

24 MAI 2022 - PARIS

DÉCARBONER LE MIX GAZIER: COMMENT AMPLIFIER LE MOUVEMENT ?

Les Rencontres des Clubs Pyrogazéification et Power-to-gas

Posons les bases d'une décarbonation réussie en associant sobriété des usages et développement des renouvelables.

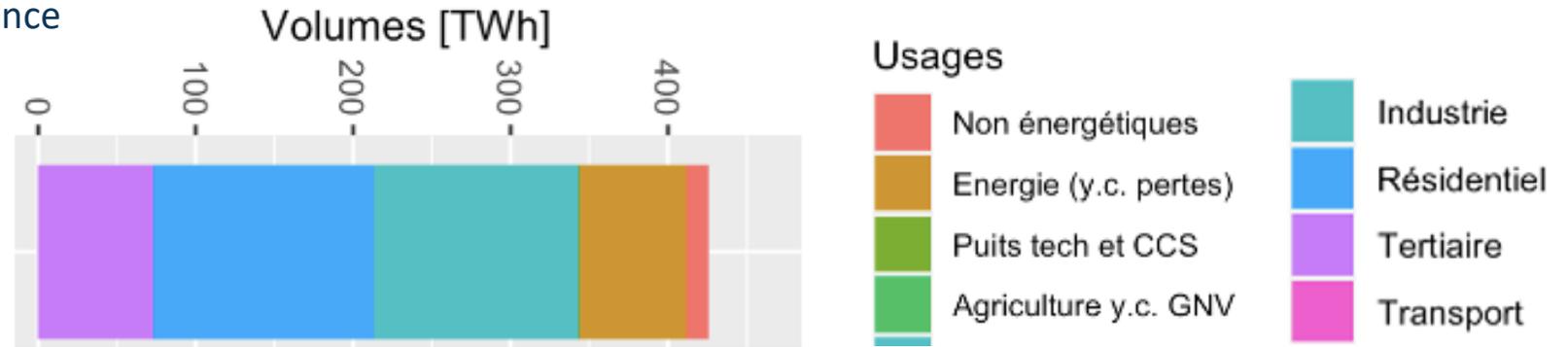
Robin GIRARD

Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris
Centre PERSEE – équipe ERSEI

Un contexte très tendu pour l'hiver 2022-2023

- Les usages du gaz en France

Europe : 4000 TWh



- Crise du gaz Russe : 1550 TWh
REPowerEU : 2022 -1000 TWh | 2027 « zéro gaz Russe »

600 TWh : GNL+Algerie+Azerbaïdjan

400 TWh : baisse de conso (report/sobriété)

France : 40 TWh en 2022

- 10-20 TWh sobriété chauffage
- 4 TWh/an biogaz
- 1 TWh/an rénovation bâti
- 1 TWh/an avec des PAC
- 2 TWh/an avec Eolien+PV (1+1GW/an)
- Coupure des industriels gazo-intensifs ?

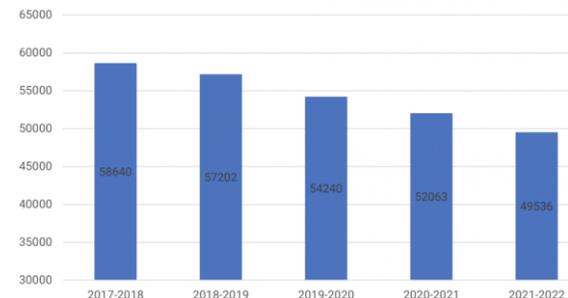
- Disponibilité du parc nucléaire

Problème de corrosion

- 12 centrales à l'arrêt (~14 GW | 80 TWh/an)

