ASSOCIATION négaWatt

Webinaire négaWatt

# Scénario négaWatt 2017-2050

## Trajectoire de transition énergétique pour la France

## ZOOM sur le nucléaire

**Yves MARIGNAC**
**Porte-parole,**
**Délégué à l'analyse prospective**
Association négaWatt

04/11/2019 - Visioconférence

Soutenu par la Fondation
Charles Léopold Mayer
pour le progrès de l'Homme

# L'organisation négaWatt

ASSOCIATION négaWatt

- Un think tank énergie et stratégies énergétiques fondé en 2001
- Un groupe indépendant, à but non lucratif, d'experts et praticiens
- Un noyau de 25 "compagnons", plus de 1000 membres
- Une production de scénarios énergétiques soutenables (4ème édition en 2017) et de propositions pour la politique énergétique

INSTITUT négaWatt

- Une filiale tournée vers l'opérationnel créé en 2009
- Une activité de formation professionnelle et de développement d'outils pour la massification de la transition énergétique

01. **Nécessité de la transition**
- Le rapport à l'énergie
- La nécessité de la transition énergétique

02. **Approche du problème**
- La "démarche négaWatt"
- L'idée d'un "scénario"

03. **Action sur la demande d'énergie**
- Sobriété
- Efficacité

04. **Action sur la production d'énergie**
- Énergies renouvelables
- Énergies fossiles et ~~nucléaire~~

05. **Bilan du scénario**
- Bilan en énergie
- Bilan en gaz à effet de serre

06. **Conclusions**

# 01.

# Contexte

- Le rapport à l’énergie
- La nécessité de la transition énergétique

# L'énergie…

**Ressources**

**Services**

# L'énergie fait système…

Pétrole brut

Raffinage

Produits pétroliers

Produits pétroliers

Bateaux, camions

Usines

Bâtiments

Stations

Centrales thermiques

Électricité

Lignes électriques

Chaleur

Force motrice

Chaleur

Force motrice

Lumière

Equipements

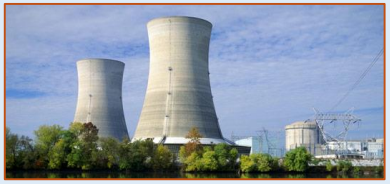
Bureautique, télécom

Ressources

Vecteurs

Services

# L'énergie fait système dans la société



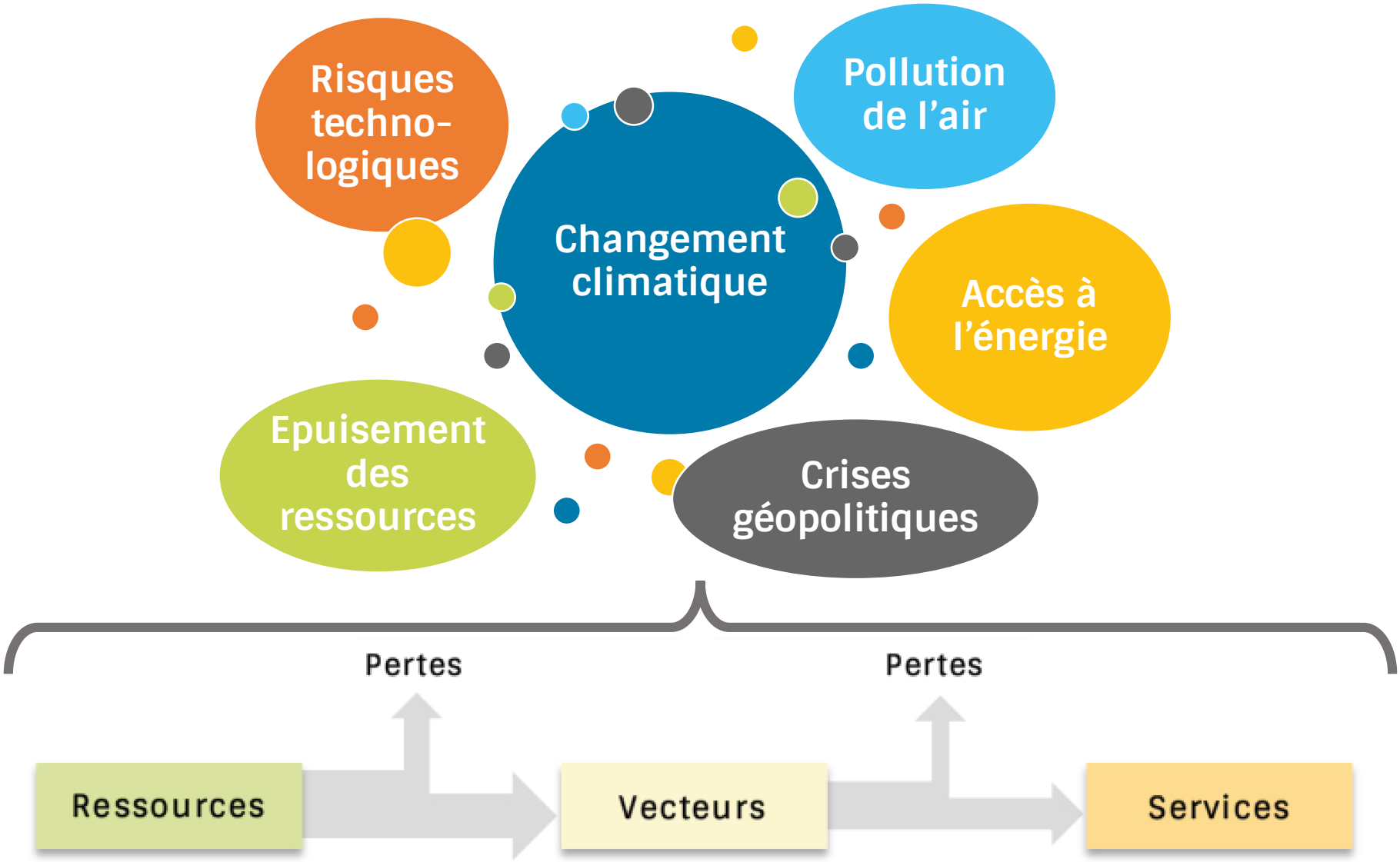
Un système complexe d'extraction, conversion, transformation, transport et stockage de l'énergie sous différentes formes

**Ressources**

**Vecteurs**

**Services**

# Le système énergétique n'est pas soutenable

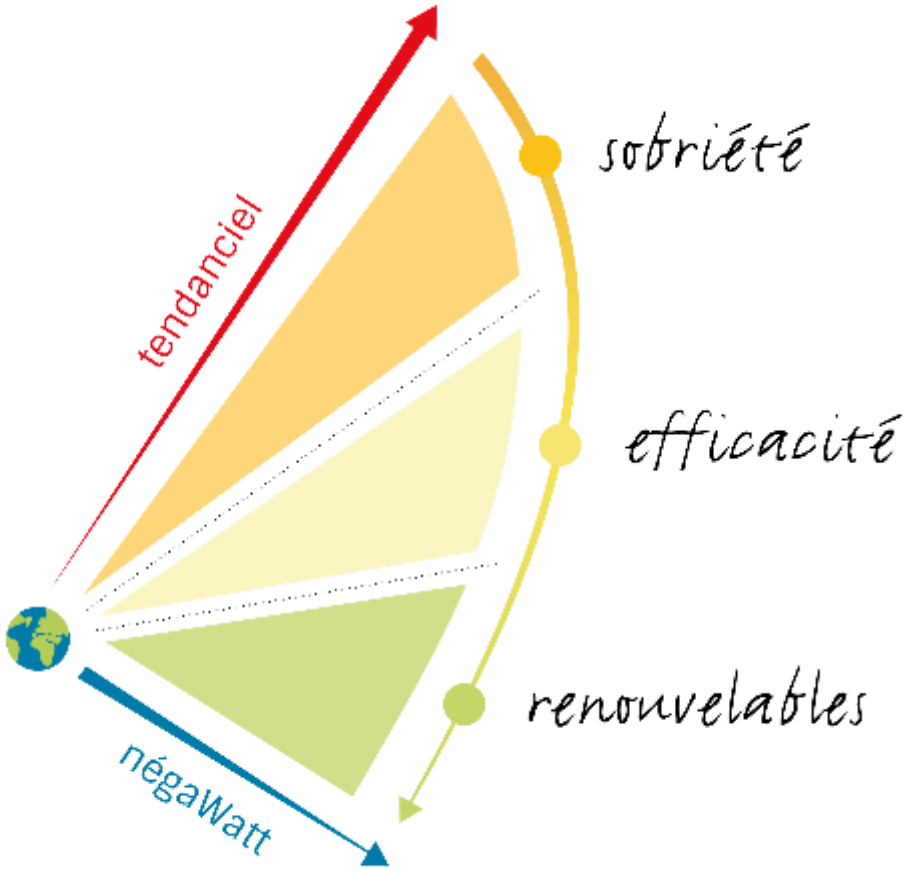


# 02.

# Approche du problème

- La “démarche négaWatt”
- L’idée d’un scénario pour la France

# La démarche négaWatt




**Prioriser les besoins énergétiques essentiels**

**Réduire la quantité d'énergie nécessaire à la satisfaction d'un même besoin**

**Privilégier les énergies renouvelables**

Demande d'énergie

Production

# La démarche négaWatt

Choix de la ressource énergétique

Transformation en une forme utilisable

Livraison au consom-mateur

Conversion en énergie utile

Design et dimension-nement

Conditions d'usage

Énergie primaire → Pertes → Énergie finale → Pertes → Énergie utile → Pertes → Service énergétique

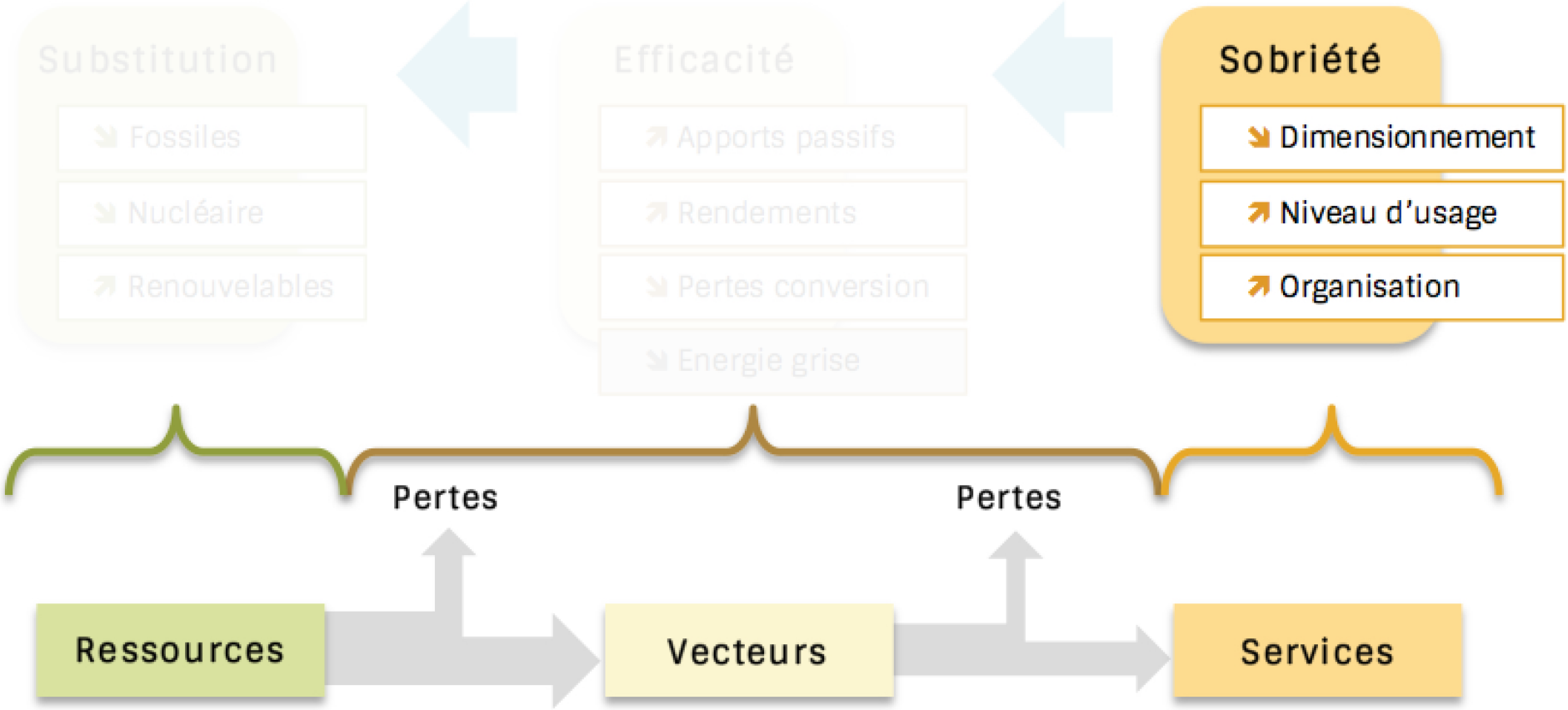
Choix de ressources énergétiques soutenables

Performance technique de l'ensemble des équipements

Action individuelle et collective sur la qualité des services énergétiques

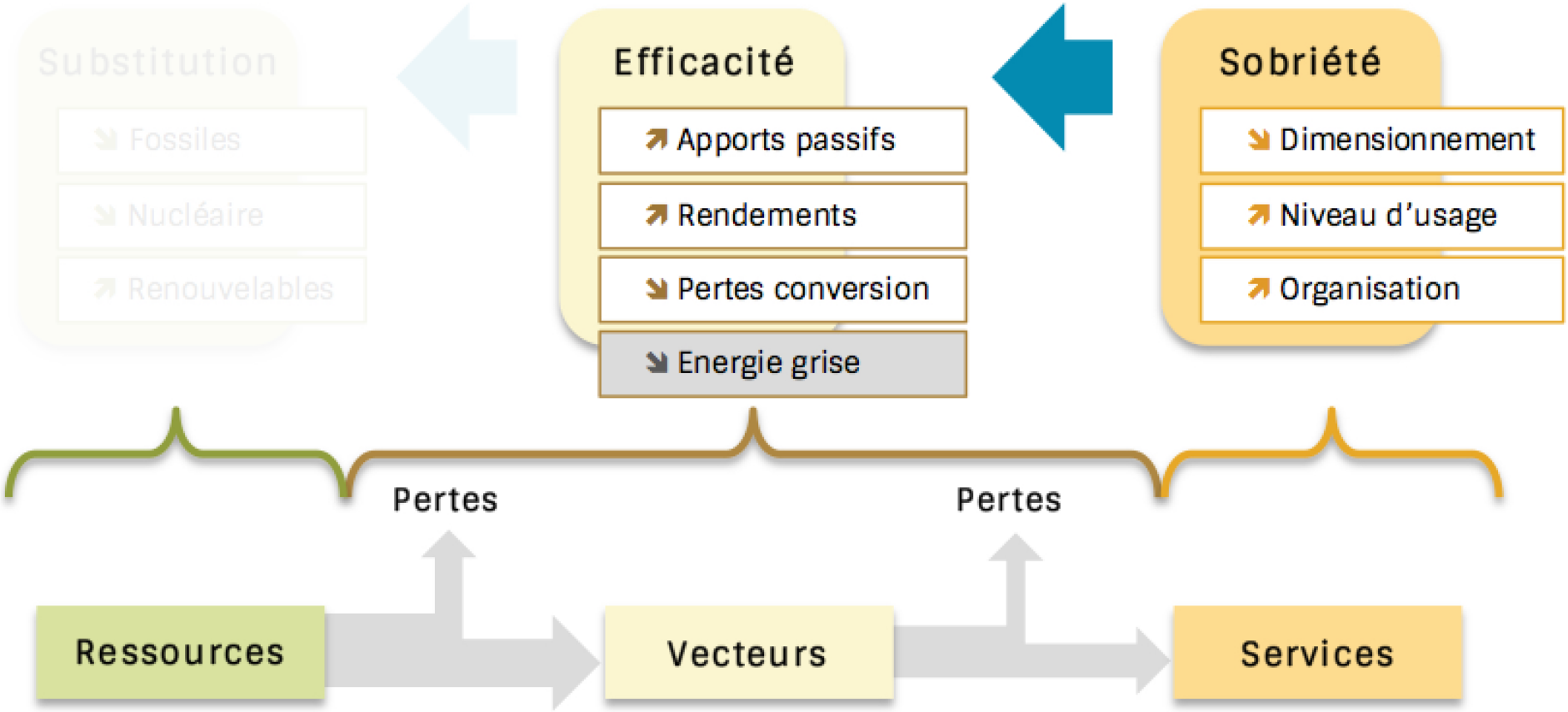
# Application de la démarche négaWatt

**Objectif** Application systématique, dans tous les secteurs,
du travail sur les usages, sur les performances techniques
et sur les ressources pour s'approcher du **100 % renouvelables**



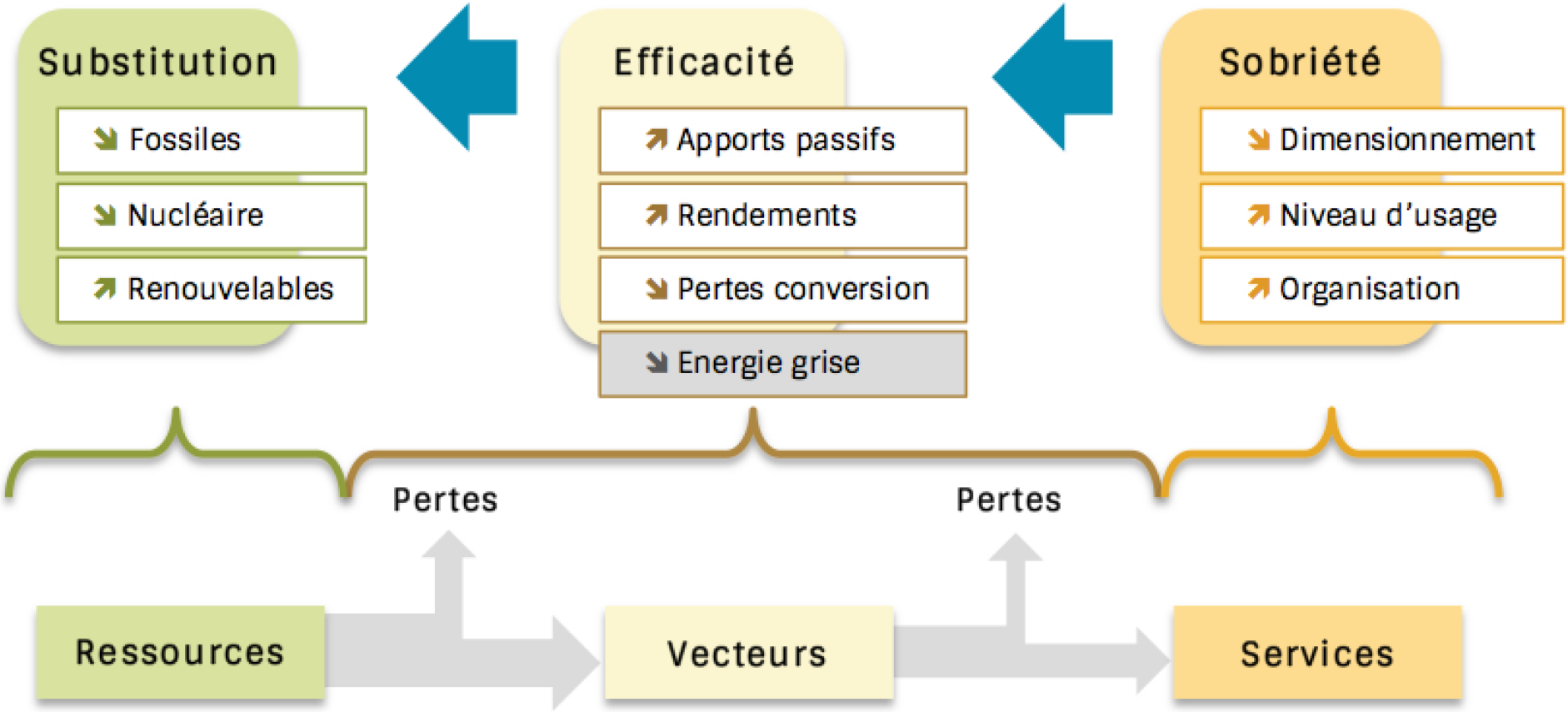
# Application de la démarche négaWatt

**Objectif** Application systématique, dans tous les secteurs,
du travail sur les usages, sur les performances techniques
et sur les ressources pour s'approcher du **100 % renouvelables**



