

TRANSITION(S) 2050

CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT

Agir pour le Climat



1. La méthode et les scénarios



Transition(s) 2050

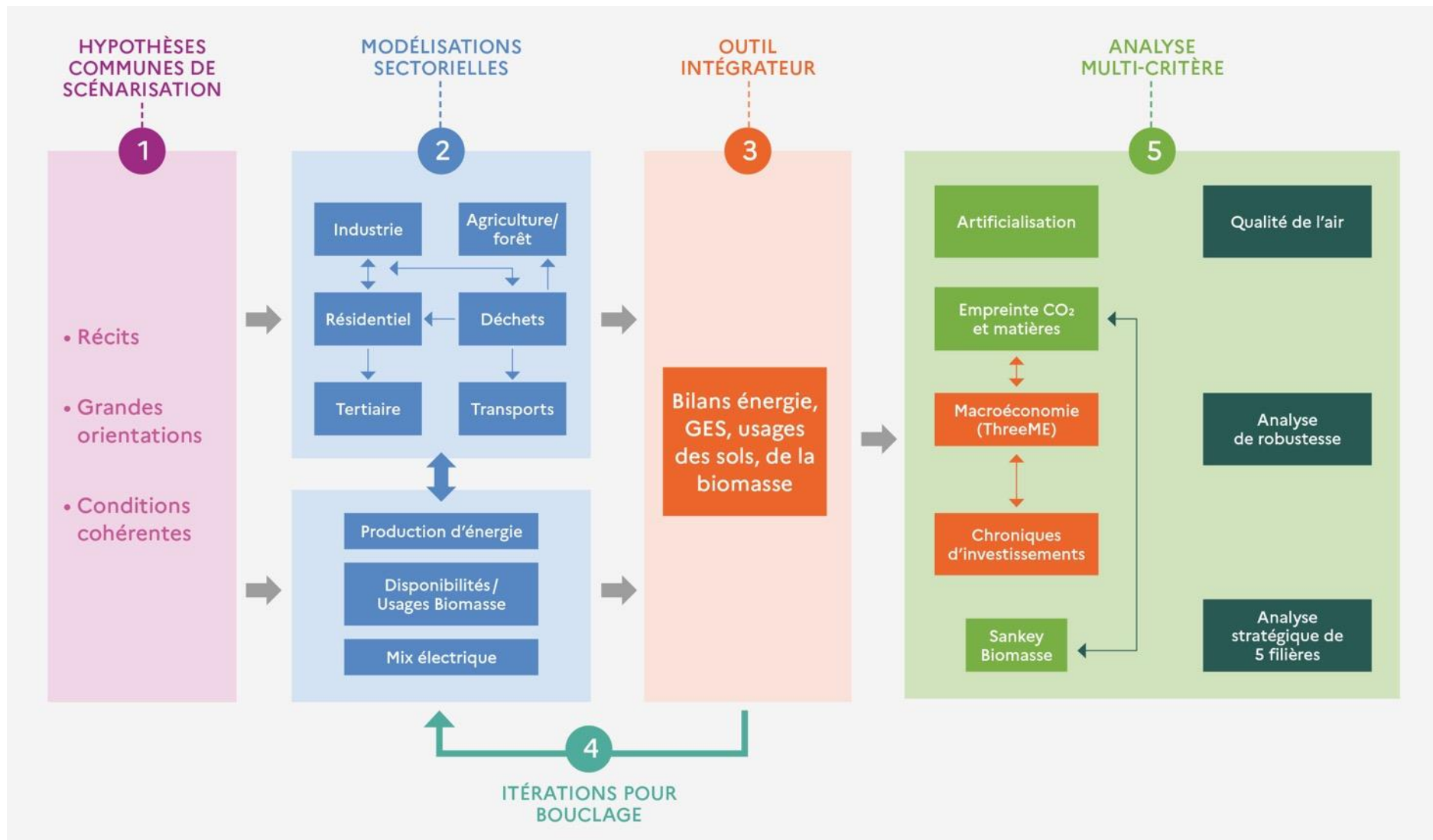
Objectifs

- ❑ Illustrer le **champ des possibles à long terme** pour atteindre la « neutralité carbone » et en explorer les diverses implications
- ❑ Eclairer les **décisions incontournables à court et moyen terme**

Cadrage global

- ❑ **4 scénarios** contrastés de **neutralité carbone** en France à l'horizon 2050
- ❑ Scénarios **énergie**, **climat** (émissions, capture de CO₂, adaptation), **ressources** et **pollutions** (matières, biomasse, biodiversité, sols, pollution de l'air), **économie** (modélisation, investissements, emploi filières), **modes de vie**
- ❑ **Visions contrastées** sur le contexte économique, les évolutions technologiques, les territoires, les modes de vie, la gouvernance. Ce sont des récits de sociétés autant que des perspectives techniques

Méthode de travail



Frugalité contrainte

**Villes moyennes
et zones rurales**

Low-tech



3x moins de viande

**S1 GÉNÉRATION
FRUGALE**

Localisme

Rénovation massive

Nouveaux indicateurs
de prospérité

Modes de vie soutenables

Économie du partage

Coopérations
entre territoires



Mobilité maîtrisée

Gouvernance
ouverte

S2 COOPÉRATIONS
TERRITORIALES

Réindustrialisation
ciblée

Fiscalité
environnementale

Technologies de décarbonation

Hydrogène

Métropoles

Biomasse exploitée



Consumérisme
vert

Déconstruction / reconstruction

Régulation minimale

Étalement urbain

Consommation
de masse

Technologies
incertaines

Intelligence
artificielle



S4 PARI
RÉPARATEUR

Économie
mondialisée

Agriculture
intensive

Captage du CO₂
dans l'air

Des défis spécifiques à chaque scénario



Réussir l'évolution rapide
et d'ampleur de nos
modes de vie



Réussir l'évolution concertée
et d'ampleur de nos modes
de vie



Réussir à trouver la ligne de
crête d'une décarbonation
sans modifier en profondeur
nos modes de vie



Réussir l'innovation
technologique d'ampleur
pour ne pas modifier nos
modes de vie

Leviers d'action explorés

Leviers d'action de
la transition
énergétique

SOBRIÉTÉ

EFFICACITÉ

ENERGIE
DÉCARBONÉE

PUITS CARBONE



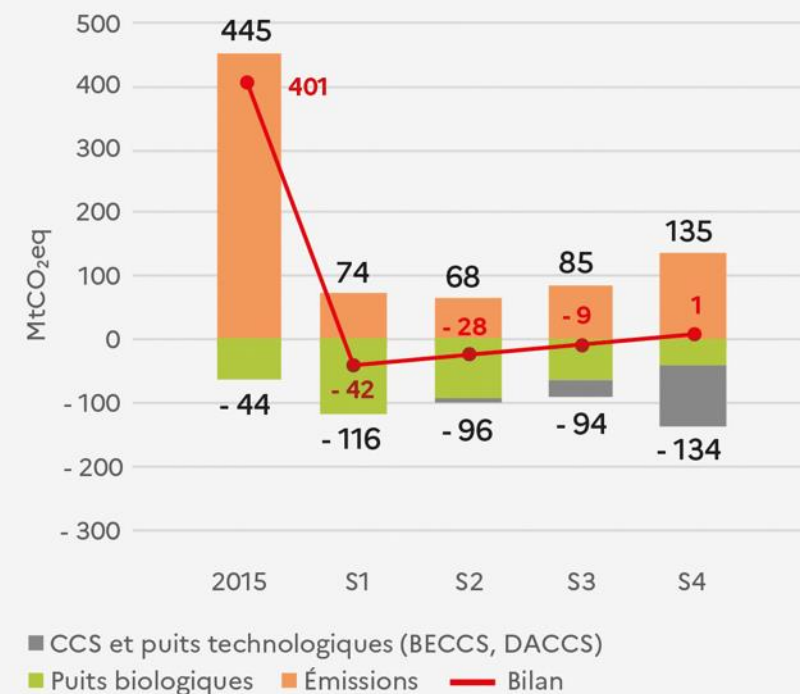
2. Des enseignements-clés



La neutralité carbone, un chemin difficile 01 02 03

- **Il faut agir immédiatement** car les transformations sociales et techniques à mener sont de grande ampleur
- **Atteindre la neutralité repose sur des paris humains ou technologiques forts** qui diffèrent selon les scénarios
- **Deux scénarios apparaissent plus risqués :**
 - Scénario « S1 : Génération frugale » : très clivant socialement quant à sa désirabilité
 - Scénario « S4 : Pari réparateur » : risque fort de faisabilité technologique

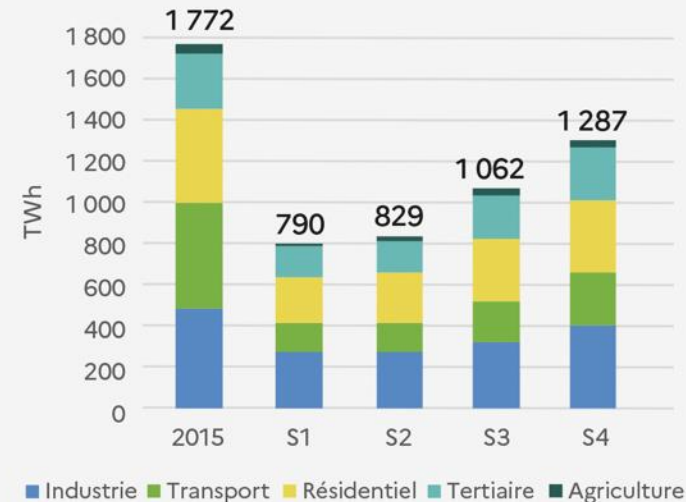
Bilan des émissions et des puits de CO₂ en 2015 et 2050



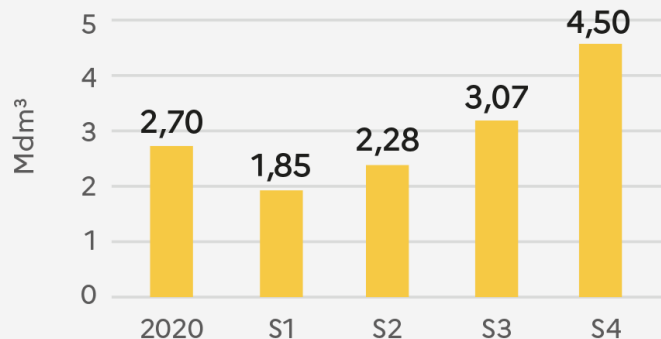
Réduire la demande d'énergie et maîtriser la consommation des ressources 04 05 08

- **La réduction de la demande** est le facteur clé de l'atteinte de la neutralité carbone par :
 - La sobriété
 - L'efficacité énergétique
- **Nécessité d'une modification radicale** des modes de vies et des systèmes productifs
- **Economie circulaire** → économie de ressources
→ baisse de la demande d'énergie
- **La pression sur les ressources naturelles** varie considérablement d'un scénario à l'autre.

Consommation finale d'énergie par secteur
en 2015 et 2050 (avec usages non énergétiques
et hors soutes internationales)

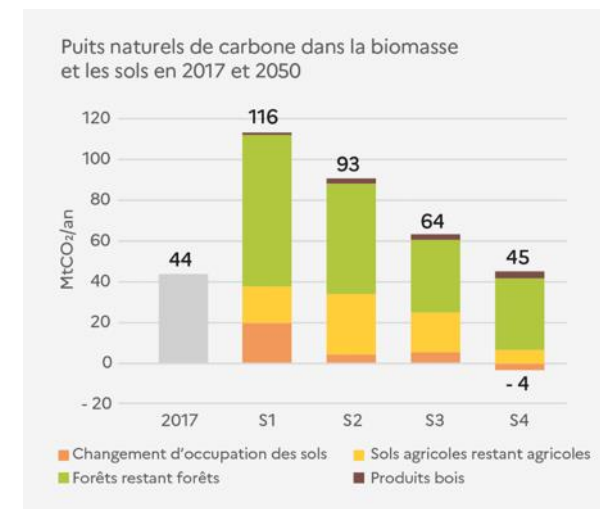
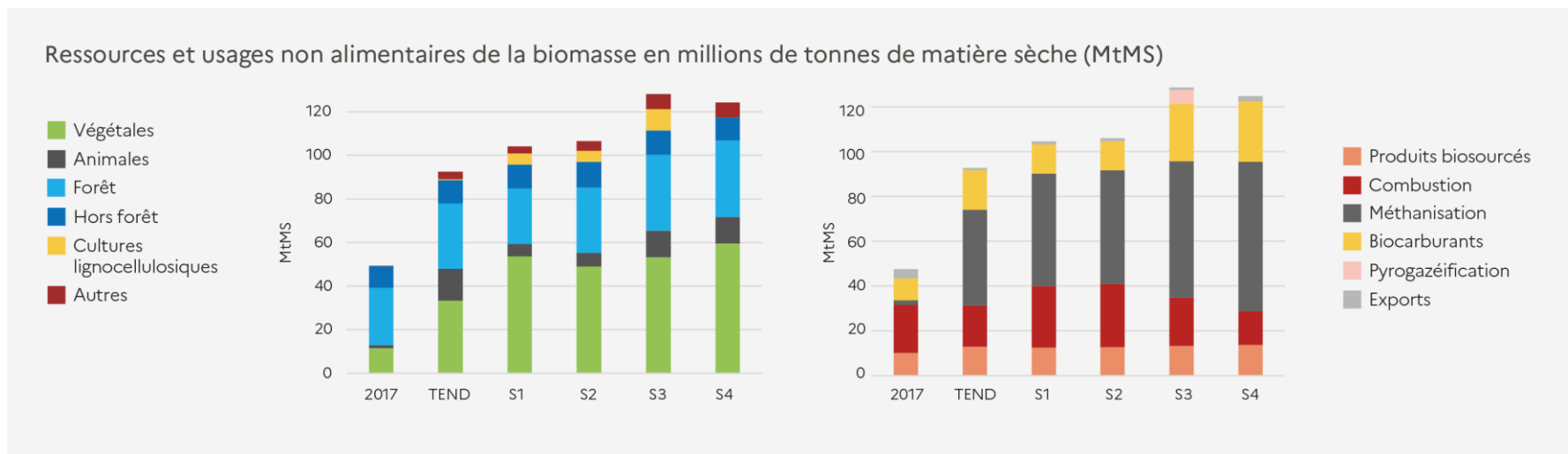


Besoin en eau pour l'irrigation
en 2020 et 2050



Préserver le vivant 06 07

- **Le vivant**, un des atouts principaux de la transition via 3 leviers :
 - le stockage de carbone
 - la production de biomasse
 - la réduction des gaz à effet de serre
- **Maintenir un équilibre entre les usages alimentaires et énergétiques** de la biomasse
- **Préserver** les fonctions écologiques
- **L'adaptation des forêts et de l'agriculture devient donc absolument prioritaire** pour lutter contre le changement climatique.



3. Cinq problématiques en débat



La sobriété : jusqu'où ?

