

# Énergies renouvelables et stockages

Stéphane Baly

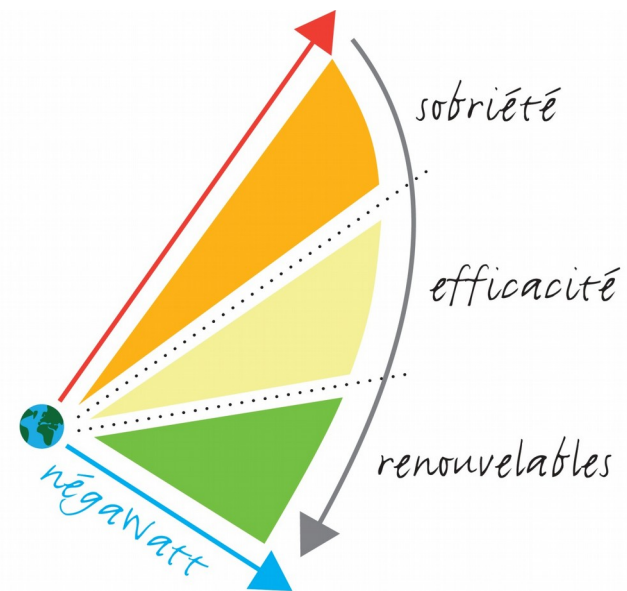
Association Négawatt

Journées Scientifiques de l'Environnement

31 janvier 2017

# Énergies renouvelables & stockages

**négaWatt**



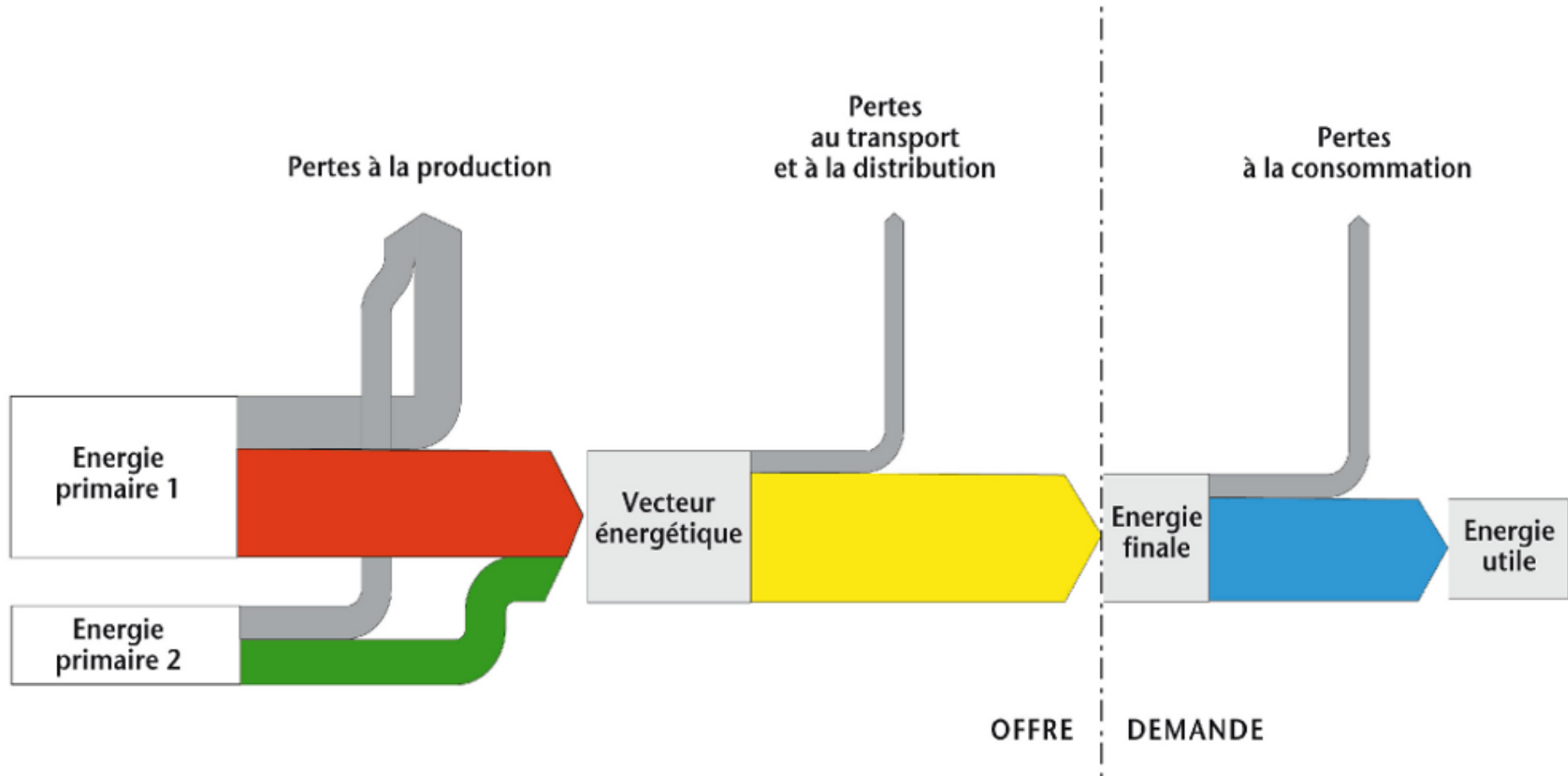


# Objectifs et méthode

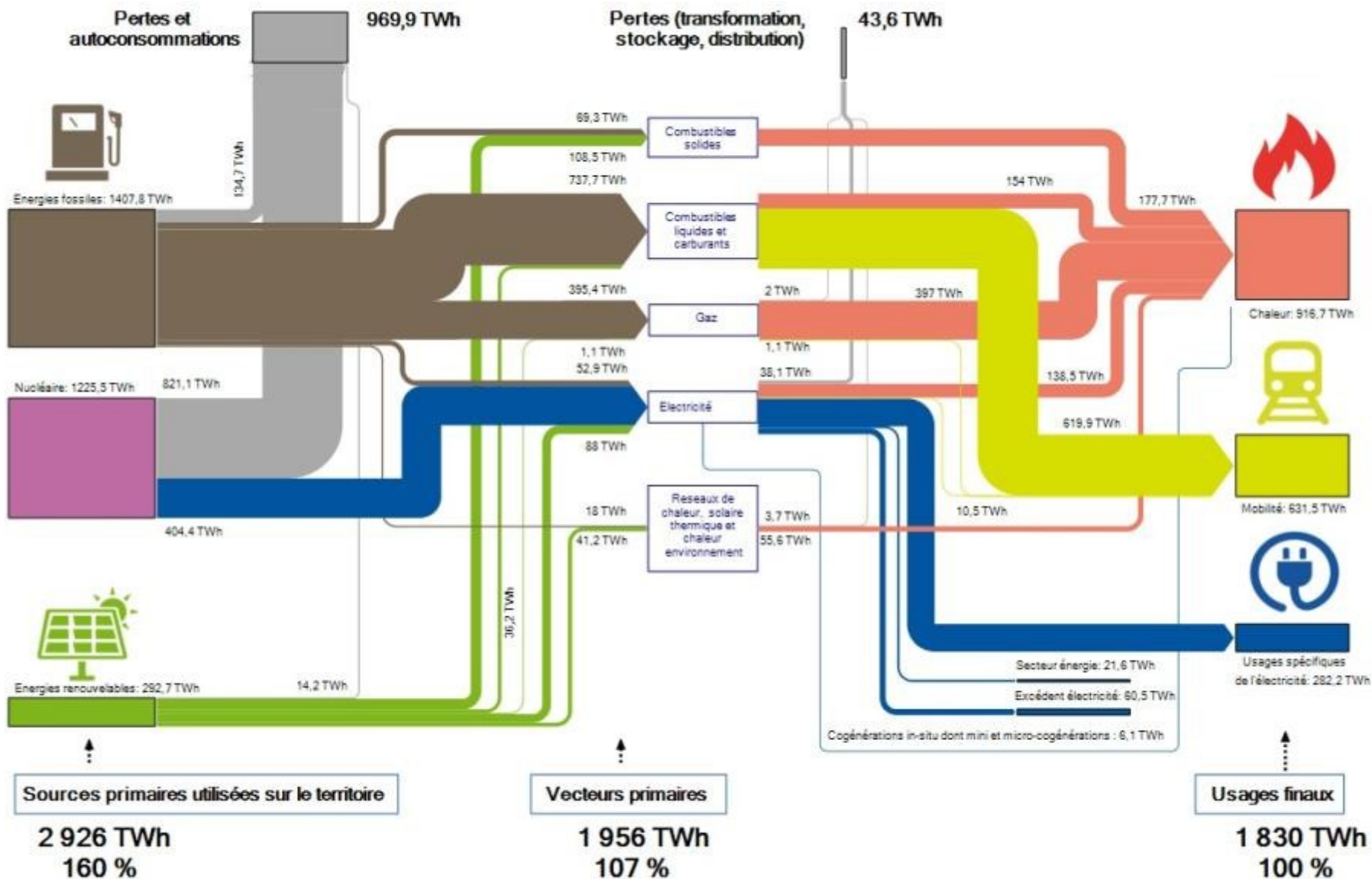
---

# ↳ L'énergie dans tous ses états

○ D'où vient ce que nous consommons ?



