

*Café écolo*



## *Scénario négaWatt 2022*

*La transition énergétique  
au cœur des transitions sociétales*

*Yves MARIGNAC  
Référent méthodologique et porte-parole*



**1.**  
*Les intentions*

*Un scénario négaWatt,  
pourquoi faire  
et comment le faire ?*

---

**2.**  
*Les orientations*

*Quelles évolutions  
de la consommation  
et de la production ?*

---

**3.**  
*Les enseignements*

*Quel bilan  
et quelles leçons  
en tirer pour l'action ?*

---



# 1.

## *Les intentions*

---

- *Qui sommes-nous*
- *Approche systémique*
- *Cadrage méthodologique*



*Qui sommes-nous ?*

---

## ↳ Qui sommes-nous ?




- Une association, créée en **2001** par des professionnels de l'énergie
- Mission :
  - *Expertise et prospective énergétique*
  - *Plaidoyer à l'échelle nationale*
- 12 salariés - 30 membres actifs - 1500 adhérents



- Un institut, créé en **2009**
- Filiale et outil opérationnel de l'association
- Mission :
  - *Accompagner les acteurs de terrain (collectivités, entreprises, etc.) dans la mise en œuvre de la transition*
- 16 salariés



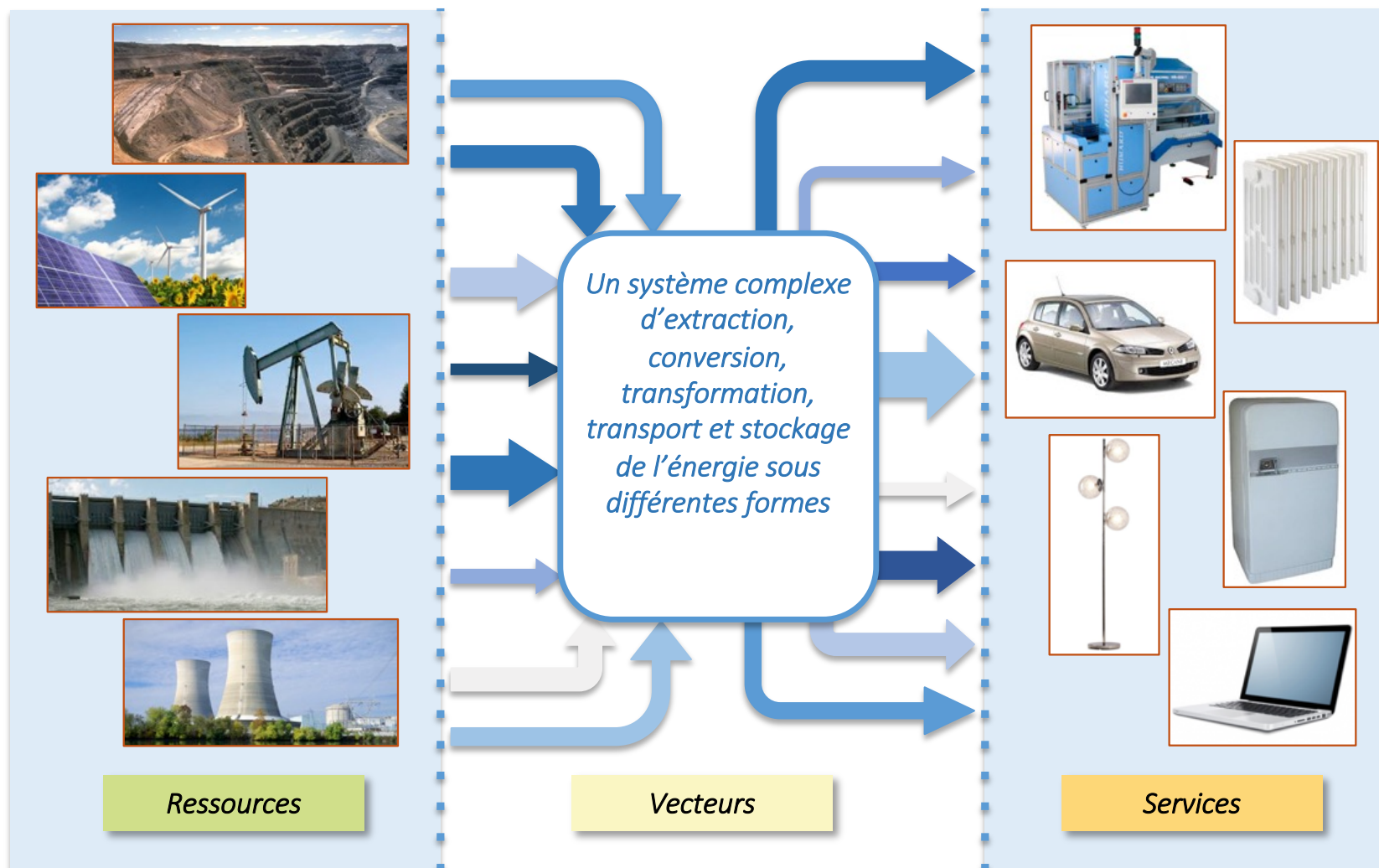
- Une entreprise de l'ESS, créée en **2017**
- Filiale dédiée à la rénovation performante des maisons individuelles
- Mission :
  - *Former des groupements d'artisans*
  - *Accompagner les territoires*
- 46 salariés  
5 agences régionales



## *Approche négaWatt*

---

## ↳ L'énergie fait système dans la société

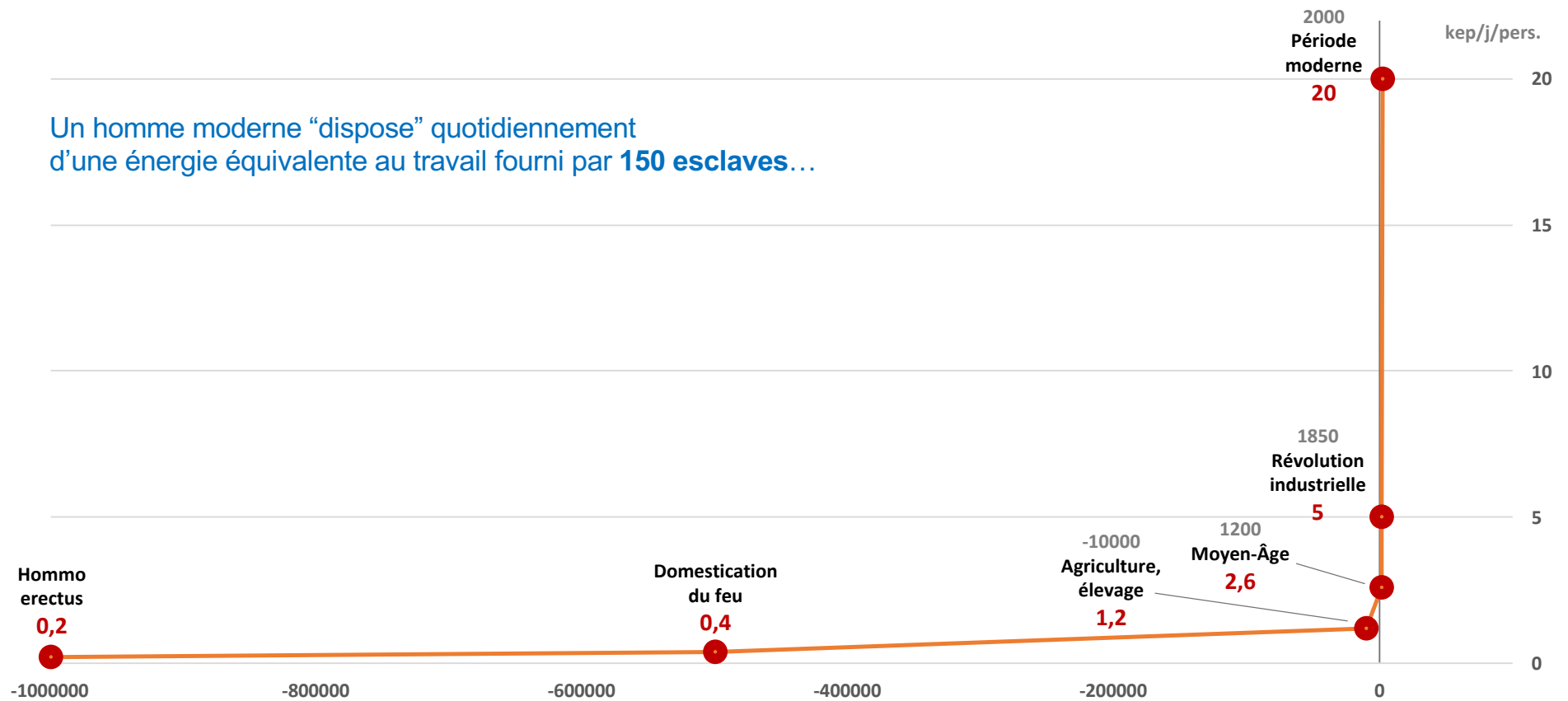


## ↳ L'énergie à travers les âges



Évolution de la consommation moyenne d'énergie par personne au fil des âges

Un homme moderne "dispose" quotidiennement d'une énergie équivalente au travail fourni par **150 esclaves...**

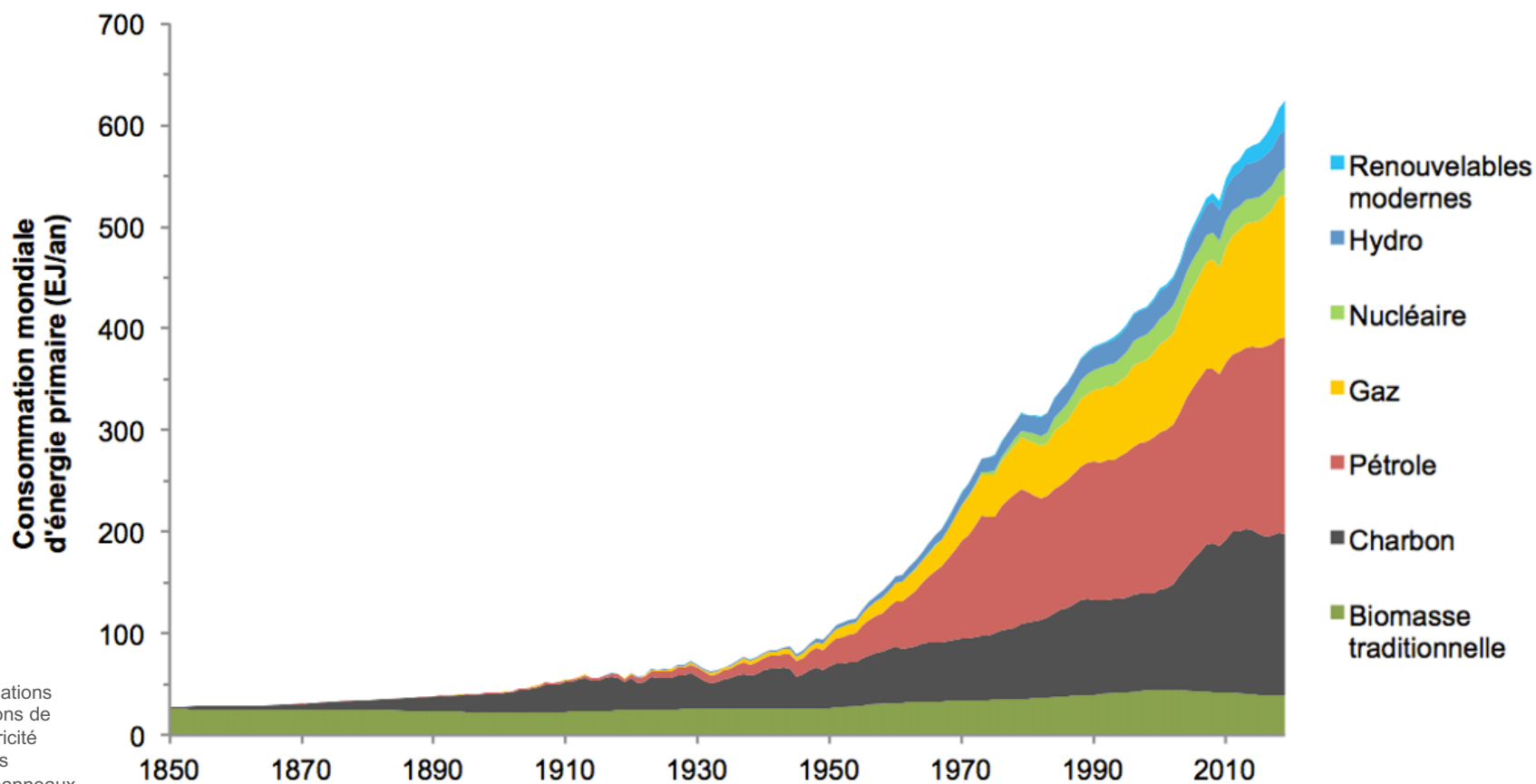




## ↳ Révolutions industrielles



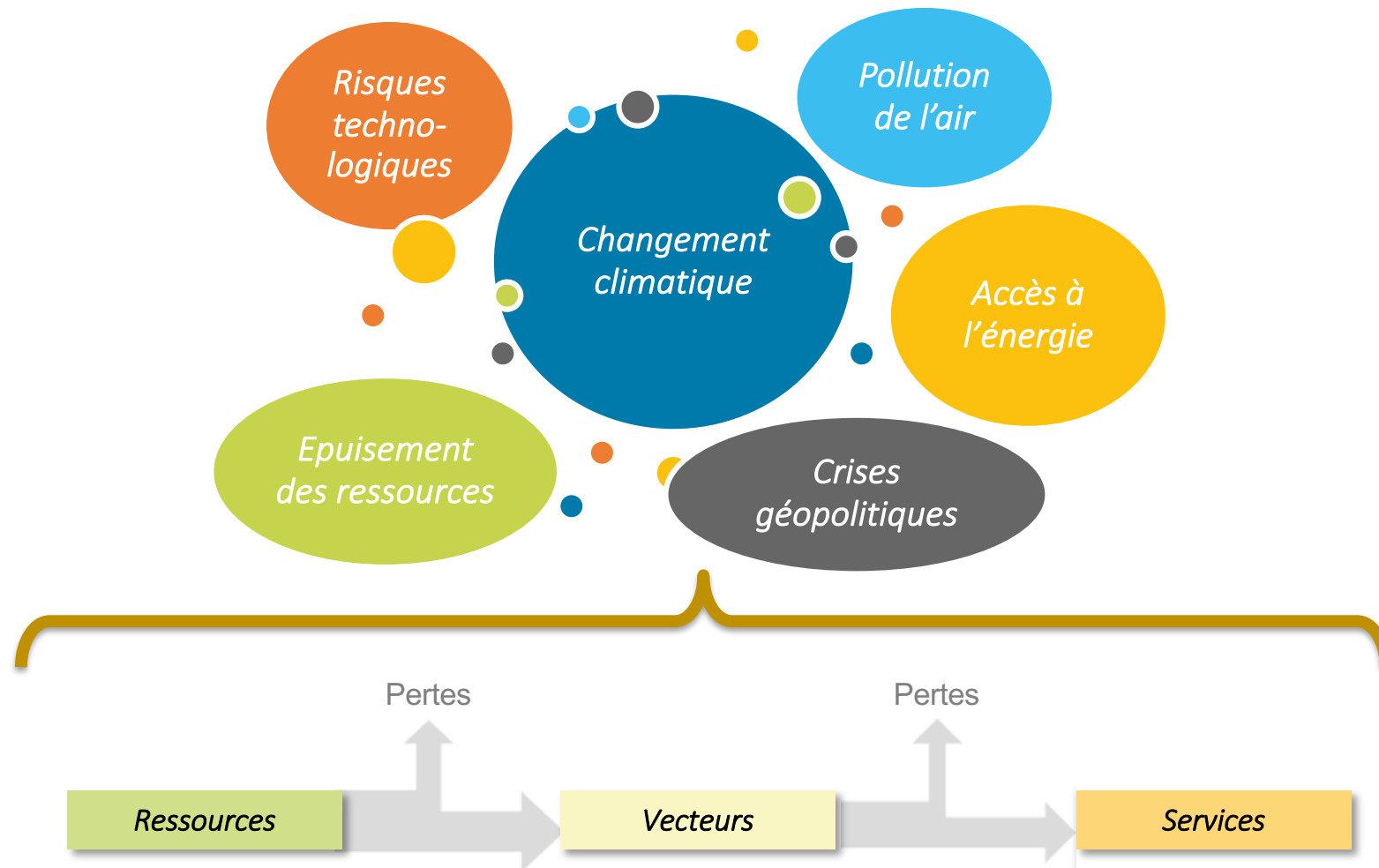
Évolution de la consommation mondiale d'énergie primaire, 1850–2019



À noter qu'on peut trouver des estimations différentes en fonction des conventions de calcul retenues pour convertir l'électricité provenant du nucléaire, des barrages hydrauliques, des éoliennes et des panneaux photovoltaïques en équivalents primaires.

Source : Victor Court (IFP School), à partir des données de Etemad & Luciani (1991) numérisées par The Shift Project (2019), Smil (2016), et British Petroleum (2020)

↘ *Le système énergétique n'est pas soutenable*



## ↘ Une approche systématique



Choix et préparation de la ressource



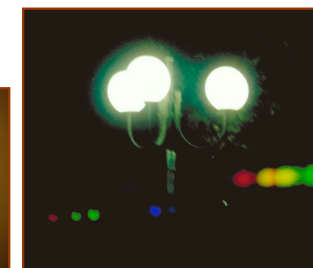
Transformation



Livraison au consommateur final



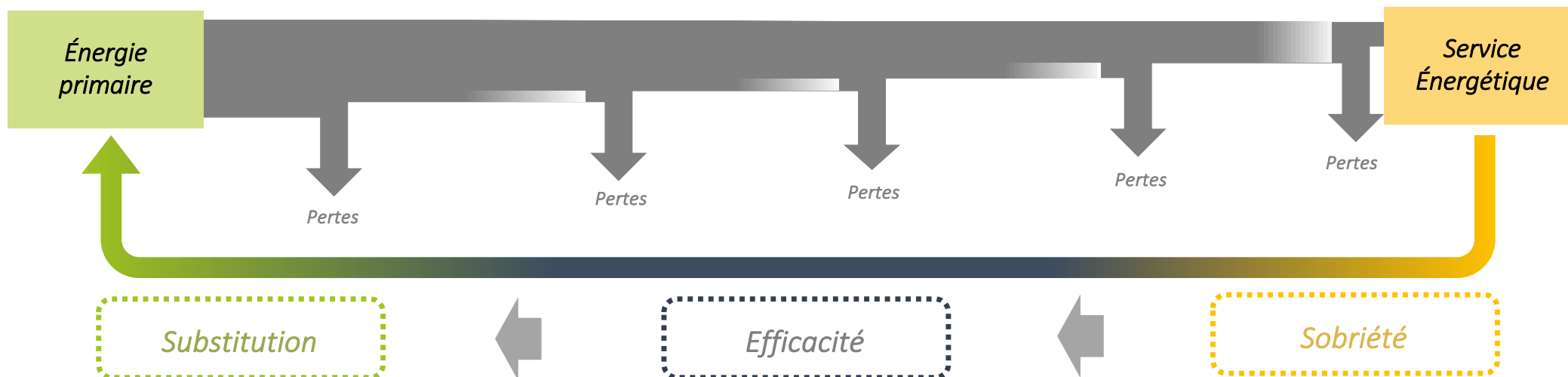
Conversion en énergie utile



Conception et dimensionnement



Conditions d'utilisation





## *Contexte et objectifs*

---

## ➤ Un projet de société soutenable



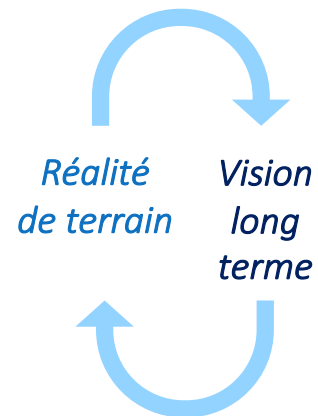
La recherche d'une voie soutenable

L'ambition d'une société apaisée, plus juste et plus désirable

Des valeurs ...

