

24 MAI 2022 - PARIS

# DÉCARBONER LE MIX GAZIER: COMMENT AMPLIFIER LE MOUVEMENT ?

**Les Rencontres des Clubs Pyrogazéification et Power-to-gas**

# Quel avenir pour le gaz? Les chemins possibles

ADEME

ANTOINE Loïc, BICHOT Aurélie

# Sommaire

- Présentation des scénarios ADEME « Transition(s) 2050 »
- Enjeux de l'évolution du mix gazier
- Voies de décarbonation du gaz
- Conclusions

# Présentation des scénarios ADEME

- [https://www.youtube.com/watch?v=XER\\_OpLx0Qs&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=XER_OpLx0Qs&t=1s)



## S1 GÉNÉRATION FRUGALE

**Frugalité contrainte**

Villes moyennes et zones rurales

**Low-tech**

Rénovation massive

Nouveaux indicateurs de prospérité

**Localisme**

3x moins de viande



## S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

**Modes de vie soutenables**

Économie du partage

**Gouvernance ouverte**

Mobilité maîtrisée

Fiscalité environnementale

**Coopérations entre territoires**

Réindustrialisation ciblée



## S3 TECHNOLOGIES VERTES

**Technologies de décarbonation**

Biomasse exploitée

Hydrogène

**Consumérisme vert**

Régulation minimale

**Métropoles**

Déconstruction / reconstruction



## S4 PARI RÉPARATEUR

**Consommation de masse**

Étalement urbain

**Technologies incertaines**

Économie mondialisée

Intelligence artificielle

**Capture du CO<sub>2</sub> dans l'air**

Agriculture intensive



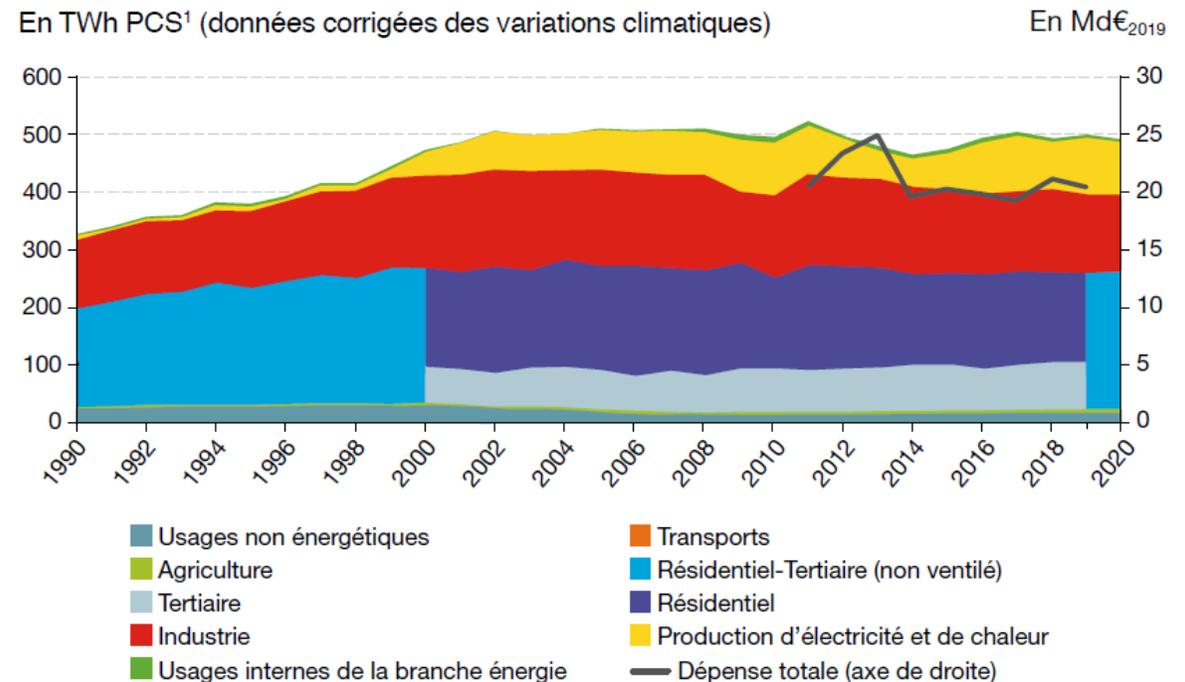
# Enjeux de l'évolution du mix gazier

- Gaz représente 14 % de la consommation d'énergie primaire en France en 2015
- En quasi-totalité d'origine fossile et importé

