

TRANSITION(S) 2050

CHOISIR MAINTENANT
AGIR POUR LE CLIMAT

Chaire MPDD
10/06/2022
David MARCHAL - ADEME



1. La méthode et les scénarios



Transition(s) 2050

Objectifs

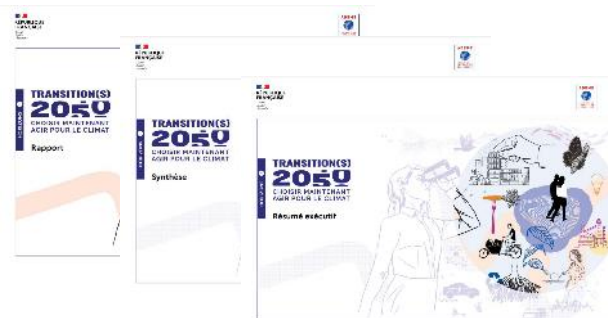
- ❑ Illustrer le **champ des possibles à long terme** pour atteindre la « neutralité carbone » et en explorer les diverses implications
- ❑ Eclairer les **décisions incontournables à court et moyen terme**

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

Téléchargez/Download sur transitions2050.ademe.fr

Le rapport
La synthèse
Le résumé exécutif



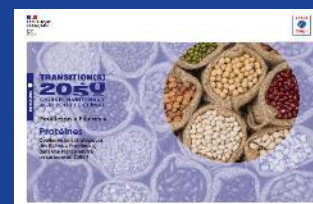
Téléchargez les jeux de données
data-transitions2050.ademe.fr

Revisionnez les replays vidéo
Conférence du 30/11/2021
Et la vidéo en motion capture
sur [YouTube](https://www.youtube.com)



Les feuillets :

- Mix Electrique
- Matériaux de la transition énergétique
- Les effets macro-économiques
- Adaptation au Changement Climatique
- Sols
- Mode de vie
- Protéine
- Construction Neuve
- Logistique des derniers kms
- Gaz et Carburants liquides
- Territoires