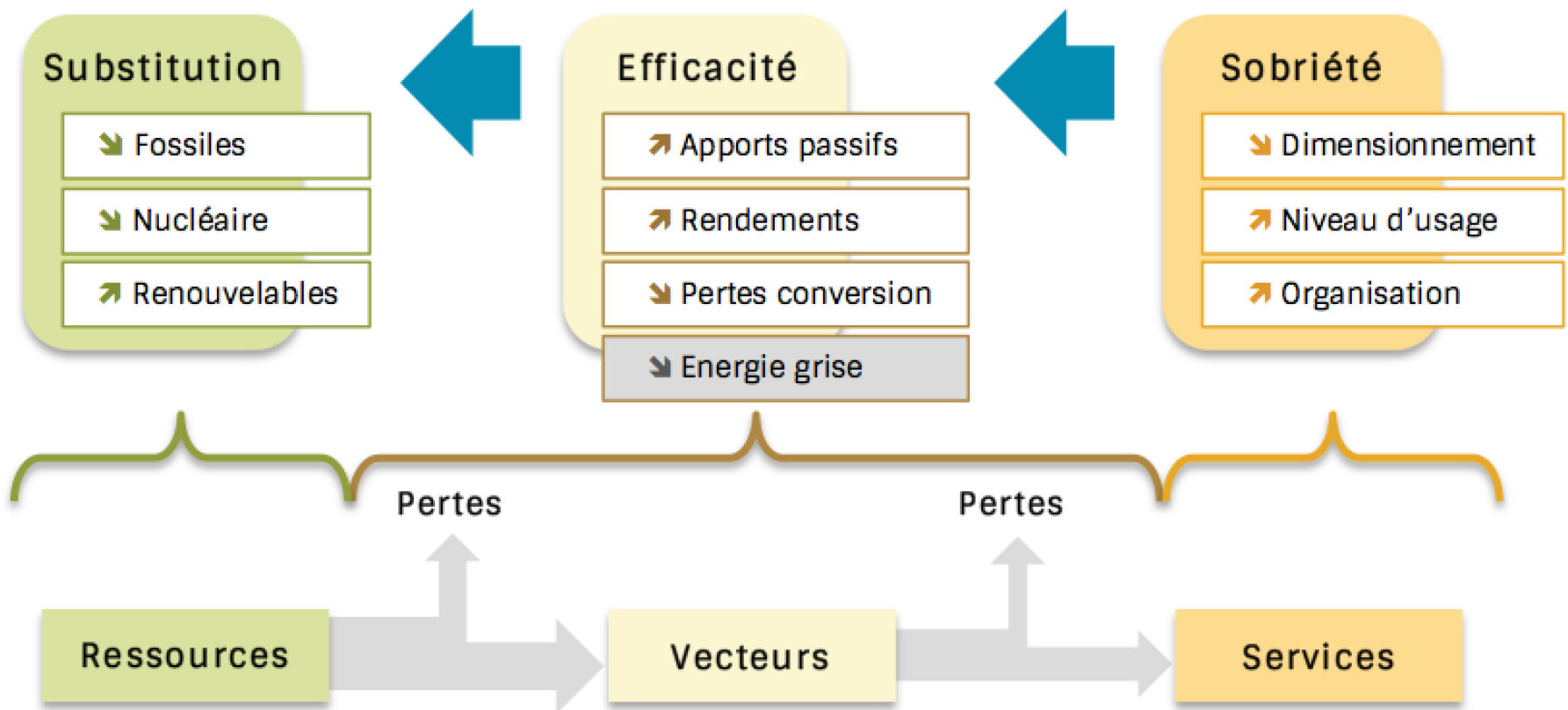
# Le Schéma des énergies en France en 2015



