

Les gaz renouvelables indispensables alliés de la transition énergétique

Simon Métivier - Solagro

Université négawatt 2022 – 14/10/2022



Quiz : le gaz aujourd'hui

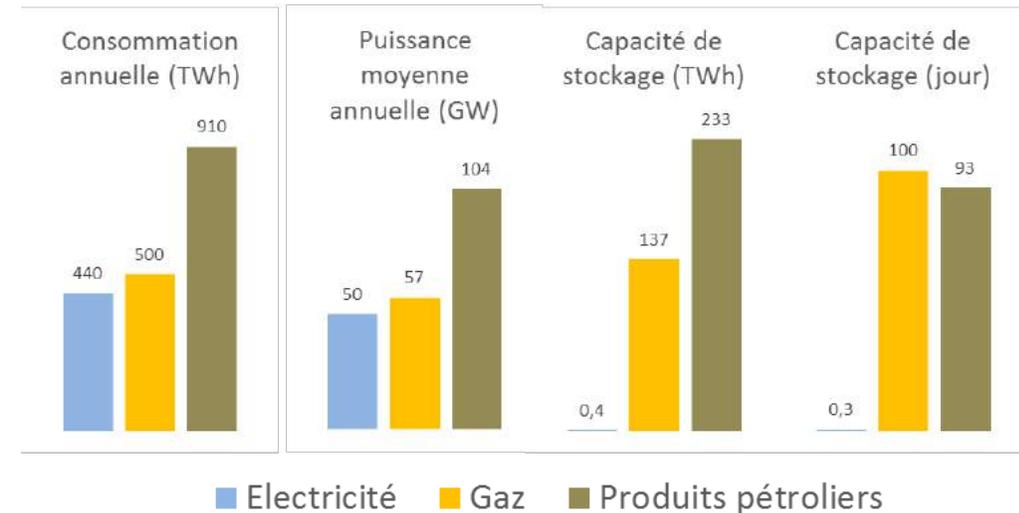
Quelle part a le gaz dans notre consommation finale ?

25%

Quel usage du gaz aujourd'hui ?

Chaleur à plus de 90%
Dont la moitié dans les
bâtiments

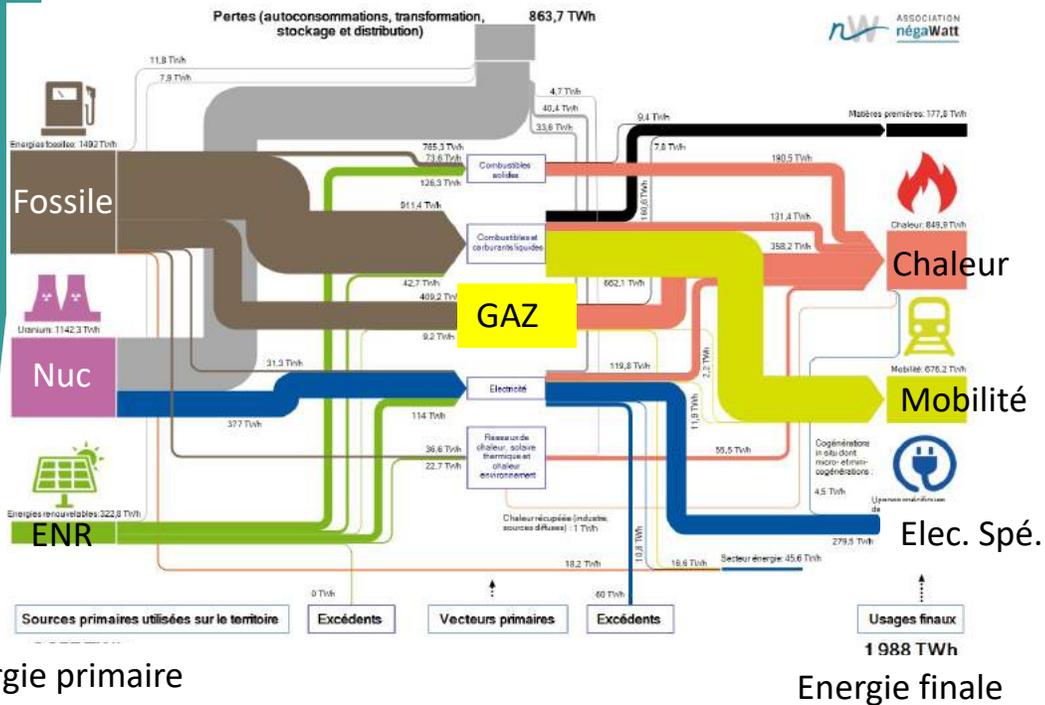
Quel quantité de stockage ?



La demande de gaz

La place du gaz dans le système énergétique

2019



Energie primaire

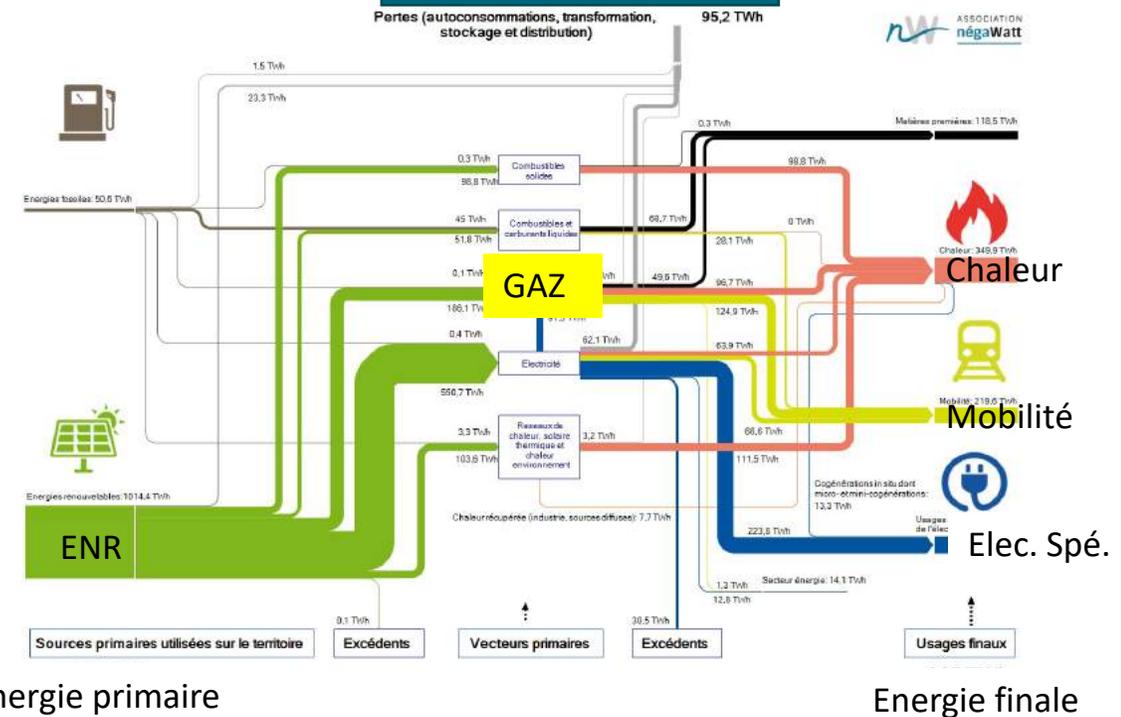
Energie finale

Consommation 450-500 TWh :

- 93% chaleur (industrie 30%)
- 6% Electricité

Production : 100% importé

2050



Energie primaire

Energie finale

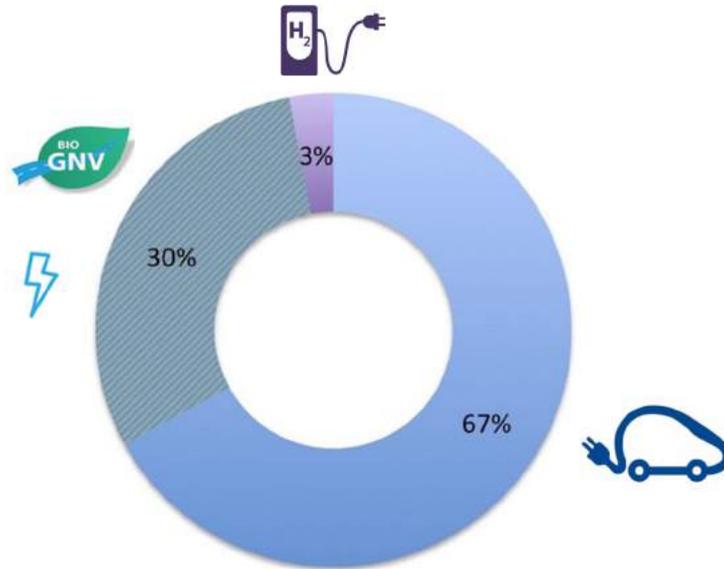
Consommation 210 TWh

- Mobilité : 55%
- Chaleur : 42 % (industrie 45%)