... et prochainement :
Qualité de l'Air
Empreinte matière et CO₂

Récits des scénarios



S1 GÉNÉRATION FRUGALE

Frugalité contrainte

**Villes moyennes
et zones rurales**

Low-tech

Rénovation massive

Nouveaux indicateurs
de prospérité

Localisme

3x moins de viande



S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

**Modes de vie
soutenables**

Économie du partage

Gouvernance ouverte

Mobilité maîtrisée

Fiscalité environnementale

**Coopérations
entre territoires**

Réindustrialisation ciblée



S3 TECHNOLOGIES VERTES

**Technologies
de décarbonation**

Biomasse exploitée

Hydrogène

Consumérisme vert

Régulation minimale

Métropoles

Déconstruction / reconstruction



S4 PARI RÉPARATEUR

**Consommation
de masse**

Étalement urbain

**Technologies
incertaines**

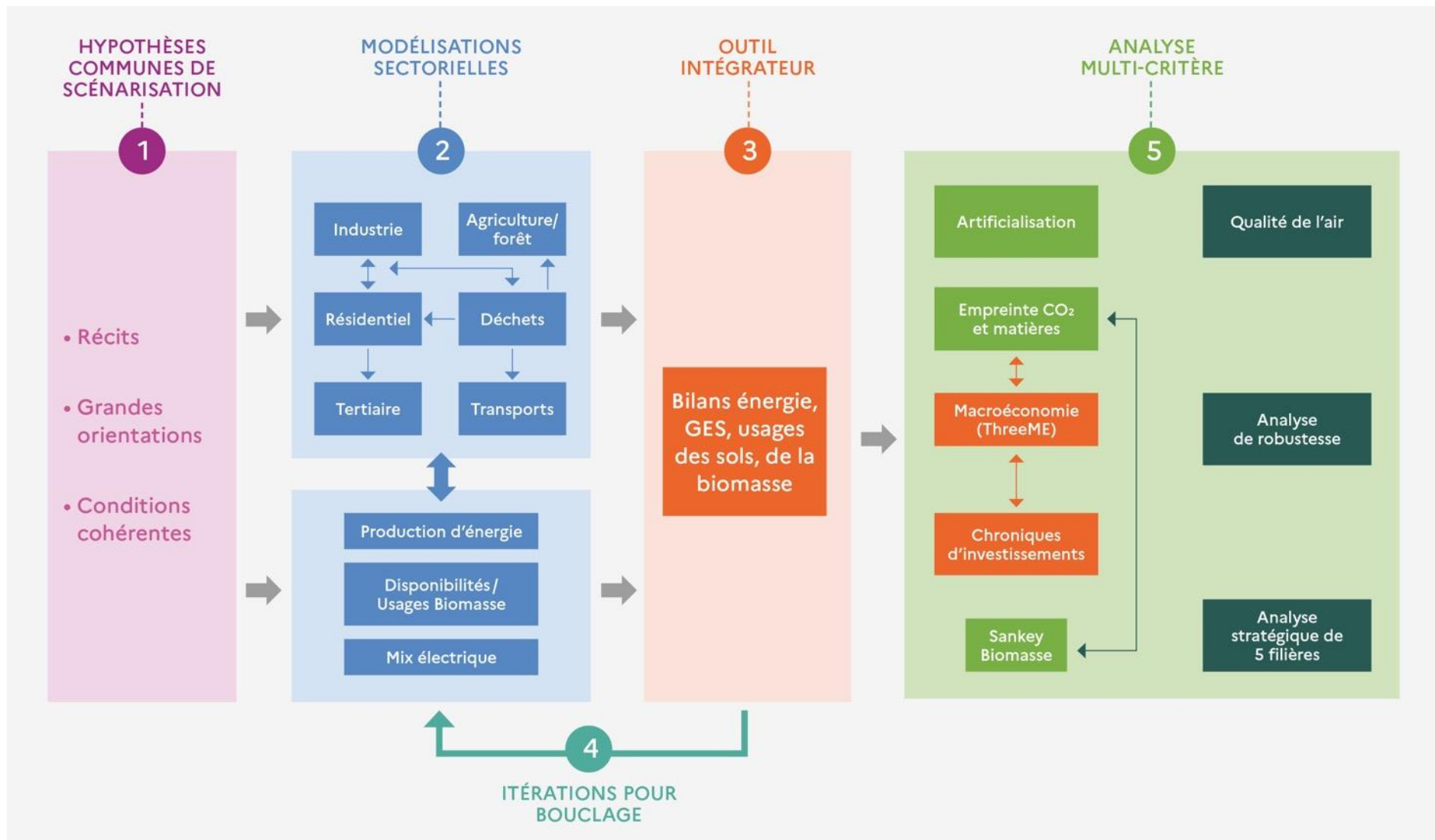
Économie mondialisée

Intelligence artificielle

Captage du CO₂ dans l'air

Agriculture intensive

Méthode de travail



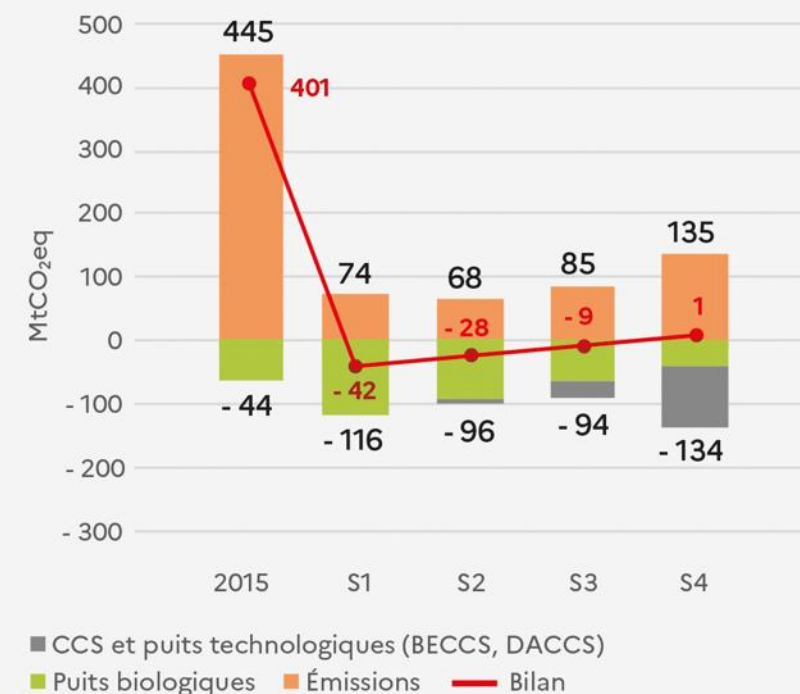
2. Enseignements-clés



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

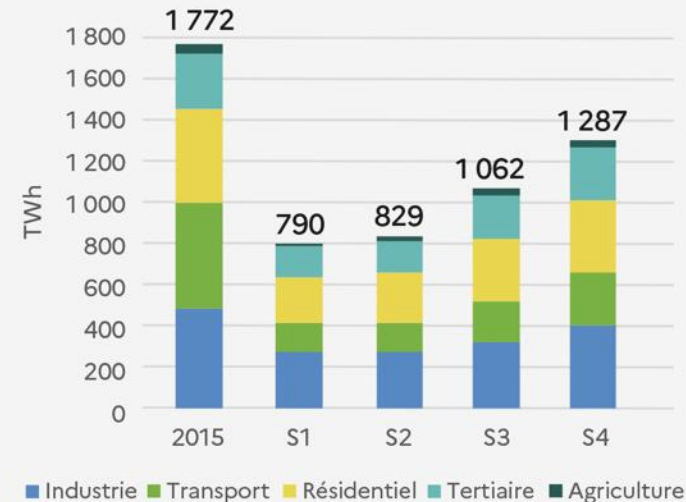
Bilan des émissions et des puits de CO₂ en 2015 et 2050



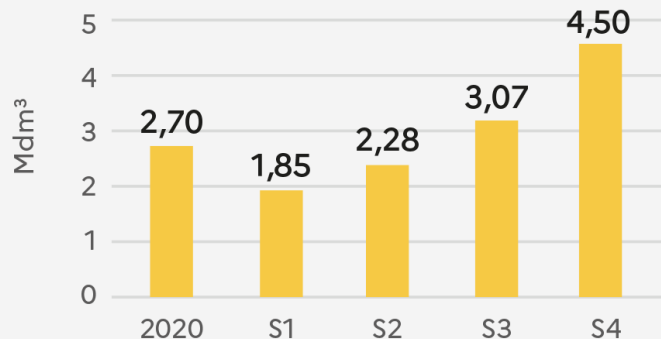
Réduire la demande d'énergie et maîtriser la consommation des ressources 04 05 08