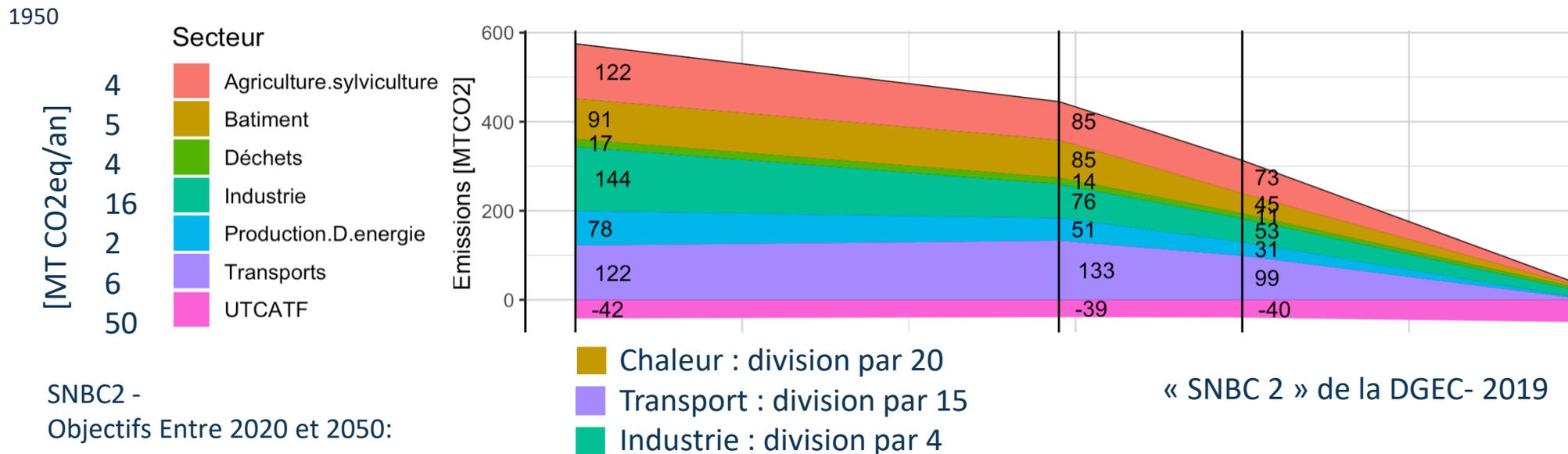
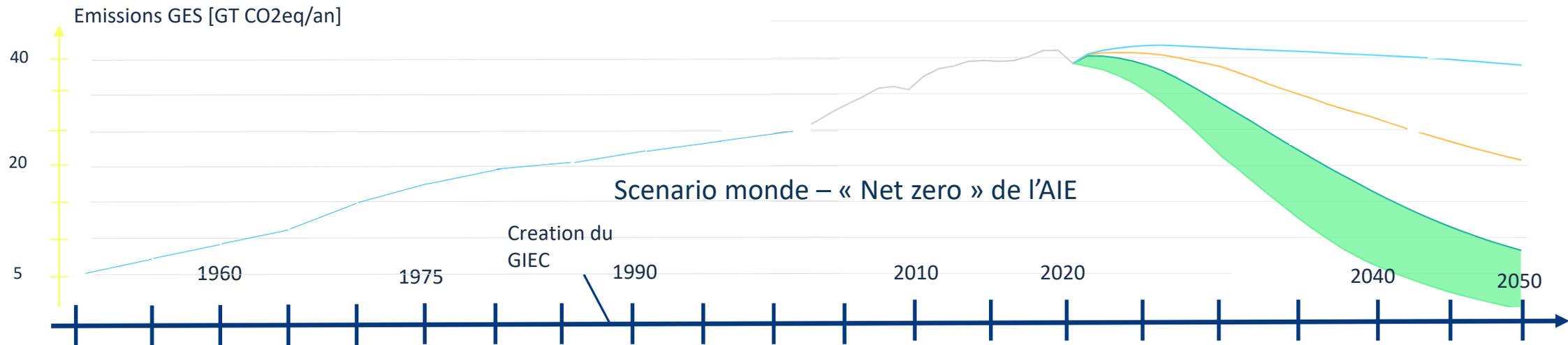
- 5 à 10 semaines de plus pour les prochaines maintenances.

Puissance nucléaire maximale injectée pendant l'hiver en MW



Décarboner le mix gazier: comment amplifier le mouvement ? – 24/05/2022

L'ambition du long terme : les scénarios « net-zero »



SNBC2 -
Objectifs Entre 2020 et 2050:

Gaz Elec

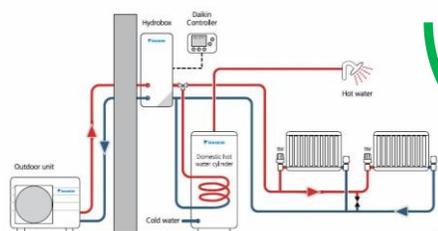
Facteur d'émissions Chaleur – Scope 2



- **Fioul dom.** 339 gCO₂e/kWh PCI
- **Gaz**
 - nat. foss. 227 gCO₂e/kWh PCI
 - Biogaz 23,4 gCO₂e/kWh PCI
- **Bois** 0-150 gCO₂e/kWh PCI
- **Elec.**
 - Aujourd'hui Fr 60-90 gCO₂e/kWh
 - 2050 RTE : 15-20 gCO₂e/kWh

