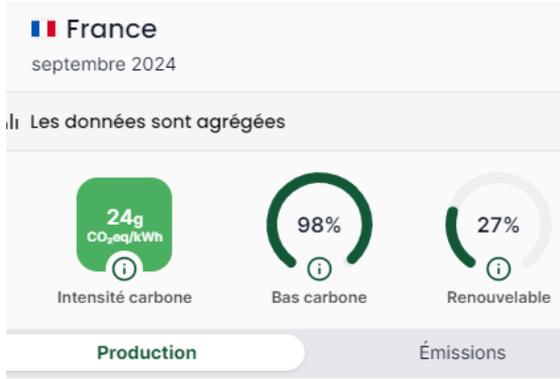
*Président*

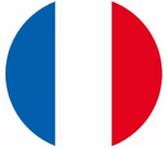
*PNC FRANCE*

*Monsieur Fabien BOUGLE*

*Vice-Président*

*Fédération Environnement durable*





MIX ÉLECTRIQUE 98% DÉCARBONNÉ

	SOUVERAINETÉ	DÉCARBONATION
NUCLÉAIRE	👍	👍
BARRAGES	👍	👍
BIOMASSE	👍	👍
ÉOLIENNES	👎	≈
PANNEAUX SOLAIRES	👎	≈
GAZ	👎	👎



MIX ÉLECTRIQUE 68% DÉCARBONNÉ

	SOUVERAINETÉ	DÉCARBONATION
CHARBON	≈	👎
LIGNITE	≈	👎
GAZ	👎	👎
ÉOLIENNES	👎	≈
PANNEAUX SOLAIRES	👎	≈
BIOMASSE	👍	👍

# D'AUTRES SOLUTIONS SONT POSSIBLES



**Prioriser la décarbonation directe des usages de la chaleur et de la mobilité**

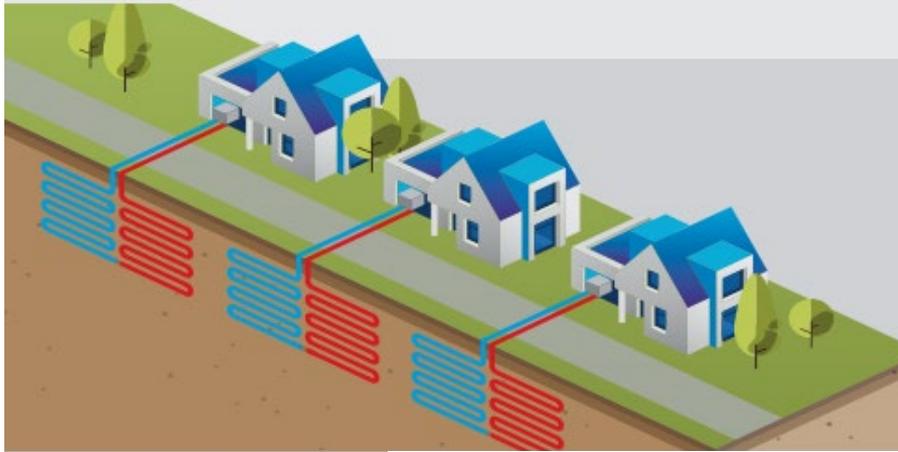
**Face aux aléas et impacts des EnRvnc et de leur déséquilibre géographique** important de production sur le territoire français, ETNEF (www.etnef.fr) et RETM (www.retm.fr) ont étudié depuis l'automne 2022 des solutions alternatives de décarbonation des 2 principaux usages énergétiques les moins décarbonés :

