



Résultats de la simulation

Victor Leny

Sommaire

- I. Notre objectif : la neutralité carbone
- II. La décarbonation des principaux secteurs émetteurs
 1. Transports
 2. Logement et tertiaire
 3. Industrie
 4. Agriculture
- III. Produire de l'énergie bas carbone
 1. L'électricité
 2. La biomasse

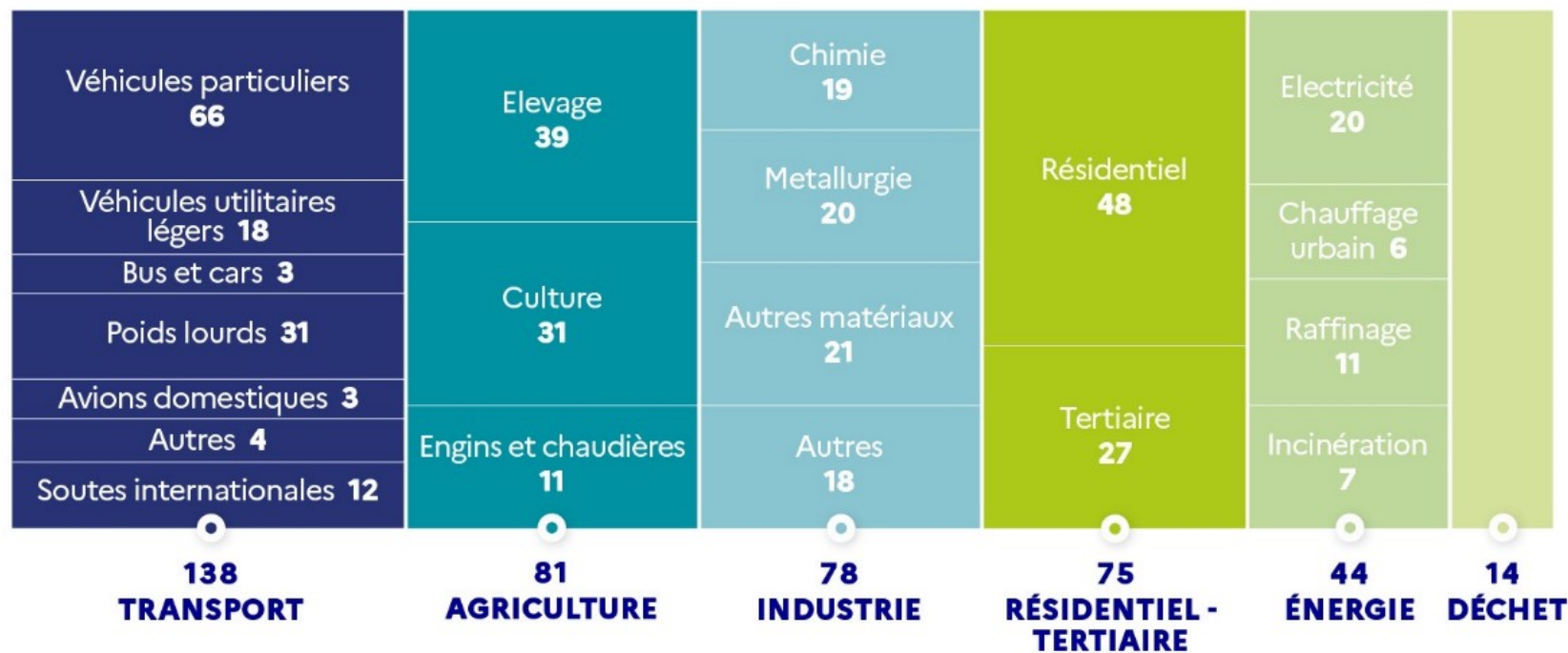
Notre objectif

La neutralité carbone en 2050

La neutralité carbone

Emissions de gaz à effet de serre (GES) en France par secteur d'activité

Chiffres de l'année 2021 en millions de tonnes équivalent CO₂



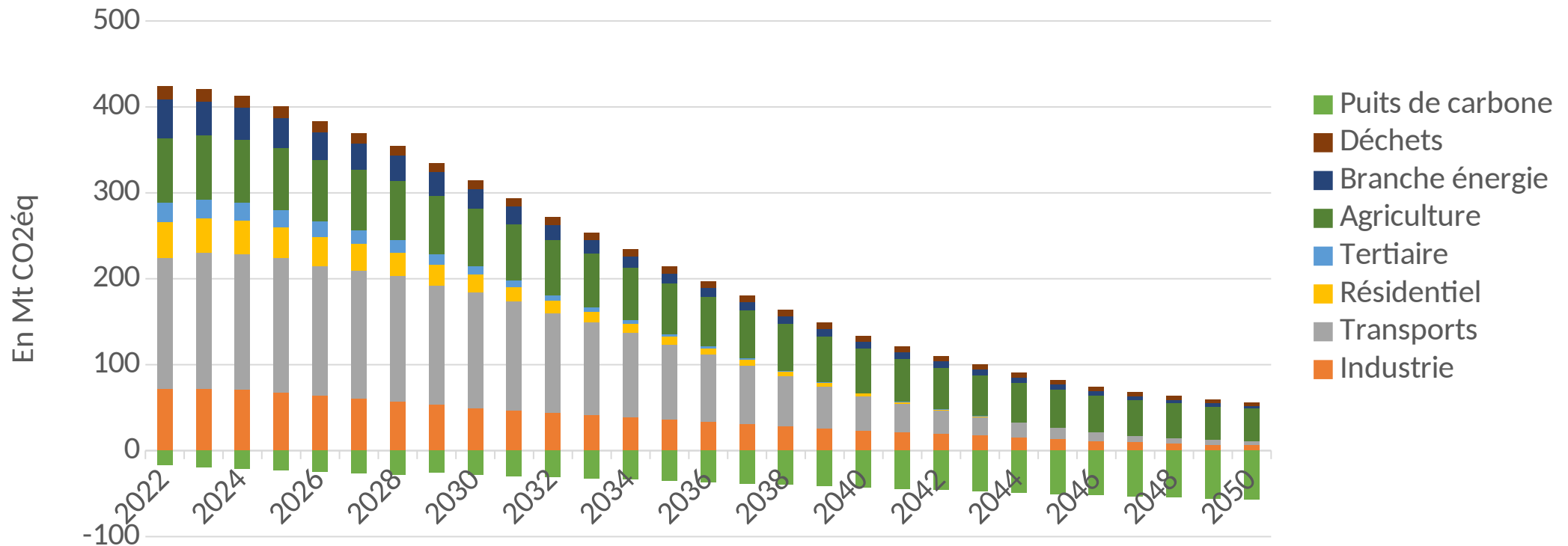
Source : CITEPA-SECTEN, baromètre mensuel – hors UTCATF



La neutralité carbone

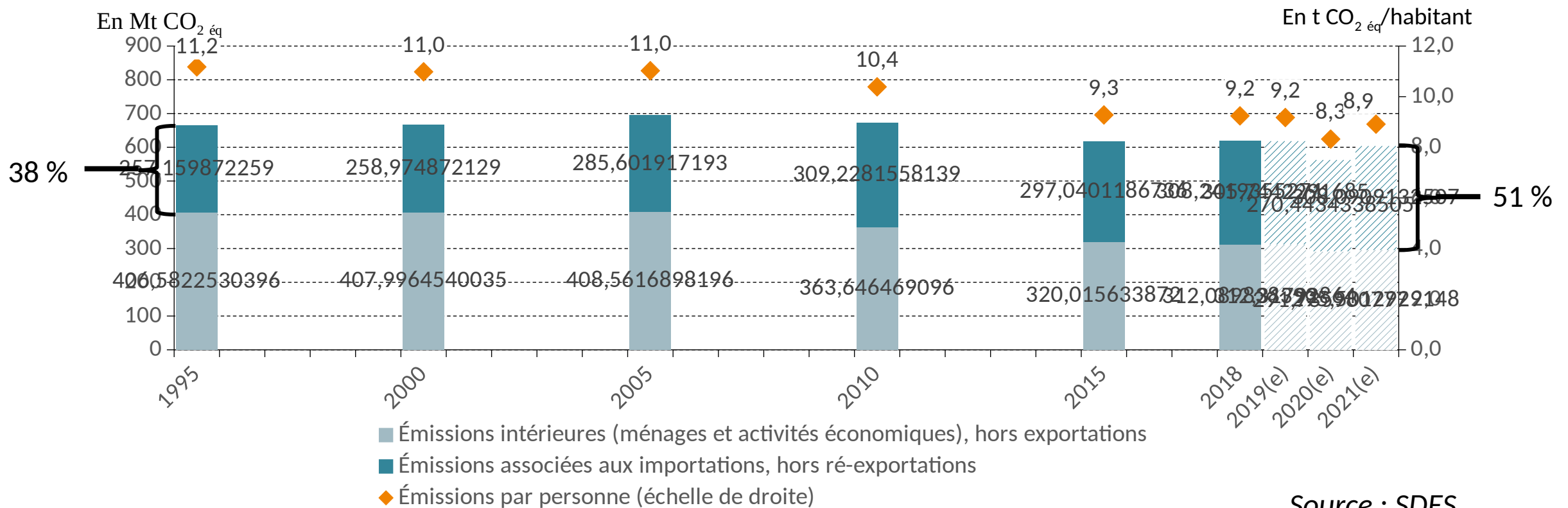
Il faudra diviser nos émissions territoriales par 7,5 d'ici 2050 !

Évolution des émissions de GES territoriales de la France



La neutralité carbone

Tout en réduisant nos émissions importées

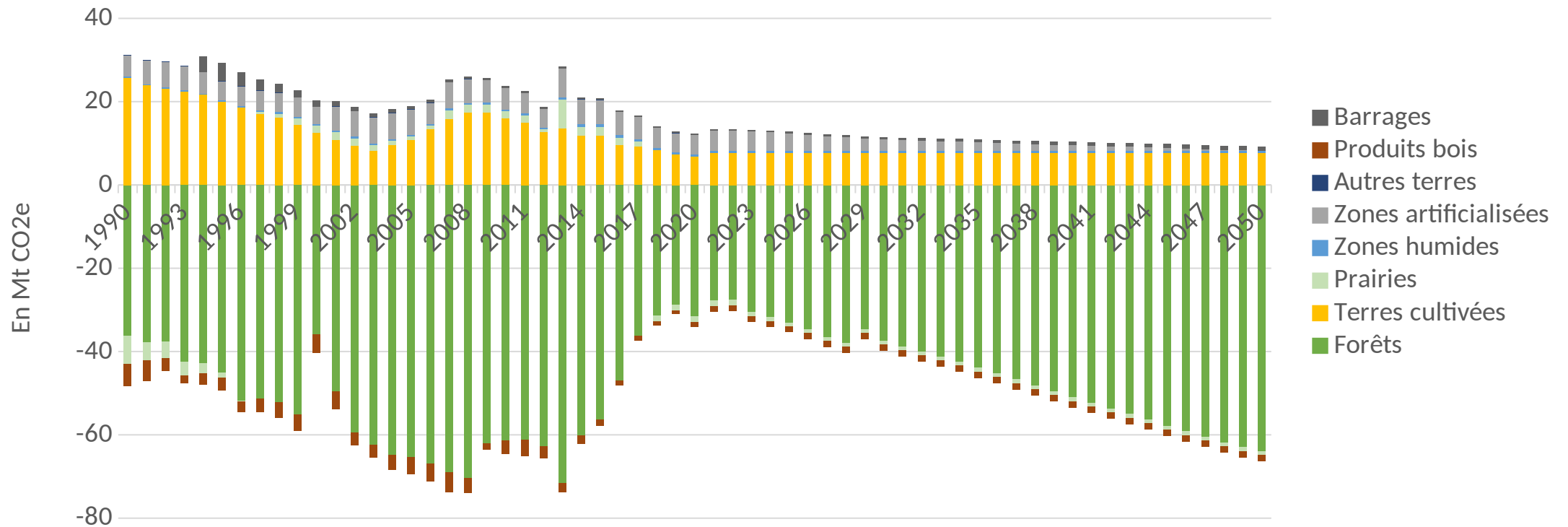


Source : SDES.

La neutralité carbone

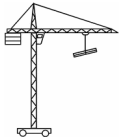
Redresser nos puits de carbone qui s'effondrent depuis 2014

Évolution des émissions et puits carbone du secteur « usage des terres » entre 1990 et 2050



La neutralité carbone

Principales mesures pour redresser les puits de carbone :



Zéro artificialisation nette.



Reforestation (en agroforesterie) de 2,4 Mha.

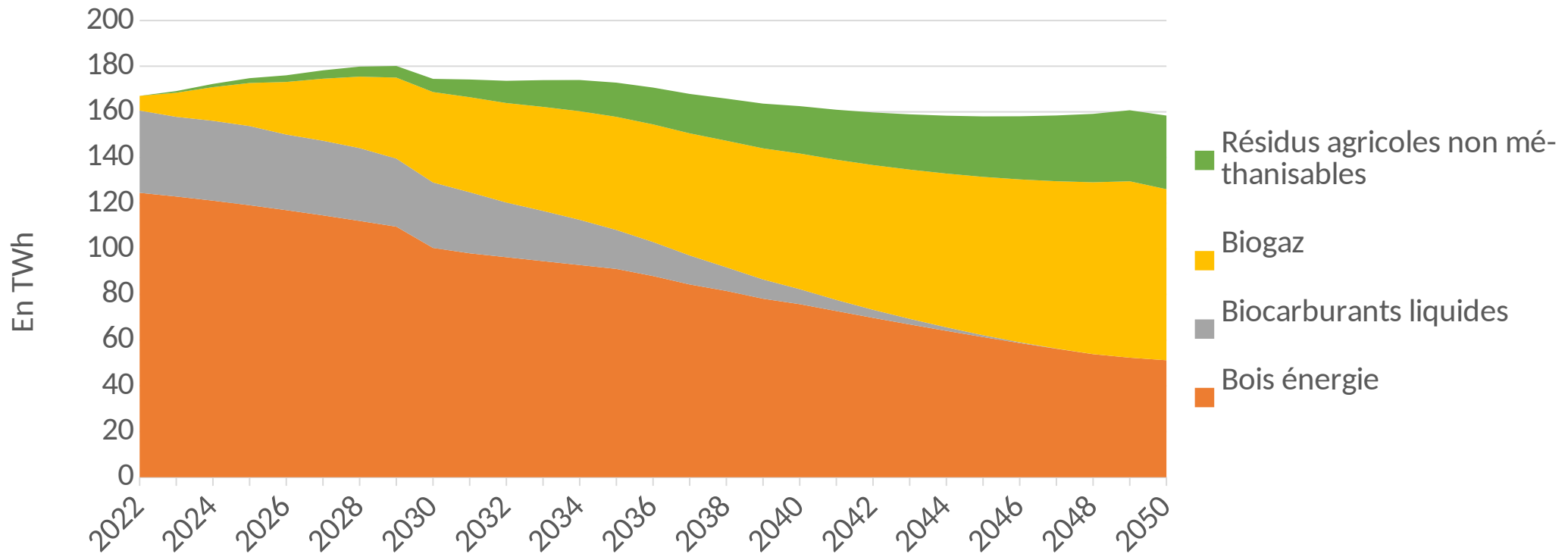


Économie de ressource en biomasse-énergie.

