

Un mix de gaz 100% renouvelable en France en 2050 ?

Etude de faisabilité technico-économique

1ère Assises nationales de la pyrogazéification

27/09/2018

Simon Métivier - **Solagro**

- **Contexte**

- Renforcement des objectifs climatiques (LTE, COP21...)
- Transition vers les ENR : Intérêt environnemental + économique (la France importe ses énergies fossiles)
- Etude Mix électrique 100% ENR (ADEME 2015)

- **Objectifs**

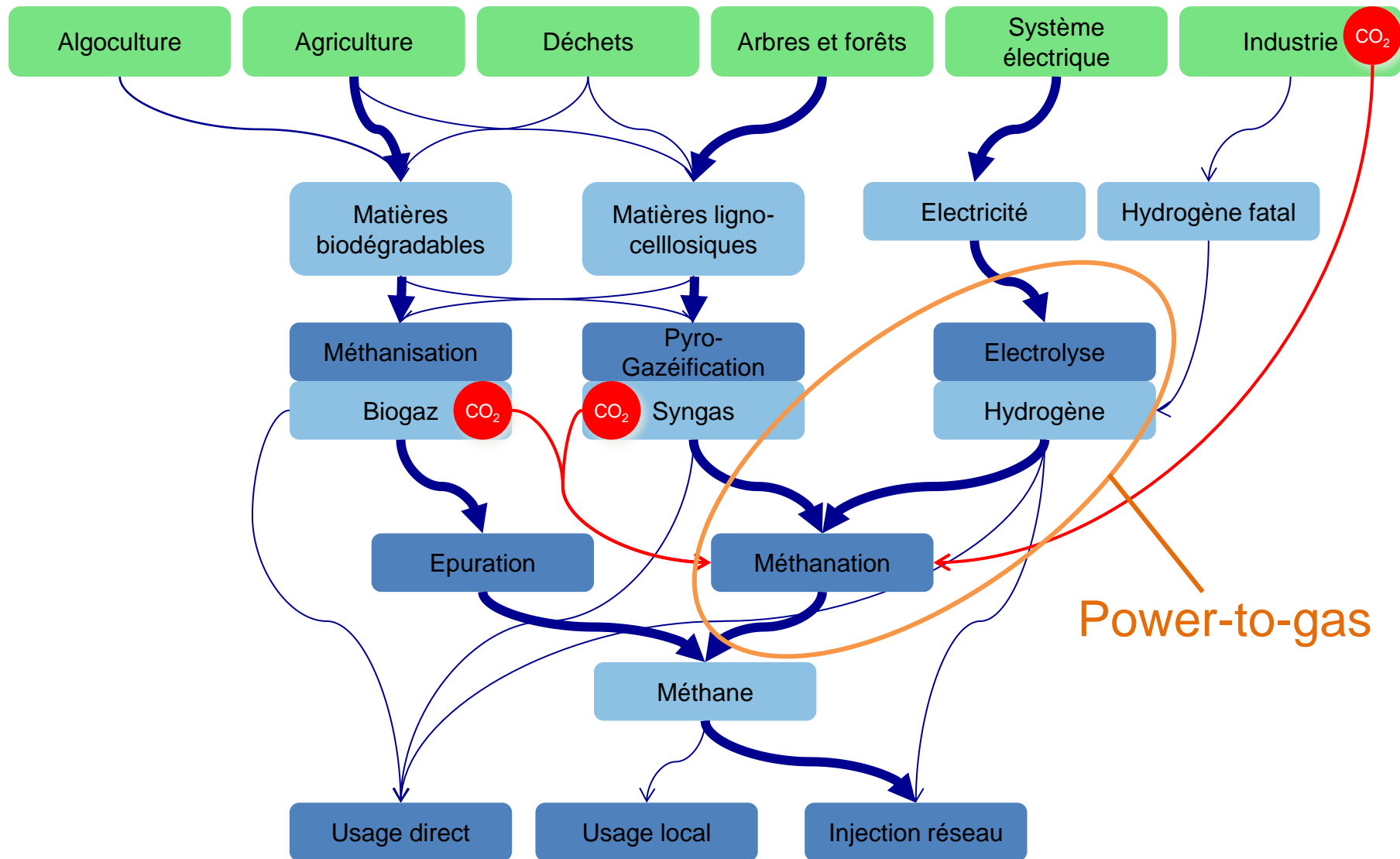
Analyser les conditions de faisabilité technico-économiques d'un système gazier français basé à 100% sur les énergies renouvelables