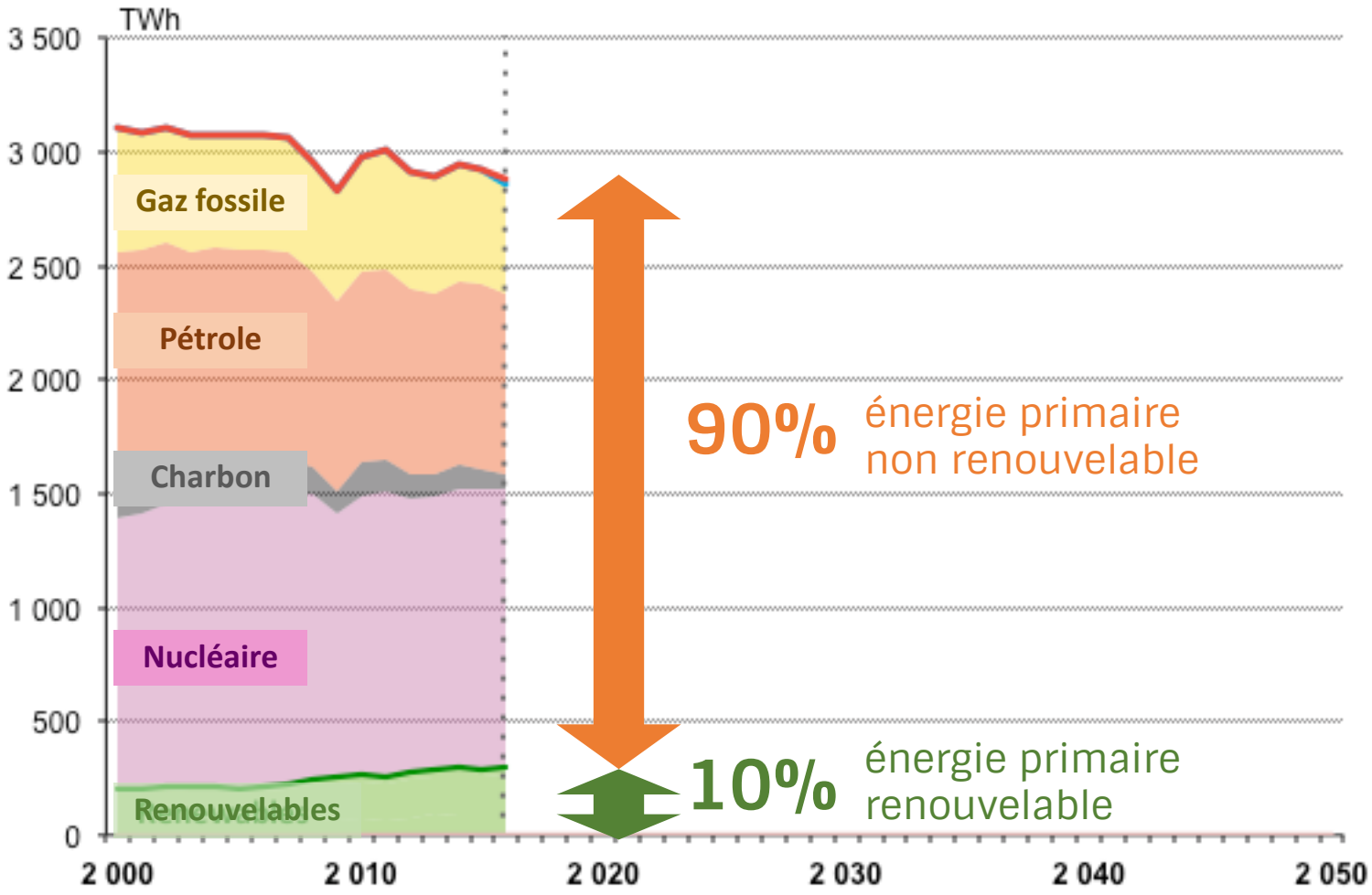
# Application de la démarche négaWatt

**Objectif** Application systématique, dans tous les secteurs,
du travail sur les usages, sur les performances techniques
et sur les ressources pour s'approcher du **100 % renouvelables**



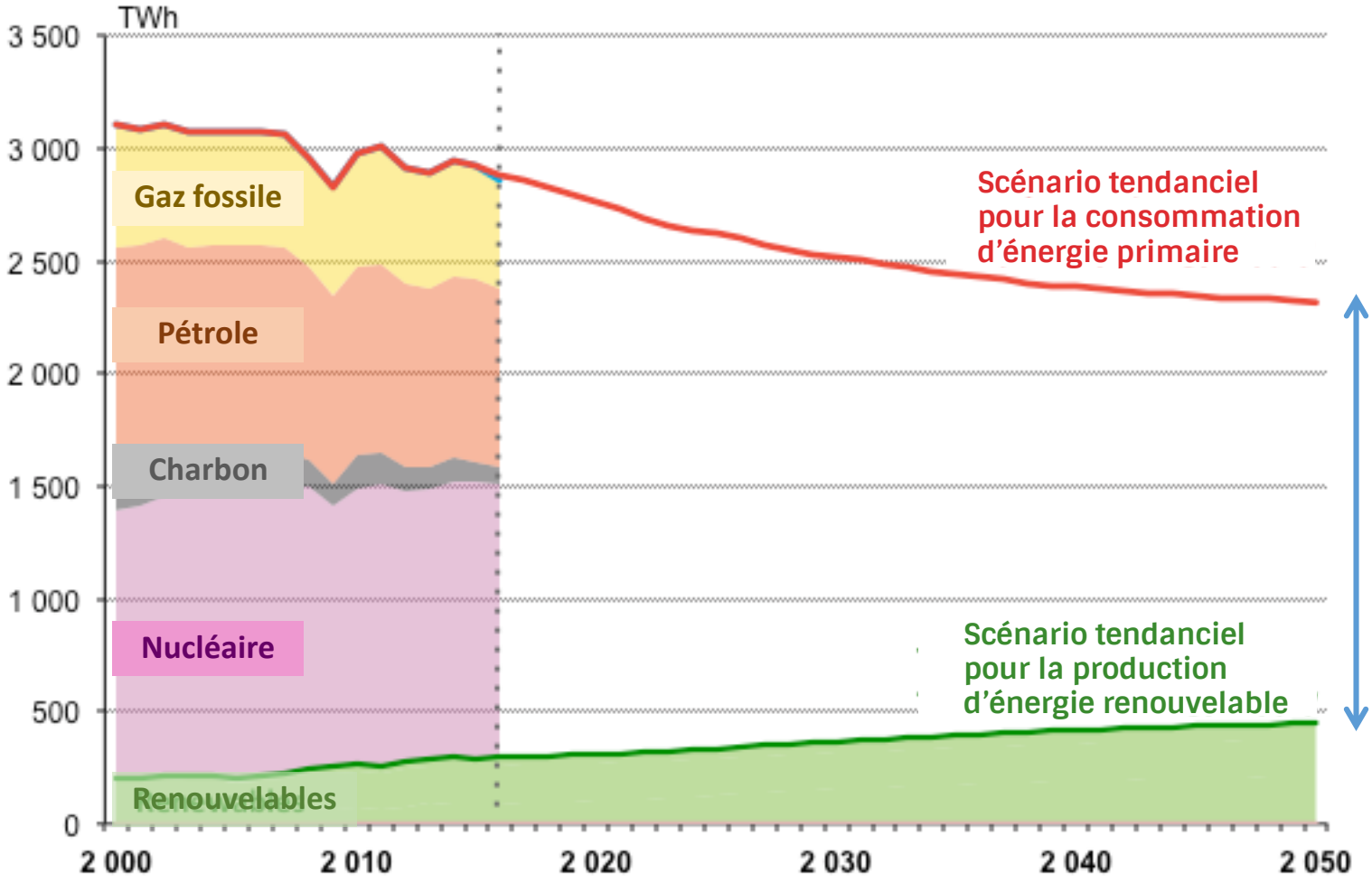
# Bilan en énergie primaire

## Le système énergétique français est non soutenable



# Bilan en énergie primaire : tendanciel

## Tendance positive mais lente sur la demande et les renouvelables




**-30%**
sur 2015-2050

Le niveau actuel d'effort reste très loin du compte

# Fondamentaux du scénario

*Léguer des bienfaits et des rentes aux générations futures plutôt que des fardeaux et des dettes*

**Un scénario pour**

- **établir une vision à long terme**
- **construire un chemin pas par pas**
- **penser les politiques et mesures**

1

## Hiérarchisation des options

› Sobriété, efficacité, ressources de flux

2

## Réalisme technologique et économique

› Des solutions technologiques matures, sans pari risqué

› Une trajectoire physiquement réaliste pour repenser l'économie

3

## Développement soutenable

› Maîtriser l'ensemble des impacts et assurer une transition juste

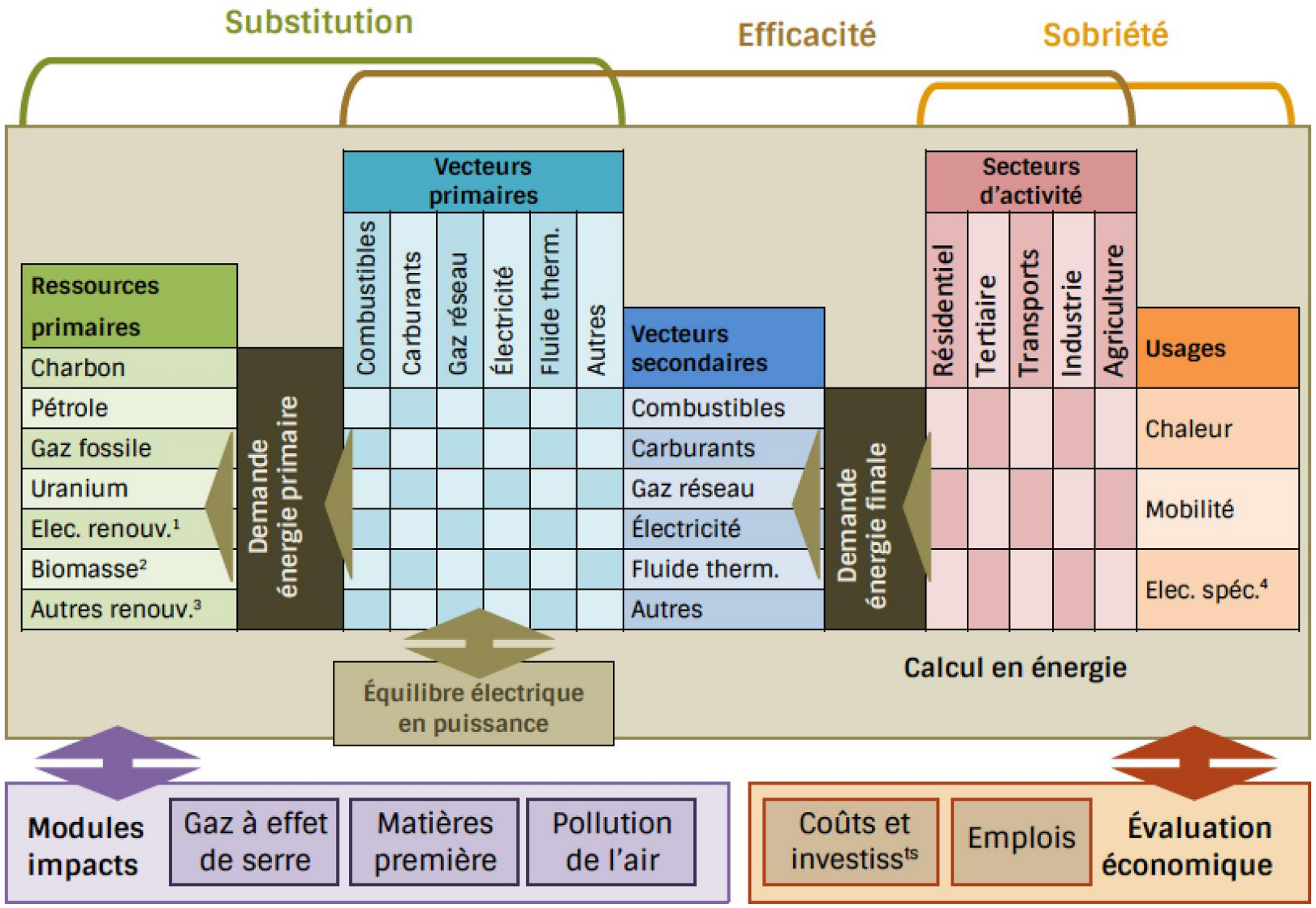
# Intégration prudente de l'innovation

- Une trajectoire robuste sans parier sur d'hypothétiques ruptures technologiques
- … mais qui intègre, en tenant compte de leur maturité actuelle, les innovations

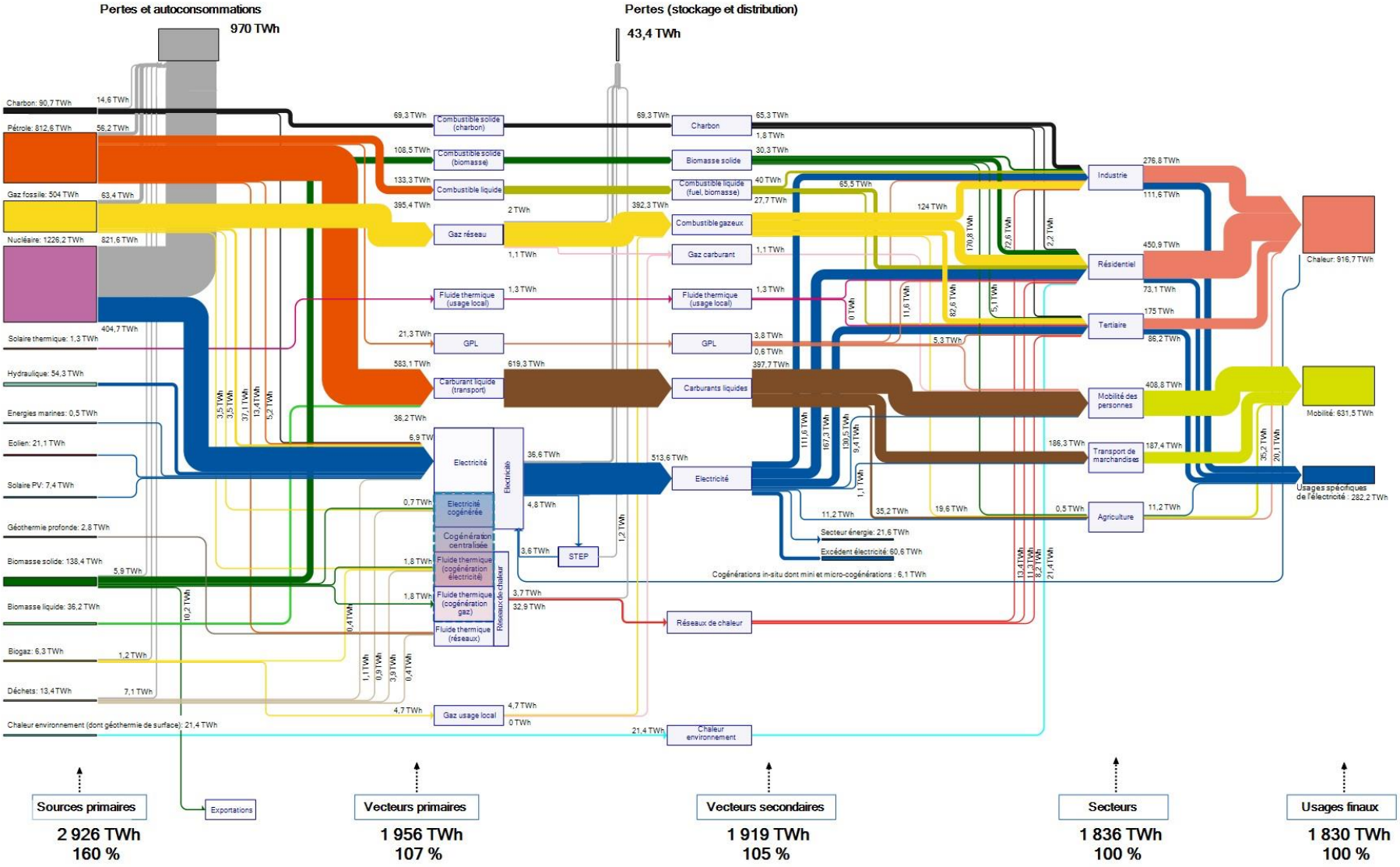
**Maturité des nouvelles technologies**

| | Technologique (TRL) | Industrielle (MRL) | *Environnementale et sociale (ESRL)* |
|---|---|---|---|
| 7 | Démonstration du système | Prototype en environnement opérationnel | *Impacts génériques estimés par modèles* |
| 8 | Validation par des tests et des démonstrations | Développement et démonstration du système complet réel | *Impacts analysés à partir des données réelles du pilote* |
| 9 | Système réel prouvé à travers des opérations réussies | Déploiement et mise en fabrication | *Evaluation systémique toutes échelles* |
| 10 | *Système optimisé* | Production à pleine échelle | *Impacts mesurés en opération* |
| 11 | | *Déploiement massif, intégration système* | *Acceptabilité sociale et environnementale, mesure des effets indirects* |