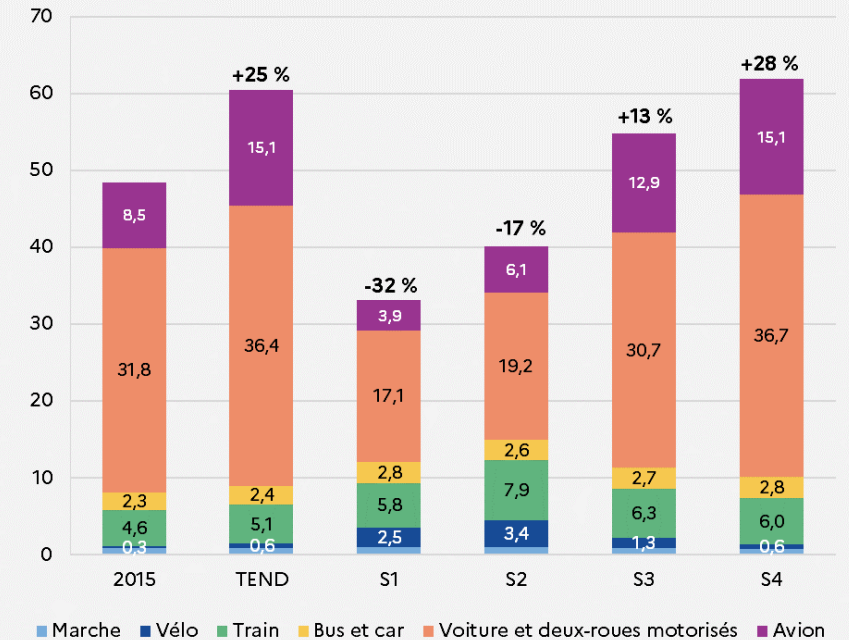
- **S1 et S2** : mobilisation importante de la sobriété en changeant la logique de développement socio-économique.
- **S3** : appui sur les technologies et peu sur la sobriété.
- **S4** : pas de sobriété, fuite en avant risquée, énormes quantités d'énergie pour extraire le CO₂ de l'air ambiant.

La sobriété heurte le mode de pensée dominant du consumérisme. Ce qui semble une privation pour une génération ou un individu peut au contraire apparaître comme une évidence pour un autre.

Elle permet de sécuriser l'atteinte de la neutralité carbone

Le questionnement sur la sobriété ne peut être disjoint de celui sur les inégalités.

Évolution de la demande voyageurs en 2015 et en 2050 selon les scénarios
Distances de déplacement par jour en km/jour/personne



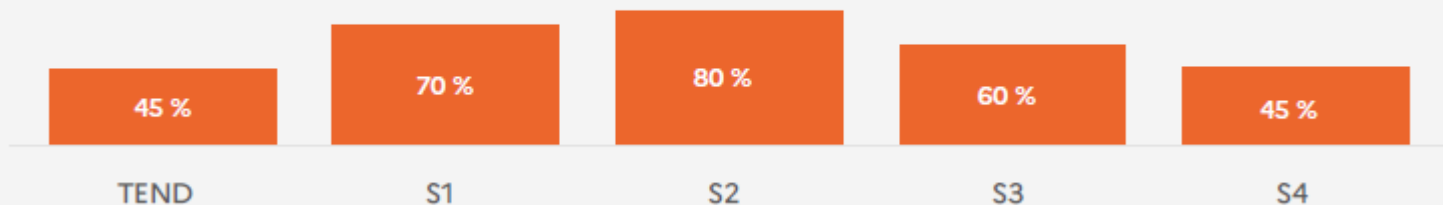
LEVIERS

Modifier les imaginaires,
expliquer, trouver un
consensus social

Vers un nouveau modèle industriel : la sobriété est-elle dommageable pour l'industrie française ?

- **S1 et S2 : un nouveau modèle industriel privilégiant la qualité à la quantité et fondé sur l'économie circulaire**
 - L'industrie doit revoir son modèle d'affaires
 - Des produits de qualité, plus chers mais durables, écoconçus, réparables et recyclables, développement de l'économie de la fonctionnalité
 - Dans S2, ce nouveau modèle permet de réindustrialiser certains secteurs ciblés
- **S3 et S4 : un modèle plus quantitatif, mais avec des procédés et des énergies décarbonés**
 - La production industrielle est en légère baisse
 - Défis industriels dans l'efficacité énergétique et la décarbonation de l'énergie (énergies renouvelables ou captage et stockage de CO₂)

TAUX D'INCORPORATION DE MATIÈRES PREMIÈRES RECYCLÉES DANS L'INDUSTRIE
(en volume, pour : acier, aluminium, verre, papier-carton, plastiques)



LEVIERS

Plans d'investissements, plans de transition sectoriels, politiques d'emplois-formation

Peut-on s'appuyer uniquement sur les puits naturels de carbone pour atteindre la neutralité ?

- Dans S1 et S2, les puits biologiques sont suffisants.

- limitation des prélèvements de biomasse
- préservation des services rendus par la nature (biodiversité, qualité de l'eau...)
- très faible artificialisation des sols

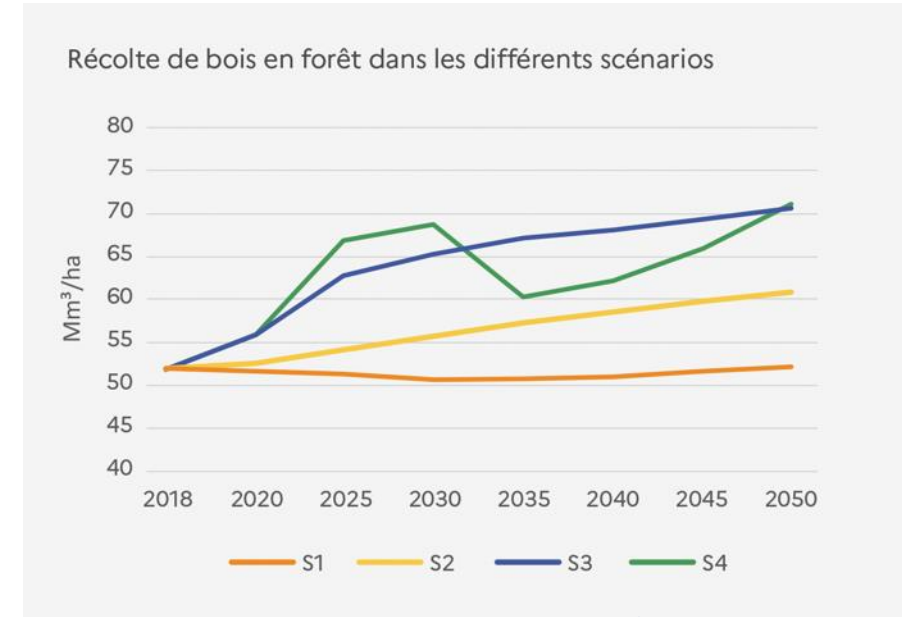
... Mais cela nécessite des évolutions dans nos modes de vie.

- S3 arrive à un équilibre satisfaisant entre puits naturels et puits technologiques.

- S4 déploie des technologies de captage du CO₂ dans l'air qui...

- consomment beaucoup d'électricité
- ne sont pas matures aujourd'hui et dont on ne sait si elles le seront à temps
- interrogent sur leur coût dans les 30 ans à venir

... Mais il faut stocker tout ou partie du CO₂ capté dans le sous-sol, ce qui pose des questions d'acceptation.



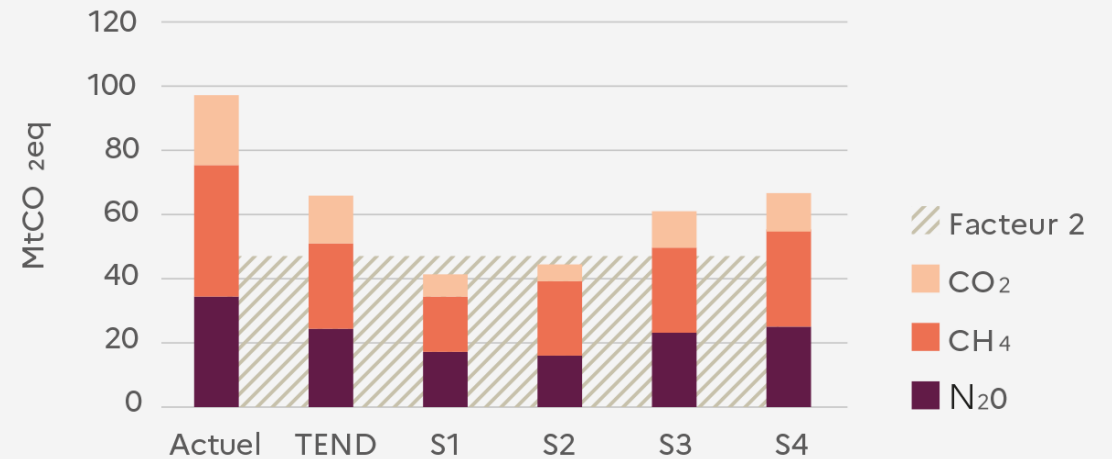
LEVIERS

Agroforesterie, haies, prairie,
cultures intermédiaires

Qu'est-ce qu'un régime alimentaire durable ?

- **Doublement prévu des besoins alimentaires mondiaux à l'horizon 2050**
- L'alimentation est à la croisée de multiples **enjeux de santé et d'environnement**. Elle est aussi au cœur de nos pratiques sociales.
- Le régime alimentaire ne peut pas être considéré indépendamment des **autres enjeux du vivant** :
 - Quelle contribution attend-on de la biomasse pour la production de matériau et d'énergie ?
 - Quel rôle veut-on donner aux puits de carbone naturels ?
 - Quelle adaptation de l'agriculture au changement climatique qui l'affecte d'ores et déjà ?

Émissions territoriales de GES actuelles et à l'horizon 2050 du secteur agricole



LEVIERS

Équilibre protéines animales et végétales, baisse de la suralimentation, saisonnalité, gaspillage alimentaire

Artificialisation, précarité, rénovation : une autre économie du bâtiment est-elle possible ?

- **S1 et S2 misent sur** la réhabilitation massive et efficace, et par :

- l'abandon du rêve de maison individuelle
- le partage de lieux de vie
- la transformation des résidences secondaires en habitat principal
- la sobriété dans l'usage des équipements

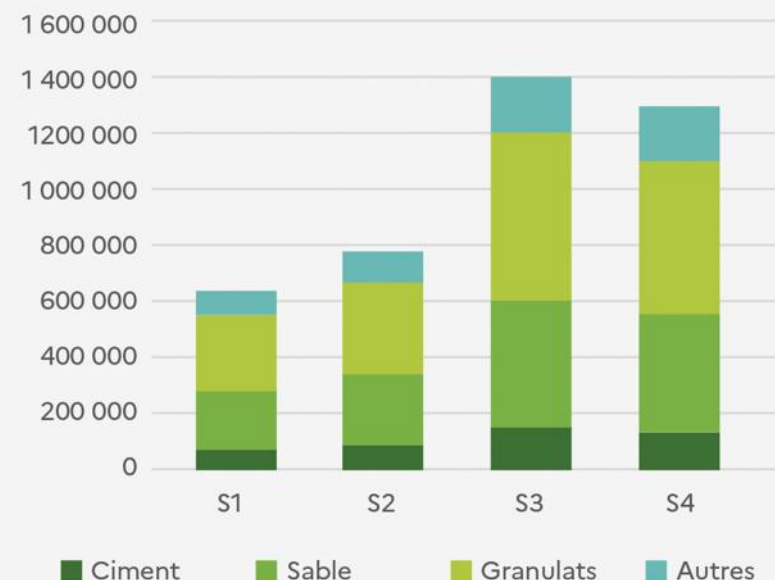
Mais ces changements de société ne sont pas faciles.

- **S3 et S4 misent sur :**

- la technologie
- Le renouvellement du parc via la construction neuve (S3 scénario haussmannien) avec une consommation de matières et d'énergie grise très élevée

Mais tout cela nécessite de nouvelles carrières ou des extensions de plus en plus mal acceptées par les populations environnantes.

Consommation de matériaux pour la construction neuve
(résidentiel, EPHAD, commerce, hôtel, enseignement et bureau)
Milliers de tonnes cumulées entre 2015 et 2050



LEVIERS

Modifier les imaginaires,
rénovation, matériaux à
faible impact

Leviers principaux du bâtiment

1. Limitation de la construction neuve

Quelle stratégie de réponse aux besoins de logements et d'espaces tertiaires ?
Répondra-t-on via la construction de bâtiments neufs ou par l'optimisation du parc existant ? Quels seront les modes constructifs ?

2. Rénovation énergétique

Quel rythme de rénovation énergétique ? Et quelle ambition pour chaque rénovation ?
La rénovation va-t-elle accélérer et gagner en ambition, ou continuera-t-on sur un rythme peu élevé de rénovations peu ambitieuses ?

3. Adoption d'énergies moins impactantes pour l'environnement

Quelles énergies pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire ?
Les énergies continueront-elles à être carbonées, ou les équipements seront-ils changés pour des vecteurs moins carbonés ?

4. Evolution des modes de vie

Quelle évolution des pratiques des occupants ? Quelle dynamique d'équipement et de consommation associées ?
Les tendances à l'augmentation des taux d'équipements et des consommations associées vont-elles se poursuivre ? Les gains d'efficacité permettront-ils de les contrebalancer ?