- Avec quels types de gaz est-ce possible?
- Quelles évolutions du réseau sont nécessaires?
- Quel est l'impact sur le coût moyen du gaz délivré?
- Premières observations sur les conditions de réalisation de ce système

- **Périmètre**

- France métropolitaine – Pas d'imports de ressources
- Focalisé sur gaz de réseau (n'explore pas les usages hors réseau, ou via des réseaux tierces : ex H2)
- Pas d'optimisation du système énergétique globale / Pas de trajectoire

Les gaz renouvelables et de récupération



Demande

Cadre prospectif
scenario ADEME
2035-2050
(Actualisation 2017)



Mobilisation des
ressources pour usages
hors gaz

Demande gaz

Equilibre offre /demande
annuel

Ressource mobilisée +
coûts de production

Evaluation des couts du
réseau + stockage

Demande +
géo + chrono
localisée

Offre



Description du potentiel
de ressource par intrant

- Répartition géographique
- Coûts d'approvisionnement

Description des filières
de production de gaz

- Performances technico-économiques
- Coûts de transformation

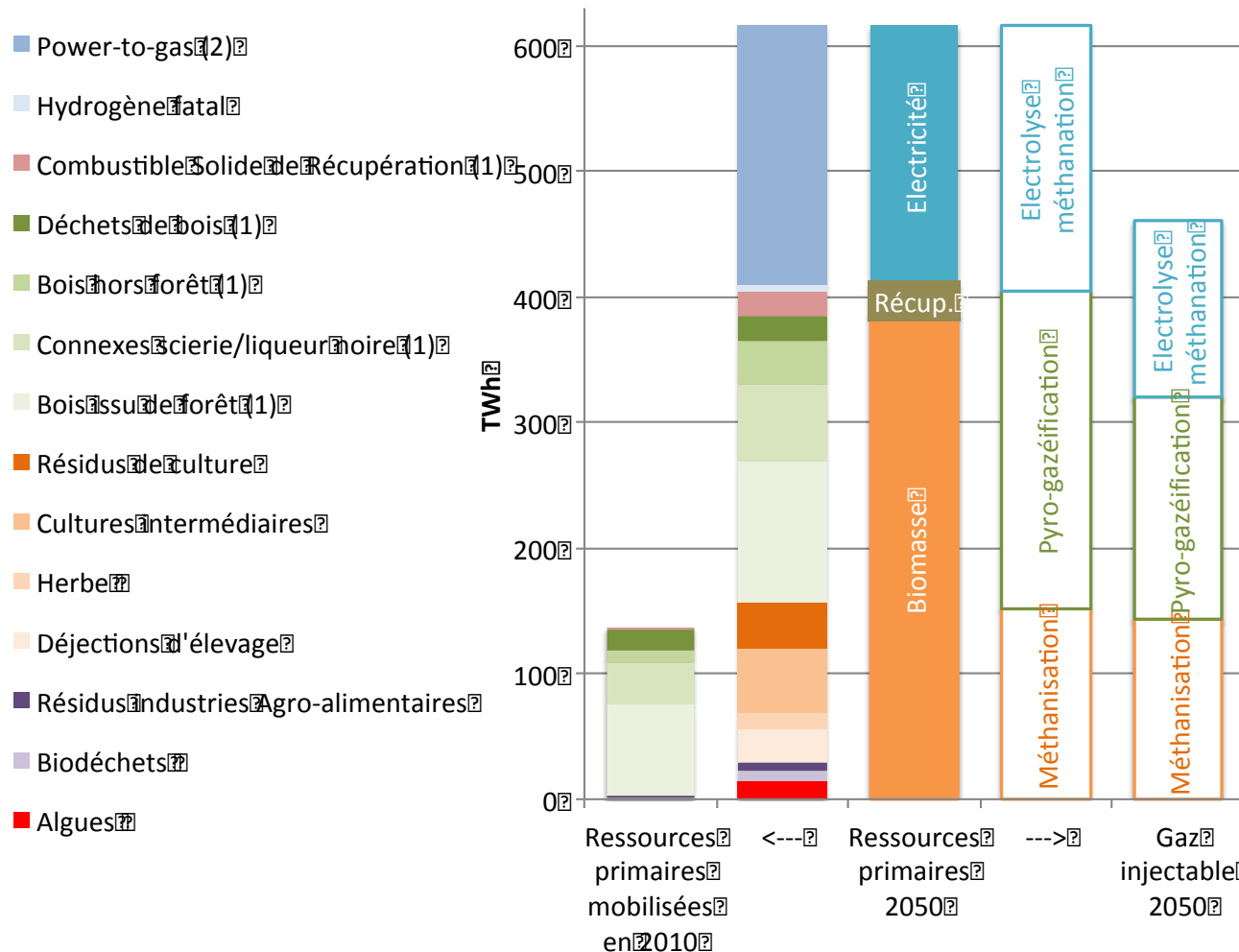


Coût total du système gazier

Equilibrage offre-demande

Potentiels de gaz renouvelables – 460 TWh_{PCS}

Energie en PCS, sauf (1) en PCI et (2) électricité



Ressources 620 TWh :

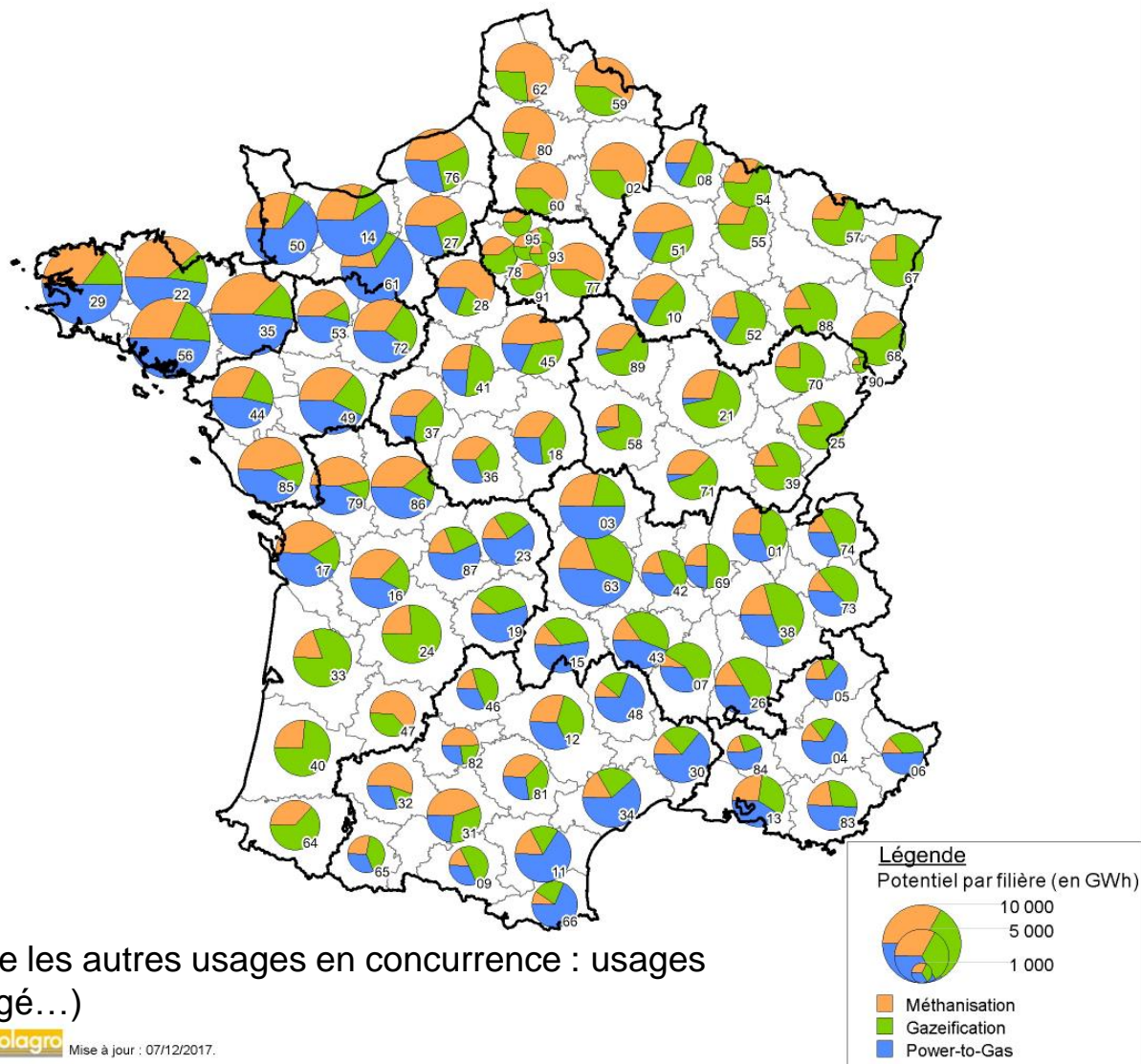
- Agricole : 130 TWh_{PCS}
- Bois énergie : 230 TWh_{PCI}
- Biodéchet+IAA : 15 TWh_{PCS}
- Algues : 14 TWh_{PCS}
- CSR : 20 TWh_{PCI}
- H2 fatal : 0,3 TWh_{PCS}
- Power-to-gas : 210 TWh_e