# Modélisation du scénario négaWatt



# Diagramme de Sankey – France, situation 2015



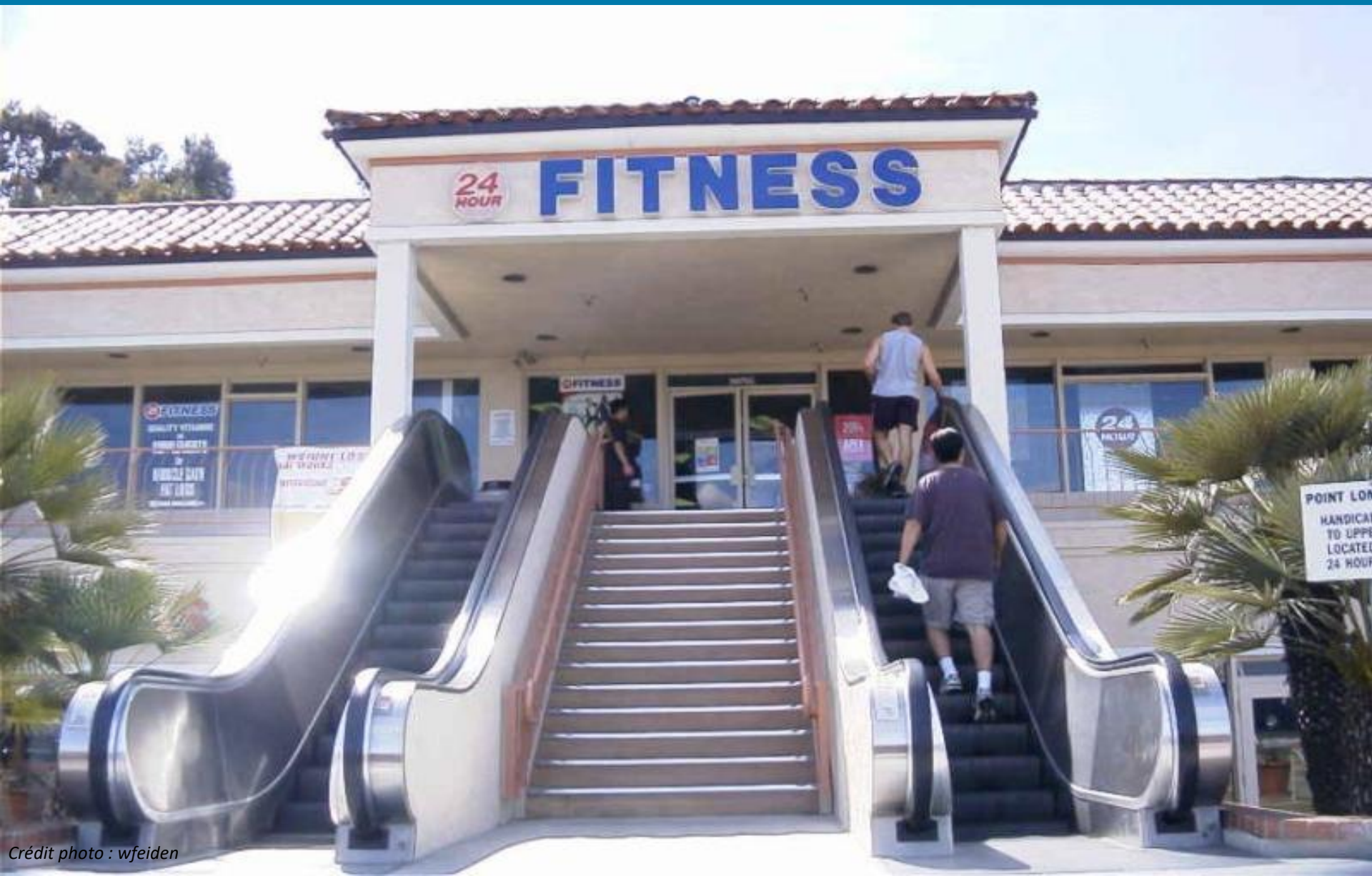

Nota :
1) Ce diagramme n'est pas une représentation physique des réseaux, mais une réprésentation des flux et pertes liées aux différentes transformations des énergies depuis les sources primaires jusqu'aux usages finaux. Ainsi, en 2010, le biogaz n'est pas réellement injecté dans le réseau de distribution gaz, mais utilisé localement. Cela ne change rien au bilan présenté.
2) La plupart des valeurs sont arrondies à l'unité, pour ne pas alourdir le schéma. Il peut en résulter des bilans non parfaitement équilibrés.
3) MP = matières premières

# 03.

## La demande d'énergie

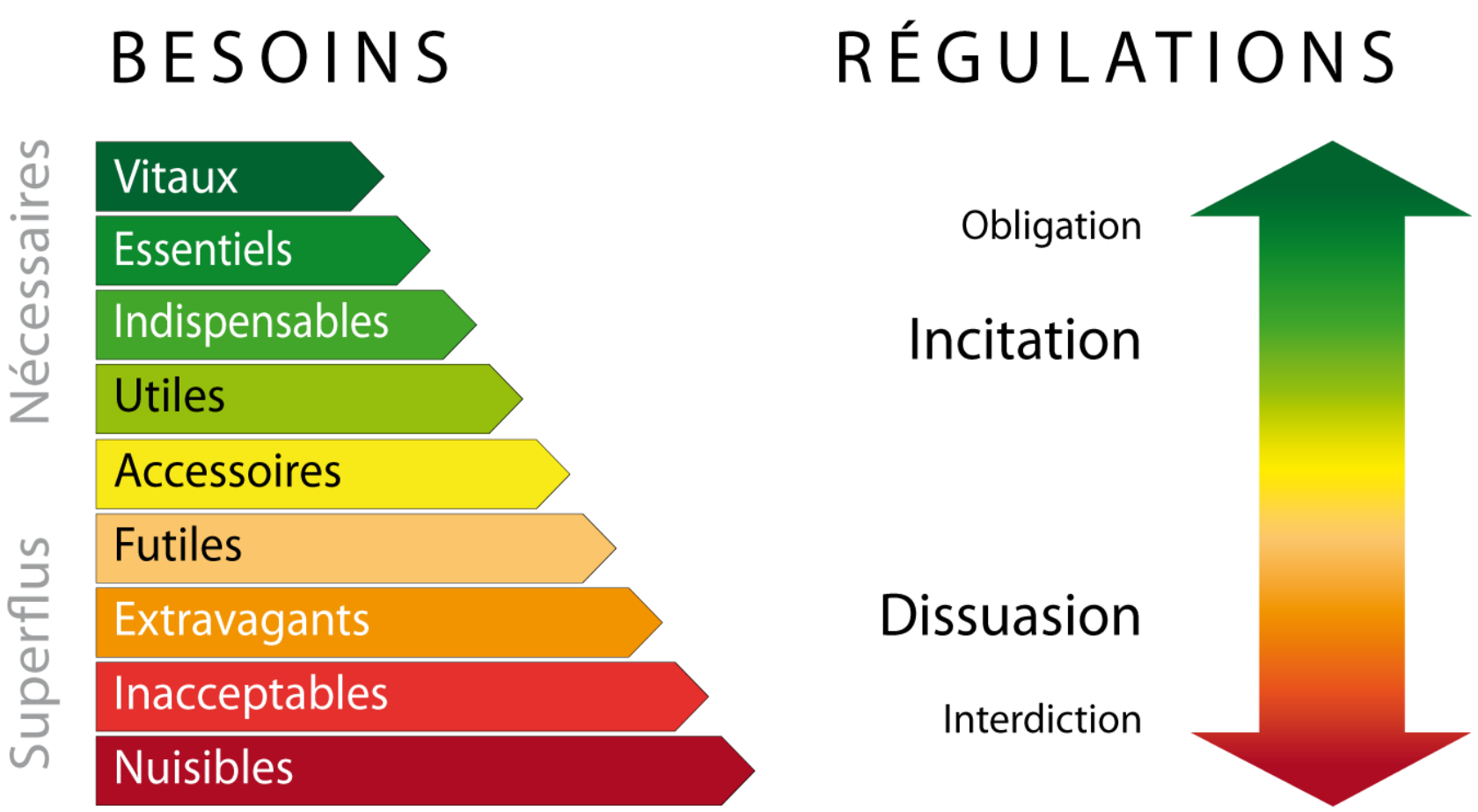
- Bâtiment : résidentiel et tertiaire
- Transports
- Industrie et matériaux
- Agriculture et alimentation

# Sobriété ou ébriété énergétique ?




*Crédit photo : wfeiden*

# L'arbitrage de sobriété



# Trois leviers de sobriété

1 **Dimensionnelle**

Taille, juste dimensionnement des équipements

*Adaptation des véhicules aux usages,*
*Surface des logements, des bureaux…*

2 **Servicielle**

Niveau et durée d'utilisation et d'exploitation

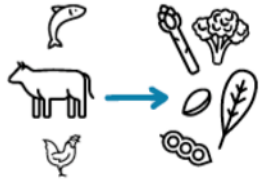
*Extinction des veilles,*
*Réduction de l'obsolescence programmée…*

3 **Organisationnelle**

Organisation collective, mutualisation

*Co-voiturage, télétravail,*
*Aménagement urbain…*

+ Sobriété sur les biens et l'alimentation



# Trois leviers de sobriété

1 **Servicielle**

Niveau et durée d'utilisation et d'exploitation

*Extinction des veilles,*
*Réduction de l'obsolescence programmée…*

2 **Dimensionnelle**

Taille, juste dimensionnement des équipements

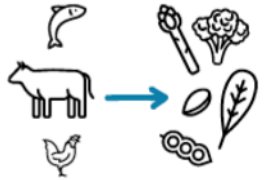
*Adaptation des véhicules aux usages,*
*Surface des logements, des bureaux…*

3 **Organisationnelle**

Organisation collective, mutualisation

*Co-voiturage, télétravail,*
*Aménagement urbain…*

+ Sobriété sur les biens et l'alimentation



# Gaspi ou efficacité énergétique ?

# Quatre leviers d'efficacité

Énergie grise

Énergie utile

Énergie finale

Énergie primaire

1 **Construction et fabrication** — Optimisation de l'énergie en cycle de vie, avant et après usage

*Recyclage, utilisation de matériaux bio-sourcés…*

2 **Usage et adaptation** — Isolation, apports passifs, optimisation des échanges avec l'environment

*Rénovation thermique performante des bâtiments*

3 **Équipements** — Réduction des pertes, performance des équipements

*Ampoules, électro-ménager, véhicules performants…*

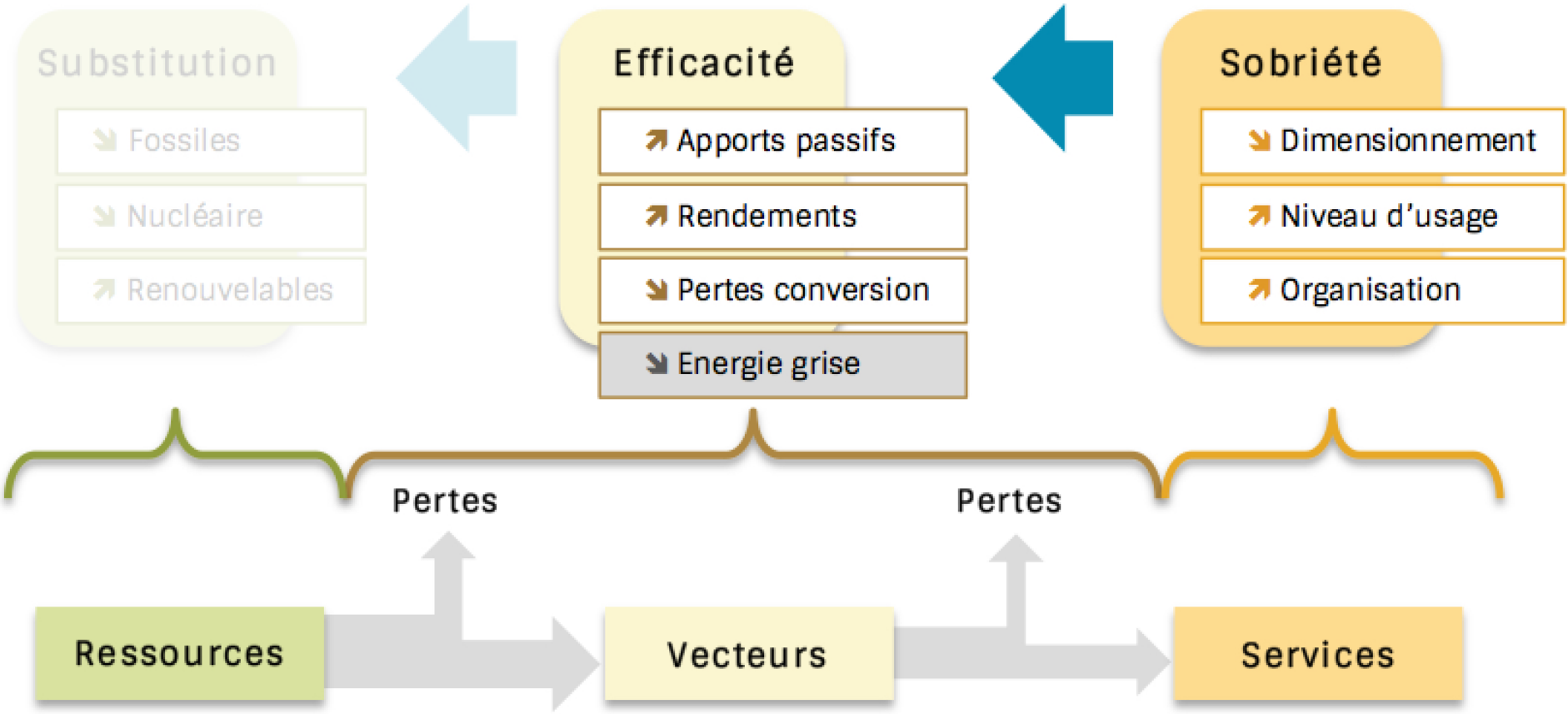
4 **Production d'énergie** — Rendement à la production, récupération de l'énergie

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

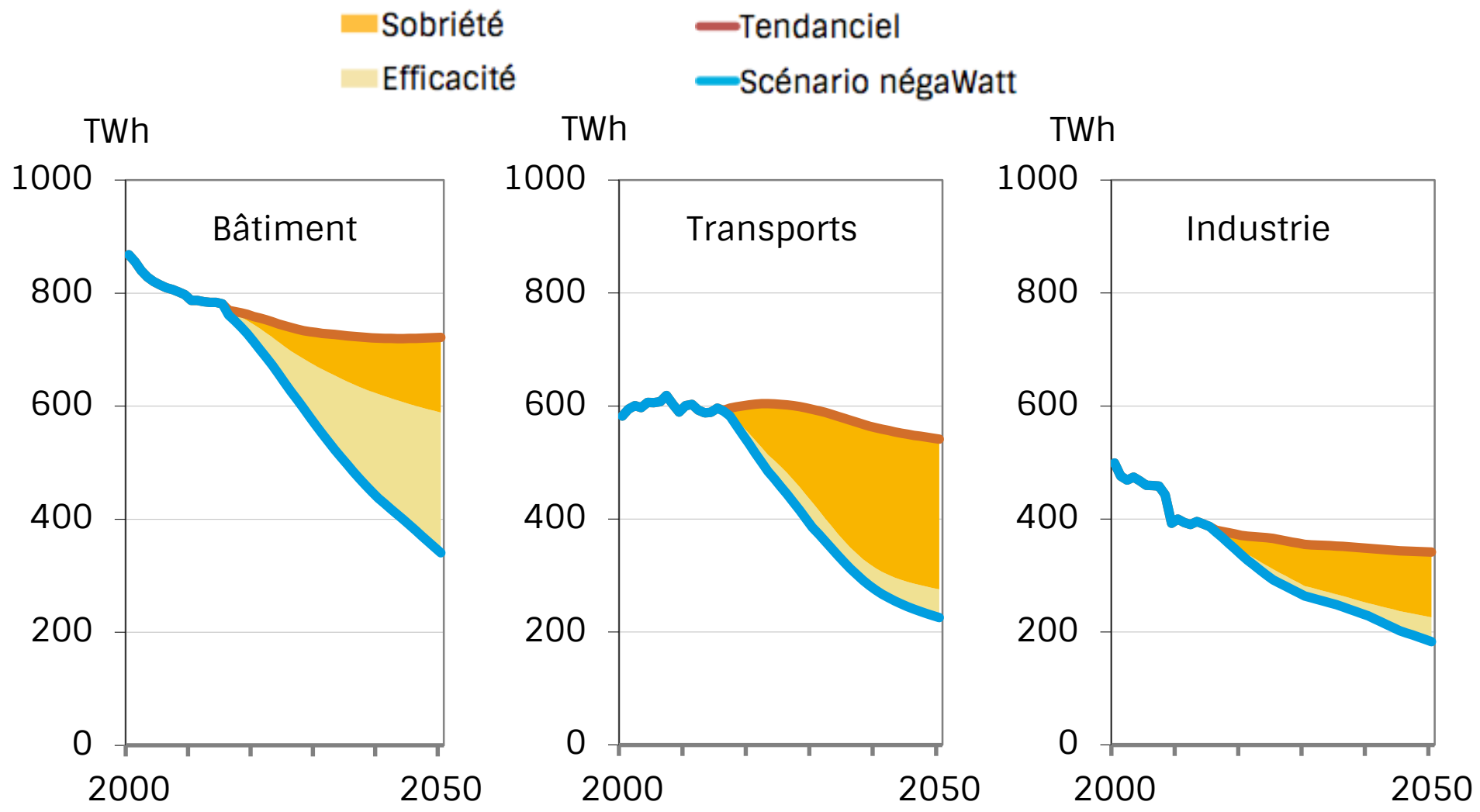
# Une démarche globale de soutenabilité

## Action sur la demande

- Intelligence d'usage individuelle et collective
- Action systématique sur les rendements



# Bilan – Energie finale




**Evolution de la consommation d'énergie finale dans le scénario négaWatt**

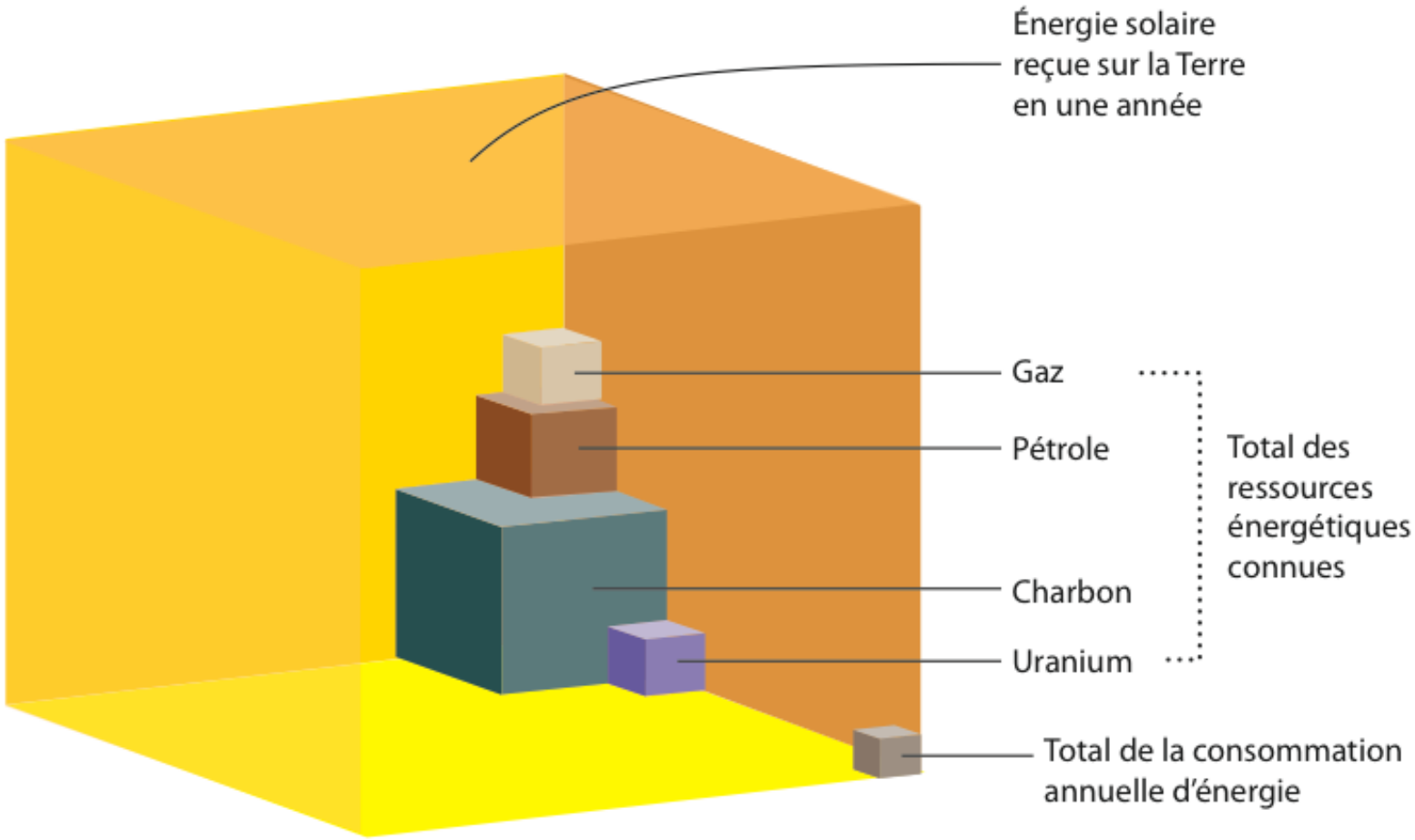
# 04.