**La chaleur (47% des usages)** pour le résidentiel, le tertiaire et l'industrie ;

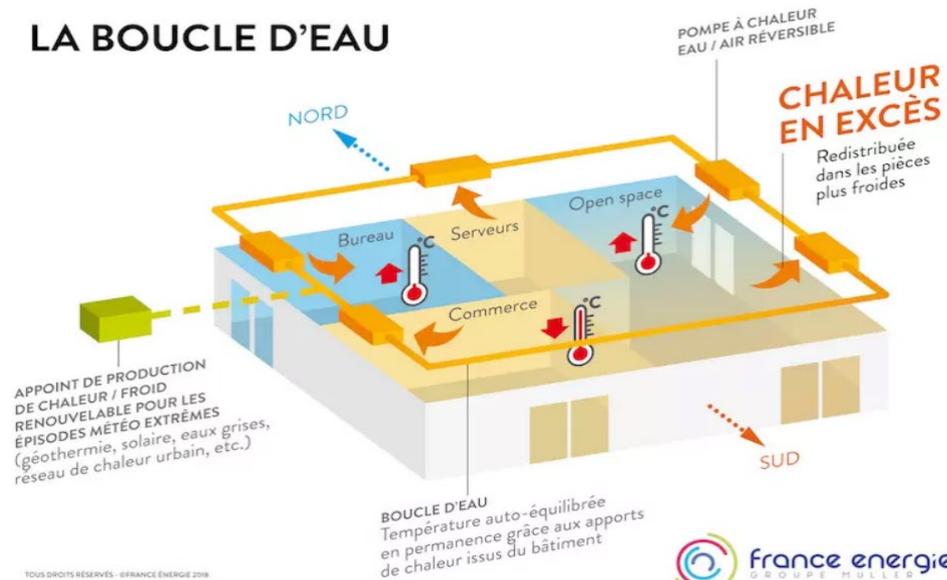
**La mobilité (31% des usages)** pour l'individuel et le collectif, et pour tous les modes de transport que ce soit pour les personnes et les marchandises ;



# La chaleur renouvelable, notamment la géothermie de surface et la biomasse;



## LA BOUCLE D'EAU



# FAISONS LE CHOIX DE L'AUTOCONSOMMATION



- ▶ Développer des solutions avec une production d'au moins 150MWh/an
- ✓ Hangars agricoles 150 à 300 MWh/an (zones rurales )



- ✓ Couverture de bâtiments publics (piscine, gymnase, bâtiments techniques,...)
- ✓ Couvertures de centres commerciaux (zones rurales et urbaines)
- ✓ Bâtiment industriel  
bâtiment semences Ex : CERESIA 1GWh/an)



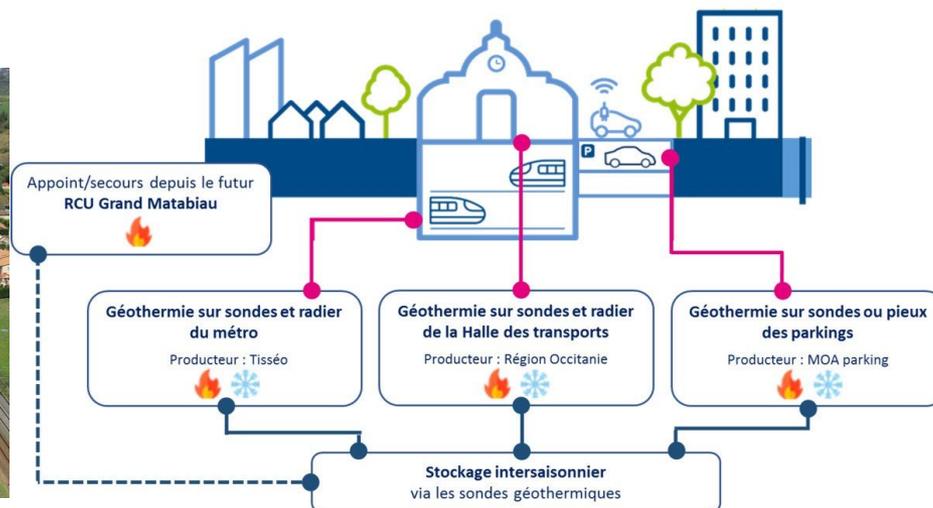
# SOLAIRE LOCAL en GRANDES TOITURES



# UNE ENERGIE EN CIRCUIT COURT LES BOUCLES ÉNERGÉTIQUES LOCALES



1. Une boucle énergétique locale consiste à **rassembler plusieurs acteurs publics ou privés autour d'une ressource locale et partagée**, qu'il s'agisse de chaleur, de froid, d'électricité ou encore d'hydrogène
2. Il s'agit d'un **concept novateur visant à produire de l'énergie localement, pour ensuite la distribuer dans un périmètre restreint**. Cette approche permet de répondre à plusieurs enjeux cruciaux, allant de **la réduction des émissions de gaz à effet de serre à la garantie de la sécurité énergétique des territoires**