- **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

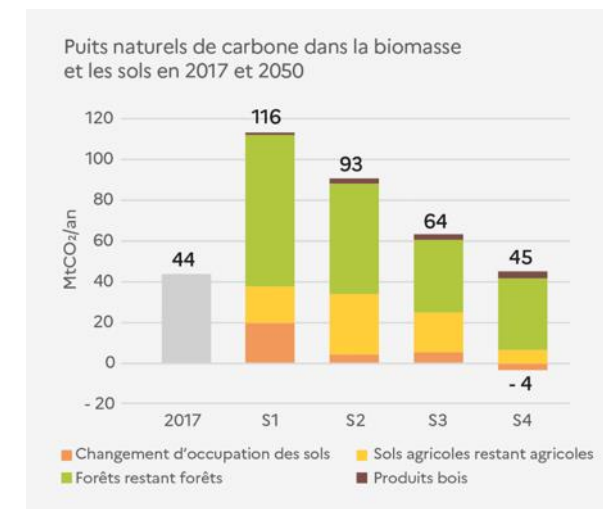
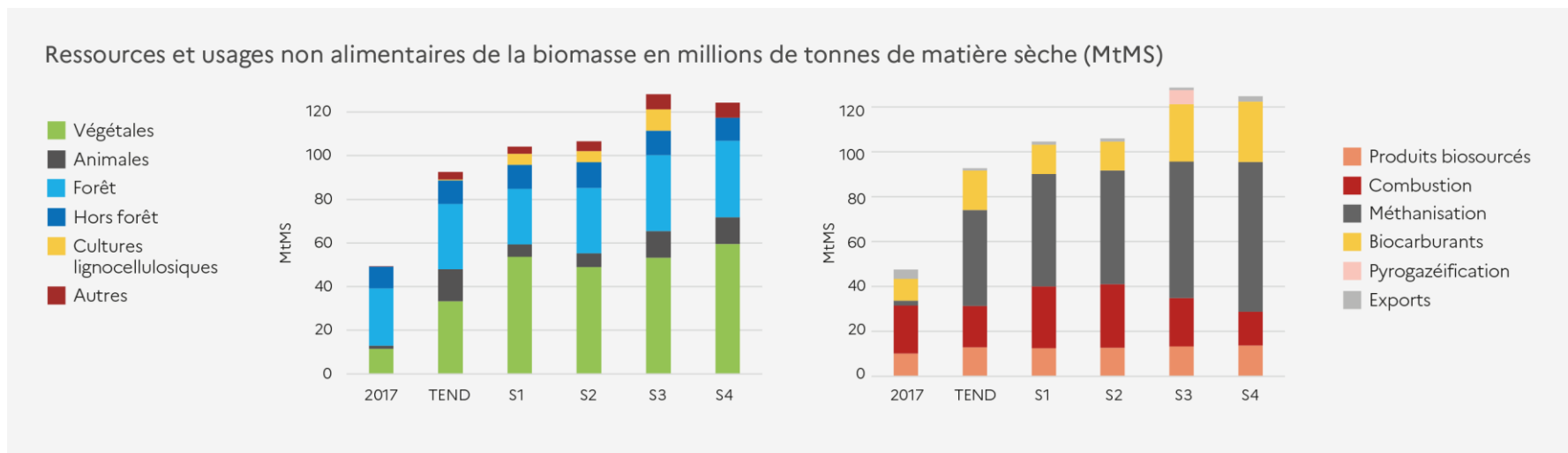
- **Le vivant**, un des atouts principaux de la transition via 3 leviers :

- 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

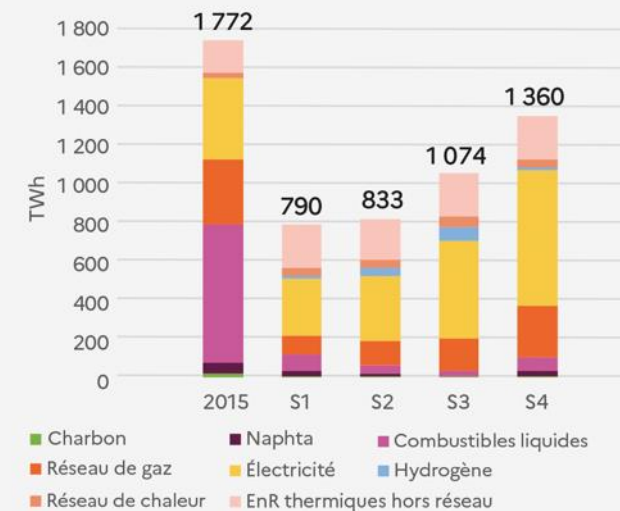
- **L'adaptation des forêts et de l'agriculture devient donc absolument prioritaire** pour lutter contre le changement climatique.



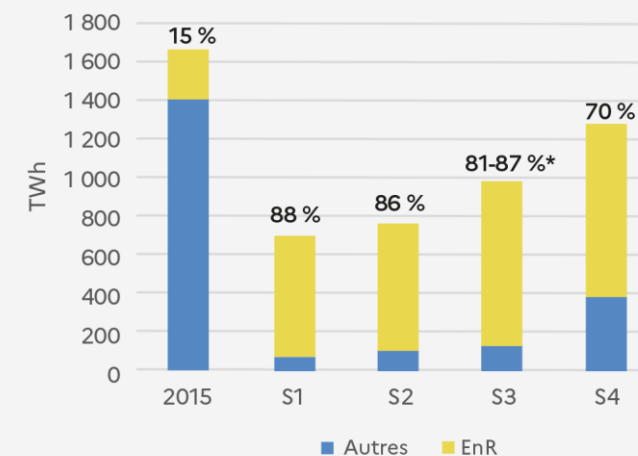
Les énergies renouvelables dans le mix énergétique 09

- **Entre 70 % et 88%** de l'approvisionnement énergétique basé sur les énergies renouvelables
- **Une part croissante de l'électricité** dans tous les scénarios, mais pas nécessairement en valeur absolue
- 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