→ Nécessaire **diminution des consommations** de gaz

→ Nécessaire **développement de la production de gaz renouvelable**

**CONSOMMATION TOTALE (HORS PERTES) DE GAZ NATUREL PAR SECTEUR**  
 TOTAL : 494 TWh PCS en 2020



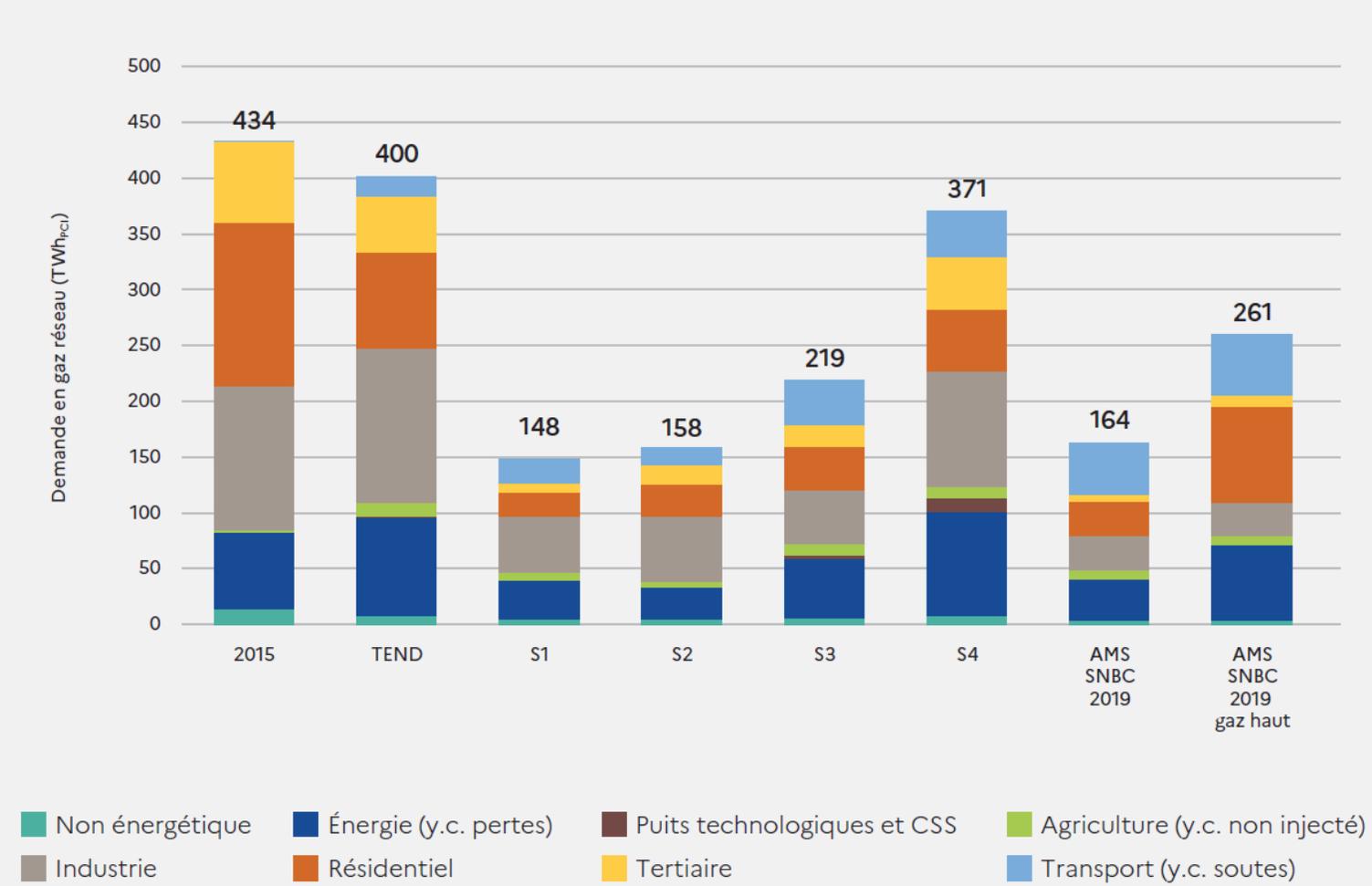
# Principaux leviers de transformation du gaz dans les scénarios