# La production d'énergie

- Bioénergies
- Énergies renouvelables électriques
- Énergie nucléaire
- Énergies fossiles

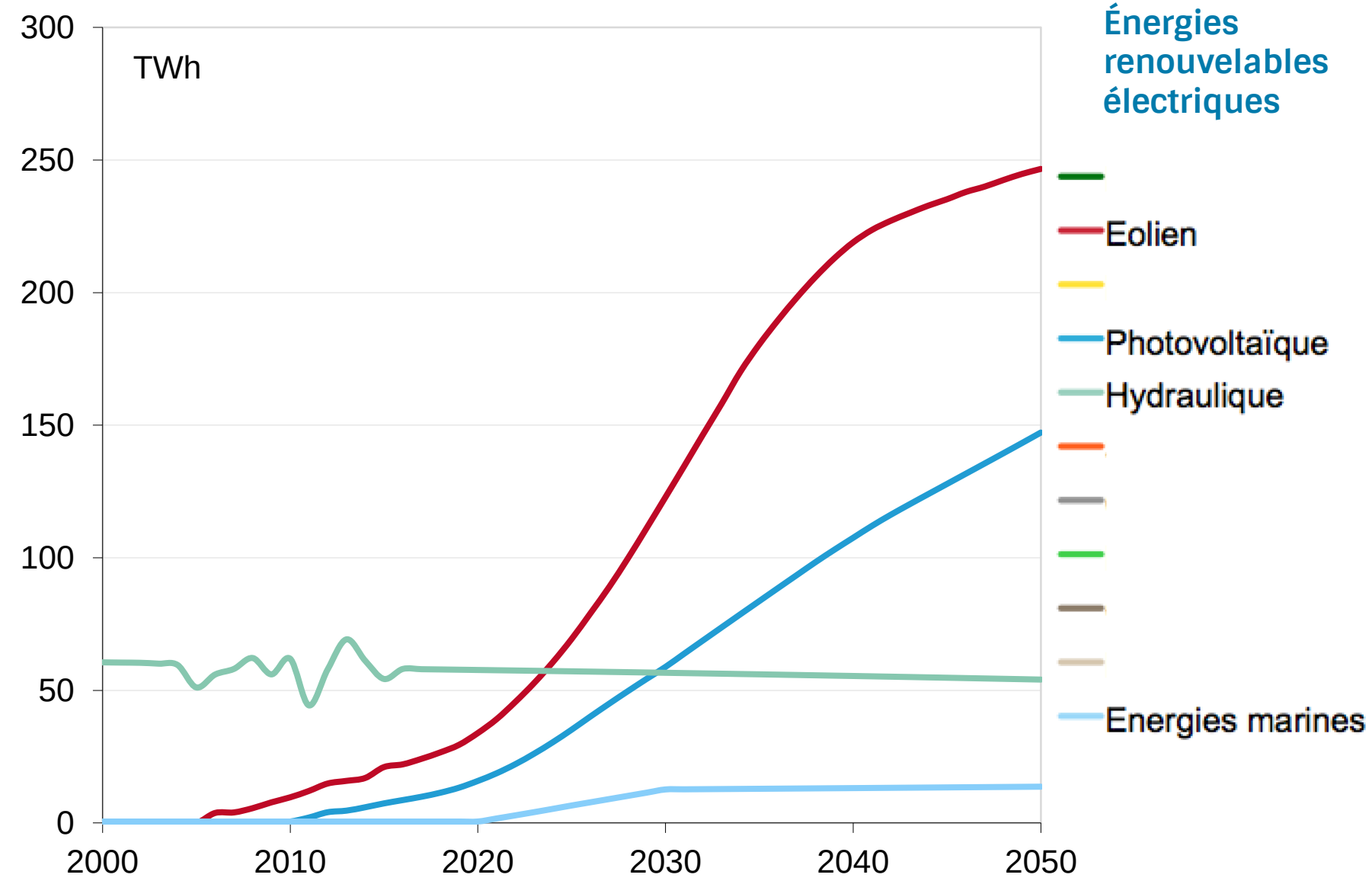
# Énergies de stock ou de flux ?