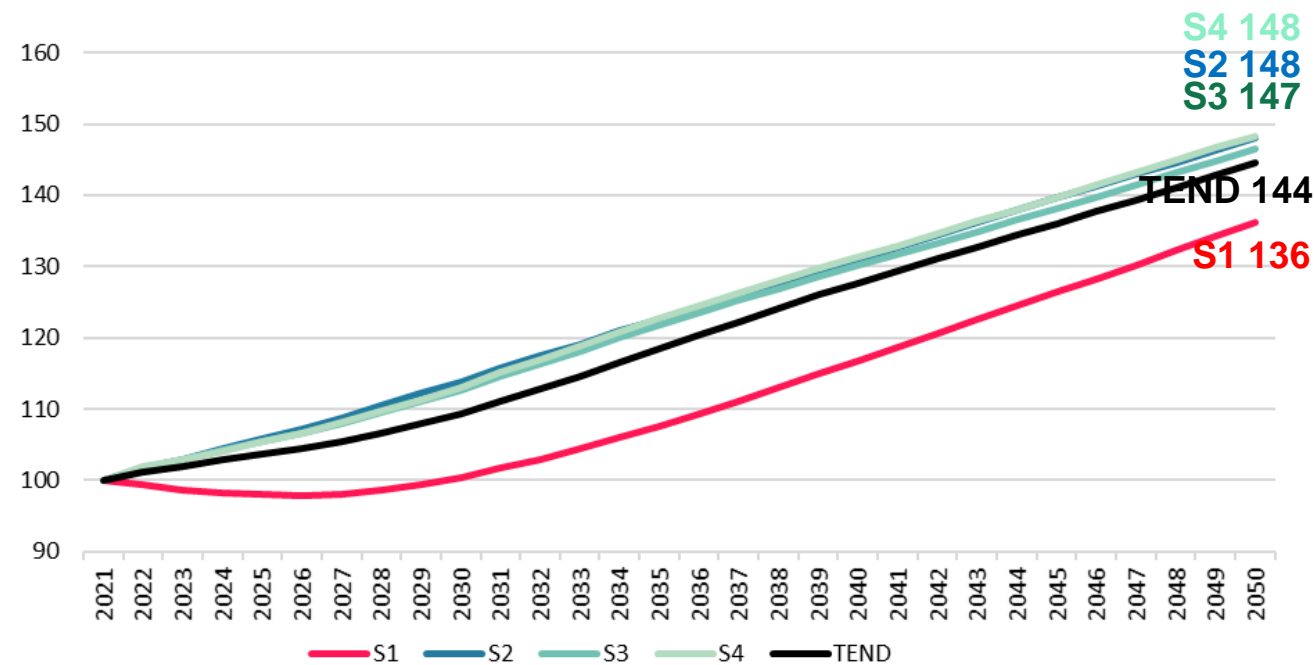


3. Autres impacts



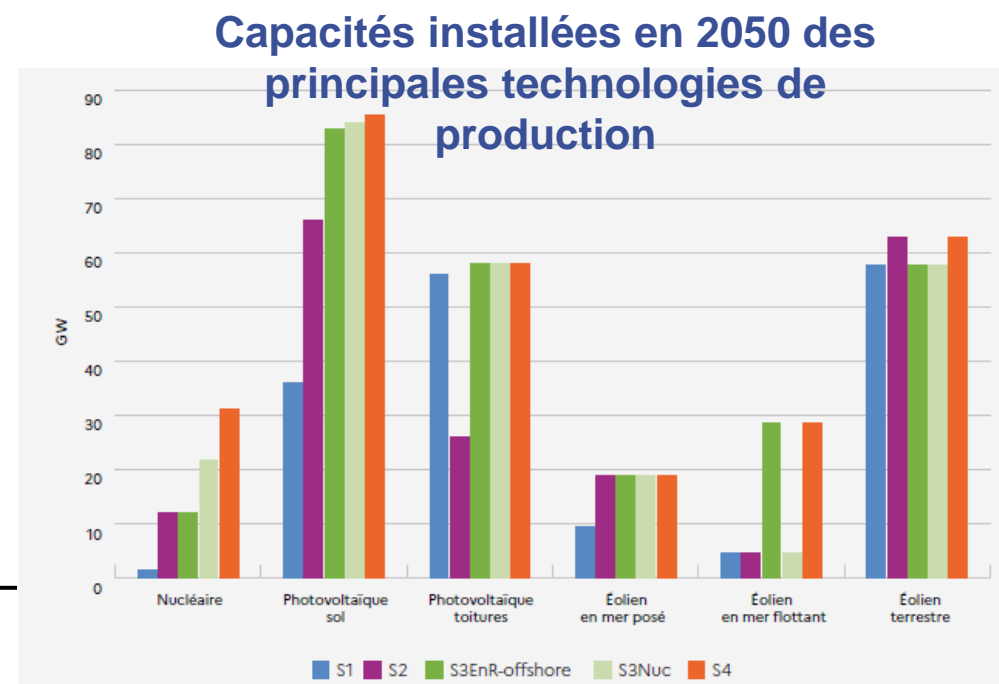
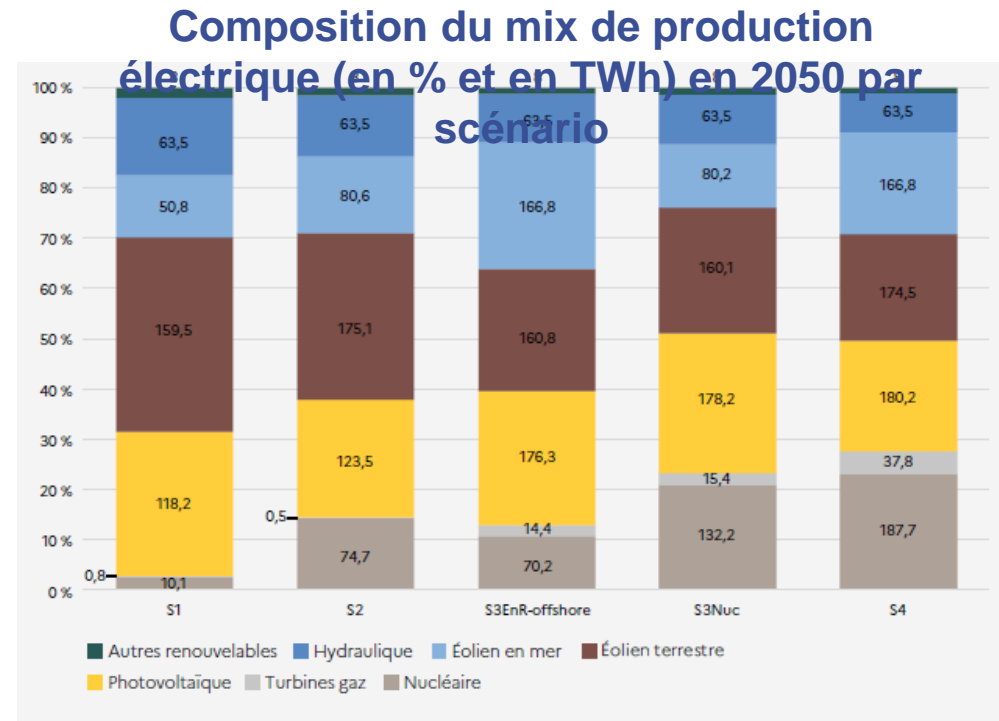
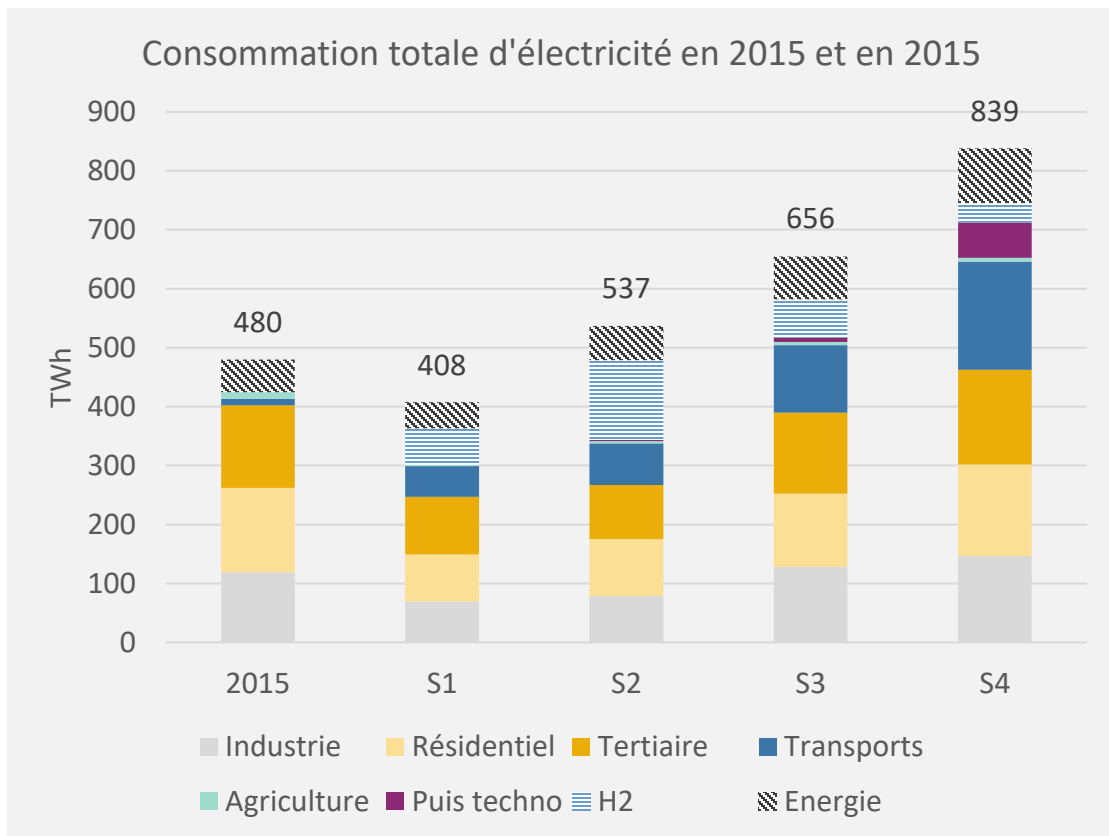
Impact macro-économique: un découplage PIB-GES (territoriaux) est possible