Potentiel injectable 460 TWh_{PCS}

- 140 TWh_{PCS} par méthanisation
- 180 TWh_{PCS} par pyro-gazéification
- 140 TWh_{PCS} par power-to-gas

Ne prend pas en compte l'utilisation des mêmes ressources pour d'autres usages que le gaz injectable

Répartition géographique du potentiel gaz injectable



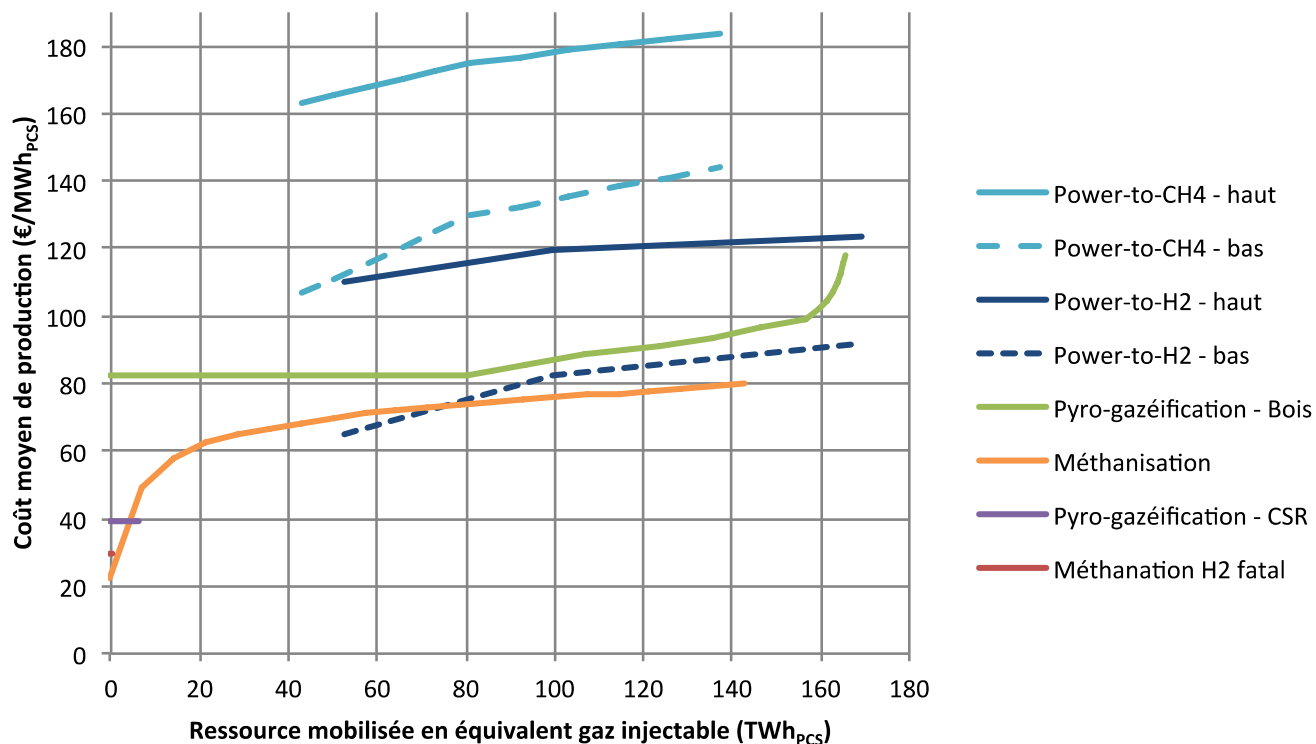
Sans prendre en compte les autres usages en concurrence : usages directs (combustion, cogé...)