# UNE PRODUCTION LOCALE MUTUALISABLE

## ENJEUX ET MISE EN OEUVRE

---



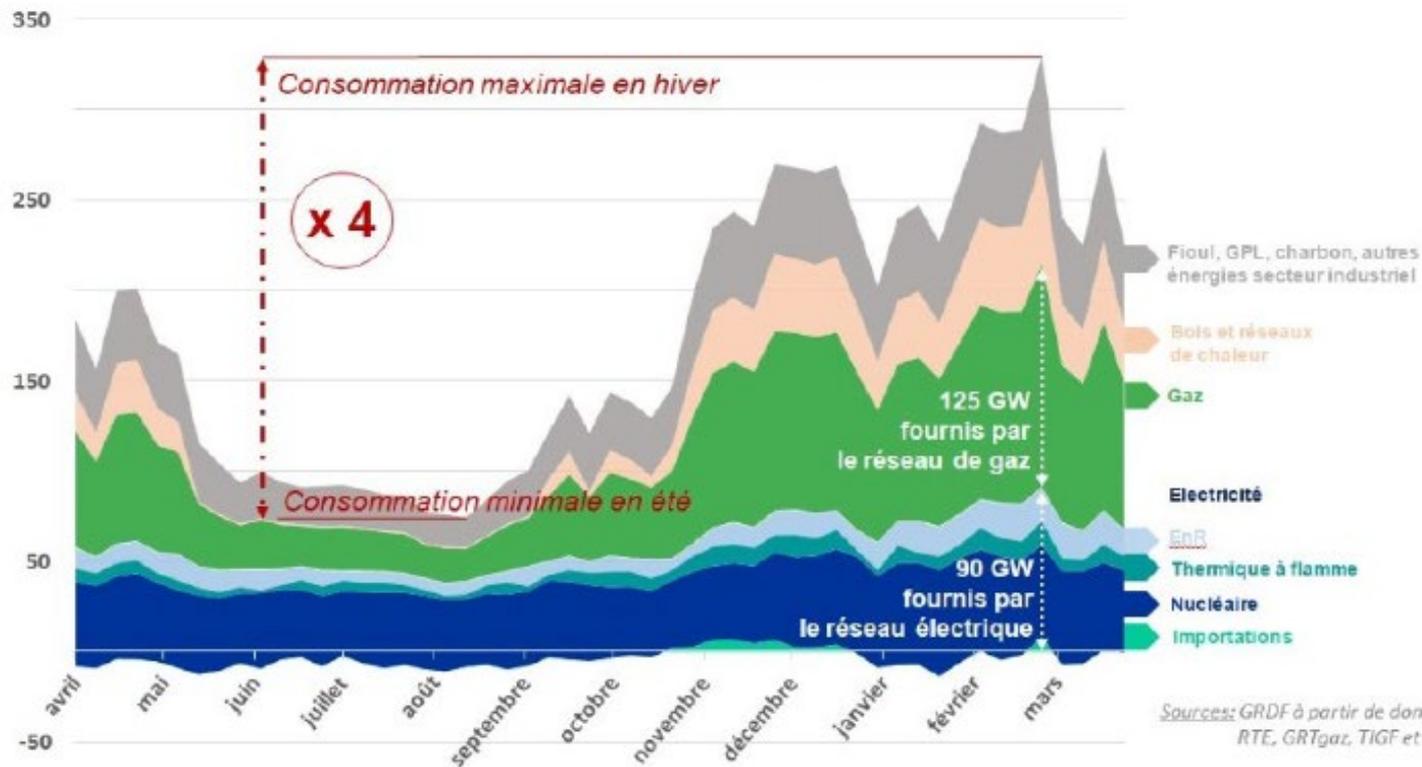
- 1. Production locale et équilibrée d'une énergie pilotable et non variable** équivalente à plusieurs dizaines de champs éoliens ou agrivoltaïque et contribution de chaque commune à la couverture des consommations ;
- 2. Mise en service progressive et beaucoup plus rapide** pour assurer la sécurité d'approvisionnement de la prochaine décennie ;
- 3. Raccordement sur le réseau existant de GRT Gaz** et verdissement des besoins en gaz (biogaz au lieu de gaz GNL importé) ;
- 4. Revenu durable pour les agriculteurs ;**
- 5. Raccordement réseau Enedis avec autoconsommation** (Baisse du coût de l'électricité et pas de coûts additionnels de raccordement RTE) et contribution à réduire au niveau français la pression de la demande électrique ;