Vue d'ensemble des scénarios



Limitation de la construction, rénovation rapide et modification d'ampleur des modes de vie

- Transformation de logements vacants et résidences secondaires en résidences principales
- Réduction drastique du nombre de constructions neuves
- Rénovation énergétique d'une ampleur inégalée
- Mutualisation des équipements à l'échelle des lieux d'habitation, limitation de leur usage

- 30 %

Réduction de la surface moyenne des maisons individuelles neuves



Rénovation massive, évolutions graduelles mais profondes des modes de vie

- Baisse importante du rythme de construction neuve
- Le partage des bâtiments, de pièces de vie ou d'équipements se généralise
- Rénovation énergétique d'une ampleur inégalée

79 %

des logements existants en 2015 rénovés à un niveau BBC Rénovation ou plus



Rénovation massive et déconstruction-reconstruction

- Nouveau cycle de déconstruction/reconstruction haussmannien de logements neufs et performants générant une consommation massive de ressources
- Ensemble des logements rénovés mais de façon peu performante (la moitié seulement au niveau BBC-rénovation)

Développement de l'offre de matériaux et de systèmes constructifs moins carbonés

36 %

du parc de résidences principales (soit 12 millions de logements) a été construit après 2015



Efficacité énergétique et innovation technique

- Maintien de la construction neuve à un rythme tendanciel, moins important que par le passé
- Logique de rénovation duale : la moitié des logements rénovés BBC ou plus grâce à l'industrialisation
- Les équipements se multiplient, alliant innovations technologiques et efficacité énergétique (Smart Home)

52%

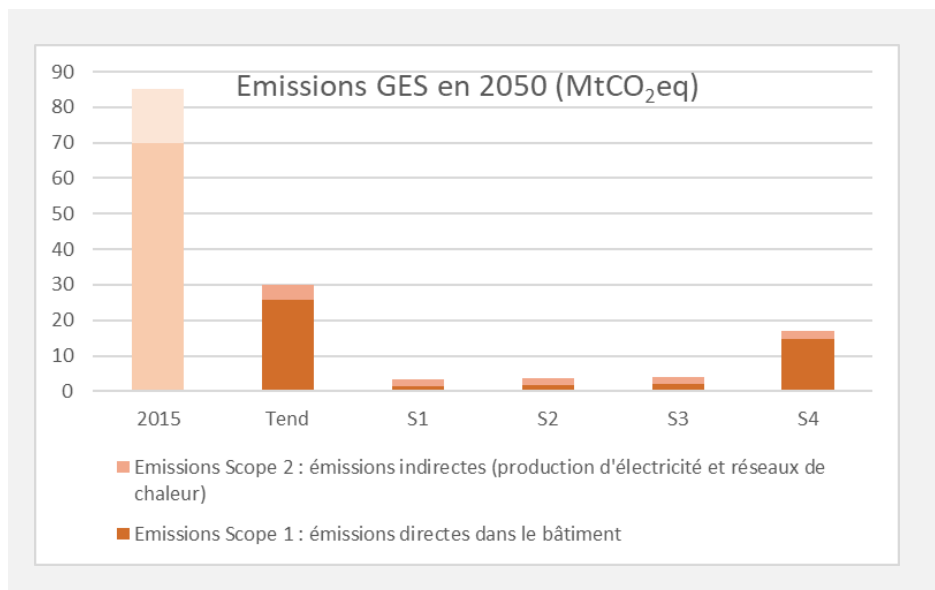
des logements chauffés avec une pompe à chaleur

Traduction des leviers d'action pour le bâtiment

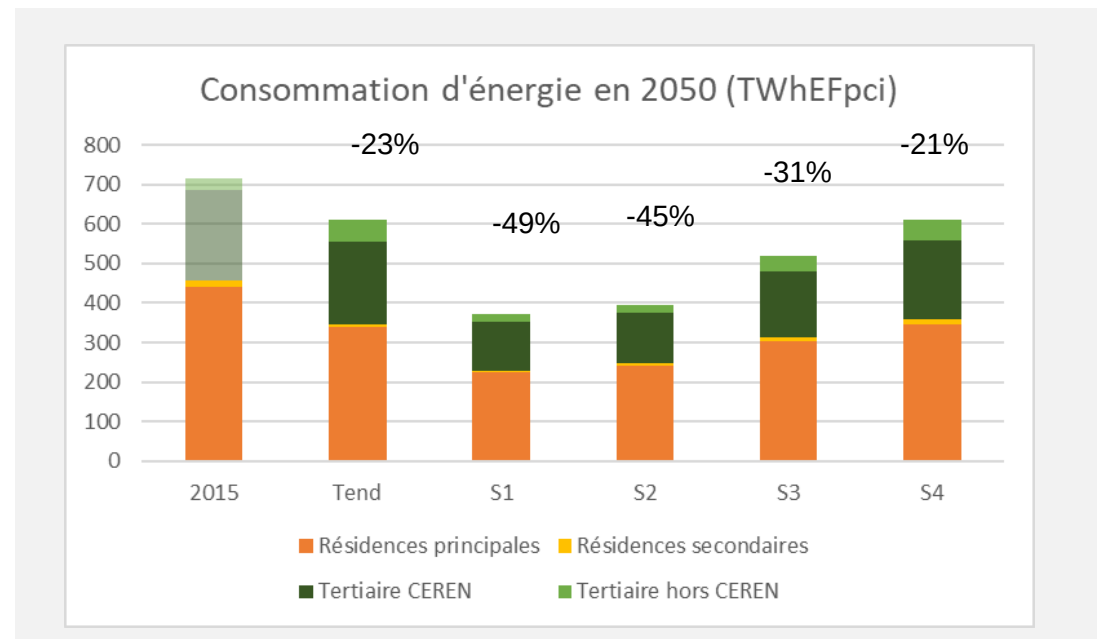
Levier	Tendanciel	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
A l'échelle du parc (ou du quartier)					
[Sobriété] Limiter la surface par personne		++++	+++		
[Efficacité] Optimiser l'usage du parc existant		++++	+++		
[Energies / matériaux moins impactants] Développer les réseaux de froid et de chaleur urbaine	+	+	+++	+++	+
[Compensation] Capter et stocker le carbone pour compenser les émissions du secteur bâtiment)			+	+	++++
A l'échelle du bâtiment et de ses occupants					
Sobriété					
Utiliser moins d'équipements		++++	+++		-
Mieux dimensionner les équipements		+++	++	-	--
Moins utiliser les équipements		+++	++	-	--
Efficacité (améliorer le rendement des équipements)					
Baisser le besoin thermique du bâtiment	+	++++	+++	+++	++
Améliorer le rendement des équipements	+	++	++	++++	++++
Réemployer, ré-utiliser, recycler les matériaux et équipements	+	+	+	++	+
Utiliser des énergies ou des matériaux peu impactants pour l'environnement					
Changer le vecteur énergétique	+	++++	++++	++++	+
Adopter des modes constructifs avec des matériaux et équipements moins impactants	+	++++	+++	++	+
Compenser les impacts résiduels					
Compenser les émissions carbone des bâtiments neufs				+++	++++
Stocker le carbone dans les matériaux	+	+++	++++	++	+

1.Accélérer dès maintenant

Le décalage des scénarios neutralité carbone par rapport au Tendanciel montre la nécessité d'accélérer dès maintenant la mise en place de la transition.



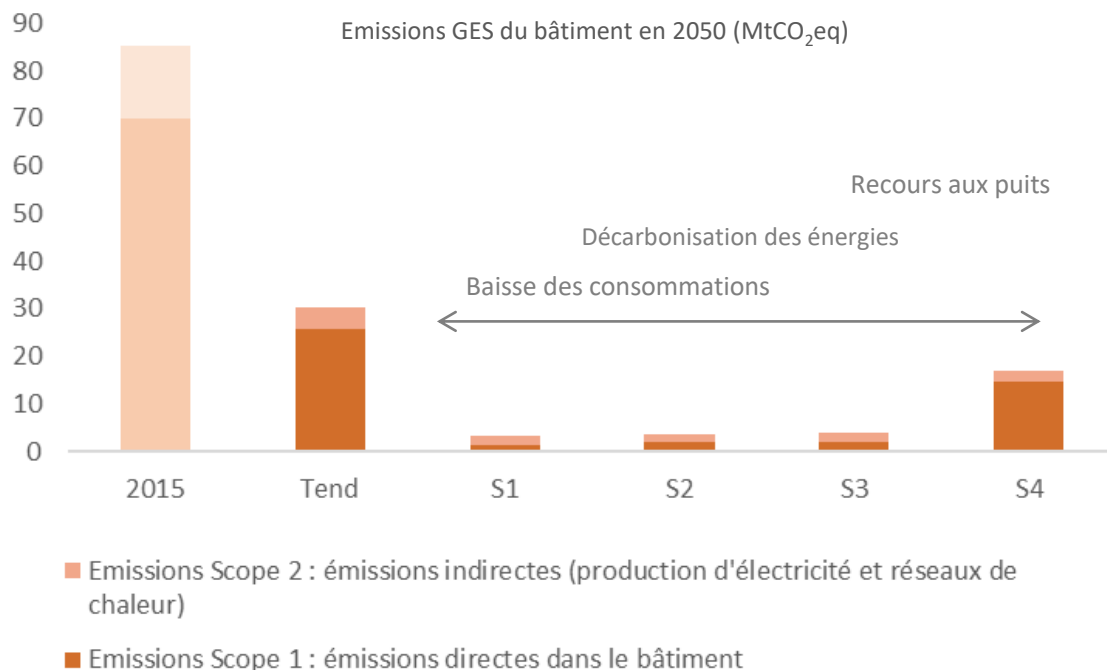
- S2 et S3 conduisent à des émissions GES similaires avec deux stratégies différentes : une plus grande isolation de l'enveloppe des bâtiments pour S2, une plus grande décarbonation des vecteurs pour S3.
- S3 et 4 déplacent donc la responsabilité de l'action vers d'autres secteurs (développement d'énergies peu impactantes pour l'environnement dans S3, captage et stockage de CO₂ dans S4).



- Tous les scénarios, y compris le Tendanciel, prévoient une réduction de la consommation d'énergie finale à 2050 pour l'usage des bâtiments (c'est-à-dire pour les faire fonctionner, donc sans prendre en compte l'énergie nécessaire à leur construction, leur rénovation ou leur démolition).
- C'est S1 qui conduit à la baisse la plus importante et S4 qui est le plus consommateur. Le chauffage et l'eau chaude sanitaire restent les usages prépondérants en 2050 dans tous les scénarios, suivis par les équipements spécifiques. Le résidentiel reste le secteur le plus consommateur.

2. Plusieurs chemins vers la neutralité carbone, une contribution variable du bâtiment

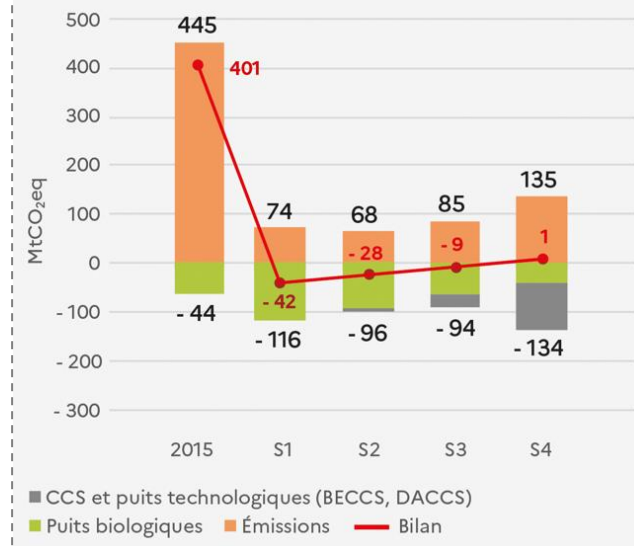
- S1 conduit aux émissions les plus faibles en 2050
- S2 et S3 conduisent à des émissions GES similaires avec deux stratégies différentes : une plus grande isolation de l'enveloppe des bâtiments pour S2, une plus grande décarbonation des vecteurs pour S3.
- S3 et 4 déplacent donc la responsabilité de l'action vers d'autres secteurs (développement d'énergies peu impactantes pour l'environnement dans S3, technologies peu matures de captage et stockage de CO₂ dans S4).



QUATRE SCÉNARIOS NEUTRES EN 2050, AVEC UN RECOURS PLUS OU MOINS IMPORTANT AUX PUIXS DE CARBONE

Les scénarios au global

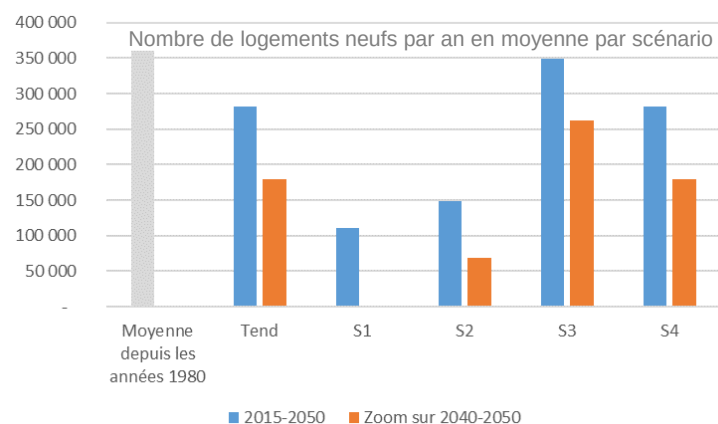
Bilan des émissions et des puits de CO₂ en 2015 et 2050



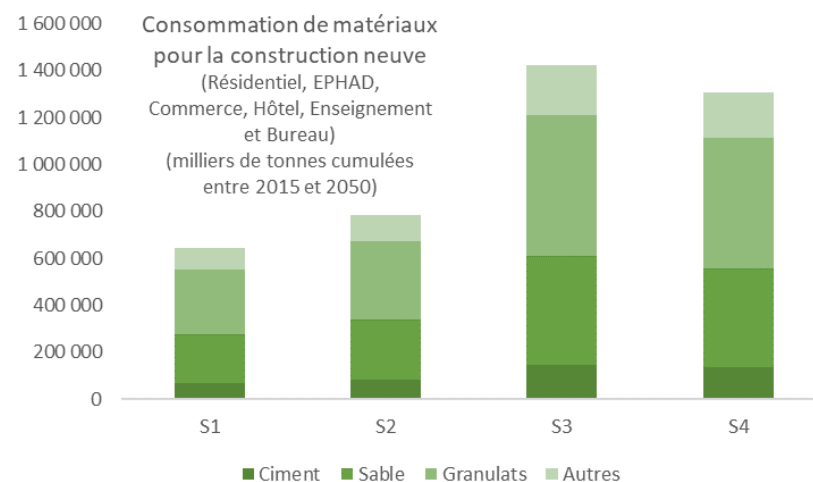
3. Explorer les leviers d'action à l'échelle du parc

L'optimisation de l'occupation du parc existant fait l'objet de peu d'intervention publique à l'heure actuelle. Il est donc intéressant de mettre en œuvre des politiques de gestion du parc bâti dans son ensemble. Par exemple, une partie des locaux de bureaux et de commerce est à l'aube de mutations majeures : celles-ci peuvent être mises à profit pour la transition si les changements d'usage sont facilités.

UN VOLUME DE LOGEMENTS NEUFS QUI VARIE FORTEMENT

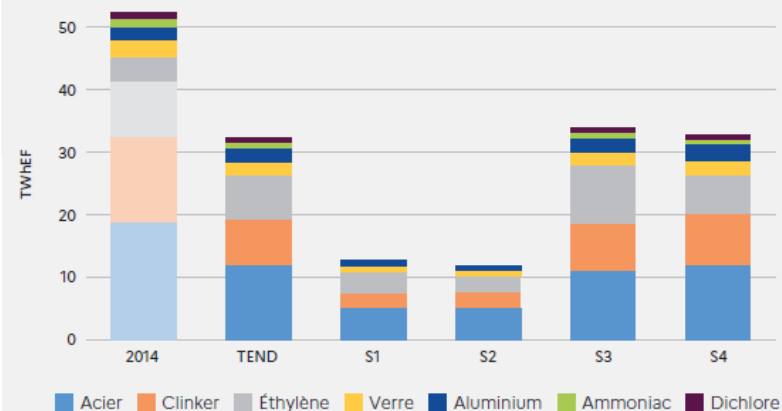


LIMITER LE VOLUME DE CONSTRUCTION LIMITE LE BESOIN EN RESSOURCES...