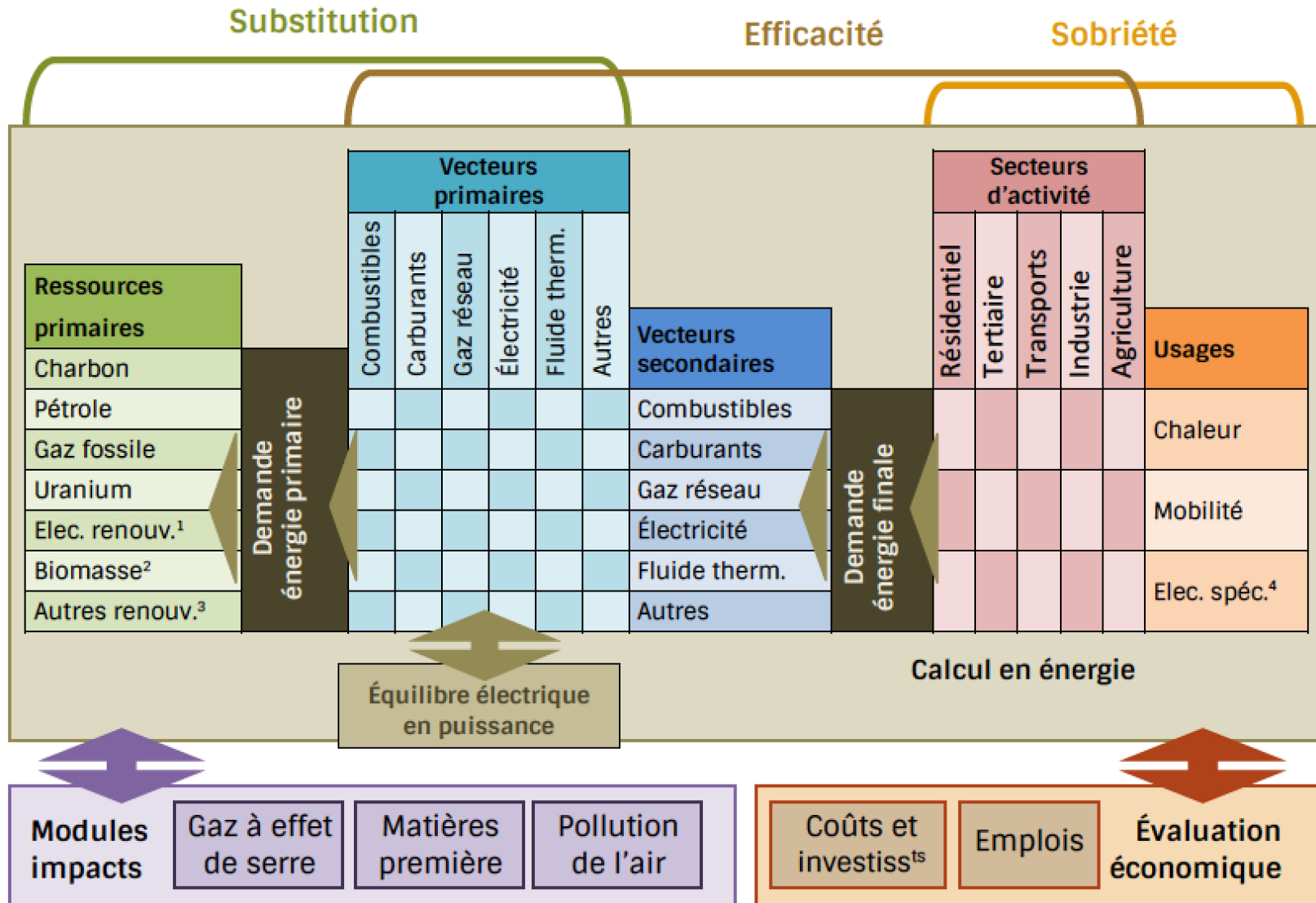
# ➤ Application de la démarche négaWatt



**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**



# Modélisation du scénario négaWatt



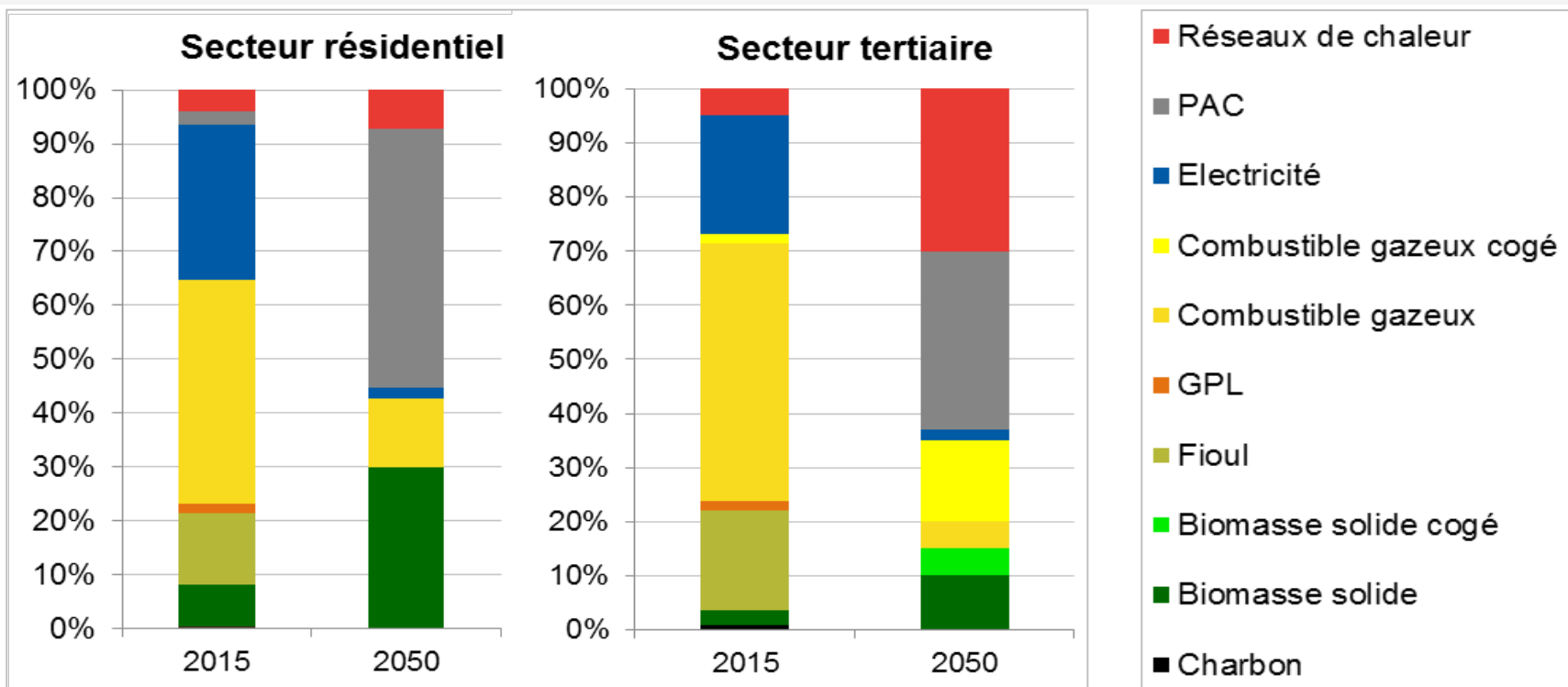


# Résidentiel et tertiaire

---

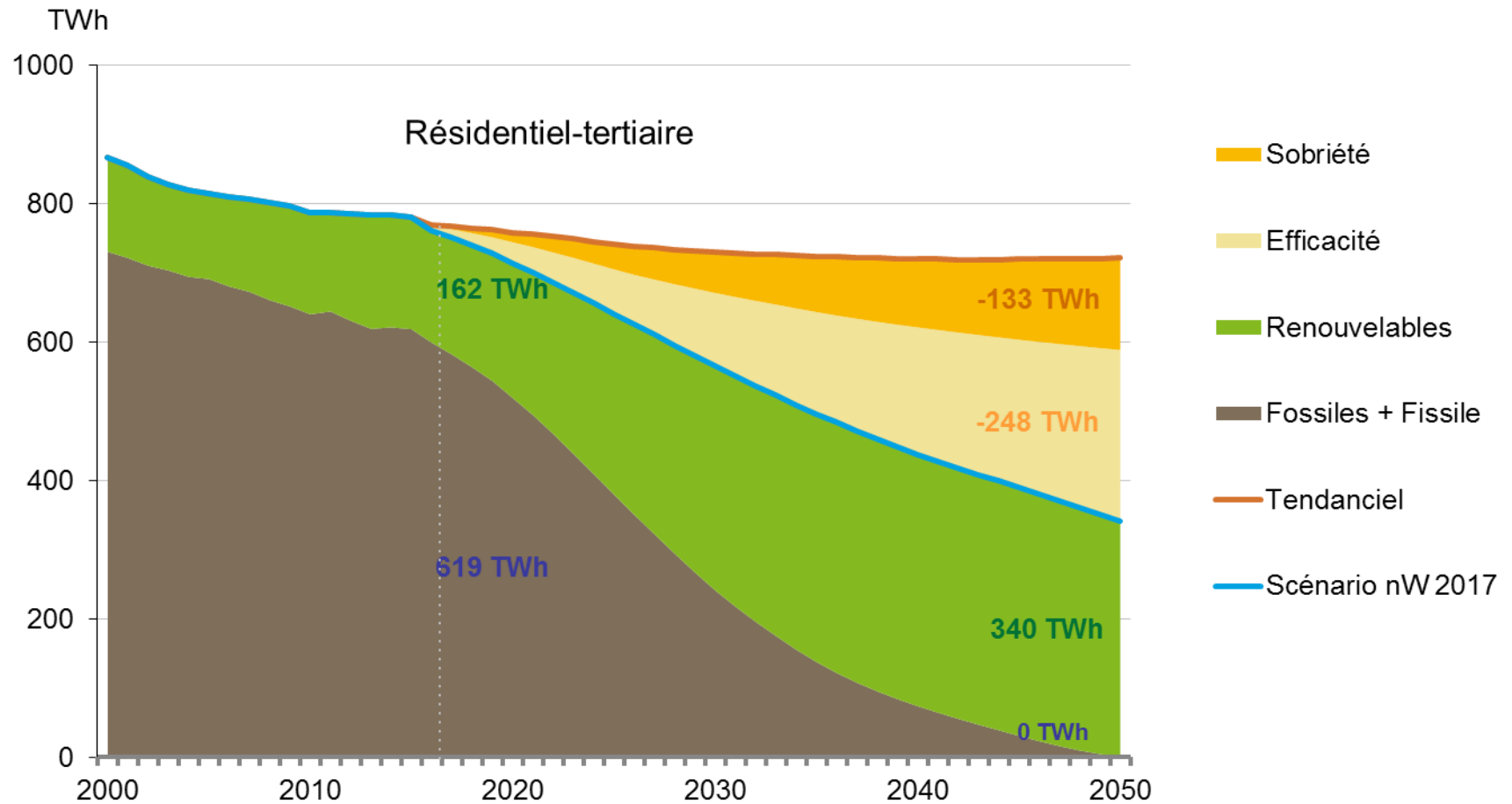


## Une évolution des modes de chauffage vers plus d'électricité



- **Modification des parts modales des énergies de chauffage**
  - Fort développement des PAC, quasi-disparition de l'électrique direct
  - Développement marqué de la biomasse
  - Disparition du fioul, diminution du gaz réseau (dont la part ENR augmente)
  - Introduction de cogénération dans le tertiaire (bois, gaz)
- Évolutions similaires pour l'eau chaude sanitaire