Solagro

Mise à jour : 07/12/2017.

Coûts de production des gaz renouvelables

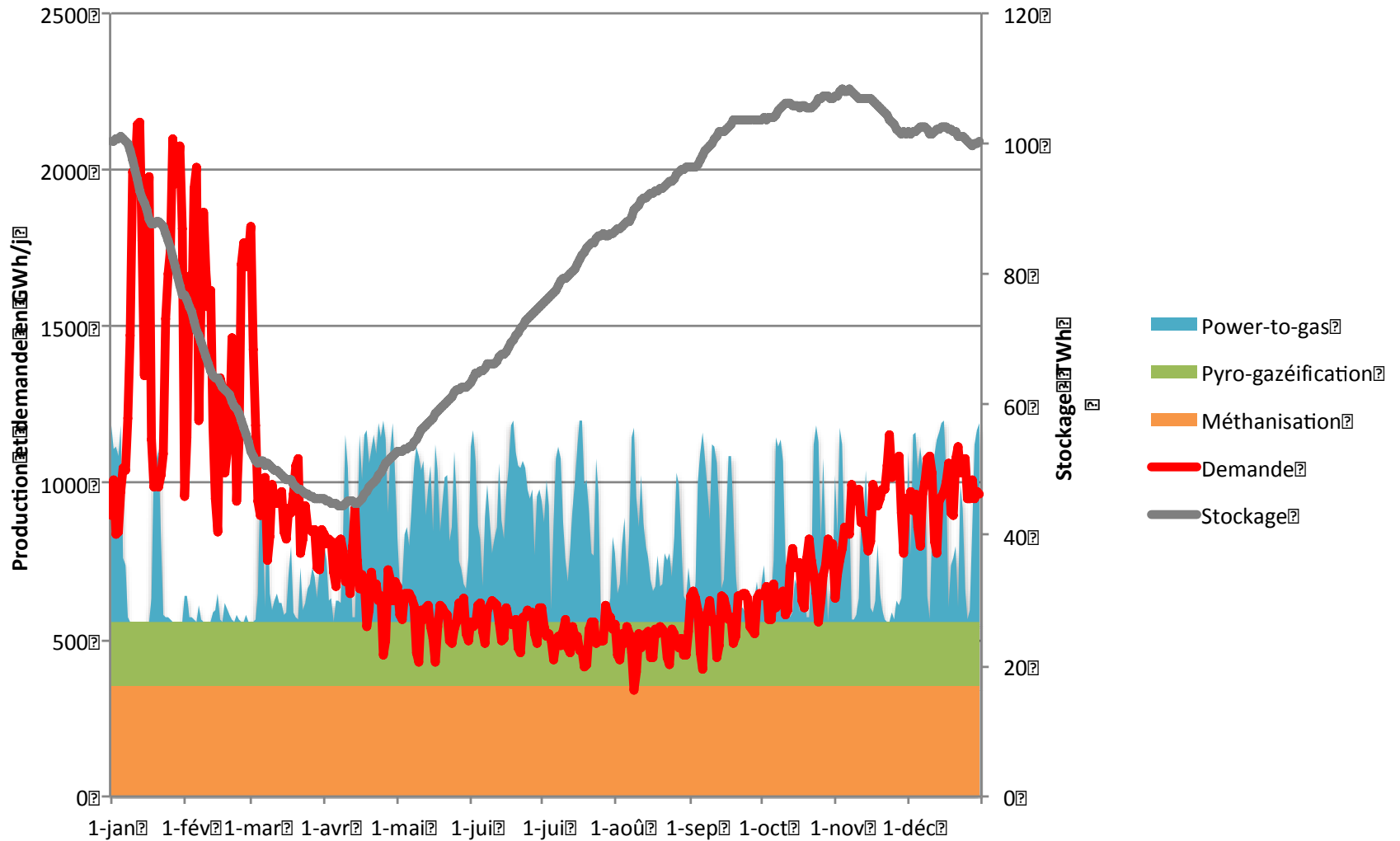
- Méthanisation ≤ 80 €/MWh
- Pyrogazéification entre 80 et 120 €/MWh (sauf CSR à 40 €/MWh)
- Power-to-gas entre 65 à 185 /MWh
 - 65-125 €/MWh PtH2
 - 105-185 €/MWh PtCH4