# La 3<sup>ème</sup> révolution du Gaz du GNL Au Biogaz



## La place du gaz dans le mix énergétique

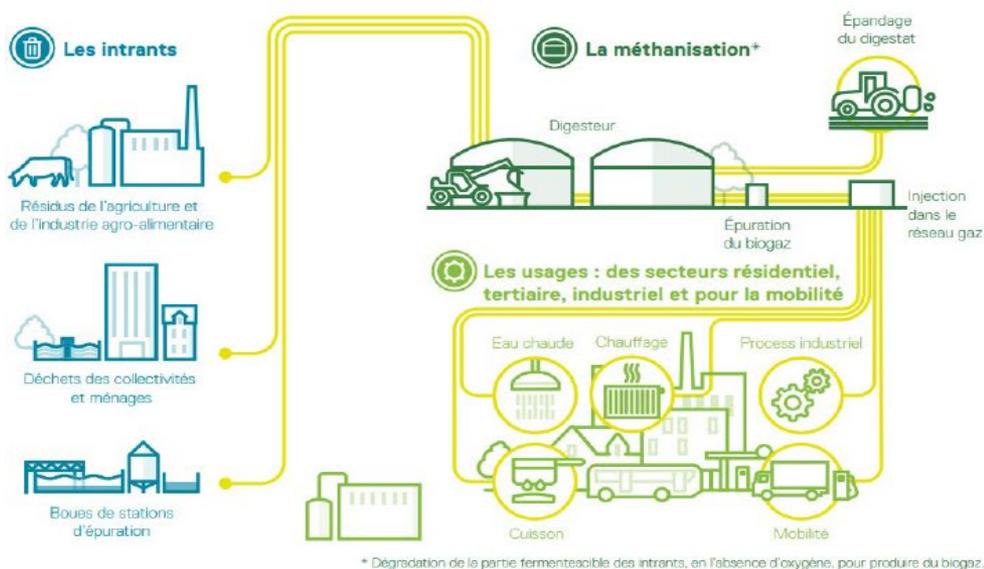
Pointe de puissance hebdomadaire à 8h du matin  
sur la période du 1<sup>er</sup> avril 2017 au 31 mars 2018, en GW



# Le Biogaz une solution locale construite avec les territoires



Produit localement, le gaz vert apporte une solution à l'indépendance énergétique des territoires



## De nombreux atouts :

- Valorisation des déchets ;
- Production d'une énergie renouvelable ;
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- Substitution des engrais chimiques par un engrais organique ;
- Utilisation des infrastructures du réseau déjà existantes.

