

# Potentiel d'injection de gaz renouvelable dans le réseau suisse à horizon 2030

Etude mandatée par l'EnFK

Résumé d'analyse – juin 2018



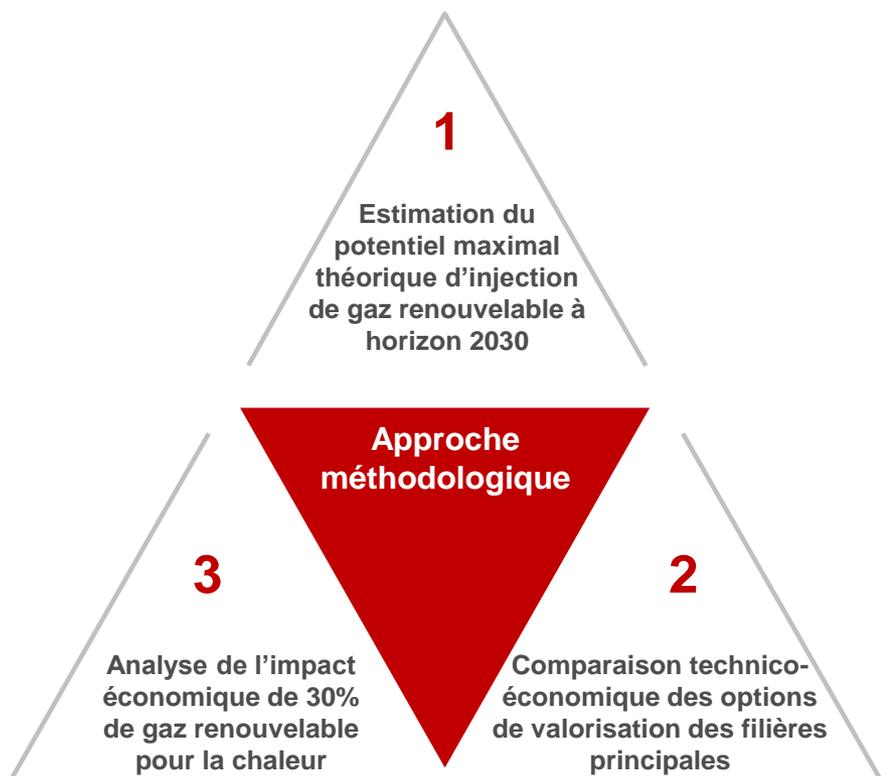
# Organisation de la présentation

---

- 1** | Résumé
- 2** | Estimation des potentiels
- 3** | Analyse technico-économique
- 4** | Impact économique

# La présente étude vise à estimer le potentiel d'injection de gaz renouvelable indigène en Suisse à horizon 2030 ainsi que les alternatives existantes pour la production de chaleur

## APPROCHE METHODOLOGIQUE



### 1 Estimation du potentiel maximal théorique d'injection de gaz renouvelable à horizon 2030

- Quatre gisements considérés : biomasse agricole, bois-énergie, biodéchets, électricité renouvelable
- Trois potentiels déduits : gisement primaire, potentiel de production, potentiel d'injection
- Estimation à partir d'études de référence principalement mandatées par l'OFEN et l'OFEV

### 2 Comparaison technico-économique des options de valorisation des filières principales

- Trois filières considérées : biogaz (agricole ou issu de biodéchets), bois-énergie, électricité renouvelable
- Analyse comparative des valorisations avec et sans recours à la transformation en gaz renouvelable et injection
- Comparaison sur deux critères : rendement énergétique et coût complet de la chaleur produite

### 3 Analyse de l'impact économique de 30% de gaz renouvelable pour la chaleur

- Construction de plusieurs mix d'injection de 4,5 TWh (= 30% de gaz pour la production de chaleur résidentielle)
- Construction de plusieurs scénarios de prix à horizon 2030
- Calcul du coût inhérent à l'injection de 4,5 TWh en 2030 selon le mix et le scénario de prix

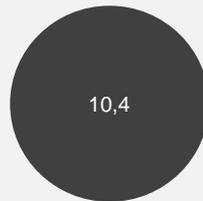
# L'OFEN évalue le potentiel de production de biogaz agricole à 4,4 TWh – dont 50% se situent à proximité<sup>1)</sup> du réseau de gaz et pourraient être injectés à un coût raisonnable

## ESTIMATION DES POTENTIELS ISSUS DE LA BIOMASSE AGRICOLE (TWh)



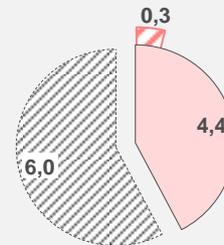
Biomasse agricole

GISEMENT PRIMAIRE  
10,4 TWh/an



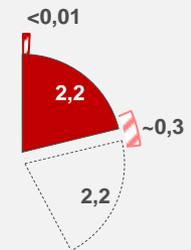
- **Gisement primaire :**  
8,4 TWh issus des déjections animales  
2,0 TWh issus des cultures intermédiaires

POTENTIEL DE PRODUCTION  
4,4 TWh/an



- **Potentiel de production de gaz renouvelable**
- ▨ Potentiel de production de gaz renouvelable déjà exploité
- ▤ Pertes de méthanisation

POTENTIEL D'INJECTION  
2,2 TWh/an



- **Potentiel d'injection de gaz renouvelable**
- ▨ Potentiel d'injection de gaz renouvelable déjà exploité
- ▨ Potentiel de production de gaz renouvelable déjà exploité et non injecté
- ▤ Potentiel de production de gaz renouvelable non injectable (pas d'accès au réseau de gaz)

1) 50% du potentiel se situe dans une commune à moins de 5 km du réseau de gaz (estimation par modélisation sur l'ensemble des ~2'200 communes suisses à partir des données de l'OFS et de l'ASIG)

# Le potentiel de production de gaz à partir de biodéchets est estimé à 2,2 TWh, dont 0,7 TWh sont déjà exploités et consommés sur site – le reste, soit 1,5 TWh, est potentiellement injectable

## ESTIMATION DES POTENTIELS ISSUS DE DÉCHETS BIOMASSE (TWh)



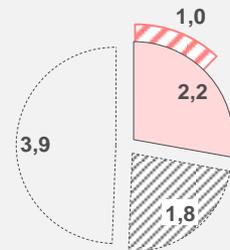
Déchets biomasse

GISEMENT PRIMAIRE  
7,9 TWh/an



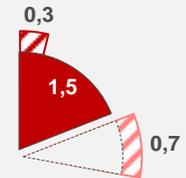
- **Gisement primaire :**  
7,0 TWh issus de biodéchets urbains et industriels  
0,9 TWh issus de boues d'épuration

POTENTIEL DE PRODUCTION  
2,2 TWh/an



- **Potentiel de production de gaz renouvelable**
- ▨ **Potentiel de production de gaz renouvelable déjà exploité**
- ▩ **Pertes de méthanisation**
- ⋯ **Potentiel non accessible (déchets non collectés séparément)**

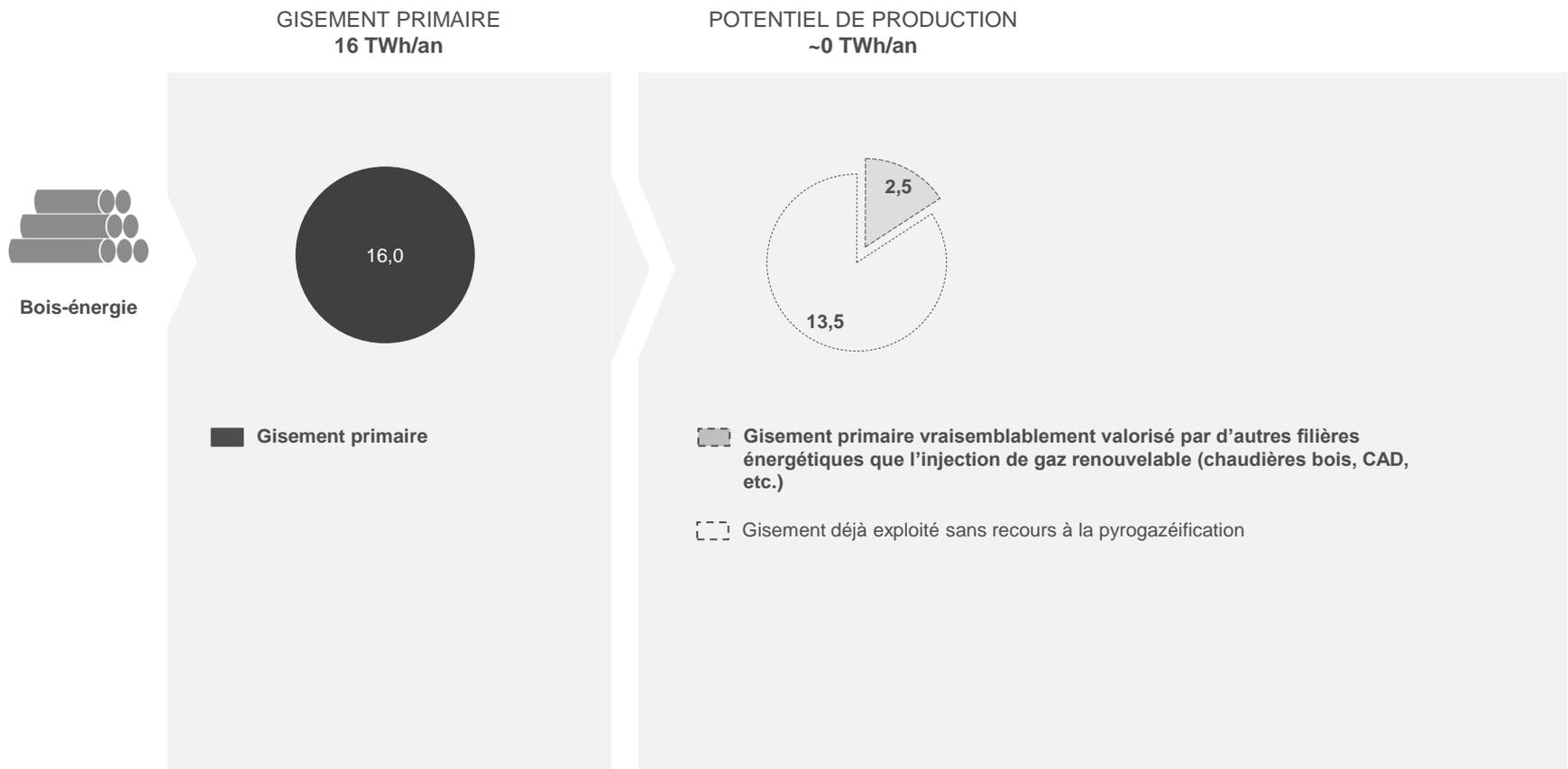
POTENTIEL D'INJECTION  
1,5 TWh/an



- **Potentiel d'injection de gaz renouvelable**
- ▨ **Potentiel d'injection de gaz renouvelable déjà exploité**
- ⋯ **Potentiel de production de gaz renouvelable déjà exploité et non injecté**