Production : 100% France

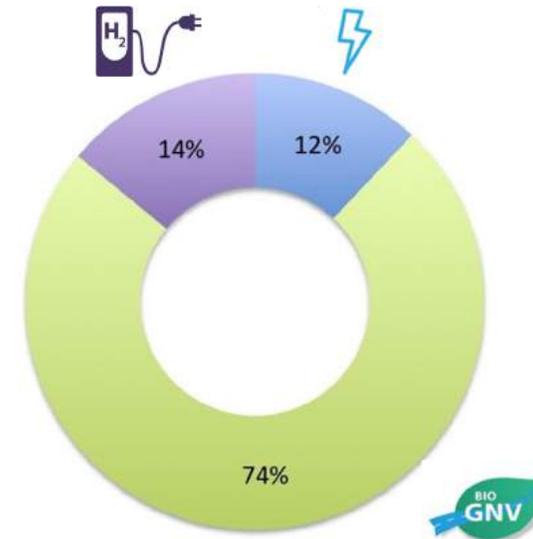
Un vecteur clé de la mobilité

Répartition des motorisations
des **voitures** en 2050



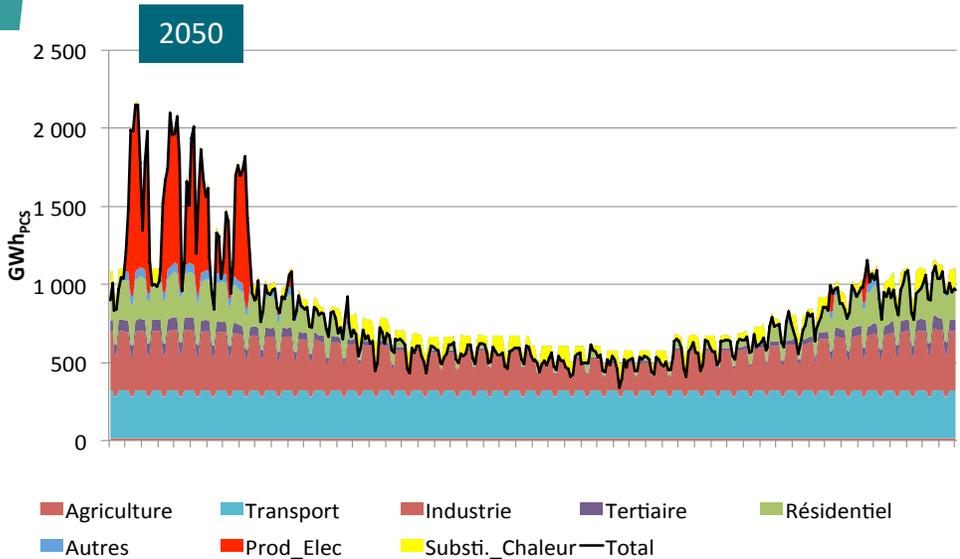
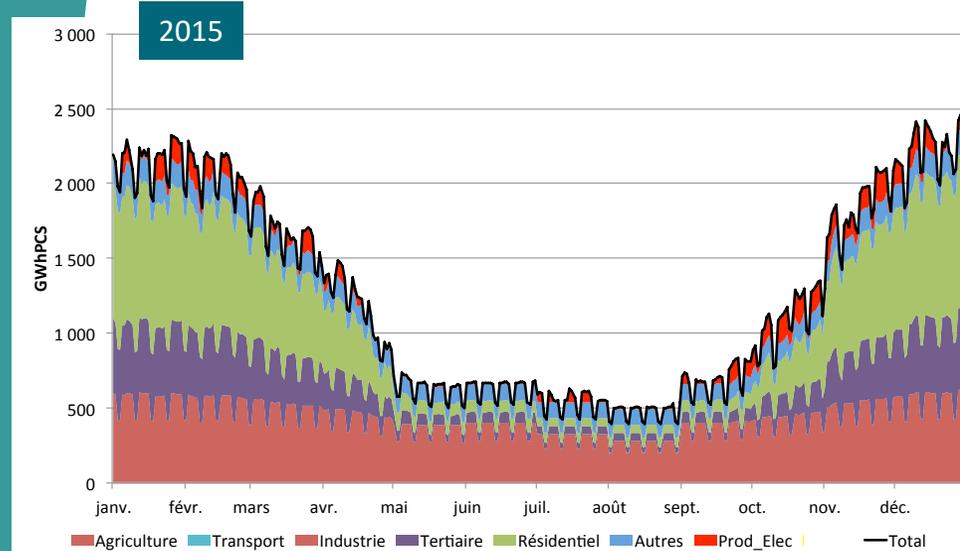
30% BioGNV hybride électrique
3% H2

Répartition des motorisations
des **poids lourds** en 2050



74% BioGNV
14% H2

Demande journalière



Illustrations d'après l'étude :

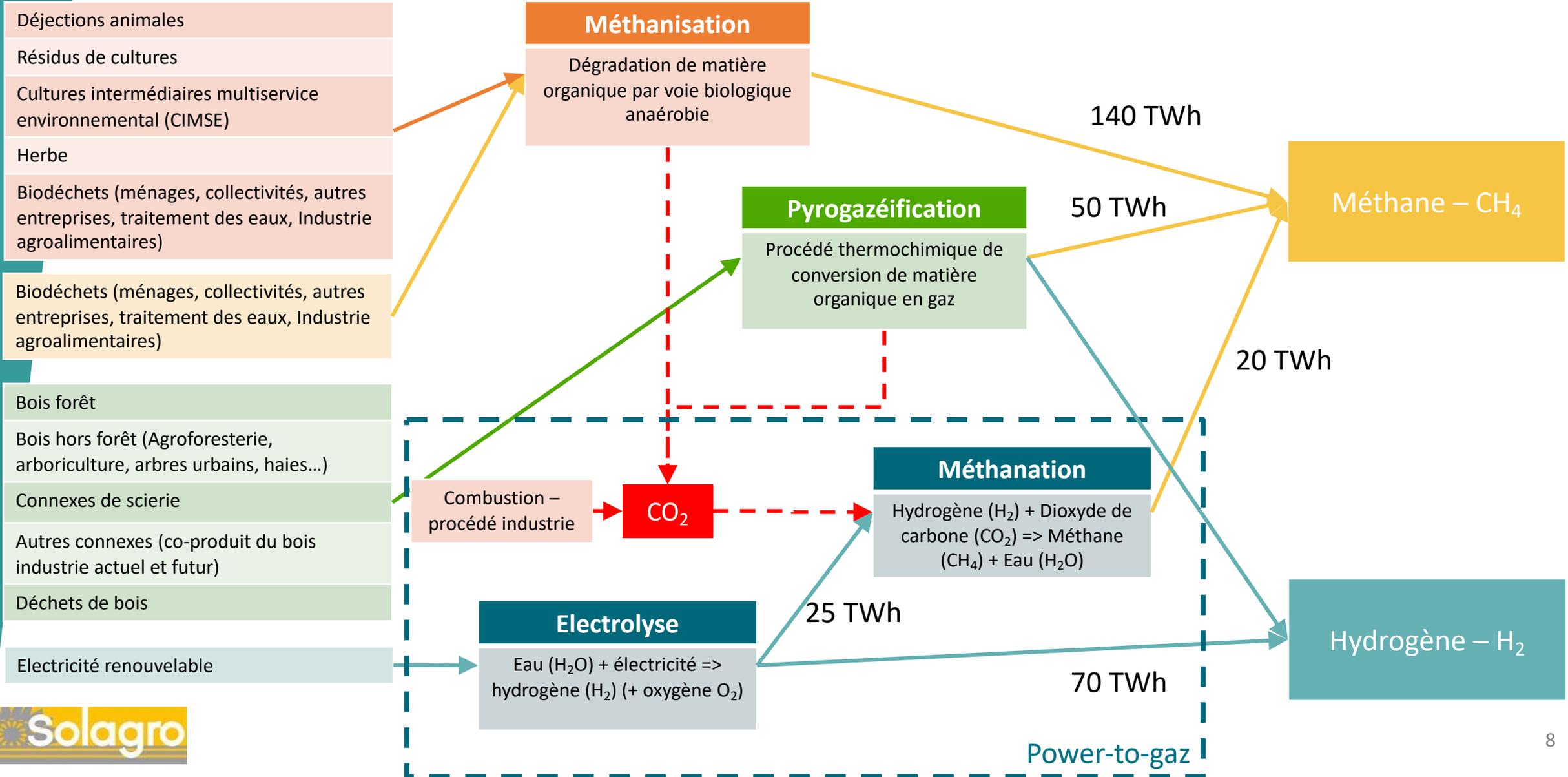


- Forte baisse de la demande en hiver
- En été, la baisse des usages traditionnels est compensée par le nouvel usage « gaz carburant »
- La demande gaz reste importante (dépend des scénarios) pour la production électrique avec des puissances d'appel plus élevées et plus concentrées qu'aujourd'hui