La neutralité carbone

Ménager les ressources en biomasse-énergie

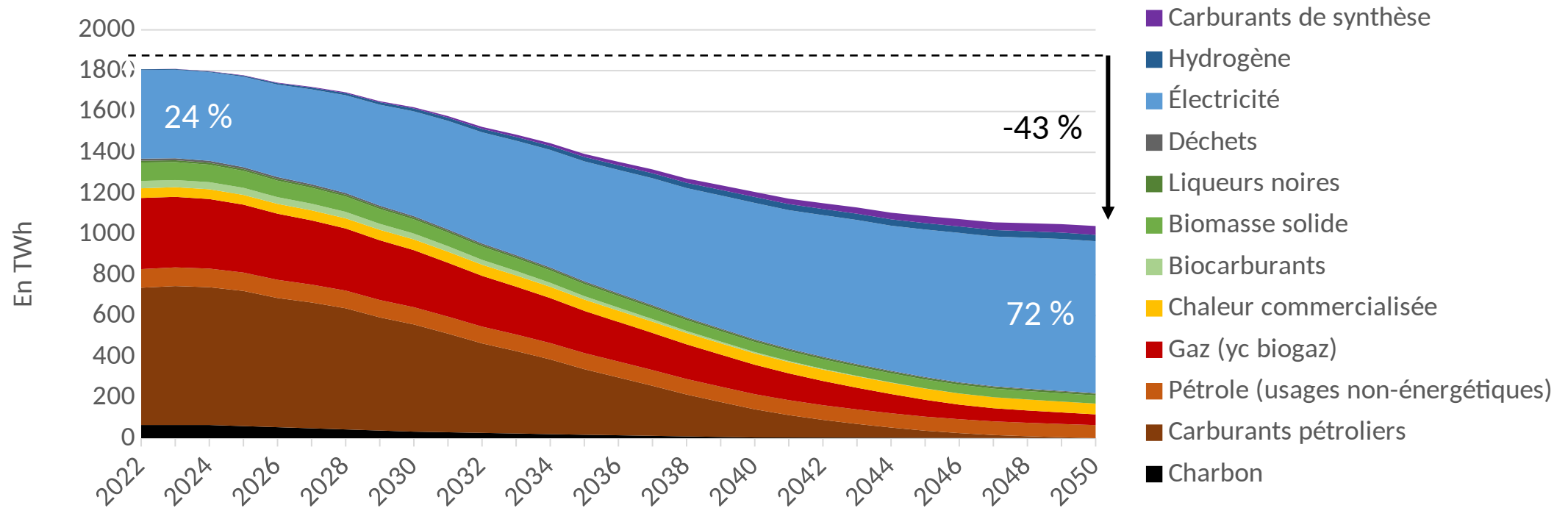
Évolution de la consommation de biomasse



La neutralité carbone

Une très forte électrification des usages

Évolution de la consommation d'énergie finale en France



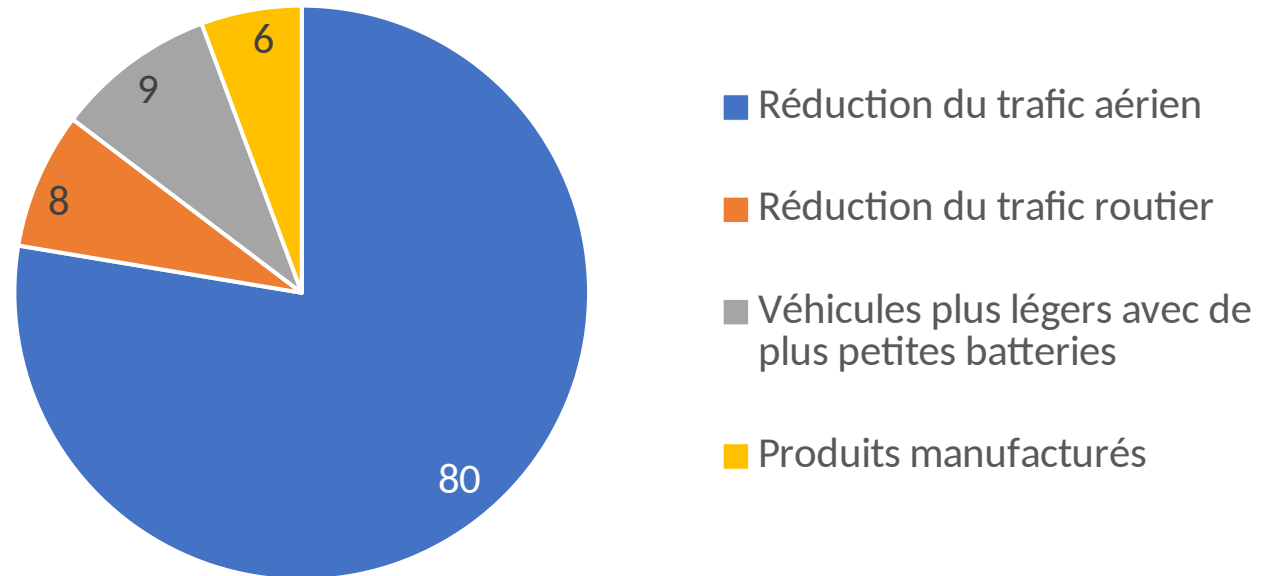
La neutralité carbone

Des mesures de sobriété indispensables

104 TWh économisés dont :

- 10 TWh de biomasse.
- 94 TWh d'électricité (soit 8 EPR).

Économies liées à la sobriété en 2050 (en TWh)



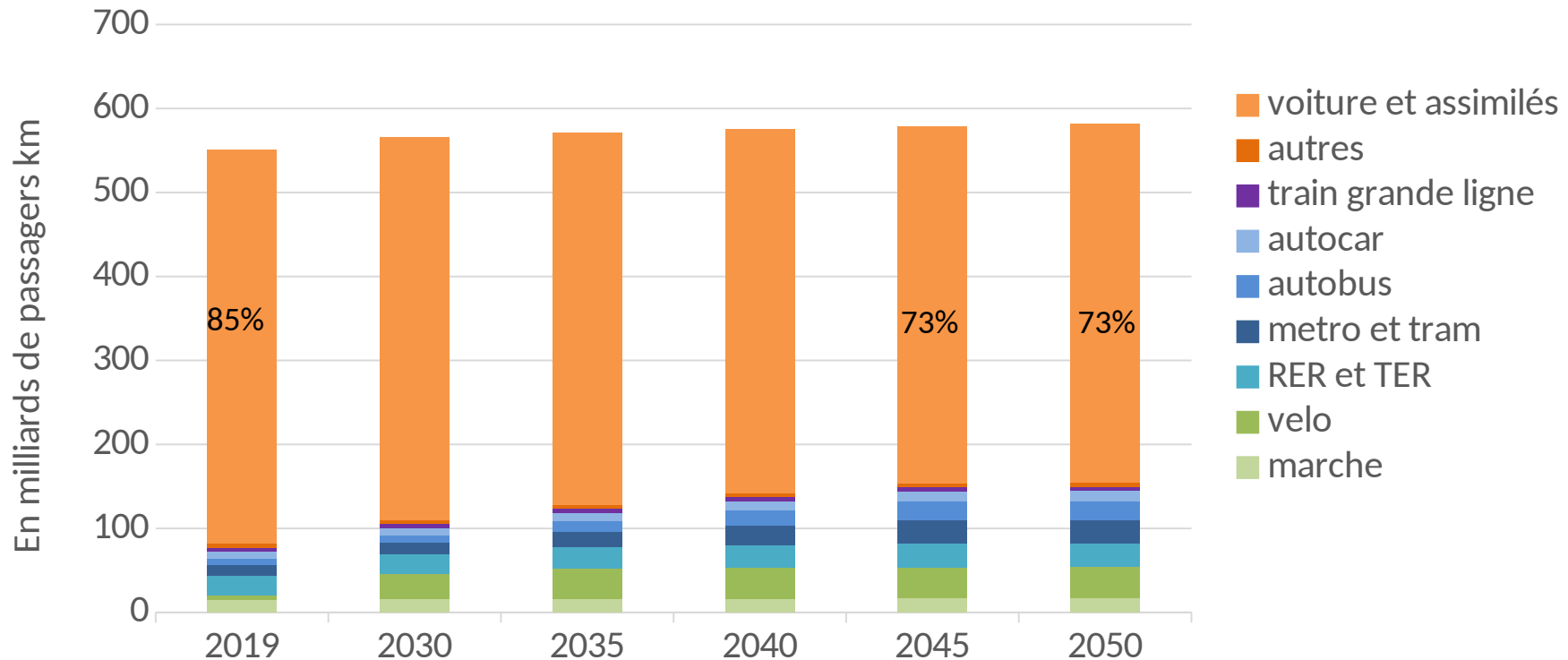
Les transports

Se déplacer et transporter mieux et autrement

Les transports

Trajets du quotidien : réduire la dépendance à la voiture grâce aux services publics

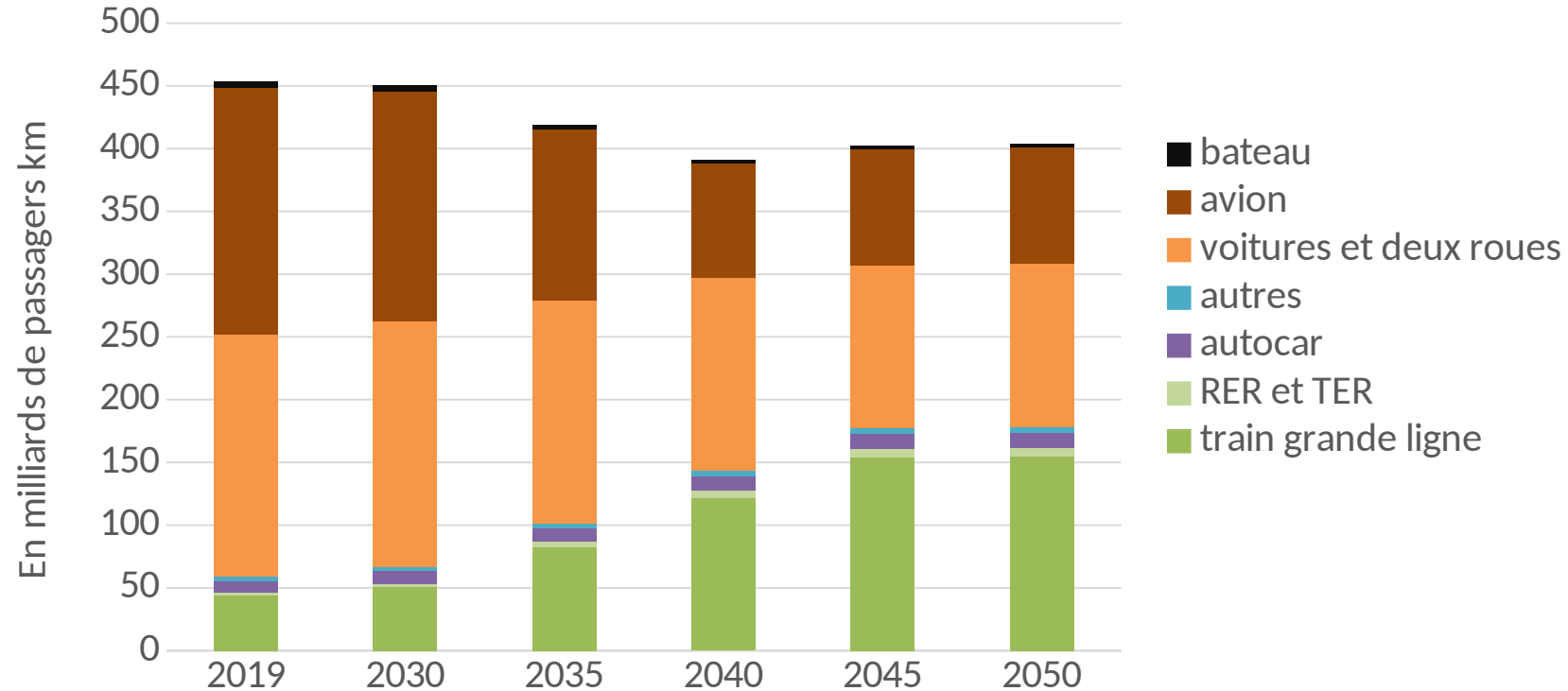
Évolution du trafic lié aux déplacements locaux



Les transports

Départs en vacances : moins d'avion et de voiture, le train accessible à tous

Évolution de la mobilité longue distance entre 2019 et 2050



Les transports

Transports publics : les propositions d'*Empreinte 2050*



Ferroviaire (× 2,6)

- Nouvelles LGV : Lyon-Turin, Bordeaux-Dax...
- Relance des TER, Intercités, trains de nuits.
- Prix abordables.



Transports publics (× 2)

- Nouvelles lignes et renforcement réseaux métro et RER.
- Bus à haut niveau de service.
- Gratuité.



Vélo (× 6)

- Pistes cyclables dédiées (100 000 km).