	TENDANCIEL	 <b>S1 GÉNÉRATION FRUGALE</b>	 <b>S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES</b>	 <b>S3 TECHNOLOGIES VERTES</b>	 <b>S4 PARI RÉPARATEUR</b>
<b>Récit gaz</b>	Décarbonation du gaz lente, uniquement via la méthanisation	Décarbonation importante grâce à une sobriété généralisée	Demande contrainte par l'offre en gaz renouvelable et qui s'ajuste à la baisse	Diversification du mix, qui permet offre de gaz renouvelable importante	Recours massif aux puits technologiques, qui permet le maintien d'une forte demande
<b>Modération de la demande en gaz</b>	- 8%	- 66 %	- 64 %	- 50 %	- 15 %
<b>Développement offre et part gaz renouvelables ou décarbonés dans les réseaux</b>	+ 19 %	+++ 88 %	+++ 82 %	++++ 84 %	++ 51 %
<b>Séquestration technologique du carbone sur les usages (CCS)</b>	+			++	++++

# La demande globale en gaz diminue dans tous les scénarios

- Potentiel de production de gaz renouvelable limité → priorisation des usages pour le gaz difficilement substituable
- Transport longue distance
- Gaz matière première
- Production d'électricité
- Industrie haute température (fours verriers, hauts-fourneaux)
- Logements collectifs avec chauffage individuel actuellement équipés au gaz

**Baisse de la demande en gaz dans tous les scénarios : entre -15% et -66% par rapport à 2015**



# Voies de décarbonation du gaz

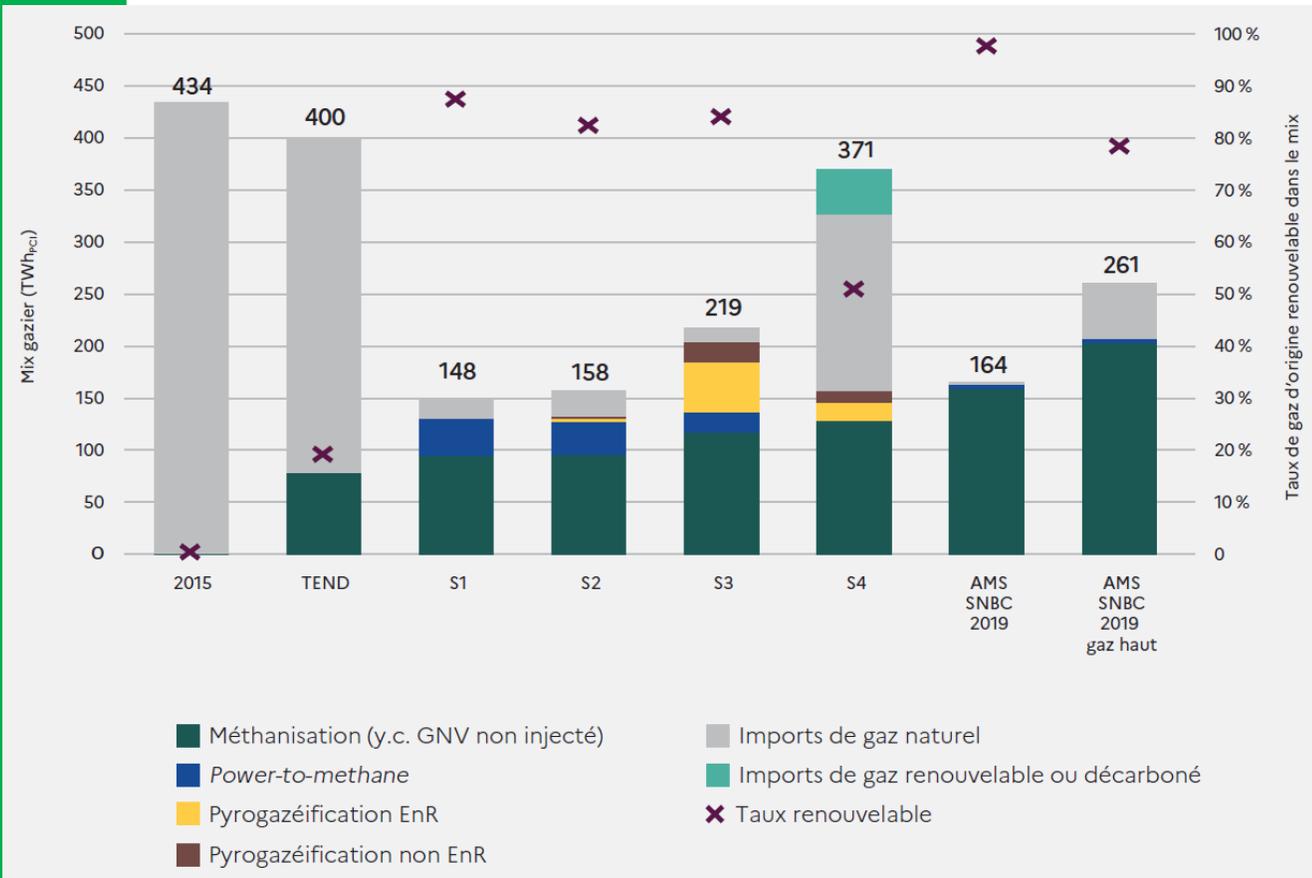
Trois filières de production de gaz renouvelable considérées :

