RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME

AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

LA PLACE DE L'HYDROGENE DANS LA TRANSITION ENERGETIQUE

Scénarios Transition(s) 2050 et ACV Hydrogène

1. Scénarios Transition(s) 2050

Le travail de l'ADEME

- **4 scénarios** correspondant à 4 visions de la société et à 4 niveaux de demande; reprenant la logique de construction du GIEC
- **Exhaustivité**: prise en compte de l'ensemble de la demande en énergies et aucune solution technique écartée a priori;
- **Une très forte interdépendance entre les secteurs**, ce qui permet de conférer à chaque scénario une structure solide et cohérente;
- **Comparaison multicritère** de ces scénarios, notamment technico-économiques, sociaux et environnementaux;
- **Un long travail collaboratif:** 2 ans de travail impliquant une centaine d'experts ADEME, de nombreux échanges avec l'extérieur dont un comité scientifique ad'hoc et wébinaire

Les 4 scénarios Transition(s) 2050

- **Frugalité contrainte**
- **Low-tech**
- **Localisme**
- Villes moyennes et zones rurales
- Rénovation massives
- 3x moins de viande
- Nouveaux indicateurs de prospérité

- **Coopérations entre territoires**
- **Modes de vie soutenables**
- **Gouvernance ouverte**
- Mobilité maîtrisée
- Economie du partage
- Réindustrialisation ciblée
- Fiscalité environnementale

- **Métropoles**
- **Technologies de décarbonation**
- **Consumérisme vert**
- Biomasse exploitée
- Hydrogène
- Déconstruction/reconstruction
- Régulation minimale

- **Technologie incertaines**
- **Consommation de masse**
- **Captage du CO_2 dans l'air**
- Intelligence artificielle
- Etalement urbain
- Agriculture intensive
- Economie mondialisée

La place de l'Hydrogène dans les scénarios

L'hydrogène, usage matière et vecteur énergétique.

Sa trajectoire en prospective 2030-2050 dépend :

1. **Des trajectoires de chaque secteur consommateur en consommation directe :**
   - Industrie : sidérurgie, méthanol/chimie, raffinage et bioraffinage...
   - Segments de mobilité
2. **Des potentiels/enjeux de décarbonation du réseau gaz via le Power-to-Gas et carburants de synthèse via le Power-to-Liquid** : consommations indirectes d'hydrogène
3. **Des limites potentielles sur la production** : en termes de ressources et capacités du réseau électrique, de capacités CCS ; mais aussi des possibilités d'importation d'H_2 décarboné

Un bouclage entre consommations (Mobilité, industrie) et réseaux (gaz, mix élec) réalisé dans le cadre de cet exercice

La place de l'hydrogène – Scénario S1
L'H_2 comme levier de décarbonation du gaz du réseau

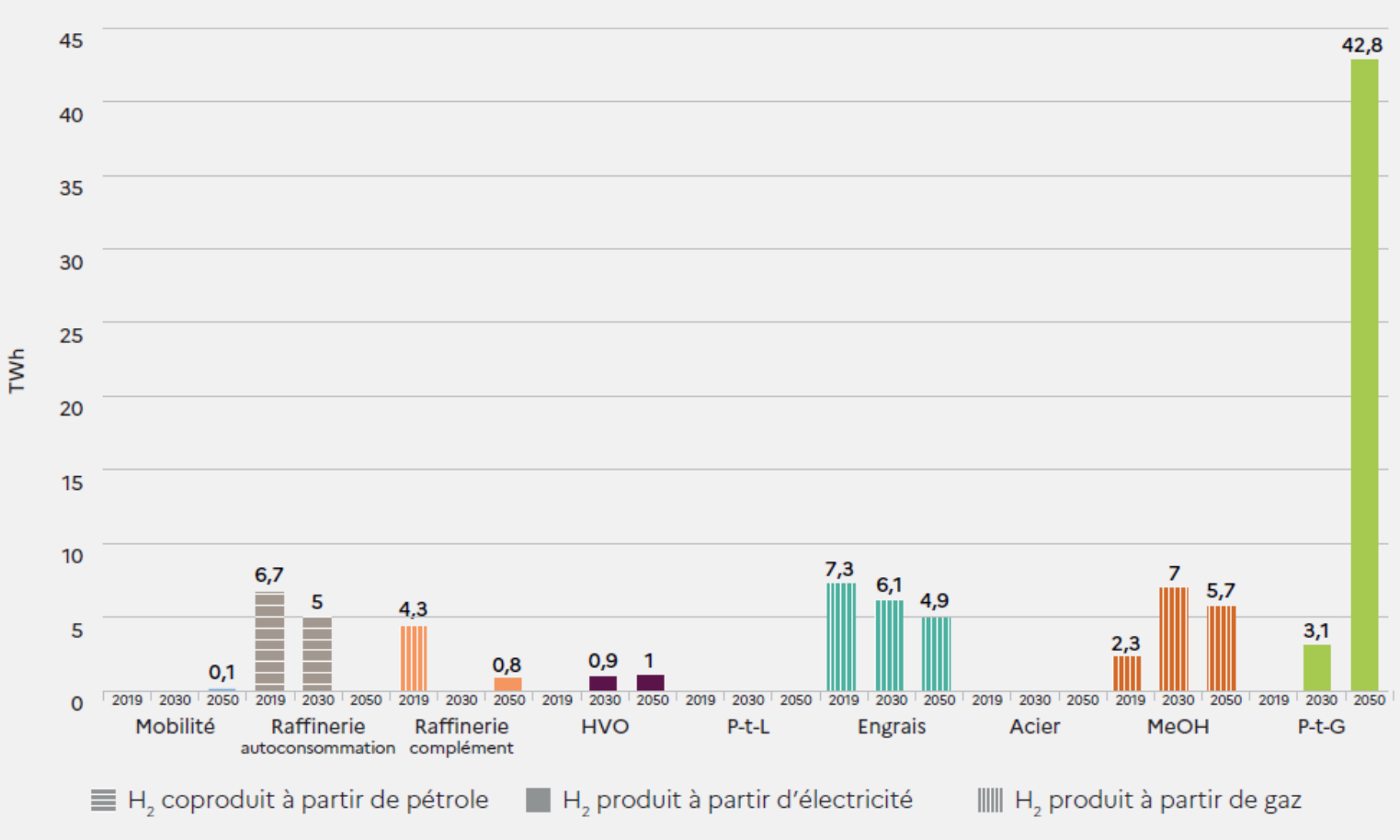
- **Pas ou peu de développement d'hydrogène pour de nouveaux usages directs** (mobilité, industrie). Pas de saut technologique.
- **Usage majoritaire de l'hydrogène pour le P2G** (CH4) permettant une forte décarbonation du gaz
- Maintien des usages industriels historiques de l'hydrogène basés sur le gaz fortement décarboné (méthanol et engrais)