Les transports

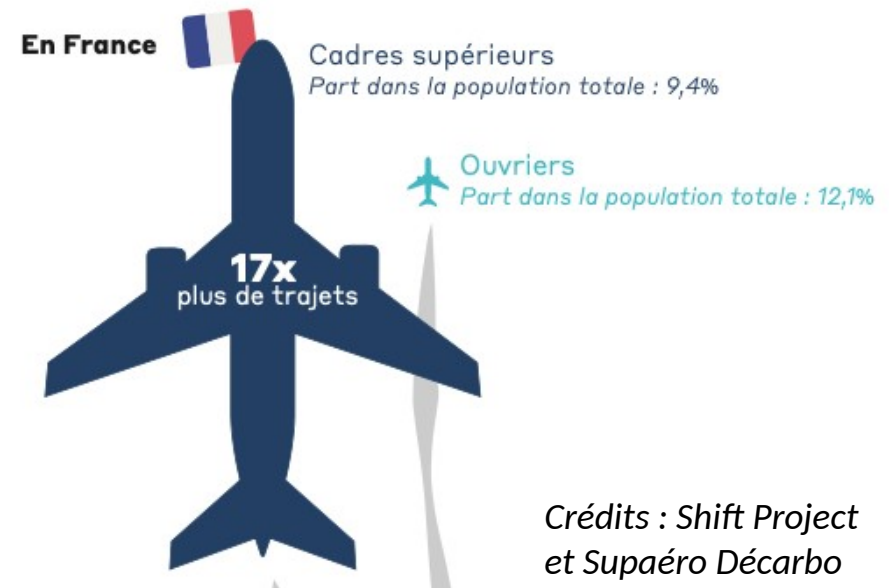
Transport aérien : pourquoi réduire le trafic ?

Trop d'énergie...

Scénario	Feuille de route aérien	Empreinte 2050
Évolution du trafic	+ 40 %	- 53 %
Consommation électrique	126 TWh	52 TWh
Consommation biomasse	42 TWh	32 TWh

...pour trop peu de bénéficiaires

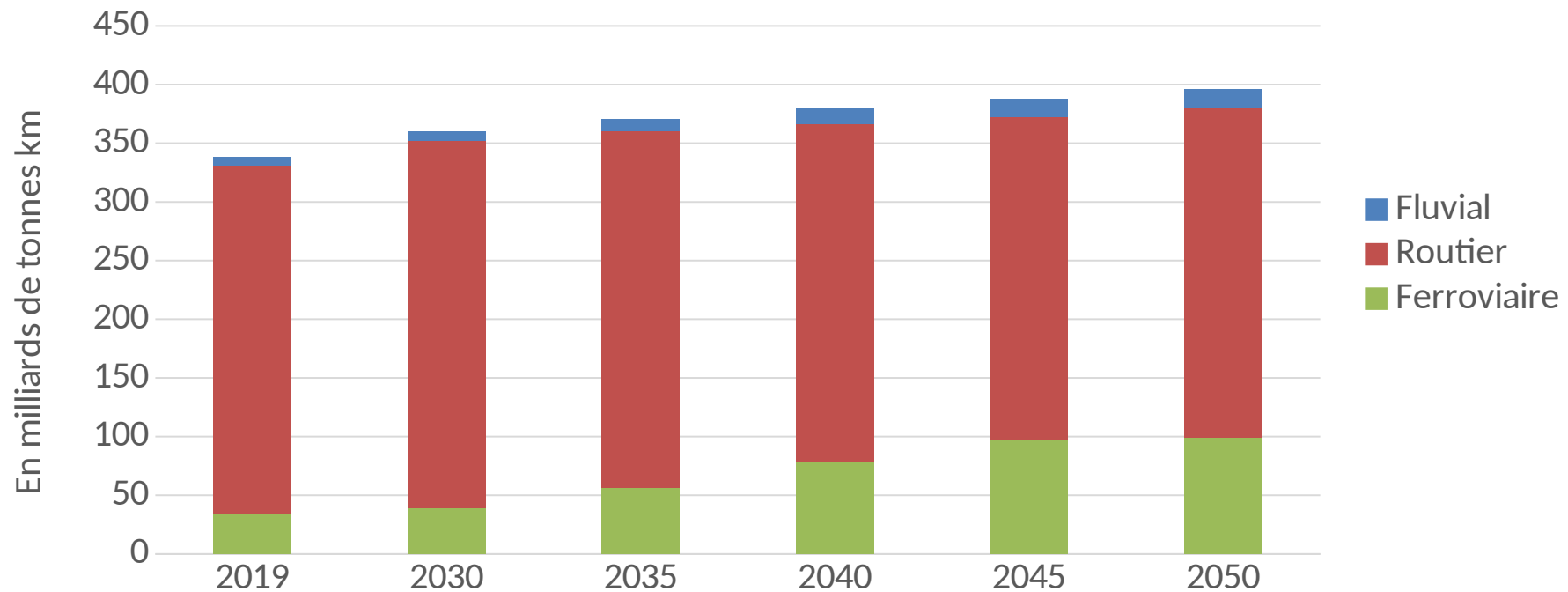
Une sur-représentation des CSP+ dans les avions



Les transports

Transport de marchandises : développer le report modal

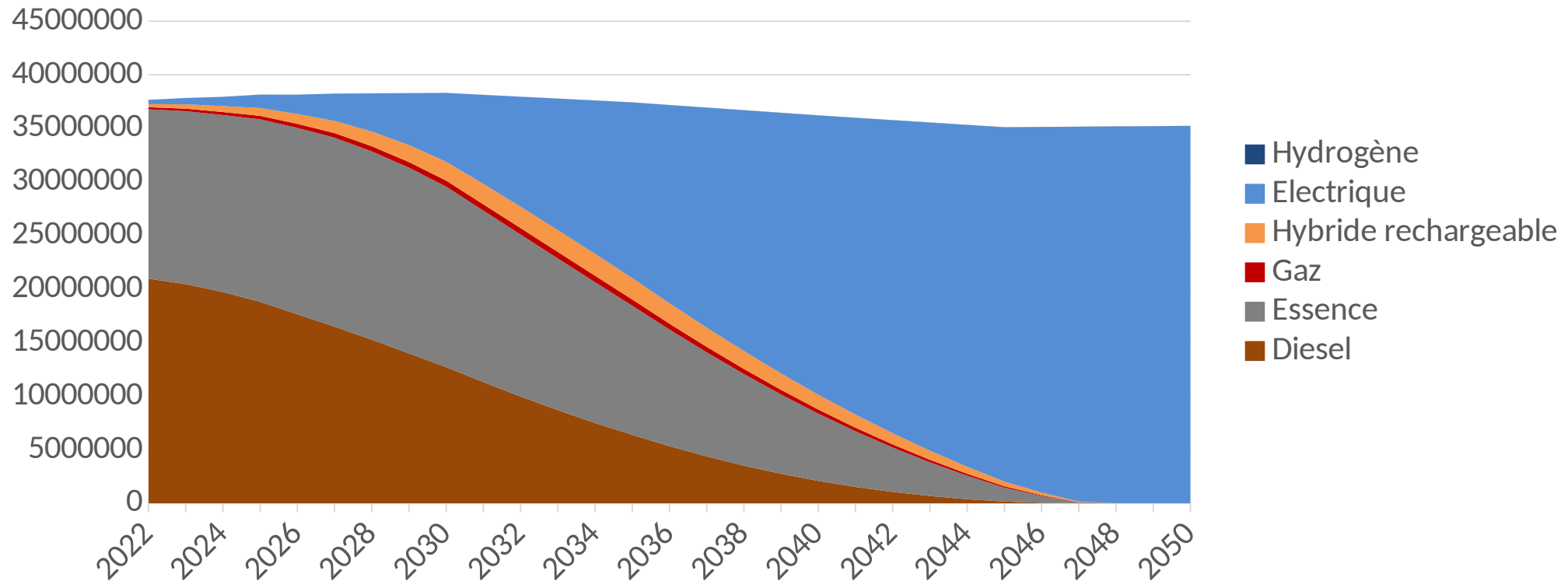
Évolution du transport terrestre de marchandises entre 2019 et 2050



Les transports

Sur la route, l'électrique l'emporte

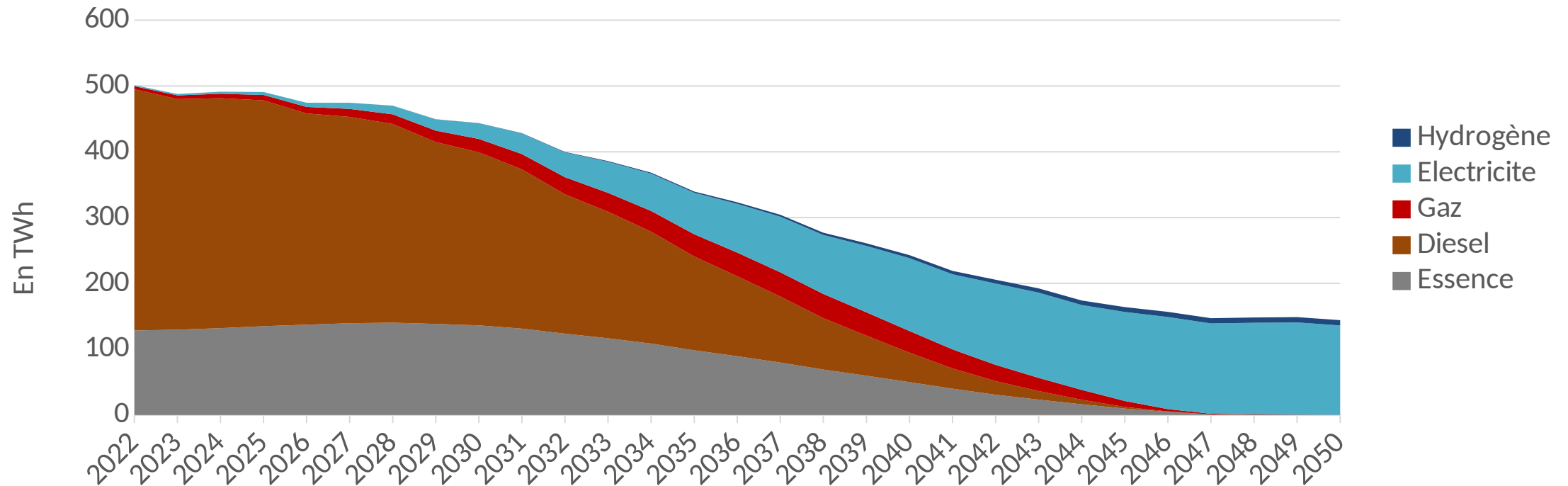
Évolution du parc de véhicules particuliers entre 2022 et 2050



Les transports

Efficacité énergétique : le miracle de l'électrification

Évolution de la consommation d'énergie finale dans les transports routiers d'ici 2050



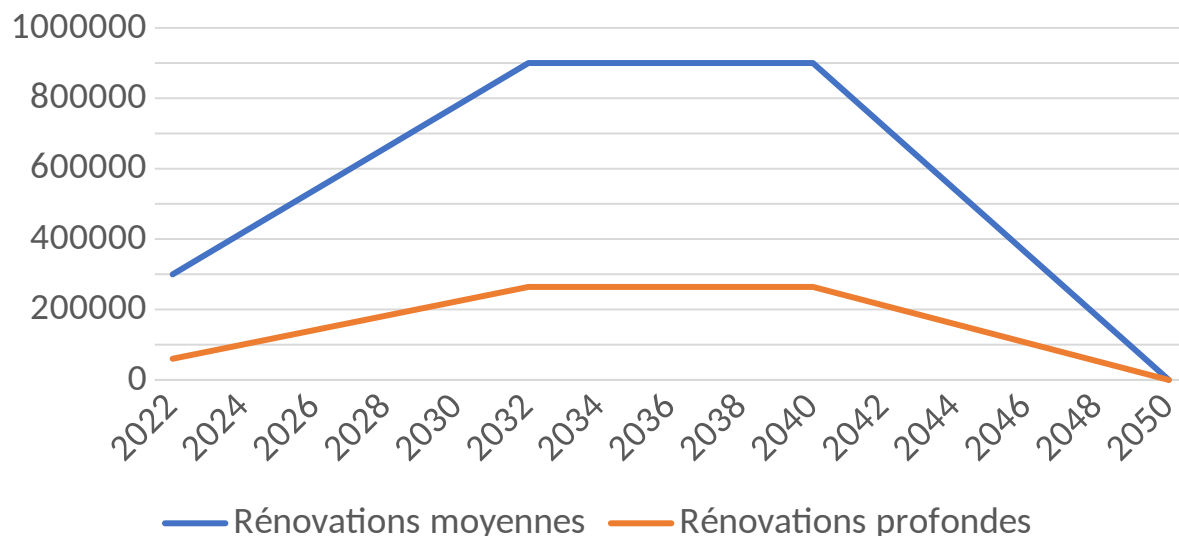
Logement et tertiaire

Tous bien logés et chauffés en consommant moins
d'énergie

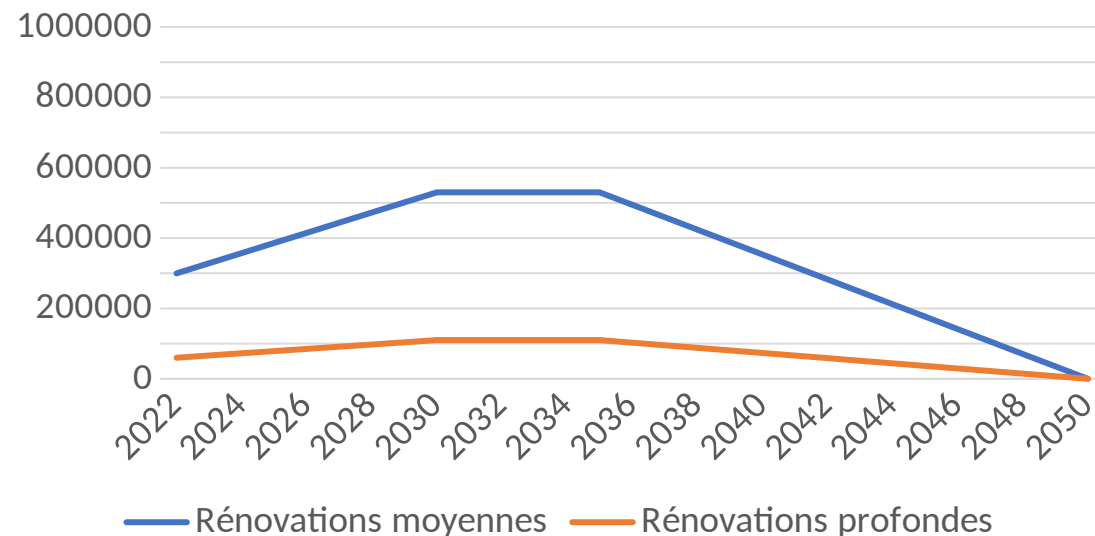
Logement et tertiaire

Développer fortement les rénovations globales d'ici 2030

Évolution du nombre de rénovations dans le scénario C (référence)