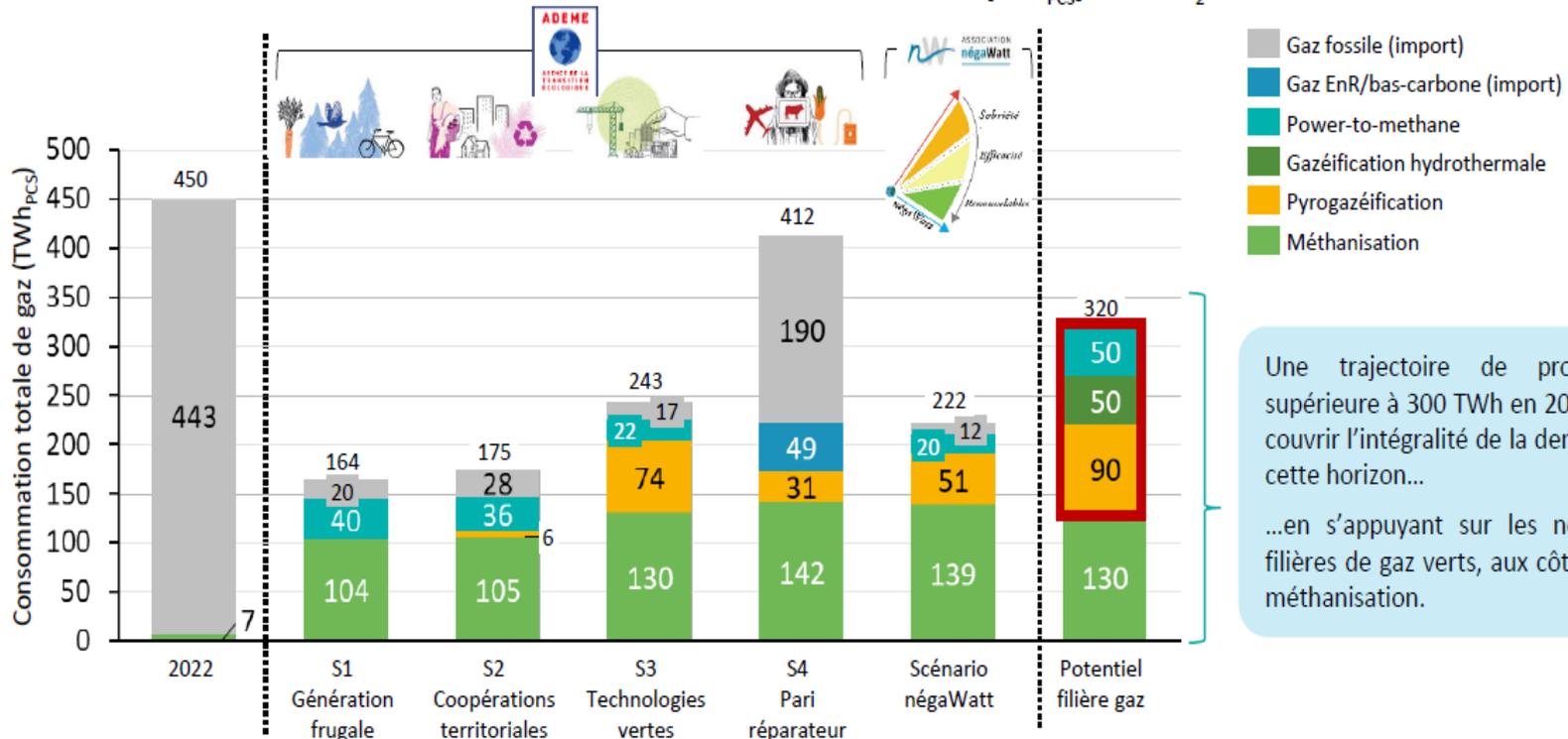
## Facteur d'émission CO<sub>2</sub>

- Biométhane : 44,1 gCO<sub>2e</sub> / kWh PCI
- Gaz naturel : 240 gCO<sub>2e</sub> / kWh PCI

Données base empreinte Ademe

# du GNL Au biogaz :Cible 2050 GRDF

SCÉNARIOS DU MIX GAZIER EN FRANCE À HORIZON 2050 [TWh<sub>PCS</sub>] – HORS H<sub>2</sub>



Une trajectoire de production supérieure à 300 TWh en 2050 pour couvrir l'intégralité de la demande à cette horizon...  
...en s'appuyant sur les nouvelles filières de gaz verts, aux côtés de la méthanisation.