... à traduire en action ...

... à travers une matrice intégrée



# Un périmètre aussi complet et cohérent que possible



1 Physique

**Afterres**  
→ Agriculture et forêt



**négaWatt**  
→ Transition énergétique

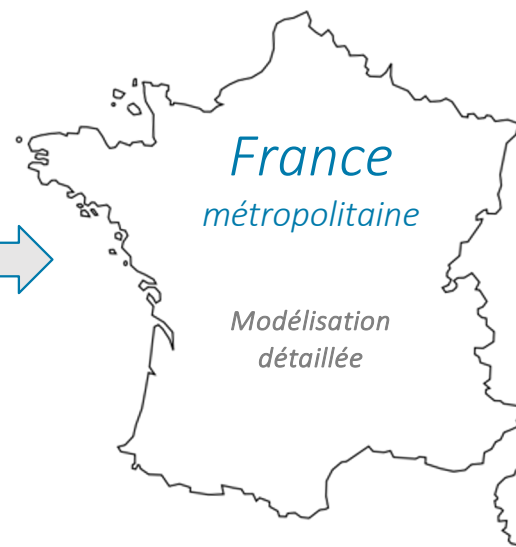


**négaMat**  
→ Matières premières

2 Géographique



Territoires



France  
métropolitaine

Modélisation  
détaillée



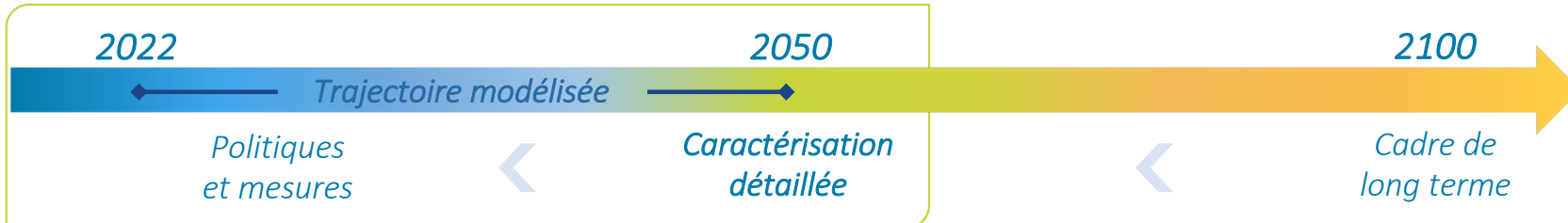
Europe et monde

3 Temporel

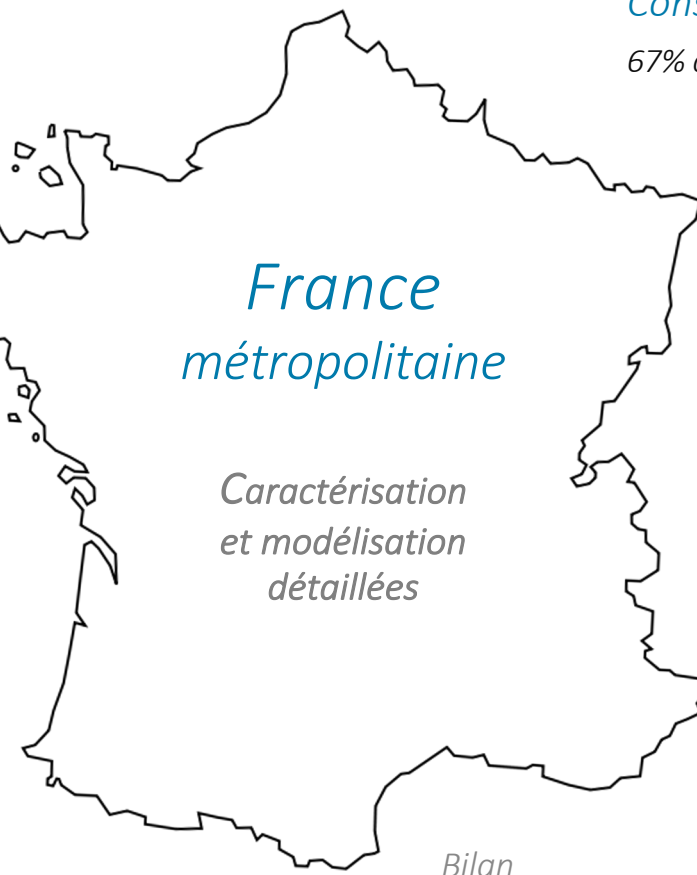
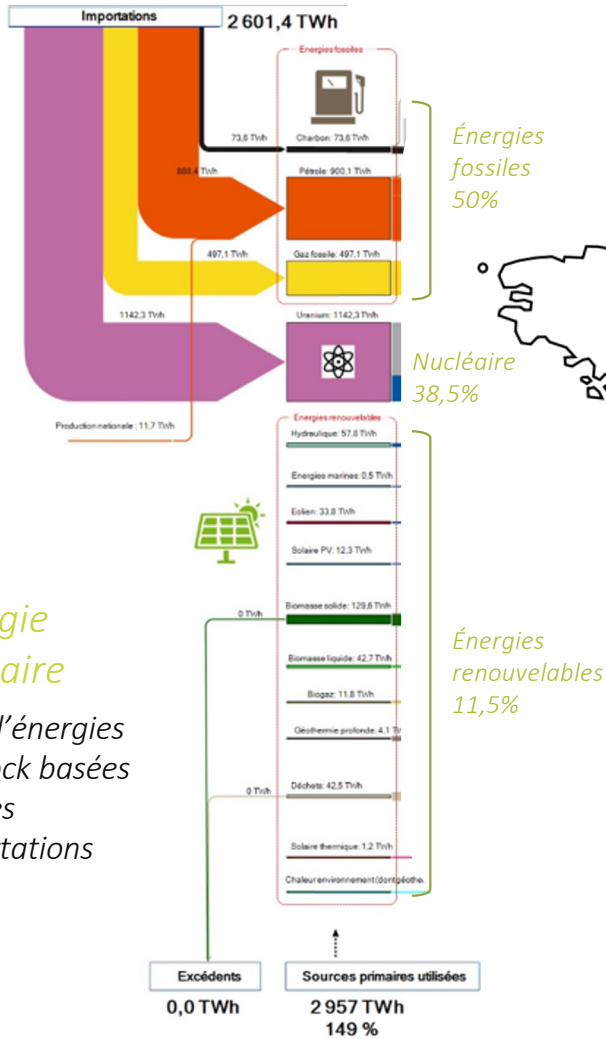
2022

2050

2100

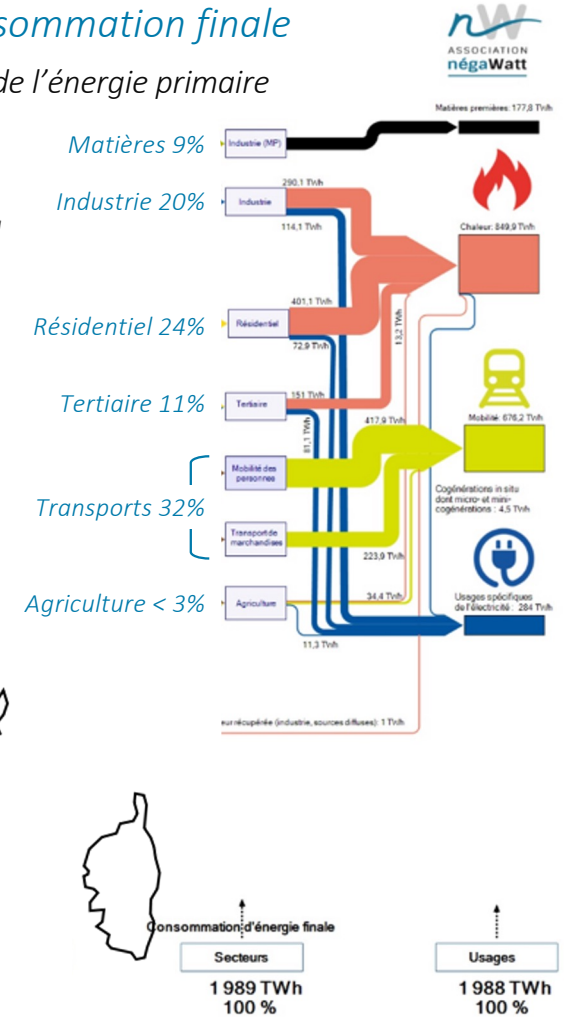


# Une application au périmètre national



Bilan 2019

## Consommation finale 67% de l'énergie primaire



**Énergie primaire**  
88% d'énergies de stock basées sur des importations



# 2.

## *Les orientations*

---

- *Leviers d'action*
- *Secteurs de consommation*
- *Évolution de la production*





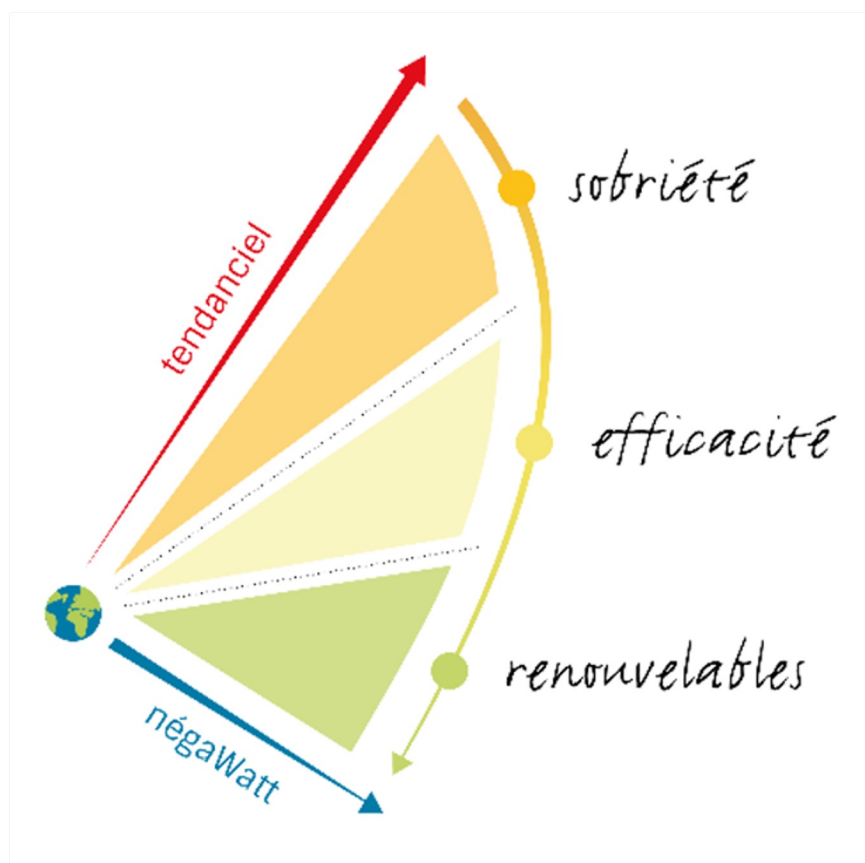
*Leviers d'action*

---

## ↳ La démarche négaWatt



Une démarche systématique pour répondre à un problème systémique



*Partir des usages  
pour remonter aux ressources*

1

*Agir collectivement et individuellement  
sur le niveau d'usage en priorisant  
et redimensionnant les services rendus*

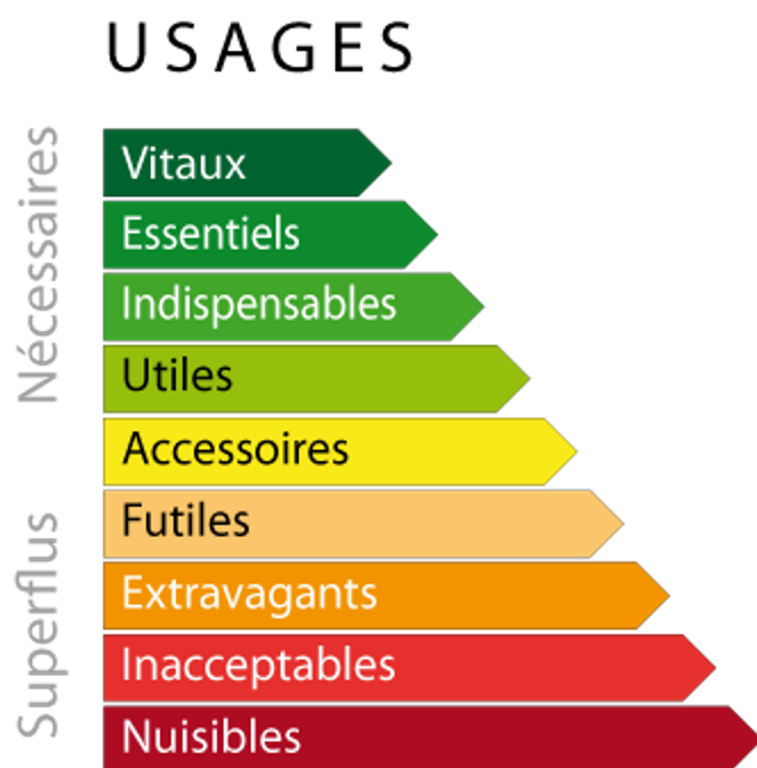
2

*Réduire le ratio ressources / usages  
en améliorant les performances  
à toutes les étapes de transformation*

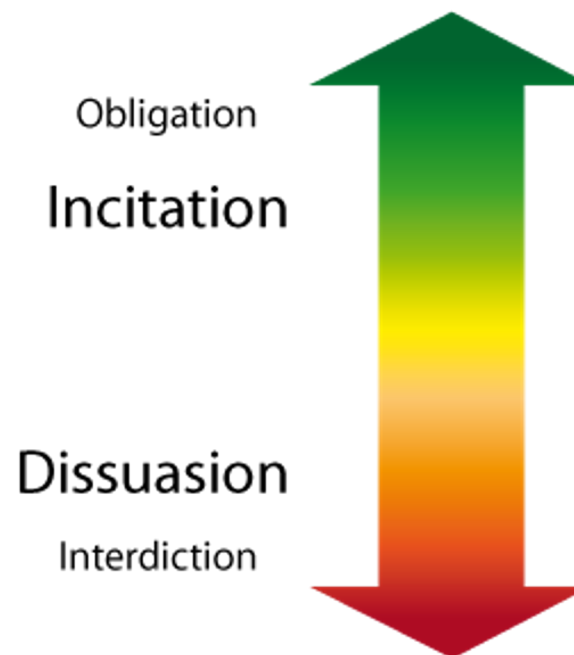
3

*Remplacer les ressources moins  
soutenables (stocks) par des ressources  
plus soutenables (flux)*