# ↘ - 56 % d'énergie finale dans le bâtiment





# Transports

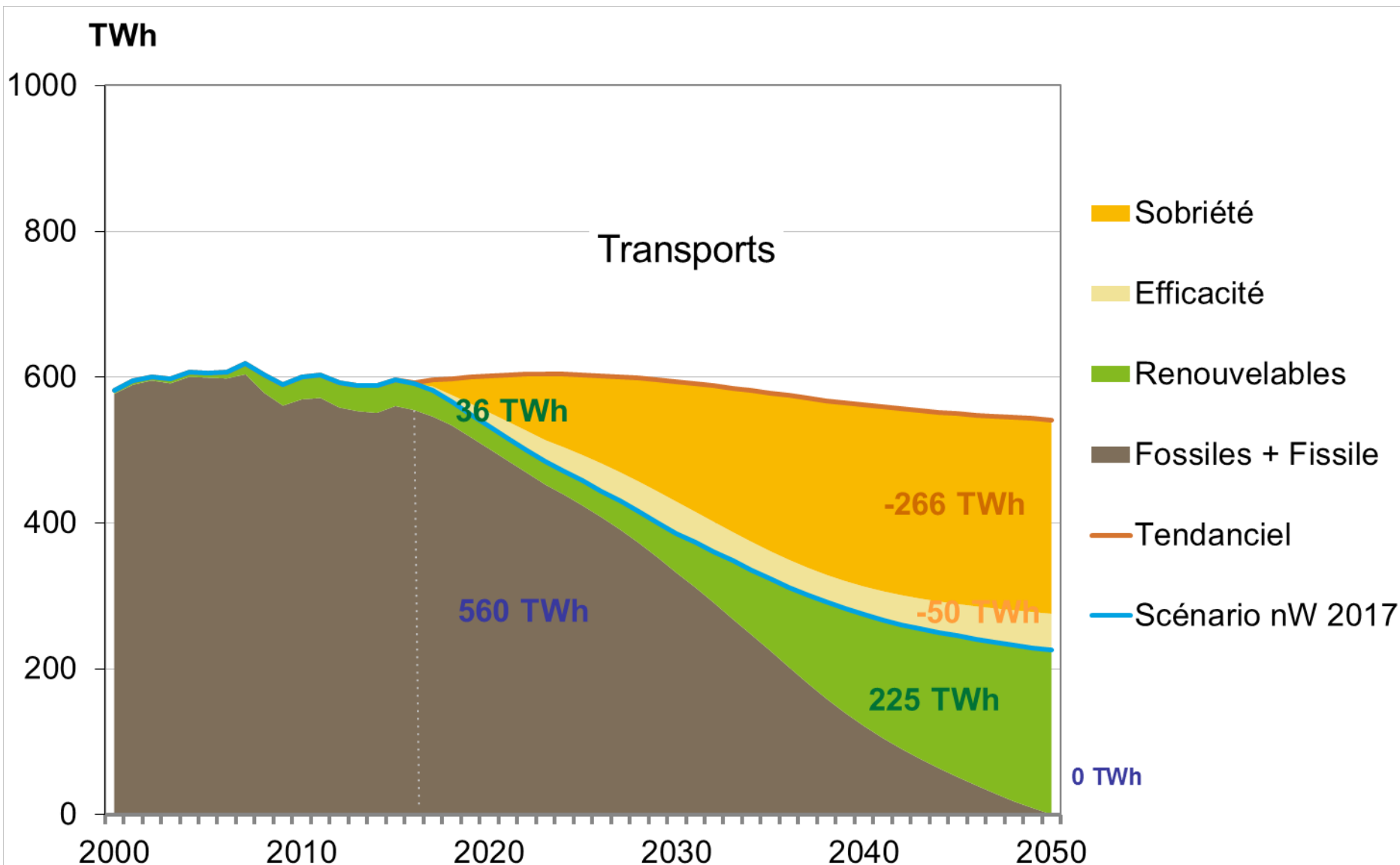


## ↳ Transports : principales hypothèses



- Fret routier : basculement du pétrole vers le gaz
- Abandon du pétrole au profit du gaz et de l'électricité
  - **Du gaz dans la majorité des véhicules routiers**
    - › Aucune rupture technologique
    - › Valorisation du gaz d'origine renouvelable
    - › Impacts positifs sur la qualité de l'air
  - **Des véhicules électriques adaptés à leur environnement**
    - › Principalement en milieu urbain, en autopartage
      - > libère de l'espace, réduit nuisances sonores et particules fines, davantage de « marge » sur le réseau de distribution
    - › Occasionnellement en péri-urbain / rural
      - > Accès aux bornes de recharge simplifié, davantage de production renouvelable

# ↘ - 60% d'énergie finale dans les transports

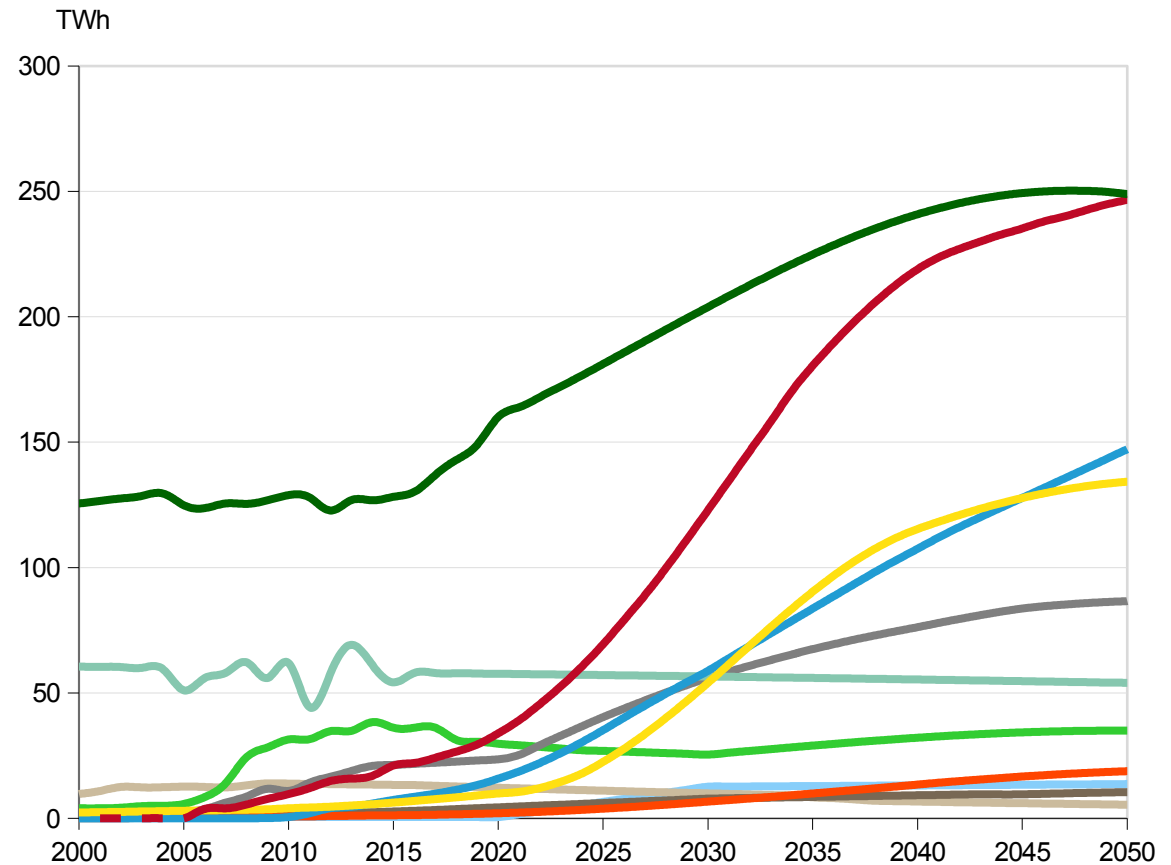


# ↘ Avènement des renouvelables



## Un programme cohérent de développement des renouvelables

- > Reconnaissance en droit de l'intérêt général des énergies renouvelables
- > Stabilisation et clarification des systèmes de soutien
- > Simplification administratives
- > Promotion de l'investissement « local et citoyen »





# Bioénergies



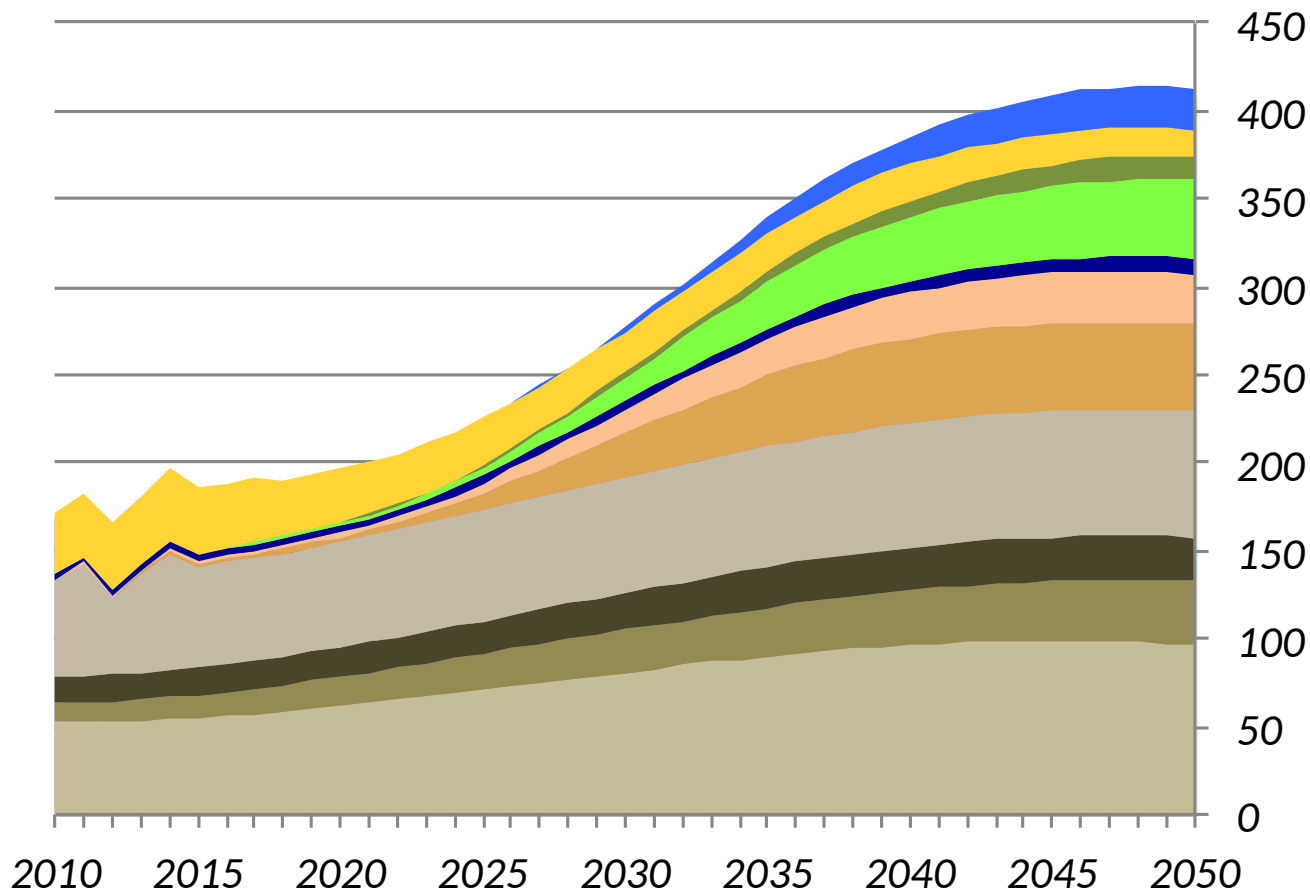
# ↘ 420 TWh de Bioénergies



- Algues
- Cultures annuelles
- Herbes et cultures fourragères
- Cultures intermédiaires
- Biodéchets
- Déjections d'élevage
- Résidus de culture
- Dérivés du bois
- Produits connexes
- Bois hors forêt
- Bois forêt