- 1. **Méthanisation** (*digestion anaérobie de matières organiques fermentescibles*)
- 2. **Power-to-methane** (*production de méthane de synthèse à partir d'électricité et de CO<sub>2</sub>*)
- 3. **Pyrogazéification** pour injection de méthane de synthèse dans les réseaux (*traitement thermochimique de biomasse lignocellulosique ou de déchets carbonés non recyclables*)

Dans les scénarios 3 et 4, la compensation des impacts GES du gaz passe aussi par le captage et le stockage de carbone (CCS)

		TENDANCIEL	 S1 GÉNÉRATION FRUGALE	 S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES	 S3 TECHNOLOGIES VERTES	 S4 PARI RÉPARATEUR
Développement de l'offre en gaz renouvelable ou décarboné	Méthanisation	++	+++	+++	++++	++++
	Pyrogazéification			+	+++	++
	Power-to-methane		++	++	+	
	Importations gaz décarboné					++
Séquestration technologique du carbone sur les usages (CCS)		+			++	++++

# 1. La méthanisation, le pilier de la décarbonation du gaz

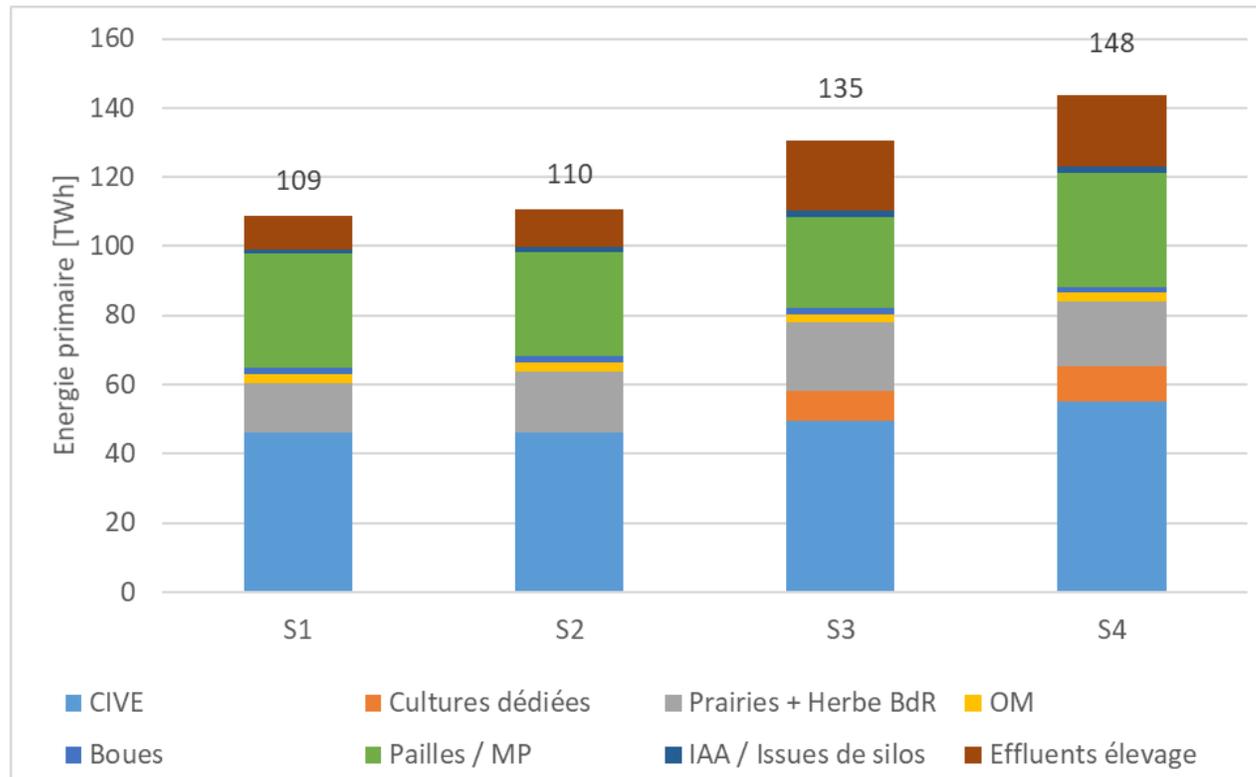


Pilier de la décarbonation du gaz dans tous les scénarios : entre 94 TWh et 128 TWh

- **Seule voie actuellement mature de production de gaz renouvelable**