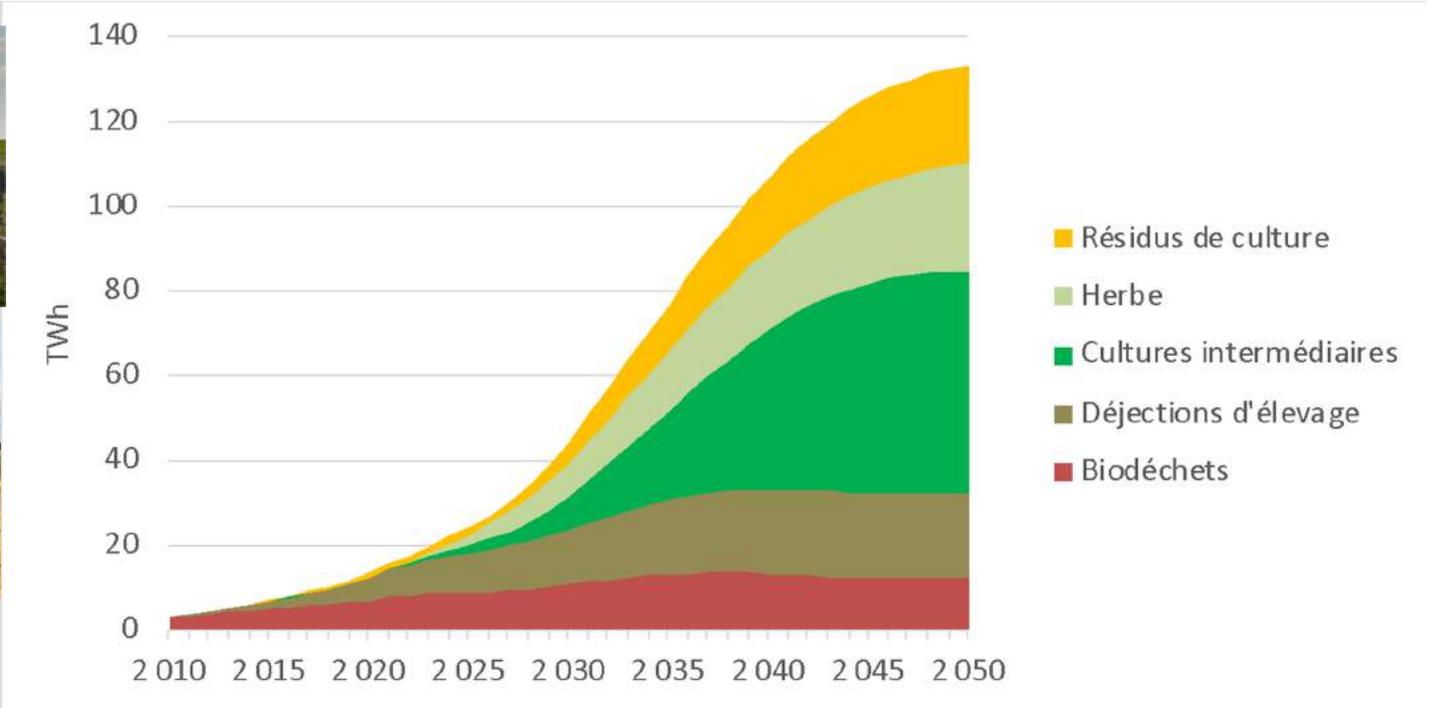
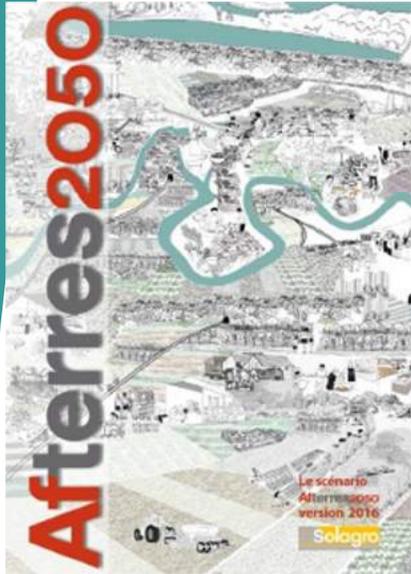
La production de gaz renouvelable



Filières de production de gaz renouvelables



Biogaz



Un calcul des ressources qui tient compte de l'ensemble des usages

Bilan fourrager

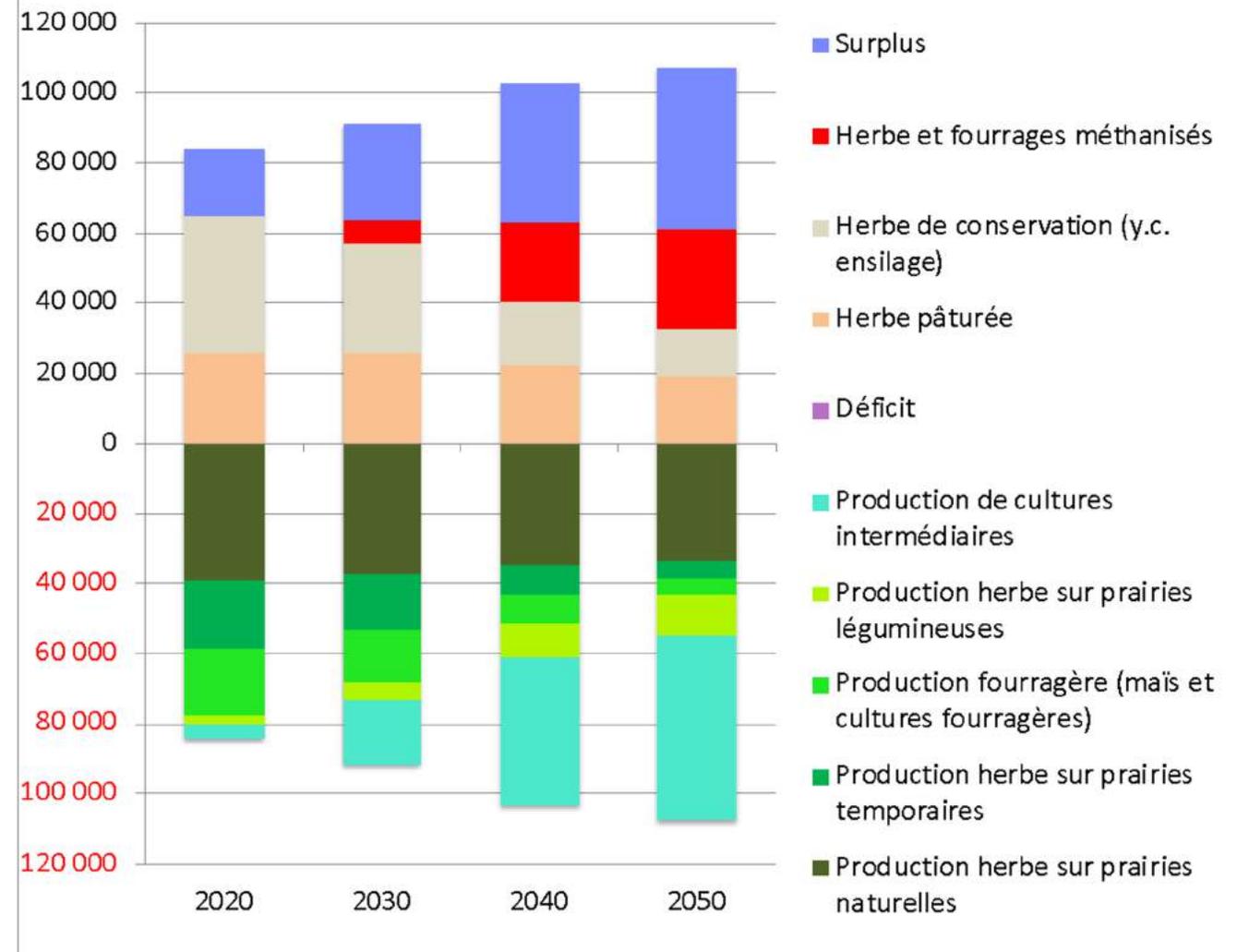
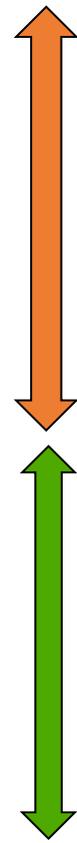
Emplois :