... ET LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DANS L'INDUSTRIE

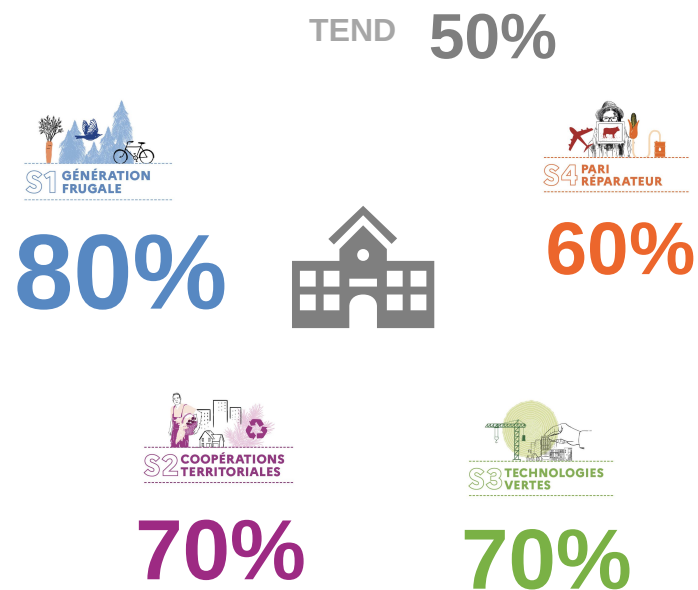
Graphique 14 Consommation énergétique des IGCE dans tous les scénarios pour fournir le secteur du bâtiment



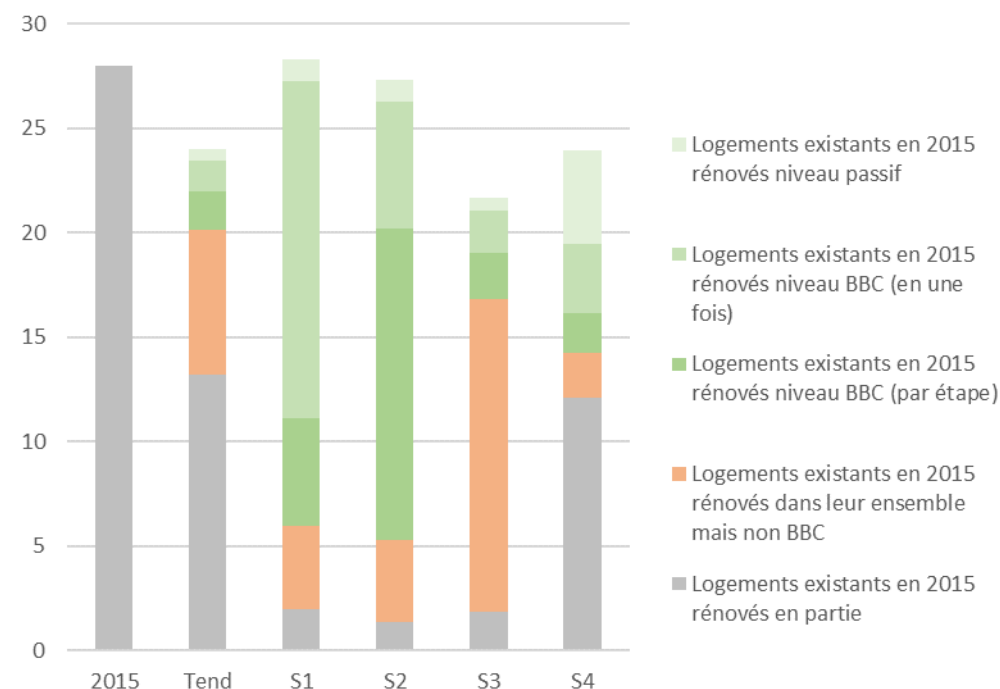
4. La rénovation énergétique ambitieuse de l'enveloppe, un incontournable

La rénovation permet des gains rapides et beaucoup plus maîtrisables que d'autres leviers pour lesquels des politiques efficaces sont encore à trouver (par exemple l'évolution des pratiques énergétiques quotidiennes des ménages). Elle implique un changement d'échelle sans précédent.

Proportion des surfaces tertiaires ayant suivi
la trajectoire Eco-Energie tertiaire



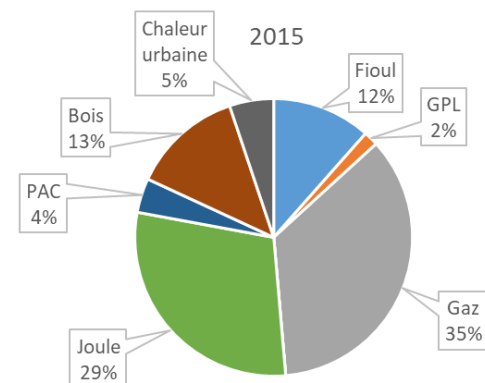
Parc de résidences principales en 2050 (Logements existants en 2015) – Répartition par
niveau de performance énergétique (nbre de logements)



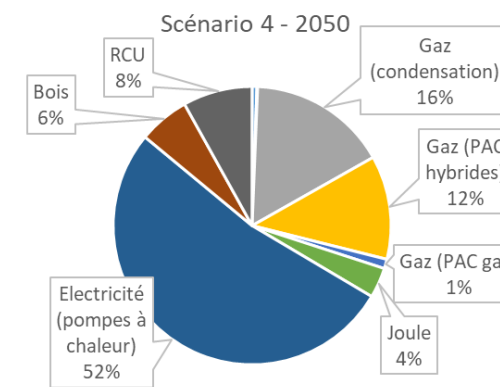
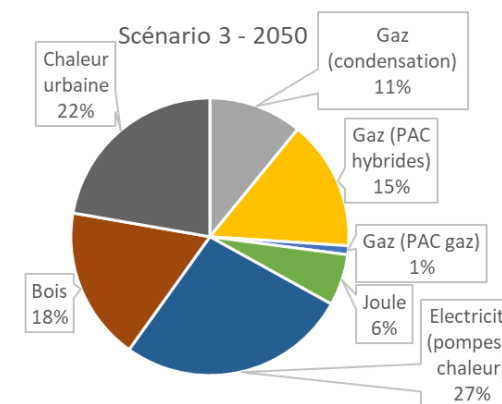
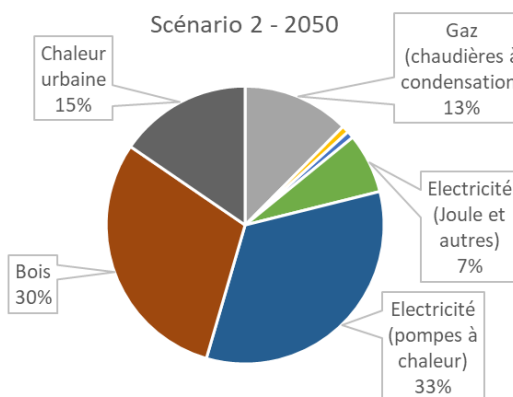
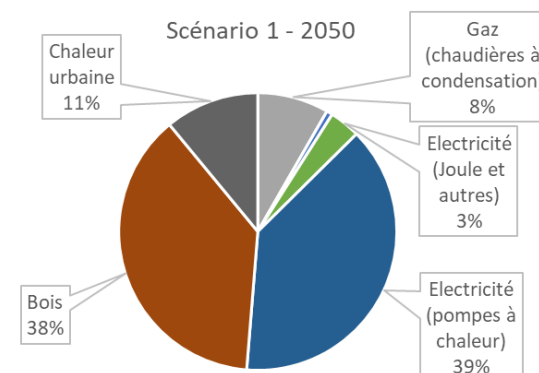
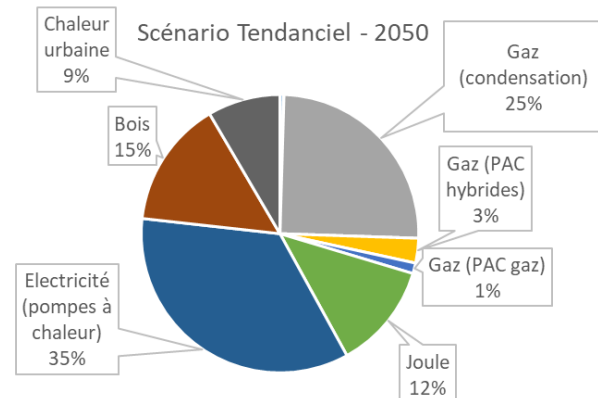
5. Décarboner les vecteurs: une multiplicité d'options

Les différents scénarios mènent à des parcs très différents en termes de modes de chauffage

Des points communs cependant : la sortie du fuel, une baisse des bâtiments raccordés au gaz (contrainte du gaz vert) et la place grandissante de l'électricité (pompes à chaleur).



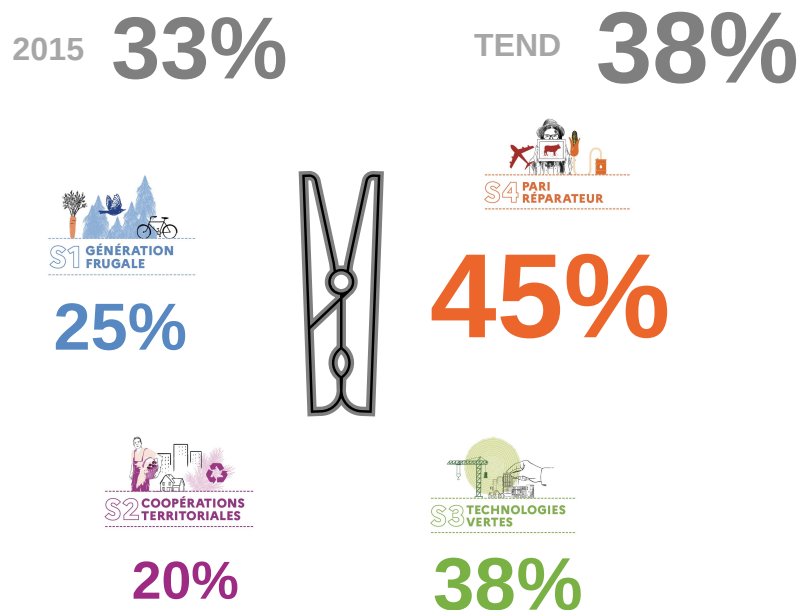
PROPORTION
DE RÉSIDENCES PRINCIPALES
PAR ÉNERGIE DE CHAUFFAGE EN 2050



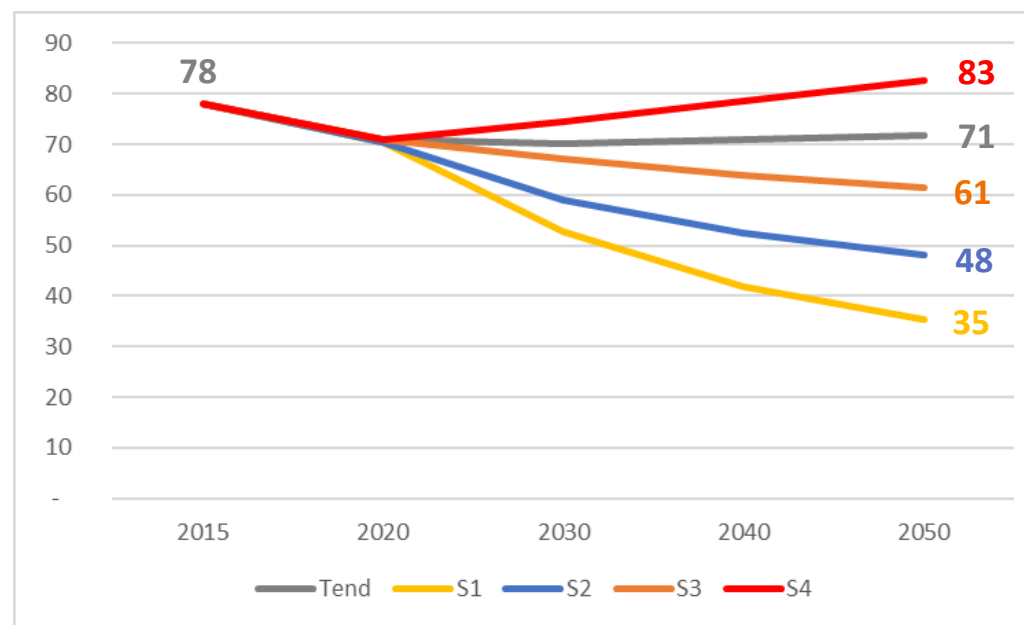
6. Ré-investir la vie quotidienne

L'enjeu est la redéfinition des normes et imaginaires sociaux qui guident les pratiques quotidiennes pour les rendre compatibles avec les limites planétaires (limiter la surface par personne, utiliser moins d'équipements...), au-delà des éco-gestes.

Proportion des ménages équipés d'un sèche-linge en 2030



UNE MARGE DE MANŒUVRE IMPORTANTE SUR LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ DES USAGES SPÉCIFIQUES



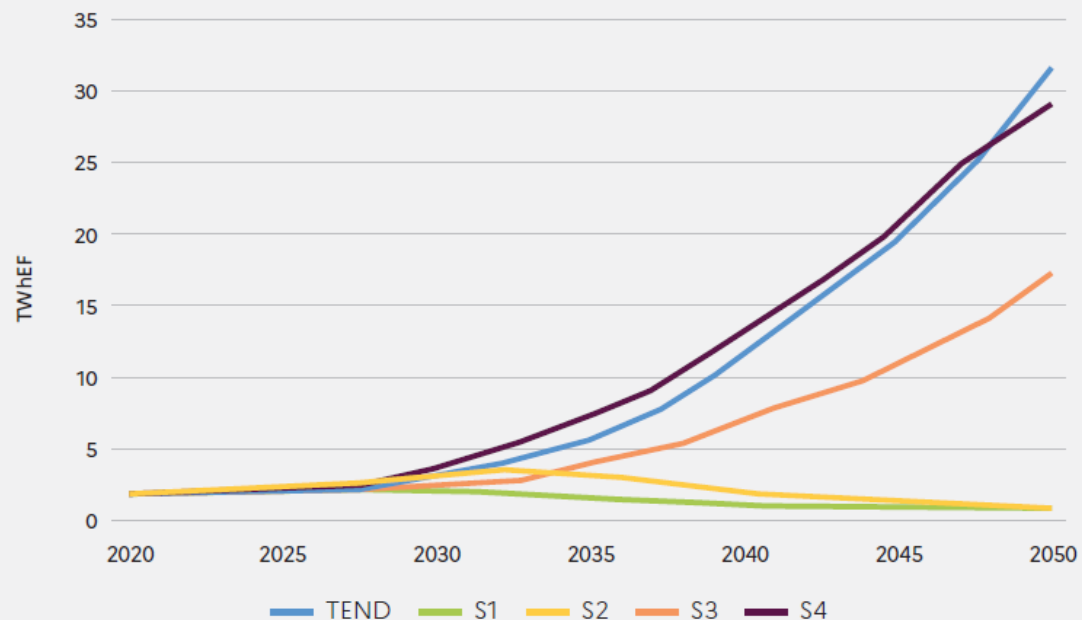
Evolution de la consommation des équipements spécifiques par scénario (TWHEF)

7. Anticiper les nouvelles consommations

Anticiper, pour mieux maîtriser, les consommations additionnelles liées à de nouveaux usages (climatisation, usages du numérique entraînant les consommations des data centers...).