Réduction
émissions
↓
÷ 10-15

- **Efficacité des PAC**
COP de 3 à 5 contre un rendement <1 aujourd'hui



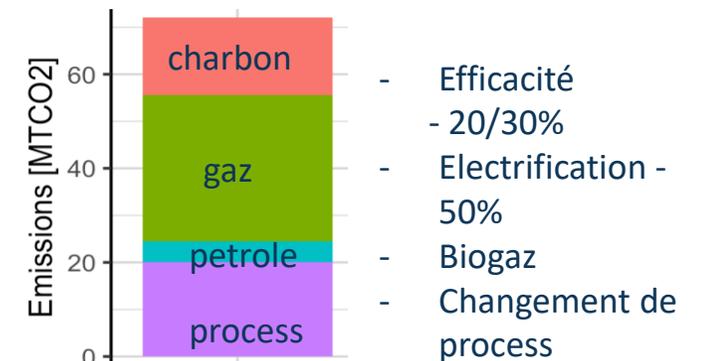
Evolution
conso finale
↓
÷ 3

- **Efficacité des VE –**
90-95% contre
25-40% pour VT

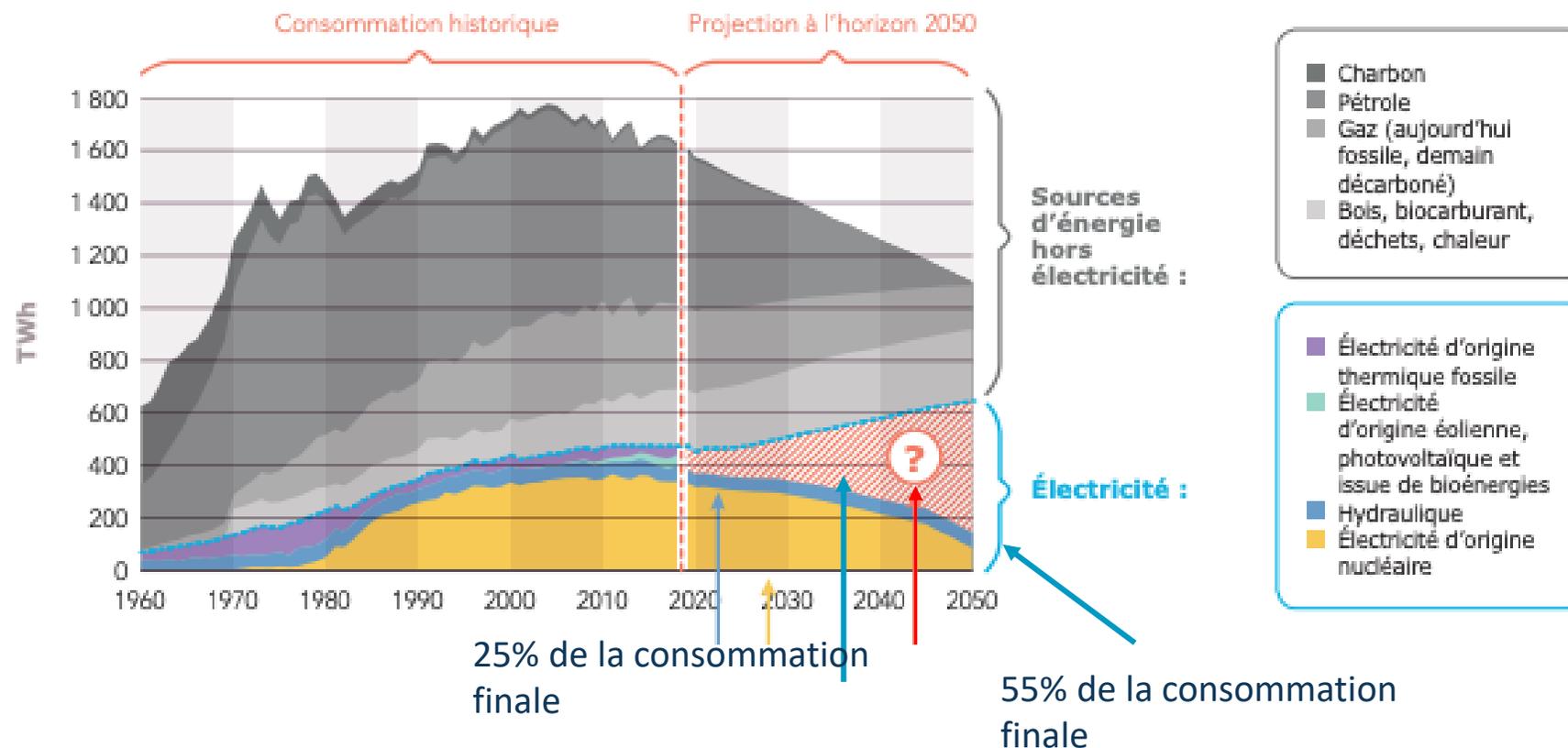


Evolution
conso finale
↓
÷ 3

Industrie :



Futures énergétiques : quel mix en 2050 ?