Évolution du nombre de rénovations dans le scénario D



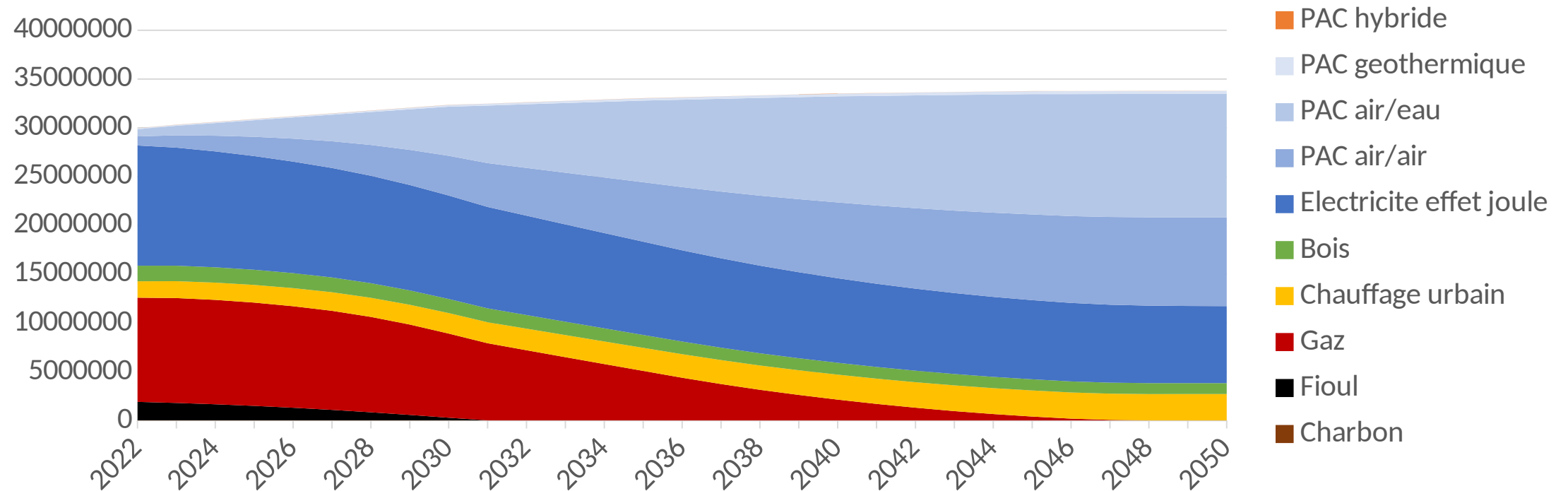
Rénovation moyenne : 41 % d'efficacité.

Rénovation profonde : 66 % d'efficacité.

Logement et tertiaire

Des pompes à chaleur pour sortir du fioul et du gaz et sauver les forêts

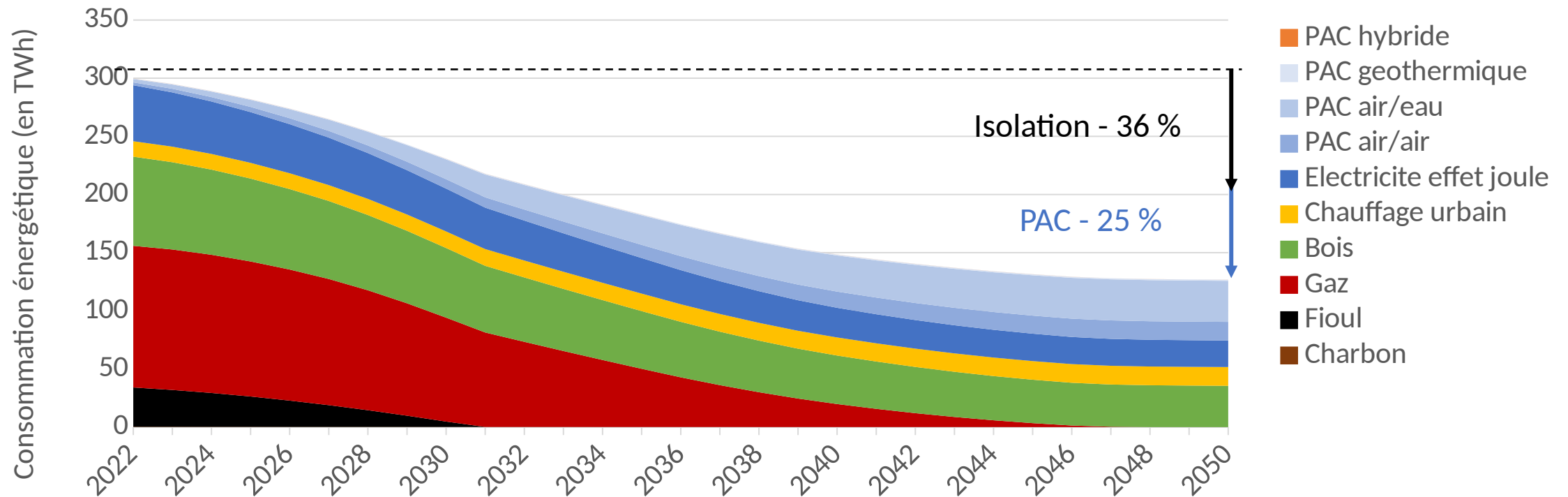
Répartition des modes de chauffage principaux des logements dans le scénario C (référence)



Logement et tertiaire

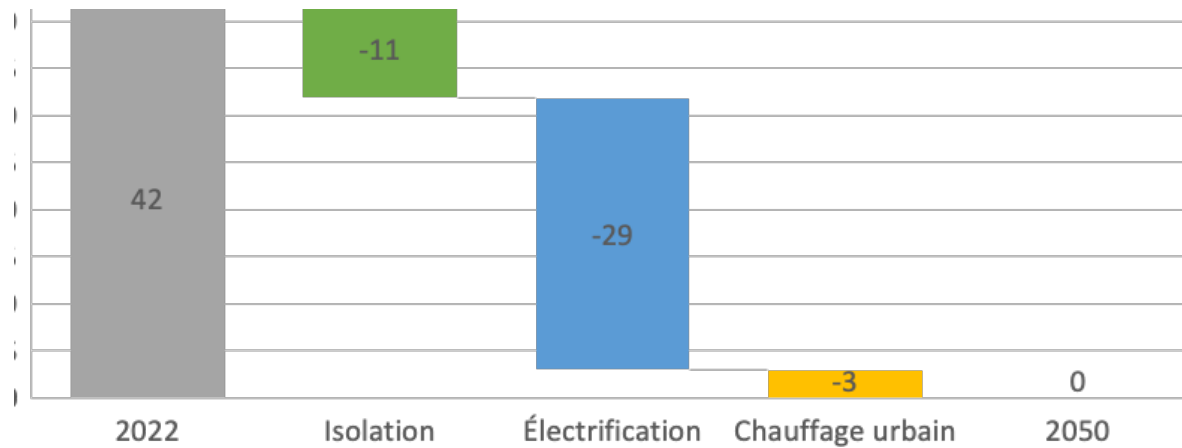
Trois fois moins d'énergie pour chauffer les logements en 2050

Consommation d'énergie pour le chauffage des logements dans le scénario C (référence)



Logement et tertiaire

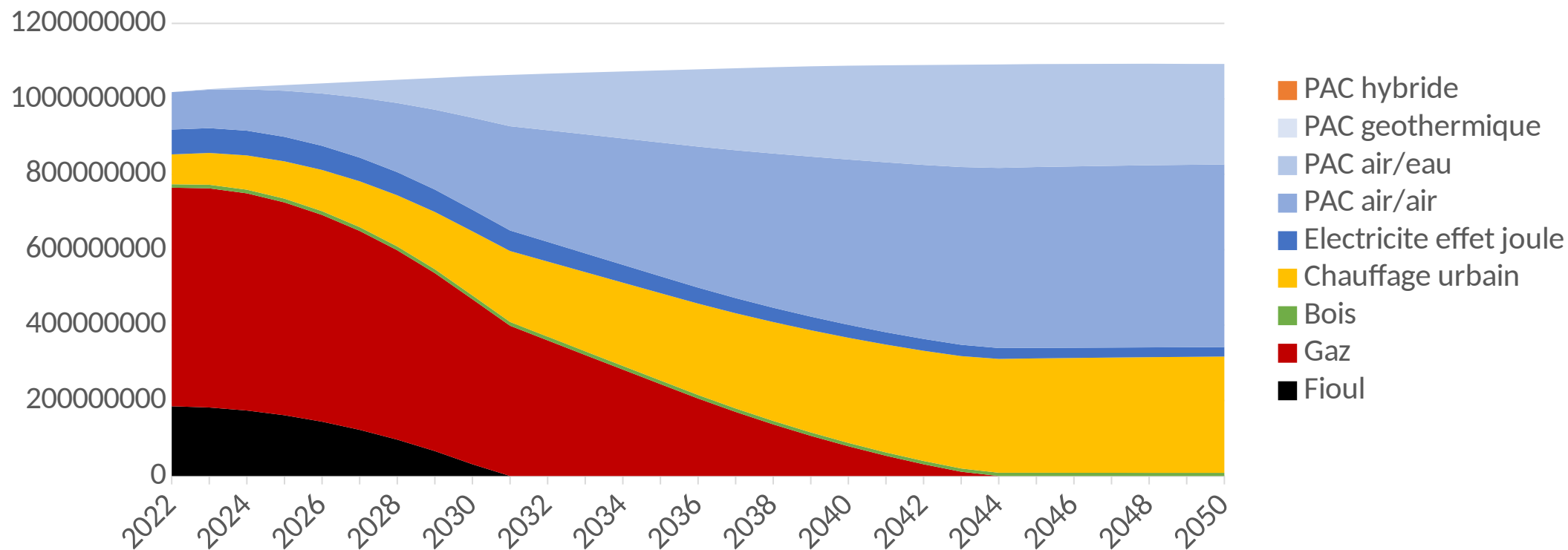
Pour décarboner, l'isolation ne suffit pas



Logement et tertiaire

Dans le secteur tertiaire, le chauffage urbain complète les pompes à chaleur

Évolution des systèmes de chauffage dans le secteur tertiaire (scénario C)





Industrie

Réindustrialiser et décarboner pour réduire notre
empreinte carbone

Industrie

Principes de la réindustrialisation :

 Couvrir les besoins français : équilibre ou excédent commercial (presque tous les secteurs.

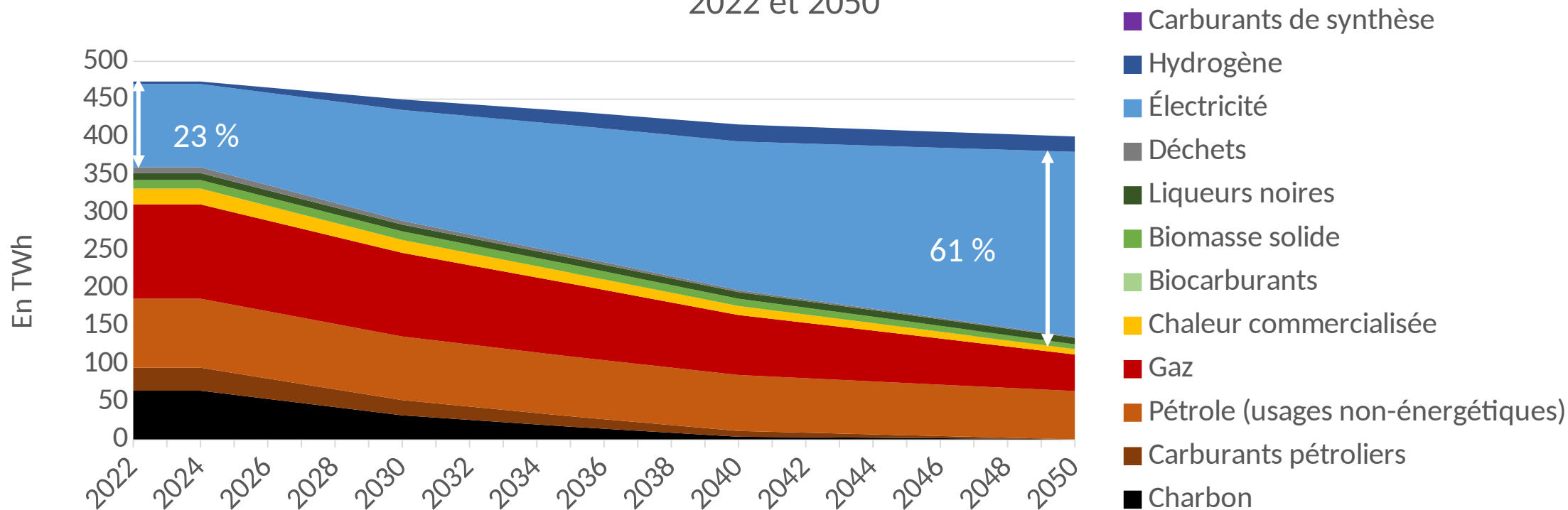
 Développer les filières de la transition énergétique (PAC, véhicules électriques, ENR, nucléaire, hydrogène...).

 Mobiliser des capitaux publics pour investir.