- Standardisation sur les exploitations agricoles grâce aux bénéfices apportés aux agriculteurs
  - ❖ Valorisation agronomique des effluents d'élevage,
  - ❖ Complément de revenu,
  - ❖ Contribution à la production d'énergie,
  - ❖ Contribution à la diminution des émissions de gaz à effet de serre

# 1. La méthanisation : Les ressources mobilisées

Energie primaire méthanisée en 2050 dans les différents scénarios



- Type et part des substrats similaires dans tous les scénarios (sauf cultures dédiées absentes dans S1 et S2)
- Volumes dépendant du système agricole (taille des cheptels, rendements des cultures...)
- **Les intrants se végétalisent largement. Les CIVE sont un élément clé de la filière (~40% de l'énergie primaire méthanisée)**

## 2. Le power-to-methane : un service d'optimisation des systèmes énergétiques en couplage avec la méthanisation

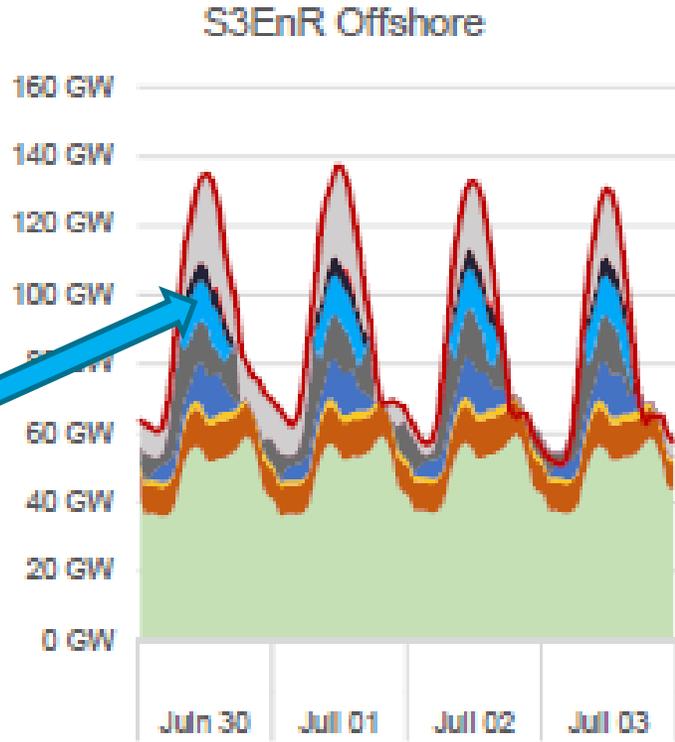
	S1 GÉNÉRATION FRUGALE	S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES	S3 TECHNOLOGIES VERTES	S4 PARI RÉPARATEUR
% part du gaz	25 %	20 %	9 %	0 %
TWh de méthane de synthèse	36	32	20	0