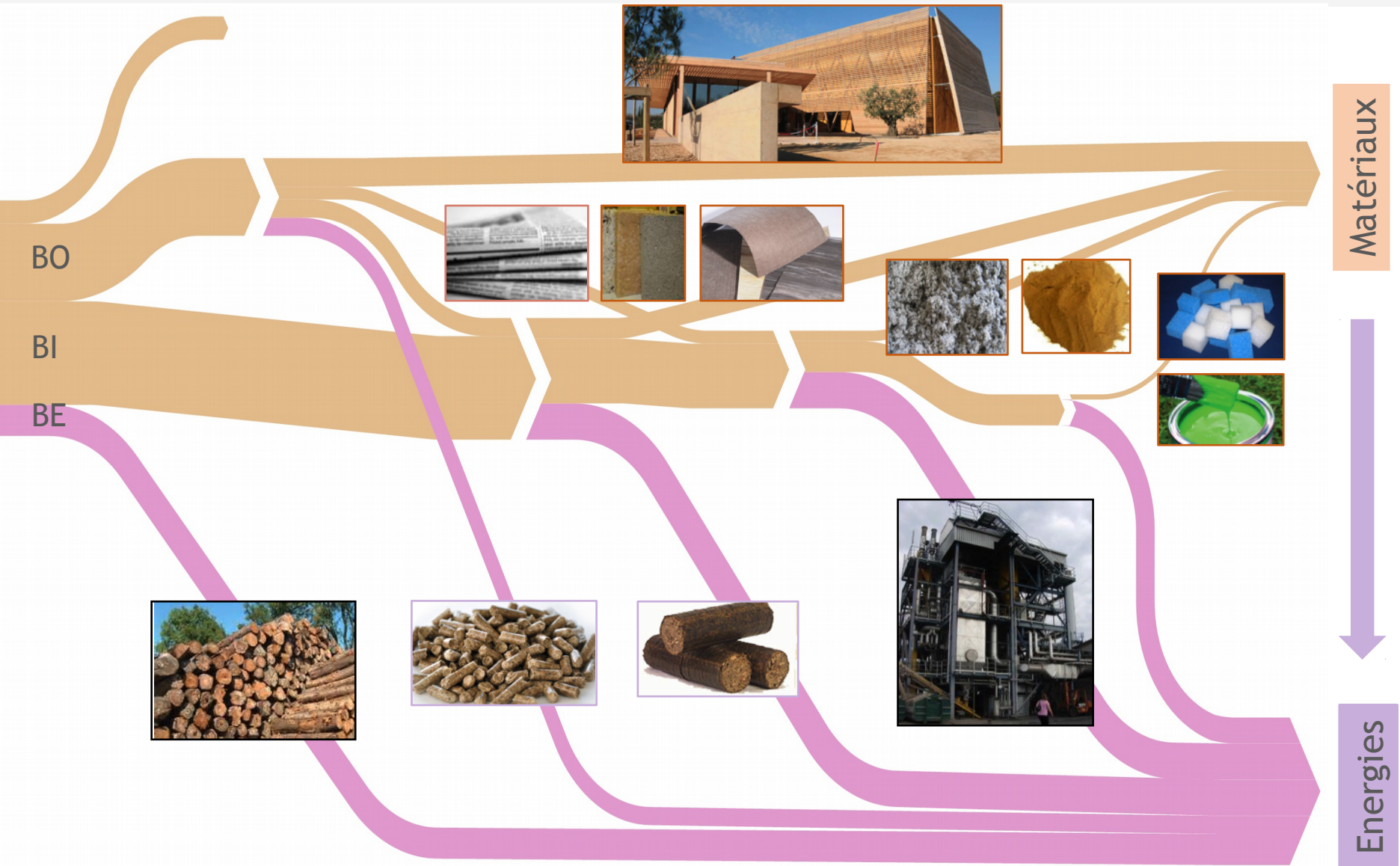
- Pas de cultures dédiées
- Pas de concurrence avec autres usages

TWh PCs





# ↘ Filière bois : nouveaux matériaux, nouvelles énergies



## ↘ 4 fonctions majeures de la méthanisation



### Produire de l'énergie

Biométhane

Carburant

### Fournir du CO2

Méthanation

### Favoriser la transition agroécologique

Recyclage  
nutriments (NPK)

Optimisation  
matière organique

### Créer un outil socio-économique

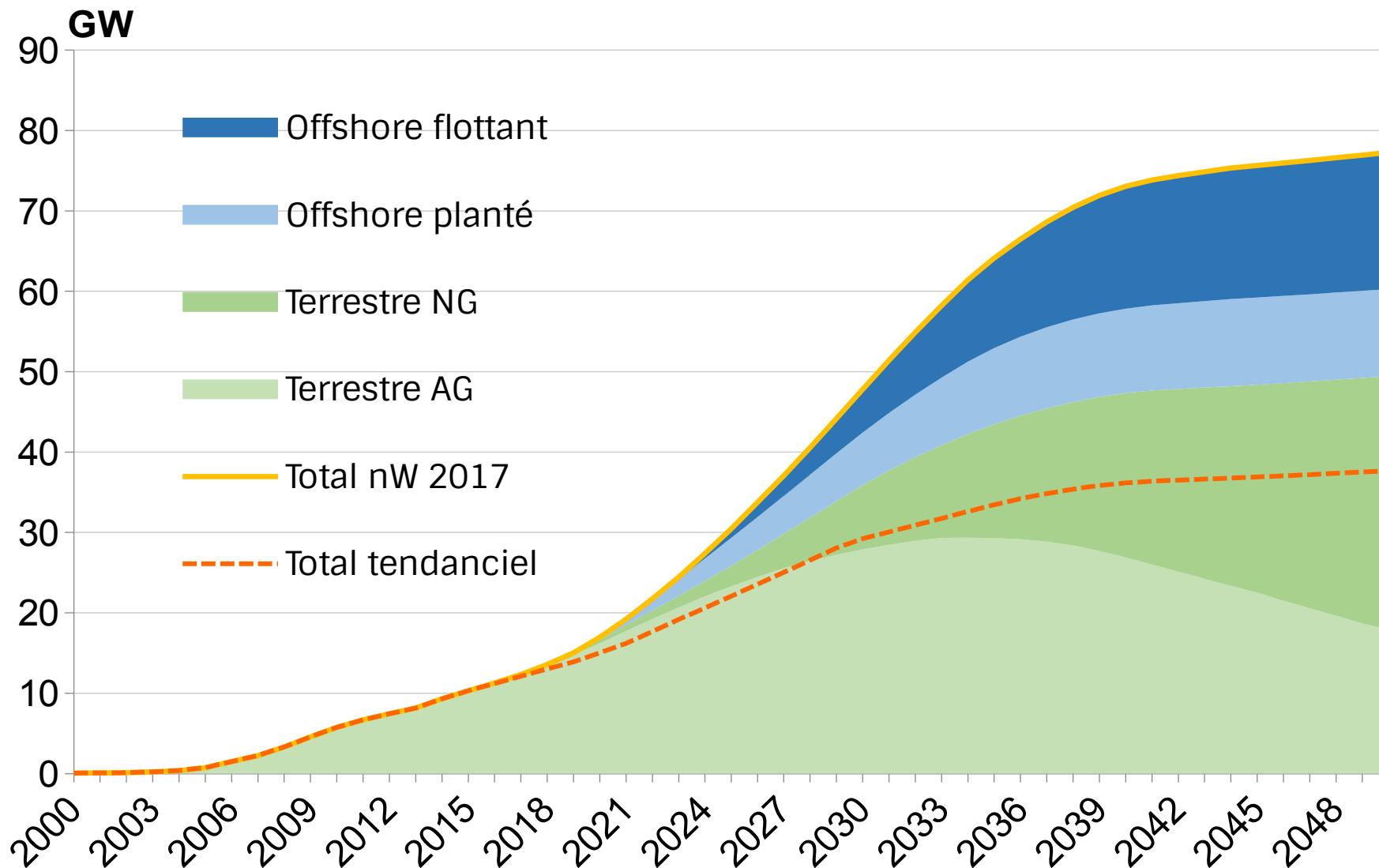
Bioéconomie  
rurale, territoriale,  
circulaire,  
Multi-fonctions, co-  
productions