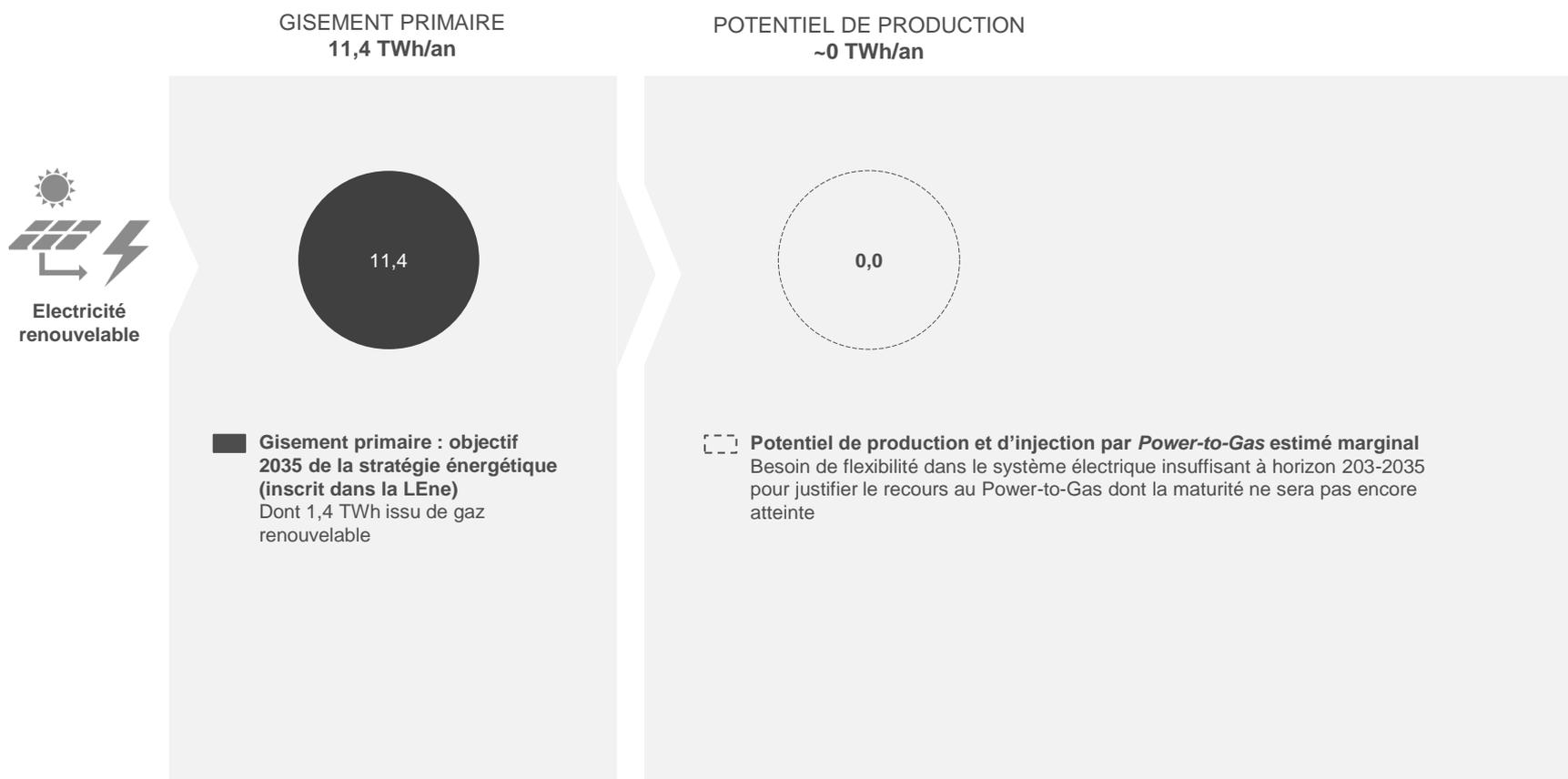
# La politique fédérale ne privilégie pas la technologie de pyrogazéification, encore émergente et peu performante, pour la valorisation du potentiel bois-énergie à horizon 2030

## ESTIMATION DES POTENTIELS ISSUS DU BOIS-ÉNERGIE (TWh)



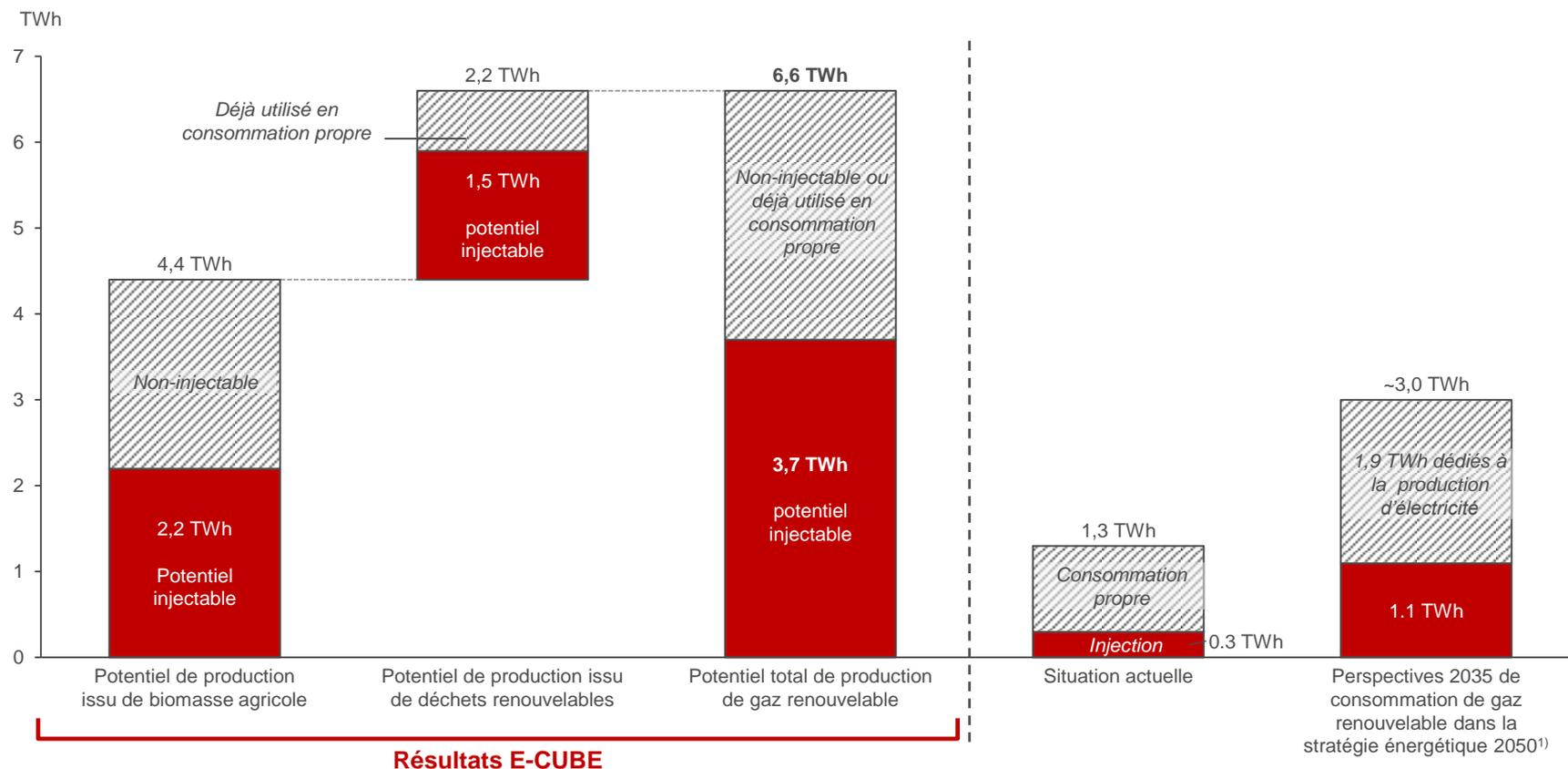
# Le Power-to-Gas permet de flexibiliser un système électrique en cas de fort développement des productions intermittentes – sa nécessité dans le système suisse à horizon 2030 est peu probable

## ESTIMATION DES POTENTIELS ISSUS D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE (TWh)



# La Suisse dispose d'un potentiel maximal théorique de production de gaz renouvelable estimé à 6,6 TWh, dont 3,7 TWh pourraient être injectés dans le réseau

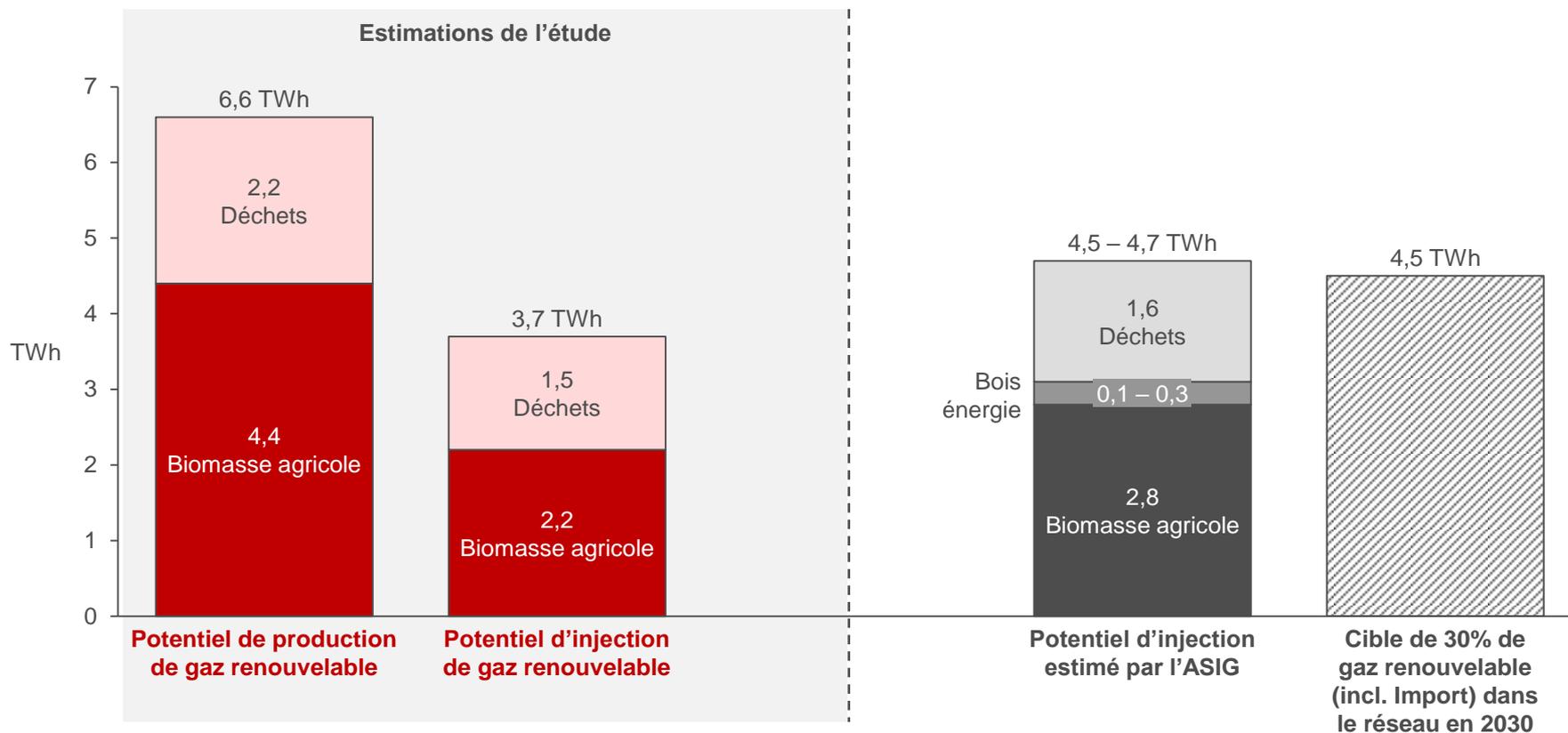
## COMPARAISON DES POTENTIELS ESTIMÉS AUX PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES SUISSES (TWh)



1) Estimation à partir des perspectives Prognos dans le scénario « Mesures politiques »