- **À terme, aucun des scénarios NC n'engendre de récession**
par rapport au niveau actuel de l'activité économique (cf. graphique).
- **Evaluation économique 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



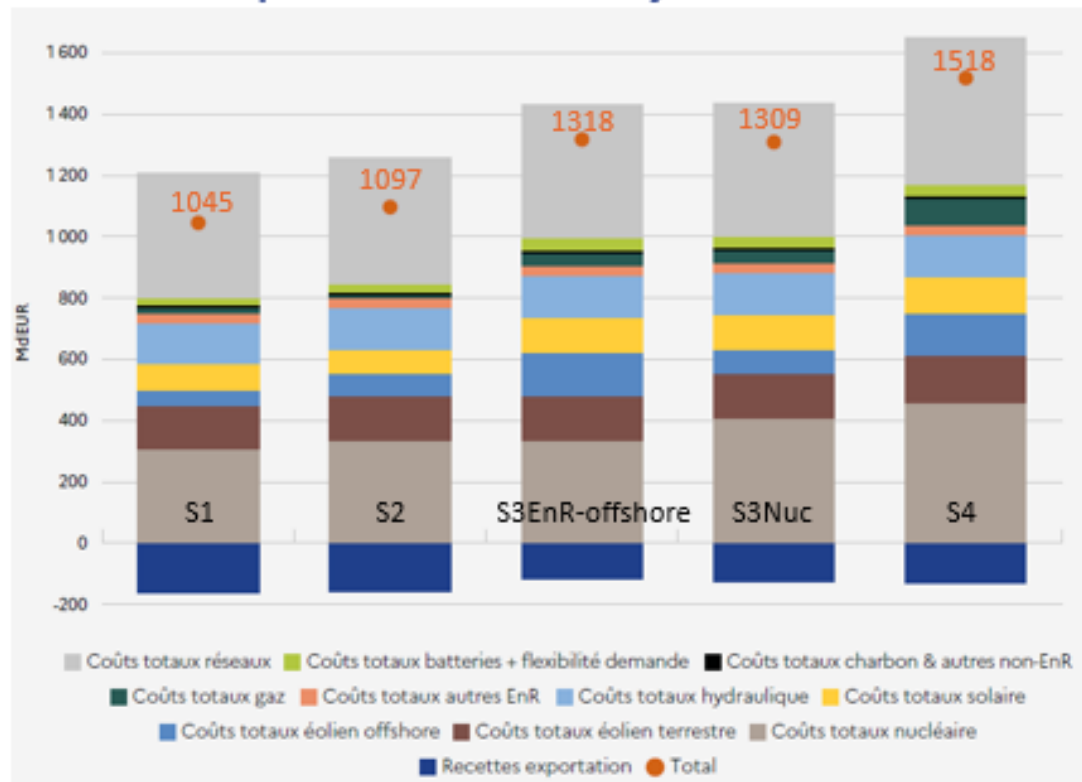
Evolutions du PIB (base 100 en 2021)

Mix électrique: une part des EnR élevée en 2050, de 72 % dans S4 à 97 % dans S1.