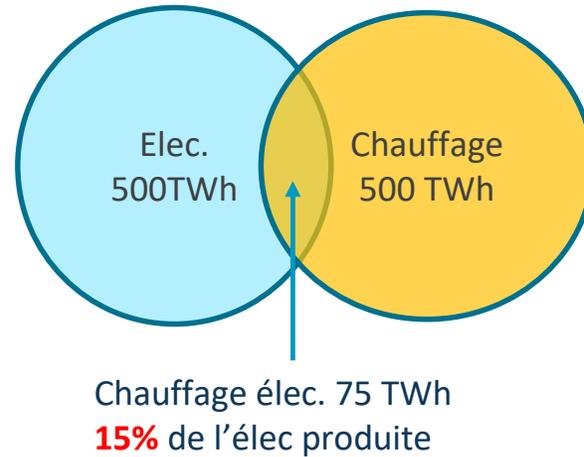
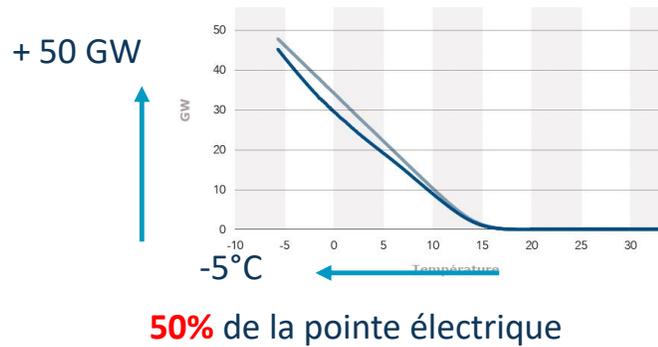


Pensez-vous que l'objectif de 55% d'électricité dans la consommation finale est :

- (a) trop faible
- (b) juste ce qu'il faut
- (c) pas assez important

Comment se préparer à la fois à la fin de vie du parc nucléaire historique et à l'électrification massive ?

Evolution des contraintes et opportunités liées à l'électrification



Modélisation multi-échelle spatiale | temporelle | sectorielle

Bâtiment

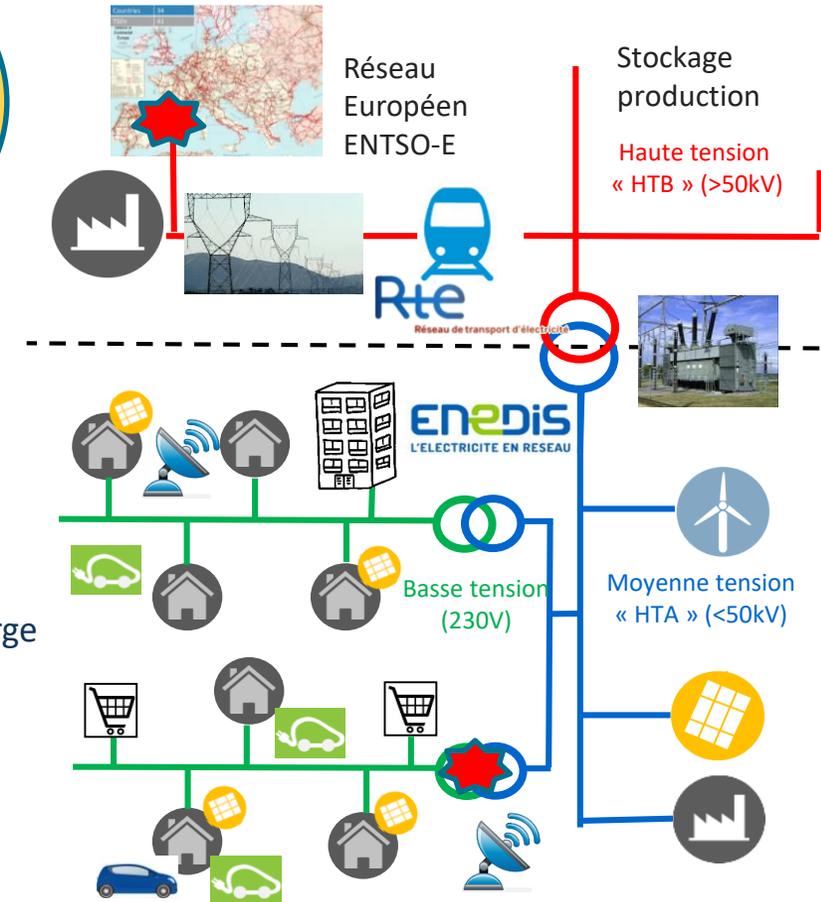
- Rénovation et sobriété
- Intérêt du gaz
- Utilisation bois-énergie
- Réseau de chaleur
- Risque posé par chauffage électrique « joule »
- Réglementations thermiques

Transport

- Localisation des bornes
- Impact des stratégies de charge
- V2G ?