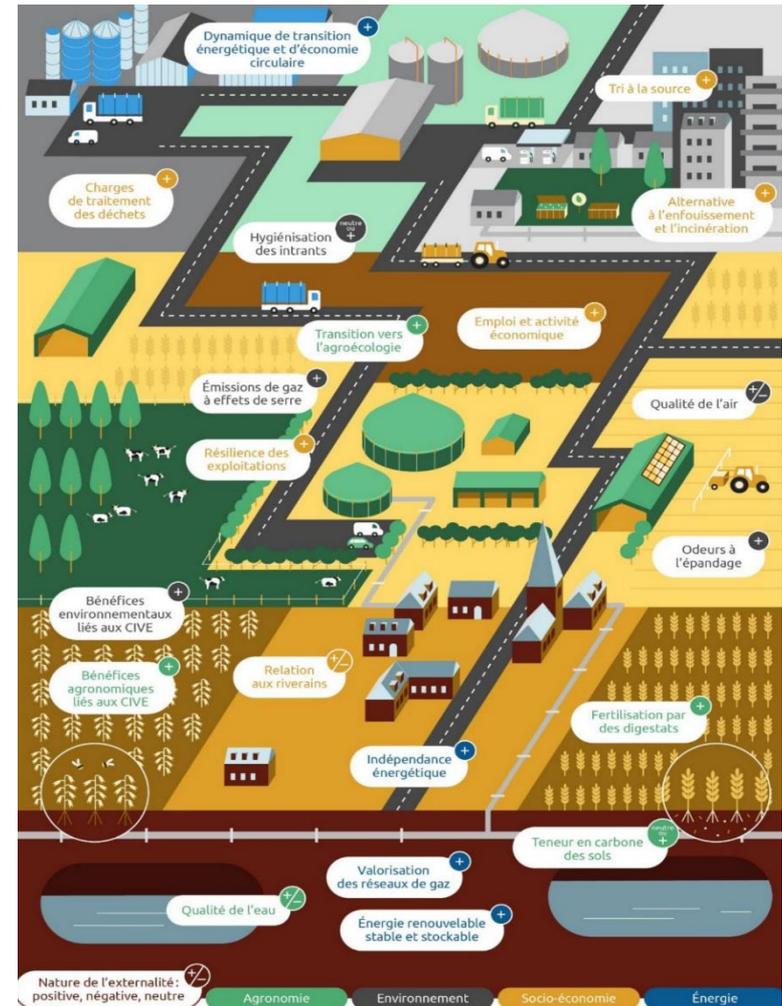
Source: SDES, ADEME, négaWatt

# L'injection de bio-méthane

## Avantages/Inconvénients



- ✓ Externalités positives
  - Transition énergétique et économie circulaire
  - Energie renouvelable stable et stockable
  - Traitement des déchets ( vs Incinér/Enfouiss.)
  - Résilience des exploitations
  - Bénéfice agronomique des CIVE ( couverts)
  - Fertilisation par digestats
  - Teneur en carbone des sols
  - Réduction émission GES ( -81% vs GNL)
  - Indépendance énergétique
- ✓ Points de vigilance
  - Qualité de l'eau
  - Relation avec les riverains
  - Odeurs à l'épandage
  - Circulations routières