# Énergies de flux vs. énergies de stock

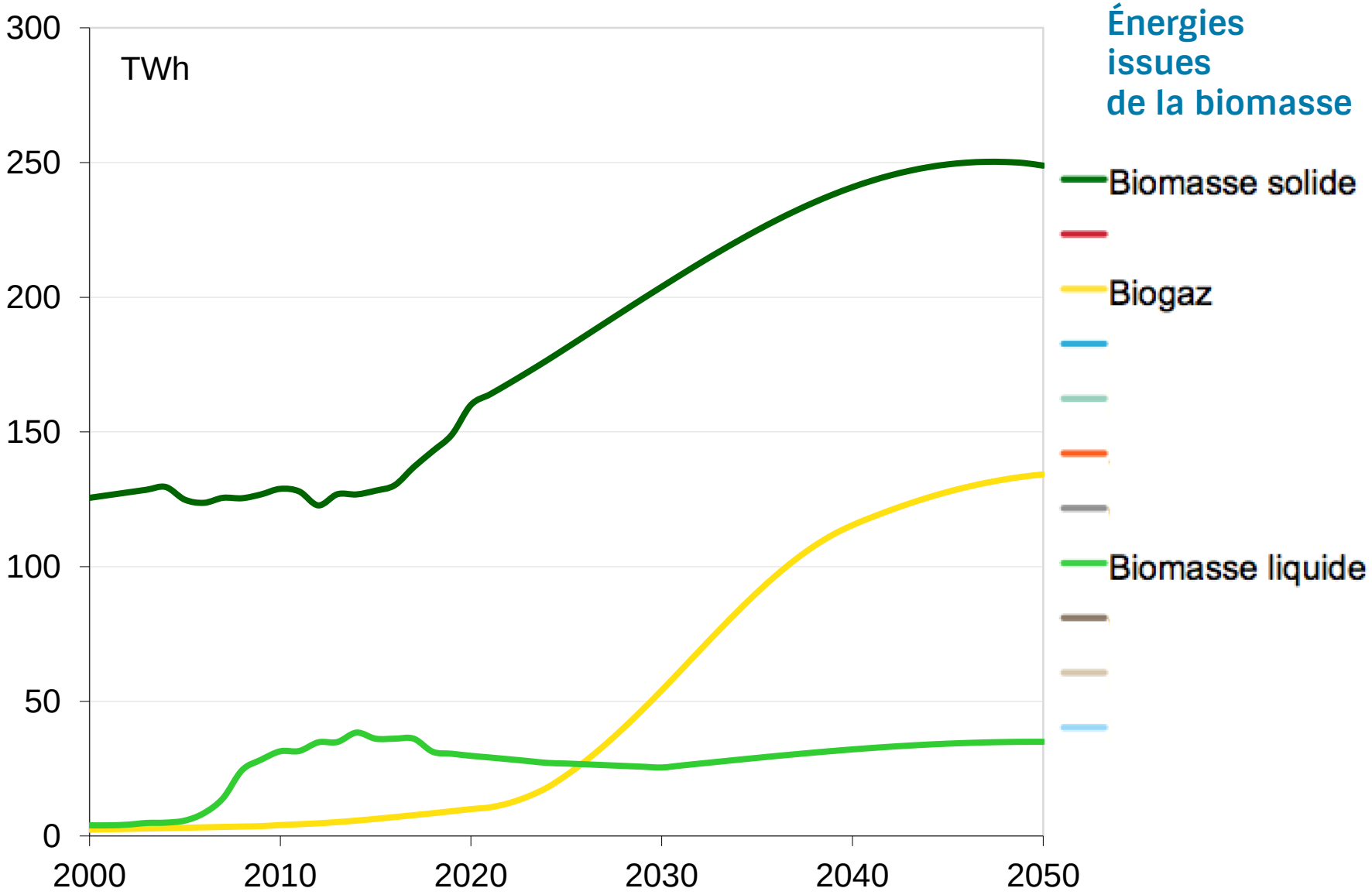



*Représentation des quantités d'énergies disponibles sur Terre*

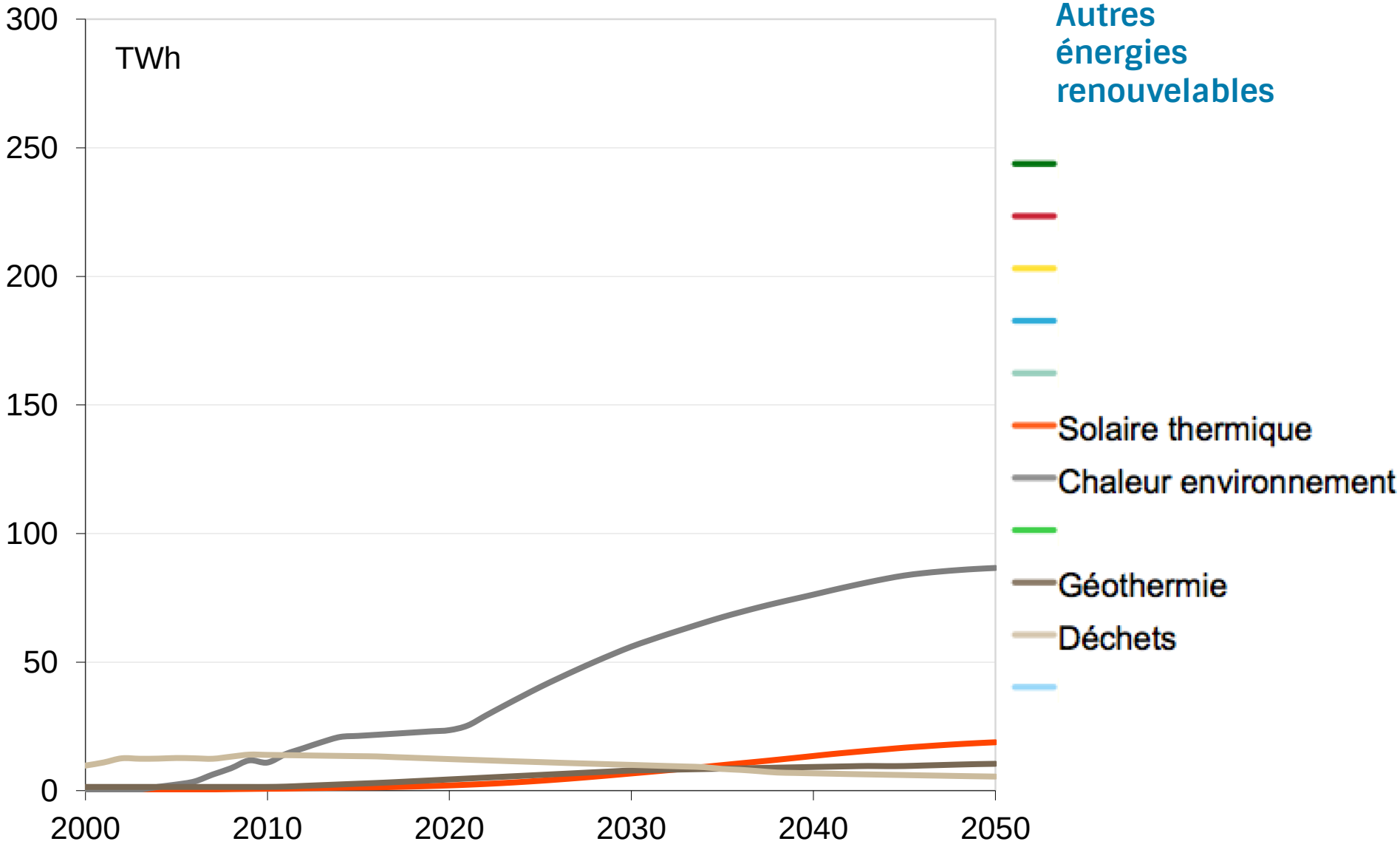
# Développement des renouvelables



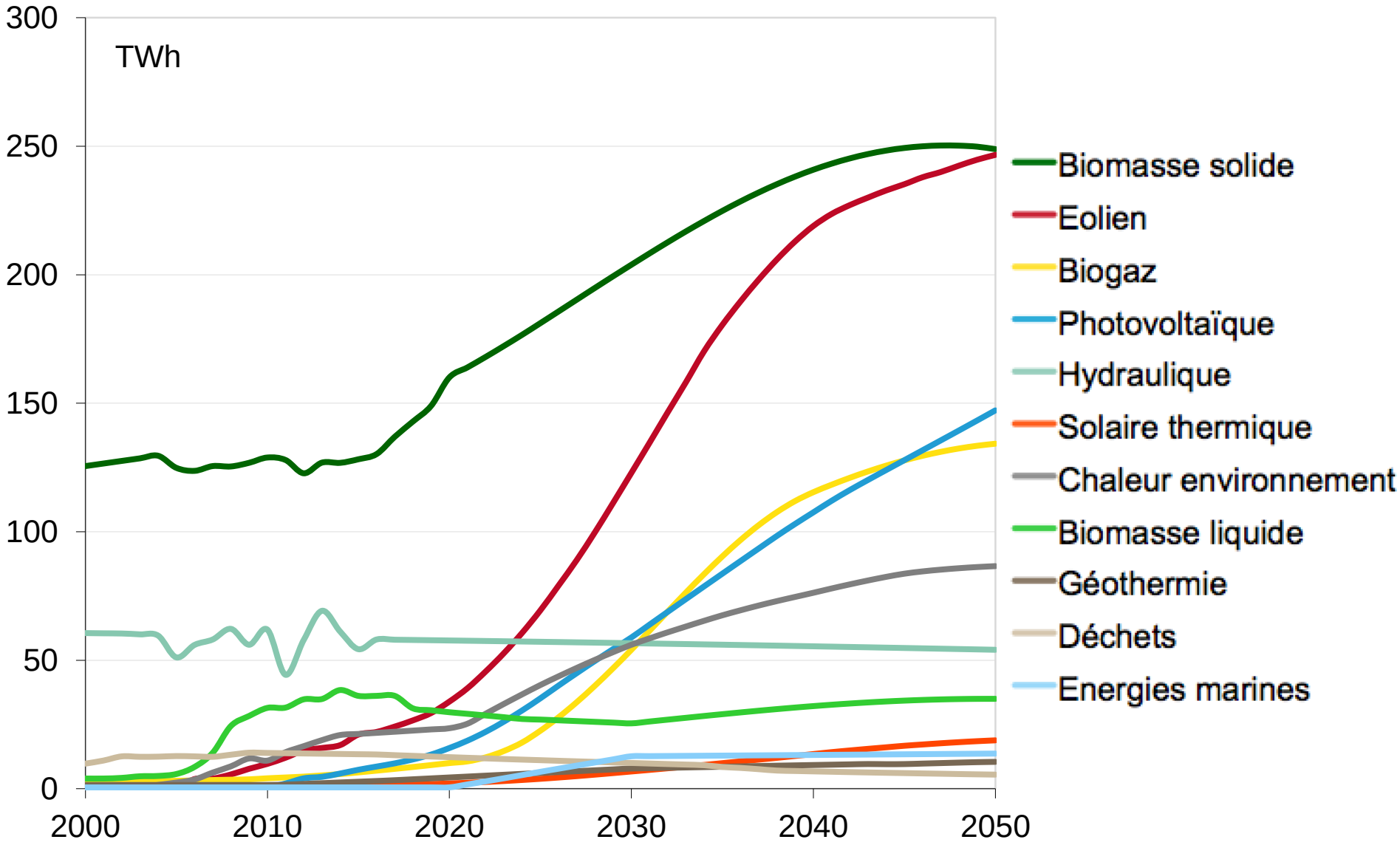
# Développement des renouvelables



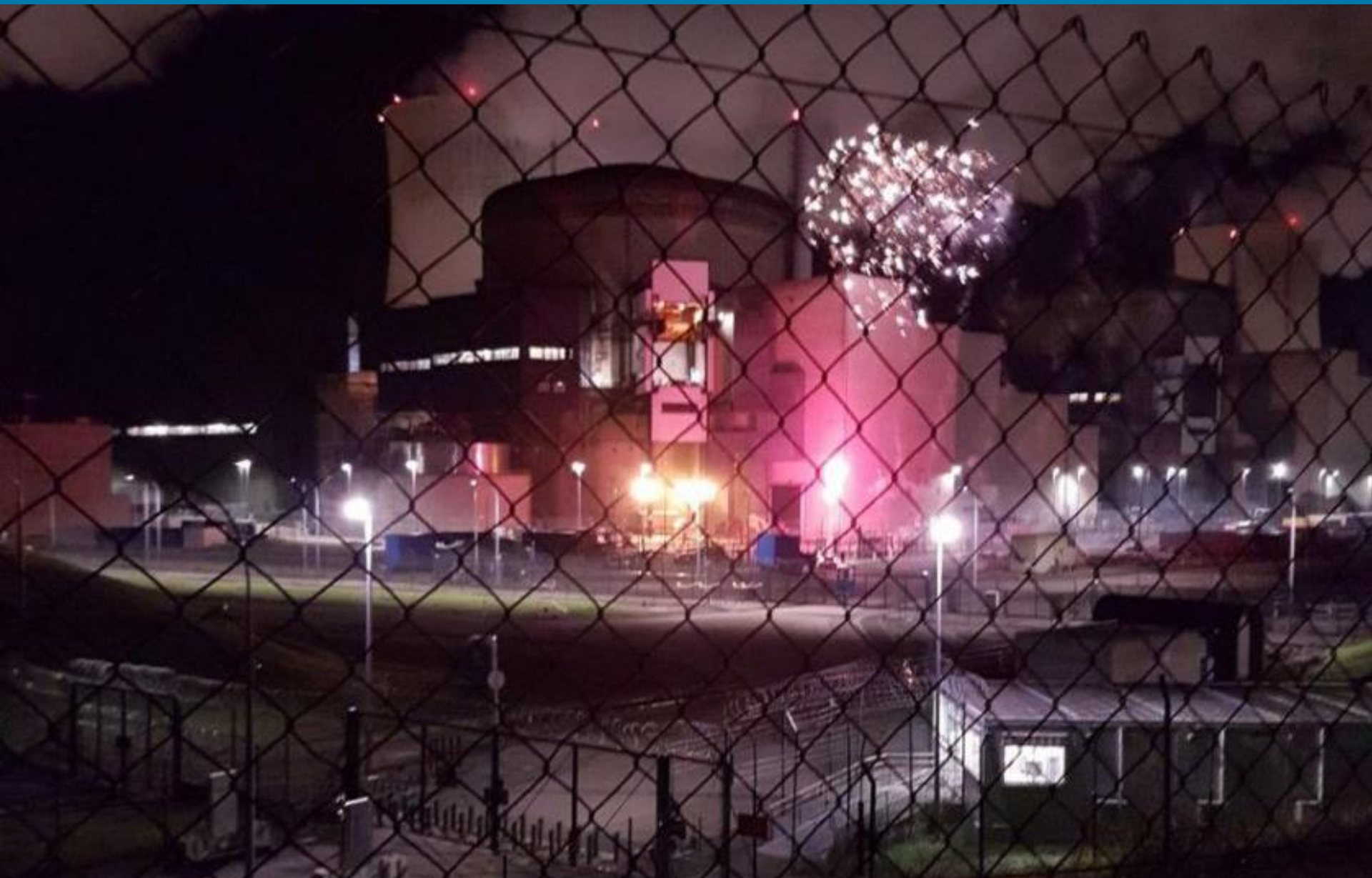
# Développement des renouvelables



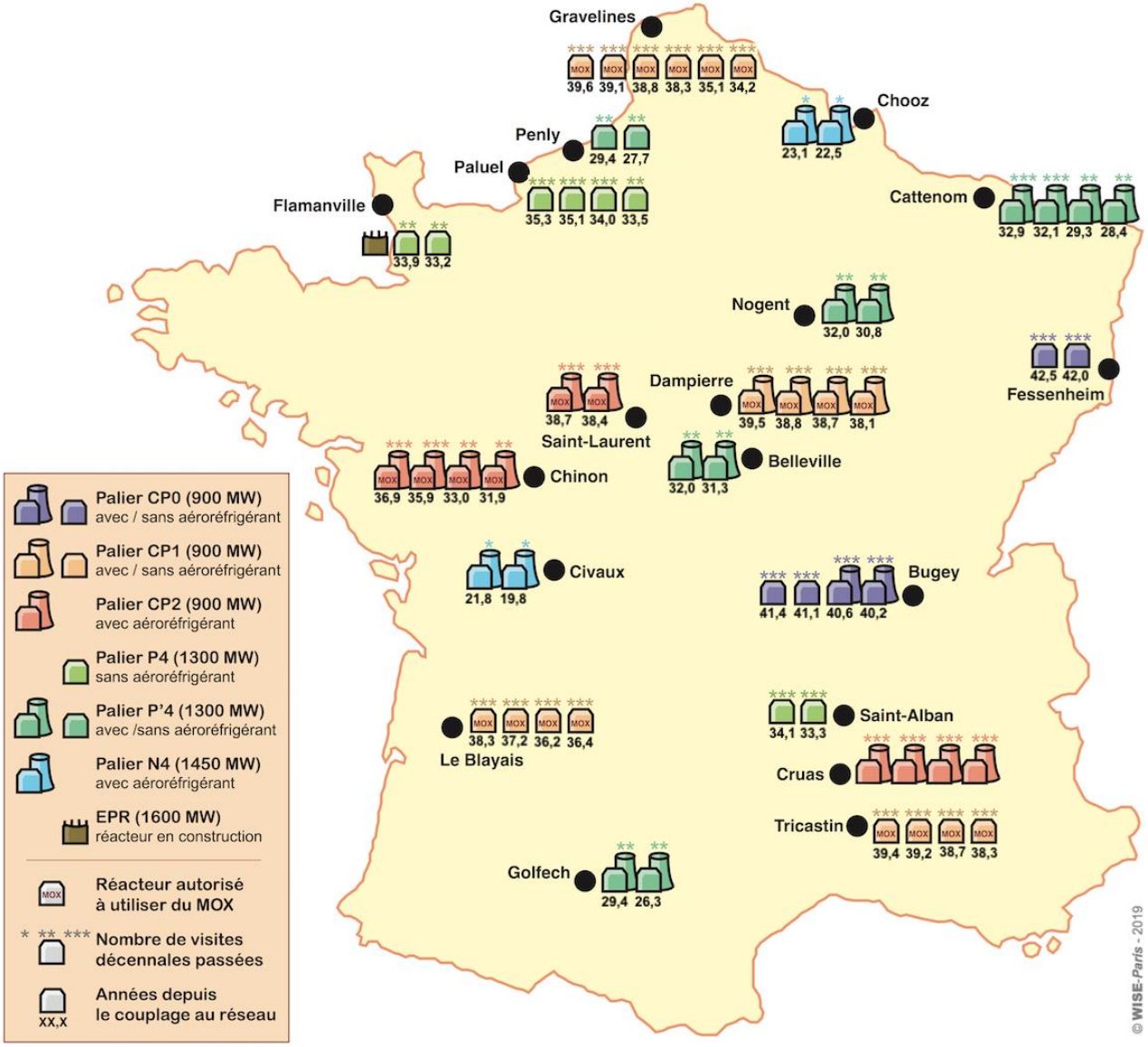
# Développement des renouvelables



# Nucléaire



# Contexte nucléaire




## Le pays le plus nucléarisé du monde

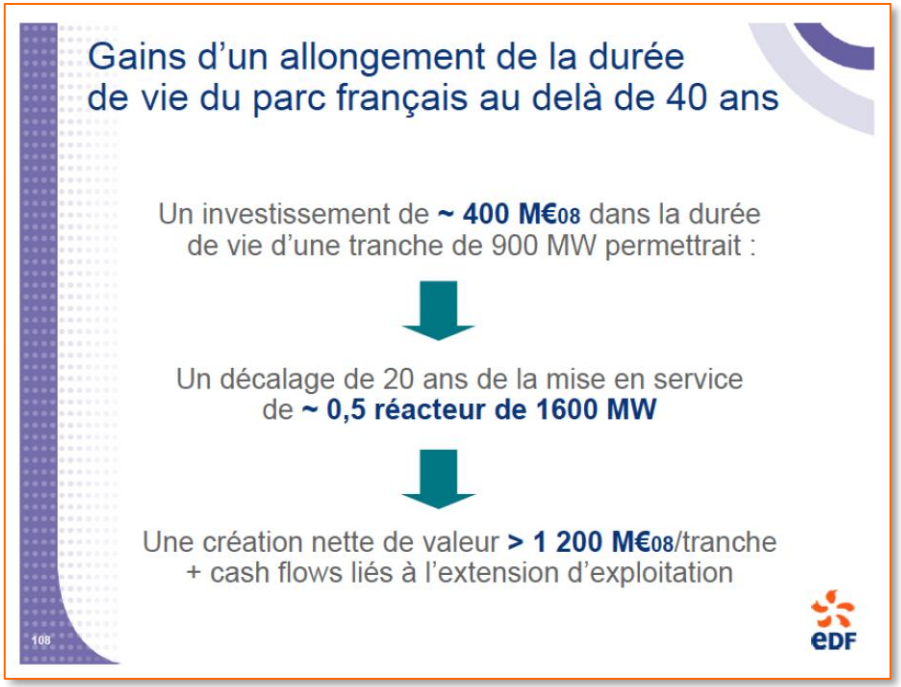
- 58 réacteurs en fonctionnement
- Un réacteur en construction
- De nombreuses installations “support” (usines, R&D, entreposages et stockages…)

# Contexte nucléaire

## 2007-2008 :

La **stratégie industrielle**
de préparation du remplacement du parc

devient **stratégie financière**
de rentabilisation du parc existant




*Source : EDF, 2008*

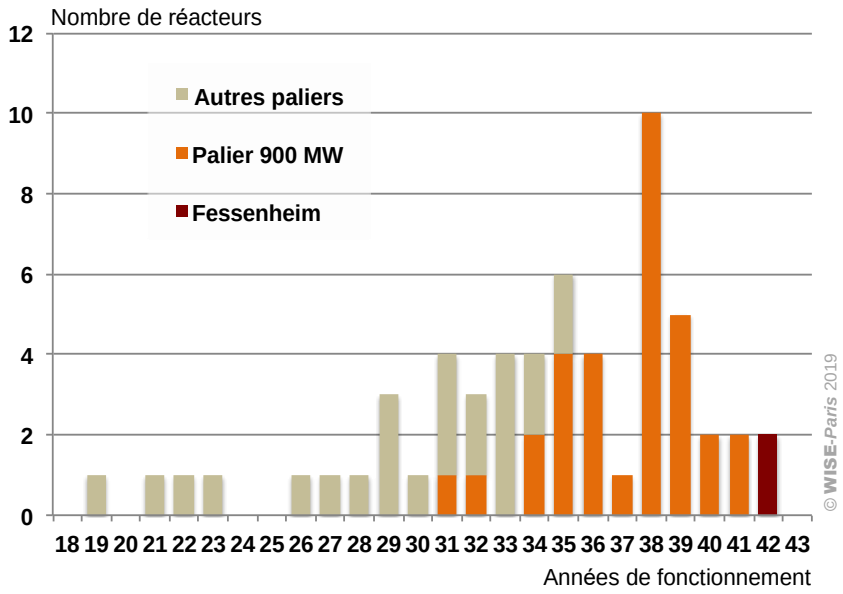
## Âge moyen du parc
depuis la 1ère divergence

- **Parc : 34,6 ans** (réacteurs 900 MW : 37,9 ans)

À la parution du scénario

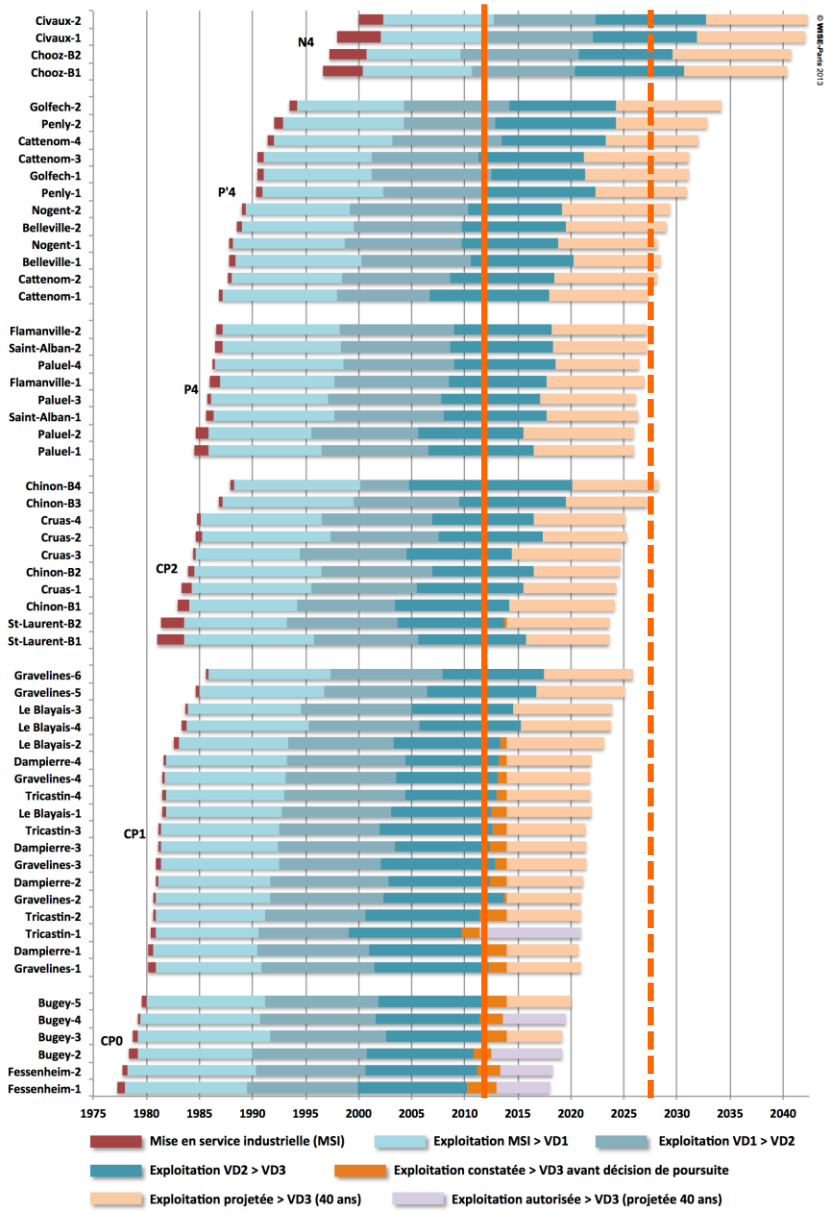
- **Parc : 31,8 ans** (réacteurs 900 MW : 35,1 ans)

**Pyramide des âges du parc de réacteurs en exploitation**




*Source : WISE-Paris d'après EDF et ASN, 2018*

# Situation du parc nucléaire




## Un parc peu ajustable

- besoin de fonctionnement “en base”
- capacité très peu modulable
- effet “falaise” sur l'échéance des 40 ans (4ème visite décennale, VD4)

## Un besoin de planifier

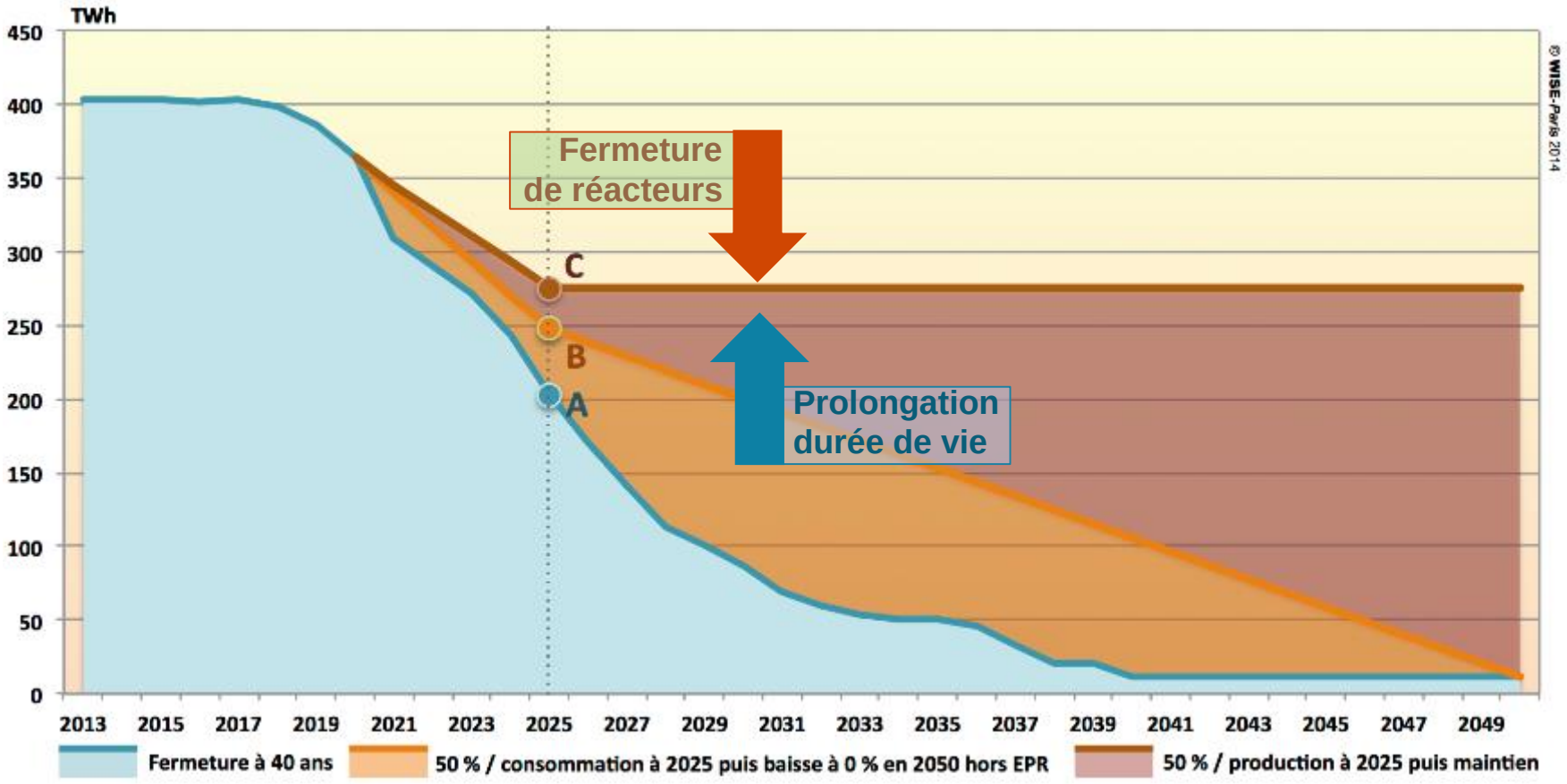
## Un arbitrage à anticiper

- arrêt au plus tard à la VD4
- ou investissement dans la prolongation de fonctionnement pour 10 ans, voire 20 ans

# Trajectoire nucléaire

## L'objectif de réduction de la part du nucléaire, en regard de l'échéance des 40 ans

(pour une hypothèse normative de stabilité de la consommation d'électricité)




*Source : **WISE-Paris**, 2015*

# Décisions sur les réacteurs

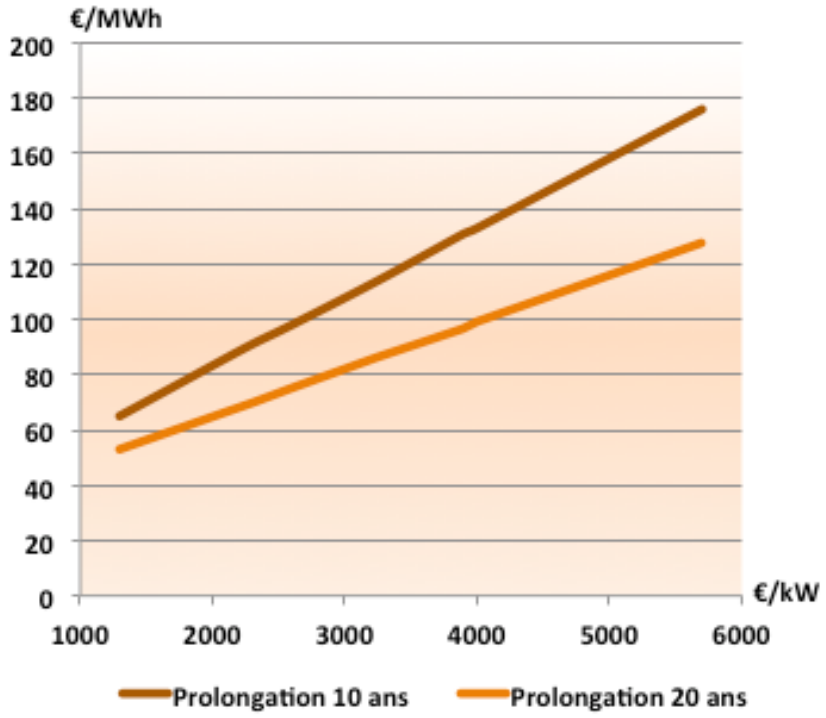
**La prolongation de fonctionnement :**

- un enjeu inédit et une faisabilité incertaine sur les exigences de sûreté
- un chantier industriel qui dépasse les capacités actuelles de la filière
- un investissement massif qui dépasse la capacité de financement de l'opérateur
- un risque important sur la compétitivité des réacteurs