- Herbe pâturée
- Herbe conservée (foin, ensilage)
- Herbe et fourrages méthanisés
- 'Surplus' calculé dont engrais verts

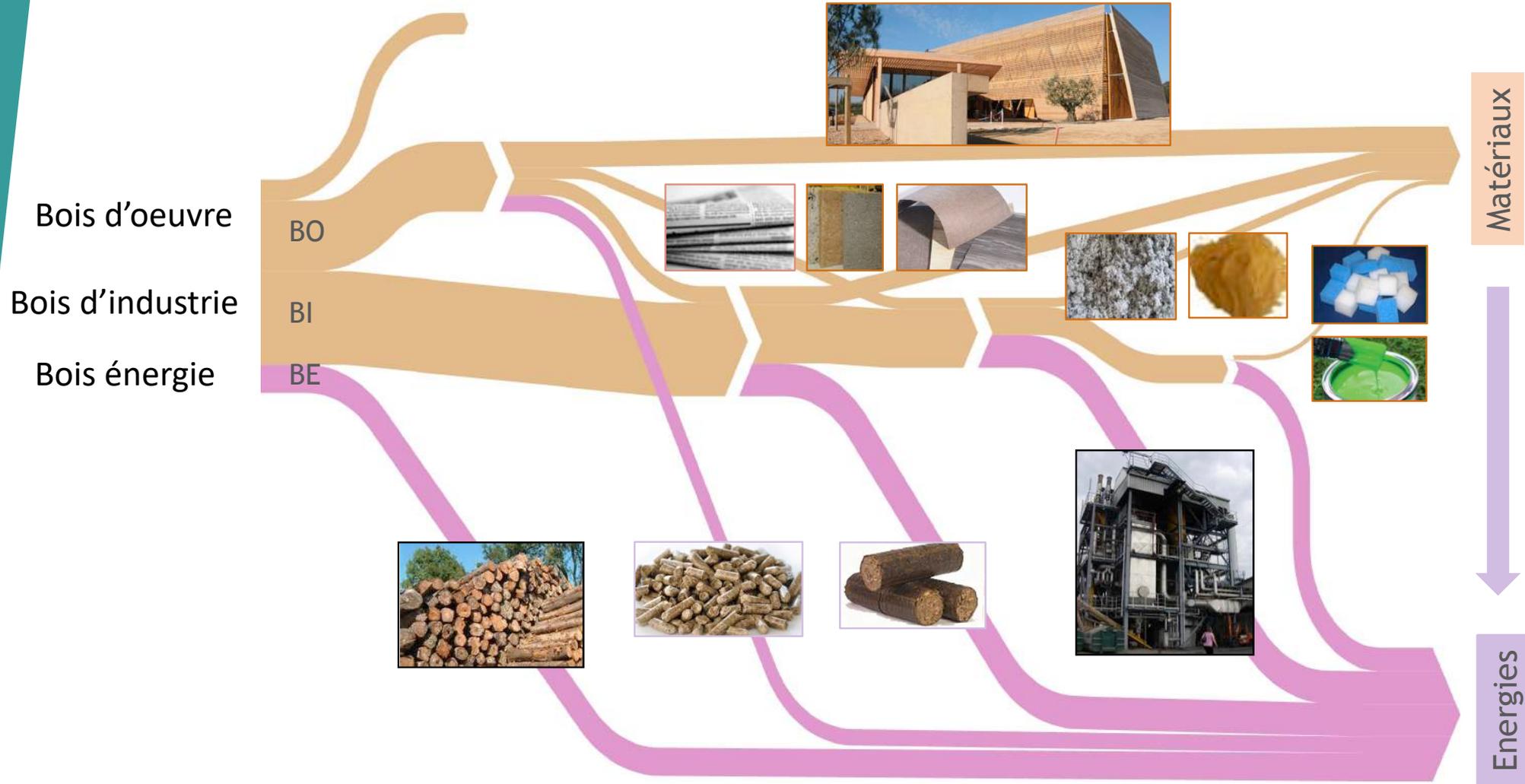
Ressources = production

- Surfaces toujours en herbe : prairies permanentes
- Terres arables :
 - prairies temporaires de graminées
 - prairies légumineuses
 - cultures fourragères (maïs ensilage)
- Cultures intermédiaires (sur grandes cultures)
- 'Déficit' calculé

milliers de tonnes (matières sèches) / an



Bois pour tous les usages énergie dont la pyrogazéification



Le power-to-gas

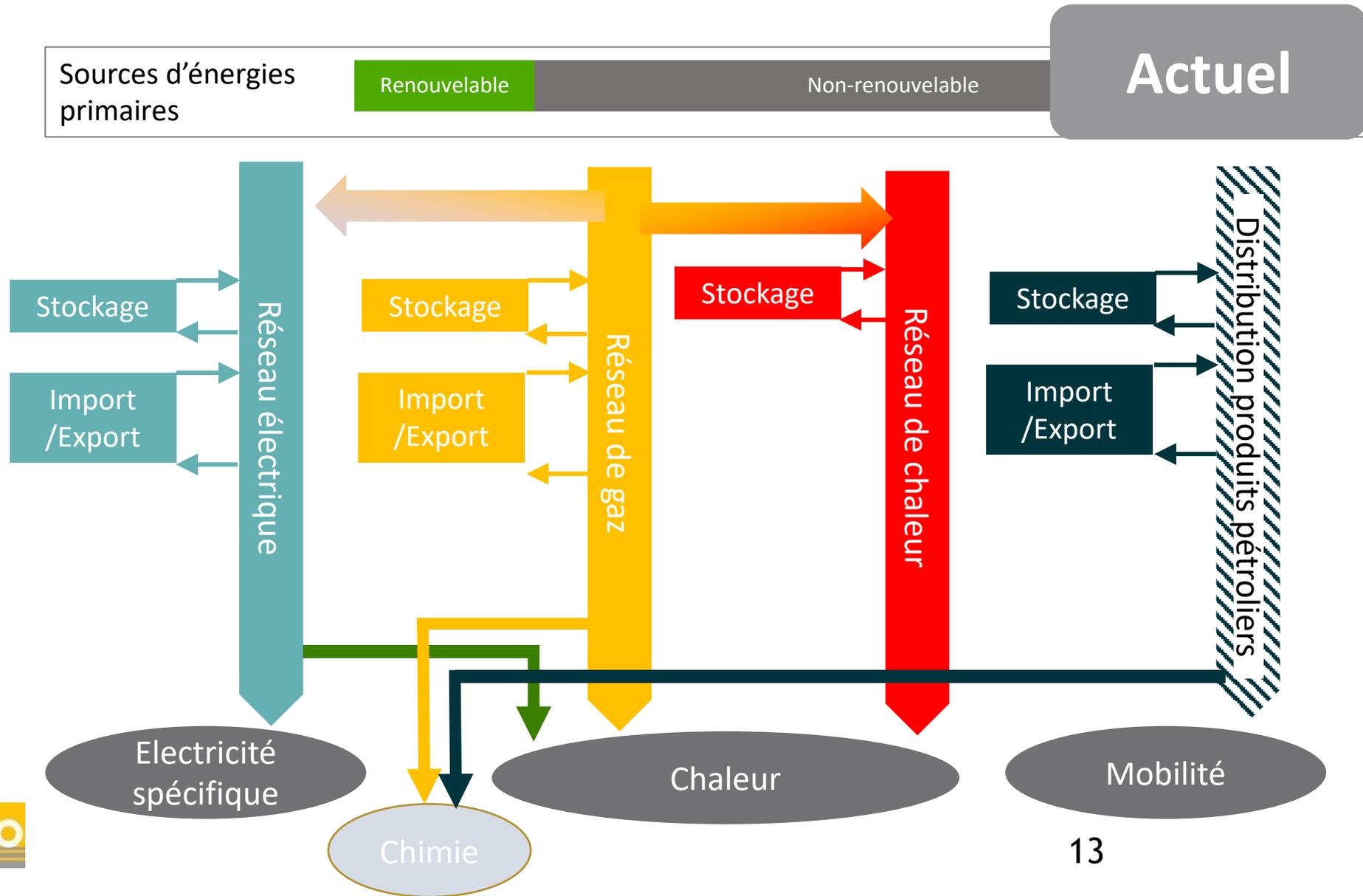
Système permettant la conversion d'énergie électrique en énergie chimique sous forme gazeuse

Les gaz produits sont typiquement de l'hydrogène (H₂) voire du méthane (CH₄)