↘ *Un nouveau regard sur nos besoins*




### RÉGULATIONS

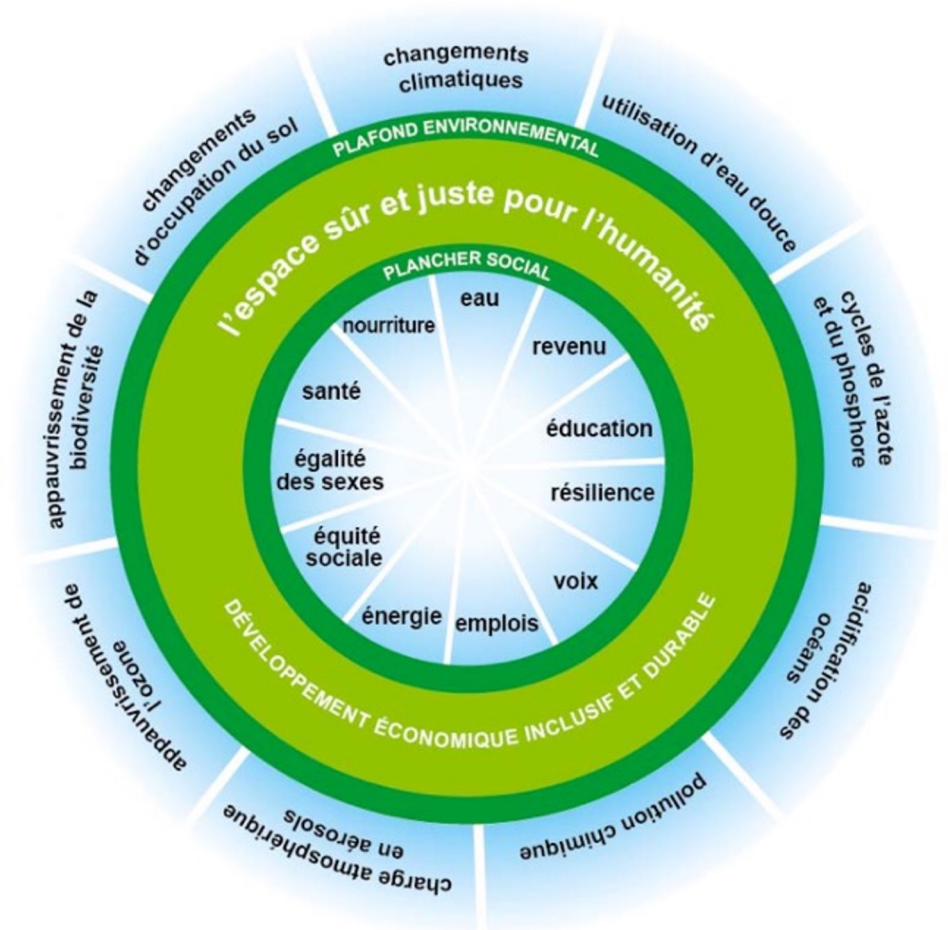


### Limiter le spectre des inégalités

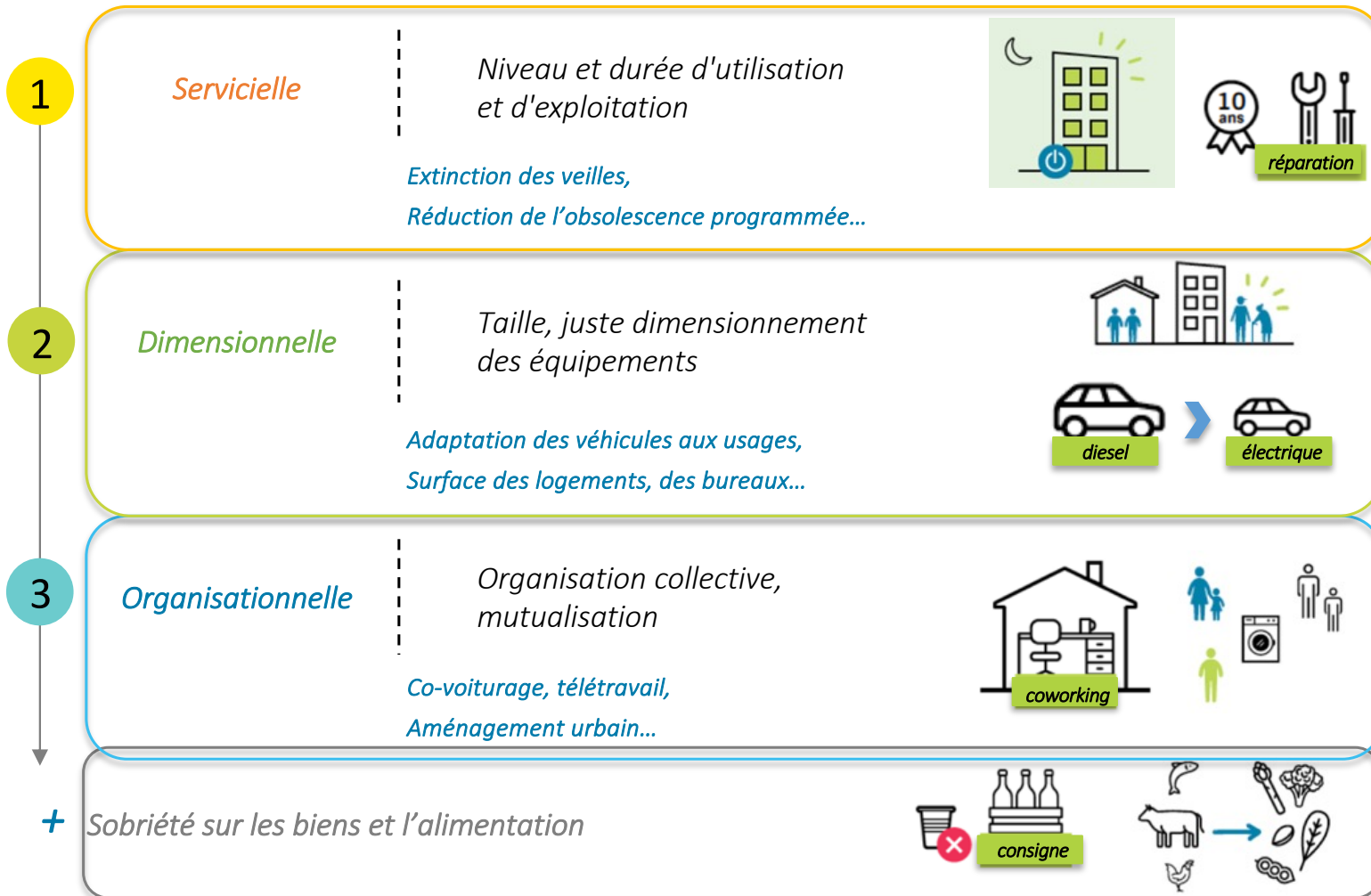
#### Deux limites à ne pas dépasser :

- **Un plancher :**  
les minimums sociaux au-dessous  
desquels la vie en société est dégradée
- **Un plafond :**  
les limites écologiques au-delà  
desquelles les conditions de vie sont menacées

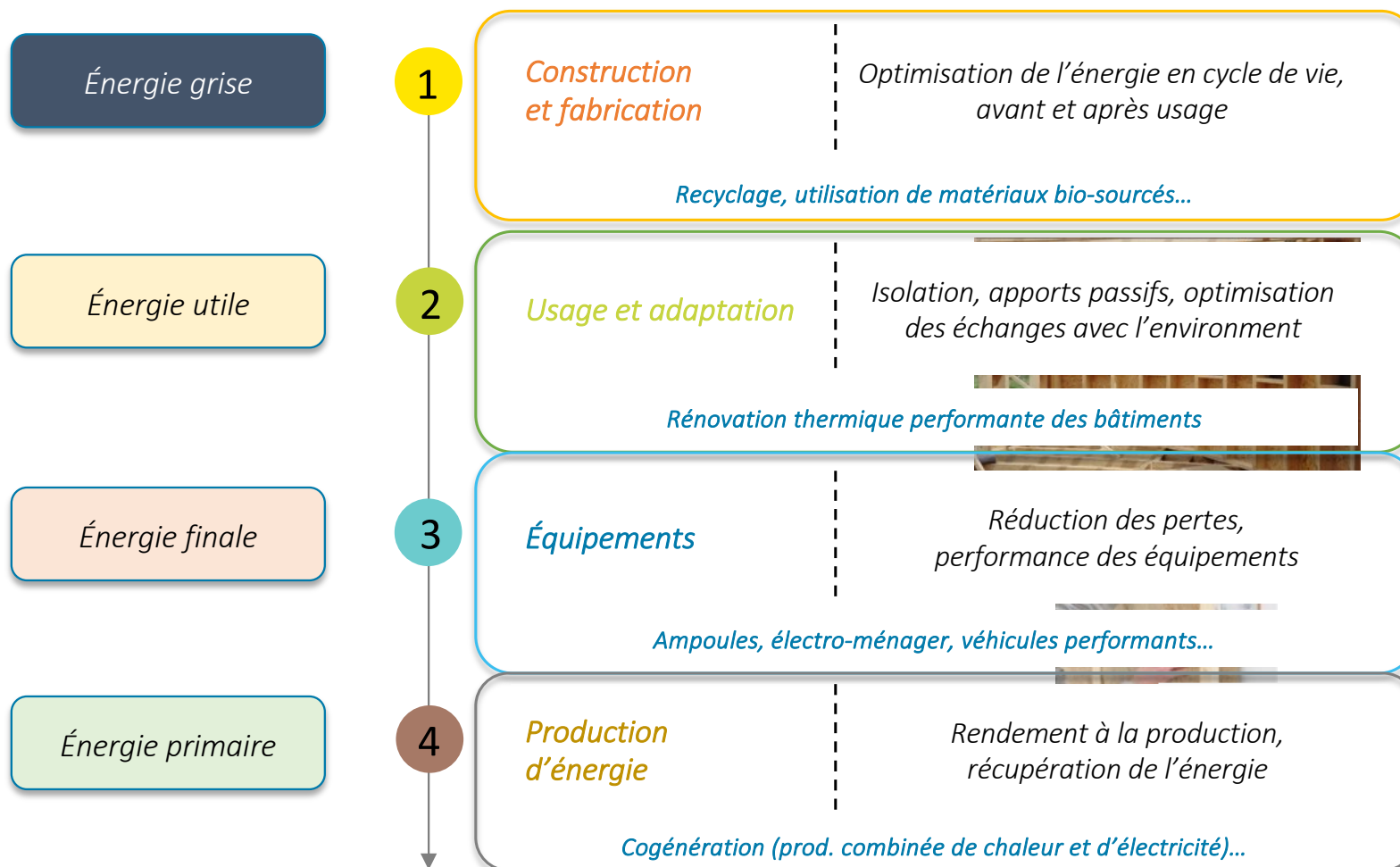
 modérer la consommation  
renforcer les logiques de solidarité  
et de redistribution



## ↘ Trois axes de sobriété



## ↳ Quatre étages d'efficacité



Énergie grise

1

**Construction  
et fabrication**

Optimisation de l'énergie en cycle de vie,  
avant et après usage

Recyclage, utilisation de matériaux bio-sourcés...

Énergie utile

2

**Usage et adaptation**

Isolation, apports passifs, optimisation  
des échanges avec l'environnement

Rénovation thermique performante des bâtiments

Énergie finale

3

**Équipements**

Réduction des pertes,  
performance des équipements

Ampoules, électro-ménager, véhicules performants...

Énergie primaire

4

**Production  
d'énergie**

Rendement à la production,  
récupération de l'énergie

Cogénération (prod. combinée de chaleur et d'électricité)...

Peu économe

## ↳ Les renouvelables : des énergies de flux

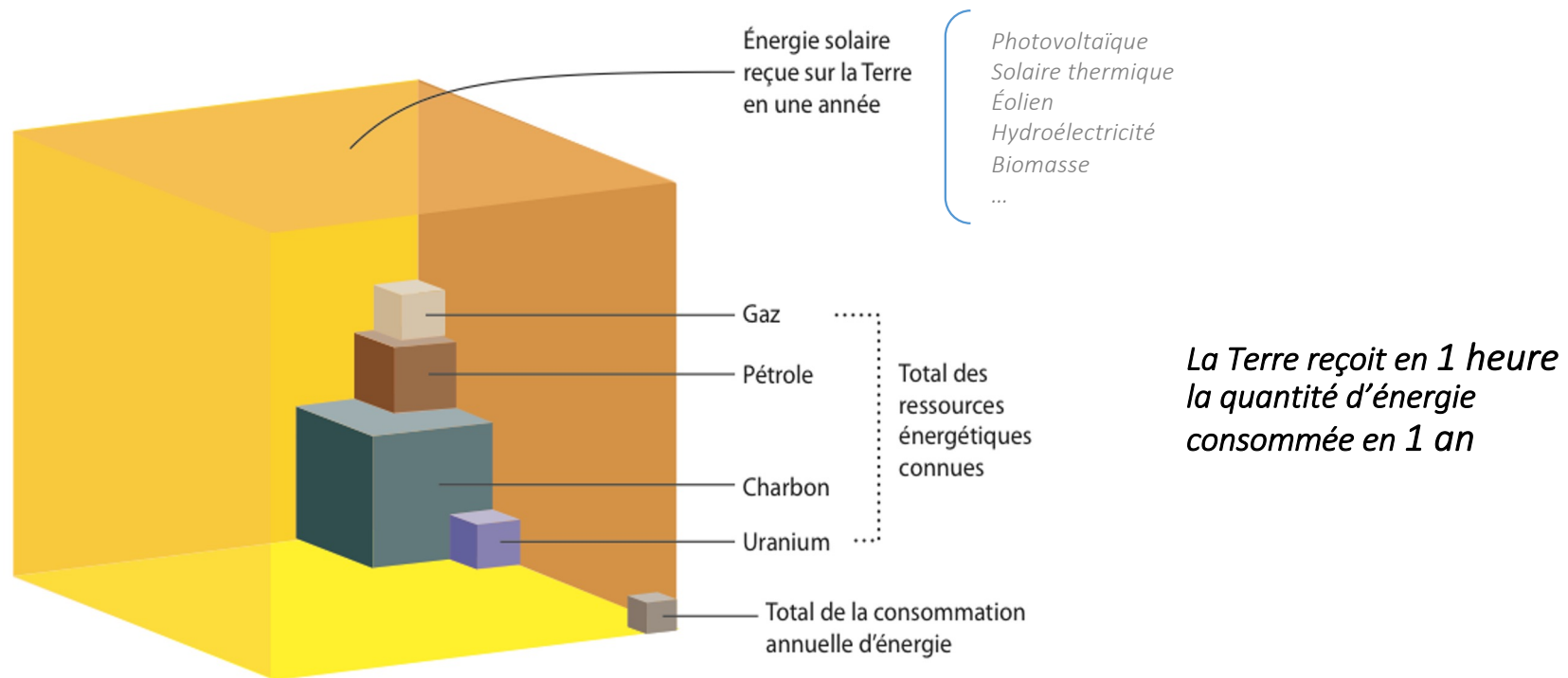


*Substitution*

*Ressources  
basées sur des stocks*

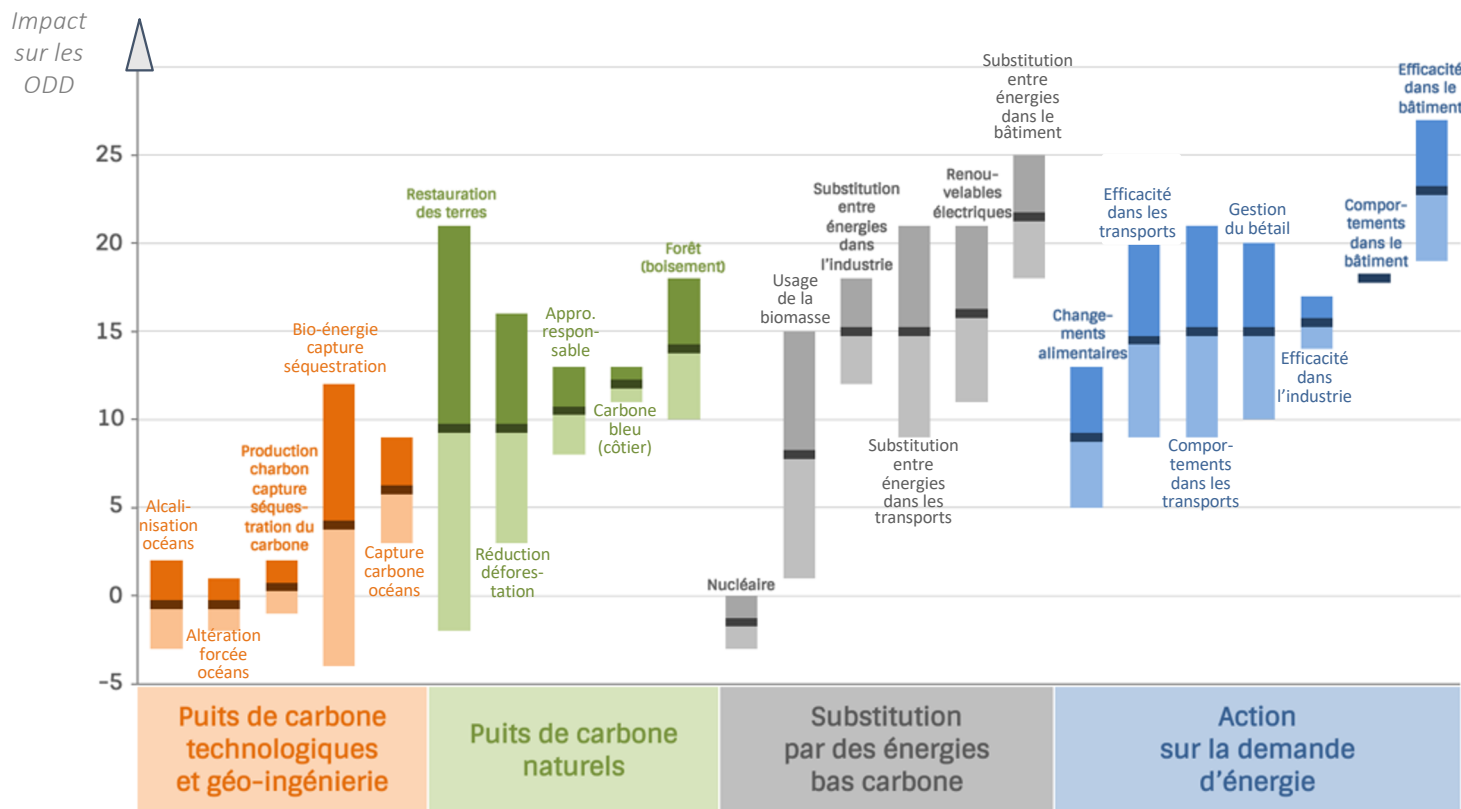


*Ressources  
basées sur des flux*



*Représentation des quantités d'énergies disponibles sur Terre*

## Des synergies contrastées entre les actions de décarbonation et les autres ODD



### Ordre de mérite "systémique"

- *cohérence*
- *soutenabilité*
- *scalabilité*
- *granularité de mise en œuvre*
- *accessibilité financière*
- *contribution à la résilience*

Source : Association négaWatt (2020), d'après GIEC (2018), *Rapport spécial 1,5°C*



## ↳ Une approche raisonnable de l'innovation



### Discernement sur les solutions innovantes en regard de leur maturité

Approche prudente vis-à-vis des solutions technologiques

Stimulation et régulation de l'innovation par les dimensions environnementale et sociale

Échelle(s)  
de maturité

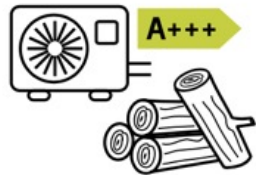
	Technologique (TRL)	Industrielle (MRL)	Environnementale et sociale (ESRL)
7	<i>A minima système démontré, si possible plusieurs en compétition</i>	<i>A minima prototype en environnement industriel, si possible plusieurs en compétition</i>	<i>A minima caractérisation des impacts génériques par une modélisation robuste</i>
8			
9			
10	<i>Systeme optimisé</i>		
11		<i>Déploiement massif, intégration système</i>	<i>Acceptabilité sociale et environnementale, mesure des effets indirects</i>



## *Secteurs de consommation*

---

## Substitution



Généralisation des  **systèmes de chauffage**  les plus performants

## Efficacité

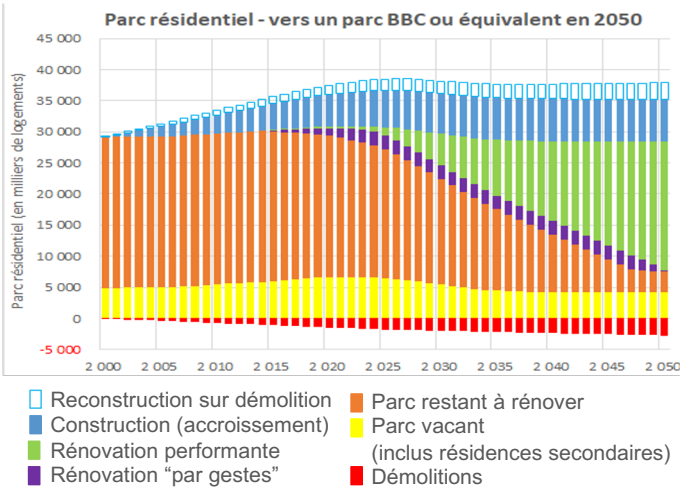


Rénovation énergétique performante de la quasi-totalité du parc

## Sobriété



Stabilisation des m<sup>2</sup> par habitant et du nombre de personnes par logement



Obligation de  **haute performance**  pour tous les bâtiments neufs



Utilisation privilégiée de structures bois et de  **matériaux à faible énergie grise**