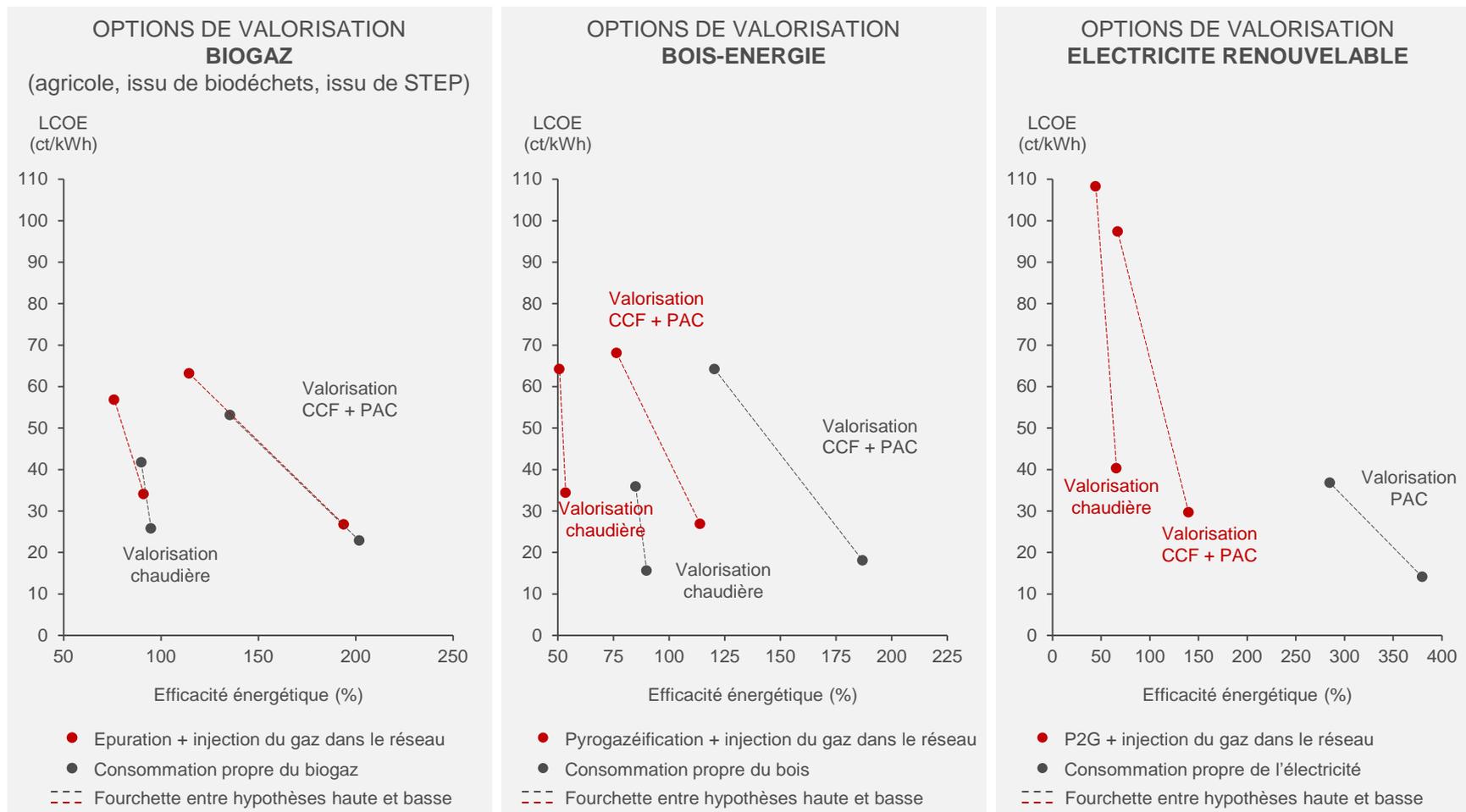
## Une cible de 30% de gaz renouvelable sur le marché du chauffage à partir de gaz en 2030 – environ 4,5 TWh – apparaît ambitieuse comparée aux estimations de potentiel réalisées dans l'étude

COMPARAISON DES POTENTIELS ESTIMÉS AUX OBJECTIFS DE L'INDUSTRIE GAZIÈRE (TWh)



# Les valorisations avec pompe à chaleur apparaissent les plus efficaces – les valorisations avec injection de gaz souffrent de performances énergétiques et de coûts péjorés

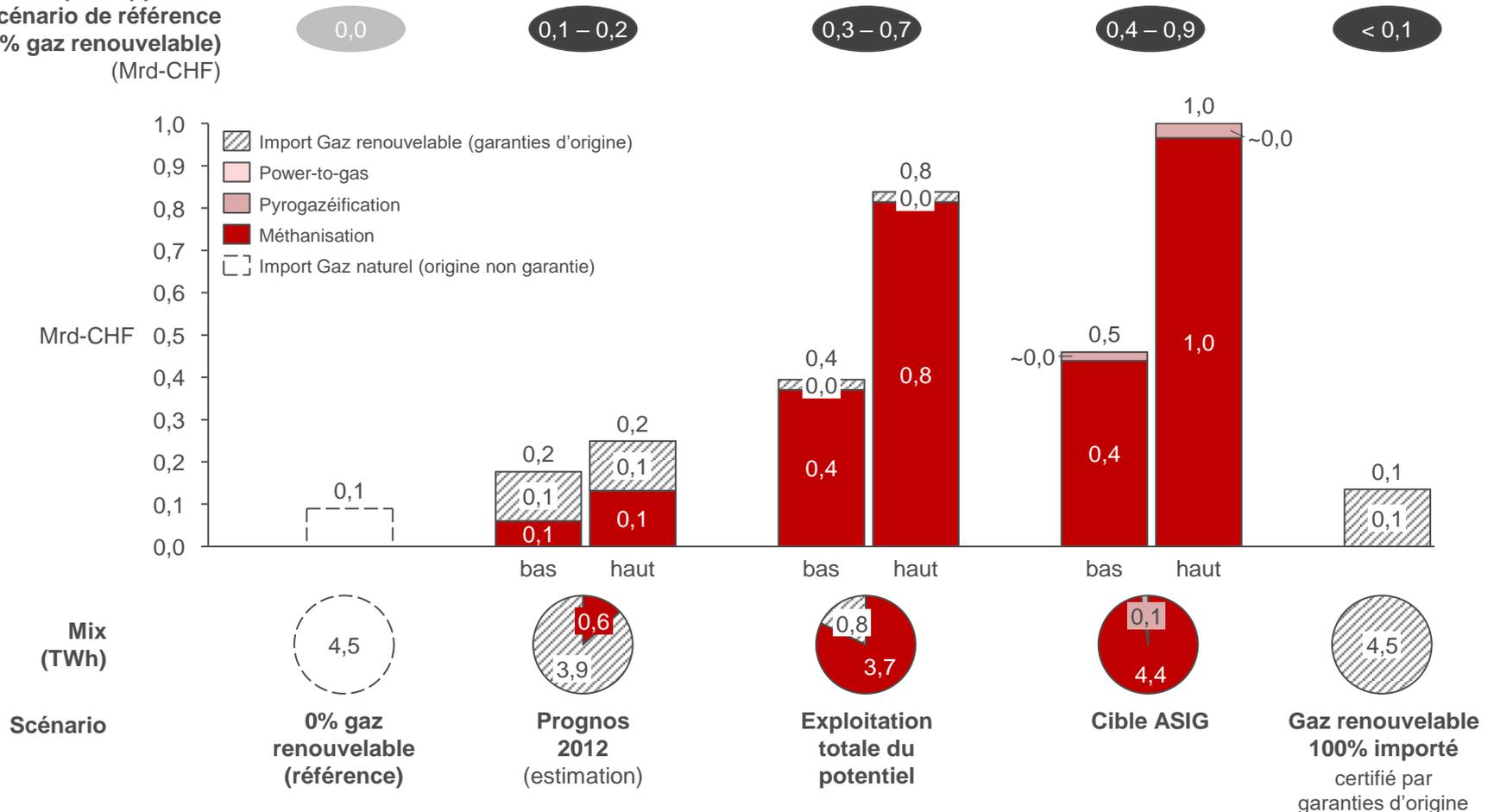
## COMPARAISON TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES PRINCIPALES OPTIONS DE VALORISATION THERMIQUE



# L'atteinte de l'objectif de 30% de gaz renouvelable sur le marché de la chaleur en 2030 impliquerait un surcoût de l'ordre de 0,5 Mrd-CHF/an par rapport à l'import de gaz naturel non renouvelable

**SURCÔT LIE A L'INJECTION DE 4,5 TWH DE GAZ RENOUVELABLE DANS LE RESEAU SUISSE (Mrd-CHF, 2030)**

Surcoût par rapport au scénario de référence (0% gaz renouvelable) (Mrd-CHF)



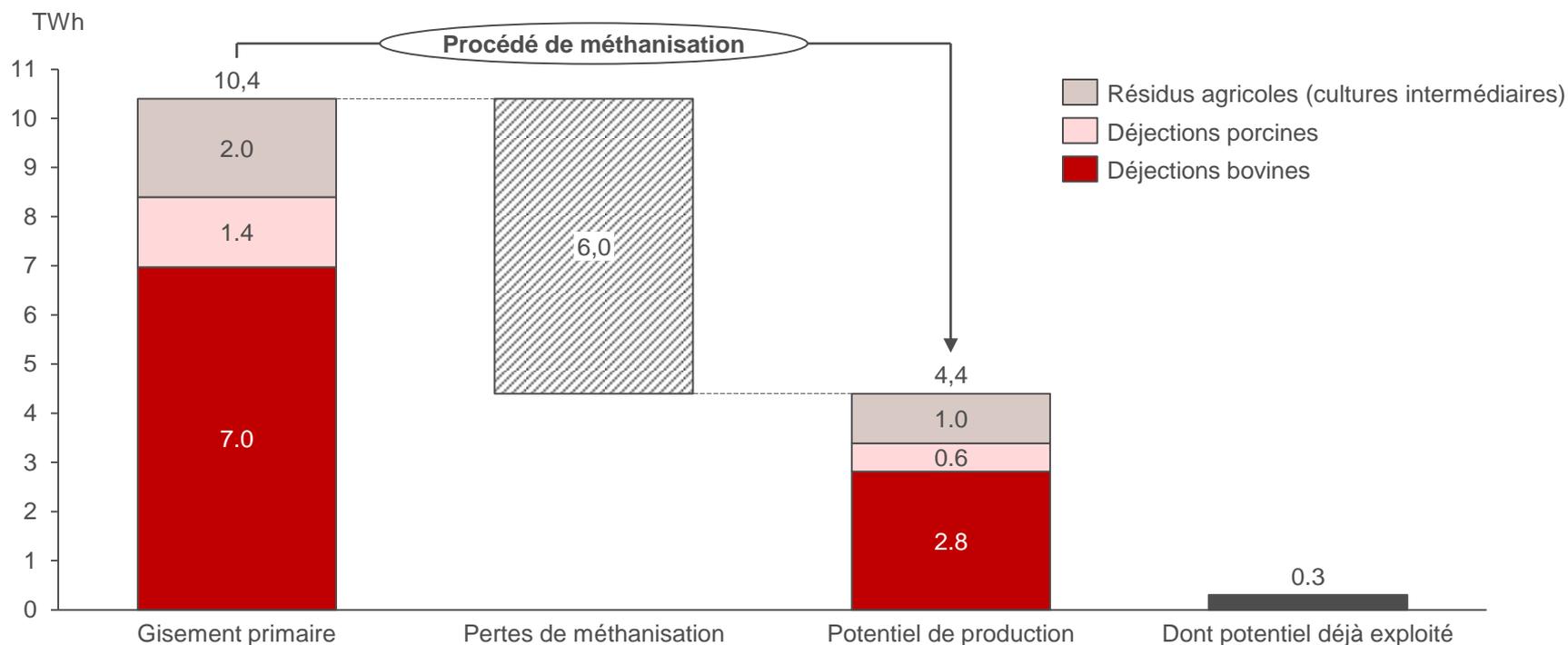
# Organisation de la présentation

---

- 1 | Résumé
- 2 | **Estimation des potentiels**
- 3 | Analyse technico-économique
- 4 | Impact économique