### Le PtG pour décarboner le gaz présente plusieurs limites :

- Un procédé à faible rendement (54% à 61% électricité → gaz)
- Si fonctionnement en base, compétition avec les usages directs H2, notamment industrie
- Pertinent en l'absence de réseau H2 et CO2



Dans les scénarios Transition(s)2050, le PtG trouve sa place comme moyen de stockage inter-saisonnier des énergies renouvelables intermittentes



## 2. Le power-to-methane : un service d'optimisation des systèmes énergétiques **en couplage avec la méthanisation**

	 <b>S1 GÉNÉRATION FRUGALE</b>	 <b>S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES</b>	 <b>S3 TECHNOLOGIES VERTES</b>	 <b>S4 PARI RÉPARATEUR</b>
<b>% part du gaz</b>	<b>25 %</b>	<b>20 %</b>	<b>9 %</b>	<b>0 %</b>
TWh de méthane de synthèse	36	32	20	0
<b>% des méthanisations équipées de méthanation</b>	<b>100%</b>	<b>85%</b>	<b>50%</b>	<b>0%</b>

Déploiement à partir de 2028, sur des petites unités de 2 à 3 MW →

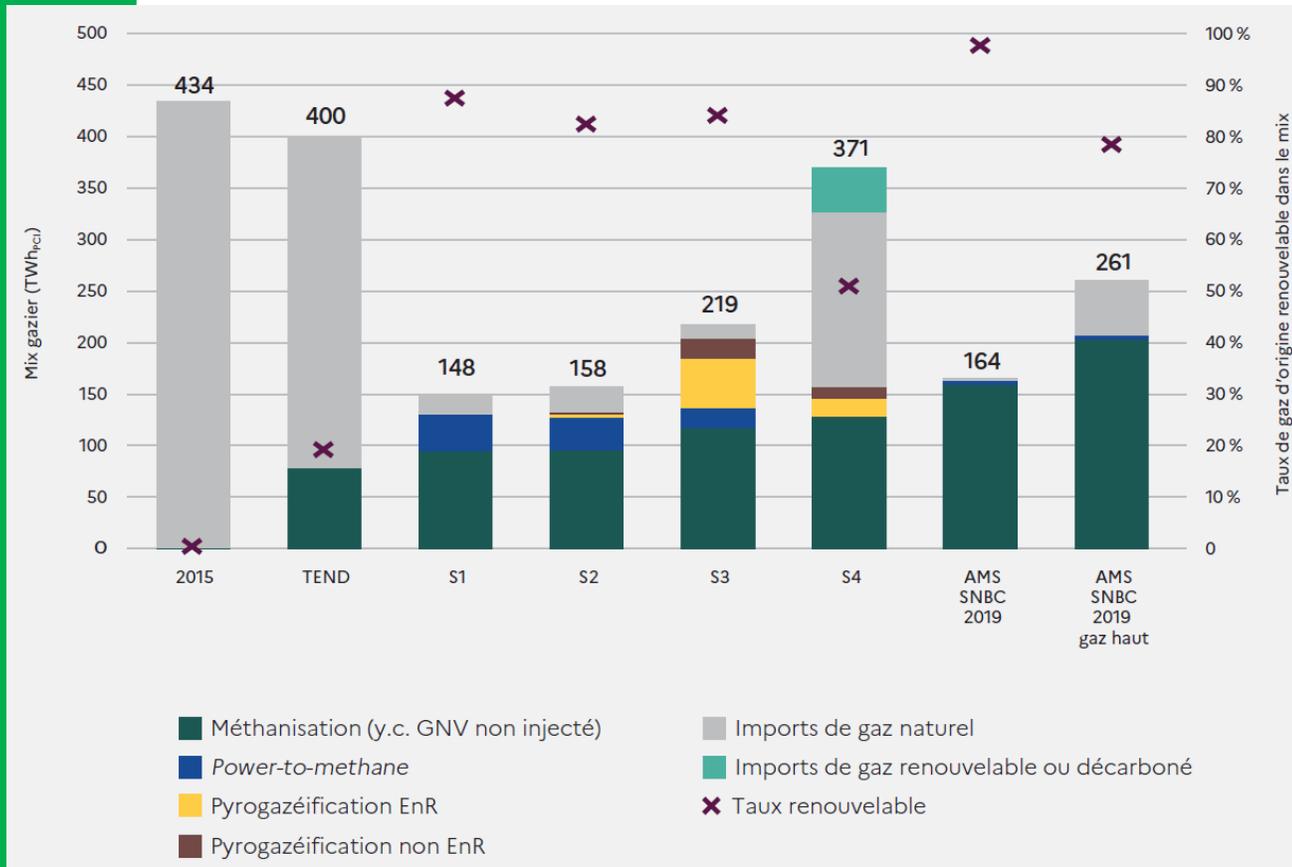
### Avantages du couplage méthanisation/méthanation :