Réduction de la part des maisons individuelles dans le neuf

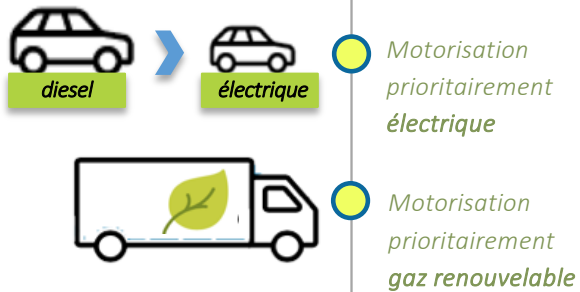


Diminution des  **surfaces neuves**  construites

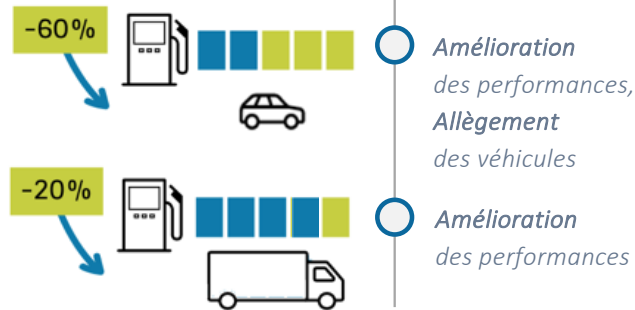


Dimensionnement et usage raisonnables des  **équipements**

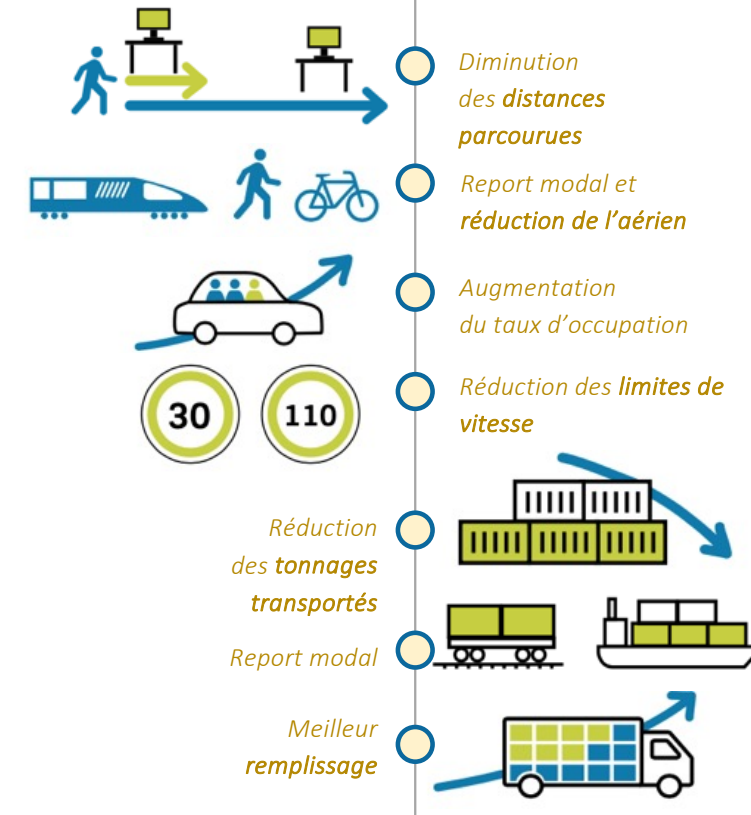
## Substitution



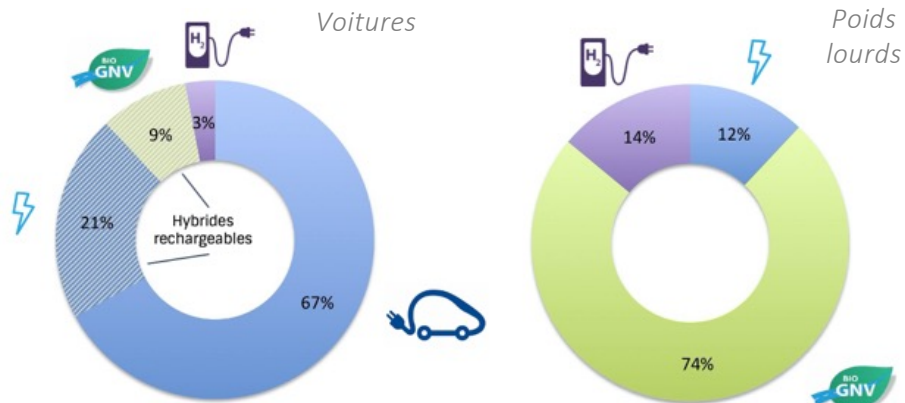
## Efficacité

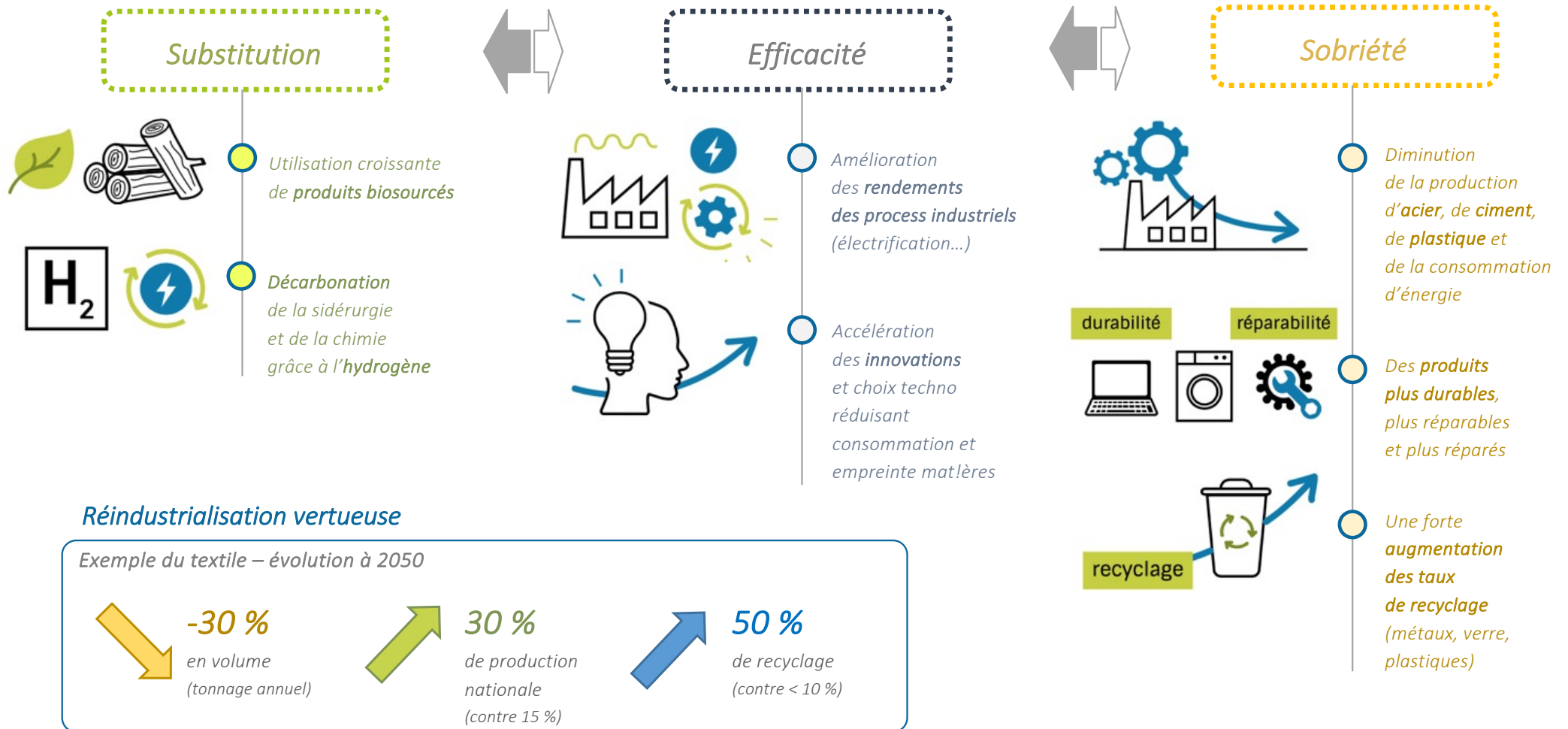


## Sobriété

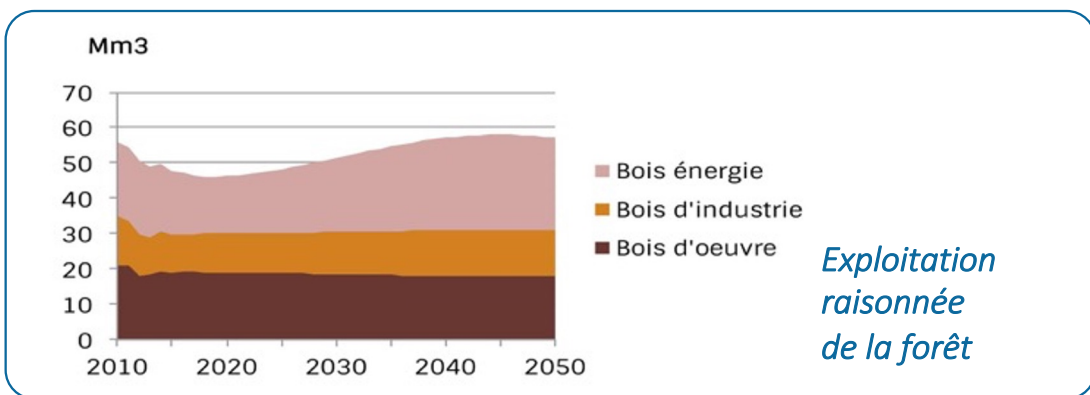
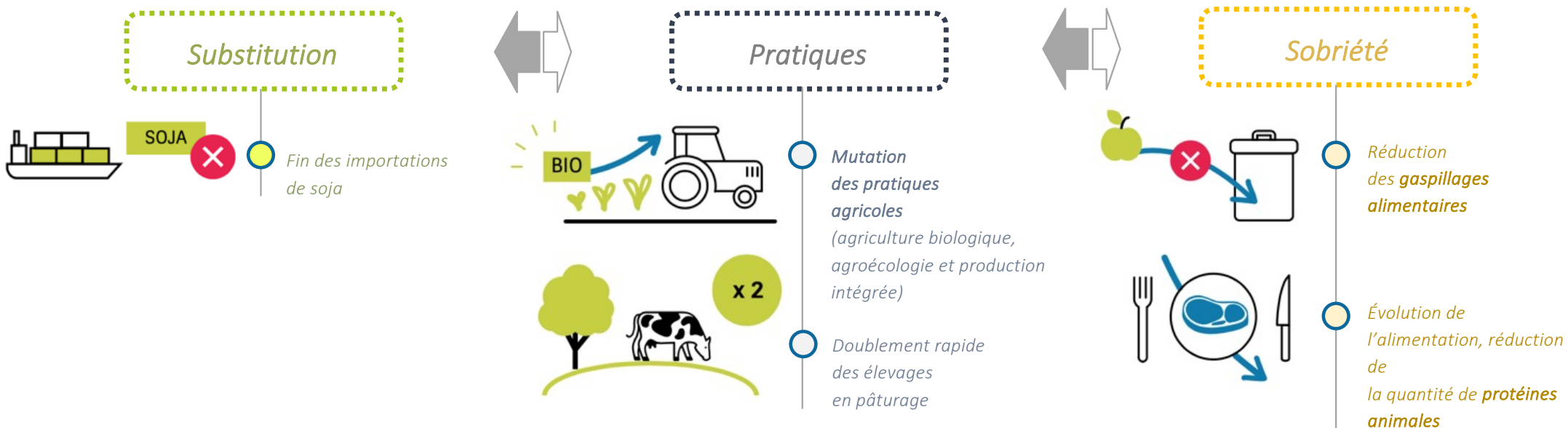