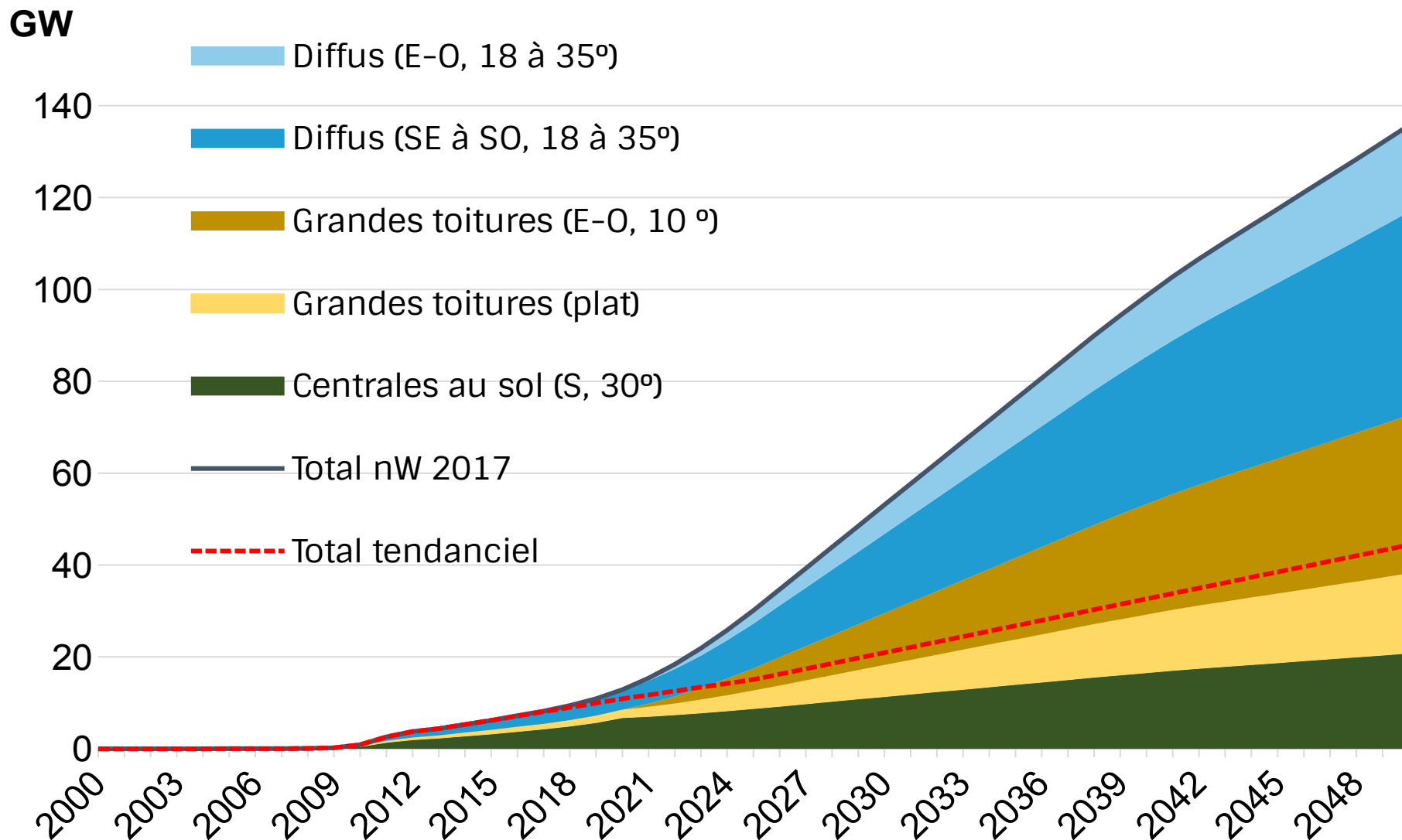
# Électricité renouvelable

---

# Éolien : 80 GWe



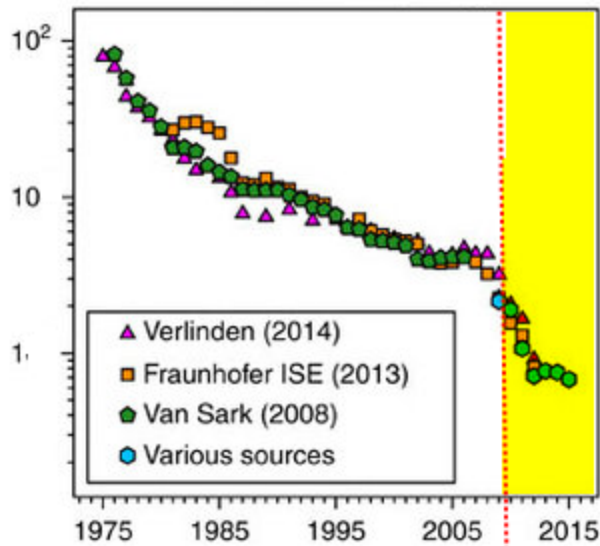
# Photovoltaïque : 140 GWe



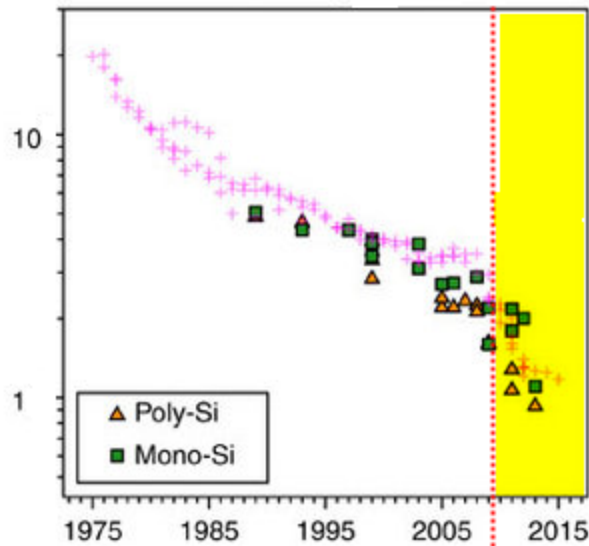
# ➤ Électricité : la révolution PV



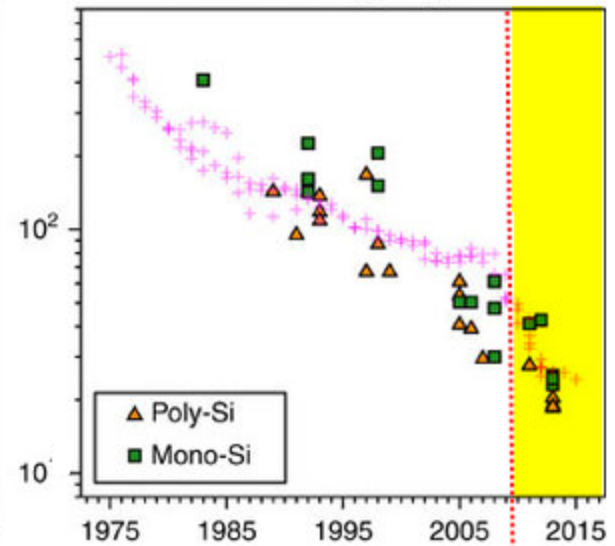
De 2011 à 2016, une rupture radicale par rapport à la courbe d'apprentissage 1975-2010: la limite du PV est celle du stockage