Notes :

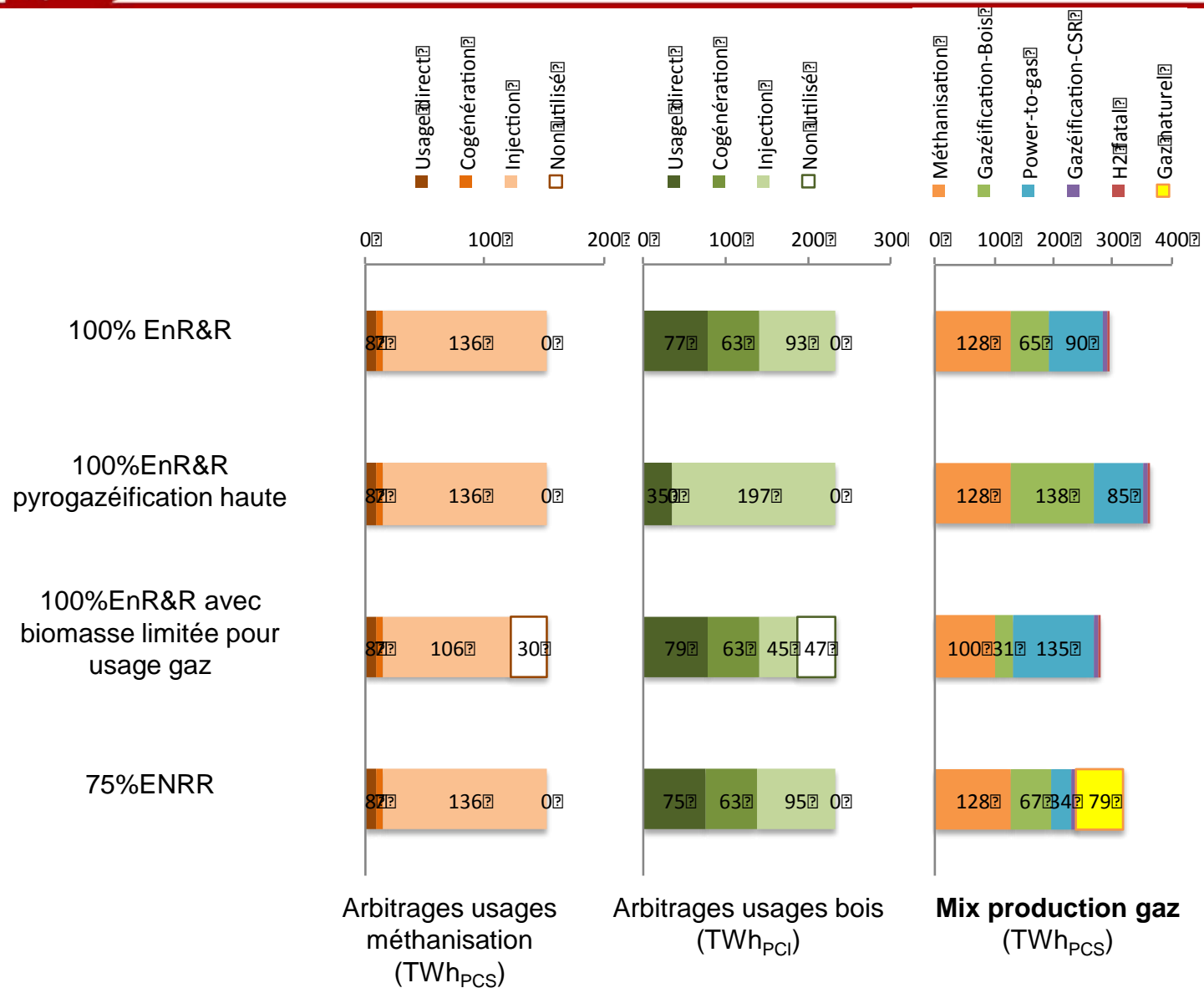
- Pour les filières de méthanisation et de pyrogazéification-bois, les coûts de production dépendent du niveau de mobilisation globale des ressources en biomasses, qui inclut les ressources mobilisées pour d'autres usages que la production de gaz injectable (combustion).
- LCOE avec taux actualisation 5%