## 4,4 TWh<sup>1)</sup> de biogaz agricole pourraient être produits en Suisse selon l'OFEN, principalement à partir de déjections bovines<sup>2)</sup>

ESTIMATION DU GISEMENT PRIMAIRE ET DU POTENTIEL DE PRODUCTION DE BIOGAZ AGRICOLE (TWh)

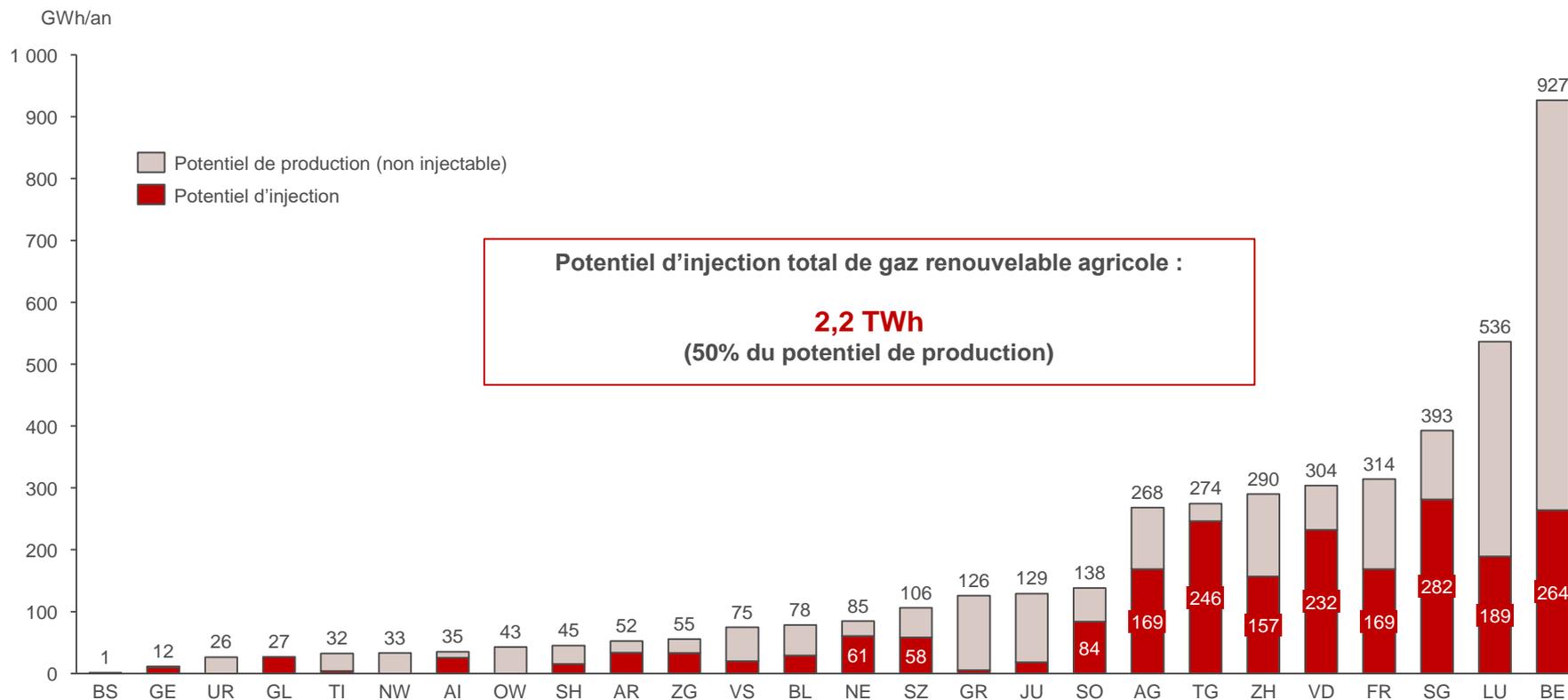


1) Estimation à partir du tonnage sec produit par an et du PCI des sous-produits agricoles

2) Aucun potentiel n'est estimé à partir d'éventuelles cultures énergétiques, proscrites par la Confédération

# 50% du potentiel de production de biogaz agricole se situe dans des communes suffisamment proches du réseau pour être injecté, soit un potentiel d'injection de gaz agricole de 2,2 TWh

## ESTIMATION DU POTENTIEL D'INJECTION PAR CANTON (GWh)



1) Le gaz renouvelable est considéré comme injectable lorsqu'il est produit dans une commune raccordée au réseau de gaz ou située à une distance inférieure à 5 km d'une commune raccordée du même canton.

# À cause de nombreuses contraintes techniques et réglementaires seule la moitié du gaz renouvelable produit à partir de biomasse agricole peut être injectée dans le réseau

## CONTRAINTES DE PRODUCTION ET D'INJECTION DE GAZ RENOUVELABLE AGRICOLE

### 4 Raccordement au réseau de gaz

- Seules ~1'000 sur les ~2'200 communes suisses sont raccordées au réseau de gaz.
- La possibilité de raccordement au réseau dépend de la distance au réseau, mais aussi de la topologie locale, de la densité urbaine, etc.

### Taille des exploitations 1

- Potentiel de production éclaté parmi des exploitations agricoles de taille très petite comparée à la capacité standard d'un méthaniseur
- La réalisation du potentiel de production impliquerait une mutualisation des intrants entre plusieurs exploitations et leur transport par la route

**Contraintes limitant la réalisation des potentiels de méthanisation**

### 3 Acceptabilité sociale

- Les méthaniseurs génèrent plusieurs externalités négatives pour les citoyens : odeurs, trafic routier, etc.
- L'implantation d'un méthaniseur sera confronté à l'acceptation des habitants et risque d'être désoptimisée

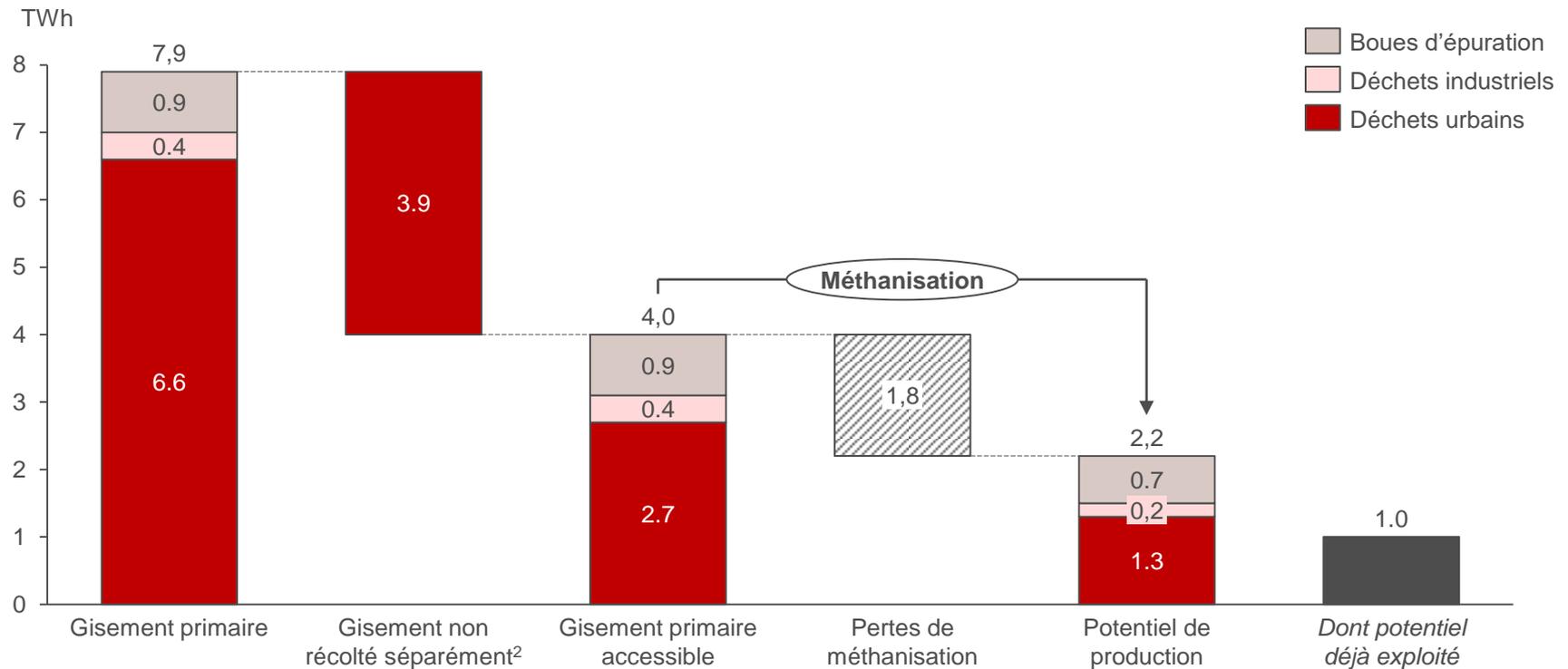
### Contraintes réglementaires (OAT) 2

- Les substrats utilisés doivent provenir à raison de la moitié au moins de leur masse de l'exploitation elle-même ou d'entreprises agricoles distances, en règle générale, de 15 km au maximum par la route.
- Cette partie doit représenter 10 % au moins de la valeur énergétique de tous les substrats utilisés. Les sources des autres substrats de la biomasse doivent être situées, en règle générale, à une distance de 50 km au maximum par la route.

1) Dans cette étude, la distance limite a été fixée à 5 km

## 3,9 TWh correspondant aux déchets urbains non collectés séparément et incinérés avec les ordures ménagères sont inaccessibles et 1,8 TWh sont perdus lors de la méthanisation

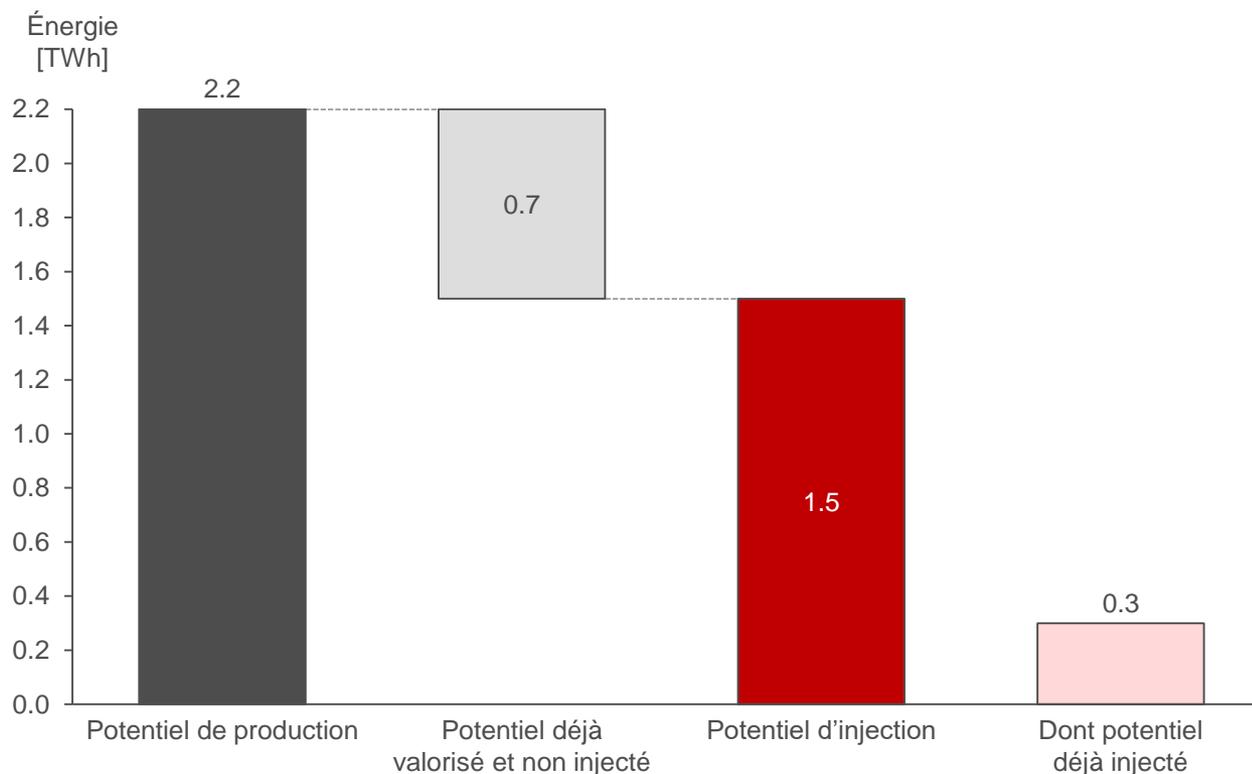
POTENTIEL DE PRODUCTION DE GAZ RENOUVELABLE À PARTIR DE DÉCHETS RENOUVELABLES<sup>1)</sup> (TWh)