**Coût**  
en \$ 2015 par Wc



**Temps de retour énergie**  
en années

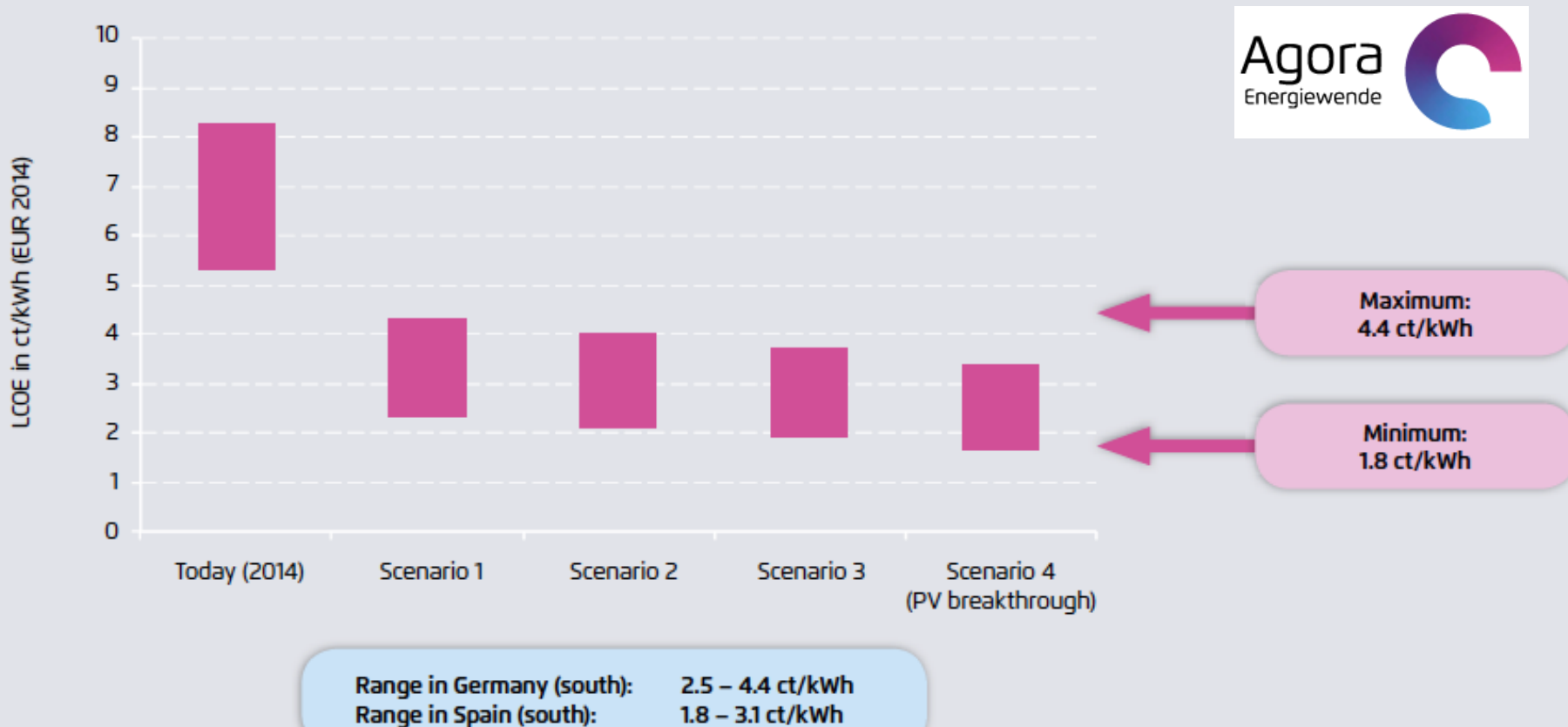


**Effet de serre**  
en gCO2 par kWh

## Des évolutions majeures sur les coûts

Cost of power produced by ground-mounted PV systems in 2050, southern Germany to southern Spain

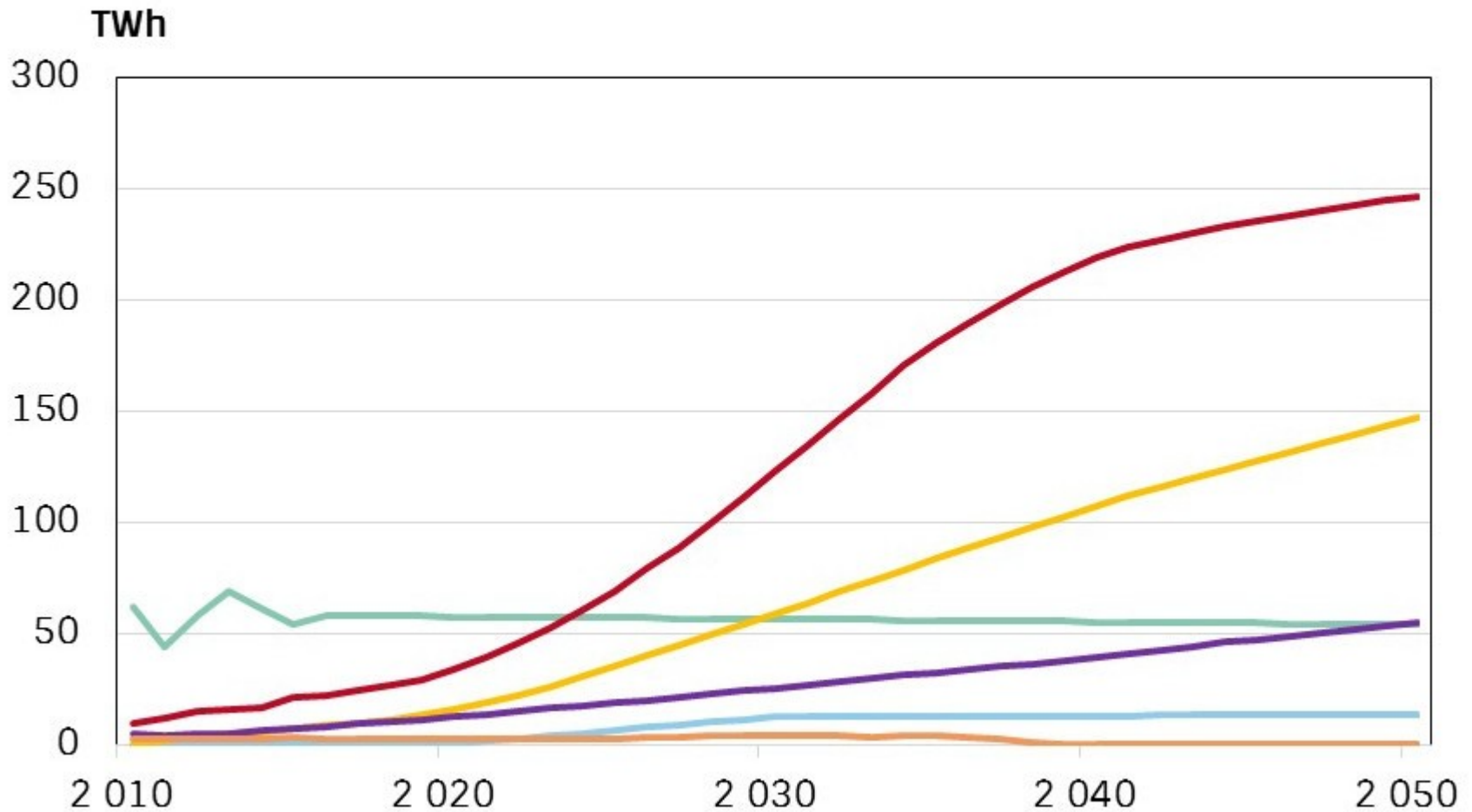
Figure 43



# ↳ Ensemble des renouvelables électriques



- Hydraulique
- Solaire pv
- Eolien
- Cogénération
- Energies marines
- Prod élec. directe