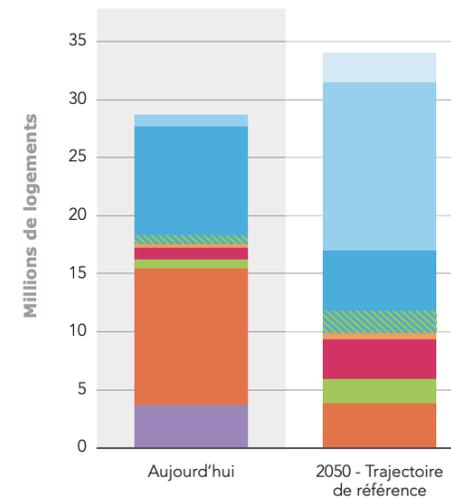
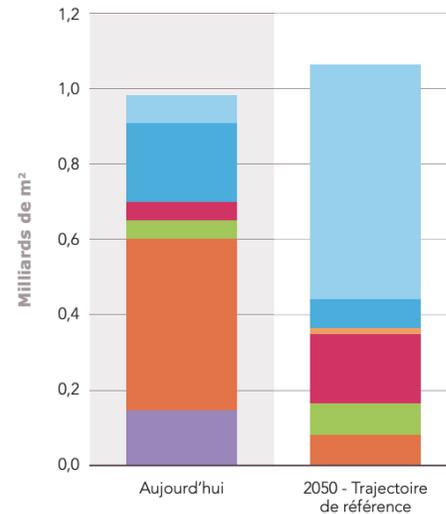
Industrie

- Changement de process
- Flexibilités nouvelles ?
- Localisation H2



Evolutions prévues sur l'électricité non spécifique par RTE

- Chaleur : résidentiel/tertiaire
Baisse du volume consommé
 - Rénovation
 - PAC
 - Hybridation

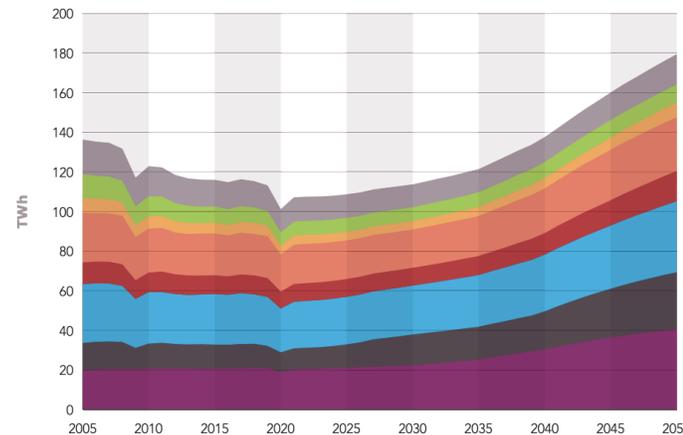


A droite : Résidentiel (45 TWh en 2020 à 35 TWh à 2050)
A gauche : tertiaire (17TWh à 15TWh)

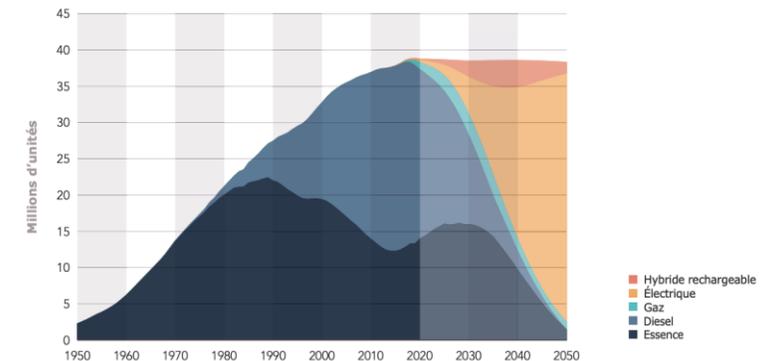
- Pompes à chaleur hybrides
- Électricité Joule
- Solaire thermique
- Biomasse dont bois
- Fioul
- Pompe à chaleur électriques
- Bi-énergie (électricité et bois)
- Réseau de chaleur
- Gaz*

- Industrie : ré-industrialisation

- Industries diverses
- Industrie du papier et du carton
- Construction automobile
- Chimie et parachimie
- Minéraux et matériaux
- Métallurgie, construction mécanique, électrique & électronique
- Sidérurgie
- Industrie agroalimentaire



- Transport : Véhicule léger 95 % électrique.
Véhicule lourd (20-70%)