- 1) Estimations à partir des données de tonnage sec (Millions de Tonnes Sèches) de déchets produits et récoltés, et des valeurs de PCI par type de déchet
- 2) Gisement valorisé en chaleur par incinération

**En 2016, 0,7 TWh de gaz renouvelable issu de déchets étaient déjà valorisés sur le site de production sans être injectés – le potentiel d’injection pour 2030 est par conséquent estimé à 1,5 TWh**

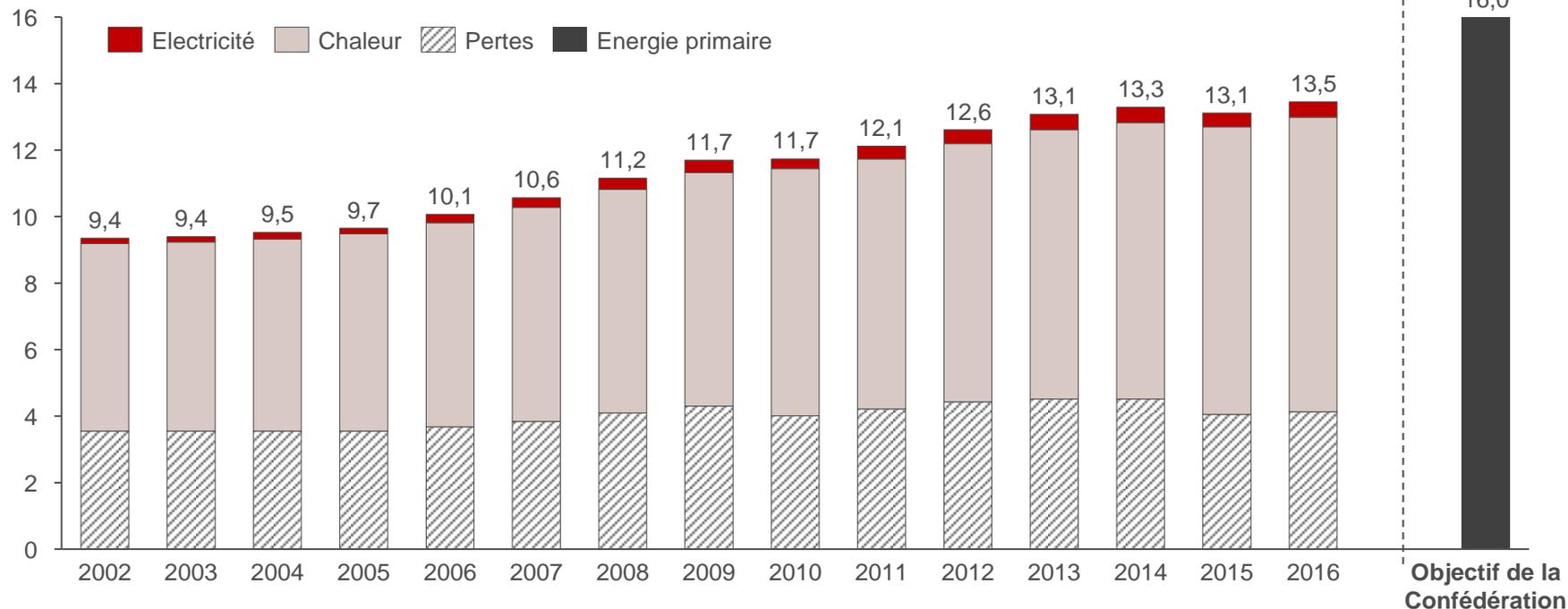
*POTENTIEL D’INJECTION DE GAZ RENOUVELABLE (TWh)*



# L'OFEV estime que 16 TWh de bois-énergie pourraient être exploités de manière durable en Suisse, contre 13,5 TWh effectivement valorisés en 2016

## HISTORIQUE ET OBJECTIF D'EXPLOITATION ÉNERGÉTIQUE DE LA RESSOURCE BOIS (TWh)

Energie primaire  
(TWh)



# La technologie de pyrogazéification apparaît trop émergente d'ici 2030 pour être une alternative pertinente face aux filières de combustion conventionnelle ou de couplage chaleur-force



Bois-énergie

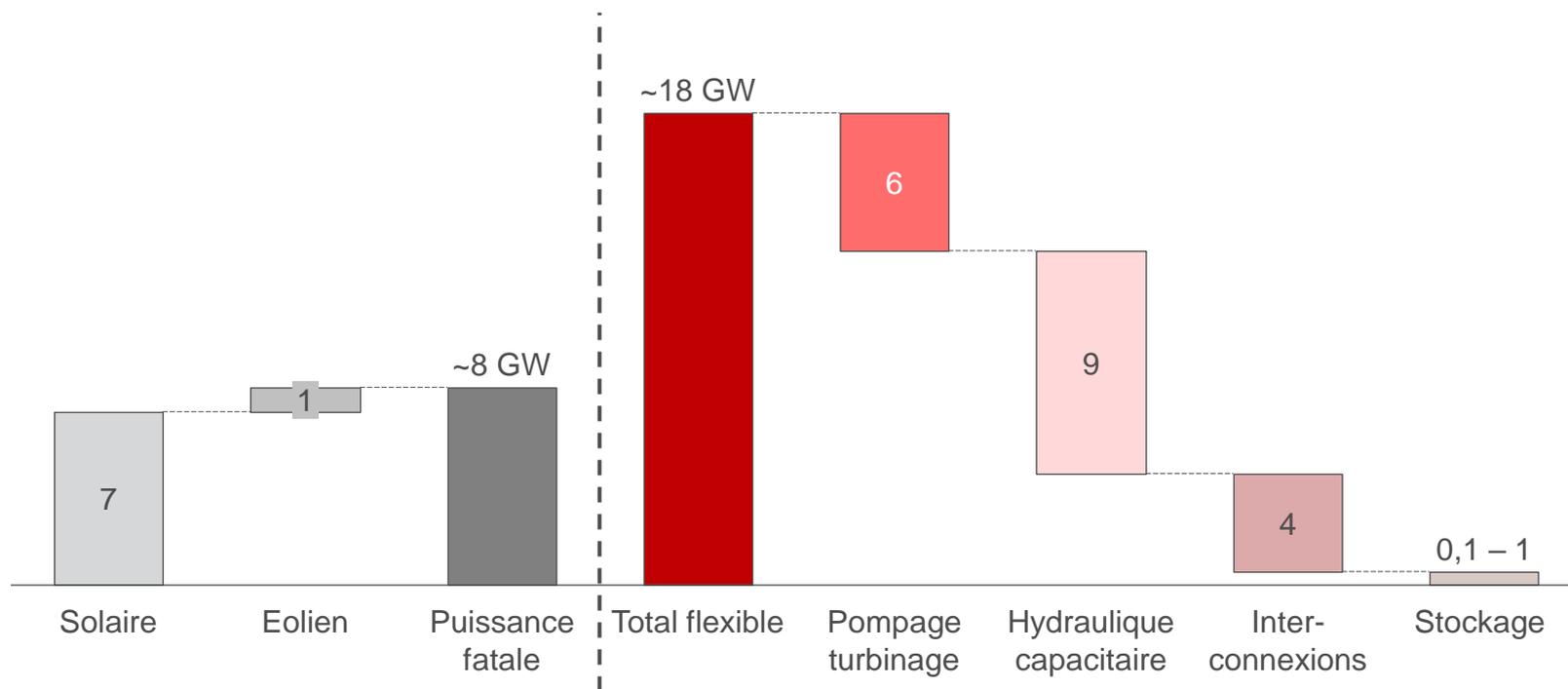
	Filières de valorisation conventionnelles du bois	Valorisation par pyrogazéification
<b>Rendement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une chaudière à bois produit de la chaleur avec un rendement de 85 à 90%<sub>PCI</sub>.</li> <li>Une installation CCF bois produit de la chaleur et de l'électricité avec un rendement global de 65 à 75%<sub>PCI</sub>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le processus de pyrogazéification affiche un rendement de moins de 60%<sub>PCI</sub> et ce avant transformation du gaz en chaleur</li> </ul>
<b>Coût</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le fonctionnement d'une chaudière à bois coûte entre 10 et 30 ct/kWh (th)</li> <li>Le fonctionnement d'une installation CCF bois coûte entre 15 et 30 ct/kWh (el)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le processus de pyrogazéification coûte entre 10 et 22 ct/kWh, auxquels doivent s'ajouter les frais de production de chaleur à partir de gaz (chaudière gaz : 90 – 95%<sub>PCI</sub>)</li> </ul>
<b>Maturité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie mature (nombreux constructeurs, plateau de progression atteint)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie émergente avec une seule installation de taille industrielle, fermée pour des raisons financières début 2018</li> </ul>

**«La Confédération souhaite que le bois-énergie soit utilisé en priorité pour la production de chaleur efficace et propre ainsi que pour la production de chaleur et de courant à rendement global/taux d'utilisation annuel élevé.»**

OFEN / OFEV / SECO, « Politique de la ressource bois : stratégie, objectifs et plan d'action bois », 2017 [21]

# La Suisse possède une capacité flexible de 18 GW, ce qui devrait permettre d'assurer l'équilibre du réseau sans avoir recours au Power-to-Gas