**Toute prolongation retarde la mise en œuvre de la transition**

**L'arrêt avant la VD4 est la règle, la prolongation l'exception**

## Évolution du coût courant économique (CCE) selon le coût de renforcement par kW installé

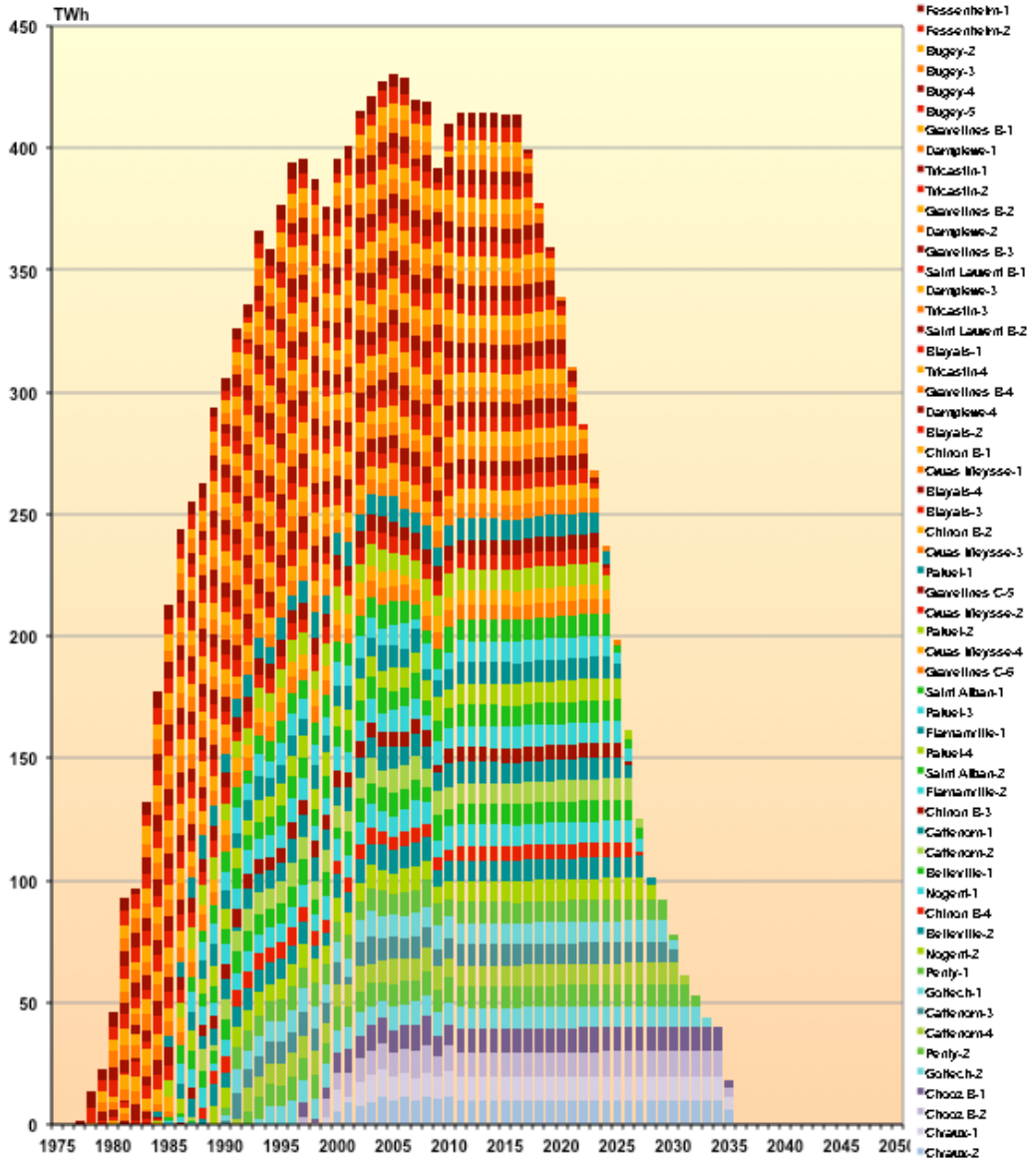


# Une fermeture progressive

**Une fermeture pilotée :**

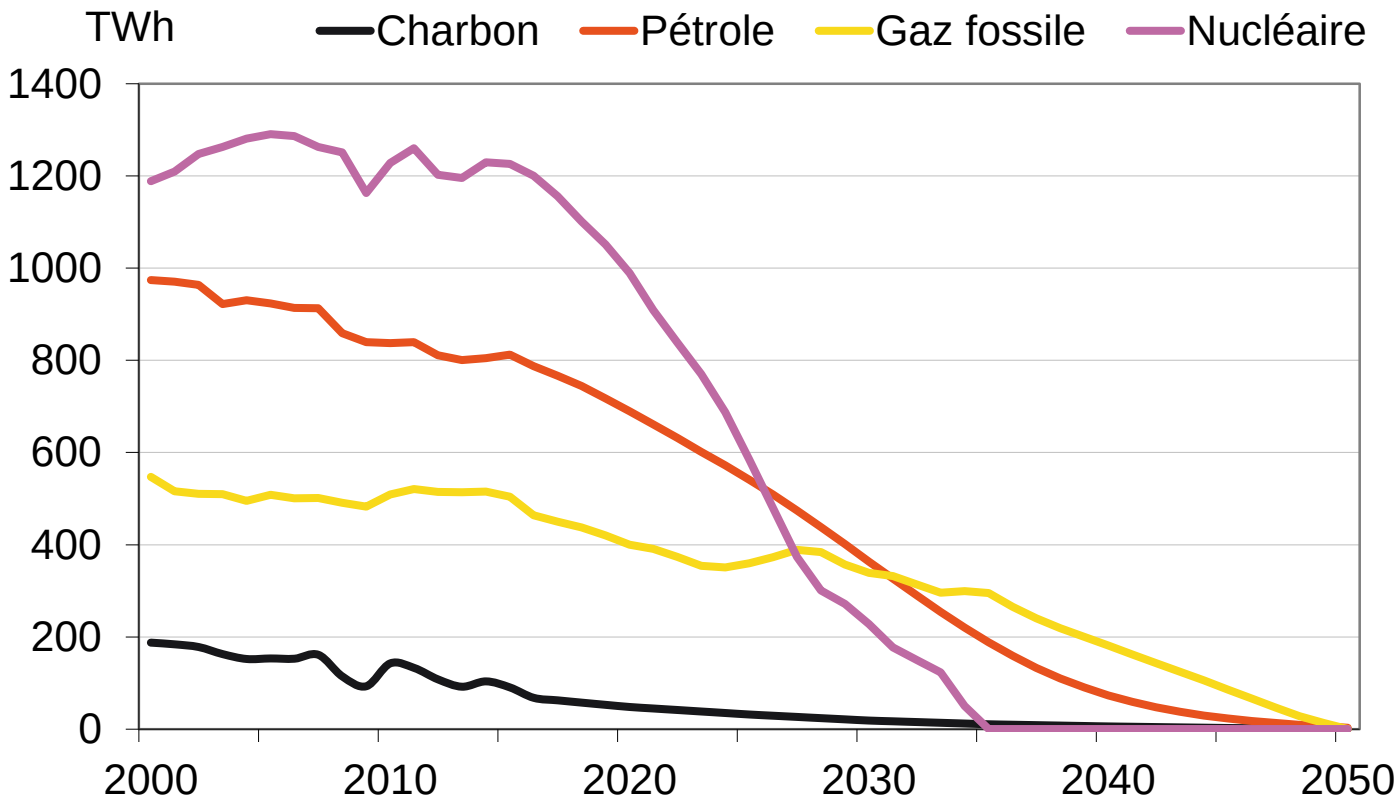
- sur le plan énergétique,
  par le rythme d'action
  sur la consommation
  et le développement
  des renouvelables
- sur le plan industriel,
  par la nécessité d'articuler
  l'évolution du parc avec
  l'environnement industriel
  et institutionnel nécessaire
  à sa sûreté

**Au final, pas de prolongation au-delà de la VD4, arrêt en 2035**



# Fin progressive des énergies fossiles

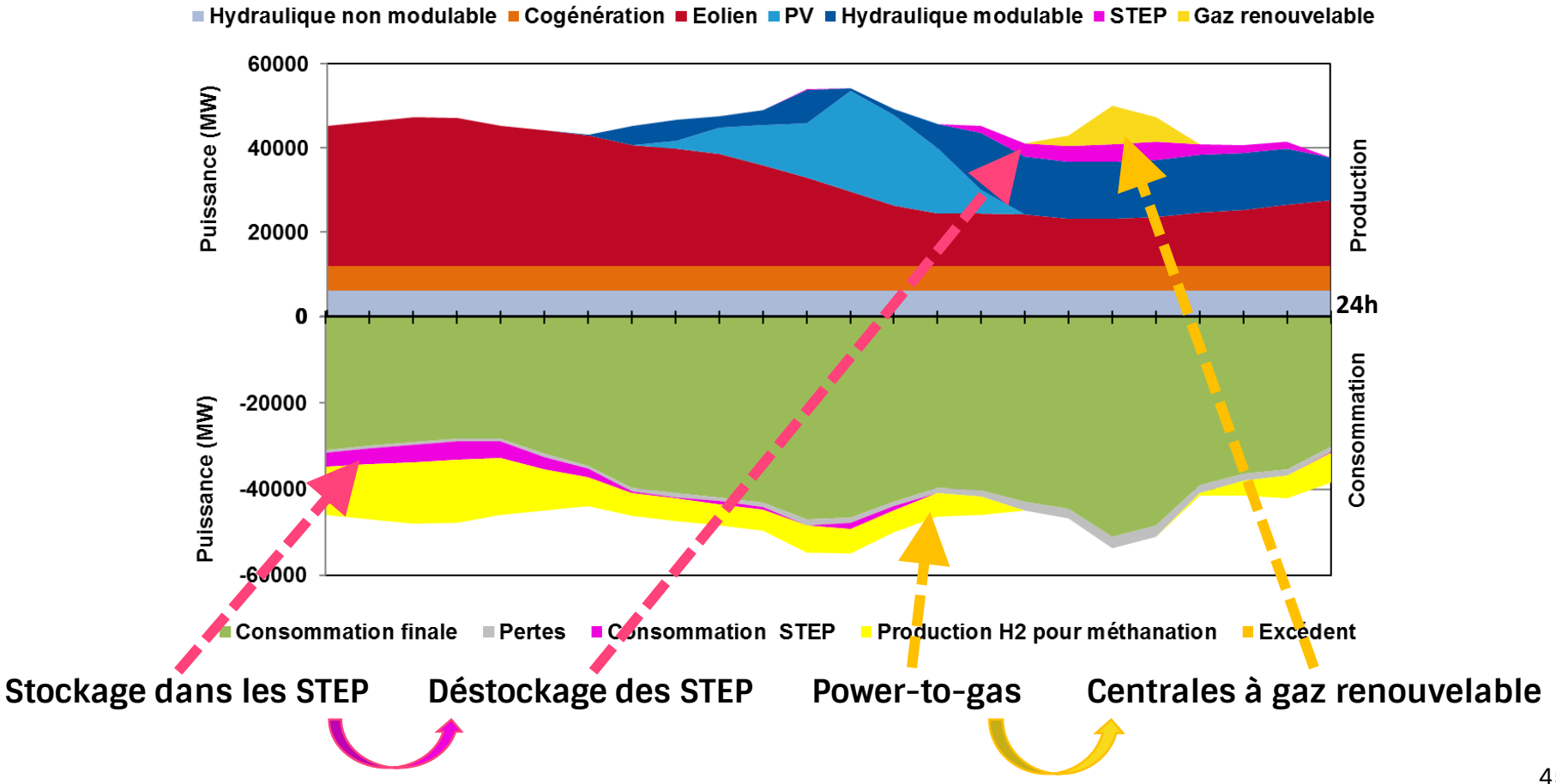
## Usages énergétiques




**Usages non énergétiques**
(pétrole + gaz fossile + charbon)
212 TWh en 2015 —> 94 TWh en 2050

# Gestion du 100% renouvelables dans l'électricité

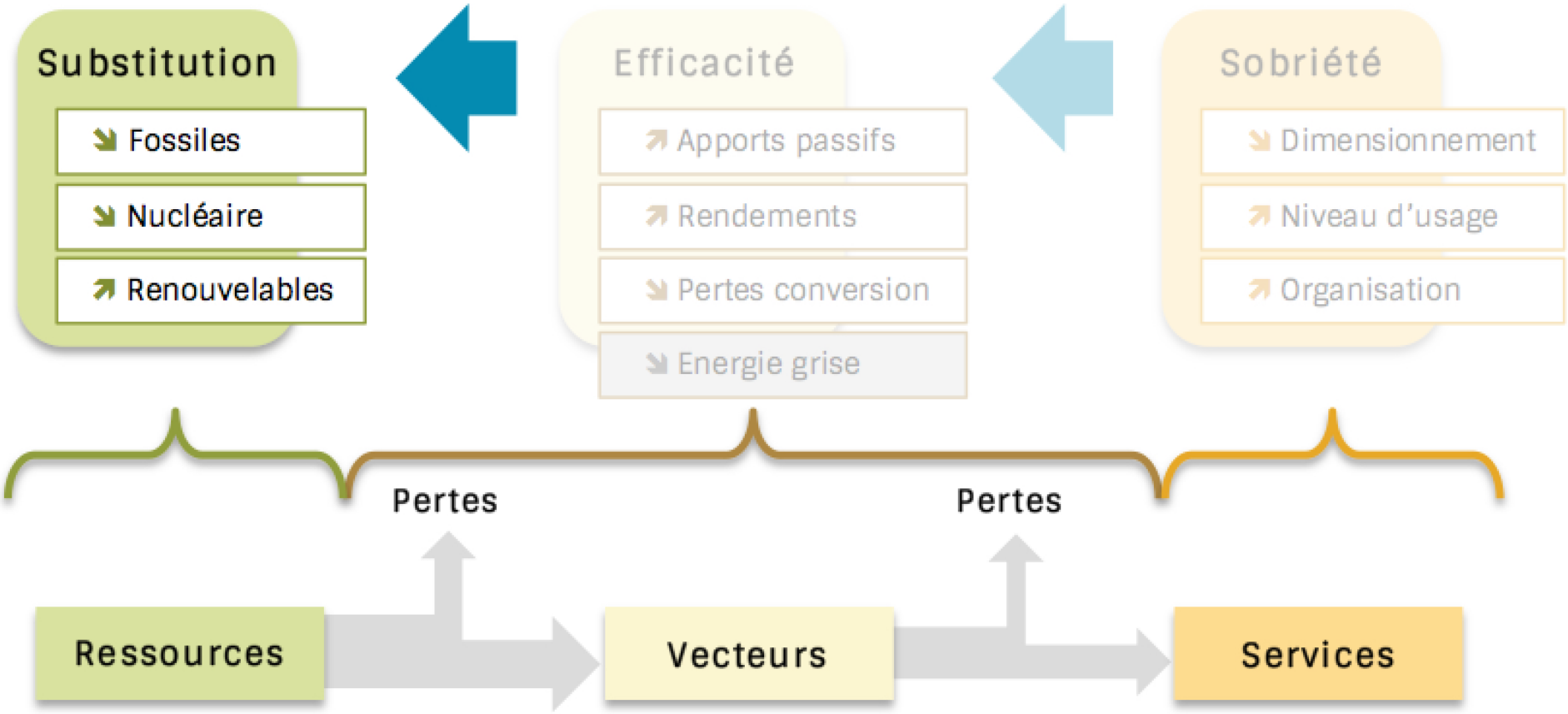
- Développement de capacités de stockage (power-to-gas)
- Renforcement du pilotage de la demande, flexibilisation



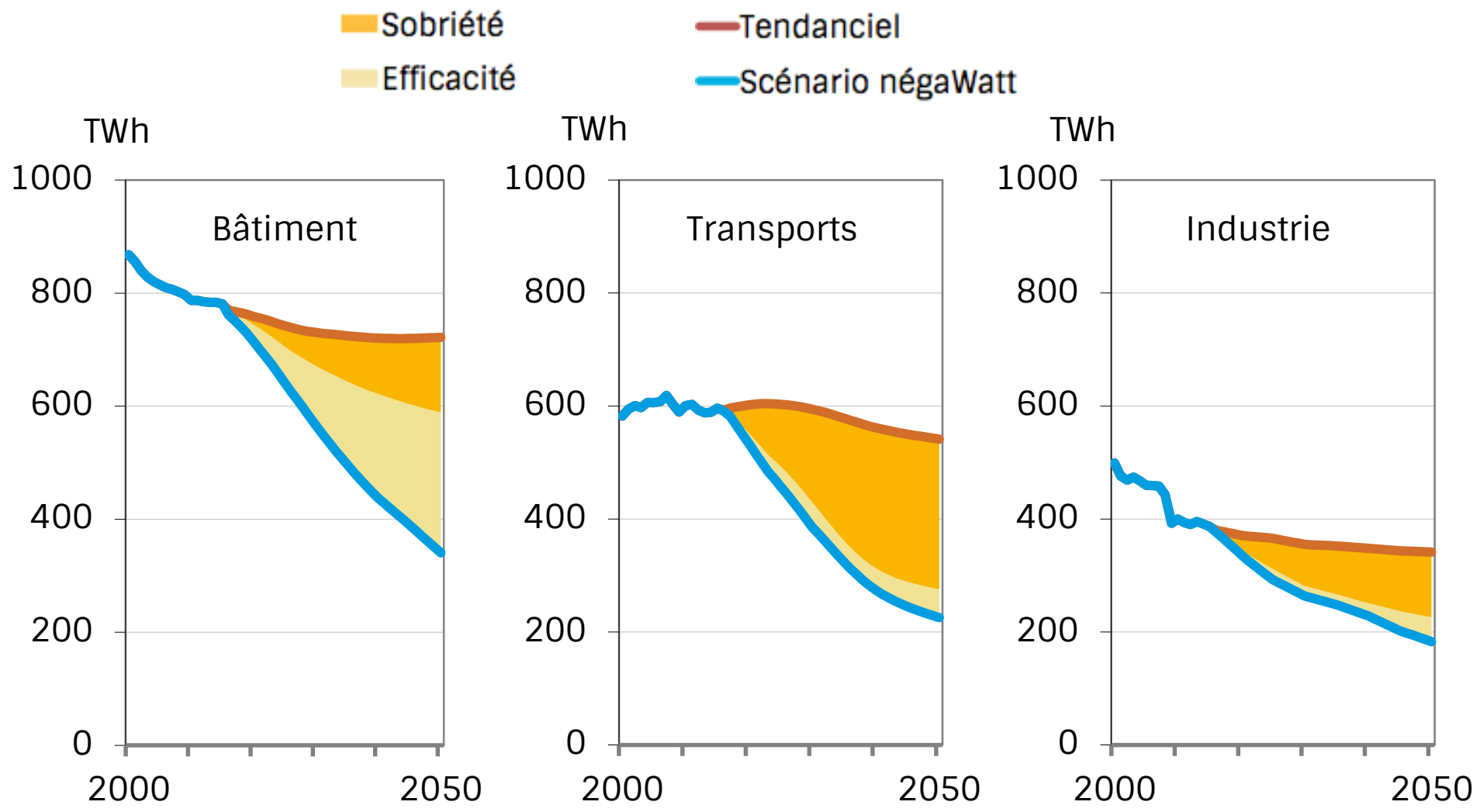
# Une démarche globale de soutenabilité

## Action sur l'offre

- Privilégier les énergies de flux (renouvelables) aux énergies de stock (fossiles et nucléaire)