Industrie

Décarbonation de l'industrie : électrifier au maximum, mais pas seulement

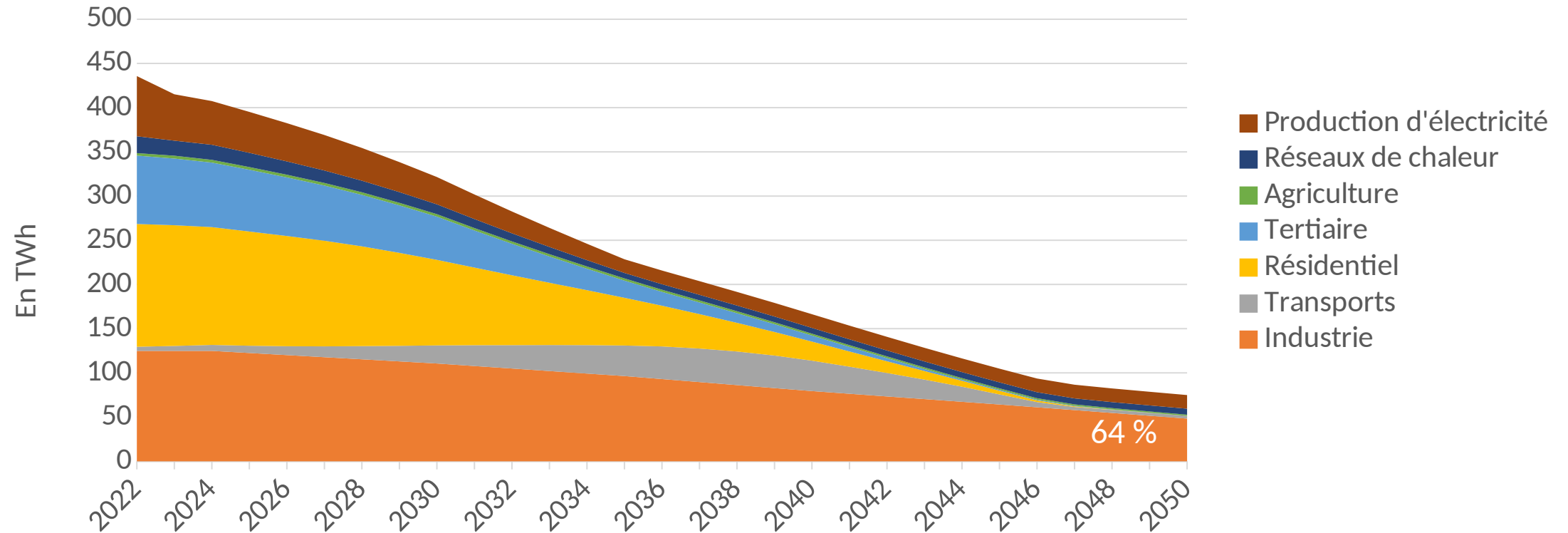
Évolution de la consommation énergétique finale dans l'industrie par vecteur entre 2022 et 2050



Industrie

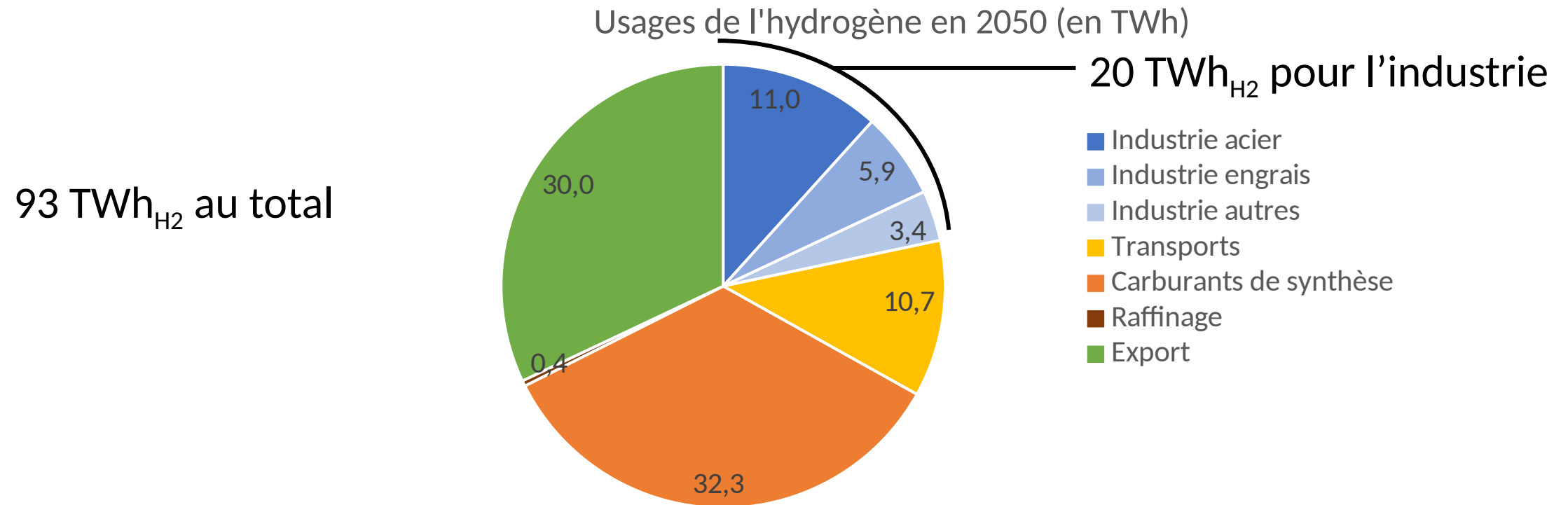
Le biogaz, une ressource rare réservée en priorité à l'industrie

Évolution de la consommation de gaz entre 2022 et 2050



Industrie

Usages industriels de l'hydrogène : essentiellement l'acier et les engrais



Agriculture

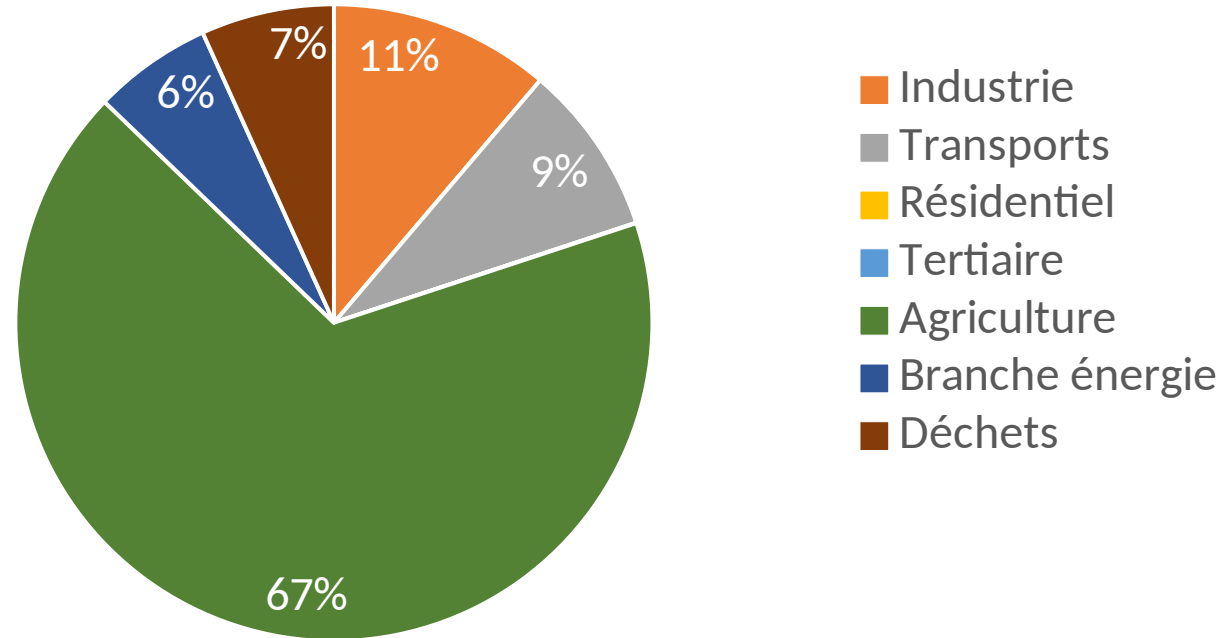
Cultiver et élever autrement pour manger mieux

Agriculture

L'agriculture est le secteur le plus difficile à décarboner

Répartition du budget carbone en 2050

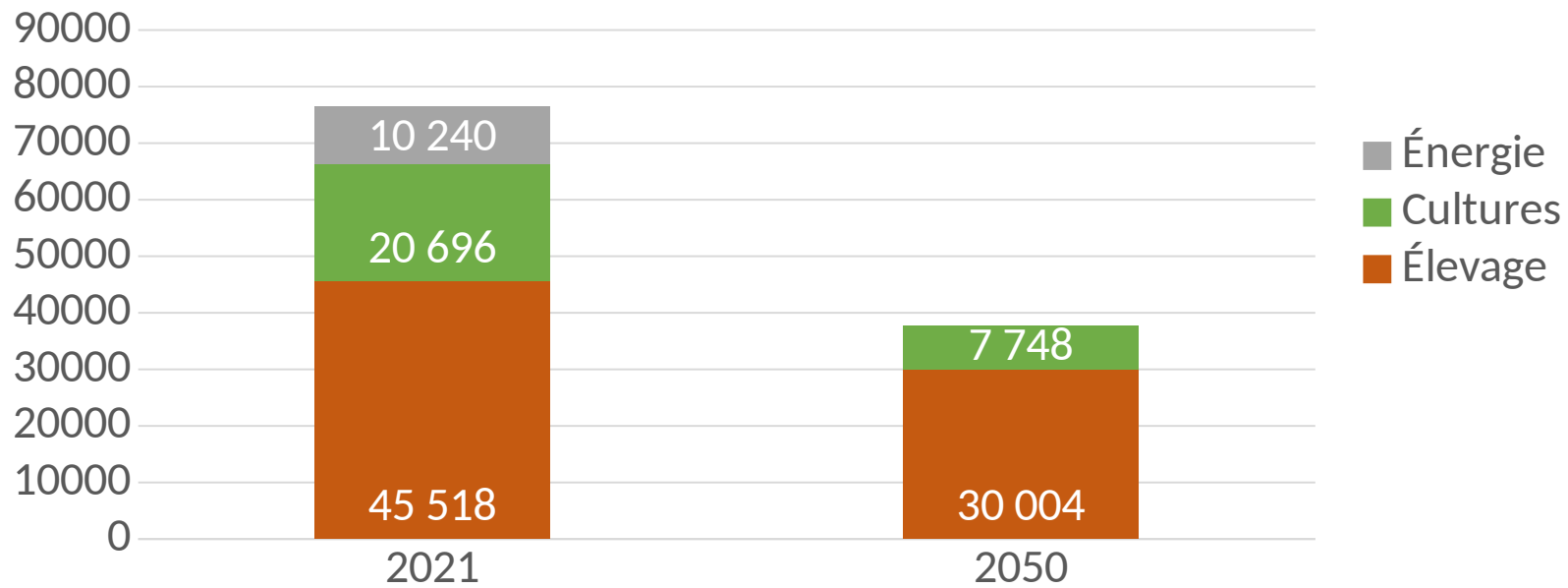
Total : 56 Mt CO₂ éq



Agriculture

Notre objectif pour l'agriculture

Évolution des émissions de GES de l'agriculture entre 2021 et 2050



Agriculture

Les propositions d'Empreinte 2050



Cultures

- Arrêt de la fertilisation synthétique (rotations, excréments).
- Prioriser l'alimentation à la biomasse-énergie (arrêt des agrocarburants).



Élevage

- Arrêt des imports de viande.
- Transformation des cheptels.
- Sortie de l'élevage intensif.
- Polyculture-élevage.



Énergie

- Électrification des engins agricoles.
- Cultures de saison et pompes à chaleur (serres chauffées).



Alimentation

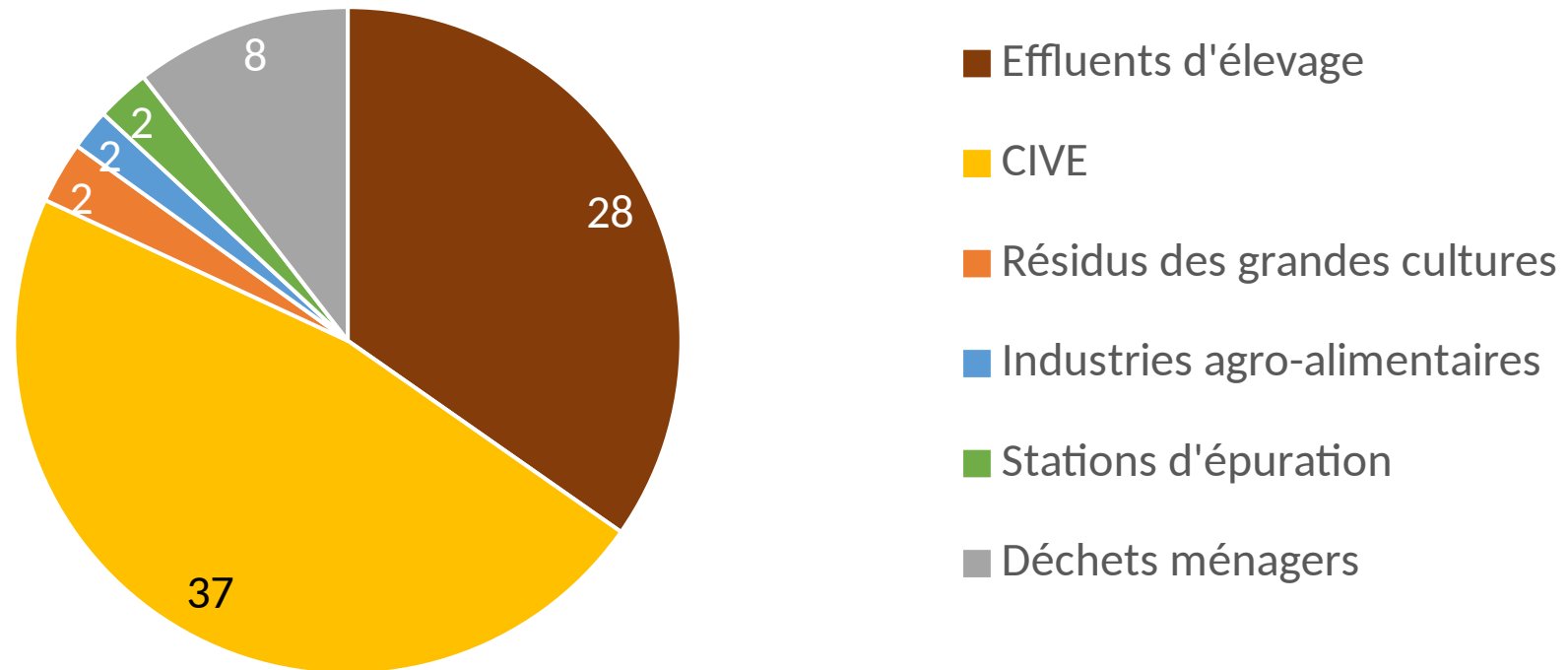
- Moins de viande mais de meilleure qualité.
- Davantage de légumes.