## Nordfyn, Danemark

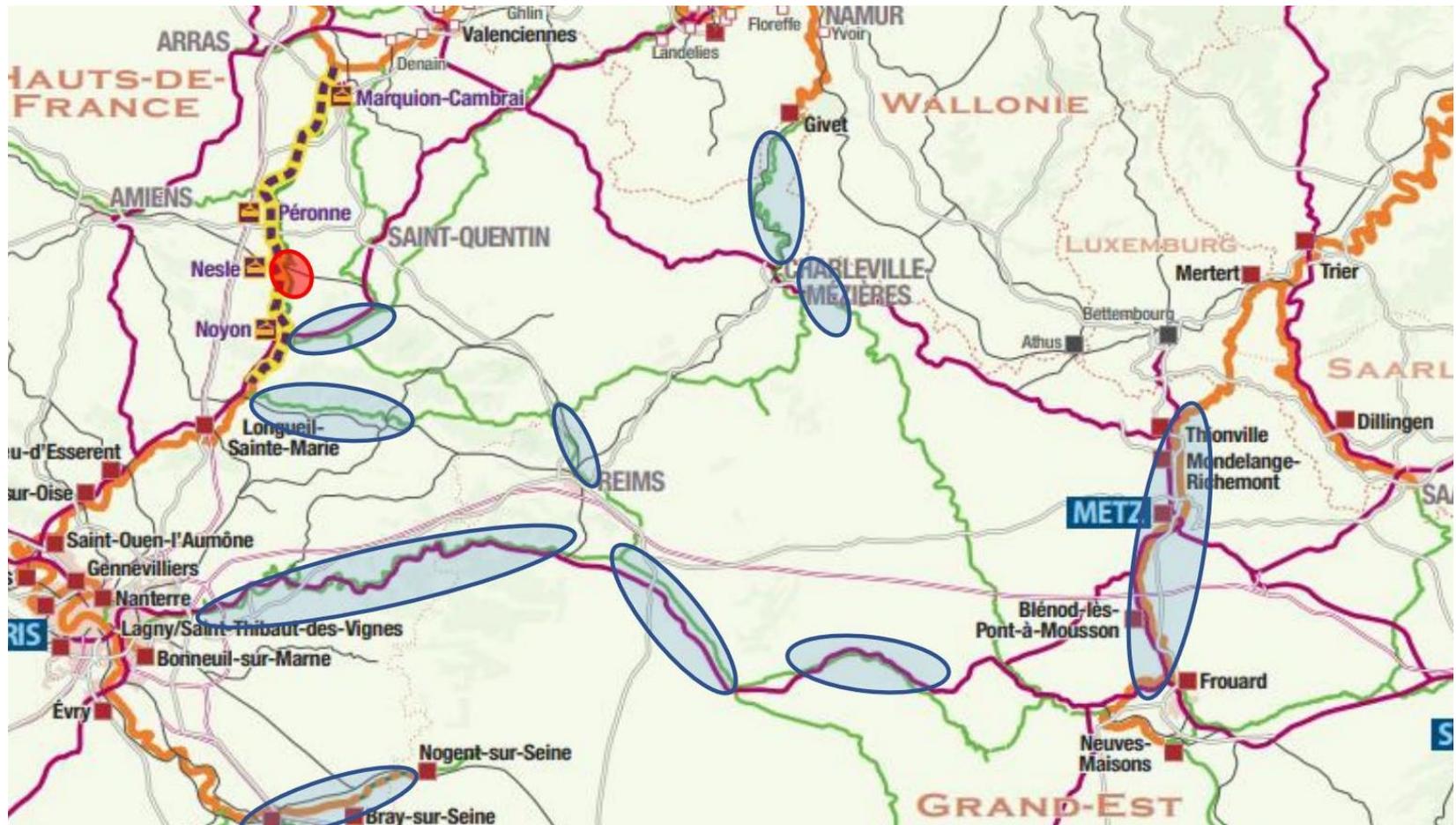
18.8 Mill. Nm3 biométhane / an  
80% Effluents élevage



## ➤ Un exemple en FRANCE



# Enjeux développement Energie renouvelables bord à voie d'eau ( Art 11 Loi Industrie verte)



# Un exemple en Allemagne



# UNE PRODUCTION LOCALE ÉQUILBRÉE

## EXEMPLE DES ENR THERMIQUES DANS LA MARNE



- ▶ **Produire localement une énergie équivalente à 63 champs éoliens** et que **chaque commune contribue à la couverture des consommations de leurs habitants**
- ▶ Développer d'une part des **économies importantes d'énergie** et de **moins dépendre de la fourniture nationale d'électricité grâce à l'autoconsommation**
- ▶ **Maitriser et réduire la facture électrique**
- ▶ **Eviter tous les impacts sur le patrimoine, l'environnement, la biodiversité et le cadre de vie de l'éolien terrestre et de l'agrivoltaïque qui industrialise des territoires ruraux**