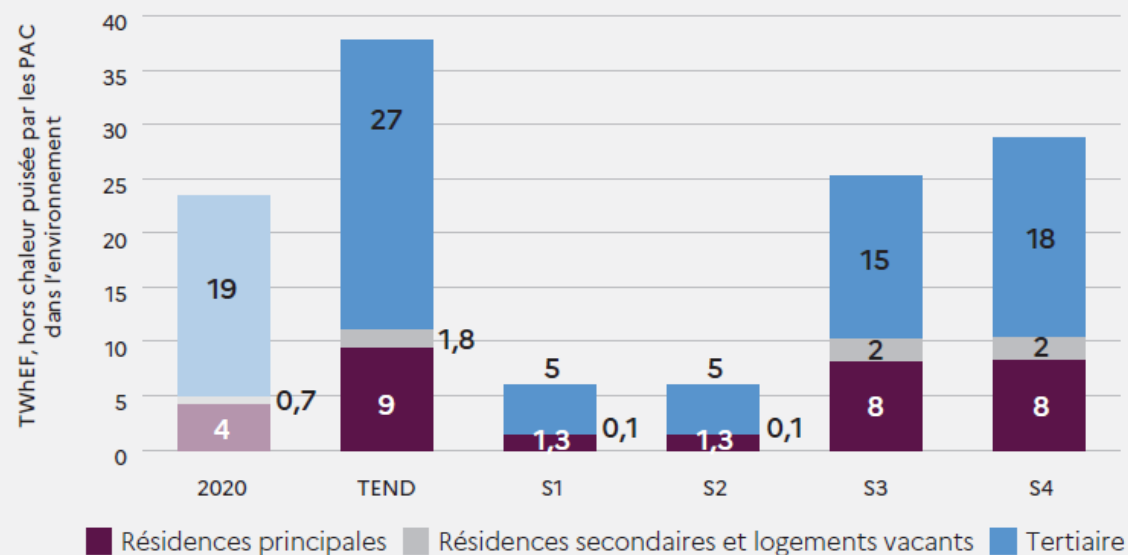
SANS SOBRIÉTÉ DES USAGES NUMÉRIQUES,
UNE CROISSANCE EXPONENTIELLE DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DES DATA
CENTERS

Graphique 10 Consommation des data centers hébergeurs dans tous les scénarios



TEMPÉRATURES DE CONSIGNE, DURÉE D'UTILISATION:
LES CLÉS POUR LIMITER LES CONSOMMATIONS DE CLIMATISATION

Graphique 13 Consommation de climatisation en 2050 dans tous les scénarios



Bâtiments : limites & perspectives

Limites liées à la conceptualisation des scénarios :

- **Scénarios axés sur la neutralité carbone telle que définie dans la SNBC.** *Perspective : modéliser l'empreinte environnementale des scénarios.*
- **Scénarios optimisés sur deux seuls critères (énergie et émissions GES).** *Perspective : optimisation multicritère.*
- **Angles morts**, et notamment, pas d'exploration des variables socio-économiques sous-jacentes aux marchés de l'immobilier. *Perspective : analyser les conditions de faisabilité et les conséquences sur le marché immobilier.*
- Aucun scénario n'explore des **crises ou des contextes pouvant être bloquants** pour la mise en mouvement des acteurs du bâtiment et de l'immobilier. *Perspective : analyser les scénarios dans une perspective de crash test pour en tester la robustesse.*

Limites liées à la modélisation :

- **Fiabilité des données d'observation**
- **Absence de données permettant le calibrage de certaines hypothèses** (ex : seuils plancher de rentabilité d'un réseau gaz, impact du changement climatique sur la répartition des lieux de vie sur le territoire, impact de la rénovation sur le confort d'été...).
- **Capacité des modèles à représenter la réalité**
- **Capacité des modèles à capter des enjeux prospectifs nouveaux ou à explorer des nouveaux leviers de transition** (bascule du commerce vers le e-commerce, changements d'usage entre résidentiel et tertiaire, de la dynamique de l'habitat communautaire, variations d'intensité d'usage, capacités d'optimisation de l'utilisation du parc existant...).
- **Le raisonnement par la moyenne dans une société faite de diversité.**
- Modélisation conduite à l'échelle nationale seulement

4. Enjeux énergétiques



S1 Génération frugale

Une division par 2 de la demande énergétique globale

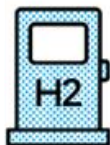


Le pétrole

est limité à quelques usages spécifiques difficilement substituables

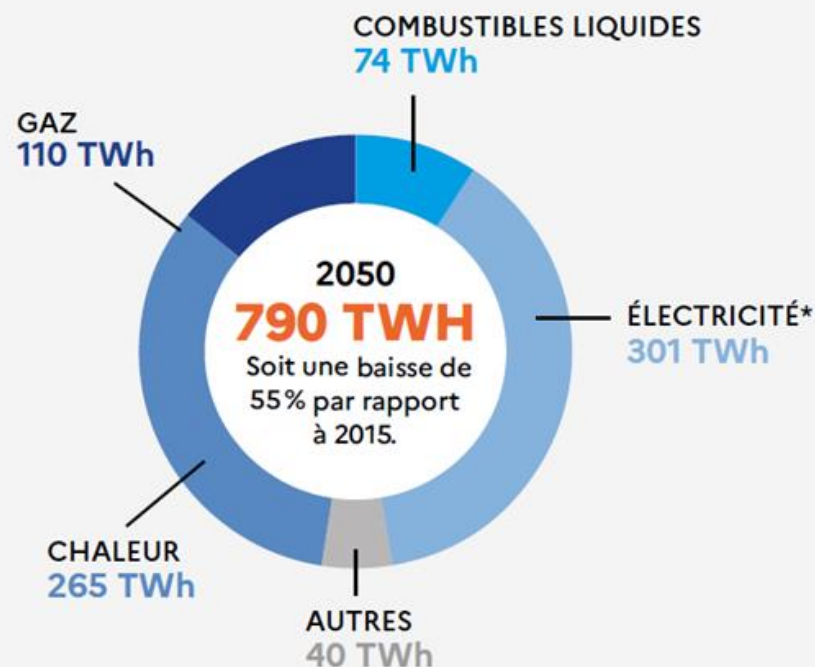


Le gaz suit la même trajectoire de réduction très forte de consommation. Il est presque intégralement renouvelable



L'hydrogène est principalement utilisé comme levier de décarbonation du gaz du réseau

Demande finale énergétique par vecteur
(avec usages non énergétiques et hors sources internationales)



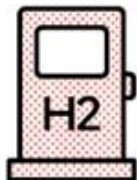
* hors consommation intermédiaire, notamment pour la fabrication du H2

S2 Coopérations territoriales

Un mix énergétique dominé par la biomasse et l'électricité essentiellement décarbonée



Une production d'électricité équivalente à celle d'aujourd'hui

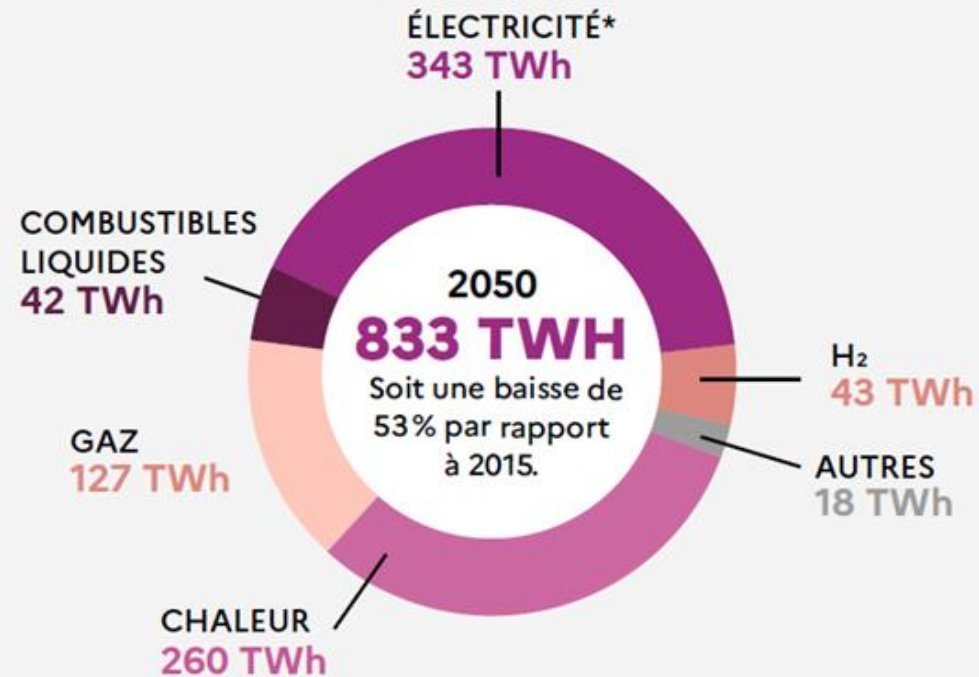


Une panoplie d'usages directs et indirects de l'**hydrogène**



La forte baisse de la consommation de **gaz** permet de couvrir la grande majorité de la demande avec du gaz décarboné

Demande finale énergétique par vecteur
(avec usages non énergétiques et hors sources internationales)



* hors consommation intermédiaire, notamment pour la fabrication du H2

S3 Technologies vertes

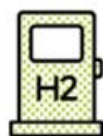
L'innovation au service de systèmes énergétiques décarbonés



La **fourniture d'énergie** doit répondre à la demande de biens et de services, en particulier numériques, fortement consommateurs ainsi qu'aux besoins de mobilités



La **biomasse** est très mobilisée, en particulier les déchets pour la méthanisation et le bois pour l'énergie

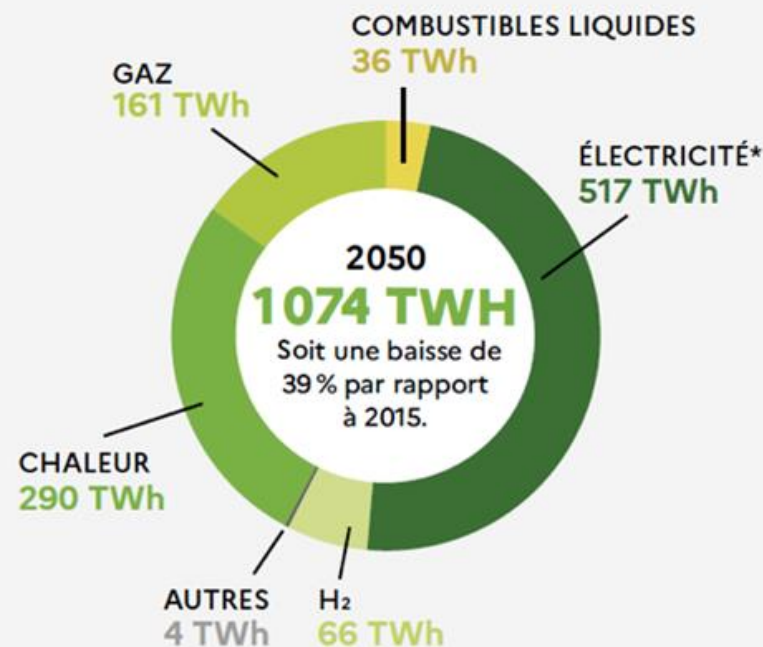


Une consommation massive d'**hydrogène** pour tous les usages avec un recours aux importations



Les **carburants fossiles** sont encore faiblement utilisés (10%) dans le transport

Demande finale énergétique par vecteur
(avec usages non énergétiques et hors sources internationales)



* hors consommation intermédiaire, notamment pour la fabrication du H2

S4 Pari réparateur

Forte électrification et recours massif à la compensation



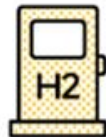
La demande
énergétique
est forte



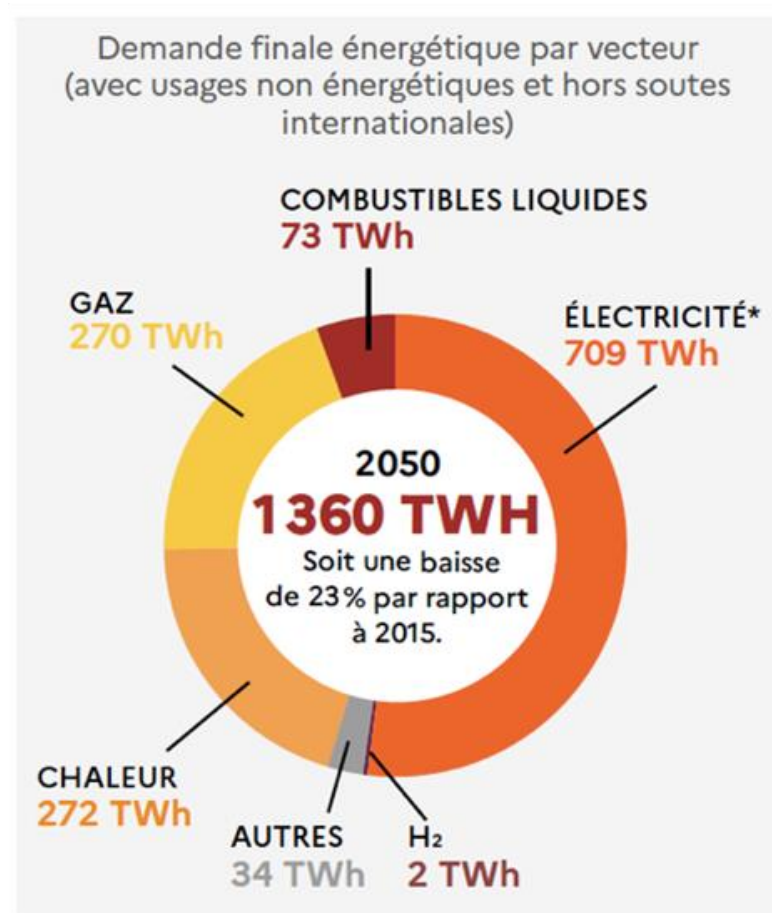
Plusieurs **leviers de
décarbonation** sont
utilisés: biomasse, en
particulier forestière,
énergies renouvelables,
biogaz et biocarburants



Importation de gaz en
provenance de certains
pays étrangers spécialisés
dans la production de
gaz décarboné
ou renouvelable



La concurrence d'autres
technologies compromet
la place de l'**hydrogène**

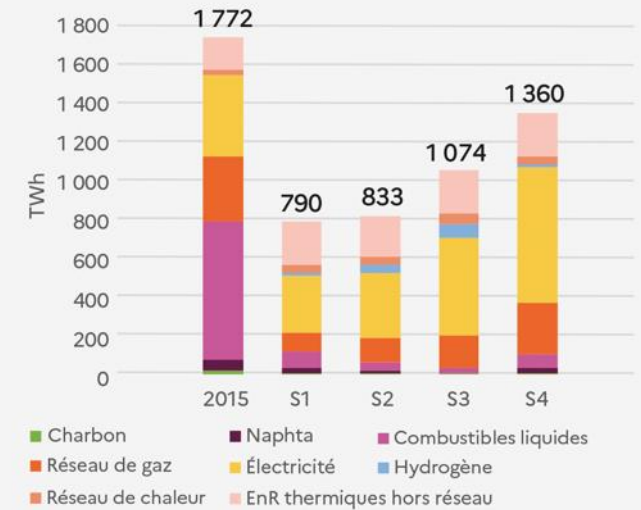


* hors consommation intermédiaire, notamment pour la fabrication du H2

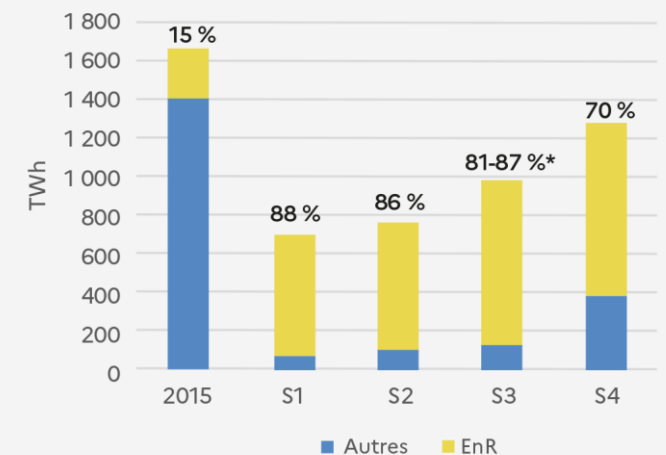
Les énergies renouvelables dans le mix énergétique