Répartition des motorisations en 2050





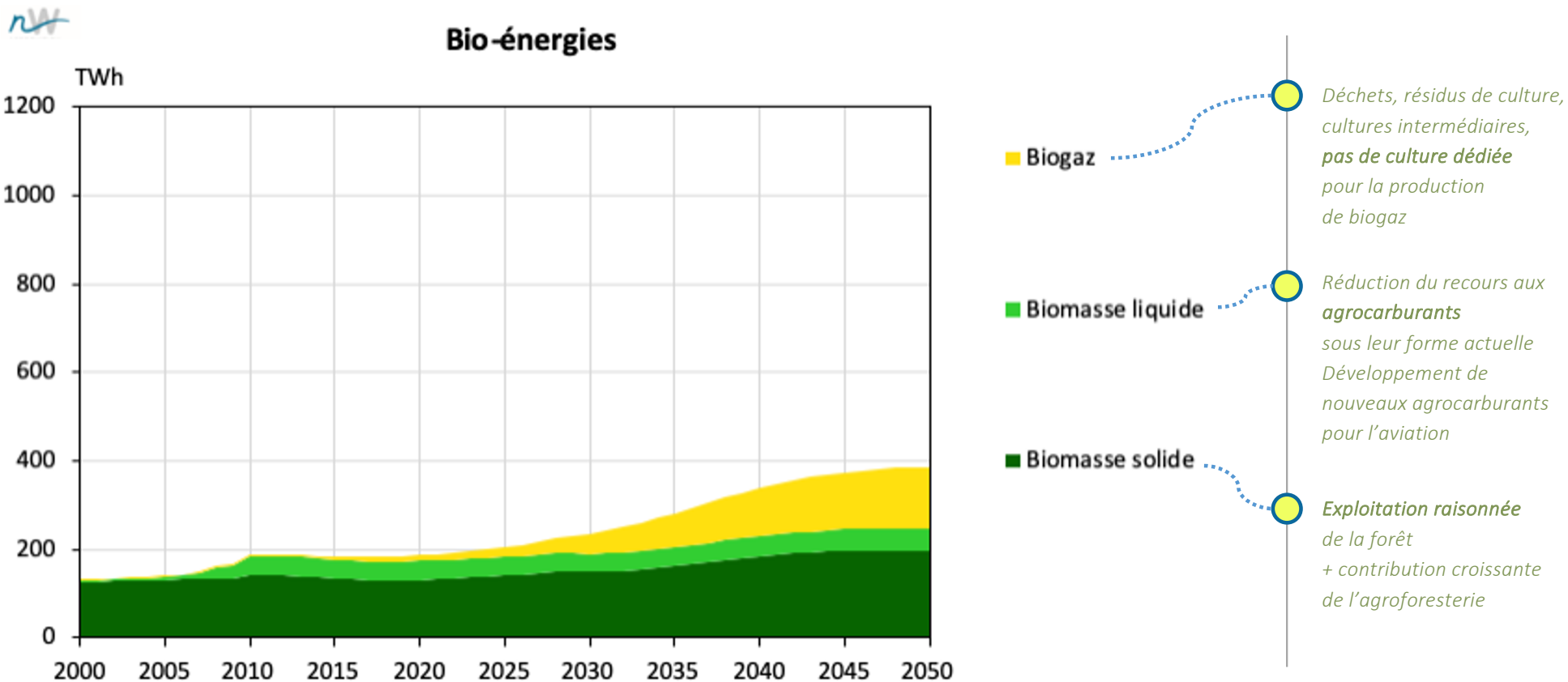
# ➤ Agriculture et forêt





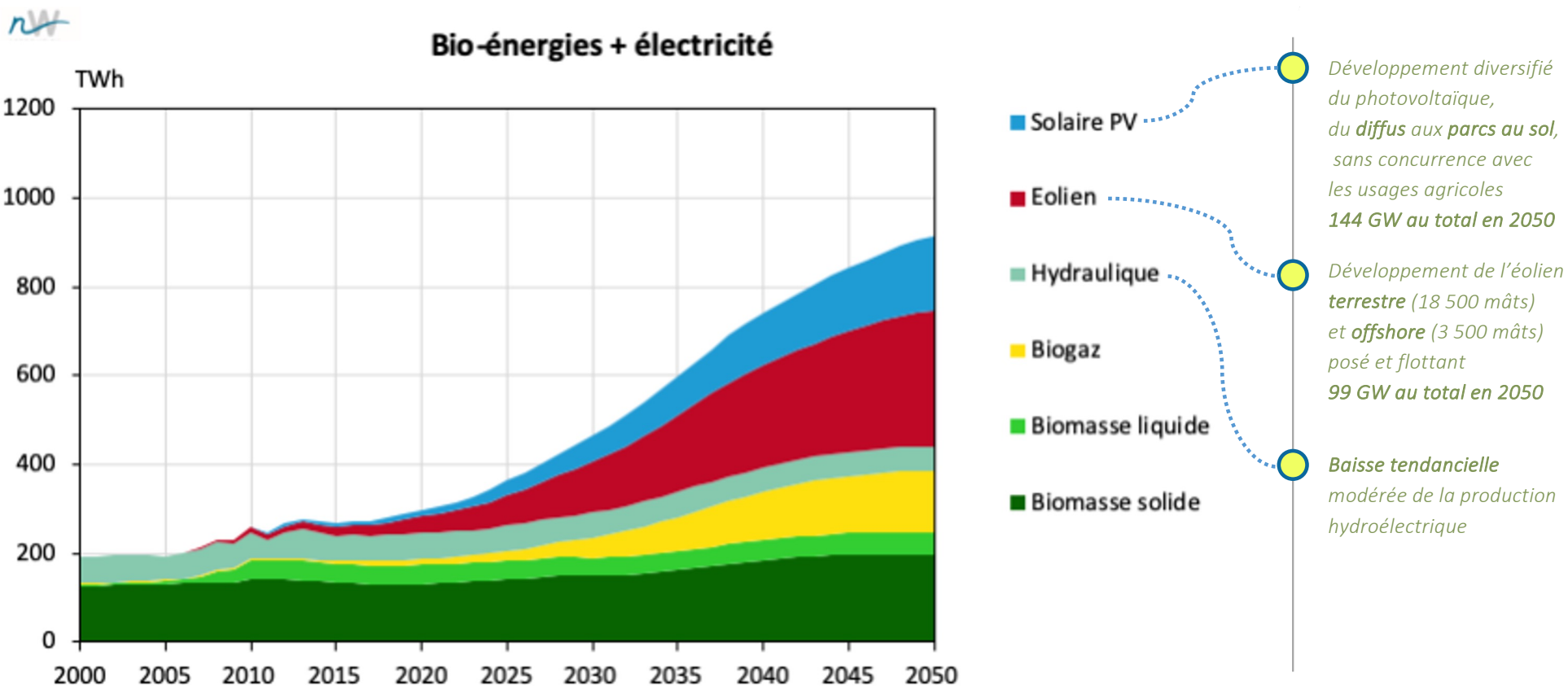
## *Évolution de la production*

---

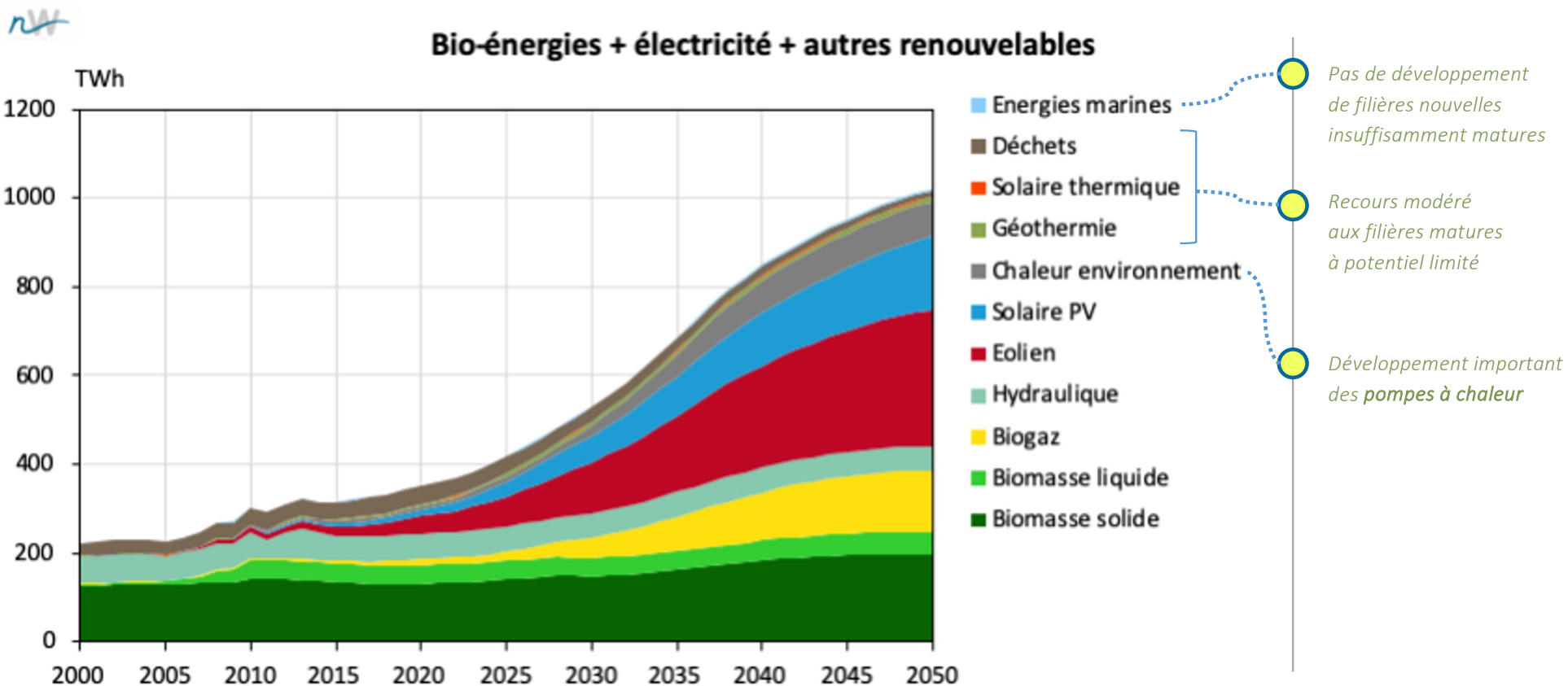




## ↘ Le mix renouvelable



## ↘ Le mix renouvelable

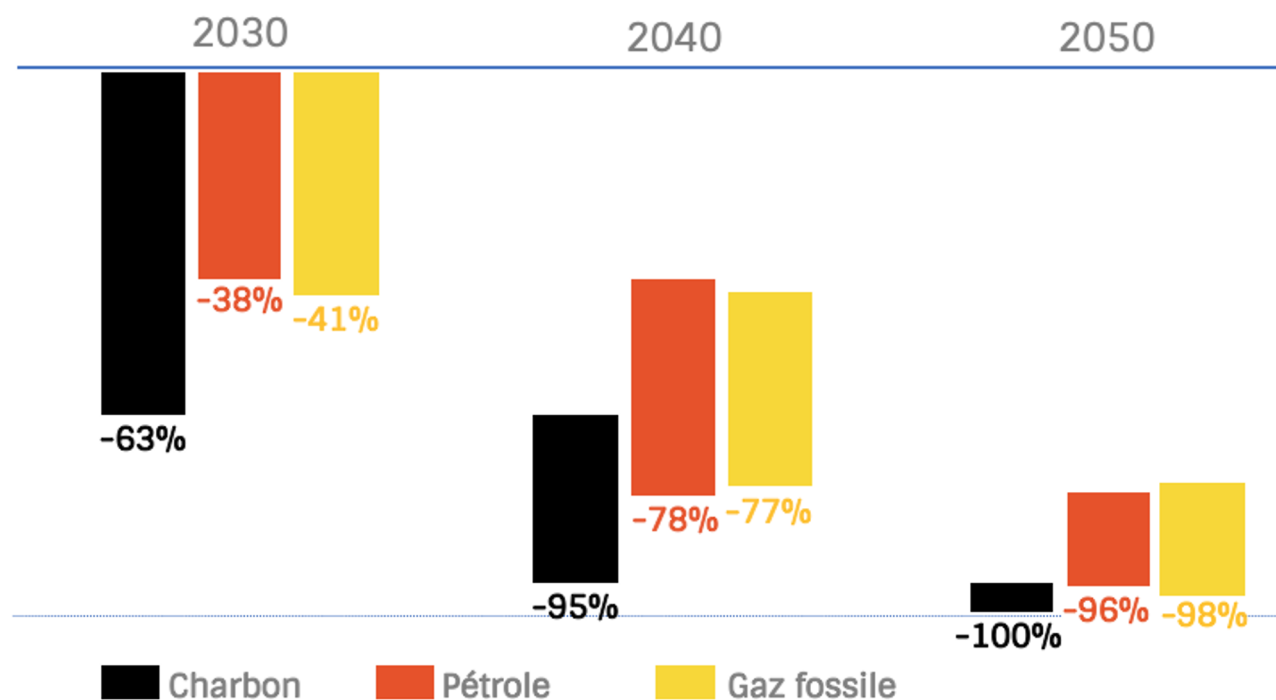


## ↳ Énergies fossiles



- *Sortie progressive des énergies fossiles sauf usages résiduels marginaux de gaz fossile*
- *Talon d'usages non énergétiques*
- *Effort de substitution continu entre vecteurs et de remplacement du gaz fossile par du gaz vert*
- *Pas de pic temporaire lié à la transition*

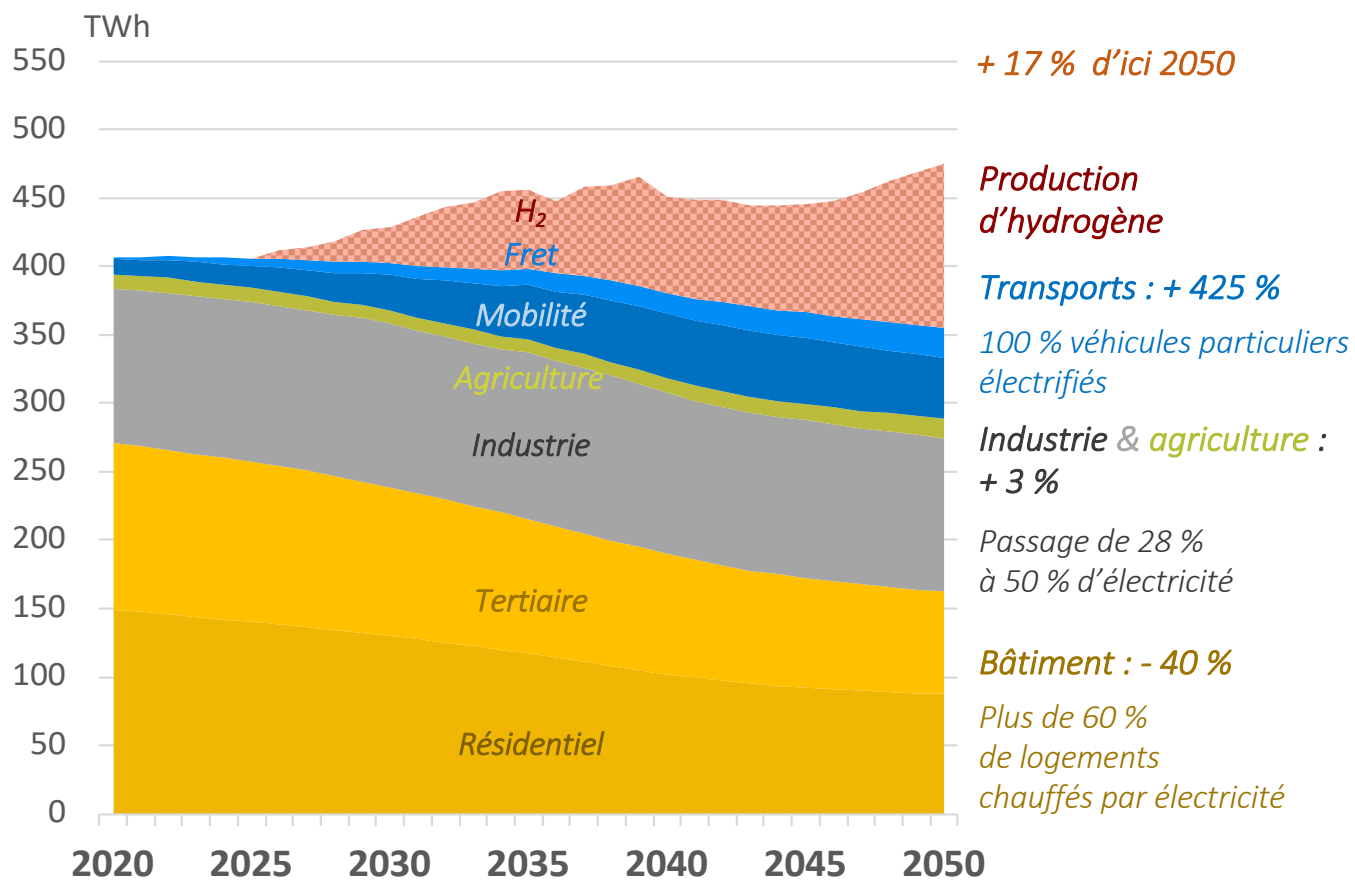
Réduction de la consommation d'énergies fossiles par rapport à 2020



# ↳ Une trajectoire de demande électrique maîtrisée

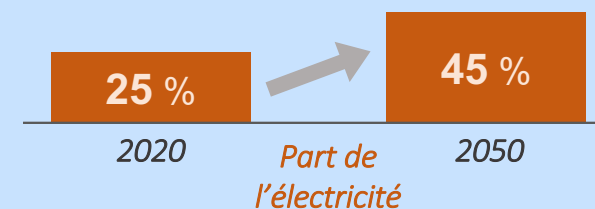


Évolution de la demande d'électricité

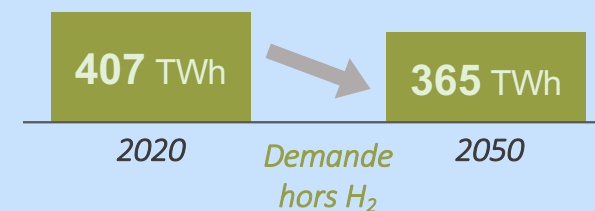


## Points clés

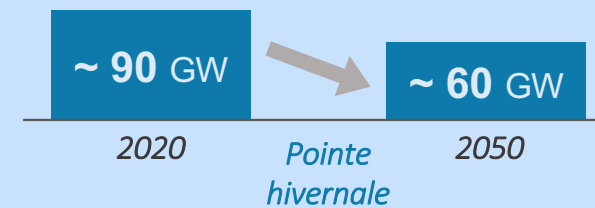
- Électrification des usages



- Maîtrise en énergie



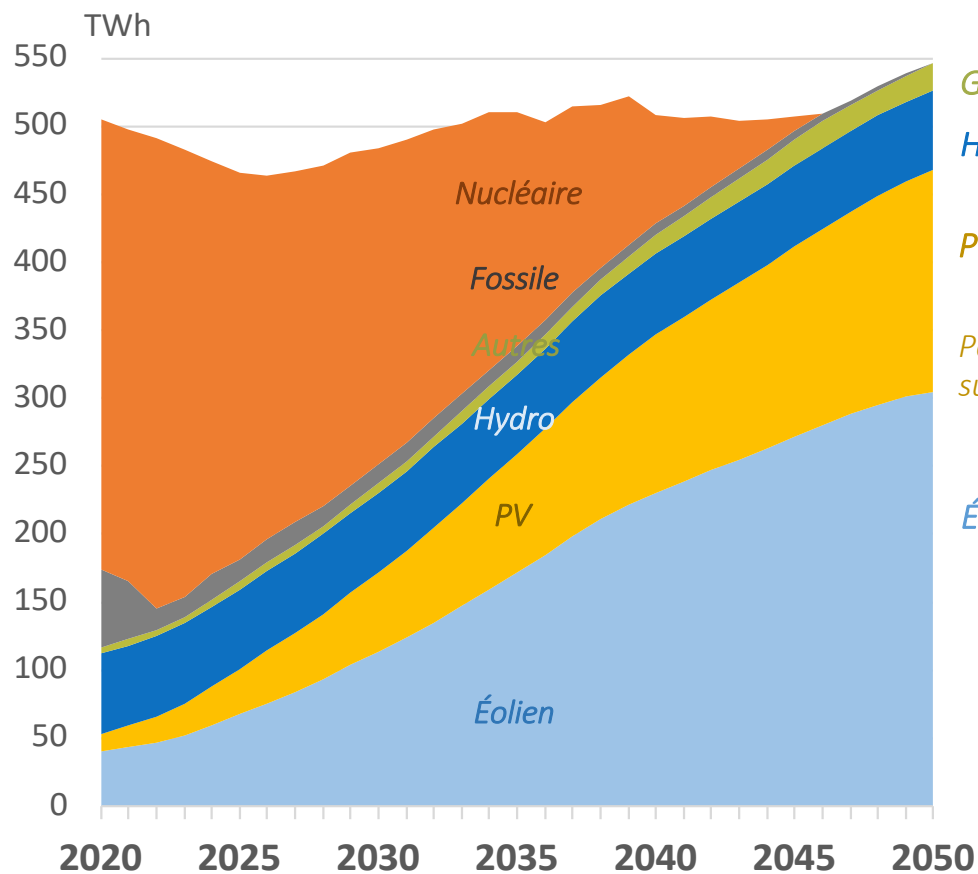
- Contrôle de la pointe



# Un déploiement des renouvelables sécurisé



Évolution de la production d'électricité



Gaz renouvel. : 13 TWh

Hydraulique: 54 TWh

PV : 168 TWh

- 139 GW
- Pas besoin de nouvelles surfaces artificialisées

Éolien : 305 TWh

- 61 GW terrestre, 18 000 mâts
- 38 GW en mer

## Équilibre électrique

### Modélisation

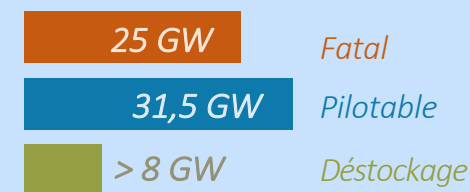
Équilibrage horaire 2020–2050 ✓

EOLES : 20 années météo ✓

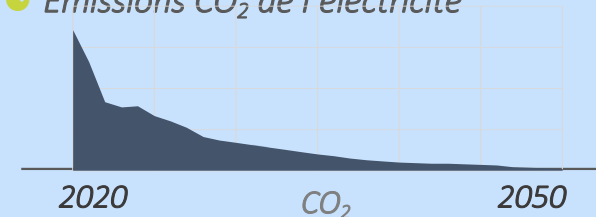
### Puissance

Maximum appelé < 63 GW

Réserve mobilisable > 64,5 GW



### Émissions CO<sub>2</sub> de l'électricité



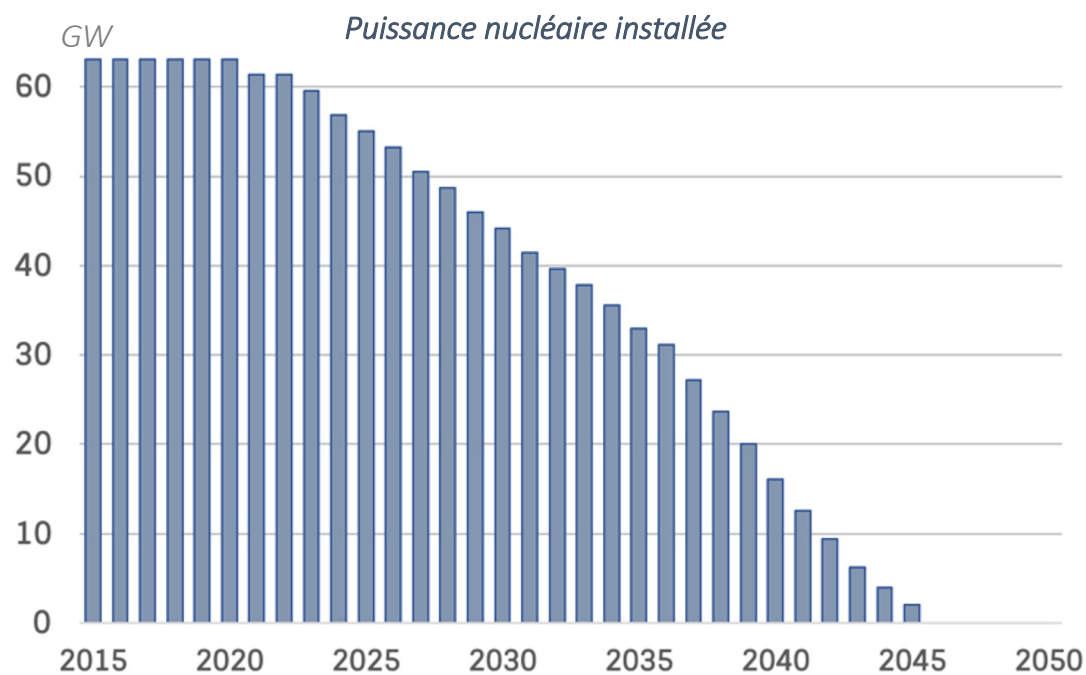
## ↳ Une “descente” nucléaire contrôlée



- Ressource épuisant un stock (uranium)
- Risque intergénérationnel (matières / déchets)
- Risque territorial majeur (accident)
- Risque géopolitique (sécurité, prolifération)



Une option de production décarbonée  
intrinsèquement **moins soutenable**  
et moins facilement déployable  
que les énergies renouvelables



1

### Pas de nouveaux réacteurs

Ni EPR, ni nouvel EPR, ni SMR...