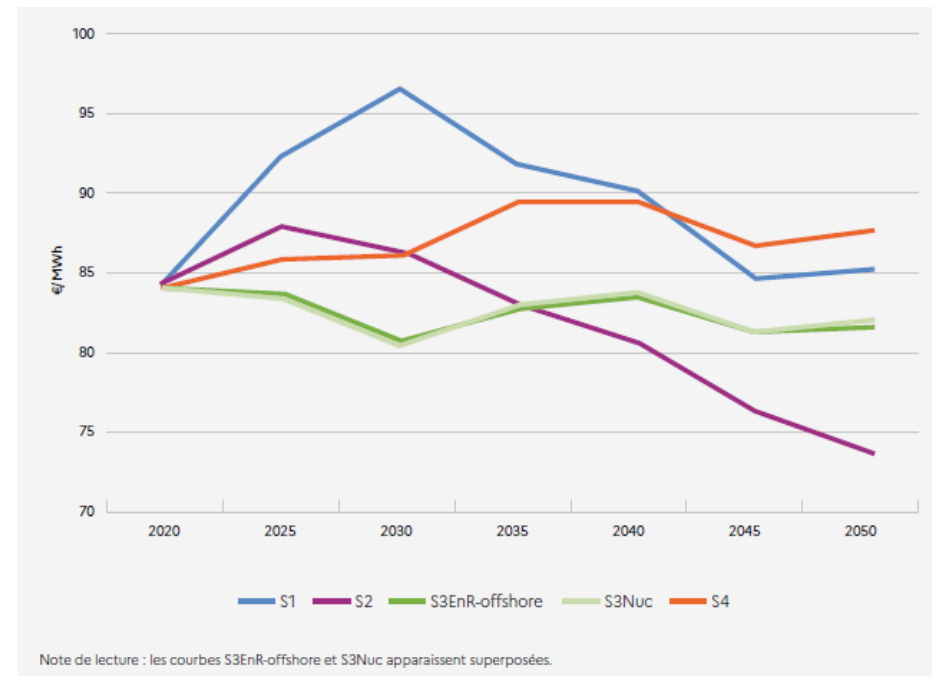
Mix électrique : résultats économiques

Coûts complets actualisés des trajectoires 2020-2060



- Pour une demande de 650TWh (S3), les 2 options possibles (EPR2 ou éolien offshore flottant) aboutissent à des coûts très proches

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

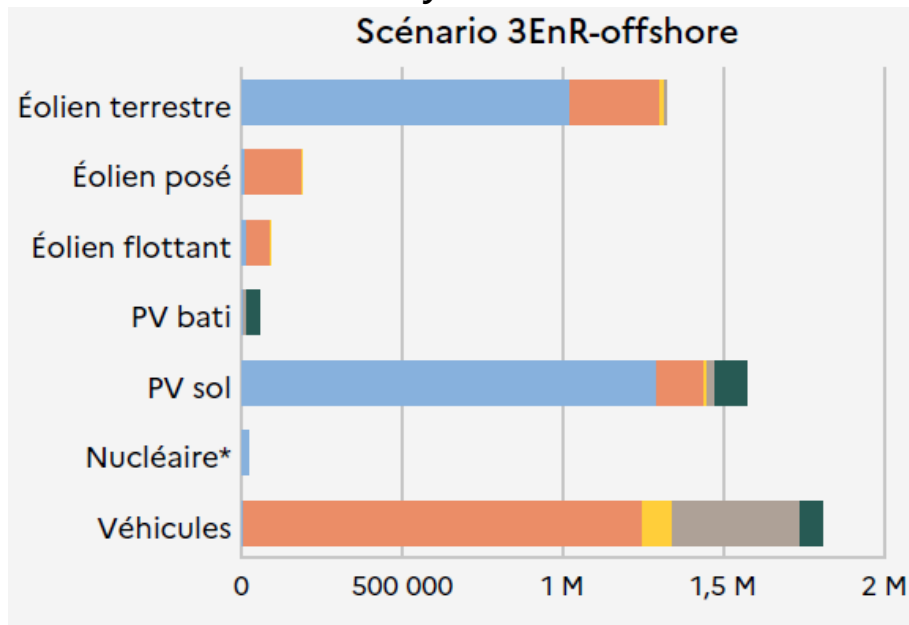


- Avec une demande de 540 TWh, c'est dans S2 que la baisse du coût complet annualisé en €/MWh est la plus forte : -12% (pour 86% EnR en 2050)