- **Entre 70 % et 88% de l'approvisionnement énergétique** basé sur les énergies renouvelables
- Quasi disparition des énergies fossiles
- **Les énergies renouvelables hors réseau augmentent de 30 à 40 %** par rapport à 2015
- **Le vecteur gaz conserve un talon** de consommation, très décarboné
- **Carburants liquides** : une offre en biocarburants insuffisante, nécessité de s'appuyer sur des ressources diversifiées

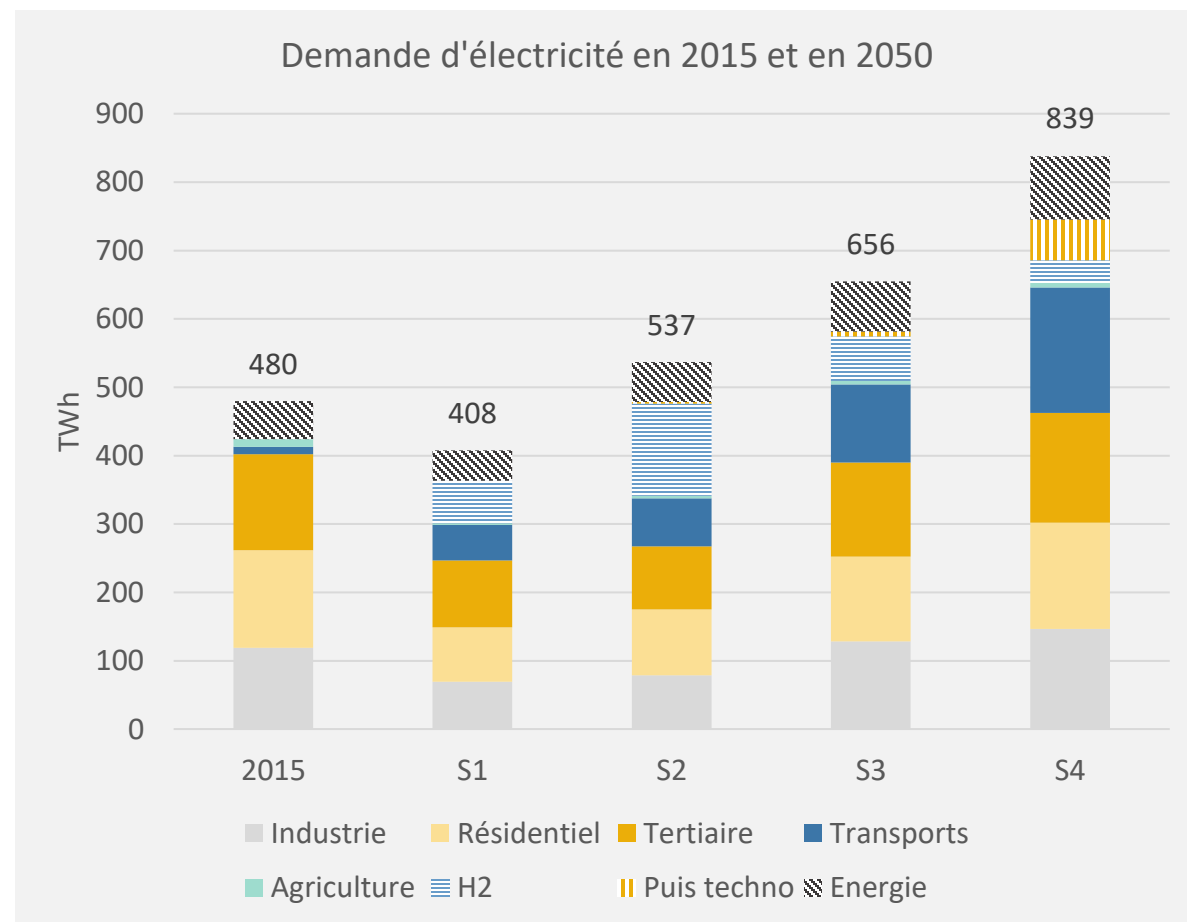
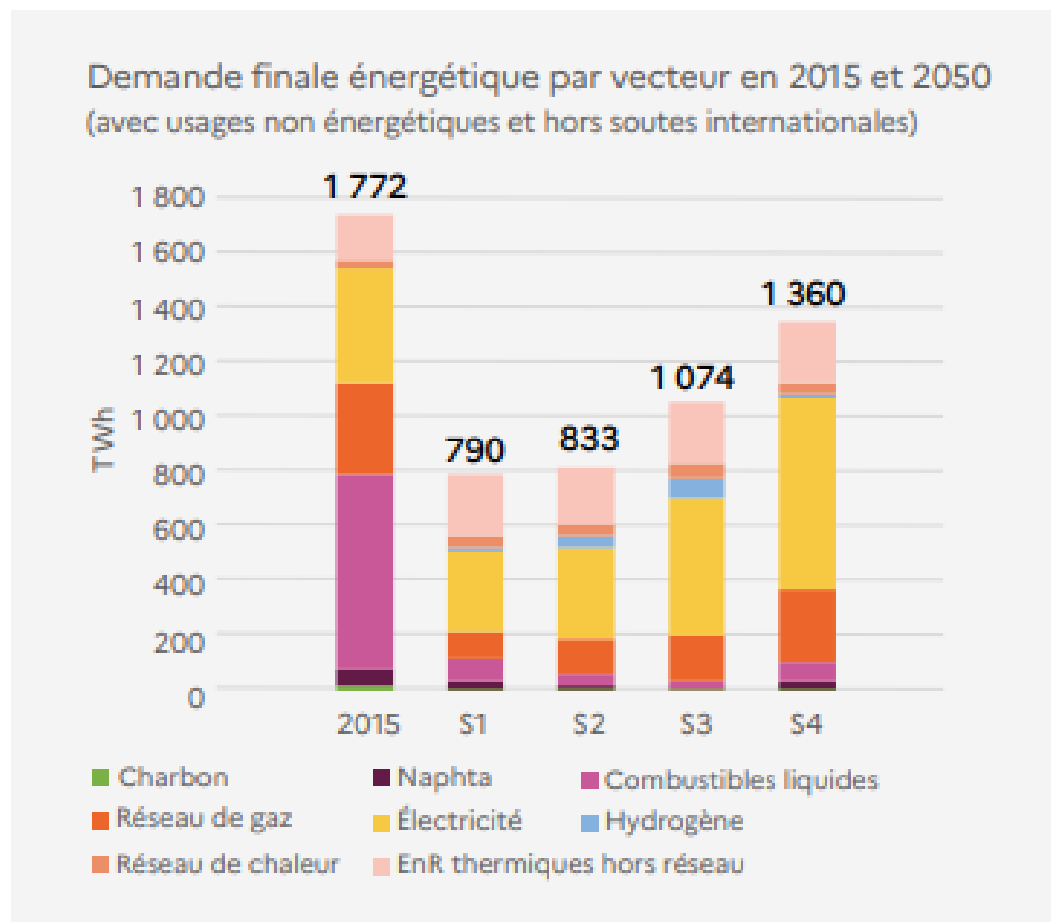
Demande finale énergétique par vecteur en 2015 et 2050 (avec usages non énergétiques et hors soutes internationales)



Consommation d'énergie et part des EnR dans la consommation finale brute d'énergie en 2015 et 2050



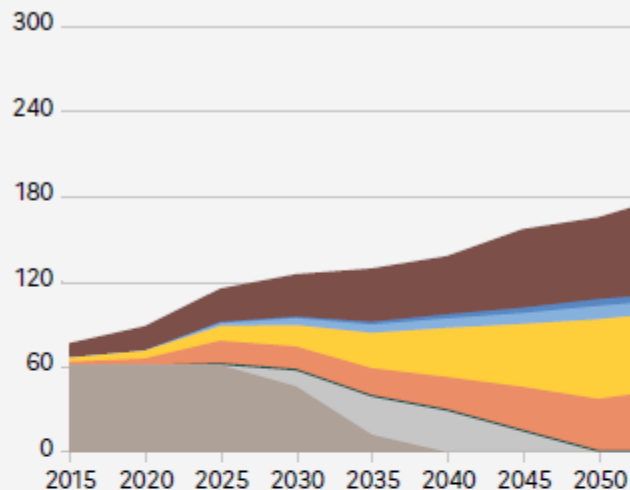
La demande d'énergie en 2050 est dominée par le vecteur électrique en lien avec l'électrification des usages, notamment de la mobilité



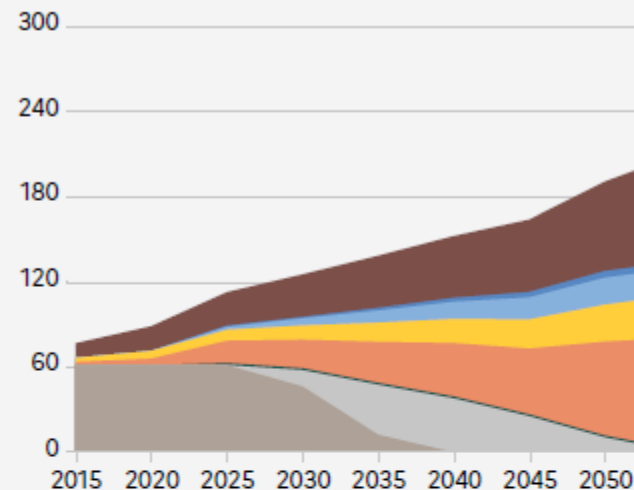
4 parcs de production variés pour faire face à des niveaux de demande différents

Puissance installée en GW

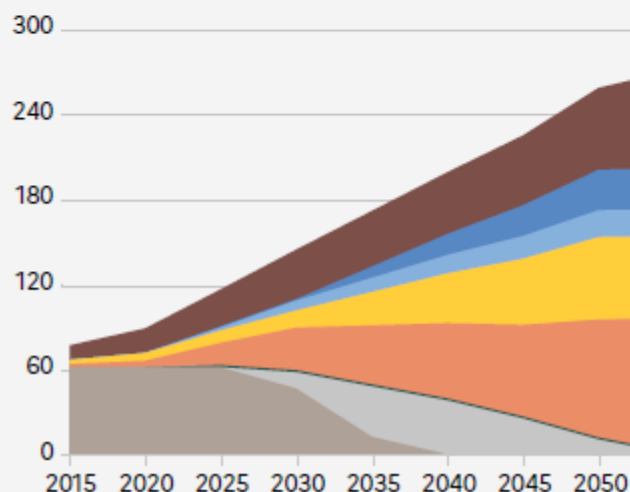
Scénario 1



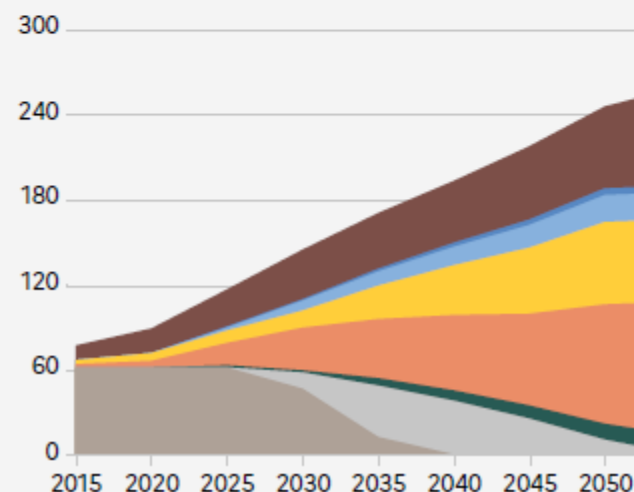
Scénario 2



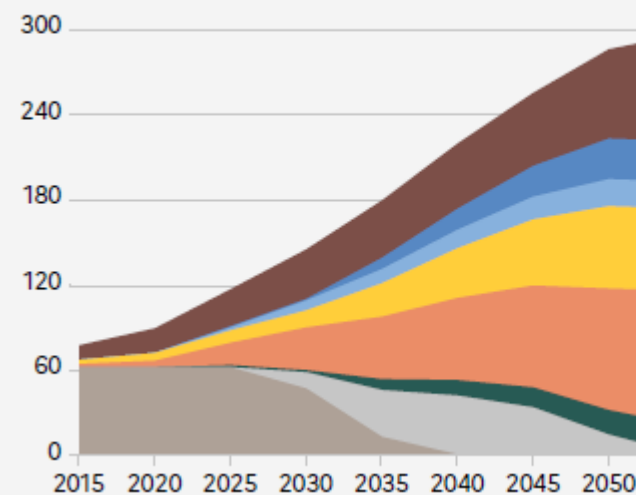
Scénario 3EnR-offshore



Scénario 3Nuc

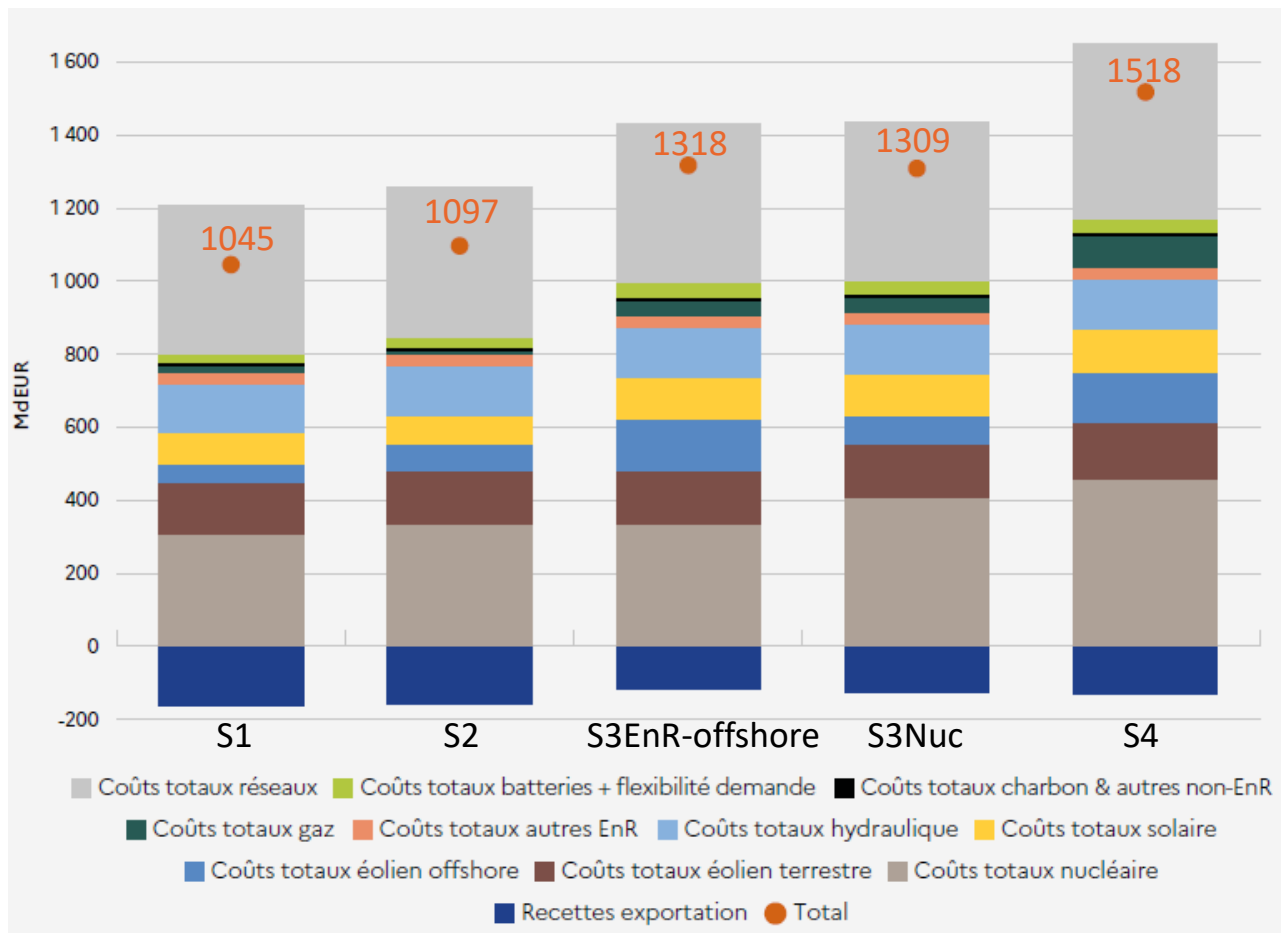


Scénario 4



Des coûts sur l'ensemble d'une trajectoire qui augmentent logiquement avec la demande d'électricité, entre 1 045 Md€ pour S1 (408 TWh en 2050) à 1 518 Md€ pour S4 (839 TWh en 2050)