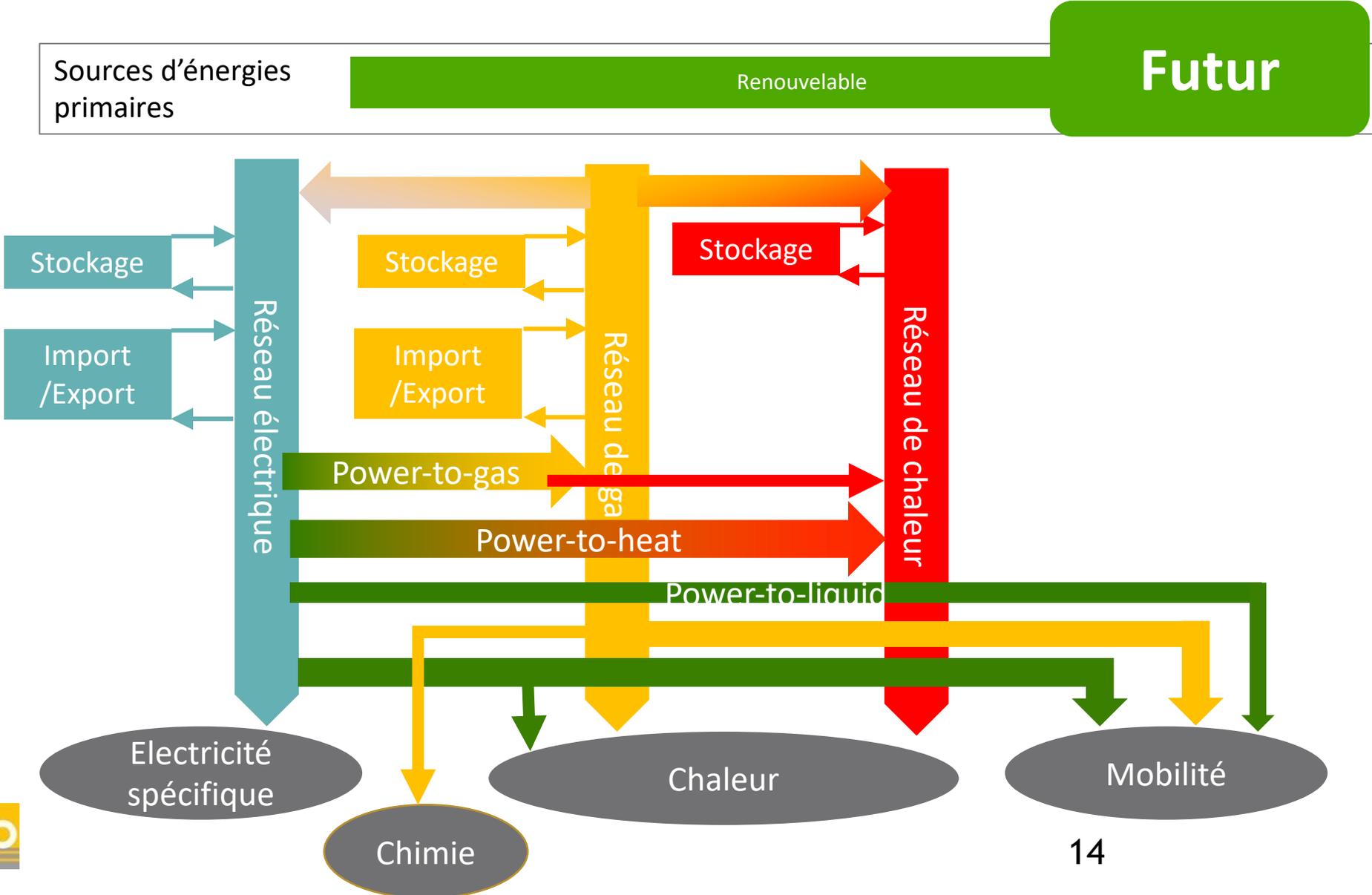
Ce système permet ainsi de relier le réseau électrique au réseau gazier

(!) Ce n'est pas une nouvelle source d'énergie primaire !

Systeme énergétique actuel



Systeme énergétique 100% ENR



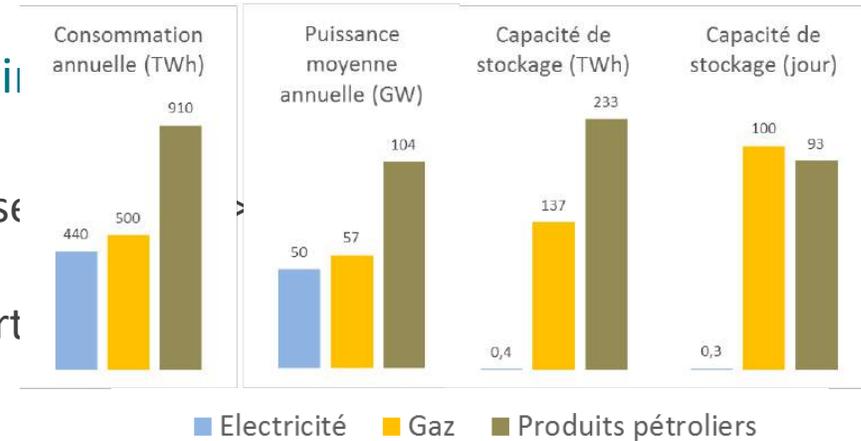
Les possibilités du Power-to-gas

Participer à la régulation du réseaux électrique

Valorisation d'électricité renouvelable excédentaire

- d'autres usages (Mobilité, Chimie...)
- à un autre moment (capacité de stockage sur réseau France)
- à un autre lieu (Utilisation du réseau de transport)

Consommation énergétique et capacité de stockage en France (2012) (1)