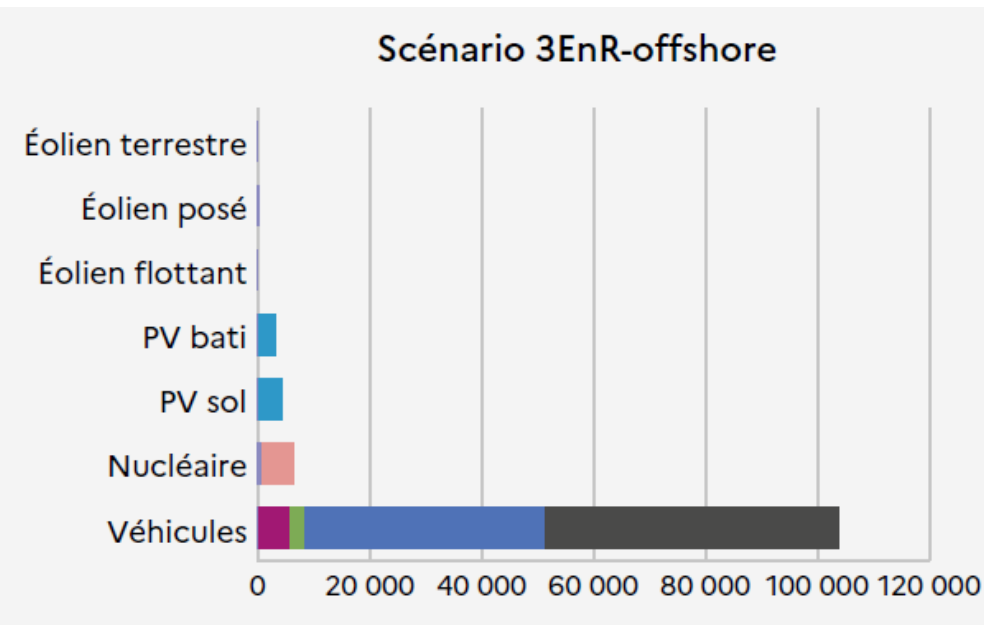
Impact sur les ressources: les VE consomment davantage de nouveaux matériaux (lithium, cobalt, graphite) que le système électrique

Ceci est à mettre au regard des technologies et des capacités de recyclage existantes et à développer.

Besoins matières moyens annuels en tonnes/an entre 2020 et 2050



« Grands » matériaux et métaux



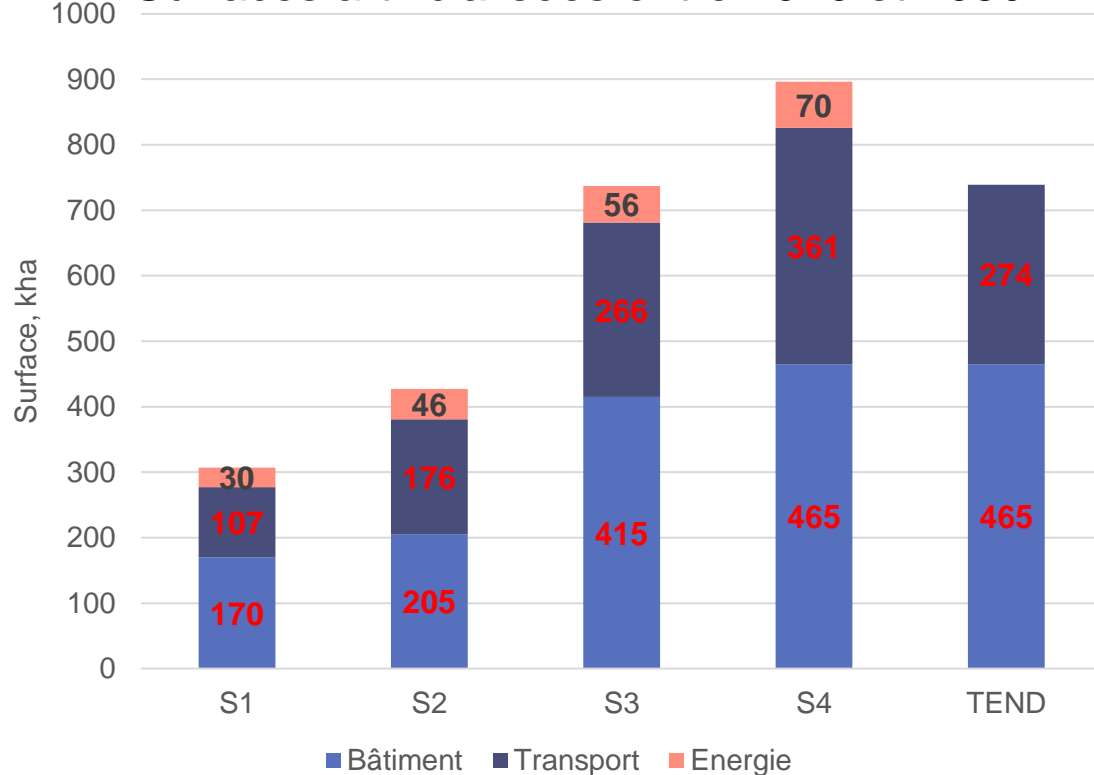
« Petits » matériaux et métaux

- Béton
- Acier
- Cuivre
- Aluminium
- Verre

- Terres rares
- Silicium
- Argent
- Titane
- Lithium
- Cobalt
- Nickel
- Graphite
- Uranium

Bilan des surfaces artificialisées additionnelles selon les scénarios

Surfaces artificialisées entre 2020 et 2050



- Bâtiments et transports = 90 % artificialisation. EnR = 10 %
- Lien gestion des sols, sobriété et politique climatique

Impacts sur le rythme d'artificialisation

	S1	S2	S3	S4	TEND
Réduction d'artificialisation sur 2022-2031 par rapport au rythme de la décennie précédente	79%	68%	37%	32%	15%
Compensation nécessaire en 2050 pour atteindre l'objectif ZAN (kha)	1,4	3,5	10,7	19,5	30,2

2x Paris

- Seuls S1 et S2 permettent d'atteindre une réduction d'artificialisation sur la période 2022-2031 de plus de 50 % par rapport au rythme de la décennie précédente.
- Trajectoires d'atteinte du ZAN très différentes entre scénarios (600 kha de différence entre S1 et S4 (département de la Charente))
- Effort de compensation d'artificialisation nécessaire variable