Equilibrage offre - demande



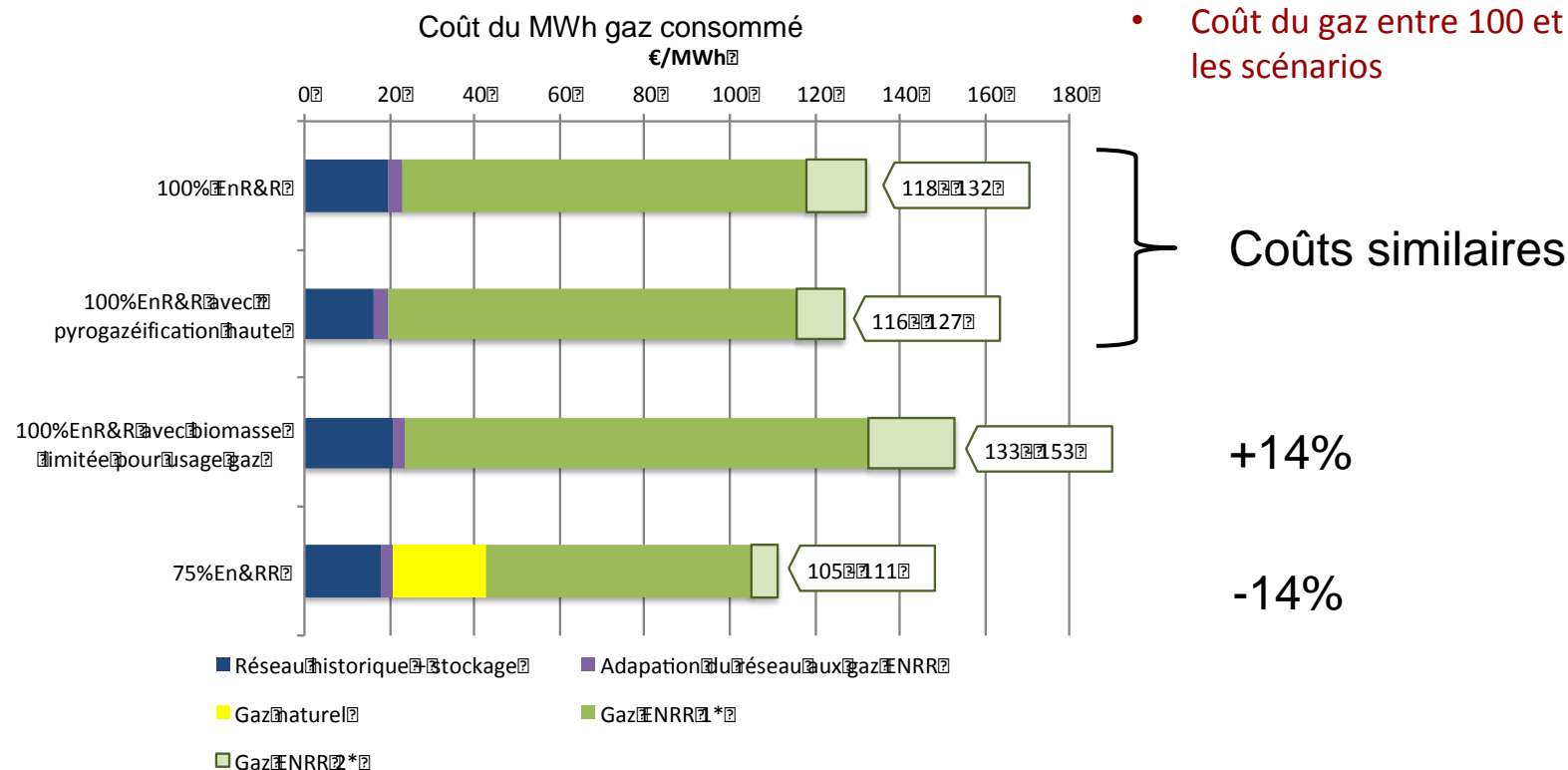
Nom	Description
100% EnR&R	Scénario le plus proche du scénario énergie-climat ADEME 2035-2050 <ul style="list-style-type: none">- Substitution d'une partie de la cogénération biogaz et bois
100% EnR&R avec pyrogazéification haute	Vecteur gaz est renforcé : <ul style="list-style-type: none">- Cogénération biogaz en partie substituée- Cogénération bois supprimée au profit de la gazéification/injection- Réseau de chaleur bois supprimé au profit de la gazéification/injection
100% EnR&R avec biomasse limitée pour usage gaz	Identique « 100% EnR&R » + limitation des ressources méthanisables et bois à 80% de leur potentiel , en raison de : <ul style="list-style-type: none">- Difficulté de mobilisation de la ressource biomasse (impacts environnementaux ou acceptabilité sociale sous-estimés...)- Et/ou difficulté technologique sur les filières les moins matures (ex : gazéification/injection)
75% EnR&R	Identique « 100% EnR&R » + le gaz naturel est encore présent et représente 25% de la consommation.