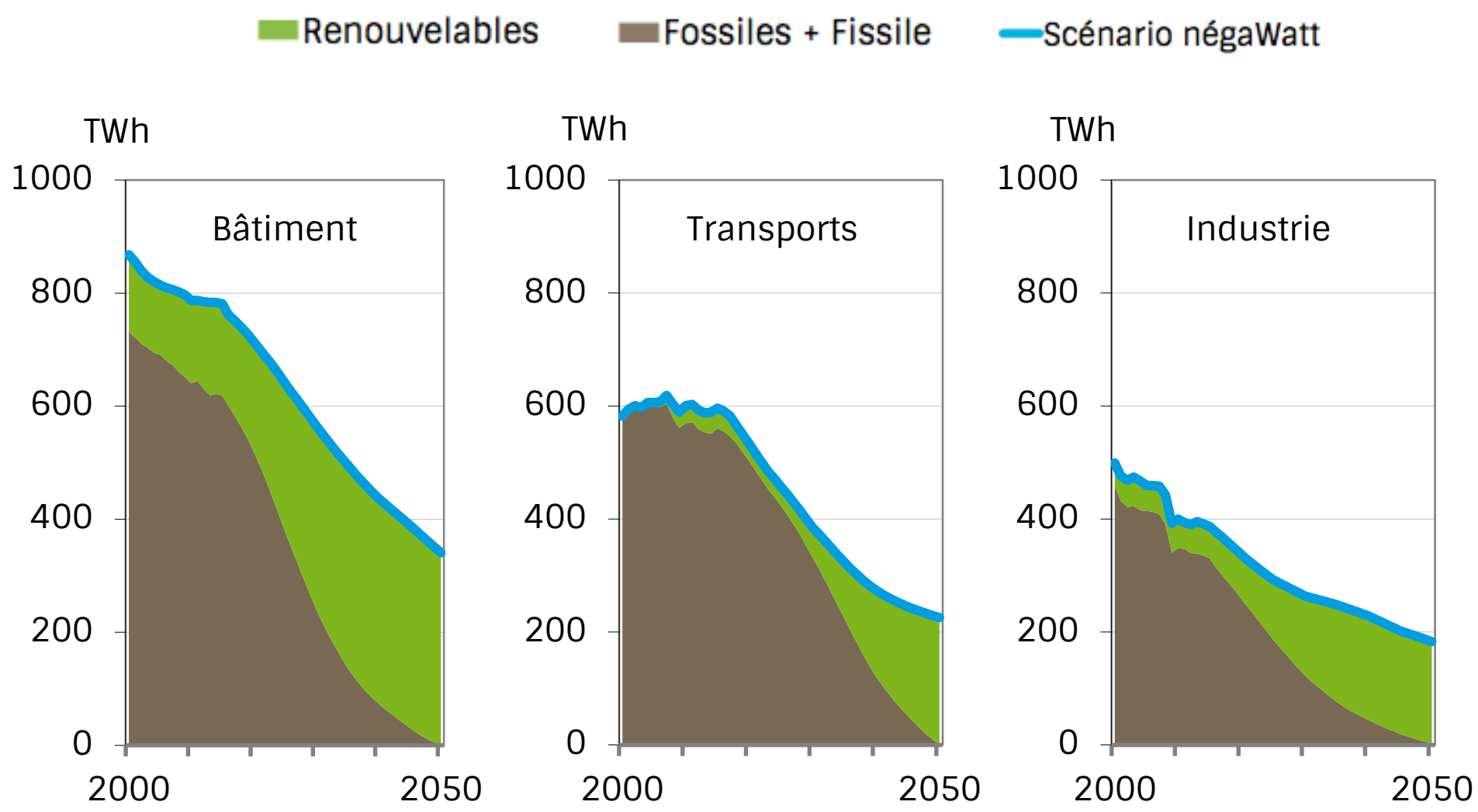


# Bilan – Energie finale




**Evolution de la consommation d'énergie finale dans le scénario négaWatt**

# Bilan – Energie finale



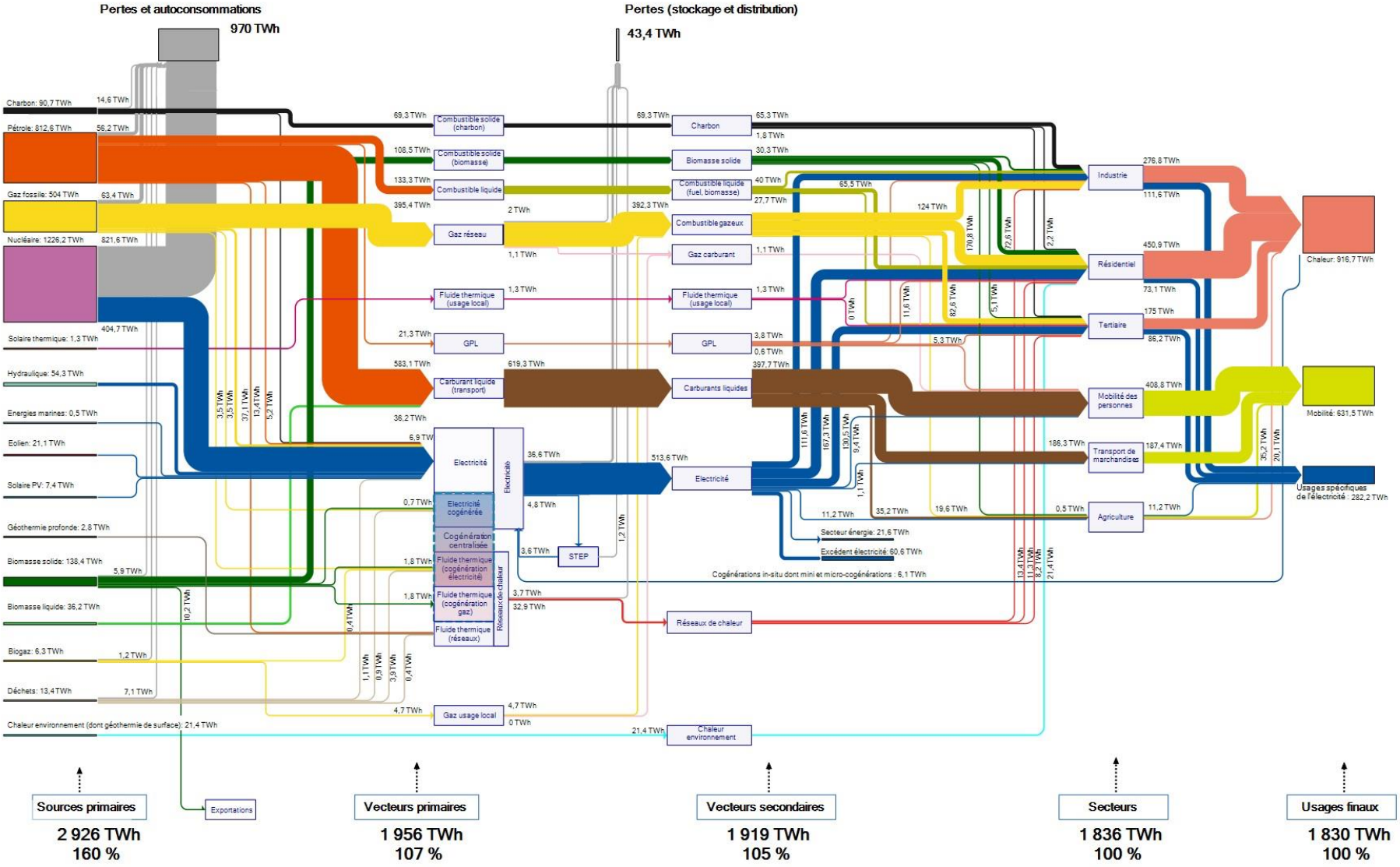

**Evolution de la consommation d'énergie finale dans le scénario négaWatt**

# 05.

# Bilan du scénario

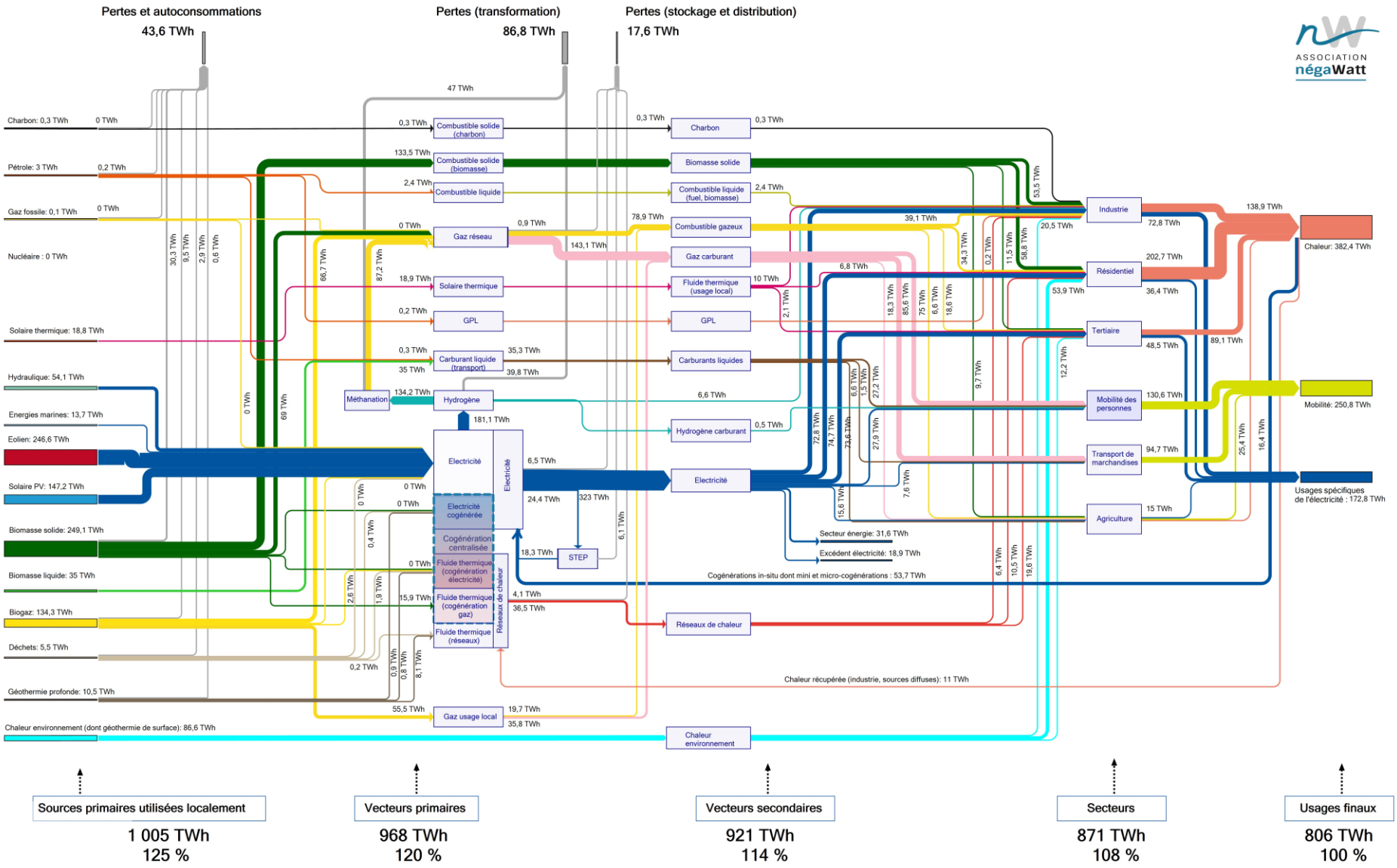
- Bilan énergétique
- Bilan gaz à effet de serre

# Diagramme de Sankey – France, situation 2015




Nota :
1) Ce diagramme n'est pas une représentation physique des réseaux, mais une réprésentation des flux et pertes liées aux différentes transformations des énergies depuis les sources primaires jusqu'aux usages finaux. Ainsi, en 2010, le biogaz n'est pas réellement injecté dans le réseau de distribution gaz, mais utilisé localement. Cela ne change rien au bilan présenté.
2) La plupart des valeurs sont arrondies à l'unité, pour ne pas alourdir le schéma. Il peut en résulter des bilans non parfaitement équilibrés.
3) MP = matières premières

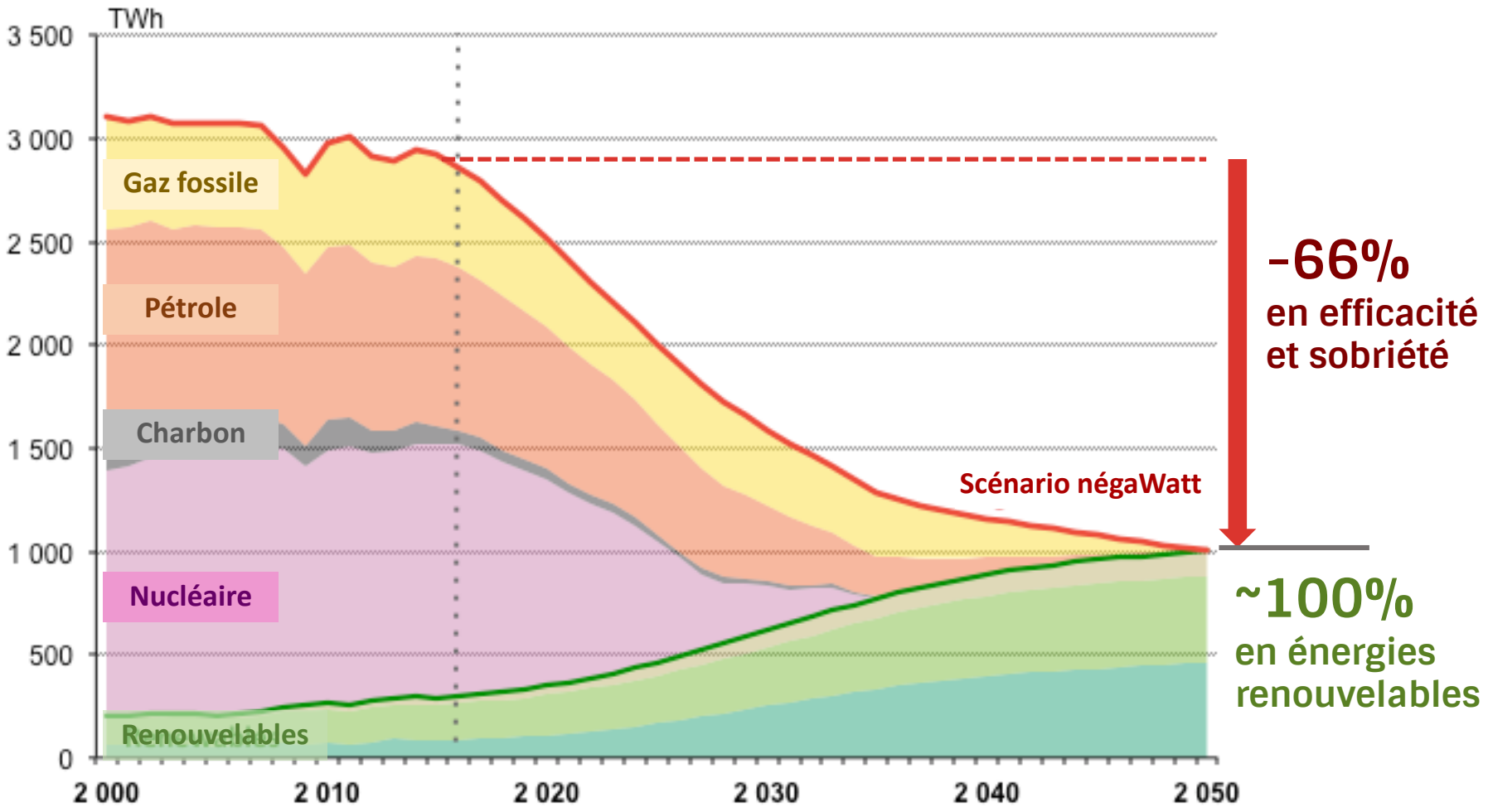
# Diagramme de Sankey – France, négaWatt 2050



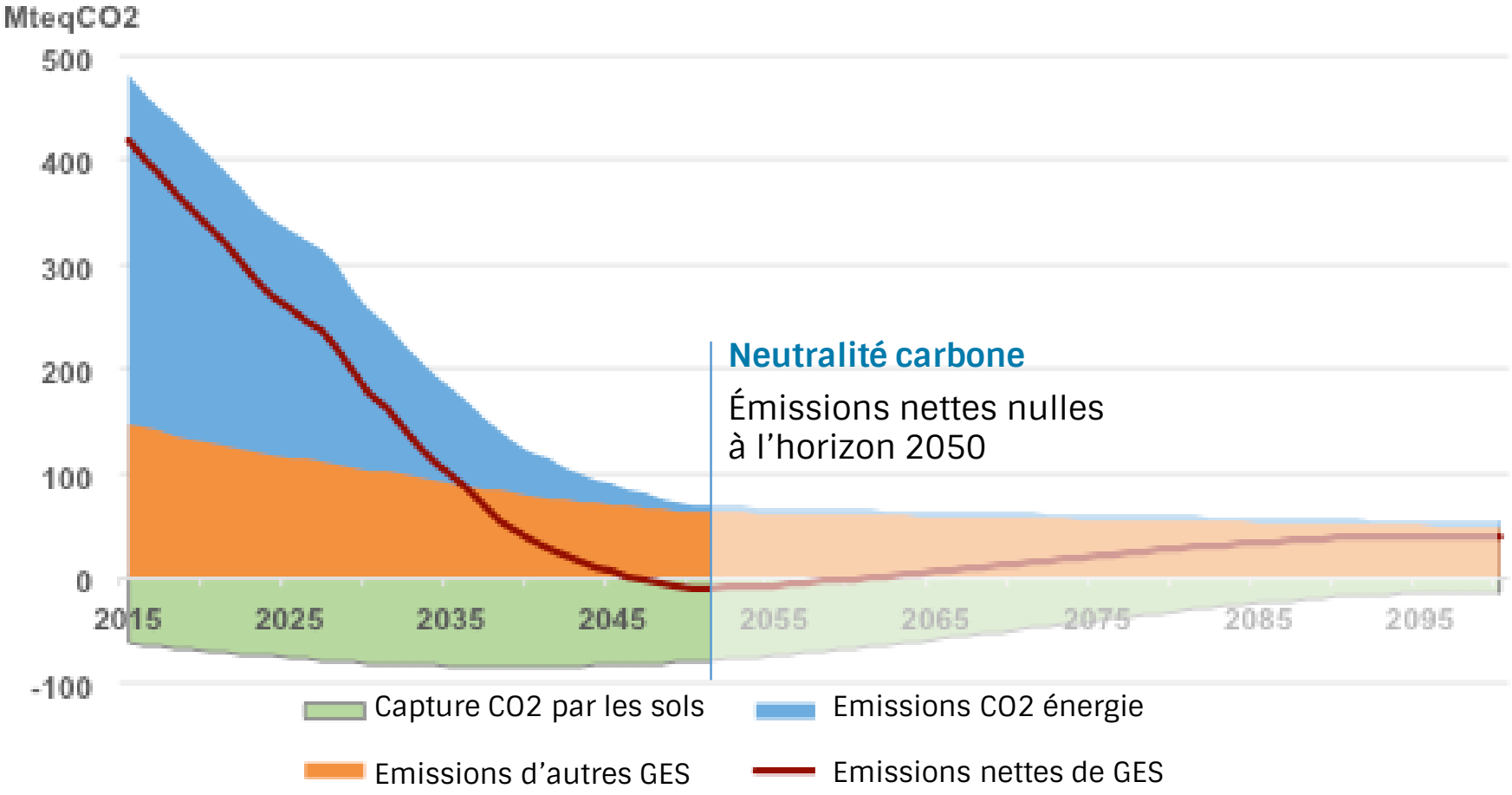

Nota :
1) Ce diagramme n'est pas une représentation physique des réseaux, mais une représentation des flux et pertes liées aux différentes transformations des énergies depuis les sources primaires jusqu'aux usages finaux. Ainsi, en 2010, le biogaz n'est pas réellement injecté dans le réseau de distribution gaz, mais utilisé localement. Cela ne change rien au bilan présenté.
2) La plupart des valeurs sont arrondies à l'unité, pour ne pas alourdir le schéma. Il peut en résulter des bilans non parfaitement équilibrés.