Extrapolation Marne		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3		
		Court terme	Moyen terme	Long terme		
Géothermie	MWh	390 868	781 736	1 172 605	Potentiel Géothermie surface France 2050	
Nb foyers		28 953	57 906	86 860	100 000 000 MWh	Source AFGP
PV Hangar	MWh	163 875	234 108	304 340	Potentiel Biogaz France 2050	
Nb hangars		878	1 219	1 561	140 000 000	Source FNSEA/SGPE
Méthaniseur	MWh	487 724	585 269	682 814	équivalent à 63 parcs éoliens	
Total	MWh	1 042 468	1 601 113	2 159 759		
Taux addit. couverture Elec.		13,3%	24,3%	35,3%		
Taux total couverture électrique		70,0%	81,1%	92,1%		
Taux addit. de couverture énergie		8,7%	13,4%	18,1%		
Consommation Electrique Marne 2022		4 184 660 MWh				
Production actuelle EnR Marne 2022		2 376 184 MWh				
Taux de couverture actuel Marne		56,8%				
Production Parc Eolien 18 MW		34 500 MWh			intermittent	

Source : Simulations EnR thermiques EEDAM/ETNEF/RETM dans 45 départements français suite audition Assemblée nationale juillet 2023

## Synthèse Estimation 40 départements et extrapolation France

	<i>Surface (ha)</i>	<i>Population</i>	<i>Geothermie</i>	<i>PV Hangars</i>	<i>Methanis<sup>on</sup></i>
<b>Total France</b>	<b>54 394 000</b>	<b>67 970 000</b>	<b>TWh</b>	<b>TWh</b>	<b>TWh</b>
<b>Calcul* 40 dép<sup>nts</sup></b>	<b>24 300 908</b>	<b>25 500 000</b>	<b>57 631 925</b>	<b>7 536 763</b>	<b>18 145 532</b>
<b>Surface 22 métropoles</b>	<b>1 374 000</b>	<b>19 507 714</b>			
<b>Dép<sup>nts</sup> ruraux</b>	<b>53 020 000</b>	<b>48 462 286</b>	<b>109 528 425</b>	<b>16 443 797</b>	<b>39 590 129</b>

Estimation Metha industriel France (160 unités 250GWh/FNSEA O.Dauger Bretagne Août 2023)

**40 000 000**

Estimation SGPE /GEDF/AFPAC + AFPG (Reimsdécembre 2023)

**100 000 000**

\* Calcul ETNEF 40 départements

# Conférence de clôture 15h – 17h00 - Projet cible 2050



Estimation Enr thermiques 2050		TWh	
<b>Géothermie de surface</b>	Principe collectif	<b>110</b>	Calcul ETNEF 30% foyers en 2050
<b>Autres PAC notamment PAC Air/Air</b>		<b>30</b>	Remplacement 40% radiateurs électriques
<b>PV Hangars</b>	Principe collectif	<b>16</b>	Calcul ETNEF zones rurales
<b>Autres PV Industriels/commercial</b>	Principe collectif	<b>50</b>	Estimation
<b>Méthaniseurs industriels</b>	Principe collectif	<b>40</b>	Calcul ETNEF Zones rurales Metha Industrielle
<b>Autres méthaniseurs</b>		<b>80</b>	Données GRDF
<b>Biomasse ( Bois Energie)</b>		<b>120</b>	Données SGPE
<b>Biocarburants</b>		<b>135</b>	Données CEREME
<b>Pyrogazéification</b>		<b>90</b>	Données GRDF
<b>Total</b>		<b>671</b>	

# *Quel Cap pour le futur Énergétique de la France*

*Merci pour votre attention*