Agriculture

Produire du biogaz en quantité raisonnable

Ressources en biogaz en 2050 (en TWh)

Total : 79 TWh



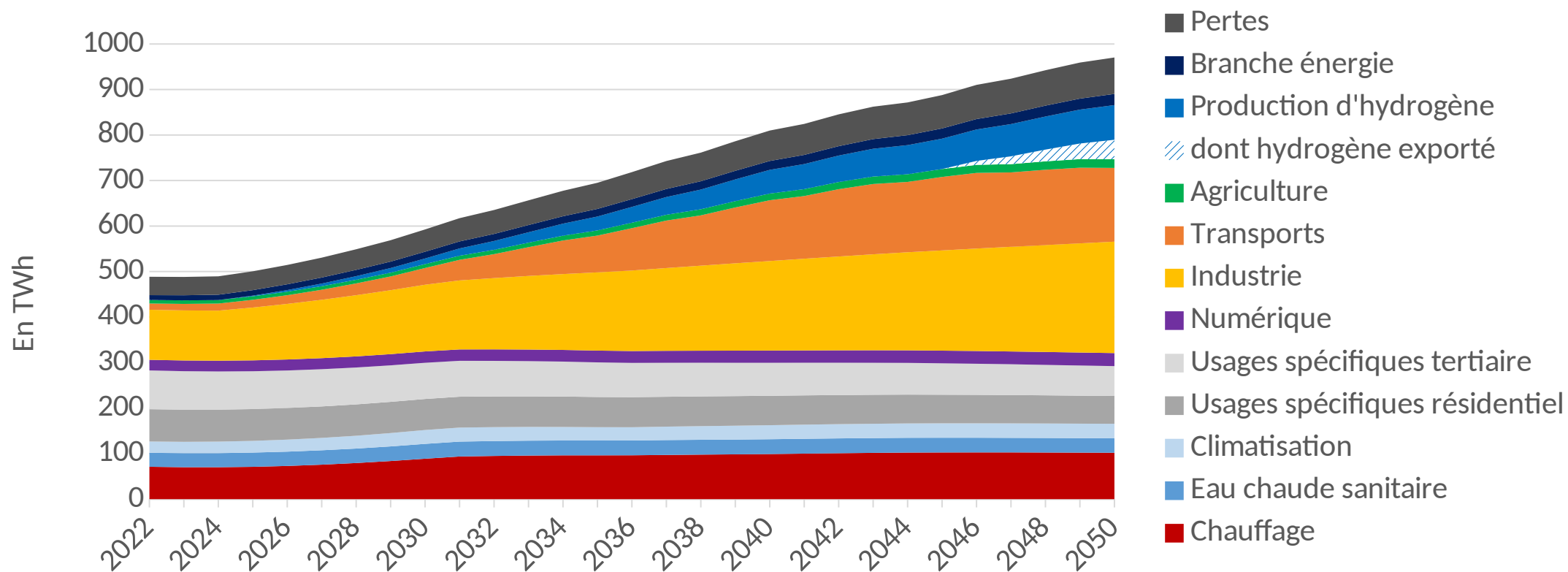
Production électrique

Accélérer fortement toutes les filières

Production électrique

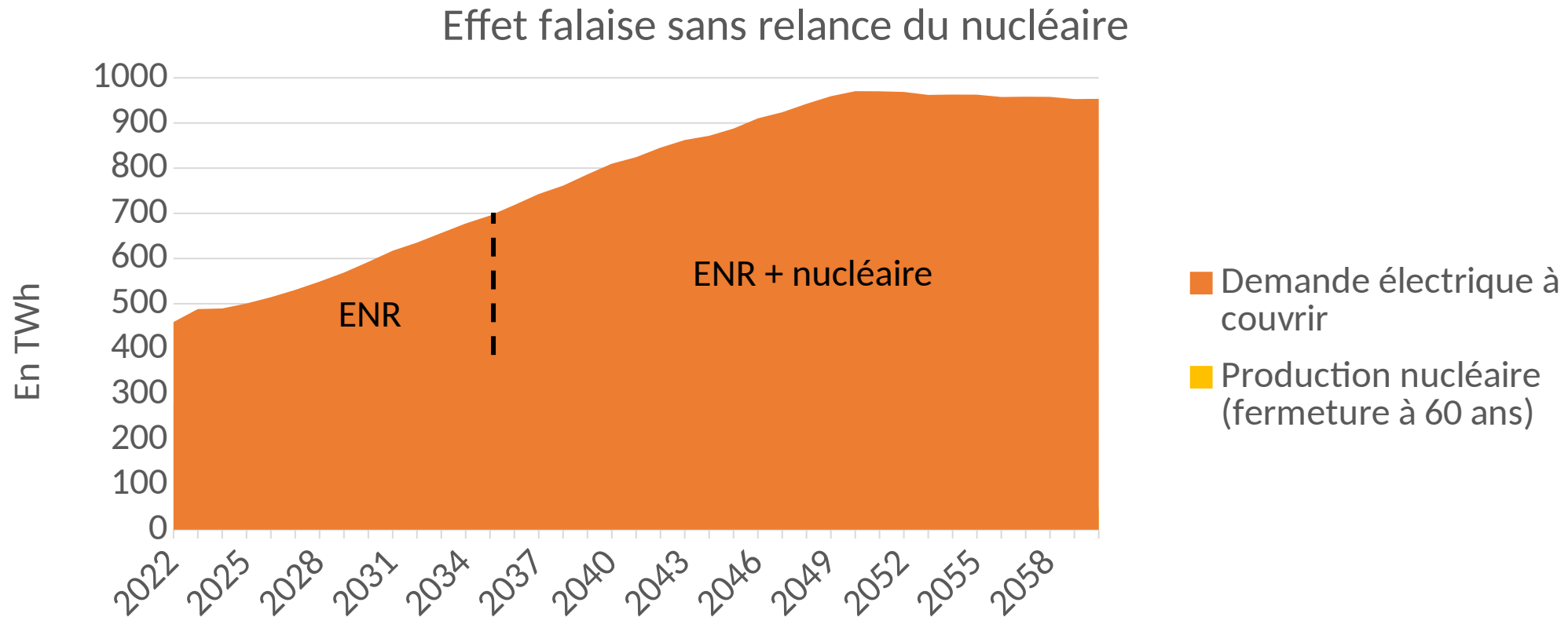
La consommation électrique pourrait doubler d'ici 2050

Évolution de la consommation d'électricité entre 2022 et 2050



Production électrique

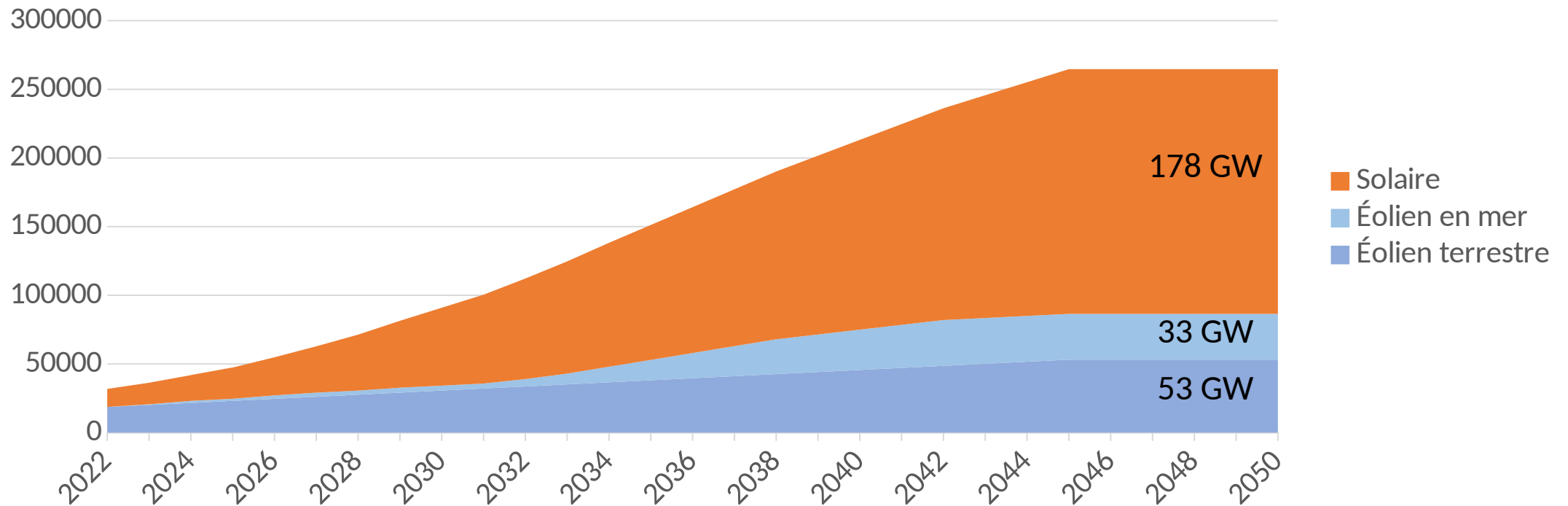
Il faudra accélérer les renouvelables ET relancer le nucléaire



Production électrique

Un fort déploiement des ENR est indispensable

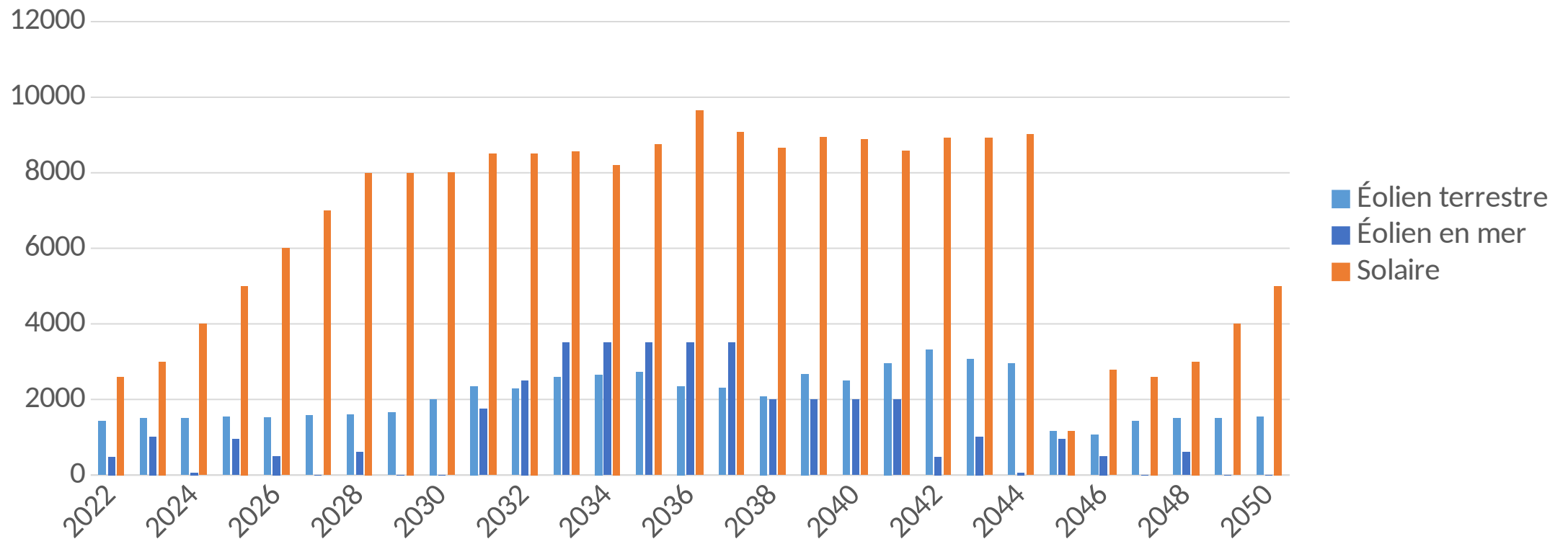
Capacités renouvelables installées dans le scénario de référence



Production électrique

Il faut accélérer fortement les ENR dès aujourd'hui

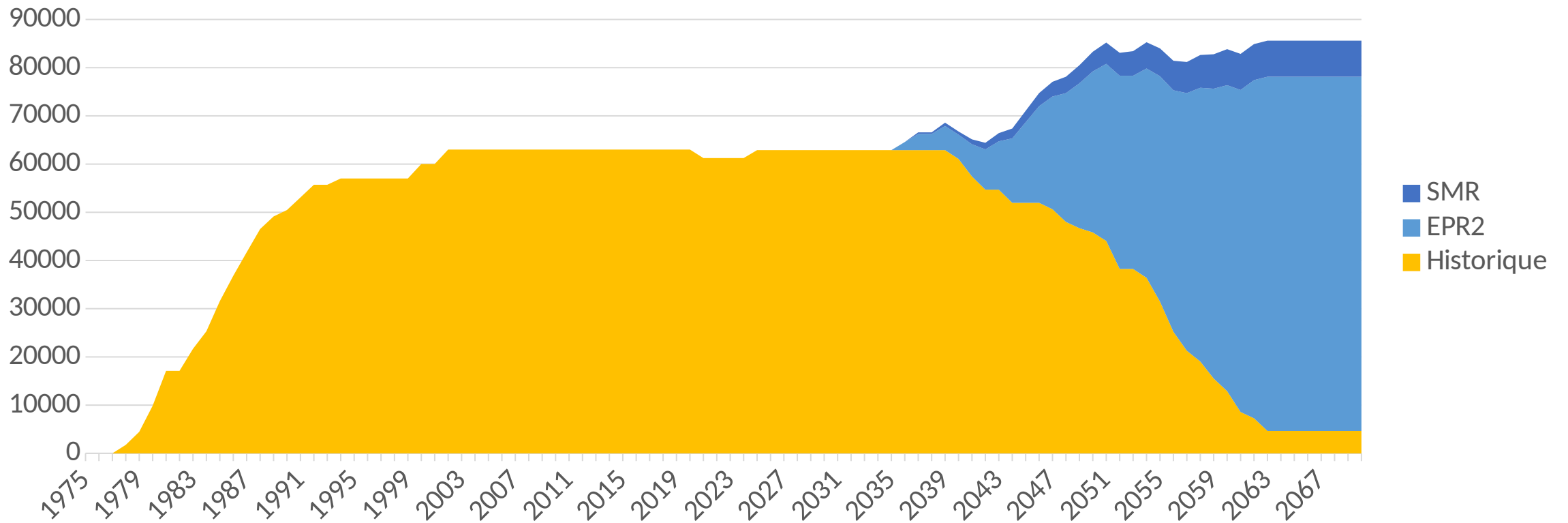
Rythme d'installation des énergies renouvelables dans le scénario de référence