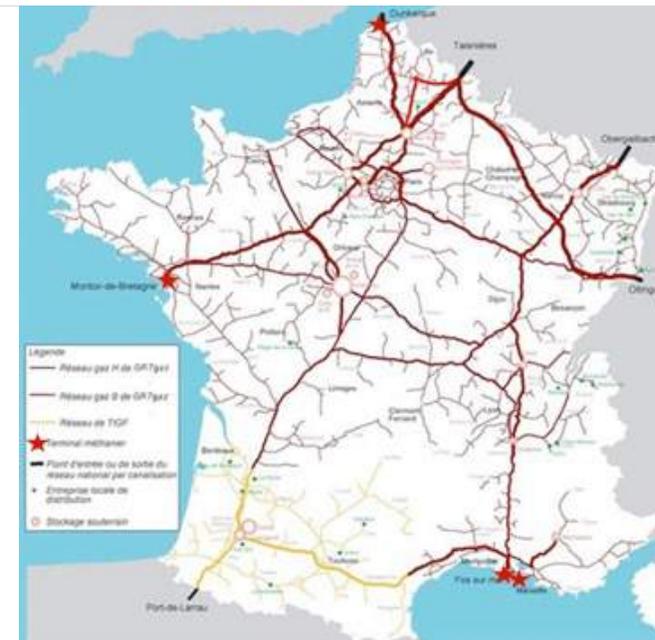


ue en

Gas transport is the cheapest and most efficient form of energy transport

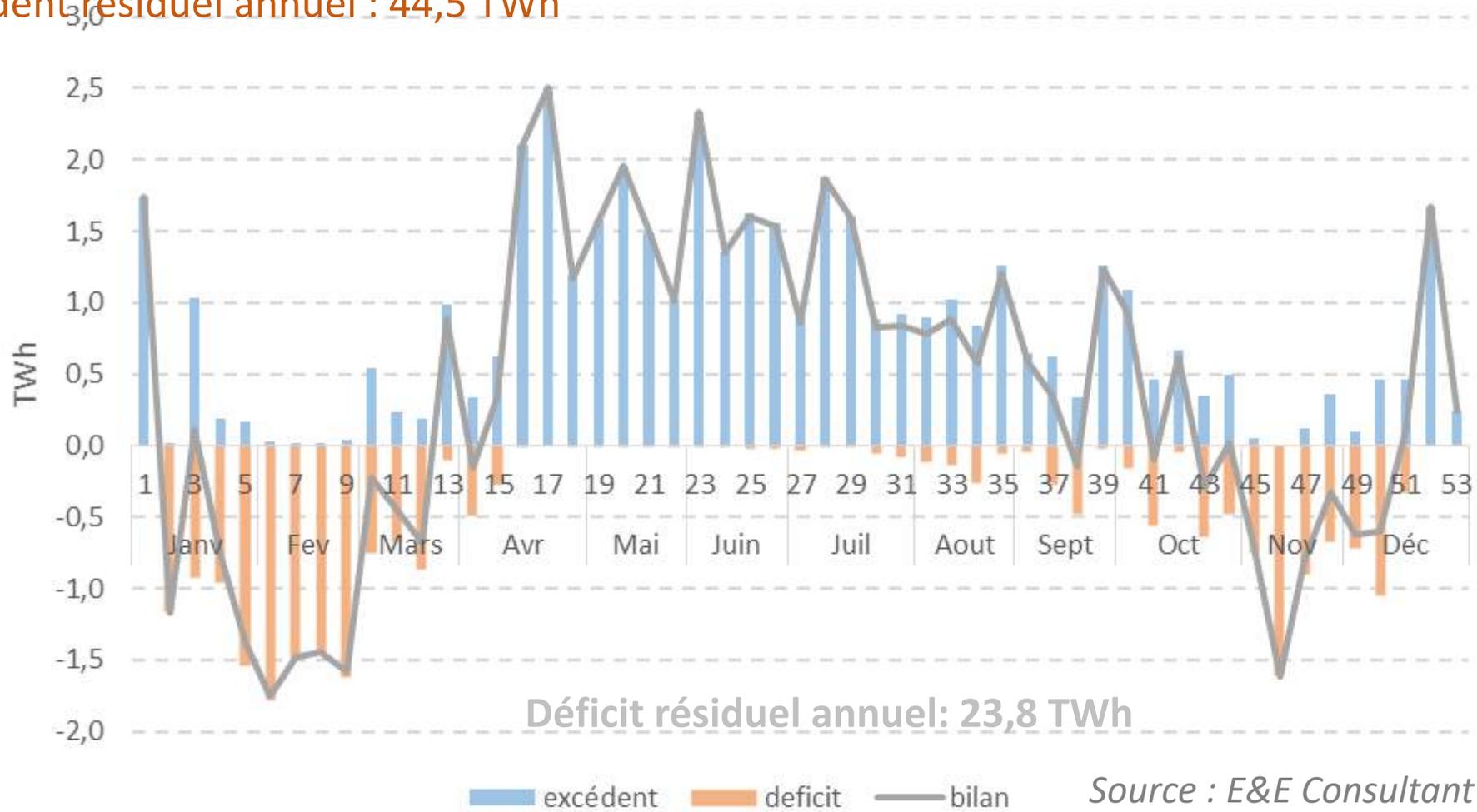
| POWER | GAS |
|---|--|
|  <ul style="list-style-type: none"> • 260 km • € 600 mln • 1 GW cable capacity • 230€ per kW/100 km |  <ul style="list-style-type: none"> • 230 km • € 500 mln • 20 GW • 11€ per kW/100 km |
|  |  |
| |  <ul style="list-style-type: none"> • 9€ per kW/100 km |

gasurHE



Excédents et déficits estimés dans le scénario de référence en ADEME 2050

Excédent résiduel annuel : 44,5 TWh



Source : E&E Consultant dans PtG ADEME/GrDF/GRTgaz)

Excédents résiduels = Prod ENRe variables + Nuc mini + ENR thermique mini – Demande – Pompage STEP

Etat des filières

| Filières gaz ENR | Valorisation | Maturité | Ressources | Mécanismes de soutien |
|-------------------|---------------------------|--|--|--|
| Méthanisation | Cogénération /thermique | Mature | Déchets agricoles, Biodéchets (collectivités, IAA...), Boues de STEU | Tarif d'achat guichet ouvert + Subventions |
| | Injection CH ₄ | Mature | | Tarif d'achat guichet ouvert +Subventions |
| Pyrogazéification | Cogénération /thermique | Mature / Démonstration /Déploiement (selon tailles/types intrants) | CSR, biomasse ligneuse | Tarif d'achat guichet ouvert (biomasse ou incinération) +Subventions |
| | Injection CH ₄ | R&D/Démonstration | | R&D, Démo |
| Power-to-gas | Injection CH ₄ | R&D/Démonstration | Pas encore d'excédents ENR électriques | R&D, Démo |

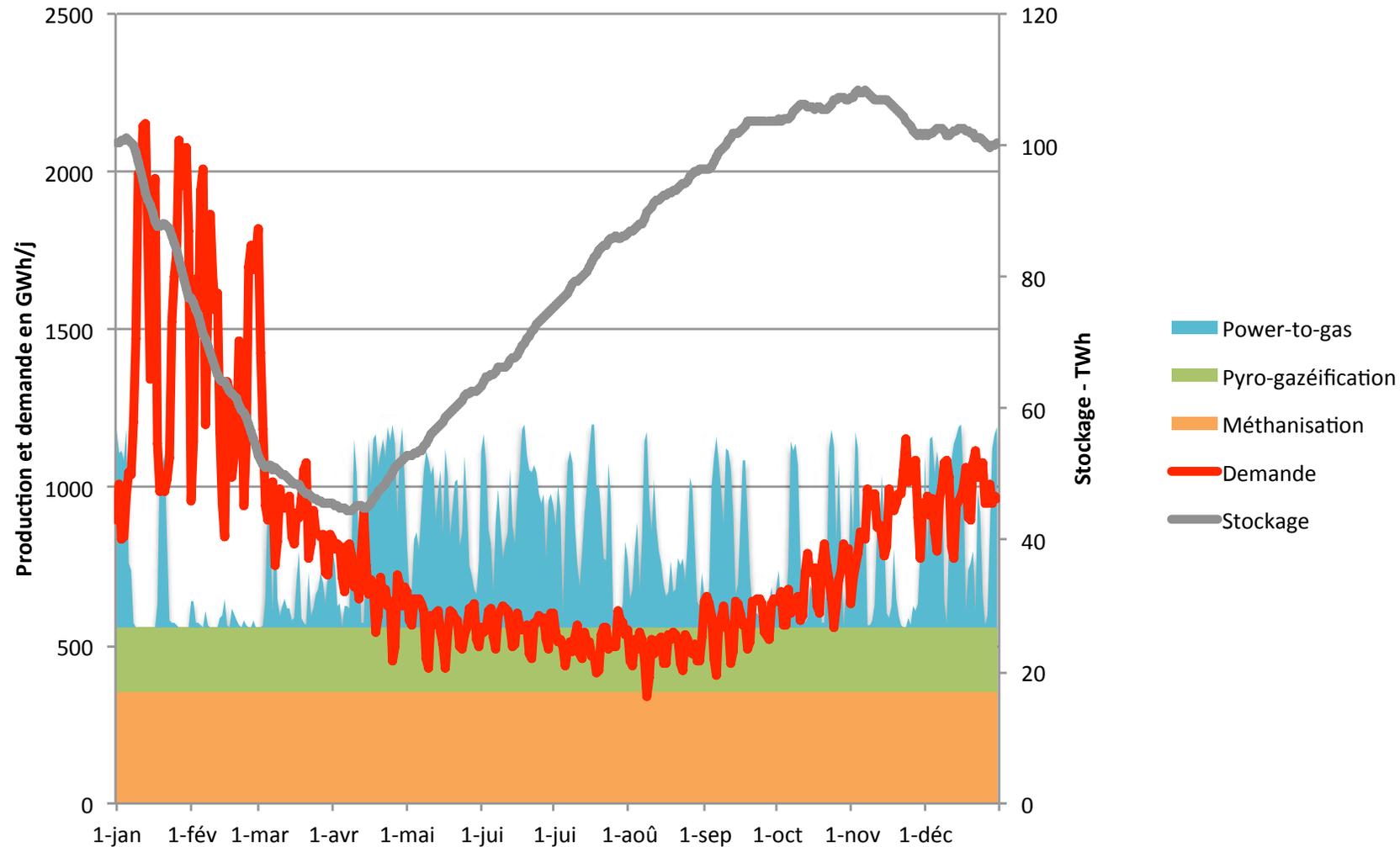
8 TWh en fonctionnement;
25 TWh de projets