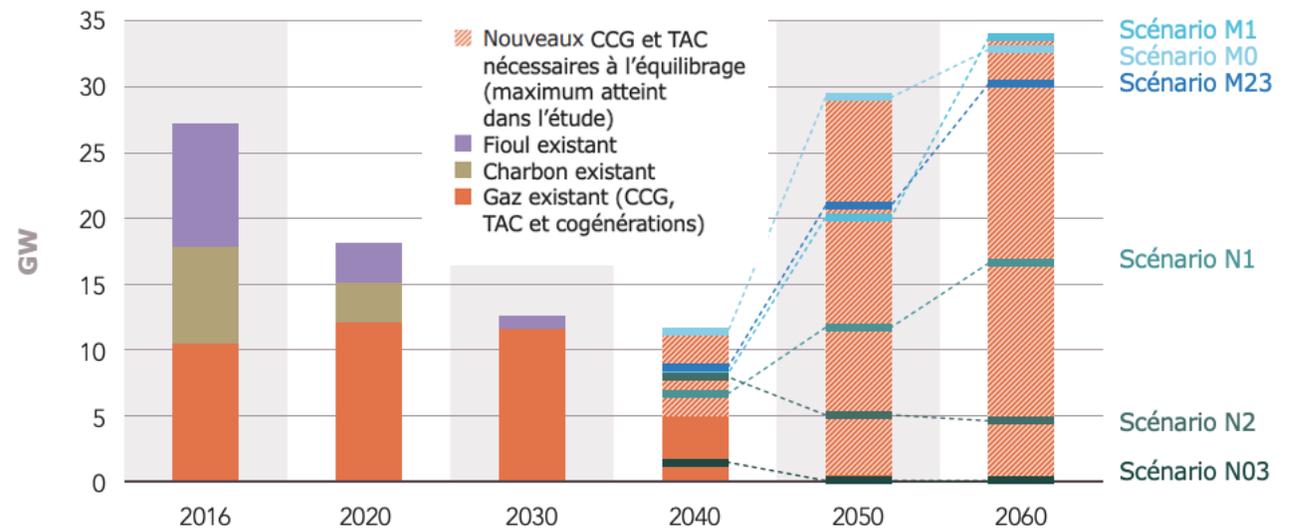
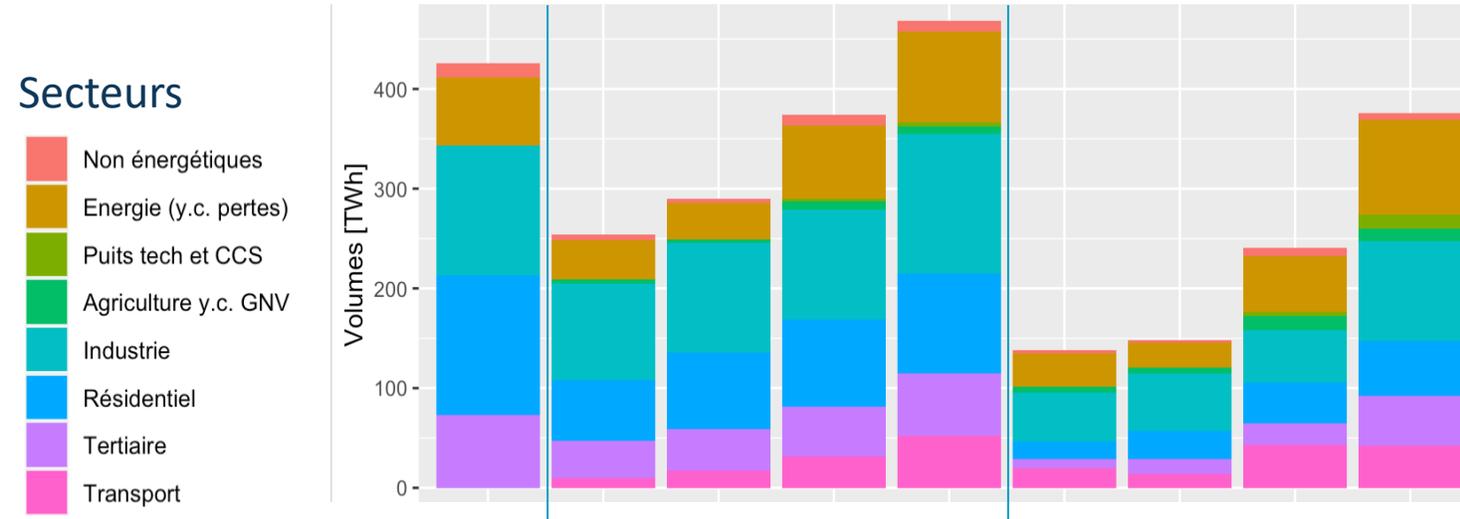


Quelles évolutions pour CH4 dans les scénarios de l'ADEME

(1) L'industrie, et l'énergie, deux secteurs où le gaz reste important en volume (il faut ajouter le H2)

(2) Volume de gaz dans le transport reste discuté (H2/CH4)

(3) Après 2040 : multiplier par 2 ou 3 les capacités de CCG/TAC à volume de gaz consommé
(RTE) H2 Vs CH4 (ADEME)