55,2 TWh H_2 en 2050

81% ex-électricité, 19% ex-gaz

20,1 GW d'électrolyse

électrolyseurs de la taille du MW



La place de l'hydrogène– Scénario S2
Une panoplie d'usages directs et indirects de l'H_2

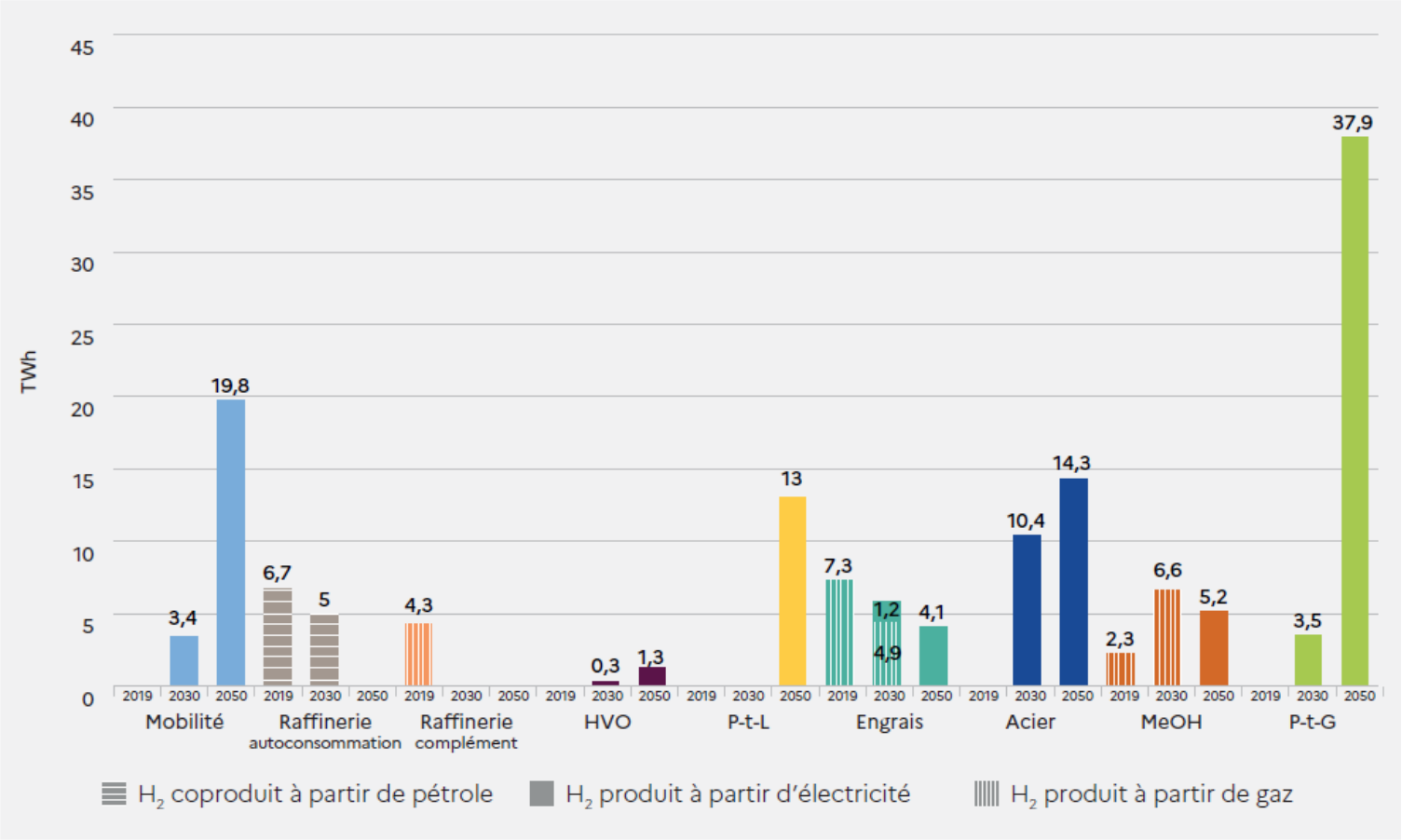
- **Usage majoritaire de l'hydrogène pour le P2G** (CH4) pour une forte décarbonation du gaz
- **Forte émergence des usages directs en mobilité lourde** (train, bus, PL)
- Emergence de nouveaux consommateurs industriels: P2L, Acier (DRI).
- Conversion progressive des usages industriels historiques (engrais et méthanol) à l'électrolyse

95,7 TWh H_2 en 2050

100% ex-électricité

30,1 GW d'électrolyse

électrolyseurs du MW à la centaine de MW



La place de l'hydrogène– Scénario S3
Une consommation massive d'H_2 couplée aux importations