- Valorisation du CO<sub>2</sub> biogénique émis par la méthanisation, sans complexité de comptabilisation. Fonctionnement en intermittence facilité (3000 h/an).
- CO<sub>2</sub> déjà très concentré limitant les coûts de captage
- Mutualisation de la purification et de l'injection de biogaz/gaz décarboné, limitant les coûts de raccordement
- Augmentation du productible de gaz à partir d'une même ressource de biomasse (méthanisation)

## 2. Le power-to-methane : Messages clés

- ❖ **Le Power-to-gas** : une solution de décarbonation du gaz permettant de valoriser
  - - de l'électricité renouvelable et peu chère, en limitant les exportations et les conflits d'usages électriques
  - - les infrastructures de gaz existantes
  
- ❖ **Le couplage avec la méthanisation** : des avantages économiques, environnementaux, opérationnels
  
- ❖ **Transition(s) 2050** : des objectifs très ambitieux à la fois sur la méthanisation et sur le power-to-gas (S1 et S2)

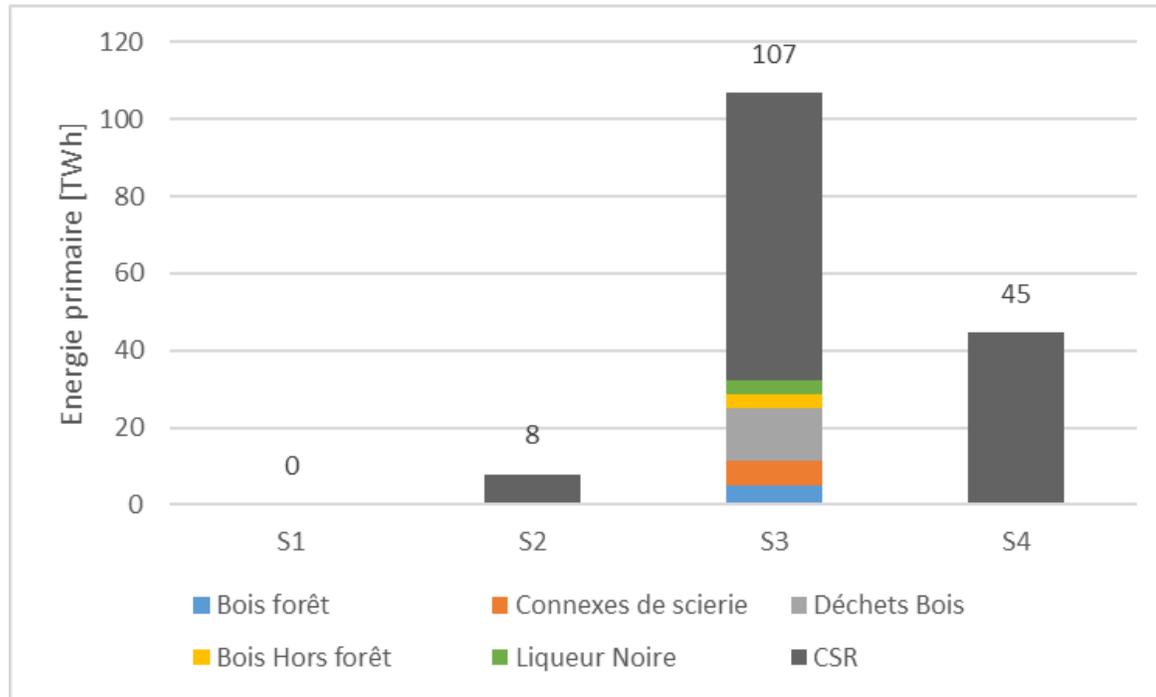
# 3. La pyrogazéification, en fonction des ressources