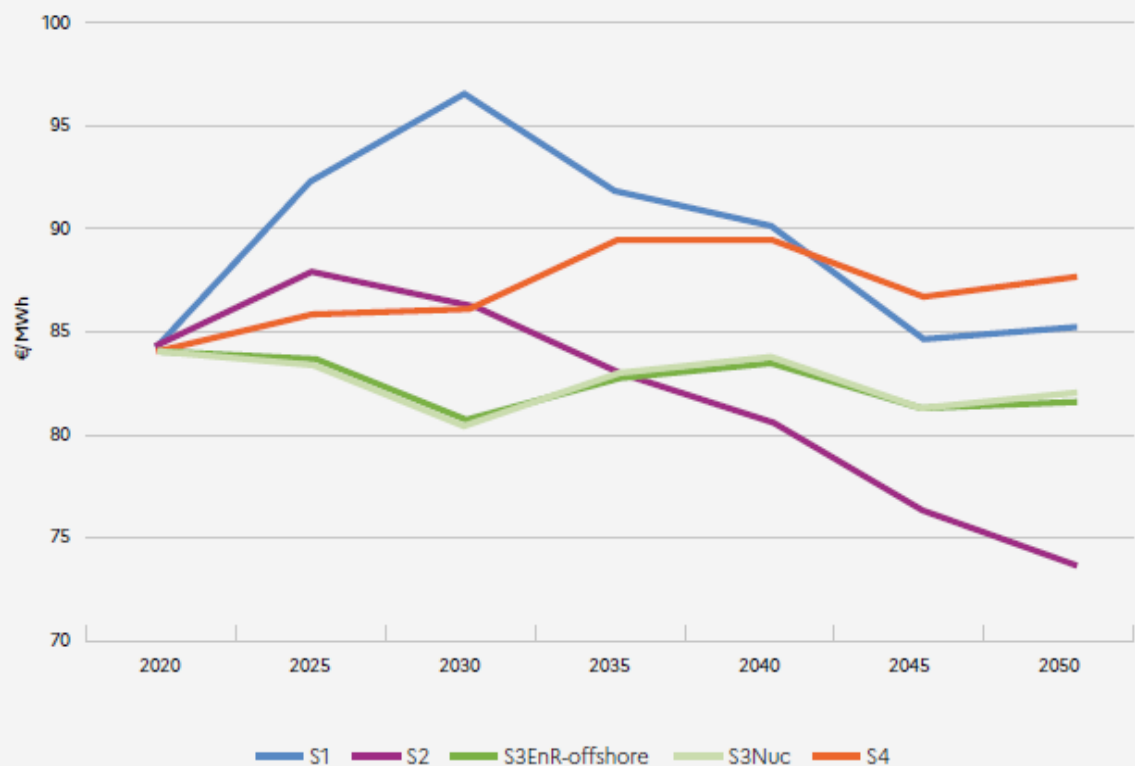
Evolution du coût complet annualisé en €/MWh de consommation finale



- Les coûts complets relatifs à une trajectoire sont calculés au périmètre du système électrique, sans tenir compte des investissements affectant le niveau de la demande (rénovation énergétique, électrification de l'industrie...) ni des impacts sur les autres vecteurs énergétiques.
- **Pour une demande de 650TWh (S3), les 2 options possibles (EPR2 ou éolien offshore flottant) aboutissent à des coûts très proches (S3EnR-offshore a un coût supérieur de 0,7 % à S3Nuc).**

Une évolution des coûts en EUR/MWh entre 2020 et 2050 relativement similaire : de – 12 % pour S2 à +4 % pour S4.

Evolution du coût complet annualisé en €/MWh de consommation finale

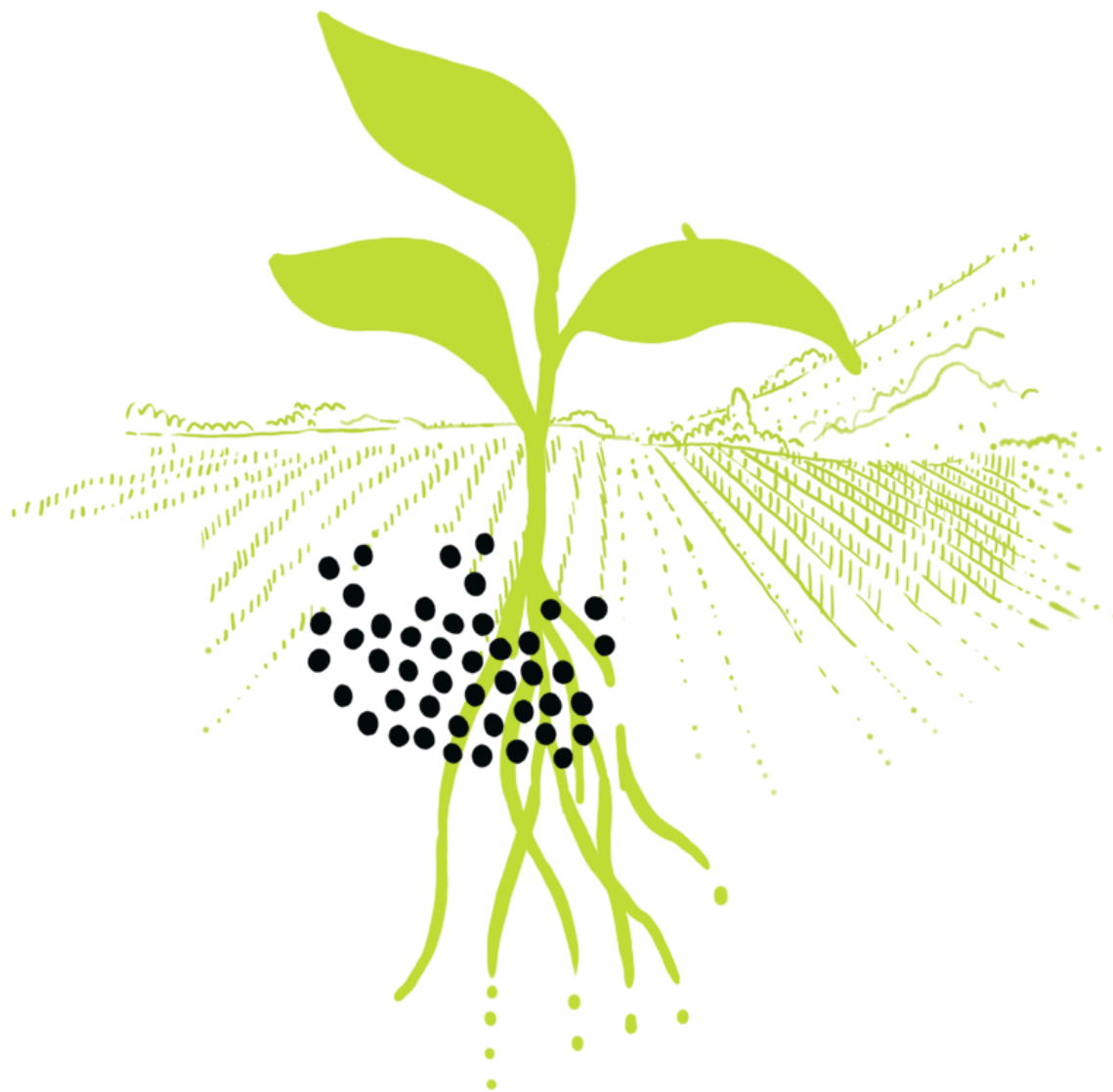


Note de lecture : les courbes S3EnR-offshore et S3Nuc apparaissent superposées.

La baisse du coût complet annualisé de -12 % dans S2 (86 % d'EnR en 2050) s'explique par les caractéristiques de ce scénario :

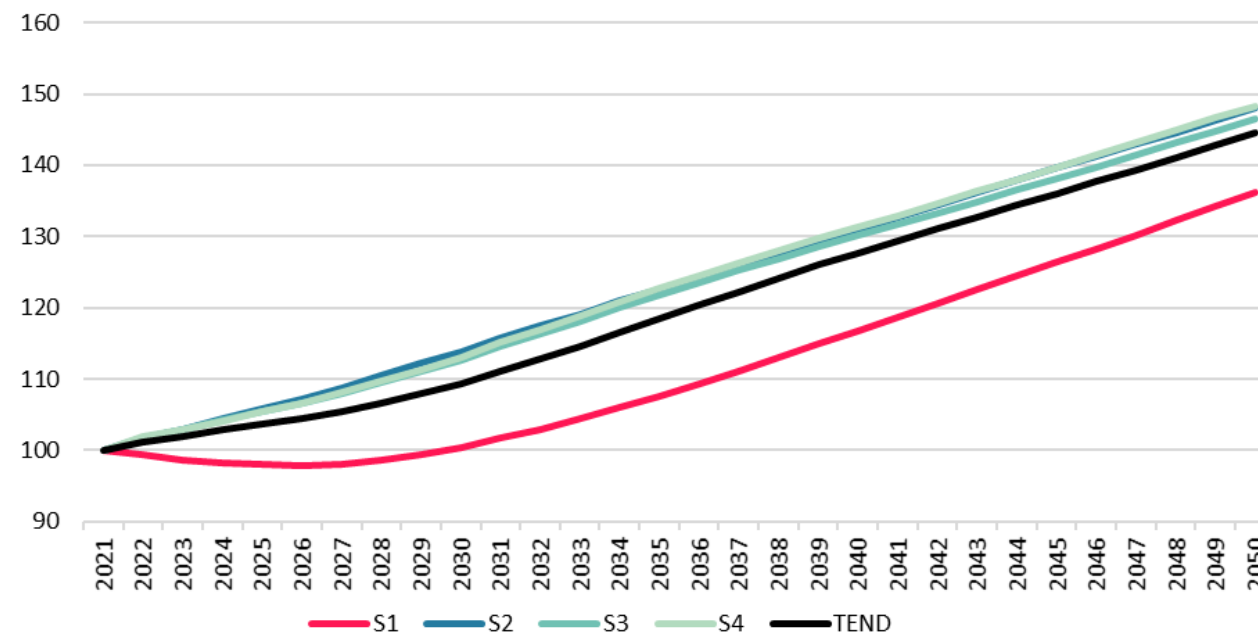
- Un niveau de demande (540 TWh) qui permet le recours à un mix électrique reposant très majoritairement sur les technologies les plus compétitives (éolien terrestre et photovoltaïque) ;
- La flexibilité apportée par les électrolyseurs, installés en quantité significative dans S2, permet de réduire les coûts de flexibilité.

5.Impacts macroéconomiques



Un découplage PIB-GES (territoriaux) est possible (1/2)

- **À terme, aucun des scénarios NC n'engendre de récession** par rapport au niveau actuel de l'activité économique (cf. graph).
- **Evaluation éco favorable au TEND dans 3ME car absence**
 - des coûts économiques du changement climatique dans le TEND
 - des surcroûts de compétitivité dans les scénarios de neutralité carbone liés aux politiques d'atténuation du reste du monde
- **Malgré cela, dans les scénarios (sauf S1), par rapport au TEND :**
 - ↘ du chômage et du déficit public
 - ↗ du revenu disponible des ménages

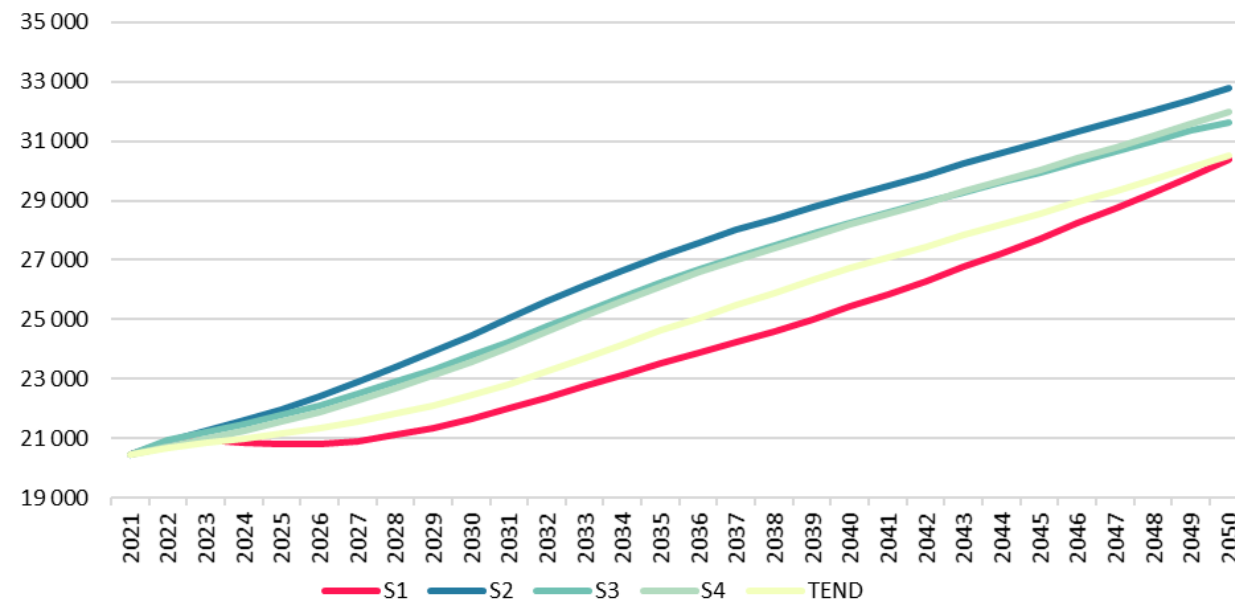


Evolutions du PIB (base 100 en 2021)

Un découplage PIB-GES (territoriaux) est possible (1/2)

LA HAUSSE D'ACTIVITE LIEE A LA TRANSITION VIENT :

- **Substitution rentable des importations d'énergies fossiles** (dont prix ↗) par des EnR produites localement et dont les prix stagnent ou ↘.
- **Substitution des produits manufacturés** (intensifs en CO₂ et importés) par d'autres biens et services produits localement.
- **Investissements rentables d'économies d'énergie pour ménages et entreprises :**
↗ revenus disponibles nets des factures d'énergie et des annuités de remboursement (cf. graph).