- Usages diffus : **forte émergence des usages en mobilité lourde** (train, bus, PL) et P2G
- Usages centralisés : **usage majoritaire de l'hydrogène dans l'industrie (acier HF, méthanol)** dès 2030

=> Mise en place d'un réseau de **transport par pipe** et de stockage d'hydrogène dès 2030

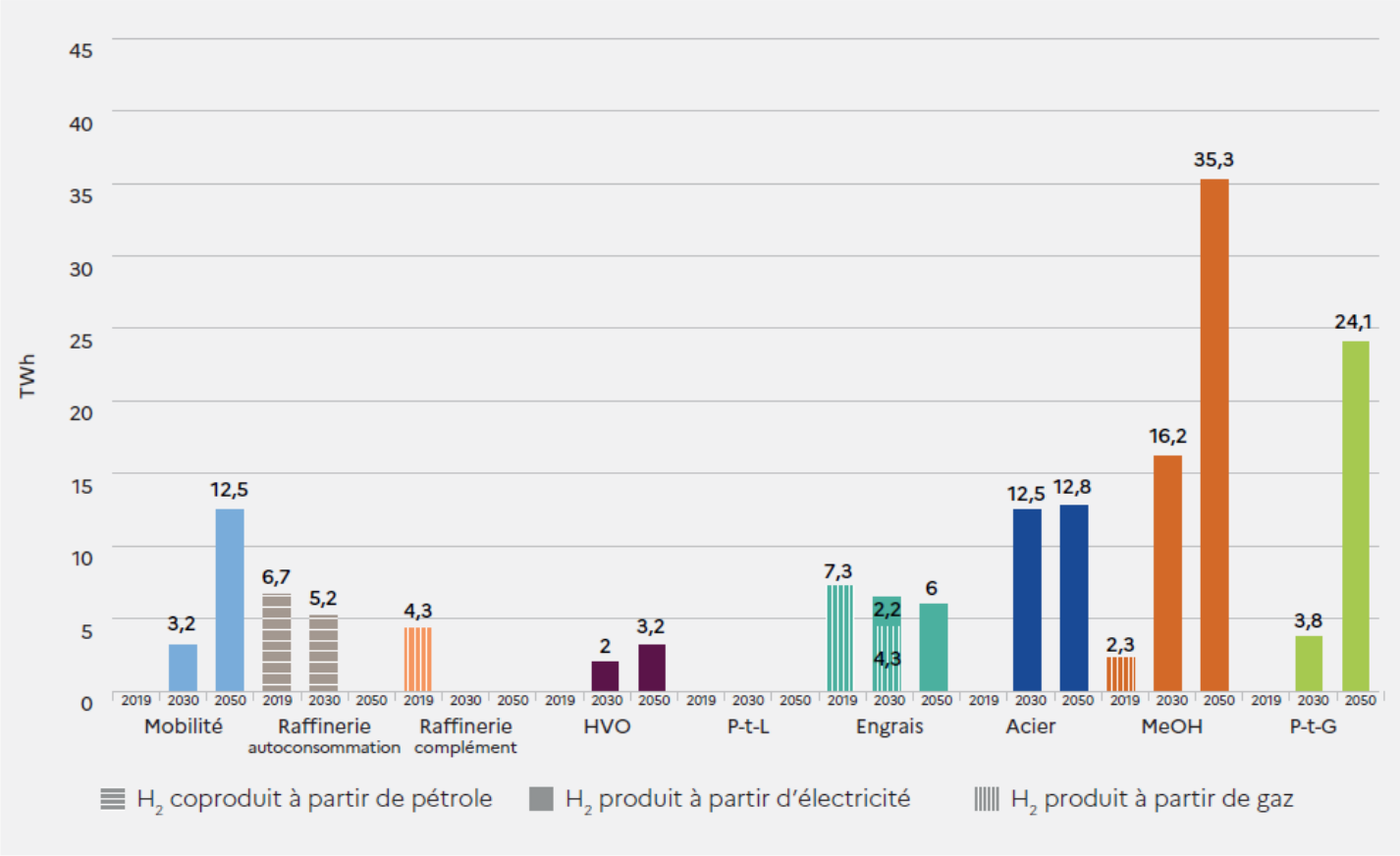
=> **Importation** d'hydrogène depuis Europe du Sud soulageant le réseau électrique

93,9 TWh H_2 en 2050 dont 48 importés

100% ex-électricité

28,8 GW d'électrolyse

55 TWh de capacité de stockage en cavités salines



La place de l'hydrogène– Scénario S4
La concurrence d'autres technologies compromet la place de l'hydrogène