2

### Gestion du parc existant

Pas de pari post 50 ans

Lissage et flexibilité de la fermeture

Fermeture coordonnée des usines  
du combustible (amont et aval)

Minimisation des inventaires  
de déchets et matières sans emploi

Étalement des fermetures par site

*Scénario négaWatt 2022-2050*

*Dimensionnement raisonnable,  
recours diversifié à des solutions  
diffuses et maîtrisables*

*Coûts compétitifs,  
assurés et  
orientés à la baisse*

*Réduction progressive des risques  
de sûreté et de sécurité  
Moins de matières sans emploi  
et de déchets en héritage*

*Réduction globale des impacts,  
nouveaux modes de développement local,  
et de coopération internationale*



*Scénario “programme 6 EPR”*

*Développement exposé aux aléas  
de la prolongation de réacteurs  
et de la construction  
de nouveaux réacteurs*

*Coûts non compétitifs,  
incertains et  
orientés à la hausse*

*Exposition **pour plus d’un siècle**  
au risque sûreté et sécurité  
Accumulation croissante  
de matières et de déchets*

*Impacts incertains,  
pas de changement du cadre centralisé  
ou de la vision géopolitique*



# 3.

## *Les enseignements*

---

- *Bilan chiffré*
- *Impact global*
- *Conclusions*





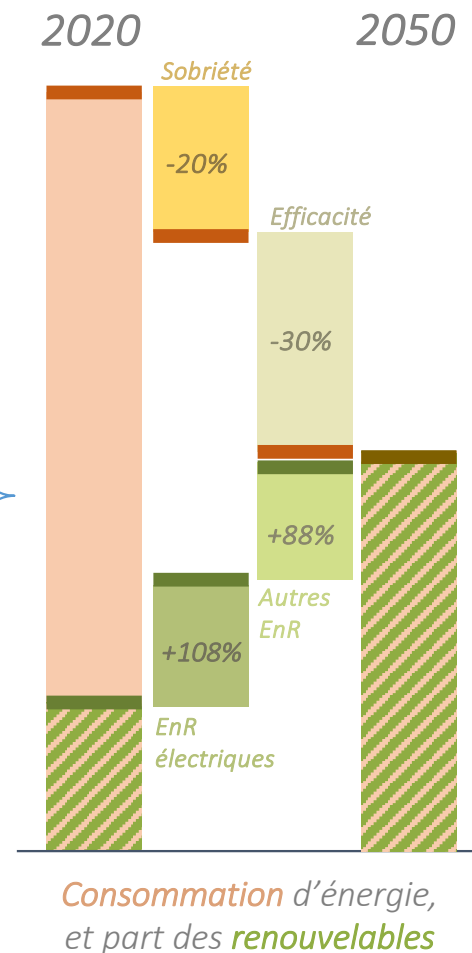
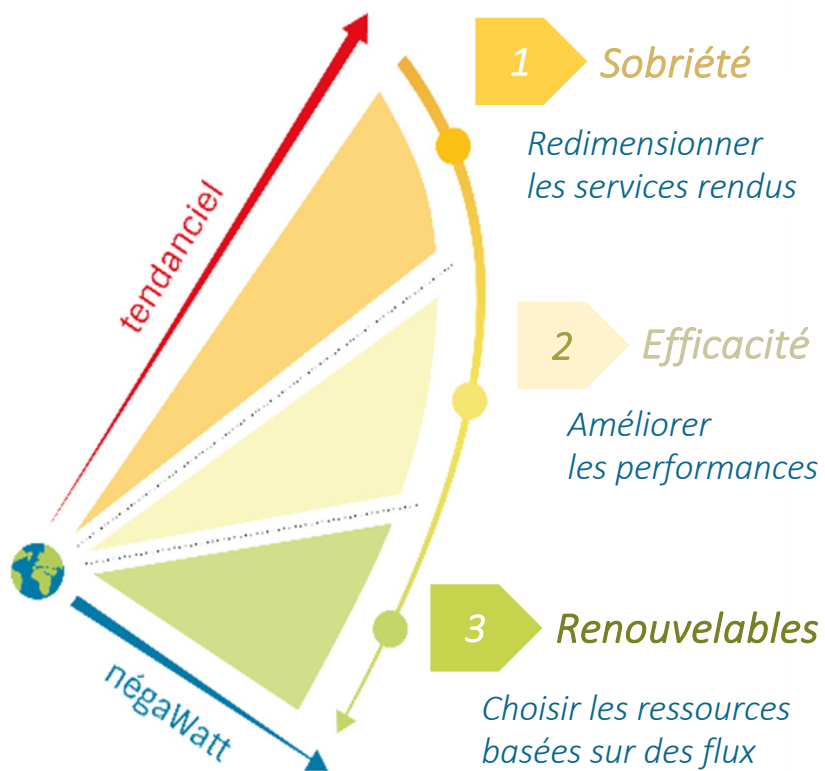
## *Bilan chiffré*

---

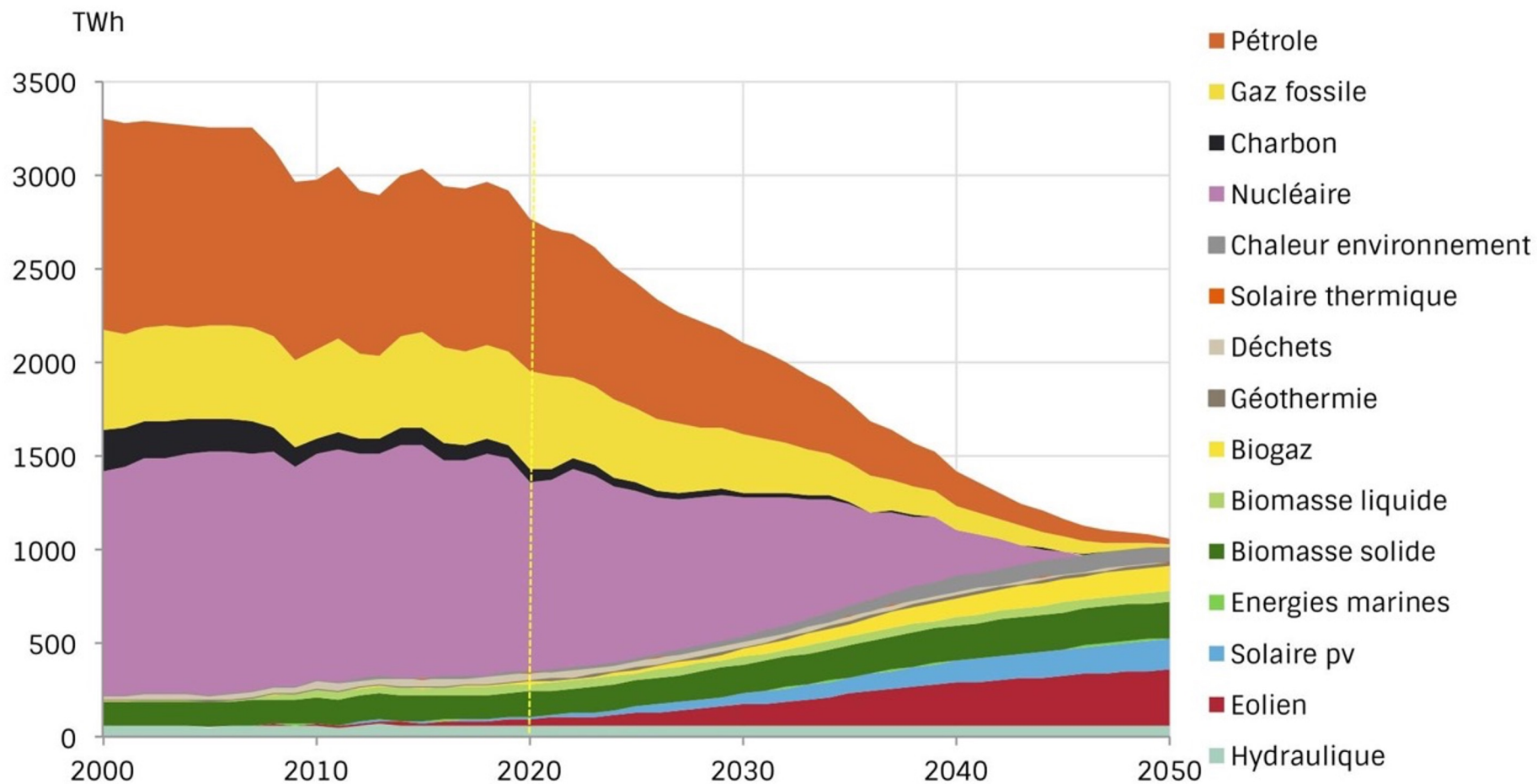
# Une action sur les usages, les performances et les ressources



## La "démarche négaWatt"



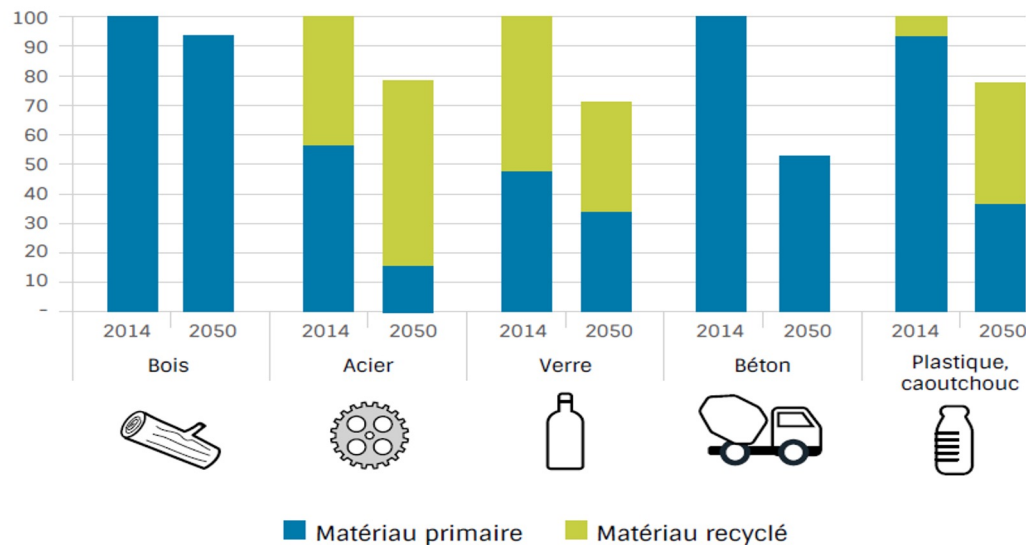
↘ Bilan en énergie primaire : -64 %



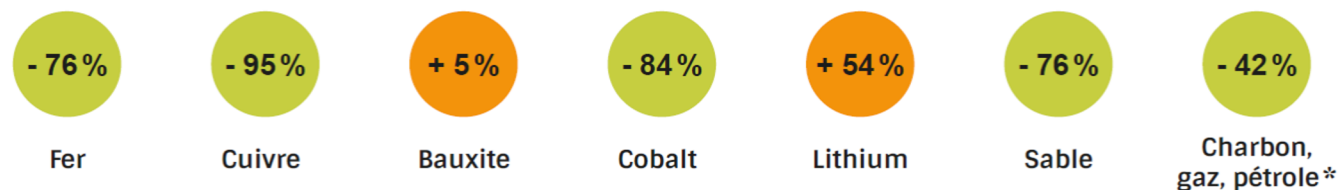
## ↳ Une consommation de matériaux en baisse



Evolution de la consommation de matériaux primaires et recyclés



Évolution de la quantité de matières premières extraites annuellement pour les besoins de la population française



2014 —————> 2050

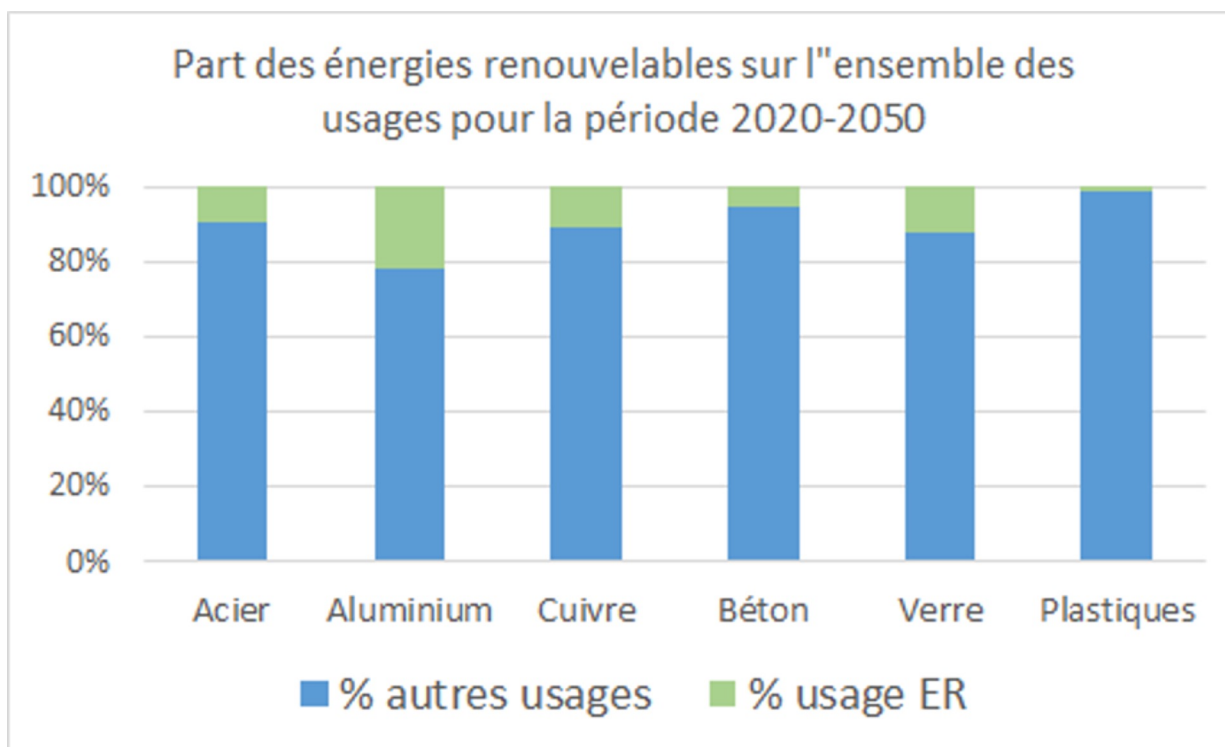
\* Usages non énergétiques

Avec l'hypothèse que les taux d'incorporation de matière recyclée dans le monde suivent une évolution identique à celle de la France

## ↳ Énergies renouvelables et matières critiques



Poids des énergies renouvelables dans la consommation cumulée de matériaux dans le scénario négaWatt 2022



Contrairement à certaines idées reçues, un scénario 100% renouvelable, à savoir :

- Éolien PV, méthaniseurs
- Électrolyseurs et Power to Gas
- Adaptation des réseaux

requiert moins de 15% par rapport aux besoins de matériaux usuels sur l'ensemble des usages.

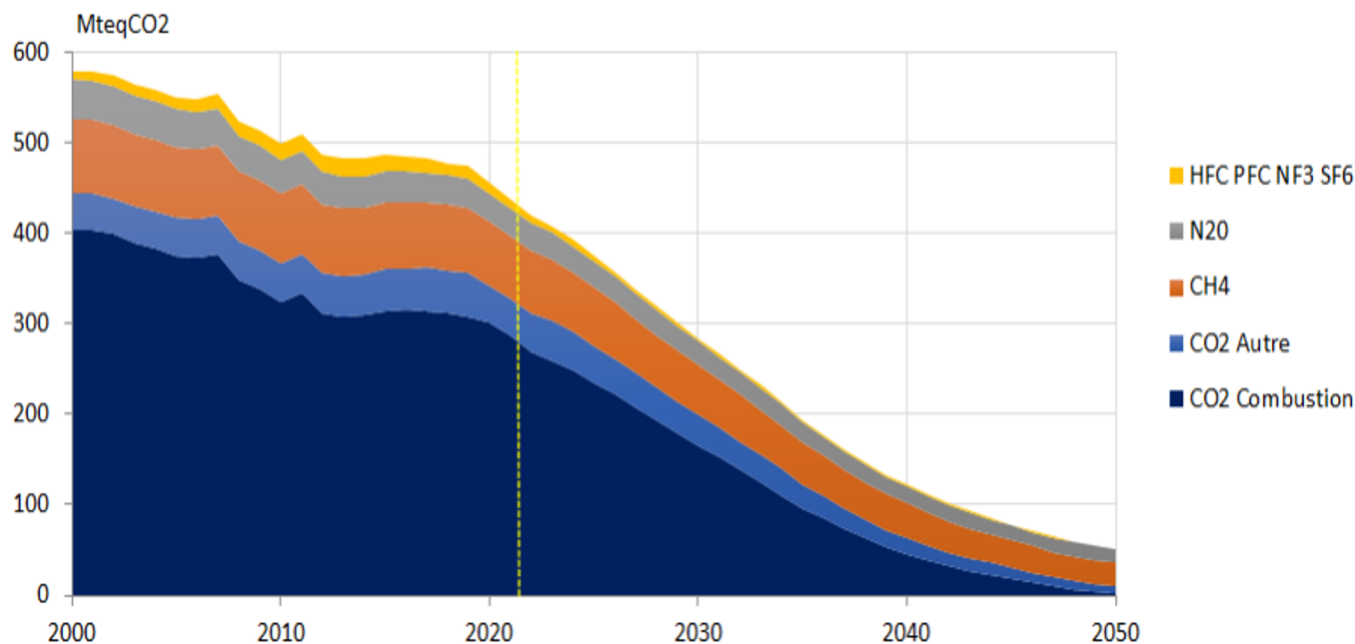
Pour les terres rares, les renouvelables représentent :

- 10% pour l'éolien
- 0% pour le PV au silicium

## ↳ Une forte décarbonation permet la neutralité carbone



### Emissions de GES par gaz à effet de serre



*Neutralité  
climatique  
en 2050*

*Émissions dues à la combustion divisées par 20 entre 2019 et 2050  
+ émissions résiduelles dues aux process industriels, à l'agriculture, aux déchets  
Au total, les émissions passent de 474 Mt à 52 Mt soit un facteur 9*





*Impact global*



## Des bénéfices multiples et partagés



Neutralité carbone en empreinte



100 % d'énergies renouvelables locales



Réduction de 30 % de l'empreinte matériaux



Moindre pression sur la biodiversité terrestre et aquatique



Moins de pollution et de prélèvements



Alimentation plus saine, moins de pertes



Moins de pollution et davantage de prévention



Forte réduction de la précarité énergétique



Redistribution de l'accès aux ressources



Équilibre renforcé dans les modes de vie



600 000 emplois nets créés, relocalisation industrielle



Création de valeur et résilience dans les territoires



Innovation et infrastructures régulées



Gestion partenariale des communs



Coopération, solidarité et accès équitable aux ressources



Appropriation démocratique de la transition

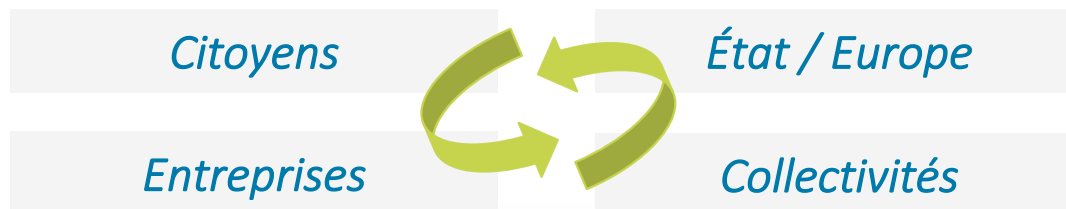




## *Conclusions*



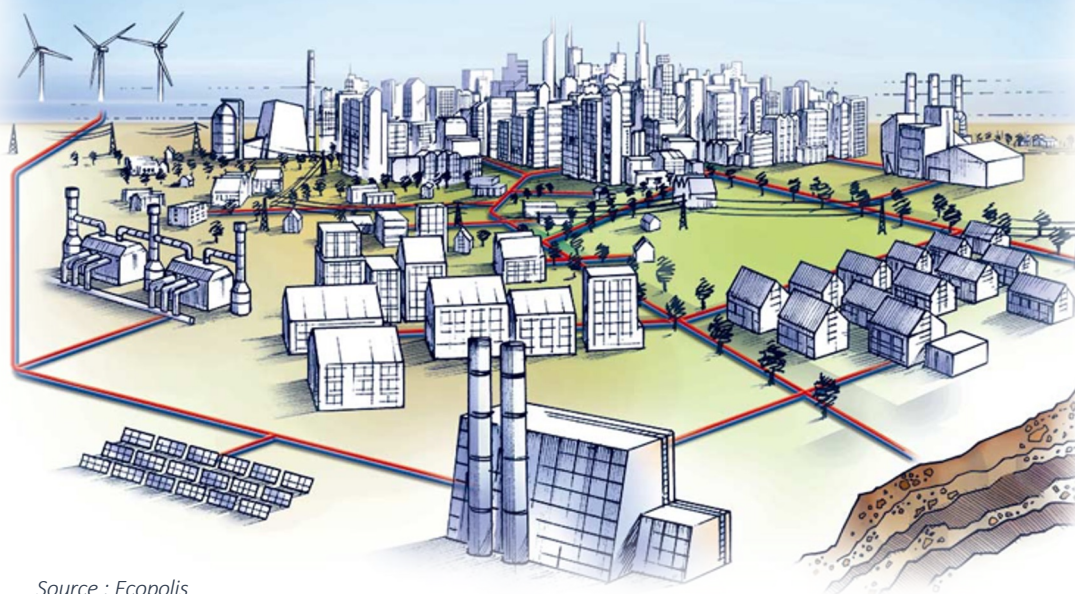
## ↘ Nouveau paradigme



### Un projet de société à construire

#### *Un nouveau paradigme*

- Action au plus près de gisements localisés
- Cohérence des acteurs autour d'un projet commun
- Création de valeur dans l'économie des ressources
- Protection des communs
- Innovation dans le service