- **Pyrogazéification** : voie complémentaire de décarbonation du gaz, **en fonction** des ressources disponibles :
- Déchets :
  - Dépend de la politique de gestion des déchets (réduction à la source, collecte, recyclage...)
  - Dépend des autres usages de ces intrants (chaleur, biocarburants liquides)
- Ressources biomasse forestière :
  - Dépend des politiques de gestion des forêts
  - Dépend des autres usages de ces intrants (matériaux, bois énergie, biocarburants liquides)

## 3. Pyrogazéification : intrants

### Energie primaire gazéifiée en 2050 dans les scénarios



- **S1** : aucun développement, faute de ressources (besoins bois autres filières importants + forte politique de diminution des déchets)
- **S2** : développement modeste, uniquement pour valoriser les CSR produits et non valorisés par ailleurs
- **S3** : politiques sylvicoles et de gestion des déchets tournées vers la production d'énergie. La filière valorise en grande majorité des CSR et déchets bois
- **S4** : en valorisation de CSR produits et non valorisés par ailleurs

# Conclusion : Principaux enseignements

Différents scénarios possibles pour le gaz, mais certains incontournables :

- ➔ Le potentiel de développement des différentes filières de production de gaz renouvelable à l'horizon 2050 est très important par rapport à aujourd'hui (130 TWh<sub>PCI</sub> à 185 TWh<sub>PCI</sub> en 2050) :
  - **La méthanisation pour production de biométhane est le pilier de la décarbonation du gaz, quel que soit le scénario.**
  - La deuxième voie fondamentale de décarbonation du gaz repose sur le couplage de la méthanisation avec le power-to-methane.
  - La pyrogazéification peut être une voie complémentaire, **en fonction** des ressources disponibles.
- ➔ L'atteinte de la neutralité carbone passe nécessairement par une **diminution de la demande** en gaz.
  - Certains usages du gaz doivent être priorités.
- ➔ La France reste dépendante des importations de gaz, dans tous les scénarios.

# Conclusion : Un développement des filières soumis à des incertitudes

- **Ressources disponibles**
  - Effet du changement climatique sur la biomasse uniquement pris en compte via des rendements de culture prudents
  - Pyrogazéification : concurrence d'usage avec autres filières de valorisation de la biomasse ligneuse et CSR
  - Power-to-methane : pertinent en l'absence de réseaux H2 et CO2 (ressources marginal ENR électriques)
- **Opinion publique**
  - Question de première importance pour la méthanisation et donc le power-to-gas (~7000 unités installées sur tout le territoire en 2050)
- **Nécessité de politiques publiques structurantes avec une lisibilité claire à moyen terme :**
  - Coûts de production du gaz renouvelable plus élevés que celui du gaz naturel
    - mécanismes extrabudgétaires (obligation d'incorporation), engagements nationaux à long terme
    - tarifs d'achat, prix carbone
  - Soutien innovation dans technologies non matures

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**