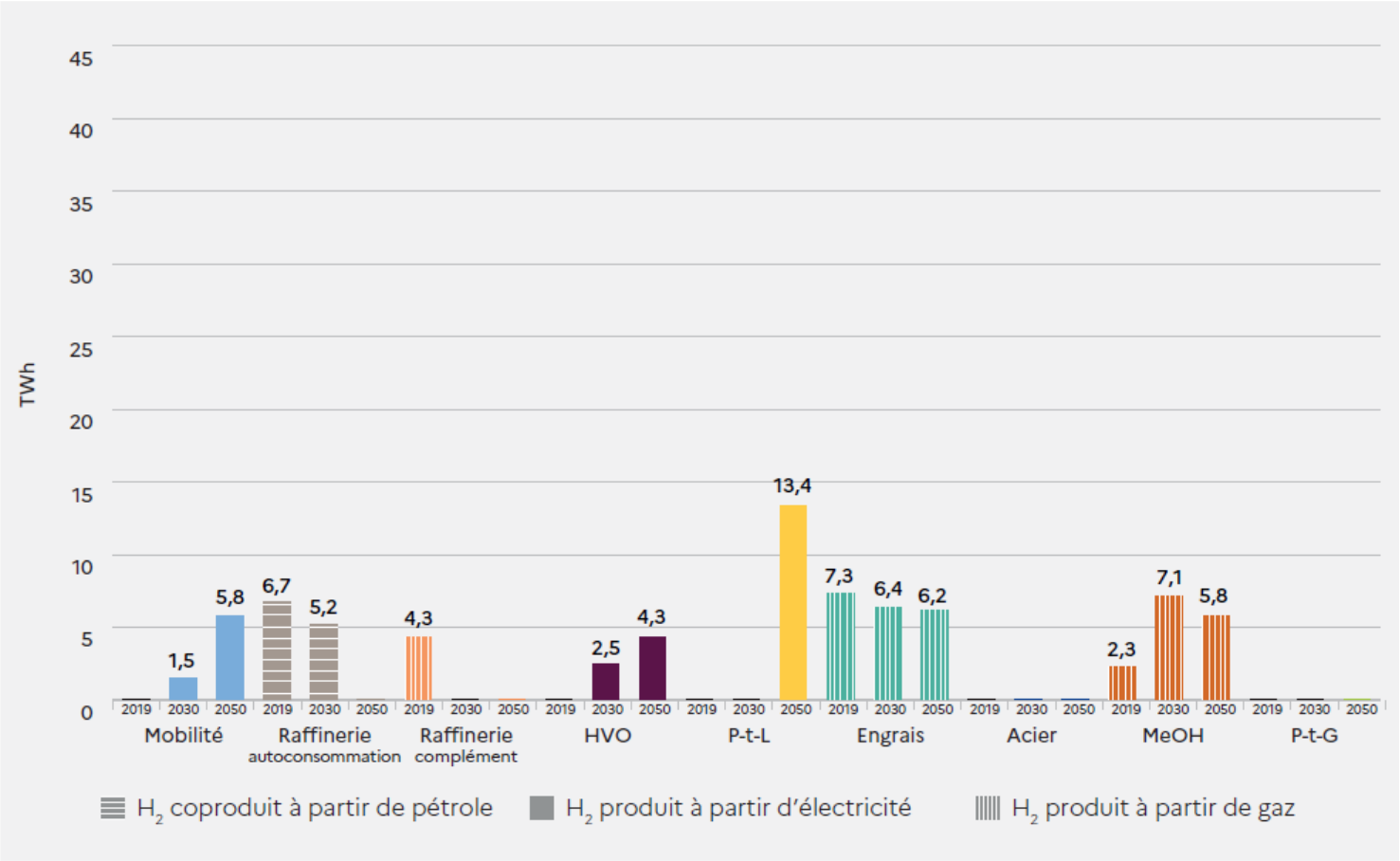
- **Recours à l'électrolyse et à l'hydrogène limités** :

  - CCS sur les secteurs industriels historiques (engrais, méthanol)

  - Emergence de pipes CO_2, conditions favorables au DACCS et en défaveur du P2G

  - Fortes avancées technologiques sur les batteries dans la mobilité limitant le recours à l'hydrogène

- Développement de l'électrolyse pour de nouveaux usages industriels (P2L, HVO) et mobilité.