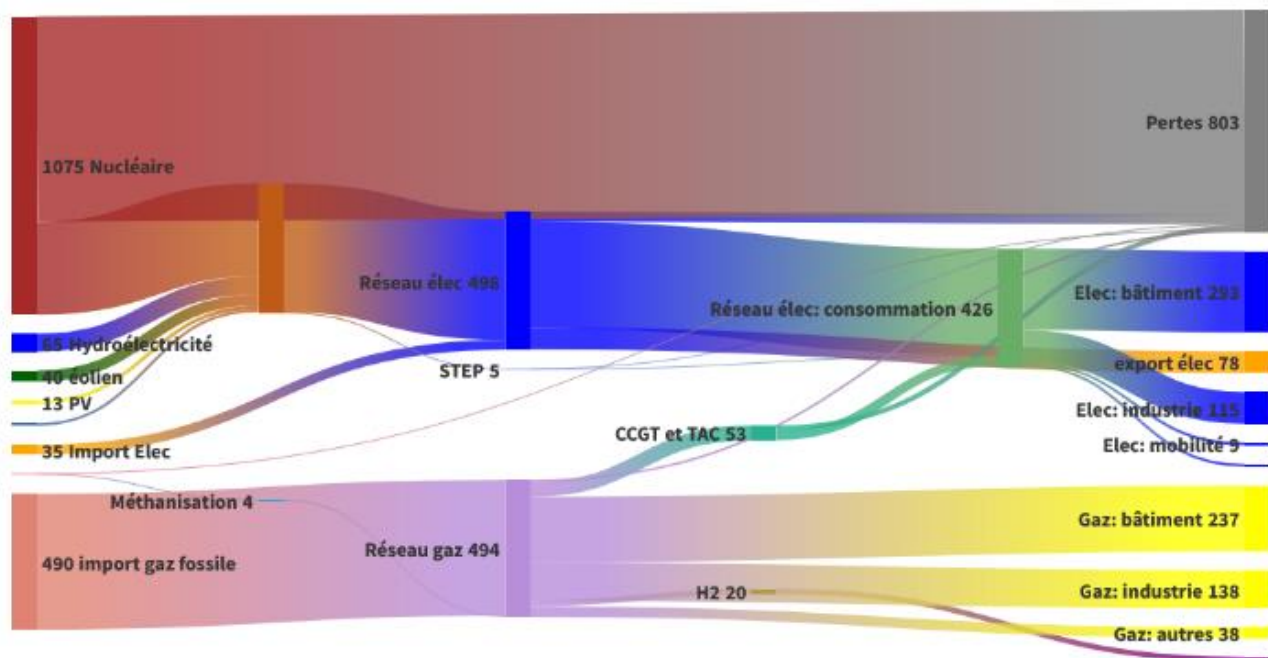
⚠ Travaux complémentaires nécessaires pour déterminer si les surfaces nécessaires à cette compensation sont bien disponibles

Un paysage énergétique en forte mutation

Intégration des secteurs électrique et gazier - France 2020

France - 2020 (TWh - PCI)

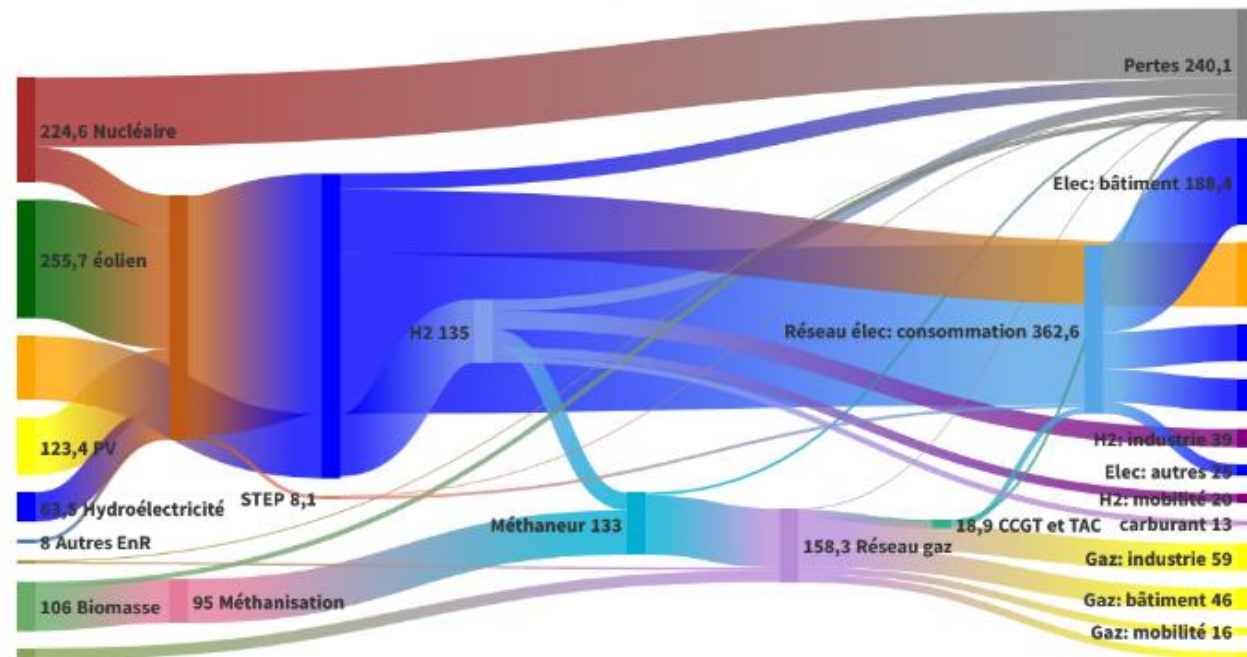
A gauche figurent les ressources primaires, à droite, les usages finaux.



Intégration des secteurs électrique et gazier - Transition(s)2050

Scénario S2 - 2050 (TWh - PCI)

A gauche figurent les ressources primaires, à droite, les usages finaux.



Des perspectives



Enjeux

- Sobriété, socle des scénarios
- Apport d'une approche systémique
- Comment inciter à l'action : Se projeter dans des scénarios; sortir d'une approche moyenne
- Rôle central de la biomasse
- Place du gaz
- Electrification directe et indirecte
- Interaction entre vecteurs
- Rôle de l'hydrogène et question des infra

Travaux futurs:

- Empreinte matière et GES
- Régionalisation des scénarios
- Mesures de PP

Approfondissements:

- Modélisation macro-éco de l'économie circulaire