AMI2022 : 50 projets dont 20 en développement

10aine de projet

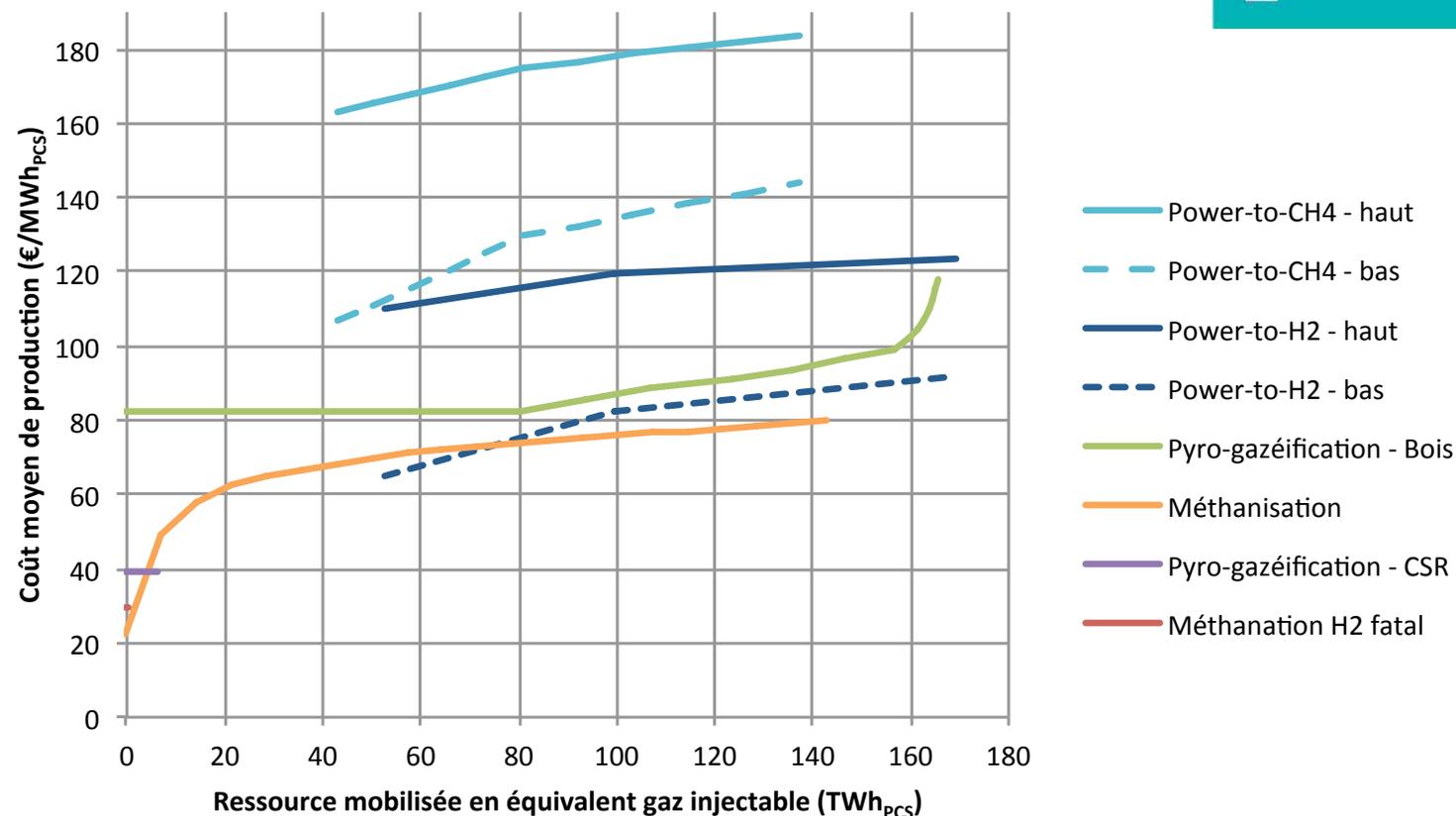
Bilan offre-demande et bilan économique

Equilibrage offre - demande 2050



Coûts de production des gaz renouvelables

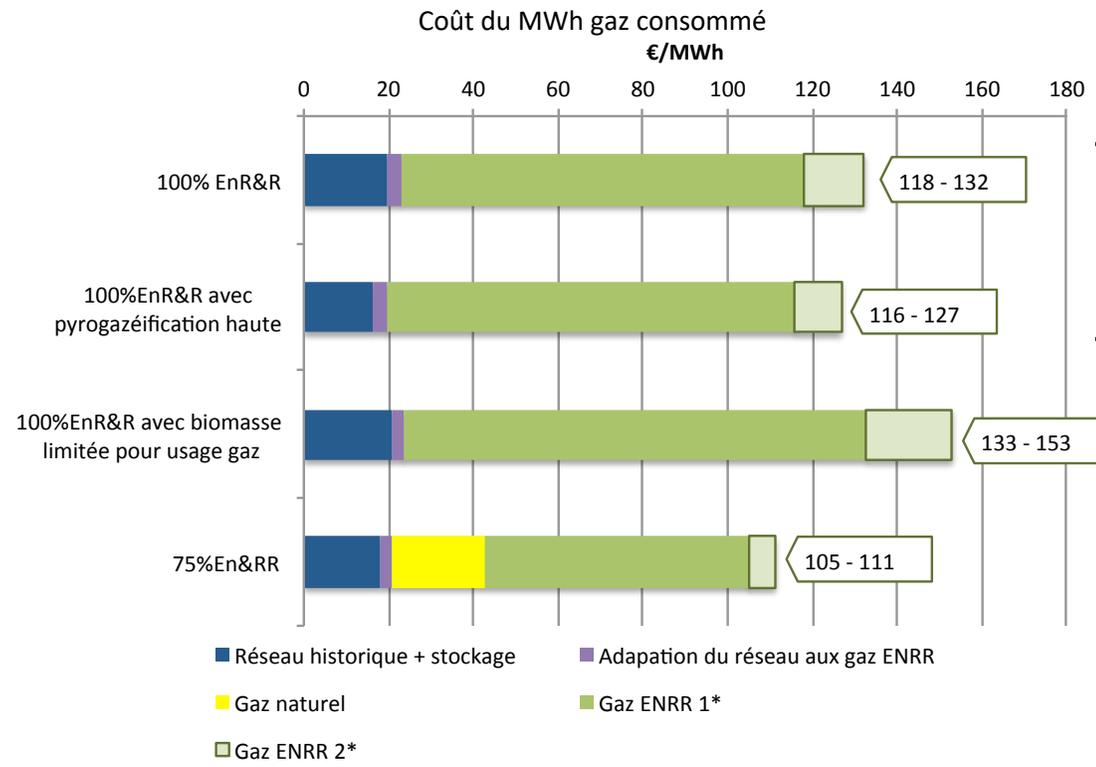
- Méthanisation ≤ 80 €/MWh
- Pyrogazéification entre 80 et 120 €/MWh (sauf CSR à 40 €/MWh)
- Power-to-gas entre 65 à 185 /MWh
 - 65-125 €/MWh PtH2
 - 105-185 €/MWh PtCH4



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%

Bilan économique du système gazier



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

Coûts similaires

+14%

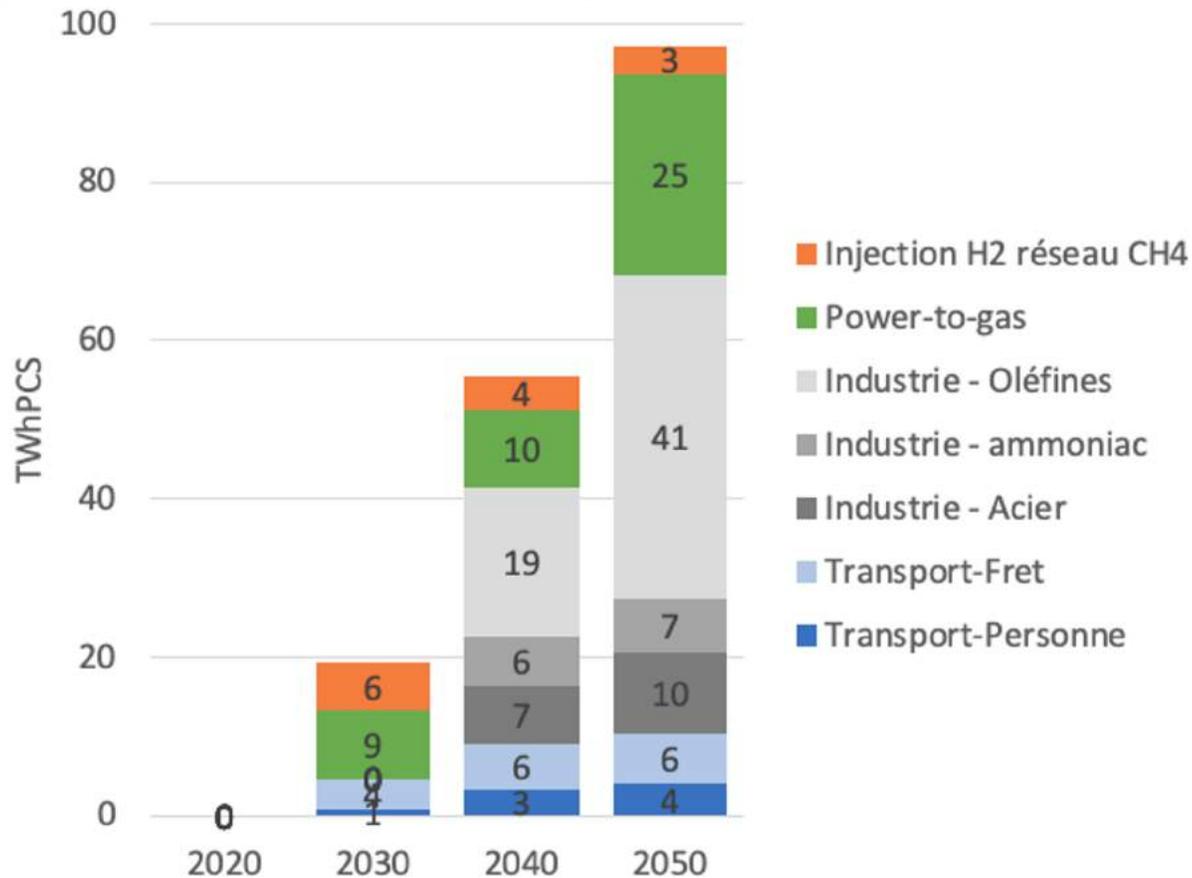
-14%

- 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)