# Scénario négaWatt : évolution du bilan énergétique

## Bilan du scénario négaWatt 2017-2050 en énergie primaire

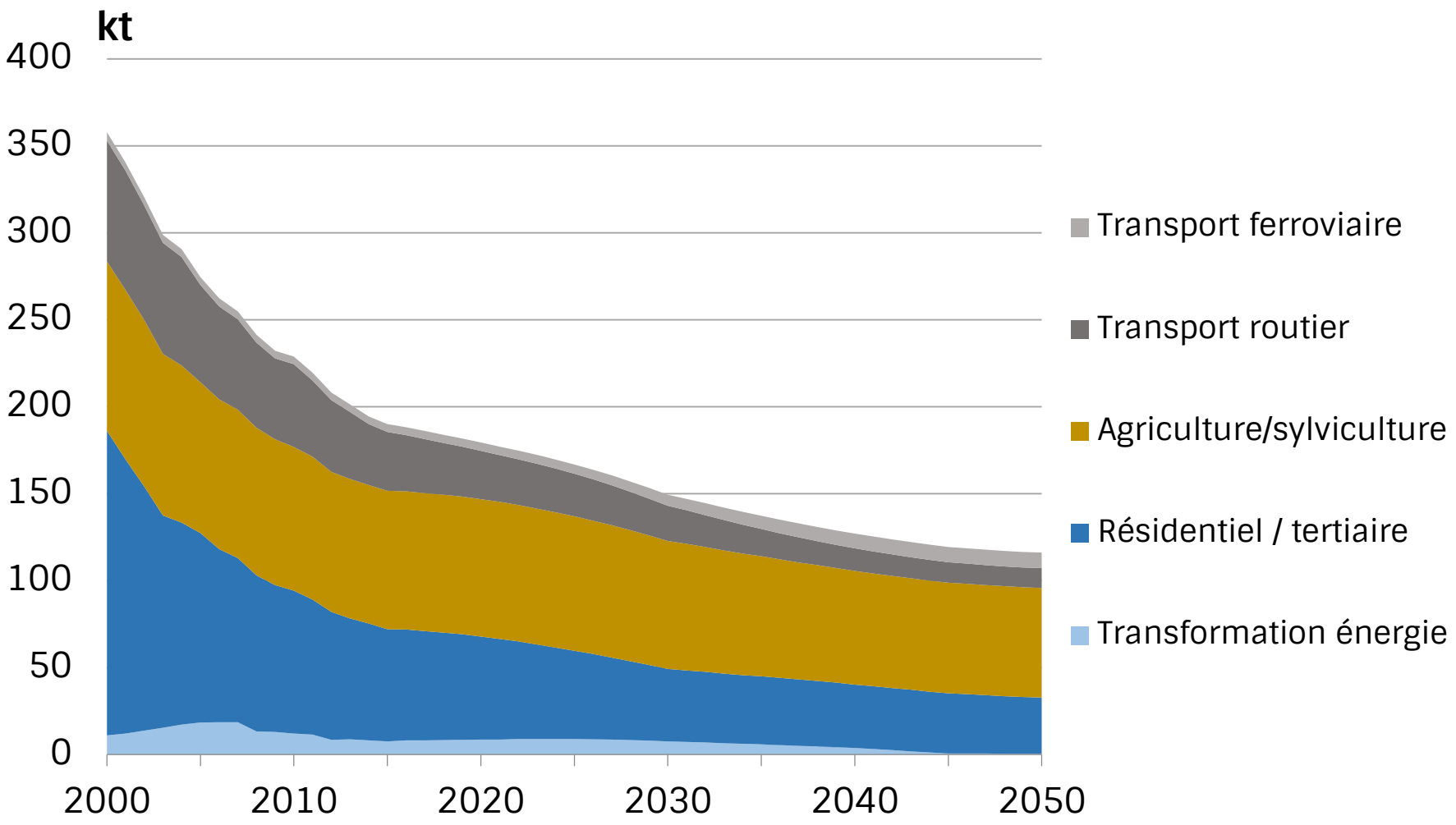


# Neutralité carbone



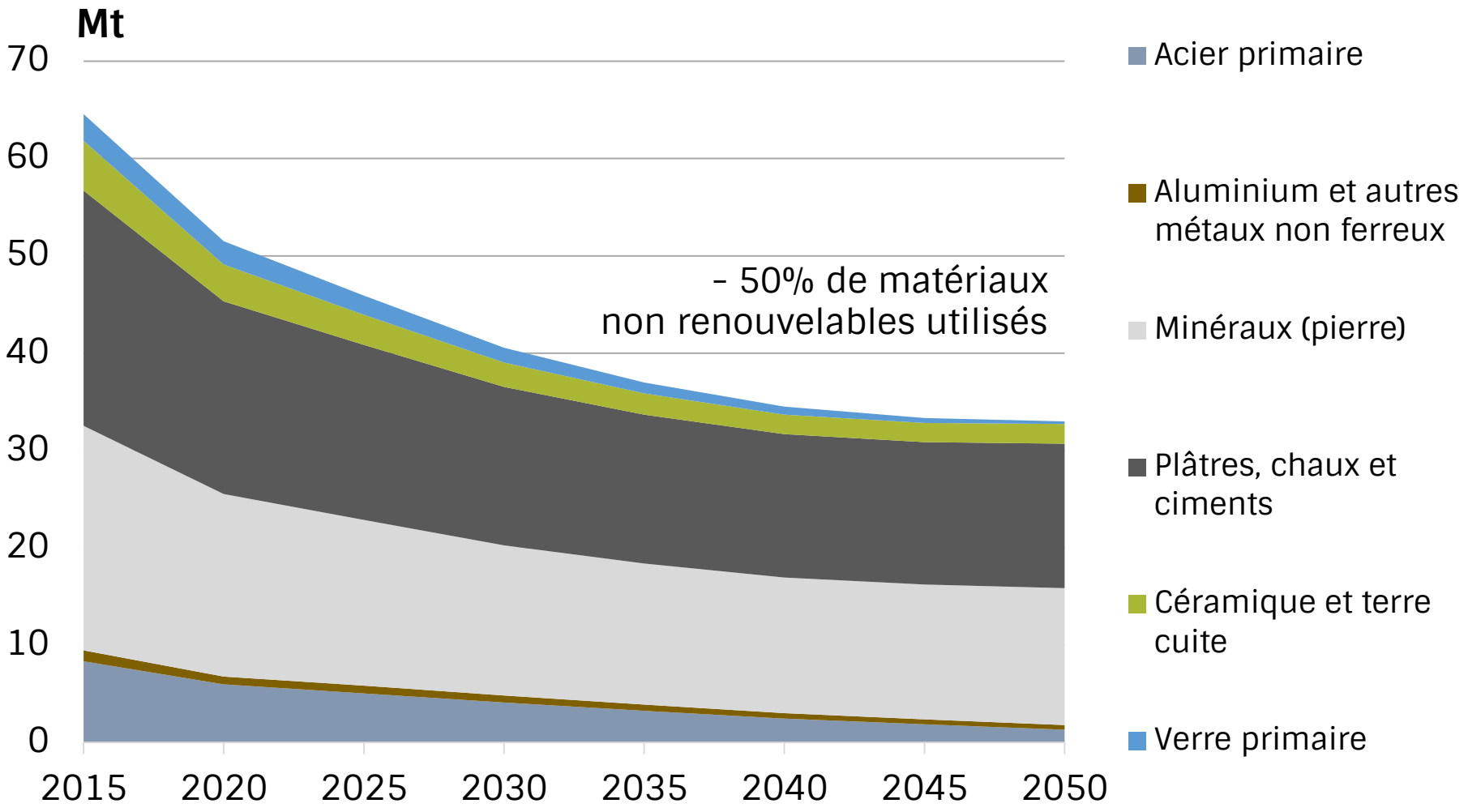

**Evolution des émissions brutes et nettes de gaz à effet de serre à 2050 et à 2100**

# Pollution atmosphérique




Émissions de particules fines (PM10) en France – hors industrie

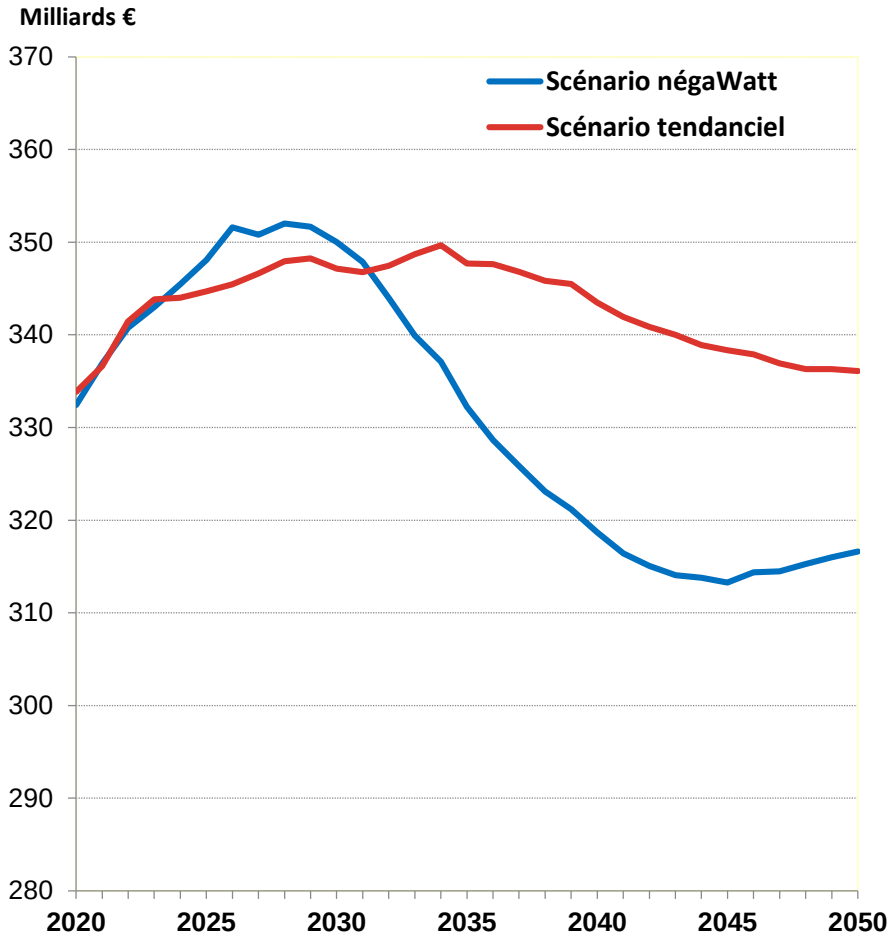
# Bilan en matériaux



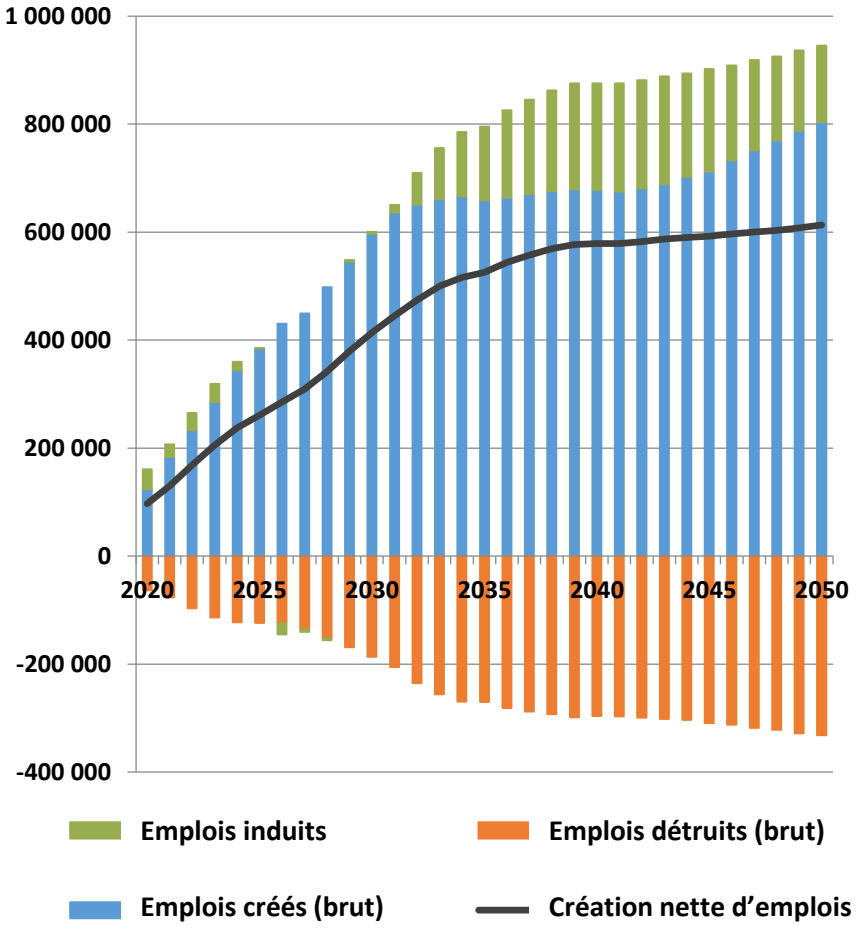

**Matériaux utilisés dans le scénario négaWatt**

# Évaluation économique

## Coûts associés (Capex & Opex)




## Bilan en emplois



# 06.

# Conclusions

# Une transformation décentralisée par nature

## Décentralisation des potentiels, des structures et de l'action

- Des gisements localisés d'action sur la demande et de renouvelables
- Une action coordonnée, des potentiels reliés

*Source : Ecopolis*

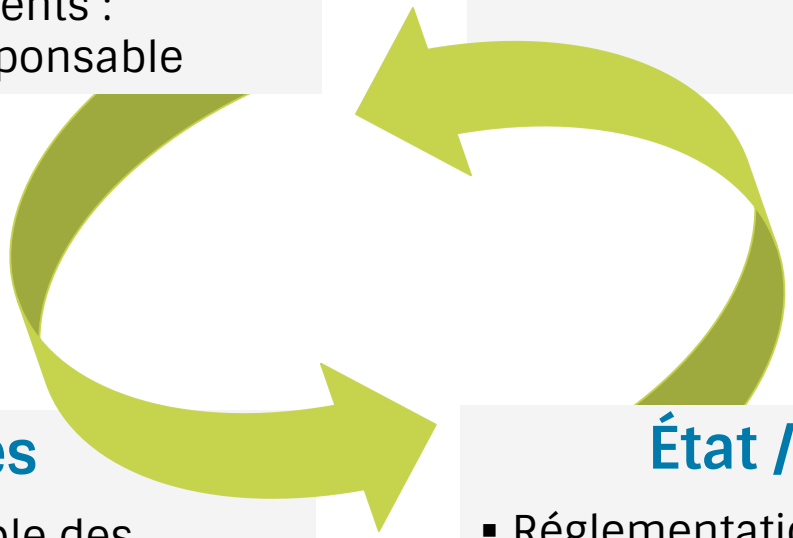
# Une nécessaire synergie entre tous les acteurs

## Citoyens

- Logement : sobriété, efficacité, renouvelables
*(Espaces Info-Énergie)*
- Achats, déplacements : consommation responsable

## Collectivités

- Politiques locales
- Information/sensibilisation
- Commande publique



## Entreprises

- Conception durable des produits
- Économie circulaire
- Innovation, recherche

## État / Europe

- Réglementations nationales et européennes
- Fiscalité incitative
- Soutien à la R&D

# La transition énergétique, projet de société

- La transition énergétique est tout à la fois :
  - une nécessité à l'échelle française
  - une responsabilité à l'échelle internationale
  - une opportunité économique et sociale
- Elle implique une transformation en profondeur des modes de production et de consommation
- Cette transformation n'est pas brutale, mais elle doit être dirigée
- Cette transformation doit être à la fois diffuse et décentralisée (acteurs, territoires) mais pilotée et coordonnée
- Elle ne peut être mise en œuvre que si elle fait sens pour l'ensemble des acteurs, c'est-à-dire si elle devientun projet de société

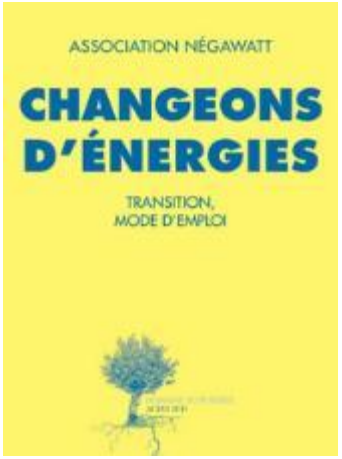
# Pour aller plus loin

Contact : Yves MARIGNAC – yves.marignac@negawatt.org

- Rapport de synthèse du scénario
- Graphiques dynamiques
- Vidéos
- Revue de presse
- Recevoir nos actualités

**www.negawatt.org**

- Deux ouvrages




- Les réponses aux idées reçues sur la transition énergétique

Décrypter l'énergie

**www.decrypterlenergie.org**