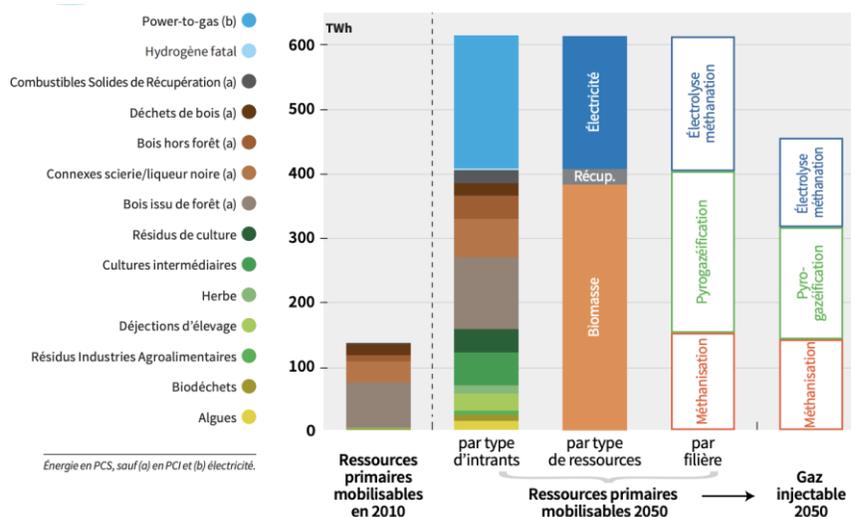


Des contraintes sur la production de gaz vert

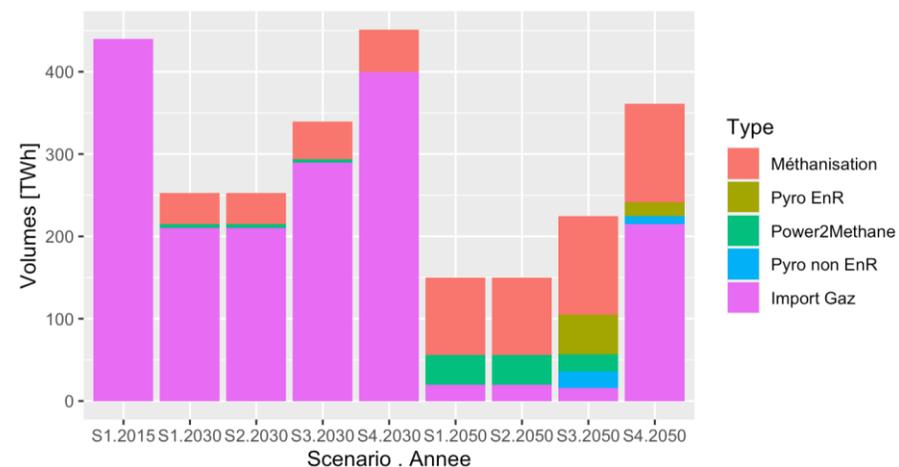
- Long terme :
 - Des gisements limités et incertains.
 - La question des imports

RTE/(SNBC ?) :
 2030 : 100 TWh
 2050 : 150 TWh gaz vert en sans imports

Gisement ADEME 2017 : 450 TWh



Gisement ADEME 2021 : 150-200 TWh

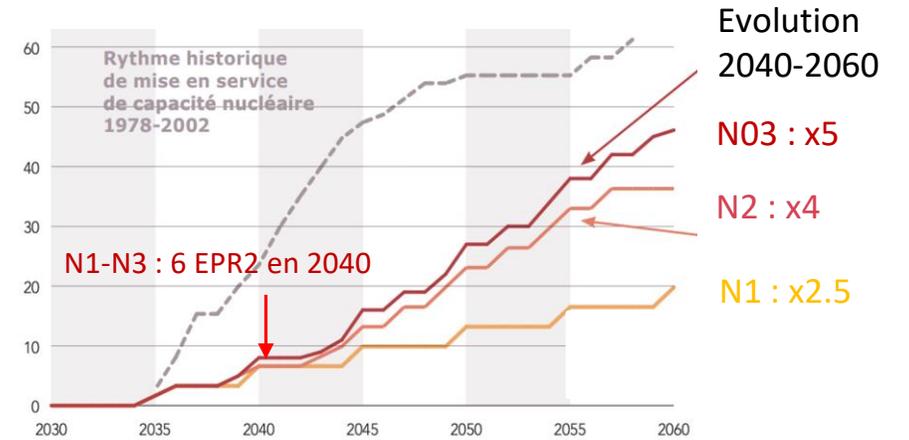
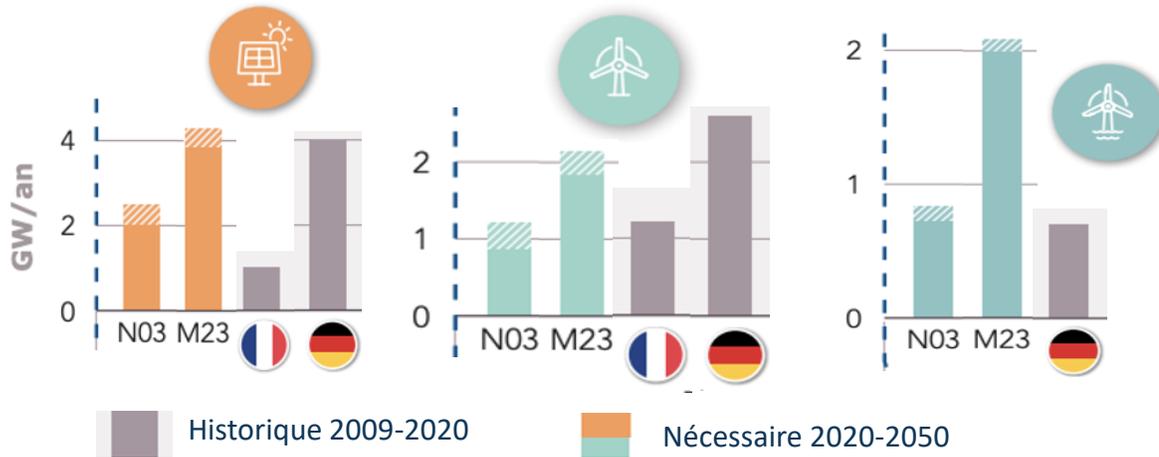