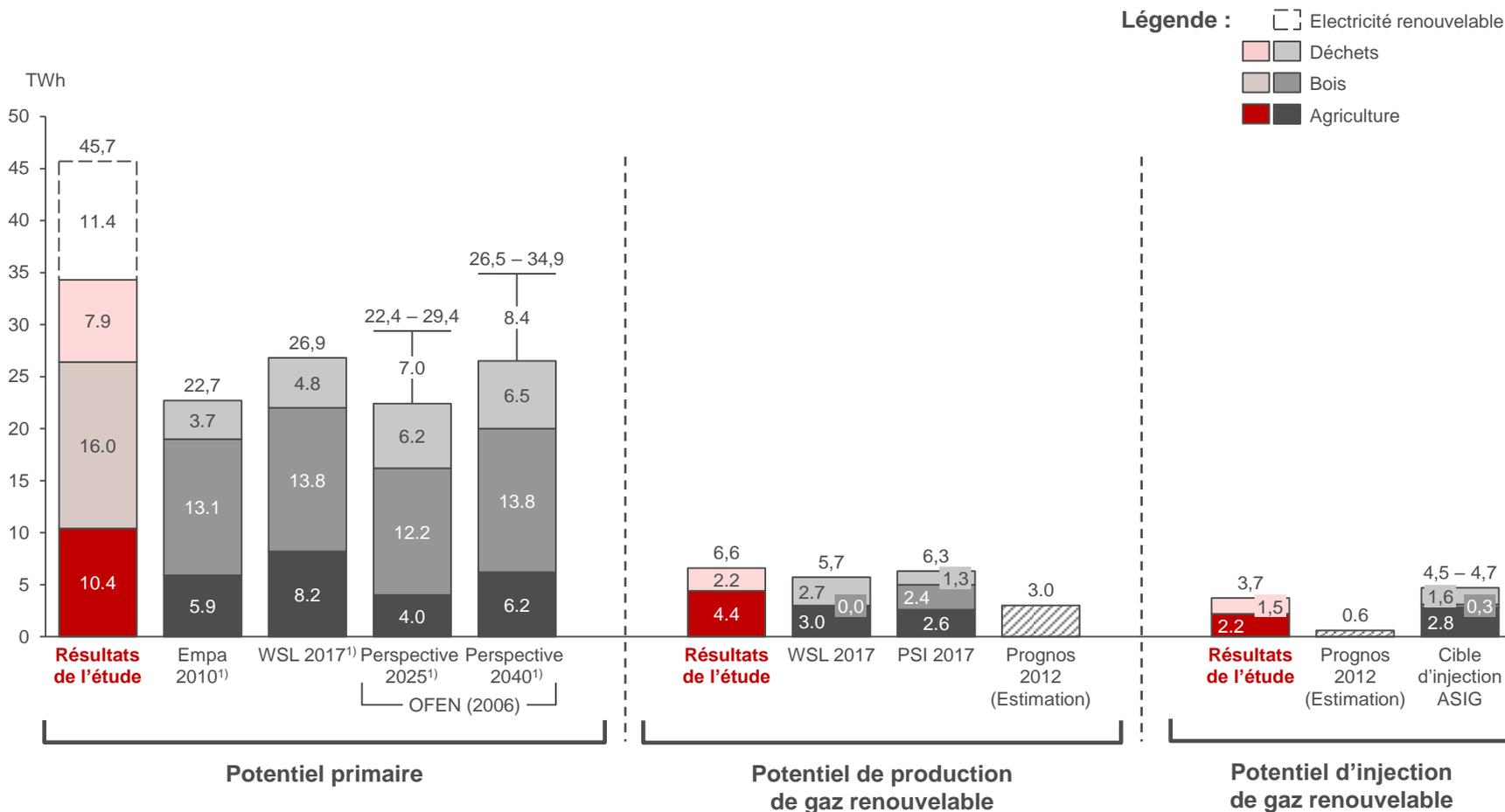
## CAPACITÉS NON-FLEXIBLES/INTERMITTENTES FACE AUX CAPACITÉS FLEXIBLES EN SUISSE (GW)



- Le Power-to-Gas est pertinent pour absorber les excédents de production d'installations intermittentes dans un système électrique contraint et peu flexible.
- Le système électrique suisse dispose et continuera de disposer à horizon 2030 d'une capacité flexible suffisante pour que le recours au Power-to-Gas ne soit pas nécessaire
- Une analyse approfondie devrait être menée pour évaluer la nécessité du Power-to-Gas à un horizon plus lointain.

# Les résultats de l'étude peuvent être comparés à plusieurs documents de référence

## COMPARAISON DES ANALYSES



1) Gisement exploitable issu de l'électricité renouvelable exclu de l'estimation

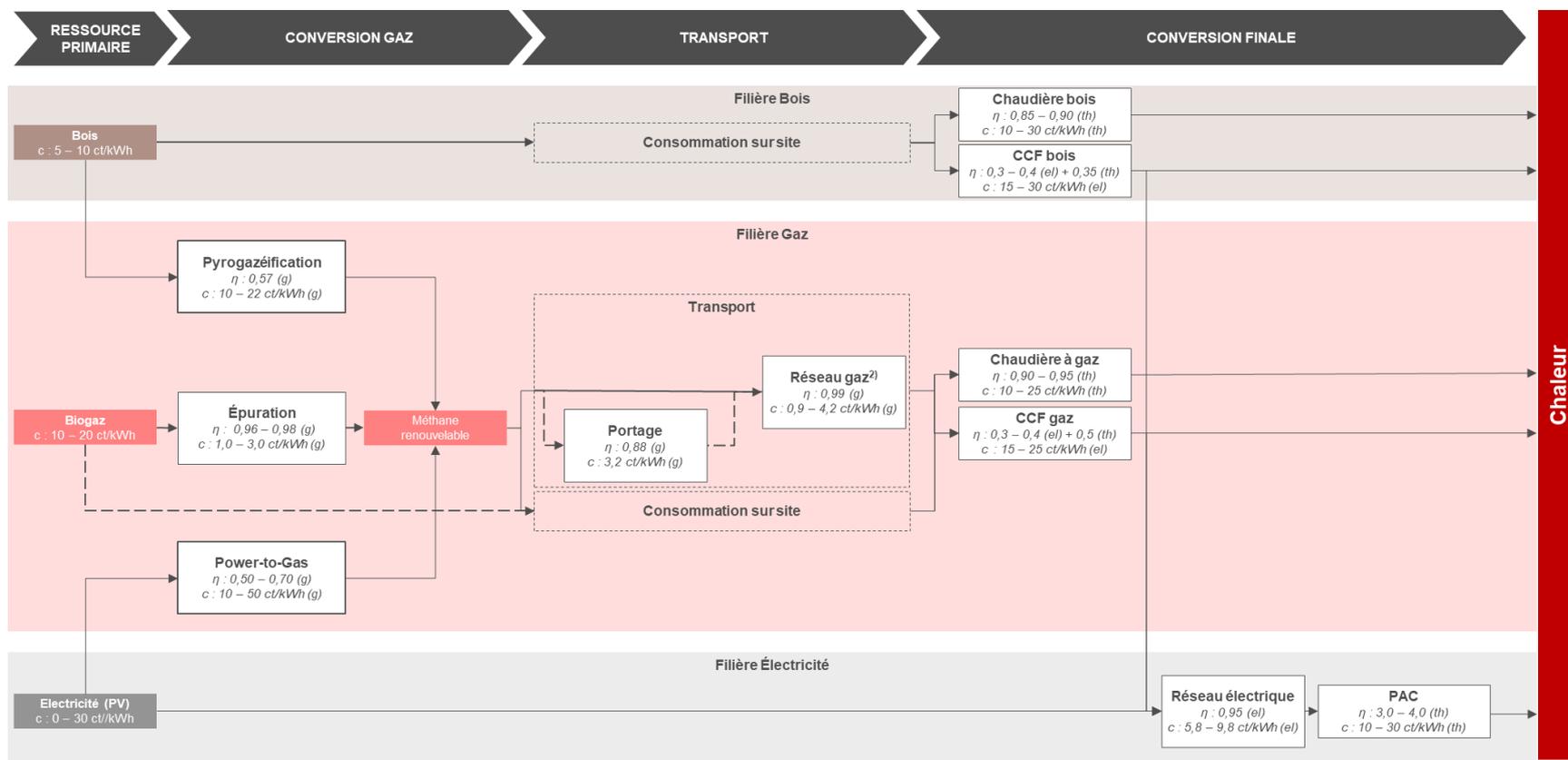
# Organisation de la présentation

---

- 1 | Résumé
- 2 | Estimation des potentiels
- 3 | Analyse technico-économique**
- 4 | Impact économique

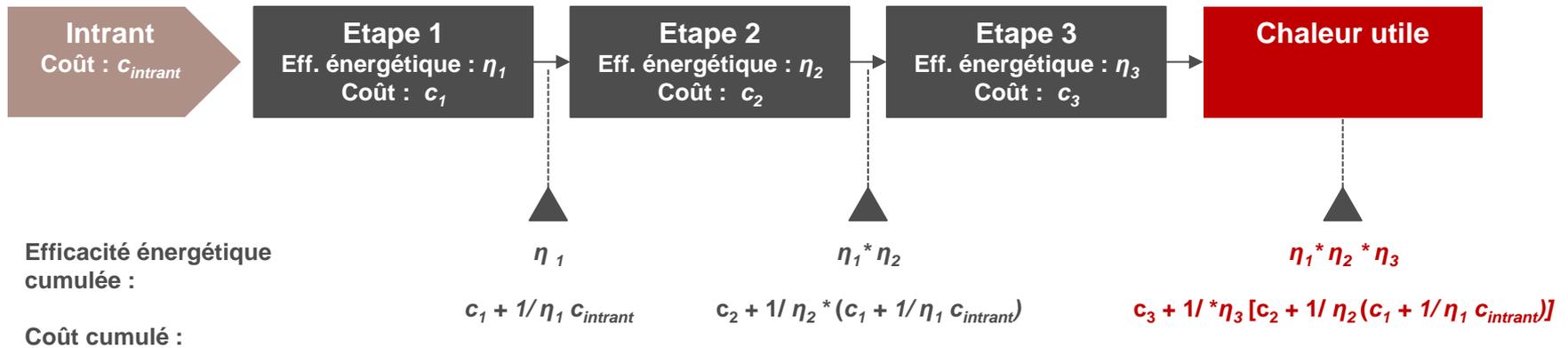
# Plusieurs options de valorisation des trois ressources (biogaz, bois, électricité renouvelable) ont été considérées à partir de briques élémentaires de transformation

## RECENSEMENT DES FILIÈRES DE VALORISATION DES GISEMENTS PRIMAIRES ET DESCRIPTION DES HYPOTHÈSES TECHNICO-ÉCONOMIQUES

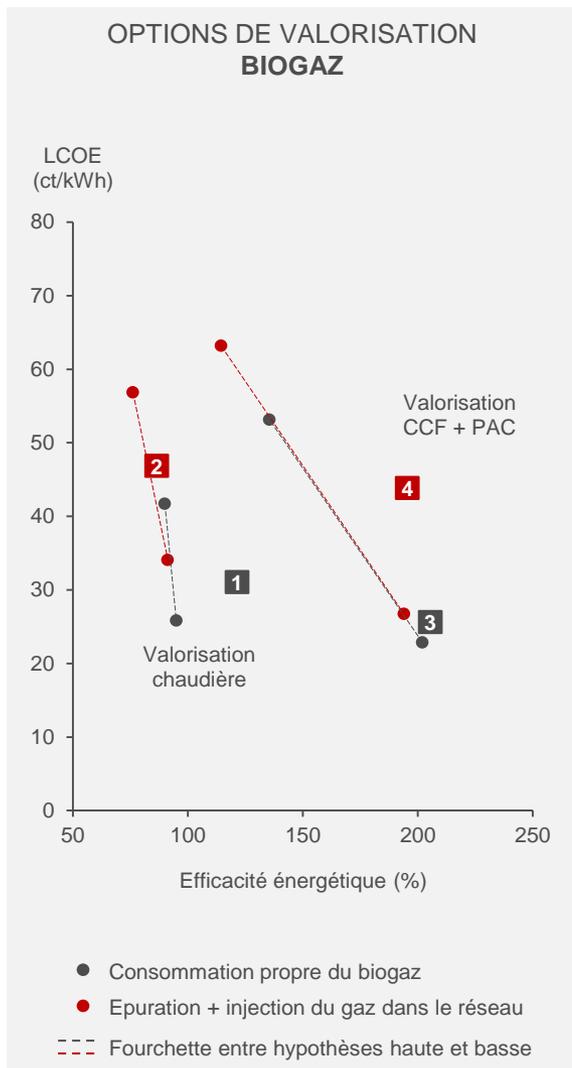


# Le calcul du coût de la chaleur produite et de l'efficacité énergétique de l'option de valorisation s'appuient sur une approche par briques élémentaires de transformation successives