Source : Ecopolis

Source : d'après Association négaWatt (2020), présentation du Scénario négaWatt 2017-2050

## ↳ Conclusion



### *Ce qu'on peut retenir de ce scénario :*

- *Un chemin possible vers une société plus respectueuse de la planète, des ressources et de l'humain*
- *Ce chemin implique une transition sociétale forte, mais une transition possible et progressive.*

*Les conséquences du dérèglement climatique sont déjà visibles, nous ne pouvons plus attendre...*

*→ Il nous faut agir vite pour limiter ces effets et préserver l'ensemble de la population, de manière socialement juste.*



↘ *Pour aller plus loin*



→ *De nombreuses ressources disponibles sur :*

[www.negawatt.org](http://www.negawatt.org)

*Synthèse du scénario*

*Rapport complet*

*Graphiques dynamiques*

*Replay de la présentation complète*

*Soutenez négaWatt*

*Adhérez ou faites  
un don sur [www.negawatt.org](http://www.negawatt.org)*

→ *Des réponses aux idées reçues sur la transition énergétique sur :*



[www.decrypterlenergie.org](http://www.decrypterlenergie.org)



*Annexe 1*

***Autres scénarios***

---

## Principaux scénarios



### Stratégie nationale bas-carbone

La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone

Horizon 2050  
Basée sur scénario AMS  
"avec mesures supplémentaires"  
Modélisation énergie - GES - air  
Traduction en budgets carbone

Mars 2020



### Futurs énergétiques 2050

Horizon 2050-2060+  
Modélisation du système électrique cohérente avec SNBC  
6 scénarios offre  
3 trajectoires demande (et 4 variantes)  
Sécurité électrique  
Analyse multicritères économie, matières...

Octobre 2021



### Scénario négaWatt 2022

La transition énergétique au cœur d'une transition sociétale

Horizon 2050+  
Modélisation sectorielle énergie, matières premières, usages biomasse  
Périmètre domestique et empreinte  
Analyse multicritères emplois, empreinte, cobénéfices...

Octobre 2021



### TRANSITION(S) 2050

CHOISIR MAINTENANT  
AGIR POUR LE CLIMAT

Horizon 2050  
4 scénarios  
Cadrage commun  
Modélisations sectorielles +  
Outil intégrateur énergie, GES, matières, sols  
Analyse multicritères économie, empreinte, robustesse...

Novembre 2021



Climat, crises:

### Le plan de transformation de l'économie française



Horizon 2050 ?  
~ 15 plans sectoriels secteurs "usages", "services", "amont"  
Chantiers transverses emploi, finance, bouclage énergétique, bouclage matières, villes et territoires

Février 2022

## France – trajectoires électriques



### > RTE : scénarios électriques

RTE conso	RTE mix production					
Sobriété	Sans nouveau nucléaire			Avec nouveau nucléaire		
Référence	M0	M1	M23	N1	N2	N03
Réindustrialisation profonde	100% EnR en 2050	EnR diffuses	EnR grands parcs	8 EPR2	14 EPR2	14 EPR2 + SMR

### > ADEME et négaWatt : scénarios énergétiques

négaWatt	ADEME				
SnW 2022	S1	S2	S3EnR	S3Nuc	S4
Scénario négaWatt 2022-2050 + Scénario négaMat + Scénario Afterres	Génération frugale	Coopération territoriale	Technologies vertes orienté renouvelables	Technologies vertes orienté nucléaire	Pari réparateur



**S1 GÉNÉRATION FRUGALE**

Villes moyennes et zones rurales

Frugalité contrainte

Rénovation massive

Localisme

Nouveaux indicateurs de prospérité

3x moins de viande



**S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES**

Coopérations entre territoires

Économie du partage

Modes de vie soutenables

Réindustrialisation ciblée

Fiscalité environnementale

Gouvernance ouverte

Mobilité maîtrisée



**S3 TECHNOLOGIES VERTES**

Hydrogène

Métropoles

Déconstruction / reconstruction

Technologies de décarbonation

Régulation minimale

Consumérisme vert



**S4 PARI RÉPARATEUR**

Captage du CO<sub>2</sub> dans l'air

Agriculture intensive

Étalement urbain

Consommation de masse

Économie mondialisée

Technologies incertaines

Intelligence artificielle





**S1 GÉNÉRATION FRUGALE**



**S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES**

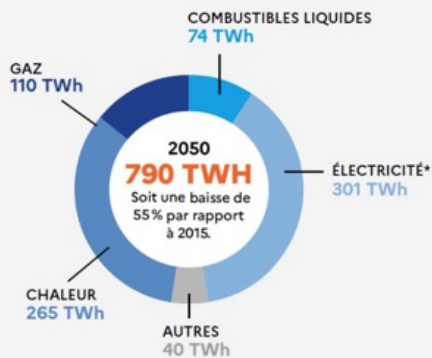


**S3 TECHNOLOGIES VERTES**

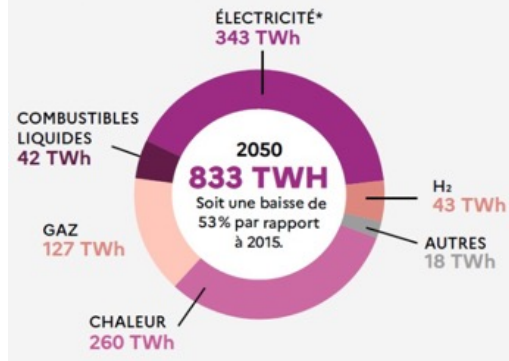


**S4 PARI RÉPARATEUR**

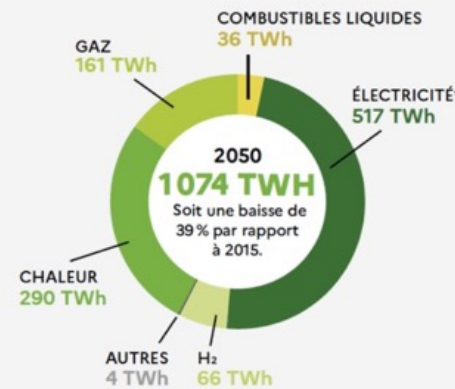
Demande finale énergétique par vecteur (avec usages non énergétiques et hors sources internationales)



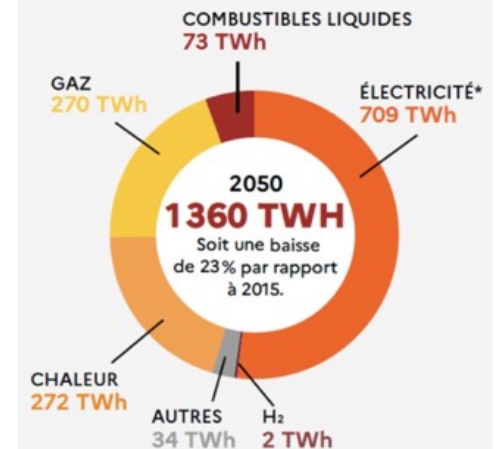
Demande finale énergétique par vecteur (avec usages non énergétiques et hors sources internationales)



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



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

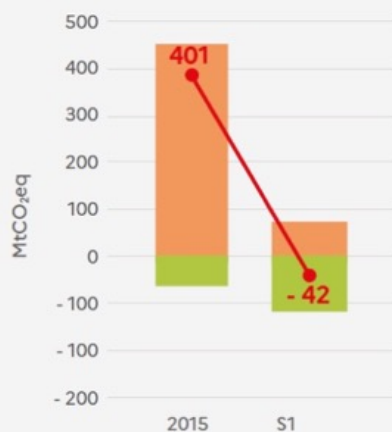


# ↘ ADEME – Bilan gaz à effet de serre



## S1 GÉNÉRATION FRUGALE

Bilan des émissions et des puits de CO<sub>2</sub> en 2015 et 2050

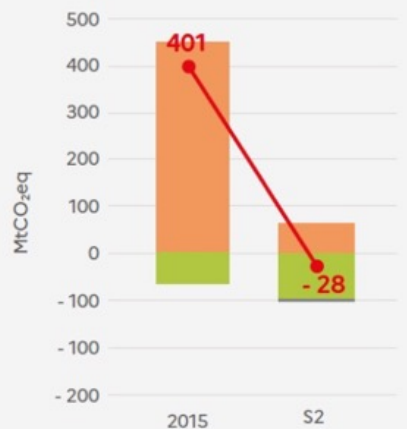


■ Émissions ■ Puits biologiques  
— Bilan



## S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES

Bilan des émissions et des puits de CO<sub>2</sub> en 2015 et 2050



■ CCS et puits technologiques ■ Émissions ■ Puits biologiques  
— Bilan



## S3 TECHNOLOGIES VERTES

Bilan des émissions et des puits de CO<sub>2</sub> en 2015 et 2050



■ CCS et puits technologiques ■ Émissions ■ Puits biologiques  
— Bilan



## S4 PARI RÉPARATEUR

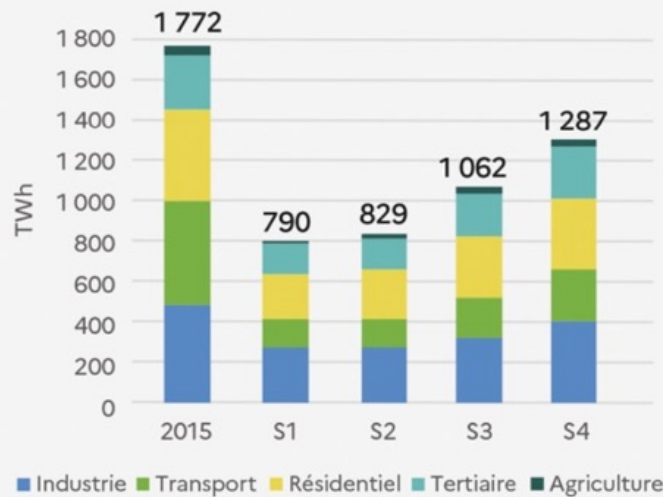
Bilan des émissions et des puits de CO<sub>2</sub> en 2015 et 2050



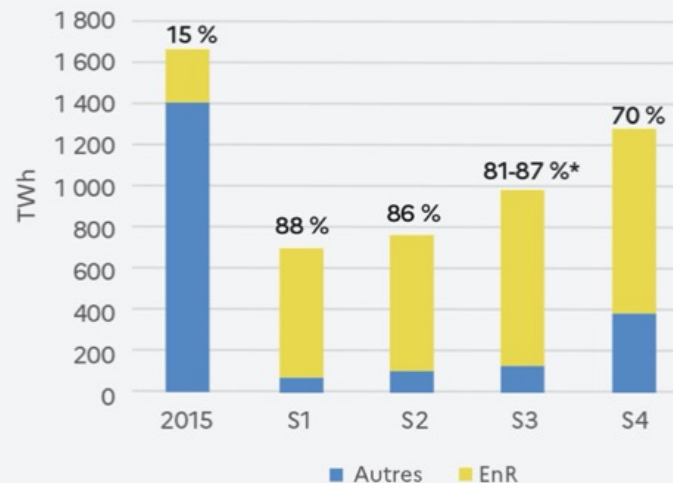
■ CCS et puits technologiques ■ Émissions ■ Puits biologiques  
— Bilan

- Une réduction de 20% à 50% de la consommation d'énergie finale
  - Une part de 70% à 90% d'énergies renouvelables
- Part croissante de l'électricité mais pas nécessairement en valeur absolue
- Rôle des renouvelables hors réseau

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

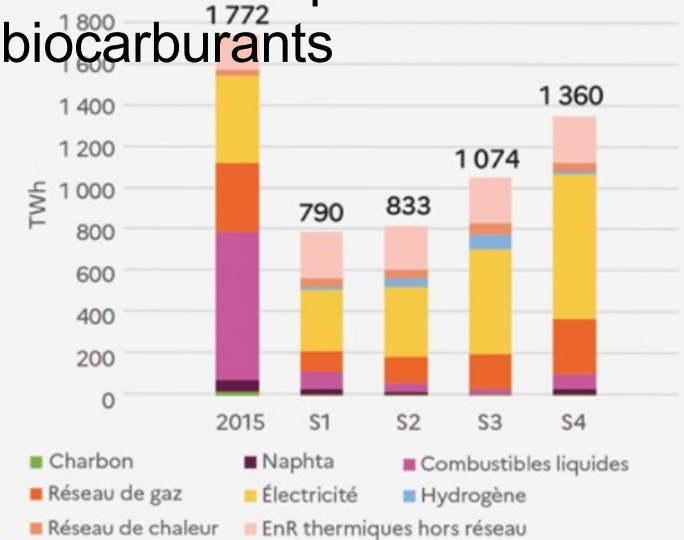


Consommation d'énergie et part des EnR dans la consommation finale brute d'énergie en 2015 et 2050



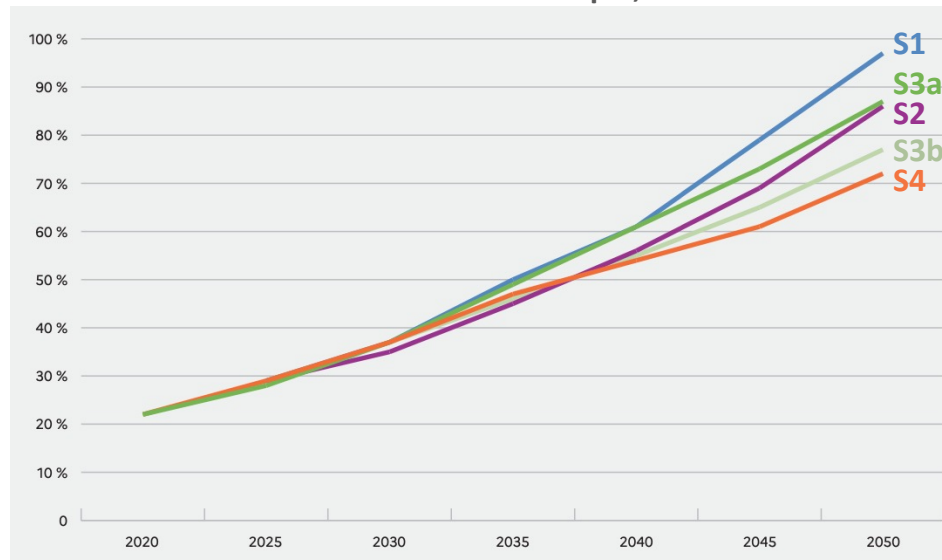
- Talon gaz décarboné, limitation du potentiel biocarburants

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

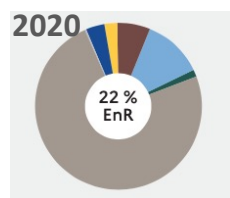
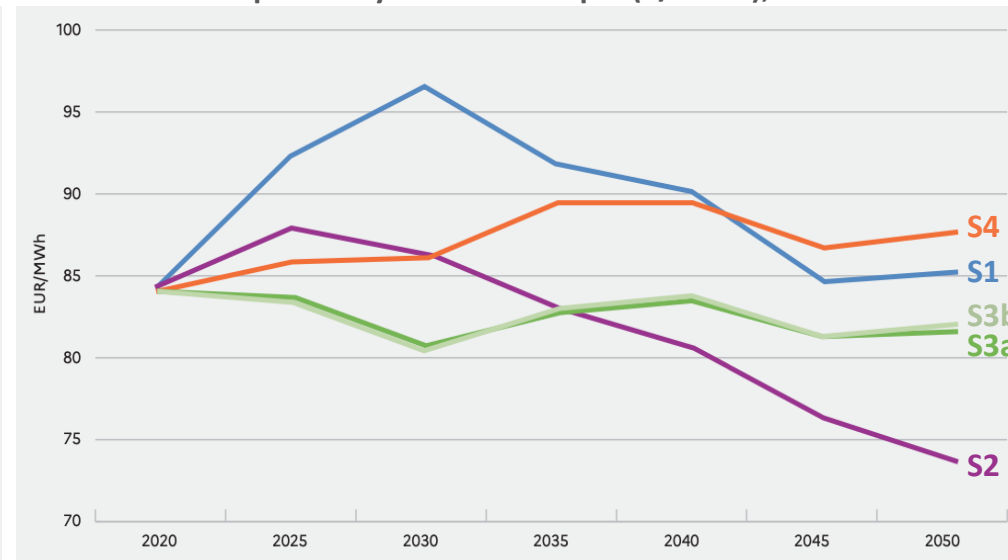


## Avantage économique aux scénarios 100 % renouvelables

Part de renouvelables dans le mix électrique, 2020-2050

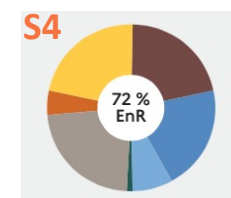
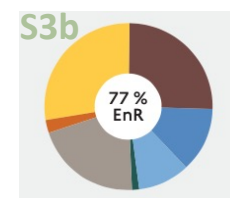
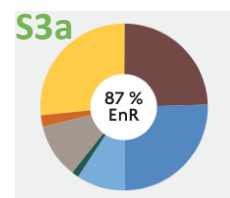
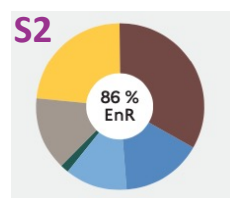
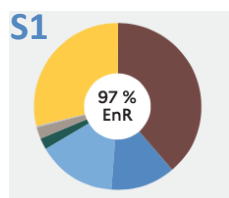