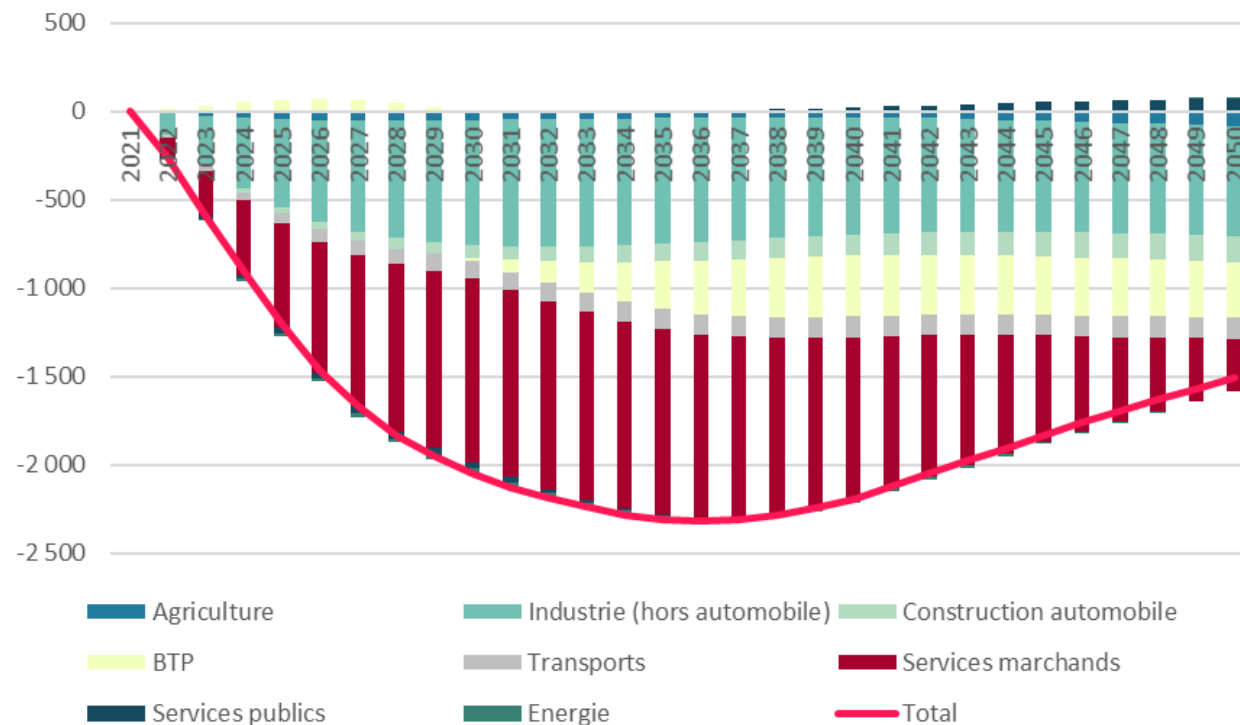
Revenu disponible des ménages (EUR 2021/habitant)

Résultats du S1 : Génération frugale

- **S1 mise le plus sur la sobriété :**

- Chute de la production de biens carbonés
- Division par 2 des automobiles en circulation
- Contraction construction neuve (résidentiel/tertiaire)

- **Baisse de l'investissement** non compensée par la hausse des investissements d'efficacité énergétique
- **Revenu disponible des ménages est moins important** que dans le TEND malgré la désinflation et la baisse de la facture énergétique
- **Baisse du pouvoir d'achat et donc de la consommation**
- **Baisse du taux de croissance annuel moyen du PIB** (1,1 % contre 1,3 % dans le tendanciel)
- **Dégradation de la balance commerciale** : la diminution des imports énergétiques ne compense pas la baisse des exports
- **Baisse du nombre d'emplois par rapport au tendanciel** (≈ 4 %)



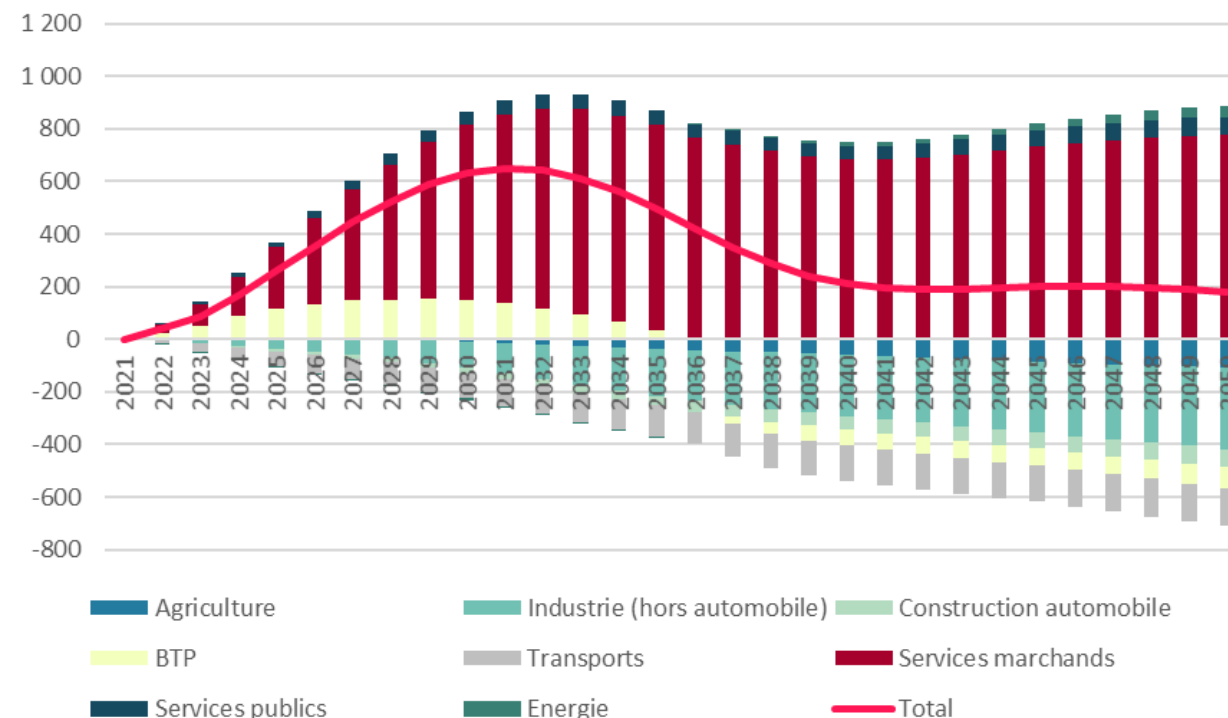
Emplois totaux : écarts S1 - TEND (milliers)

Résultats du S2 : Coopération territoriale

- **S2 mise sur une sobriété plus contenue que S1 :**

- production de biens manufacturés : +15 pt vs. S1
- ventes de véhicules : +25 % vs. S1
- contraction construction neuve limitée vs. S1

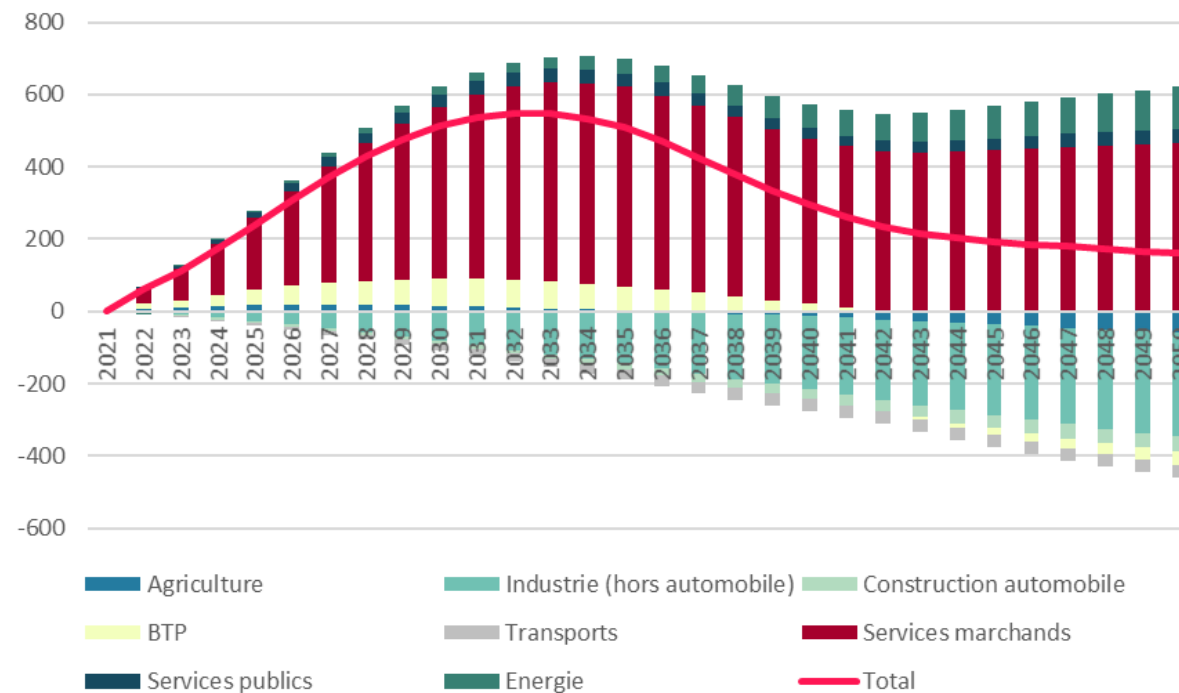
- **Hausse des investissements d'efficacité énergétique** fait plus que compenser la baisse des investissements productifs
- **Amélioration de la balance commerciale** via la baisse des importations
- **Hausse du revenu disponible des ménages** par rapport au TEND via amélioration de l'emploi
- **Hausse du pouvoir d'achat et donc de la consommation**
- **Hausse du taux de croissance annuel moyen du PIB** (PIB du S2 supérieur de 2,4 % à celui du TEND en 2050)
- **Hausse du nombre d'emplois** par rapport au tendanciel ($\approx 0,7$ %)



Emplois totaux : écarts S2 - TEND (milliers)

Résultats du S3 : Croissance verte

- **S3 est plus proche du TEND** (indice de prod industrielle plus proche du TEND, parc de véhicules : 32 millions dans S3 vs. 39 millions dans TEND)
- **Leviers de croissance identiques à S2 mais de plus faible intensité :**
- **Effet d'entraînement plus limité de la balance commerciale** que dans S2 notamment du fait des importations de véhicules qui restent conséquentes
- **Hausse du revenu disponible des ménages** par rapport au TEND
- **Hausse du pouvoir d'achat et de la consommation**
- **Hausse du taux de croissance annuel moyen du PIB** (PIB du S3 supérieur de 1,4 % à celui du TEND en 2050)
- **Le choix du nucléaire ou de l'éolien en mer n'a aucune incidence** sur les agrégats macroéconomiques
- **Hausse du nombre d'emplois** par rapport au tendanciel (≈ 0,6 %)



Emplois totaux : écarts S3 - TEND (milliers)

Résultats du S4 : Pari réparateur

→ S4 exclut toute sobriété et mise sur le progrès technique :

- production industrielle légèrement supérieure au TEND
- parc véhicules : comparable au TEND
- construction neuve : comparable au TEND

→ investissements massifs dans décarbonation et CCS, mais moins rentables que précédemment (coût marginal d'abattement croissant)

→ Neutralité carbone atteinte via des technologies coûteuses qui ↘ compétitivité et ↗ inflation

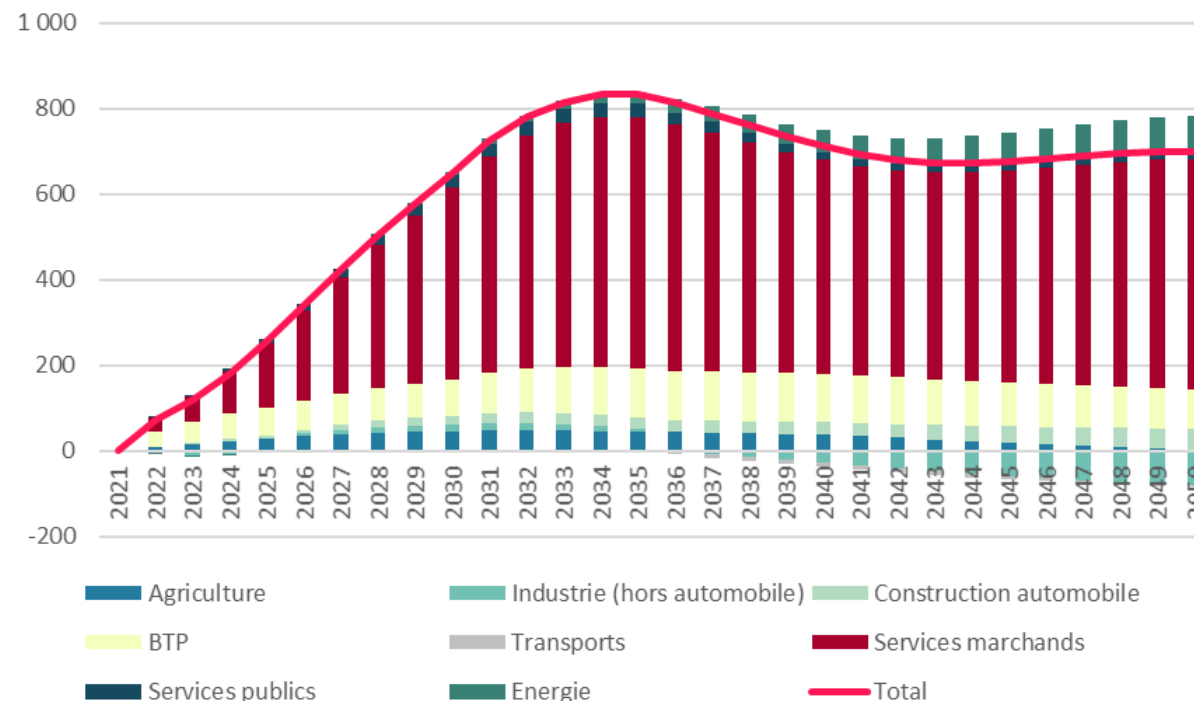
→ Dégradation de la balance commerciale vs. TEND

→ Hausse plus faible que dans S2 du revenu dispo des ménages net des factures énergétiques et du coût de la rénovation énergétique (et donc de la consommation)

→ Ceci vient contenir la ↗ du taux de croissance annuel moyen du PIB

(PIB du S4 supérieur de 2,7 % à celui du TEND en 2050)

→ Hausse du nombre d'emplois par rapport au TEND (≈ 2,8 %)



Emplois totaux : écarts S4 - TEND (milliers)

Téléchargez sur
transitions2050.ademe.fr

Le rapport

[687 pages]



La synthèse

[44 pages]



Le résumé exécutif

[12 pages]