Zoom sur hydrogène



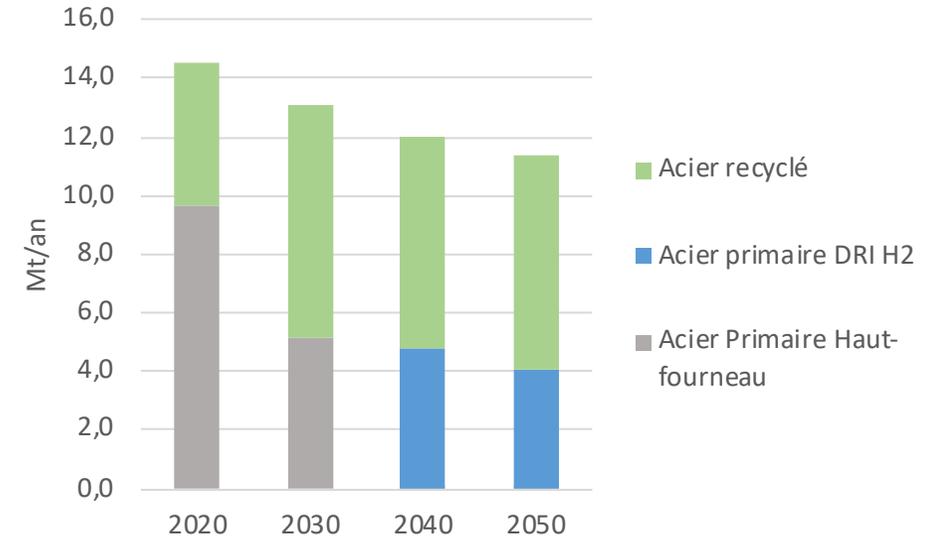
Le demande d'hydrogène renouvelable



- Env 100 TWh de production H2 renouvelable en 2050
- Production flexible
 - Production mensuelle 4 à 11 TWh
 - Stockage H₂ 6TWh

Usage matière dans l'industrie - Acier

- Réduction de la demande d'acier
- Augmentation de la filière recyclage
- Substitution de la filière de production d'acier primaire : Réduction par du coke de charbon => réduction par de l'hydrogène



Usage matière dans l'industrie - Ammoniac

2020

Aujourd'hui, l'ammoniac sert à plus de 80% à produire des engrais azoté de synthèse.

La France produit l'équivalent 40% de sa consommation d'engrais azoté, et un peu plus de 50% de sa consommation d'ammoniac.

L'ammoniac (NH₃) est produit à partir

- d'hydrogène (H) obtenu en cassant des molécules de méthane (CH₄)
- d'azote (N) récupéré dans l'air

2050

Scénario Afterres 2050 : -50% usage engrais azotés

- évolution du régime alimentaire
- évolution des pratiques agricoles vers plus d'agroécologie
- développement de la méthanisation

Maintien de la production d'ammoniac permet d'augmenter la souveraineté alimentaire

Conversion des procédés à l'hydrogène par électrolyse (2030-2040)

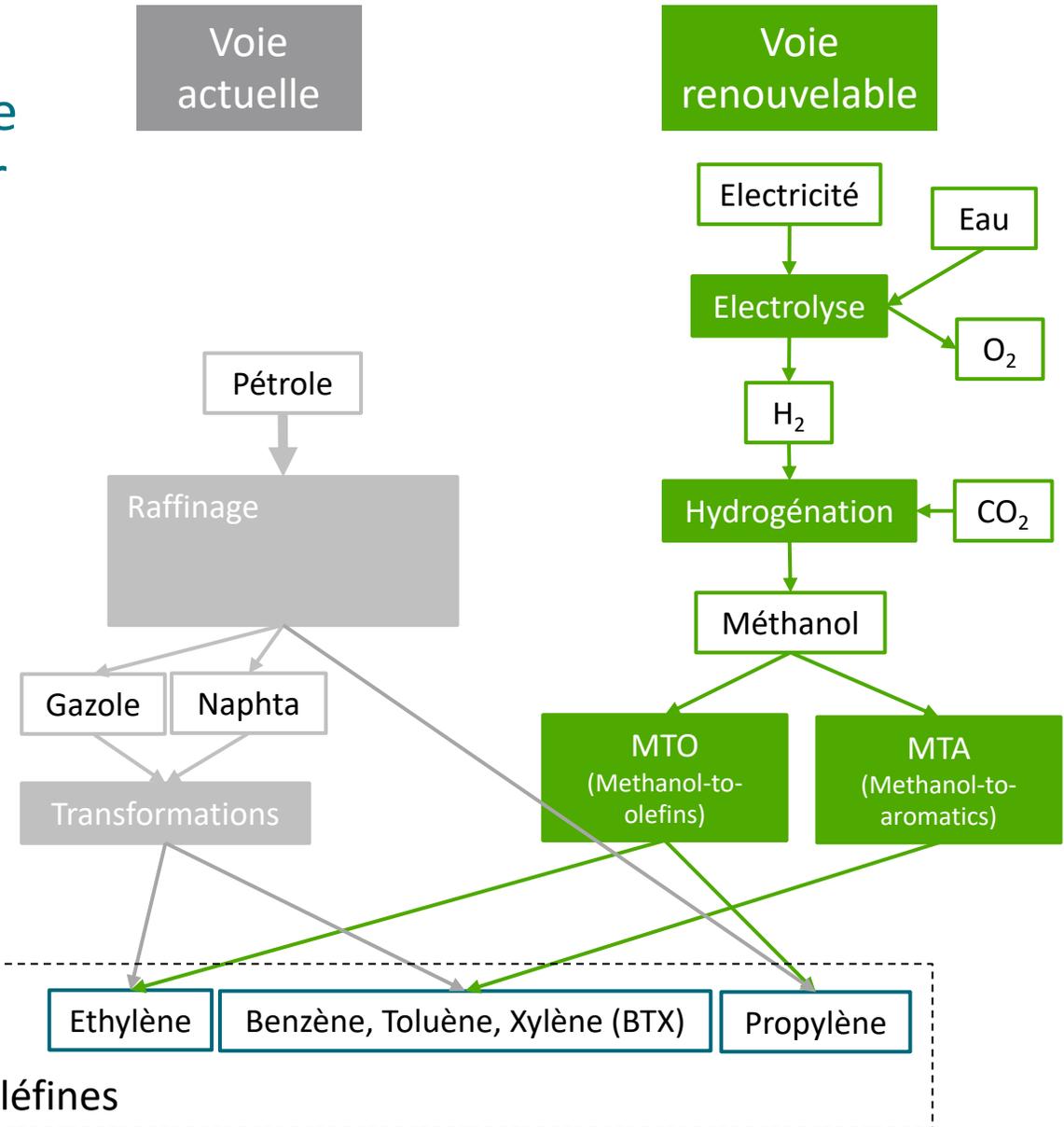
Usage matière dans l'industrie - Méthanol

Oléfines sont des molécules de base de la chimie organique en particulier pour la production de plastique

2020 : 8,5 Mt consommés et produits par voie pétrochimique

2050 : 6 Mt consommés

- 3,5 Mt par voie pétrochimique
- 2,5 Mt par voie power-to-X



Enjeux



Les enjeux

- Réduire la demande de gaz
 - Sobriété, efficacité
 - Report sur d'autres vecteurs quand c'est possible (électricité, solaire, géothermie...)
- Développer de nouvelles demandes
 - Mobilité méthane (technologie mature et économe)
 - H2 industrie
- Développer la production de méthane renouvelable
 - Massifier le déploiement de la filière méthanisation, avec une méthanisation au service de l'énergie mais aussi de l'agroécologie
 - Faire émerger la pyrogazéification
 - > R&D, démonstration
 - > Exploiter la ressource forestière de manière durable (Bilan C, biodiversité)
- Développer l'électricité renouvelable
 - Production par électrolyse => développer les ENR électrique