METHODOLOGIE DE CALCUL DES COÛTS COMPLETS ET DES EFFICACITES ENERGETIQUES



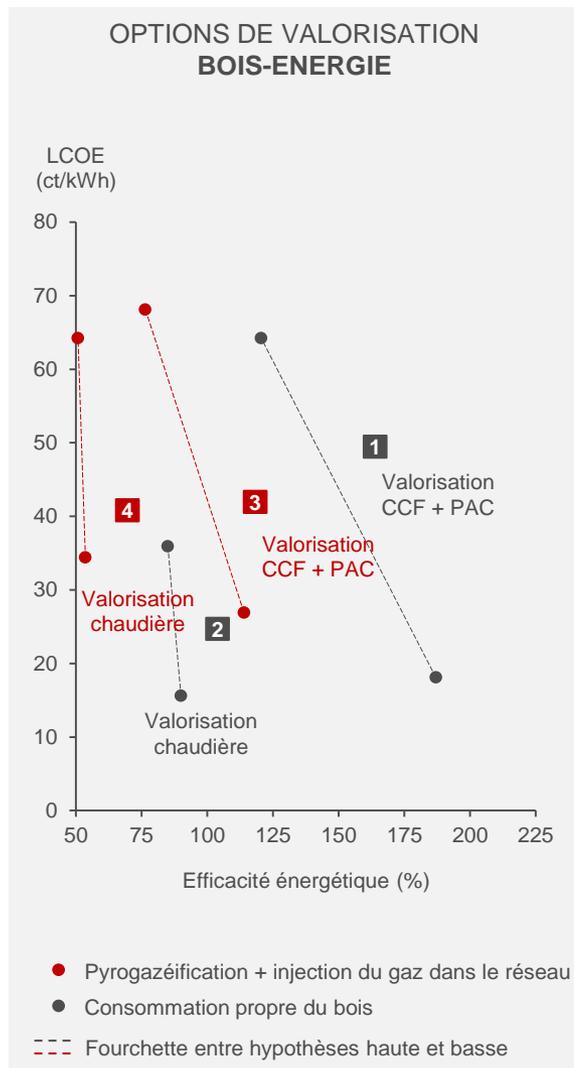
# Comparaison technico-économique des filières de valorisation thermique du biogaz



	Biogaz	Epuration	Portage gaz	Acheminement réseau gaz	Combustion en chaudière à chaleur	Combustion en CCF gaz + pompe
<b>1</b> hypothèse basse	●				●	
hypothèse haute	●				●	
<b>2</b> hypothèse basse	●	●		●	●	
hypothèse haute	●	●	●	●	●	
<b>3</b> hypothèse basse	●					●
hypothèse haute	●					●
<b>4</b> hypothèse basse	●	●	●	●		●
hypothèse haute	●	●	●	●		●
<b>Coût<sup>1)</sup> ct/kWh</b>	15,0	3,0	3,2	4,2	10,0	15,4
hypothèse basse					25,0	42,0
hypothèse haute						
<b>Eff. Energ. PCI</b>		0,97	0,88	0,99	0,95	2,02
hypothèse basse					0,90	1,36
hypothèse haute						

1) Coût de transformation hors coût de l'intrant (excepté pour biogaz)

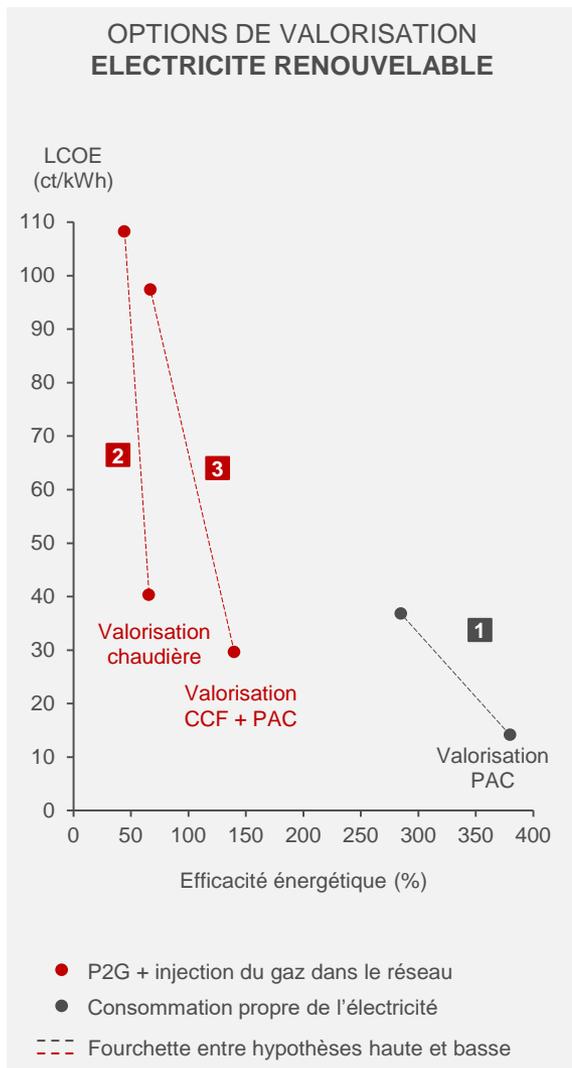
# Comparaison technico-économique des filières de valorisation thermique du bois-énergie



	Bois	Combustion en chaudière bois à chaleur	Combustion en CCF bois + pompe Pyrogazéification	Portage gaz	Acheminement réseau gaz	Combustion en chaudière gaz à chaleur	Combustion en CCF gaz + pompe
<b>1</b> hypothèse basse	●		●				
hypothèse haute	●		●				
<b>2</b> hypothèse basse	●	●					
hypothèse haute	●	●					
<b>3</b> hypothèse basse	●		●	●	●		●
hypothèse haute	●		●	●	●		●
<b>4</b> hypothèse basse	●		●	●	●	●	●
hypothèse haute	●		●	●	●	●	●
<b>Coût<sup>1)</sup> ct/kWh</b>	5,0	10,0 / 30,0	15,4 / 43,8	10,0 / 22,0	3,2 / 4,2	10,0 / 25,0	15,4 / 42,0
<b>Eff. Energ. PCI</b>		0,90 / 0,85	1,87 / 1,21	0,57 / 0,88	0,99	0,95 / 0,90	2,02 / 1,36

1) Coût de transformation hors coût de l'intrant (excepté pour bois)

# Comparaison technico-économique des filières de valorisation thermique de l'électricité renouvelable



	Electricité	Utilisation en pompe à chaleur	Power-to-Gas <sup>2)</sup>	Portage gaz	Acheminement réseau gaz	Combustion en chaudière à chaleur	Combustion en CCF gaz + pompe
<b>1</b> hypothèse basse	●	●					
hypothèse haute	●	●					
<b>2</b> hypothèse basse	●		●	●	●	●	●
hypothèse haute	●		●	●	●	●	●
<b>3</b> hypothèse basse	●		●	●	●		●
hypothèse haute	●		●	●	●		●
<b>Coût<sup>1)</sup> ct/kWh</b>	10,0	4,0	10,0	3,2	4,2	10,0	13,7
hypothèse basse			50,0			25,00	38,3
hypothèse haute							
<b>Eff.Energ. PCI</b>		4,00	0,70	0,88	0,99	0,95	2,10
hypothèse basse		3,00	0,50			0,90	1,40
hypothèse haute							

1) Coût de transformation hors coût de l'intrant (excepté pour électricité)

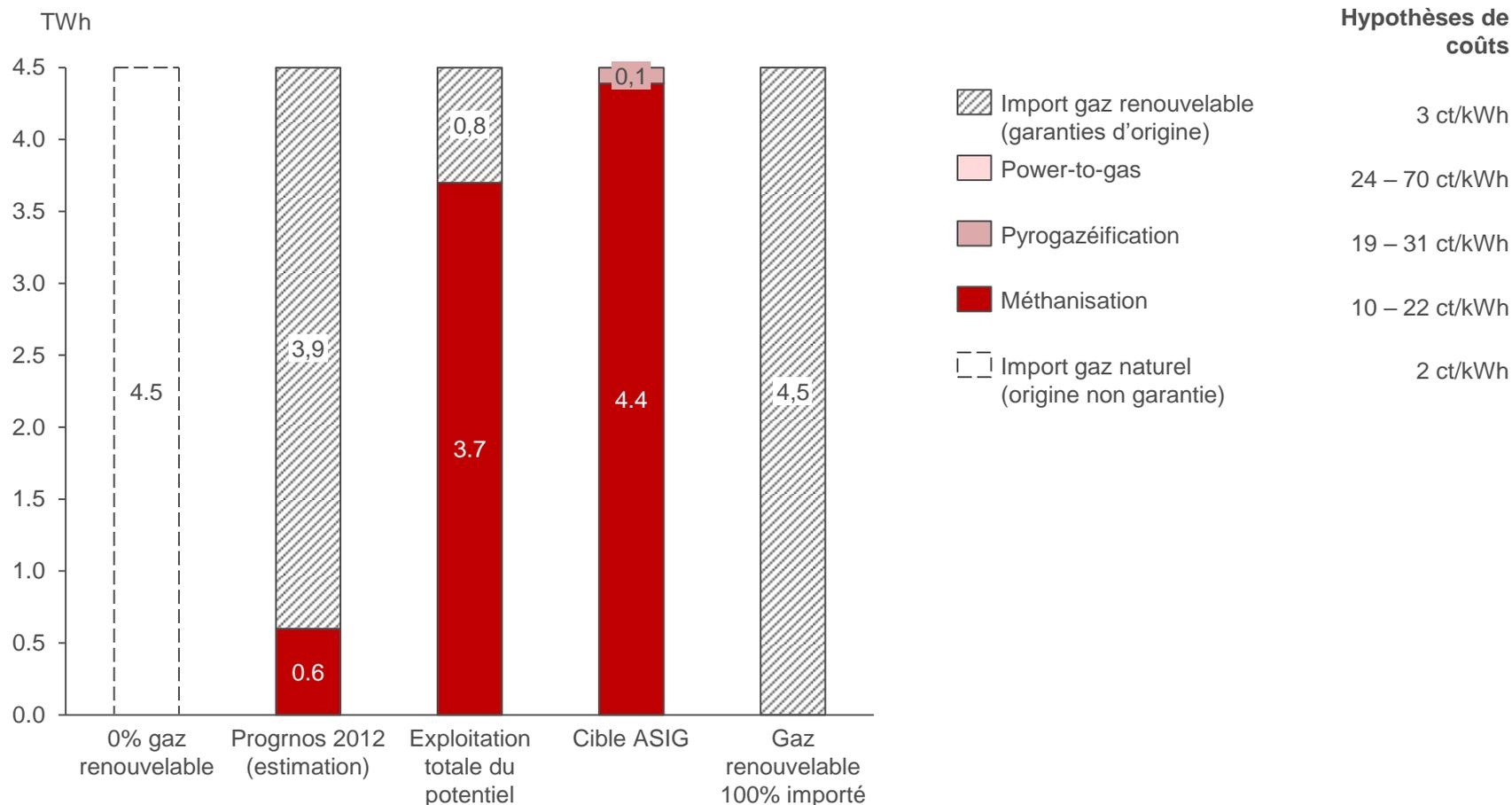
# Organisation de la présentation

---

- 1 | Résumé
- 2 | Estimation des potentiels
- 3 | Analyse technico-économique
- 4 | Impact économique**

# Quatre mix d'injection de 4,5 TWh de gaz renouvelable sont construits à partir des différentes visions envisageables, et sont comparés à un mix 0% gaz renouvelable (référence)