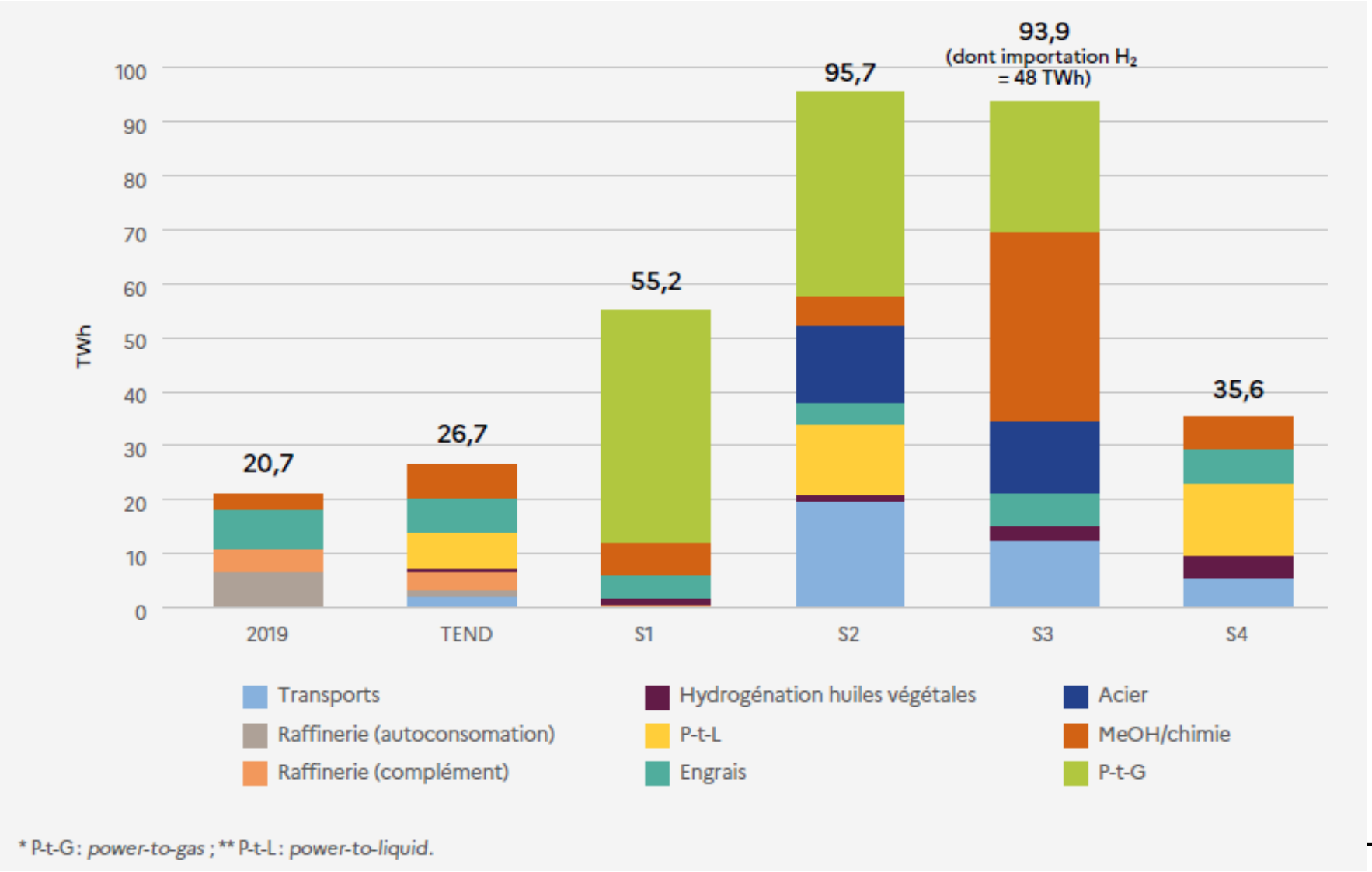
35,6 TWh H_2 en 2050

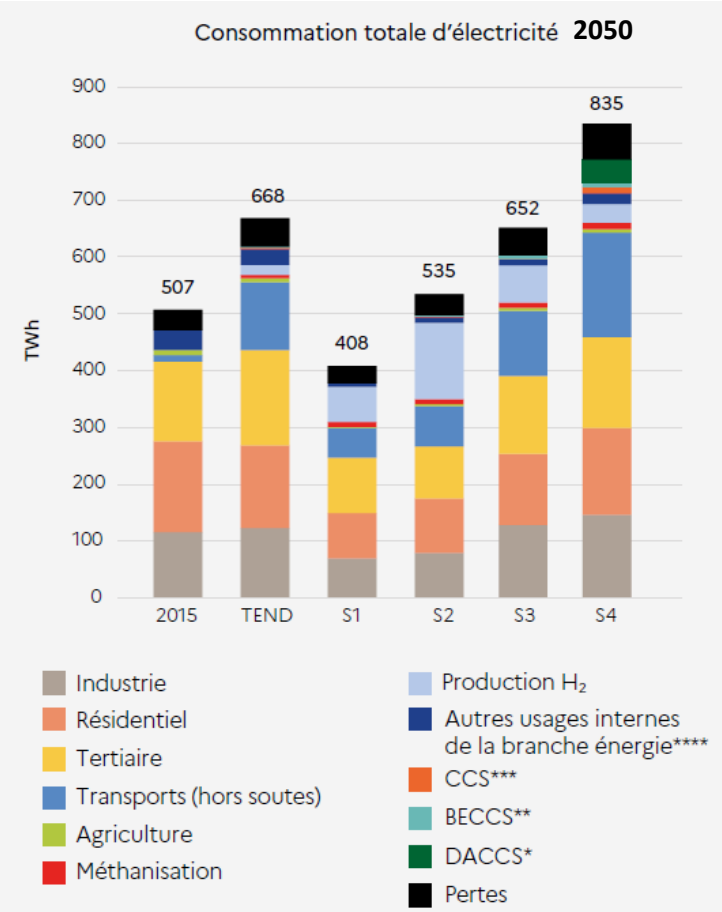
66% ex-électricité, 34% ex-gaz+ CCS

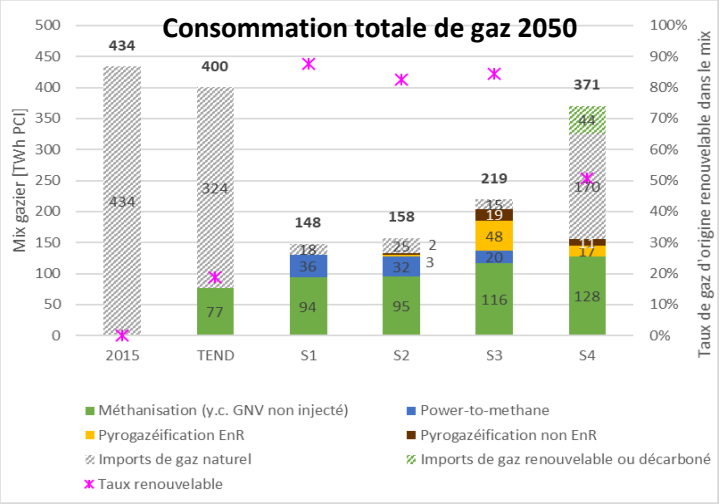
4,8 GW

électrolyseurs du MW à la centaine de MW

Synthèse







Consommation totale d'H_2 en 2050 (TWh H2)

2. L’Hydrogène dans la mobilité : l’exemple de l’étude ACV Hydrogène (2020)

Objectifs de l'étude

Enjeux :