Résultats scénarios – Composition du mix de production



Bilan économique du système gazier

- Coût du gaz entre 100 et 150 €/MWh_{PCS} selon les scénarios



- La part réseau est faible entre 15% et 20 % du coût total, et en particulier les seuls coûts de raccordement (dont maillage et rebours) représente que 3%.
- En comparaison à un approvisionnement 100% gaz naturel, les scénarios permettraient d'éviter entre 45 et 67 Mt_{CO2}/a (1)

- **Un système gazier compatible avec le 100% gaz EnR&R**
 - Faible recours faible au gaz porté
 - Les technologies existent déjà pour rendre le réseau de gaz bidirectionnel (rebours, maillage), la maîtrise des coûts nécessite d'anticiper leur déploiement
 - Infrastructure de transport et stockage : élément clé pour l'équilibrage offre-demande
- **Interactions fortes entre réseau gazier et électrique**
 - Le gaz sert aux besoins de pointe du système électrique (de 10 à 46 TWh_{PCS})
 - Le power-to-gas permet
 - un stockage inter-saisonnier de l'électricité et une optimisation géographique de son réseau
 - une ressource importante en gaz renouvelable pour le vecteur gaz (de 34 à 135 TWh_{PCS})
- **La pyrogazéification représente entre 15 et 40 % du mix de gaz**
- **Le 100% gaz ENR ne se fera pas sans des évolutions importantes au delà du système gazier :**
 - le secteur agricole, avec notamment la généralisation des cultures intermédiaires et du méthaniseur comme outil énergétique et agronomique
 - le secteur forestier et l'industrie du bois avec le développement d'une sylviculture dynamique et durable (bilan carbone positif, maintien de la biodiversité) respectant la hiérarchie des usages (bois matière puis bois énergie).

- Tout comme l'étude « Mix électrique 100% ENR »
 - L'étude « 100% gaz ENRR » n'est pas une optimisation globale du système énergétique
 - L'étude ne modélise pas la trajectoire entre aujourd'hui et 2050
- L'étude n'évalue pas un certain nombre d'externalités positives :
 - Réduction du déficit commercial (actuellement le gaz du réseau est importé à 100% pour environ 10 G€)
 - Augmentation de l'indépendance énergétique
 - Développement d'emplois locaux (environ 8 000 unités de production)
- D'autres scénarios pourraient être modélisés avec des répartitions différentes entre les usages de la biomasse, les usages finaux du gaz...
- Le potentiel de ressource biomasse et sa mobilisation présentent des incertitudes
 - Acceptabilité sociale des projets
 - Bilan environnemental des filières
- L'ADEME prévoit une évaluation macro-économique pour 2019