Production électrique

Nucléaire : relancer la filière pour contrer l'effet falaise

Capacité nucléaire installée dans le scénario de référence

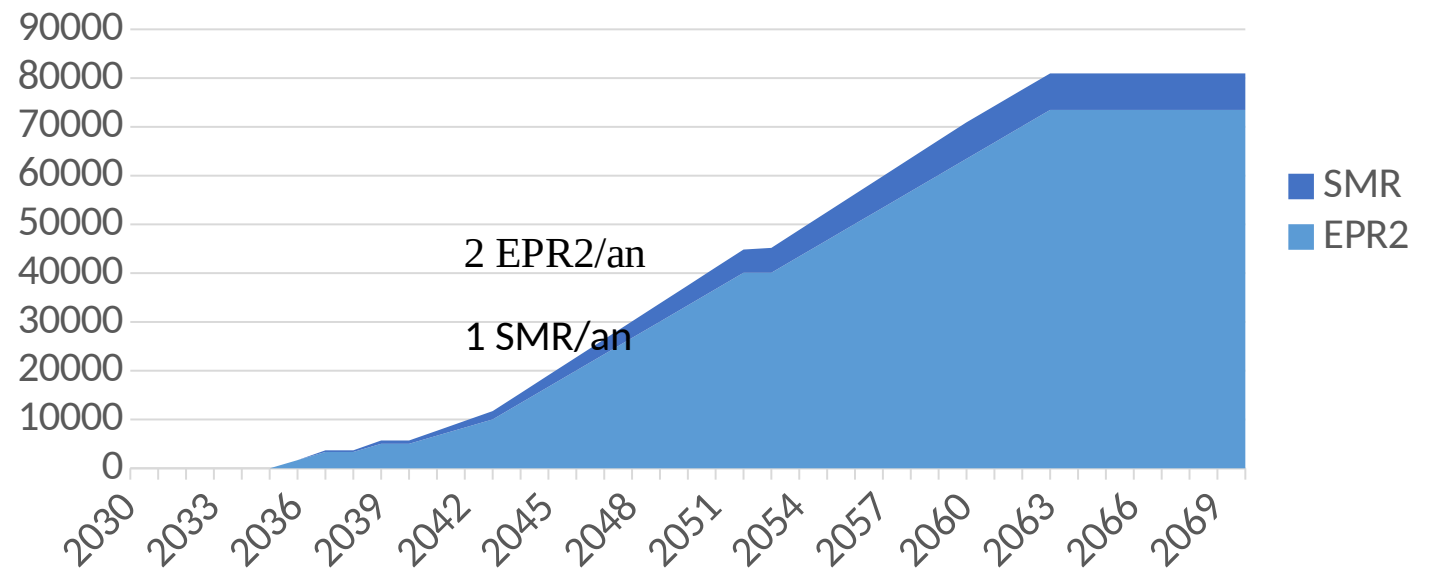


Production électrique

Nucléaire : nos hypothèses

- Prolongement de 37 réacteurs jusqu'à 70 ans.
- 20 EPR2 d'ici 2050.
- 12 SMR NUWARD d'ici 2050.

Mise en service de nouvelles capacités nucléaires dans le scénario de référence

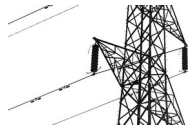


Production électrique

De nouveaux moyens de flexibilité à développer sans attendre



Flexibilité de la demande : véhicules électriques, tarif EJP, électrolyse flexible.



Interconnexions.



Stockage : STEP et batteries.



Thermique décarboné en hyper pointe.



Modélisation des flexibilités prévue pour la deuxième version du scénario.

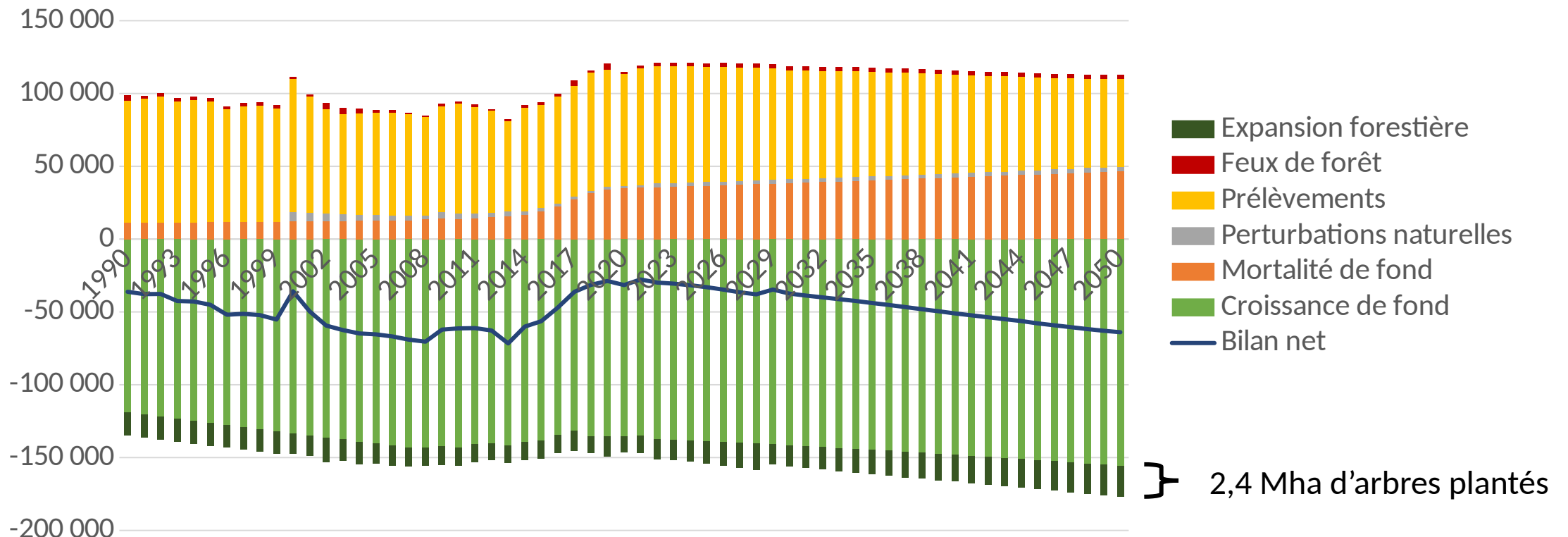
Biomasse et puits de carbone

Préserver et ménager les ressources

Biomasse et puits de carbone

Sauver la forêt en péril

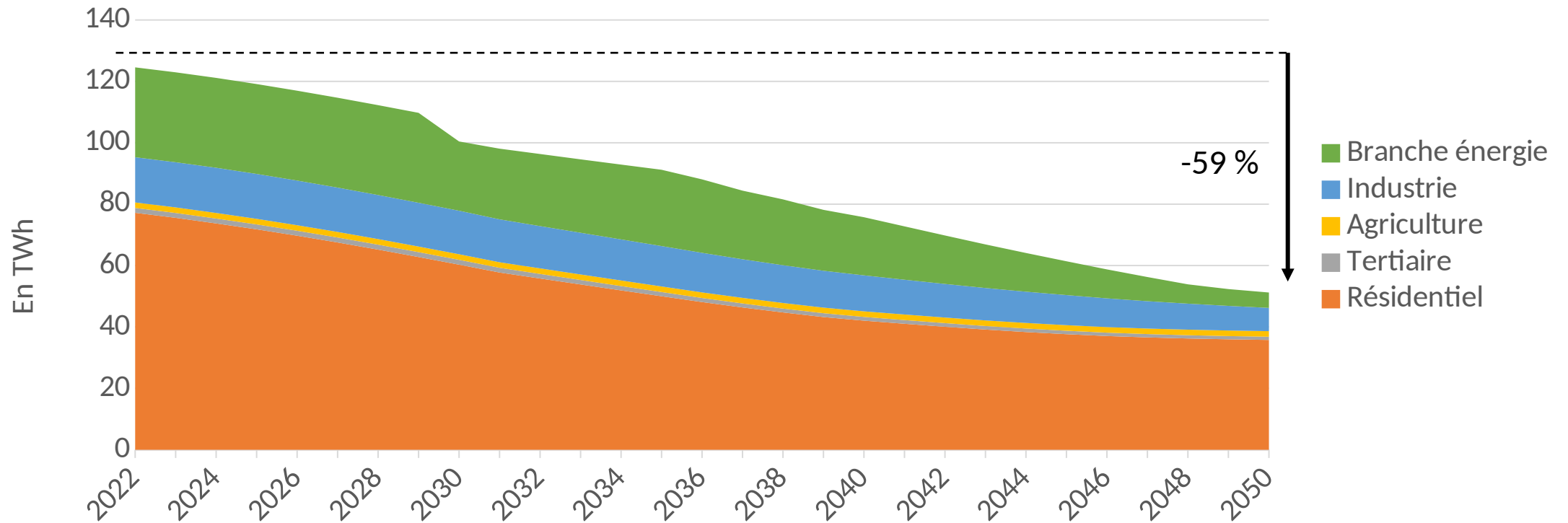
Évolution du puits de carbone forestier entre 1990 et 2050



Biomasse et puits de carbone

Réduire fortement la consommation de bois-énergie

Évolution de la consommation de bois énergie par secteur entre 2022 et 2050



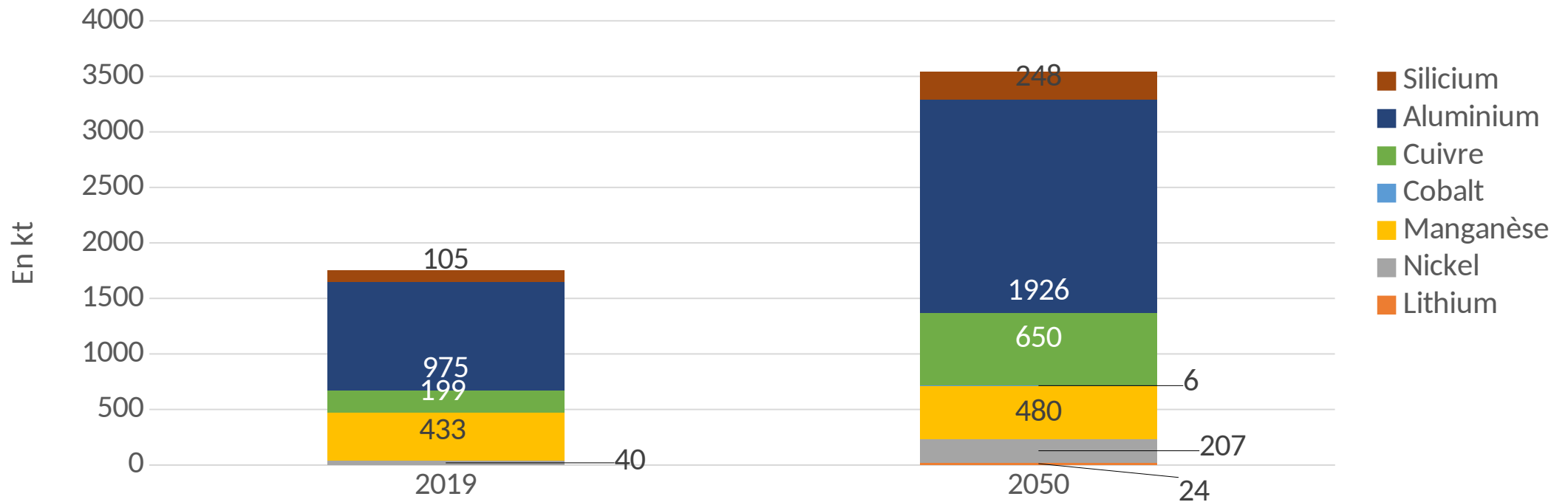
Annexes

Pour approfondir certaines questions

Métaux de la transition énergétique

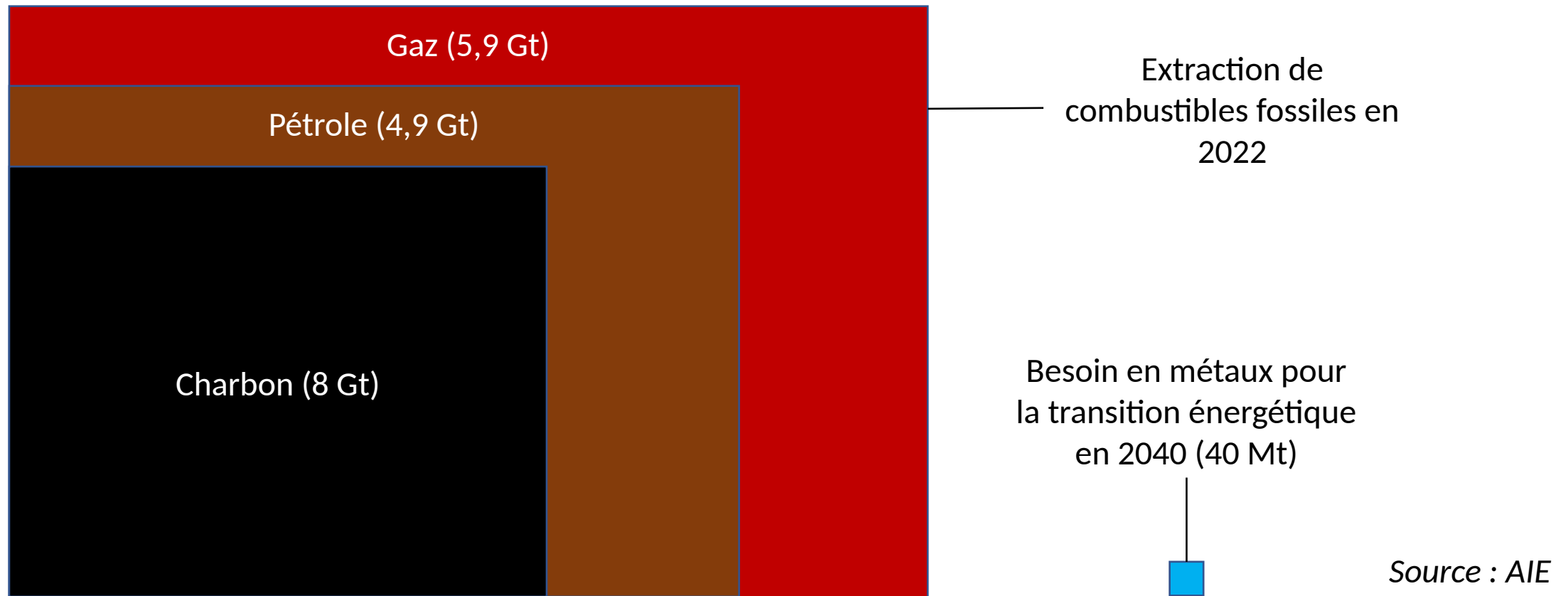
La consommation va doubler

Évolution de la consommation annuelle française de certains métaux intervenant dans la transition énergétique entre 2019 et 2050