- Exigence de la filière : forêt/agriculture durable, économie circulaire, ... labels



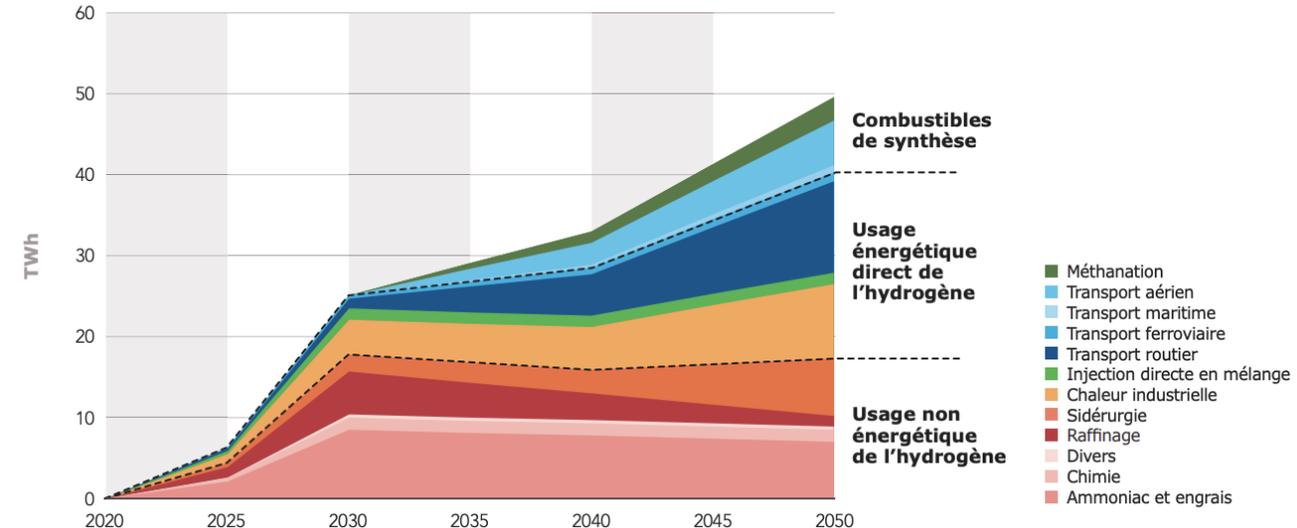
Des contraintes sur la production d'électricité

- Long terme : rythmes de développement : l'électricité n'est pas une ressource infinie



Quelques enjeux autour de l'hydrogène

- Court-moyen terme (2025-2035)
 - SMR Vs Electrolyse dans l'industrie (autres procédés ?)
 - H2 ou CH4 dans le transport (Elect Vs Thermique)
- Long terme (2035-2050)
 - Quelles infrastructures pour l'H2 (transport | stockage)
 - Importations ?
 - Production de CH4 à partir d'H2 ?
 - H2 ou CH4 pour la pointe électrique



Conclusions – Hybridation et coopération

- Rôle du gaz essentiel dans la transition :
 - réduction des volumes + service de puissance
 - Bien choisir les usages de cette ressource limitée
- H₂/CH₄
 - H₂ pour la molécule d'abord dans l'industrie
 - Des questions de long terme à étudier sur les infrastructures
- Coopération CH₄-Elec-Chaleur-Biomasse-H₂-...
 - Exigence environnementale des filières sans contribuer à couler les autres
 - Coopération des filières pour la planification et l'opération
 - Cadre réglementaire et économique à mettre en place