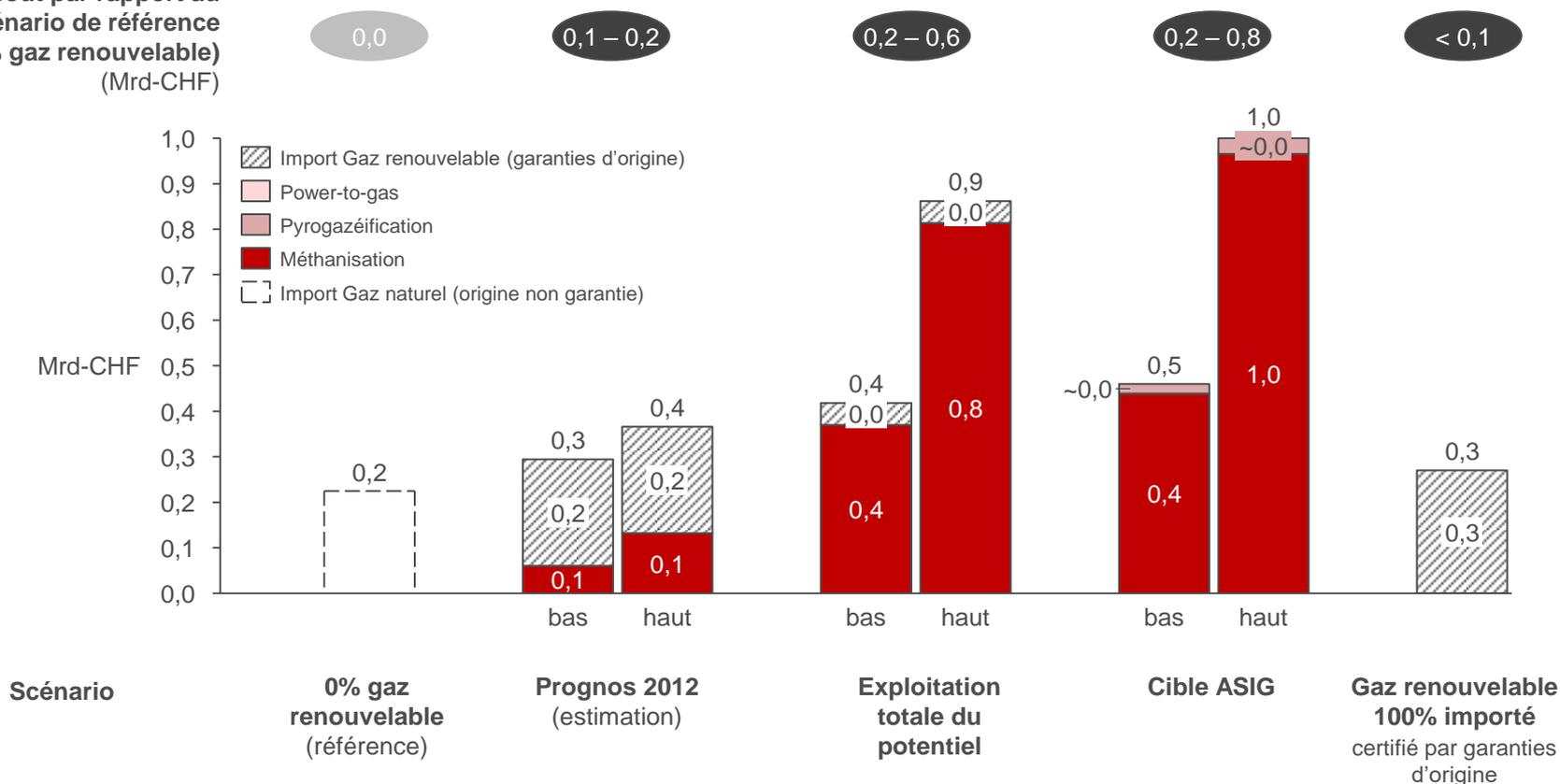
ORIGINE DU GAZ VALORISÉ EN CHALEUR SELON LE SCÉNARIO CONSIDÉRÉ (TWh)



# Avec une hypothèse de prix du gaz naturel à 5 ct/kWh (contre ~2 ct/kWh aujourd'hui), le surcoût lié à l'injection de gaz renouvelable diminue légèrement, sans pour autant devenir compétitif

**SURCÔT LIÉ A L'INJECTION DE 4,5 TWH DE GAZ RENOUVELABLE DANS LE RESEAU SUISSE – hypothèse gaz naturel à 5 ct/kWh (Mrd-CHF, 2030)**

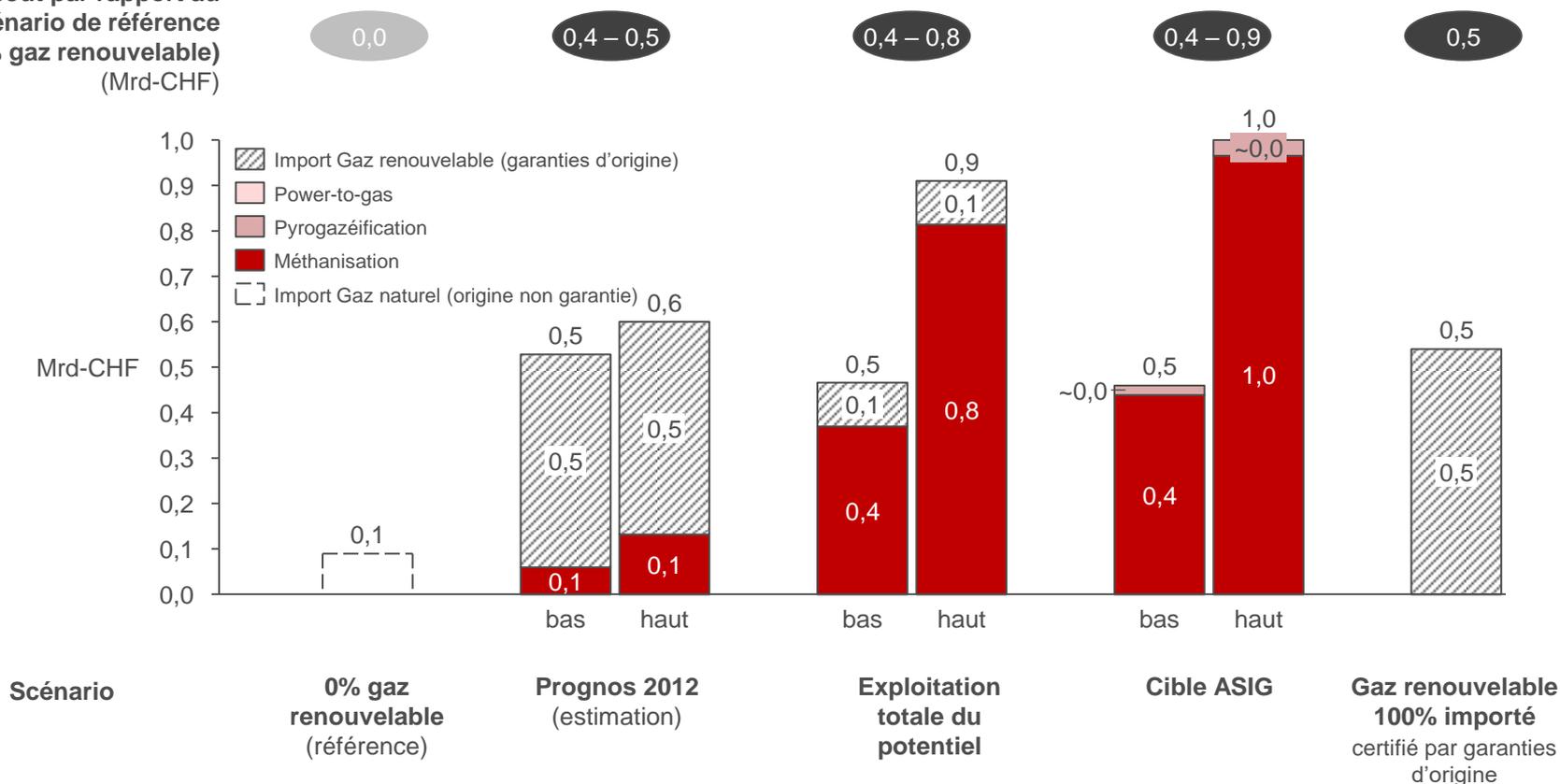
Surcoût par rapport au scénario de référence (0% gaz renouvelable) (Mrd-CHF)



# Dans le cas où la garantie d'origine coûte 10 au lieu de 1 ct/kWh, les mix privilégiant la méthanisation et ceux privilégiant l'import de garanties d'origine deviennent comparables

**SURCÔT LIE A L'INJECTION DE 4,5 TWh DE GAZ RENEUVELABLE DANS LE RESEAU SUISSE – hypothèse garanties d'origine à 10 ct/kWh (Mrd-CHF, 2030)**

Surcoût par rapport au scénario de référence (0% gaz renouvelable) (Mrd-CHF)



# Bibliographie

## *BIBLIOGRAPHIE (même référencement que dans le rapport)*

- [1] OFEN, « Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz », 2004
- [2] Empa, « Bioenergy in Switzerland: Assessing the domestic sustainable biomass potential », 2010
- [5] OFEN, « Statistique suisse des énergies renouvelables 2016 », 2017
- [9] OFEN, « Évolution des marchés des énergies fossiles 3 / 2017 », 2017
- [10] Conseil fédéral, « Message relatif au premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 », 2013
- [11] OFEN (Prognos), « Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 », 2012
- [13] ASIG, « Papier de positions gaz naturel : Le gaz, incontournable pour notre avenir énergétique », date
- [14] ASIG (6<sup>ème</sup> forum bioénergie), « So wird die Schweizer Gasversorgung erneuerbar », 2018
- [15] ADEME, « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? Étude de faisabilité technico-économique », 2018
- [16] OFEN, « Mini Biogaz : Développement de petites unités de biogaz en agriculture », 2014
- [17] OFS, « 872-1800 Agriculture et alimentation », 2017
- [18] OFEV / OFAG, « Installations de méthanisation dans l'agriculture », 2016
- [23] OFEN / OFEV / SECO, « Politique de la ressource bois: stratégie, objectifs et plan d'action bois », 2017
- [24] OFEV, « Annuaire La forêt et le bois 2017 », 2017
- [25] OFEV, « Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz », 2016
- [26] OFEV, « Déchets 2016: quantités produites et recyclées », 2016
- [27] OFEV, « Installations de compostage et de méthanisation : recensement en Suisse et au Lichtenstein », 2016
- [28] OFEV, « Élimination des boues d'épuration en Suisse : recensement 2012 », 2013
- [29] OFEV, « Gesamtschweizerische Erhebung über biogene Abfälle aus kommunalen Quellen: Umfrage bei Gemeinden », 2017
- [31] Office des eaux et des déchets du canton de Berne, « Recyclage du phosphore dans le canton de Berne », 2015
- [32] SuisseEnergie, « Le biogaz de STEP, une énergie de grande classe », 2006
- [33] SdE Fribourg, « Plan sectoriel de l'énergie », 2017
- [34] ScanE Genève, « Plan directeur cantonal de l'énergie 2005 – 2009 », 2005
- [35] SIG, « Assainissement des eaux usées », 2016
- [36] Agridea « Production et Consommation d'énergie en agriculture », 2016
- [37] Conseil d'Etat de Neuchâtel, « Conception directrice de l'énergie », 2016
- [38] Etat de Vaud, « Plan cantonal de gestion des déchets 2004 – révision 2010 », 2010
- [39] Canton de Vaud, « Etat des lieux et perspectives énergétiques des STEP vaudoises », 2018
- [40] Service de l'énergie et des forces hydrauliques du canton du Valais, « Efficacité et approvisionnement en énergie – stratégie sectorielle gaz », 2017
- [42] ATEE (Club Biogaz), « L'emploi dans la filière biogaz française de 2005 à 2020 », 2014
- [45] SVT NYHETER, « Investerade nästan två miljarder i Gobigas – nu läggs projektet ner », 3 avril 2018
- [52] ASIG, « Verzeichnis der mit Erdgas versorgten Gemeinden in der Schweiz », 2011