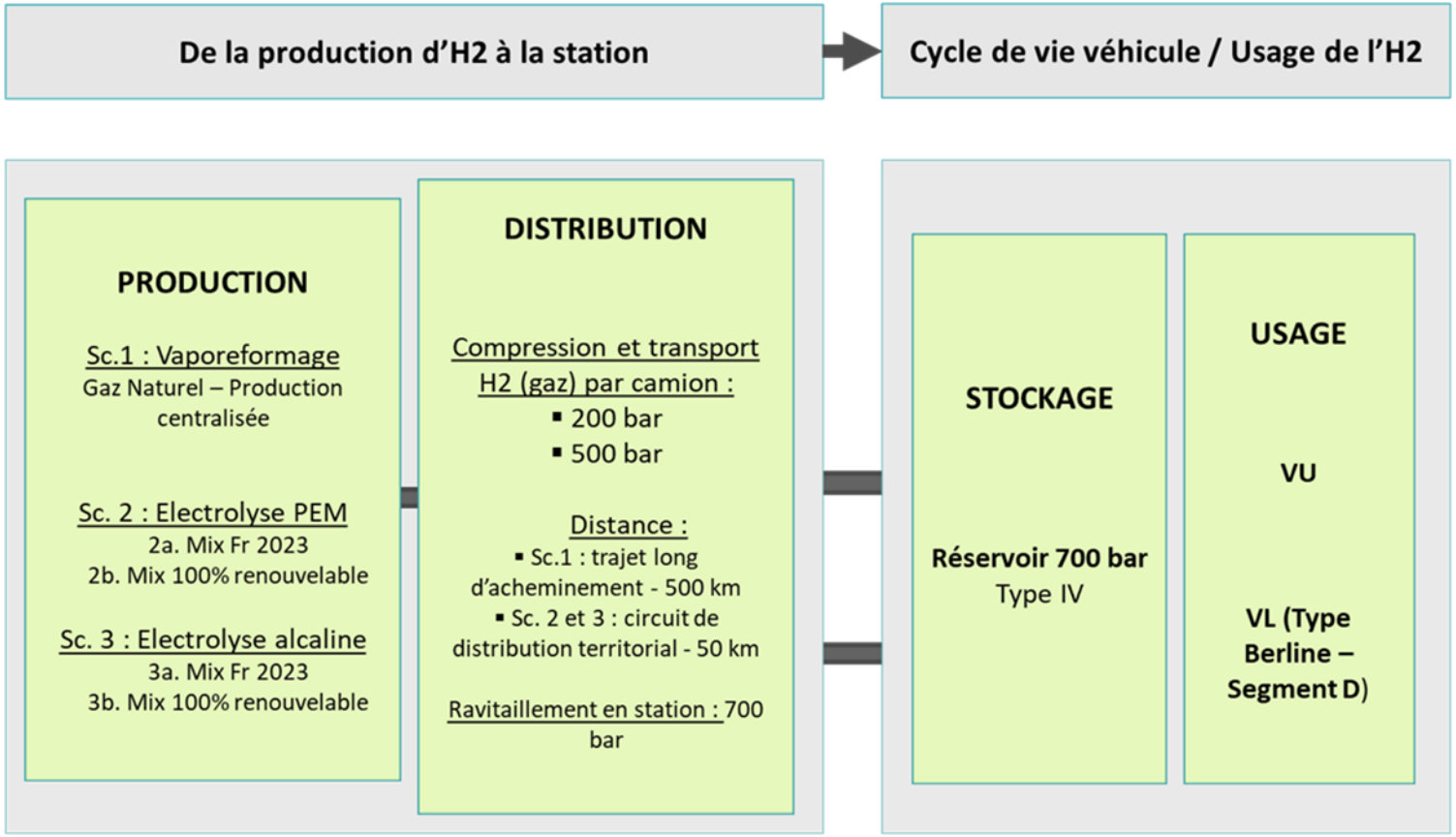
- ❑ Collecte de données représentatives sur les technologies à date
- ❑ Approche multi-critères des impacts

Deux périmètres étudiés :

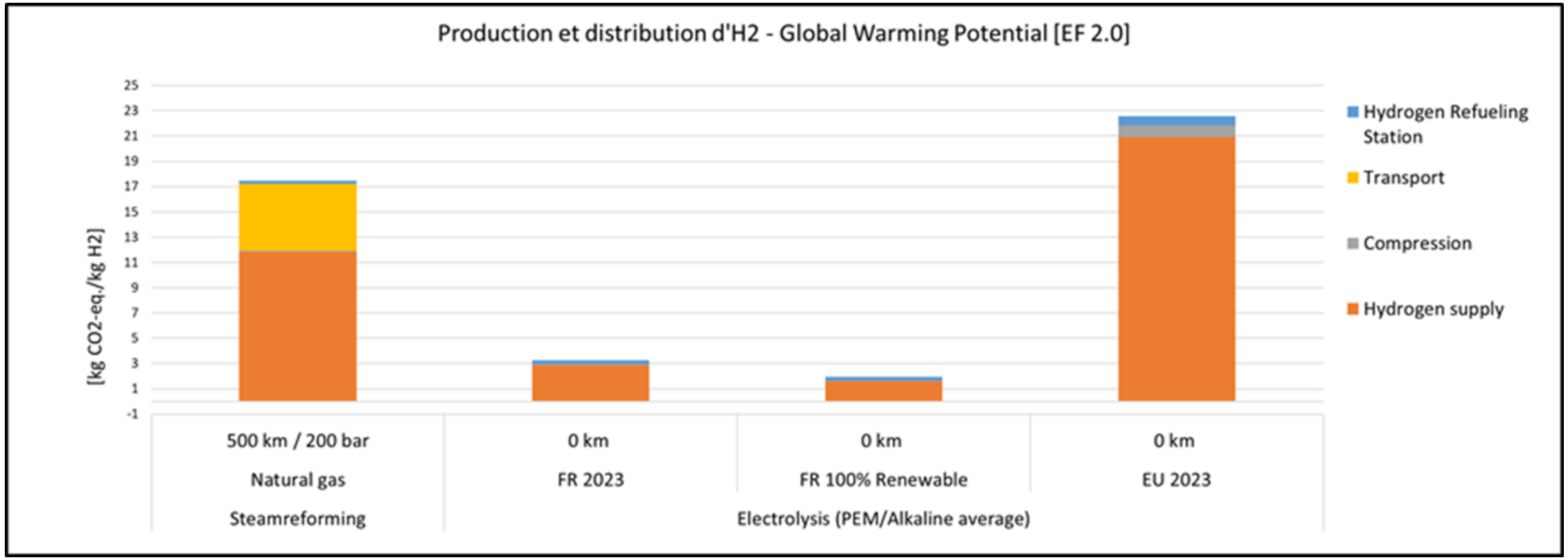
- ❑ Production / distribution
- ❑ utilisation en véhicule professionnel