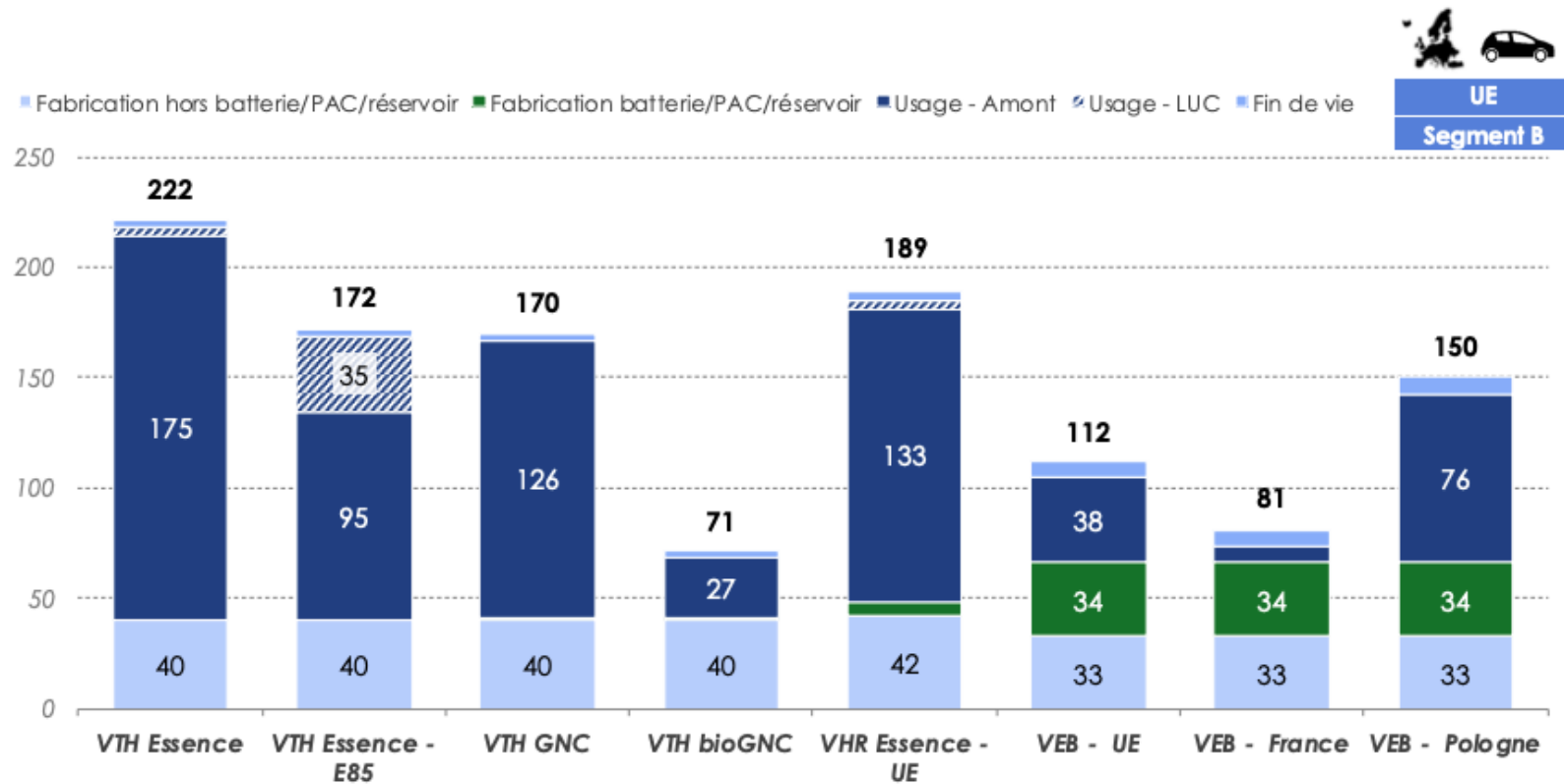
Métaux de la transition énergétique

Mais l'empreinte minière est à mettre en regard de l'extraction fossile



Bilan carbone de la voiture électrique

Émissions des véhicules particuliers (en g CO₂éq/km) tout au long de leur cycle de vie



Sources : Analyses Carbone 4



Stress test sur la filière nucléaire

Scénario de référence :

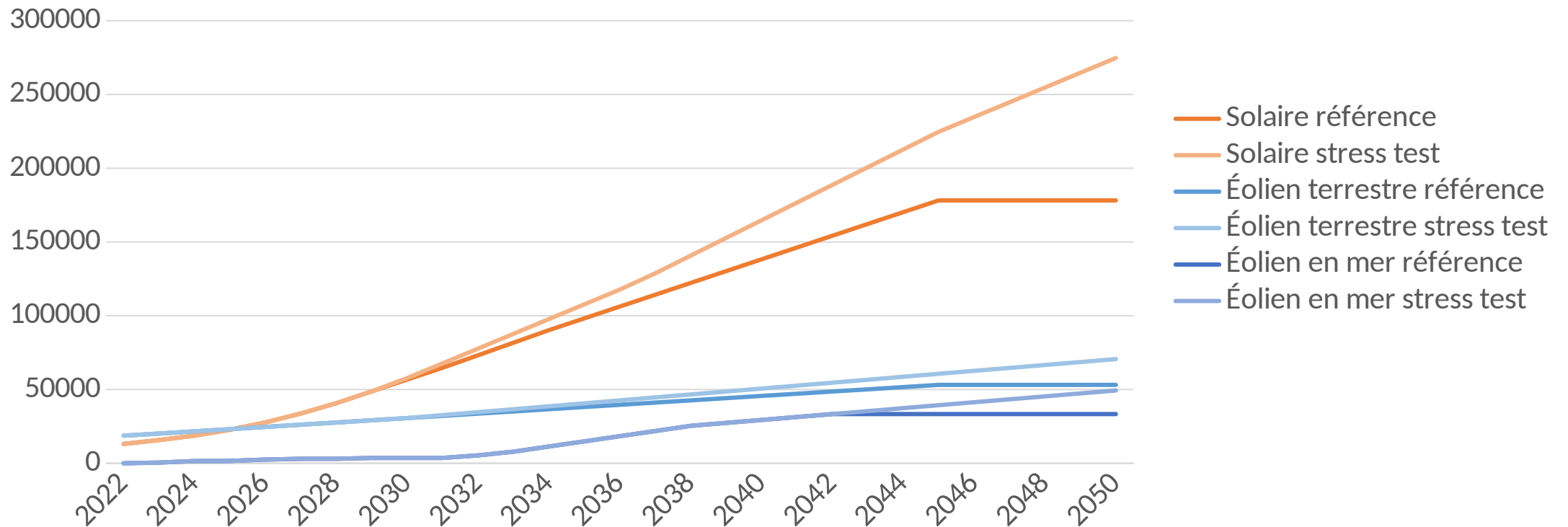
- Prolongement de 37 réacteurs jusqu'à 70 ans.
- 20 EPR2 d'ici 2050.
- 12 SMR NUWARD d'ici 2050.

Scénario « stress test » :

- Prolongement de 19 réacteurs jusqu'à 70 ans.
- Retard de 5 ans sur toutes les constructions de réacteurs.

Stress test sur la filière nucléaire

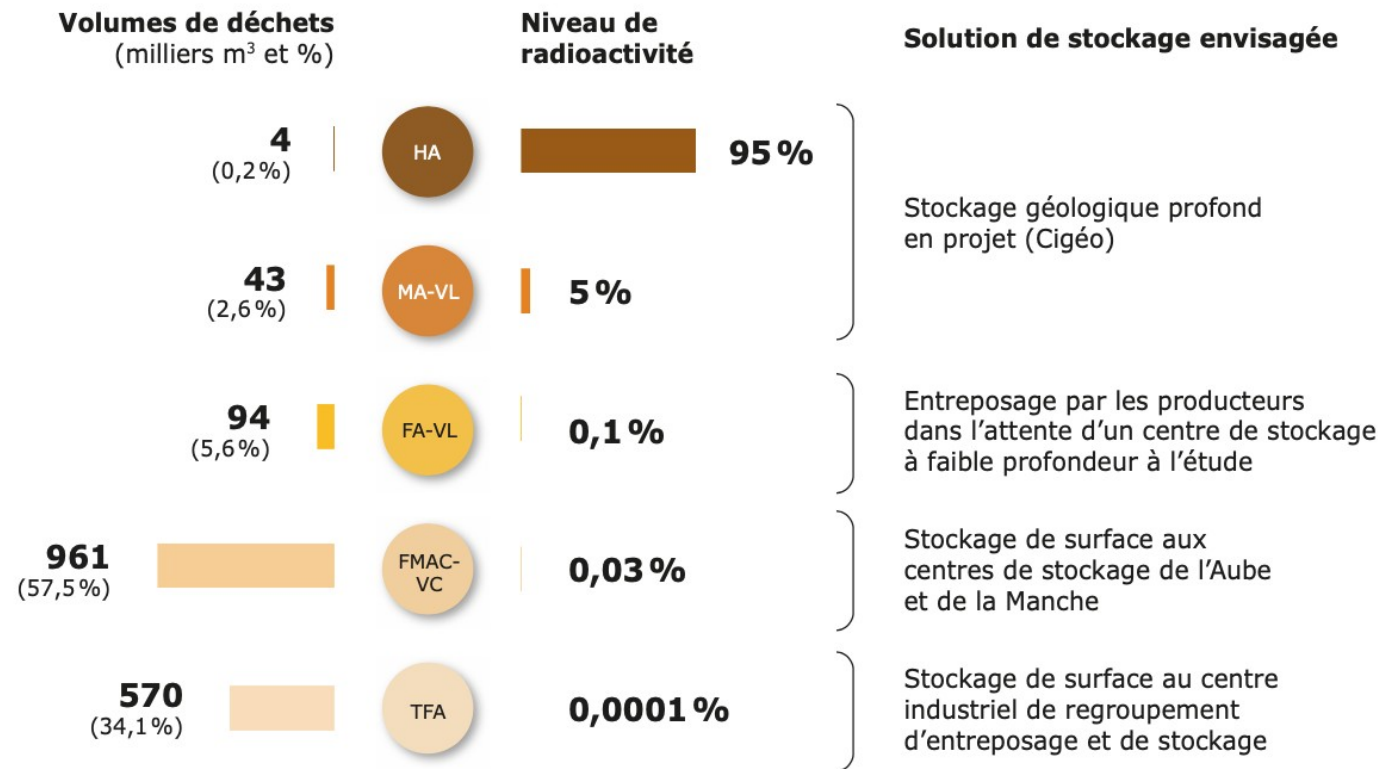
Comparaison des capacités renouvelables installées dans le scénario de référence et stress test



Déchets nucléaires

De quoi parle-t-on ?

Figure 12.65 Enjeux des solutions de stockage en fonction des catégories de déchets radioactifs en 2019⁷⁷



Crédits : RTE, 2021

Déchets nucléaires

Ceci est le volume de déchets HA et MA-VL stockés par habitant en France

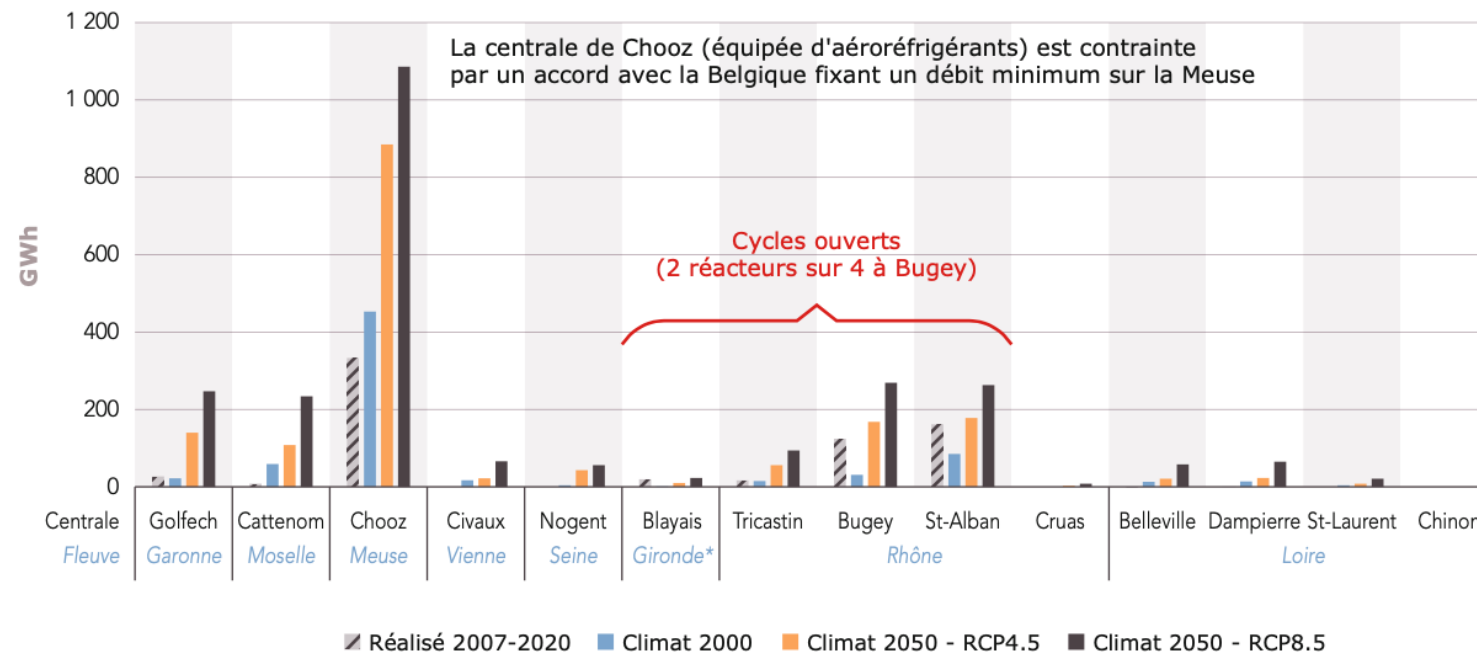


Crédits : Voix du Nucléaire

Nucléaire et réchauffement climatique

Les pertes de production dues aux sécheresses resteront minimales

Figure 8.15 Comparaison des pertes de production en énergie (GWh) annuelles simulées en cas de canicule et/ou sécheresse pour les centrales en bord de fleuve



* embouchure de la Gironde

Crédits : RTE, 2021