Coût annuel complet du système électrique (€/MWh), 2020-2050



468 TWh

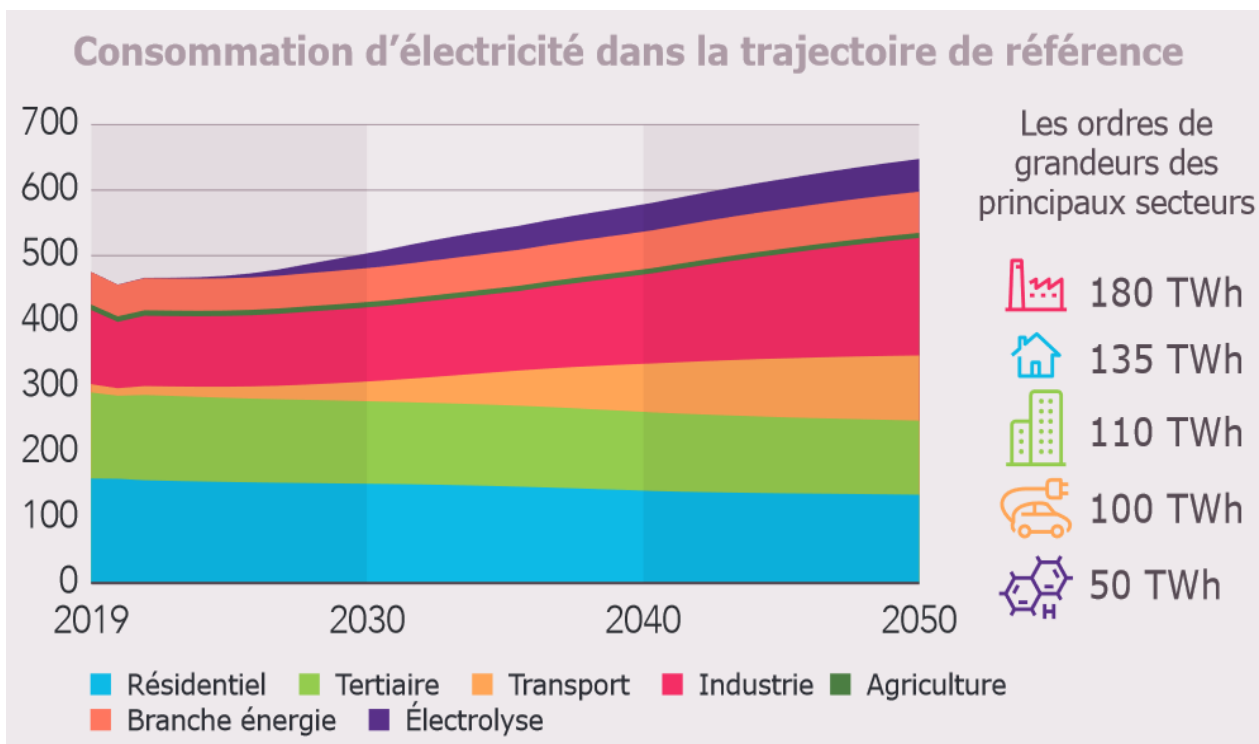
- Nucléaire
- Turbine gaz
- Thermique autre
- PV
- Éolien terrestre
- Éolien offshore
- Hydro
- Autres renouvel.



## LES TRAJECTOIRES DE CONSOMMATION À L'HORIZON 2050

Consommation finale d'électricité par secteur :

- Industrie
- Tertiaire
- Hydrogène
- Résidentiel
- Transport



	NIVEAU 2050	PRINCIPALES ÉVOLUTIONS
Référence	<b>645 TWh</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li> 180 TWh</li> <li> 134 TWh</li> <li> 113 TWh</li> <li> 99 TWh</li> <li> 50 TWh</li> </ul>
Sobriété	<b>555 TWh</b> (-90 TWh)	<ul style="list-style-type: none"> <li> 160 TWh (-20 TWh)</li> <li> 111 TWh (-23 TWh)</li> <li> 95 TWh (-18 TWh)</li> <li> 77 TWh (-22 TWh)</li> <li> 47 TWh (-3 TWh)</li> </ul>
Réindustrialisation profonde	<b>752 TWh</b> (+107 TWh)	<ul style="list-style-type: none"> <li> 239 TWh (+59 TWh)</li> <li> 134 TWh (0 TWh)</li> <li> 115 TWh (+2 TWh)</li> <li> 99 TWh (0 TWh)</li> <li> 87 TWh (+37 TWh)</li> </ul>

## LES SCÉNARIOS DE MIX DE PRODUCTION À L'HORIZON 2050

Filières : Flexibilités de la demande (hors V2G) Nouveau thermique décarboné Batteries

	NARRATIF	RÉPARTITION DE LA PRODUCTION EN 2050	CAPACITÉS INSTALLÉES EN 2050 (EN GW)*					BOUQUET DE FLEXIBILITÉS EN 2050
			Solaire	Éolien terrestre	Éolien en mer	Nucléaire historique	Nouveau nucléaire	
M0	Sortie du nucléaire en 2050 : le déclasserment des réacteurs nucléaires existants est accéléré, tandis que les rythmes de développement du photovoltaïque, de l'éolien et des énergies marines sont poussés à leur maximum.		~ 208 GW (soit x21)	~ 74 GW (soit x4)	~ 62 GW	/	/	15 GW 1,7 GW (1,1 MVE) 29 GW 26 GW
M1	Développement très important des énergies renouvelables réparties de manière diffuse sur le territoire national et en grande partie porté par la filière photovoltaïque. Cet essor soutient une mobilisation forte des acteurs locaux participatifs et des collectivités locales.		~ 214 GW (soit x22)	~ 59 GW (soit x3,5)	~ 45 GW	16 GW	/	17 GW 1,7 GW (1,1 MVE) 20 GW 21 GW
M23	Développement très important de toutes les filières renouvelables, porté notamment par l'installation de grands parcs éoliens sur terre et en mer. Logique d'optimisation économique et ciblage sur les technologies et les zones bénéficiant de meilleurs rendements et permettant des économies d'échelle.		~ 125 GW (soit x12)	~ 72 GW (soit x4)	~ 60 GW	16 GW	/	15 GW 1,7 GW (1,1 MVE) 20 GW 13 GW

NIVEAU 2050 (par rapport à la référence)

645 TWh

555 TWh (-90 TWh)

752 TWh (+107 TWh)

## LES TRAJECTOIRES DE CONSOMMATION

	NARRATIF	RÉPARTITION DE LA PRODUCTION EN 2050	CAPACITÉS INSTALLÉES EN 2050 (EN GW)*					BOUQUET DE FLEXIBILITÉS EN 2050
			Solaire	Éolien terrestre	Éolien en mer	Nucléaire historique	Nouveau nucléaire	
N1	Lancement d'un programme de construction de nouveaux réacteurs, développés par paire sur des sites existants tous les 5 ans à partir de 2035. Développement des énergies renouvelables à un rythme soutenu afin de compenser le déclasserment des réacteurs de deuxième génération.		~ 118 GW (soit x11)	~ 58 GW (soit x3,3)	~ 45 GW	16 GW	13 GW (soit 8 EPR)	15 GW 1,7 GW (1,1 MVE) 11 GW 9 GW
N2	Lancement d'un programme plus rapide de construction de nouveaux réacteurs (une paire tous les 3 ans) à partir de 2035 avec montée en charge progressive. Le développement des énergies renouvelables se poursuit mais moins rapidement que dans les scénarios N1 et M.		~ 90 GW (soit x8,5)	~ 52 GW (soit x2,9)	~ 36 GW	16 GW	23 GW (soit 14 EPR)	15 GW 1,7 GW (1,1 MVE) 5 GW 2 GW
N03	Le mix de production repose à part égale entre les énergies renouvelables et le nucléaire à l'horizon 2050. Cela implique d'exploiter le plus longtemps possible le parc nucléaire existant, et de développer de manière volontariste et diversifié le nouveau nucléaire (EPR 2 + SMR)		~ 70 GW (soit x7)	~ 43 GW (soit x2,5)	~ 22 GW	24 GW	~27 GW (soit ~14 EPR + quelques SMR)	13 GW 1,7 GW (1,1 MVE) 1 GW

Hypothèses communes

Hydraulique  
~22 GW

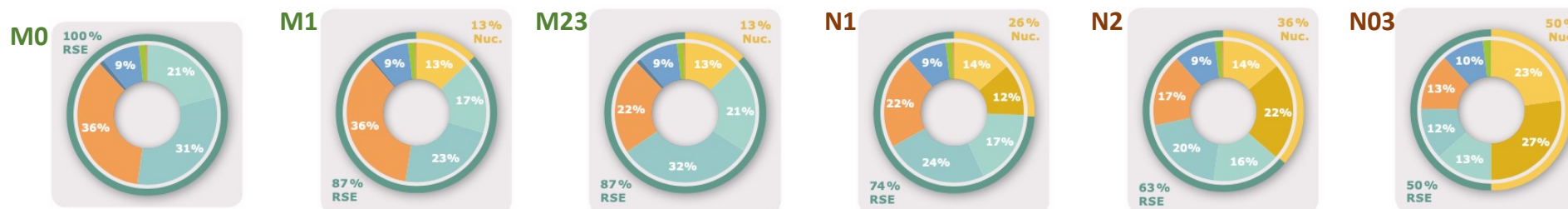
Énergies marines  
Entre 0 et 3 GW

Bioénergies  
~2 GW

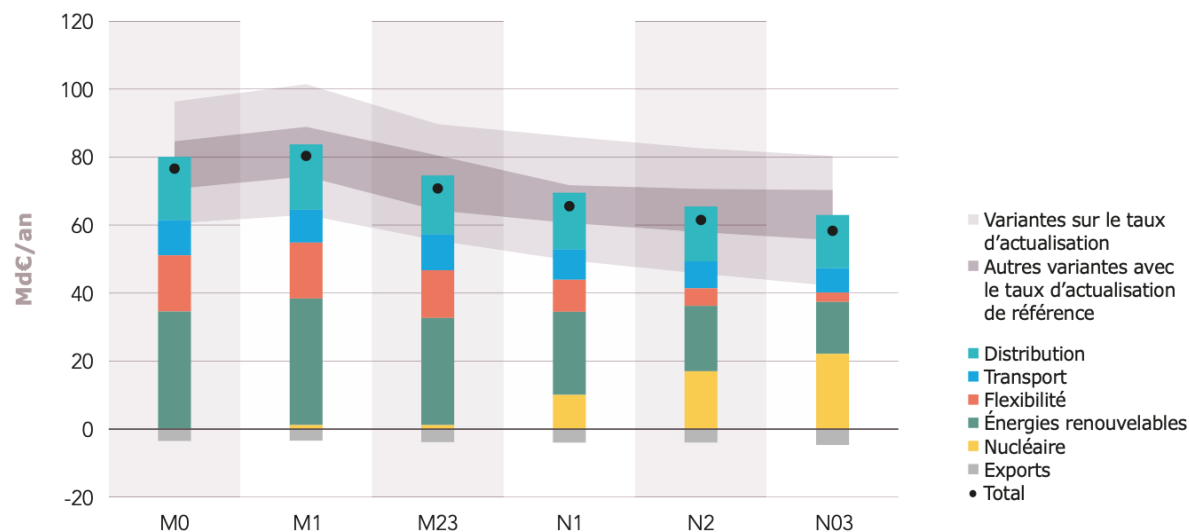
Imports  
39 GW

STEP  
8 GW

## Faisabilité de scénarios 100 % renouvelables



## Proximité des coûts complets en regard des incertitudes



- Hypothèses conservatrices sur les renouvelables et leur progrès
- Hypothèses officielles EDF / Gouv. sur le nucléaire
- Hypothèses très favorables au nucléaire sur les conditions de financement
- Gain associé à un effort de sobriété au moins égal au différentiel sur le coût de production



*Annexe 2*

***Nouveaux EPR2 & long terme***

---



# ↘ Horizon(s) d'attente



1. Construction  
30 ans



Aujourd'hui  
vu de ~1990

2. Exploitation  
90 ans

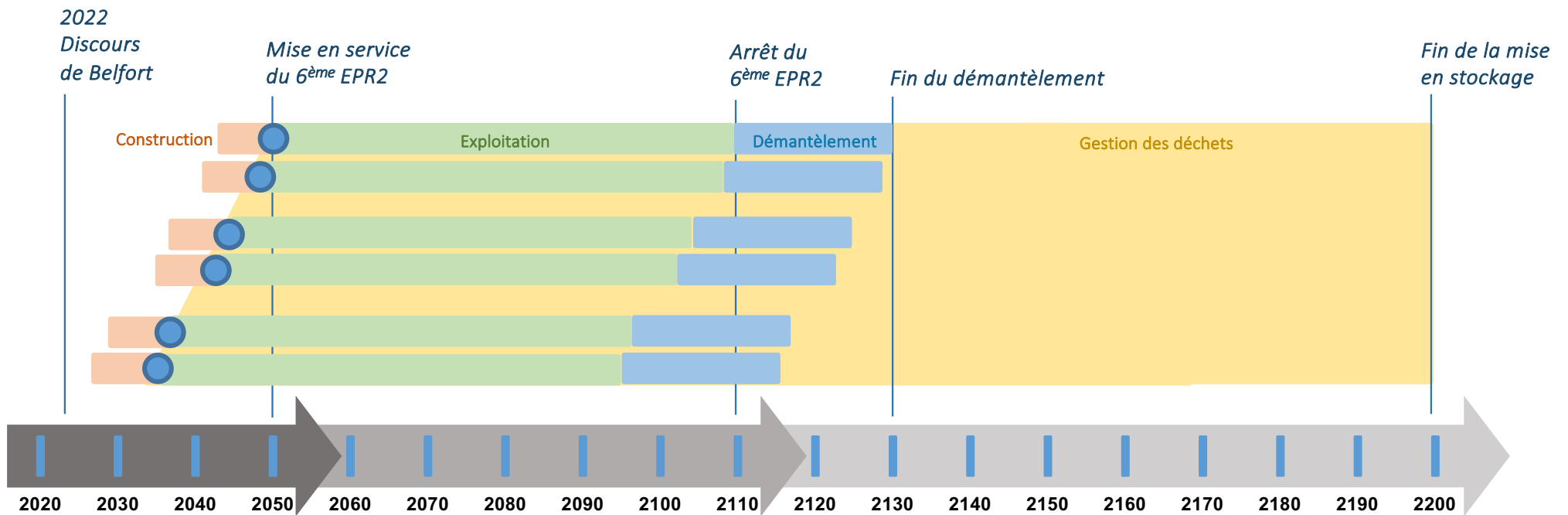


Aujourd'hui  
vu de ~1930

3. Héritage  
180 ans



Aujourd'hui  
vu de ~1840



## Technologie



Vu de  1990

Avant... internet  
les mobiles puis les smartphones  
les renouvelables compétitives  
le smart grid

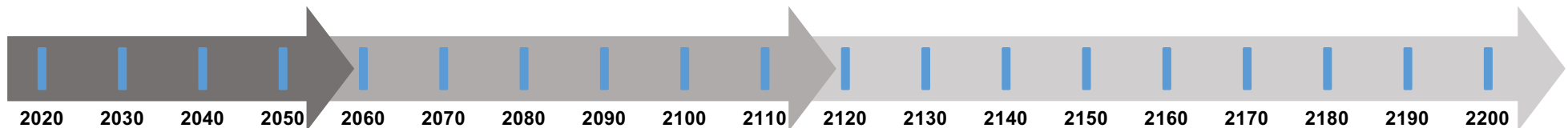
Vu de  1930

Avant... le nucléaire civil  
les panneaux photovoltaïques

Vu de  1840

Avant... la production d'électricité

- Une solution rigide, une exposition forte au risque d'échec de chaque projet
- Une technologie figée dans un environnement électrique en profonde transformation
- Une filière fortement exposée au risque d'obsolescence
- Une forte dépendance à la reconduction d'une infrastructure industrielle spécifique



## ↳ Institutions



Vu de  1990

Avant... l'ouverture des marchés  
la changement de statut d'EDF  
la création de l'ASN  
la crise financière (2008)  
l'objectif 50 % pour le nucléaire

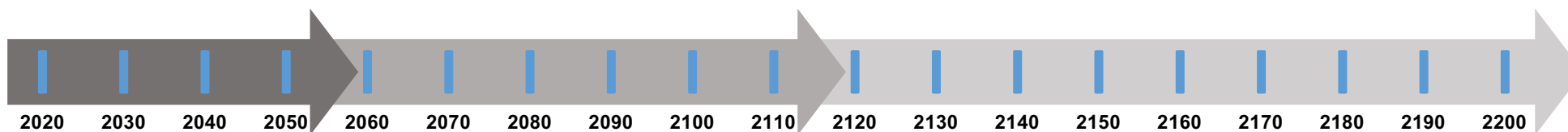
Vu de  1930

Avant... la 4<sup>ème</sup> République  
la création d'EDF  
l'Union Européenne

Vu de  1840

Avant... la 2<sup>ème</sup> République

- Un risque démocratique, le plan de construction dépendant d'une continuité sur cinq mandats
- Une incertitude majeure sur l'évolution du cadre régalién nécessaire sur le plan institutionnel et du financement
- Un risque élevé de rupture institutionnelle susceptible de remettre en cause les plans à long terme



Vu de  1990

Avant... la tempête de 1999  
la catastrophe de Fukushima  
la pandémie mondiale (Covid)

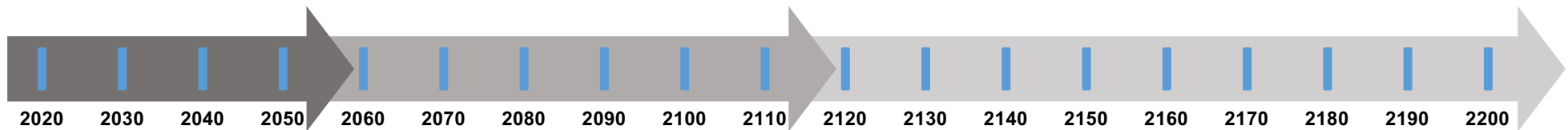
Vu de  1930

Avant... la notion de pic (Hubbert)  
la notion de limites planétaires

Vu de  1840

Avant... l'anthropocène

- Des incertitudes majeures sur l'impact des bouleversements en cours (climat, biodiversité)
- Une impossibilité à intégrer dès la conception une robustesse à "l'inimaginable" à un tel horizon
- Un risque résiduel irréductible d'accident pour l'environnement, la population et le patrimoine



## Vu de 1990

Avant... le 11 septembre 2001  
l'Accord de Paris  
la crise ukrainienne  
et l'occupation de Zaporijia

## Vu de 1930

Avant... la Seconde Guerre mondiale  
la création de l'ONU  
la bombe atomique  
les chocs pétroliers

## Vu de 1840

Avant... trois guerres sur le sol français  
et des changements de frontières

- Une technologie soumise par sa dualité civile / militaire à des enjeux géopolitiques irréductibles
- Une dépendance inévitable à une ressource en uranium importée vulnérable à l'évolution des pays fournisseurs
- Une vulnérabilité majeure en cas de conflit armé comme face aux évolutions de la menace terroriste