Une étude normalisée :

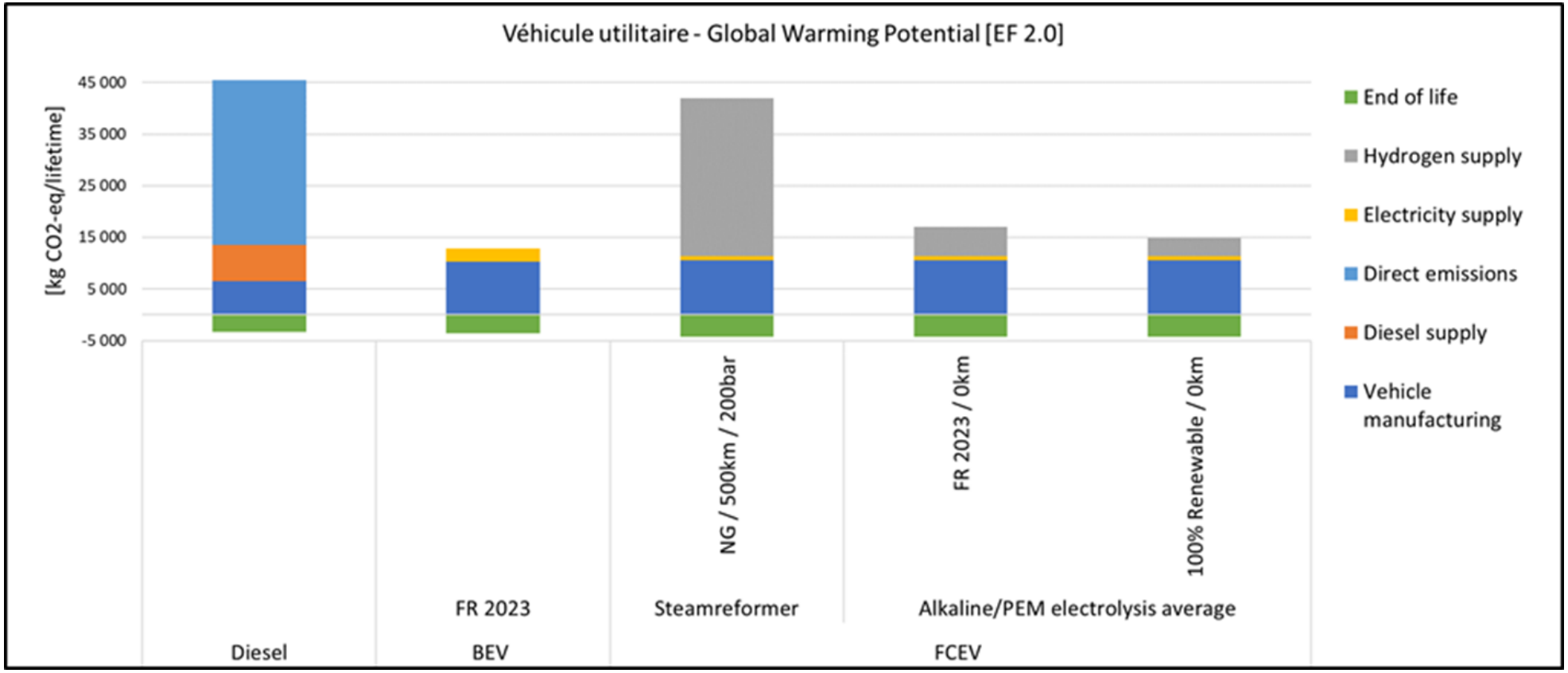
- ❑ Règles ISO, Comité technique, Revue critique



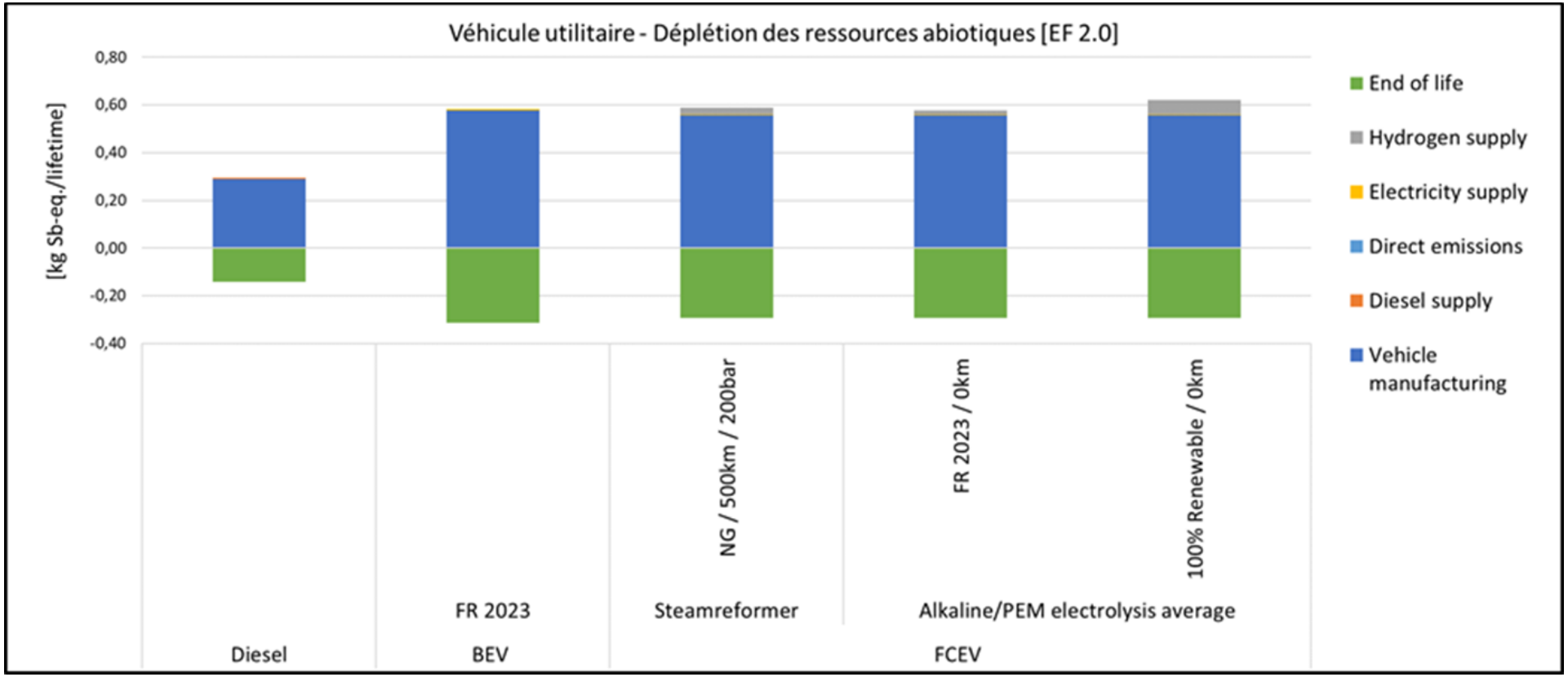
Les enseignements – Production et distribution



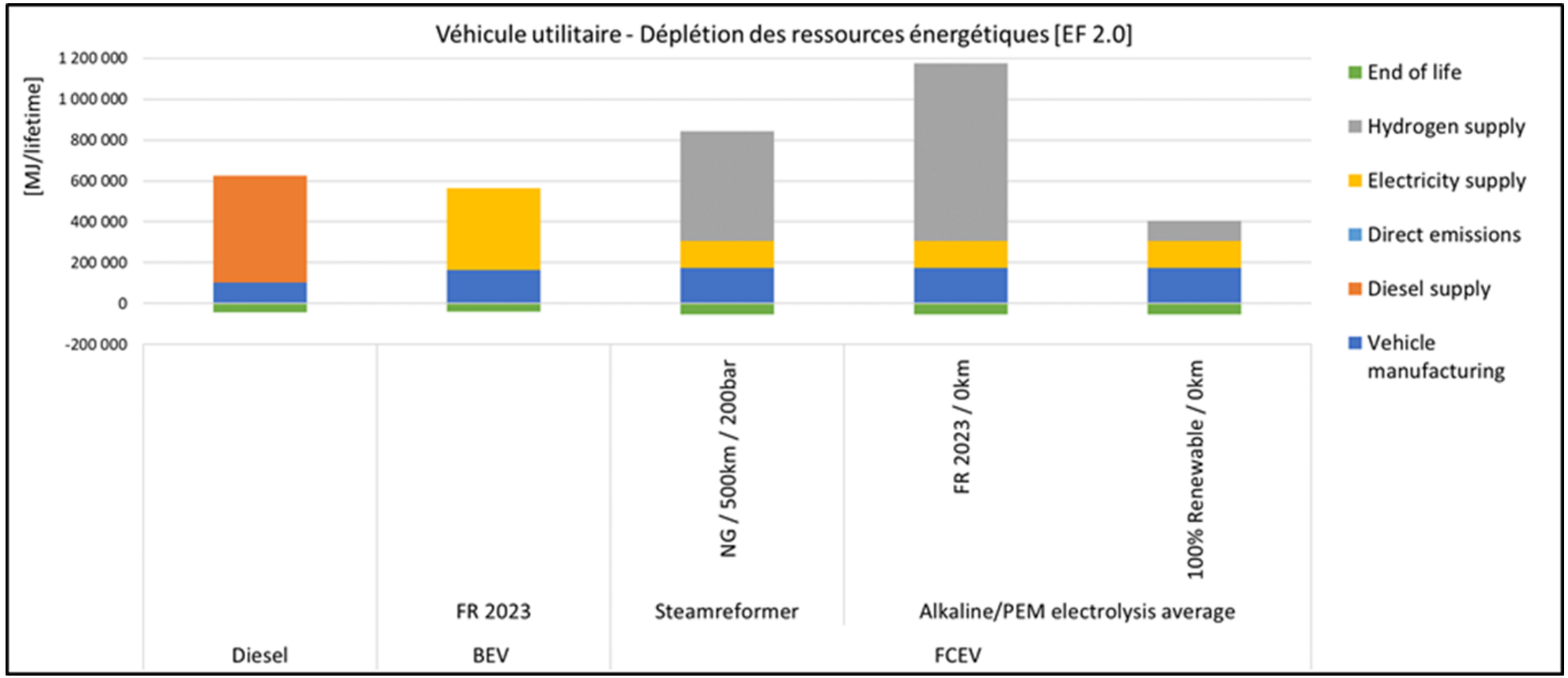
Les enseignements – impact GES



Les enseignements – impact sur les ressources



Les enseignements – impact énergétique



Recommandations et perspectives

Au vu des résultats, il est nécessaire de :

- ❑ Développer la production d'hydrogène bas-carbone et/ou renouvelable par électrolyse de l'eau
- ❑ Favoriser **l'optimisation des ressources nécessaires** à la fabrication des véhicules
- ❑ Adopter une logique d'écosystèmes (production / distribution / usages)

D'autres travaux sont à prévoir : ACV véhicules lourds, comparaison avec le GNV / bioGNV, analyse systémique sur l'électromobilité, mise à jour…

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME

AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

DR Île-de-France
Jérémie Almosni, Directeur Régional
Thomas Bertheau, Chargé de mission Hydrogène