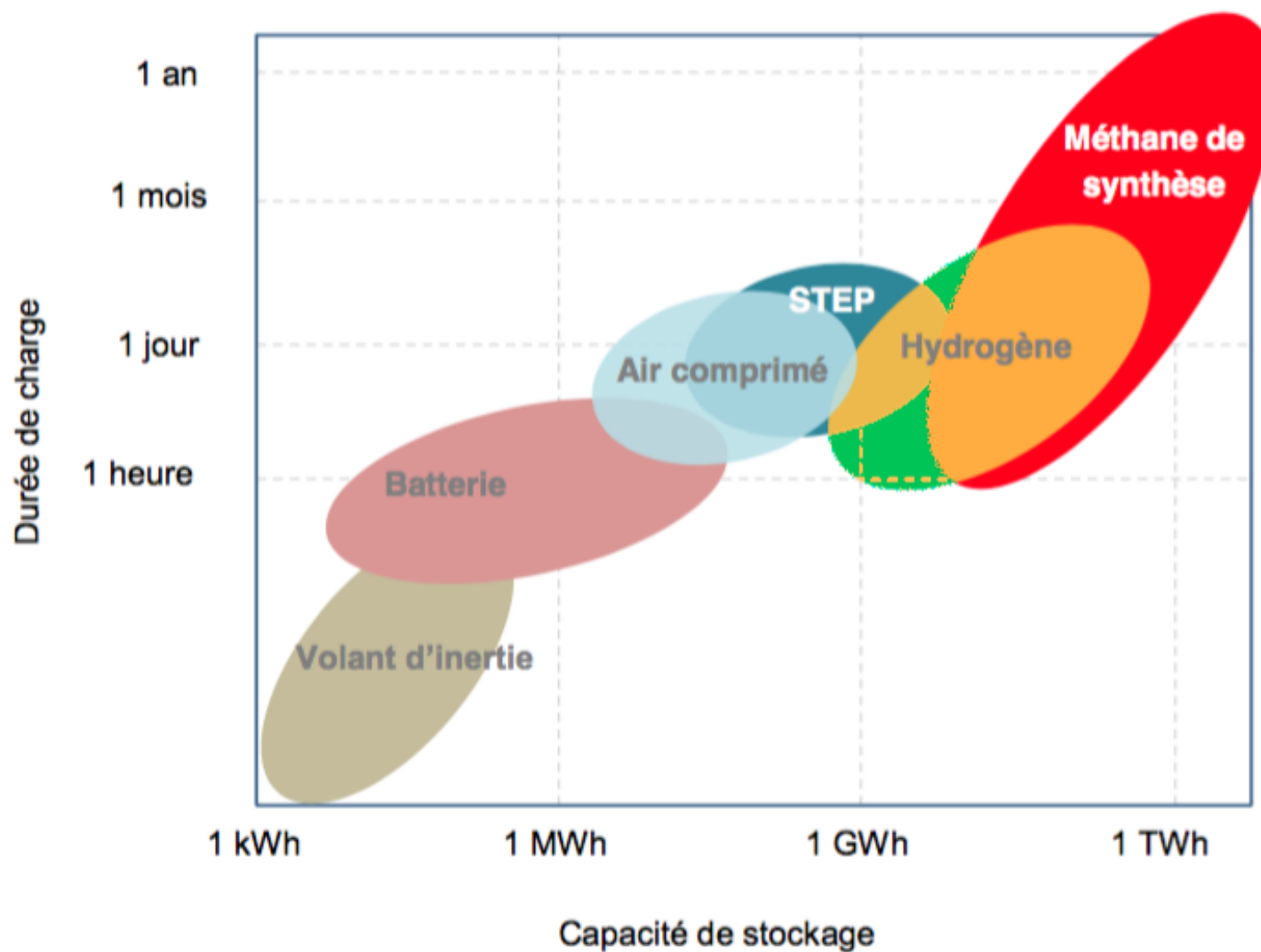




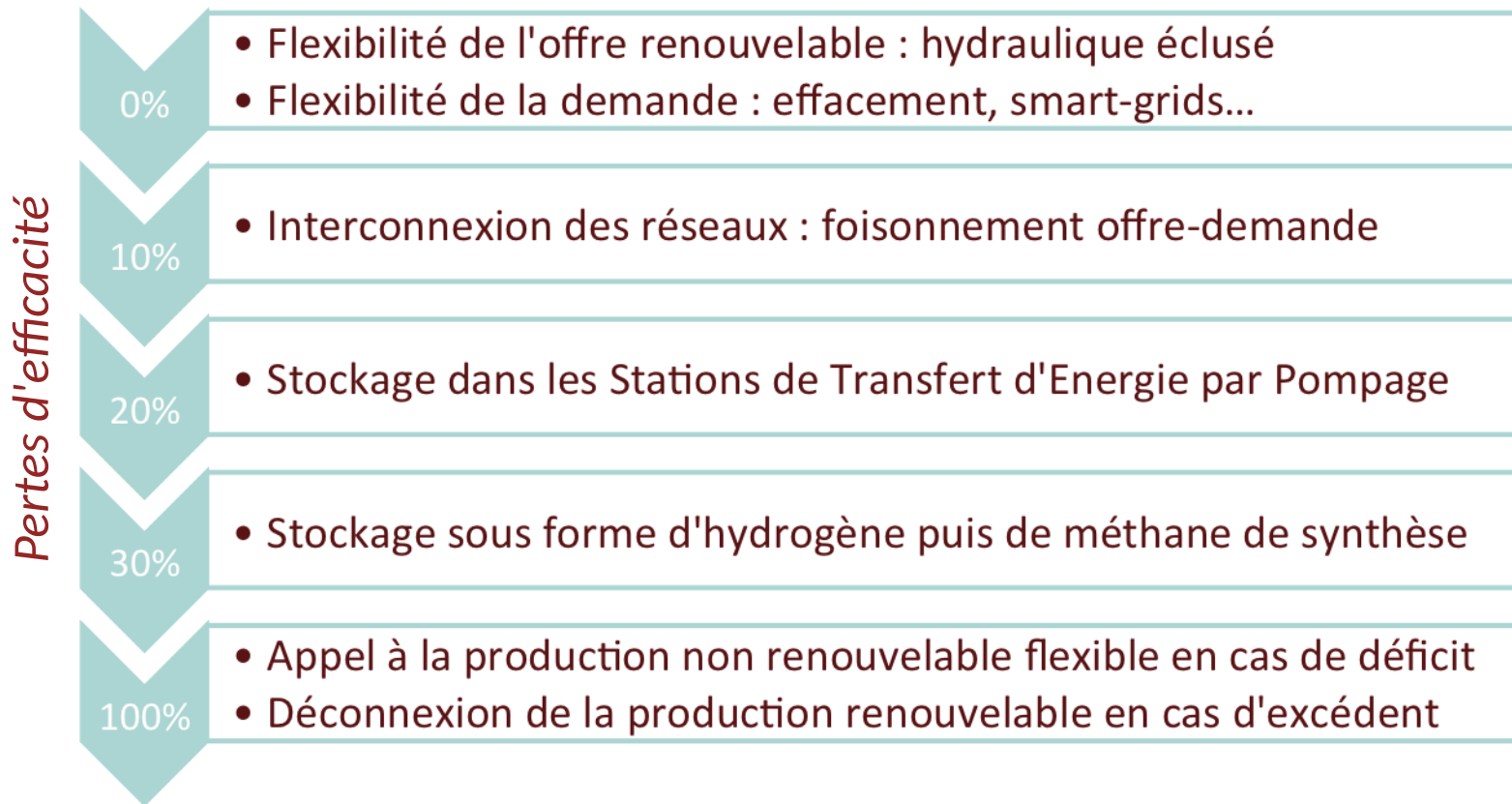
# **Vecteurs, réseaux, équilibres**

---

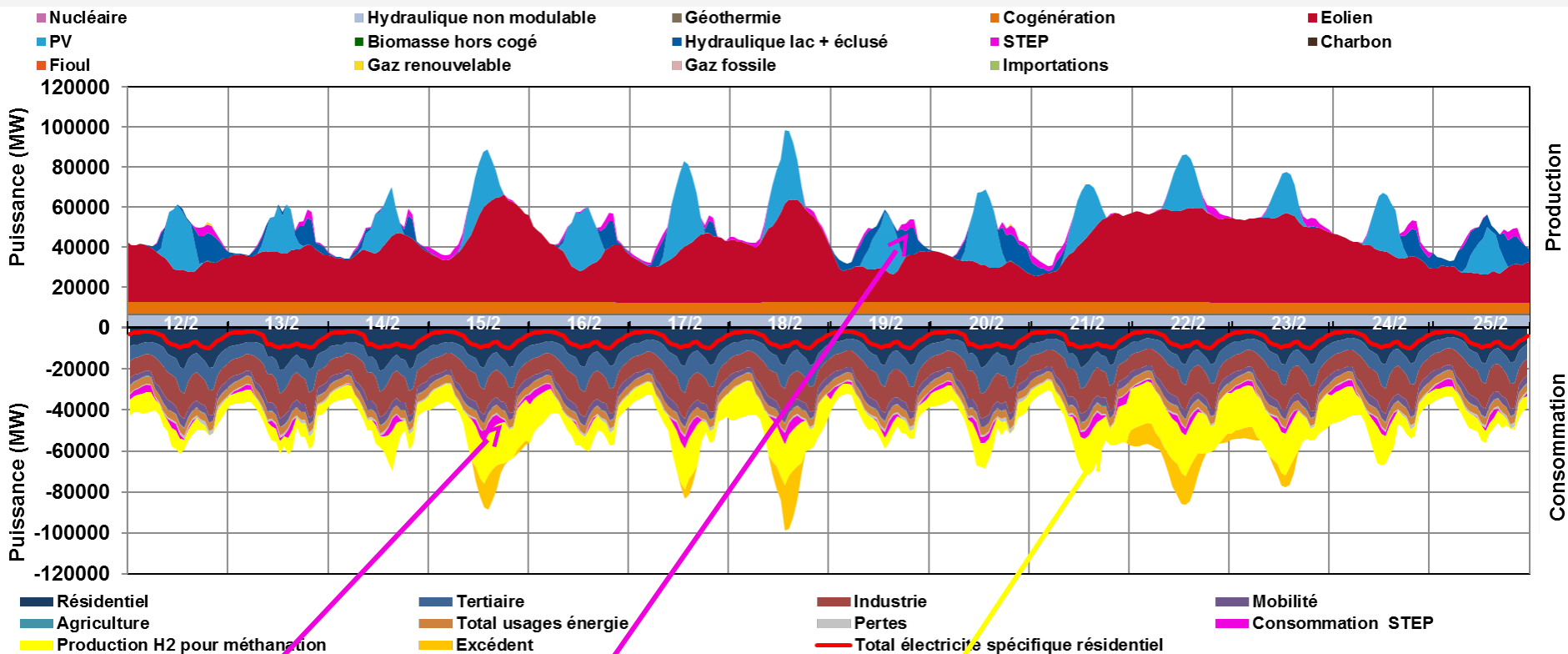
# ↘ Stockage de l'électricité : quelle solution pour quel besoin ?



## Assurer l'équilibre électrique



# ↳ Puissances appelées et fournies au pas horaire



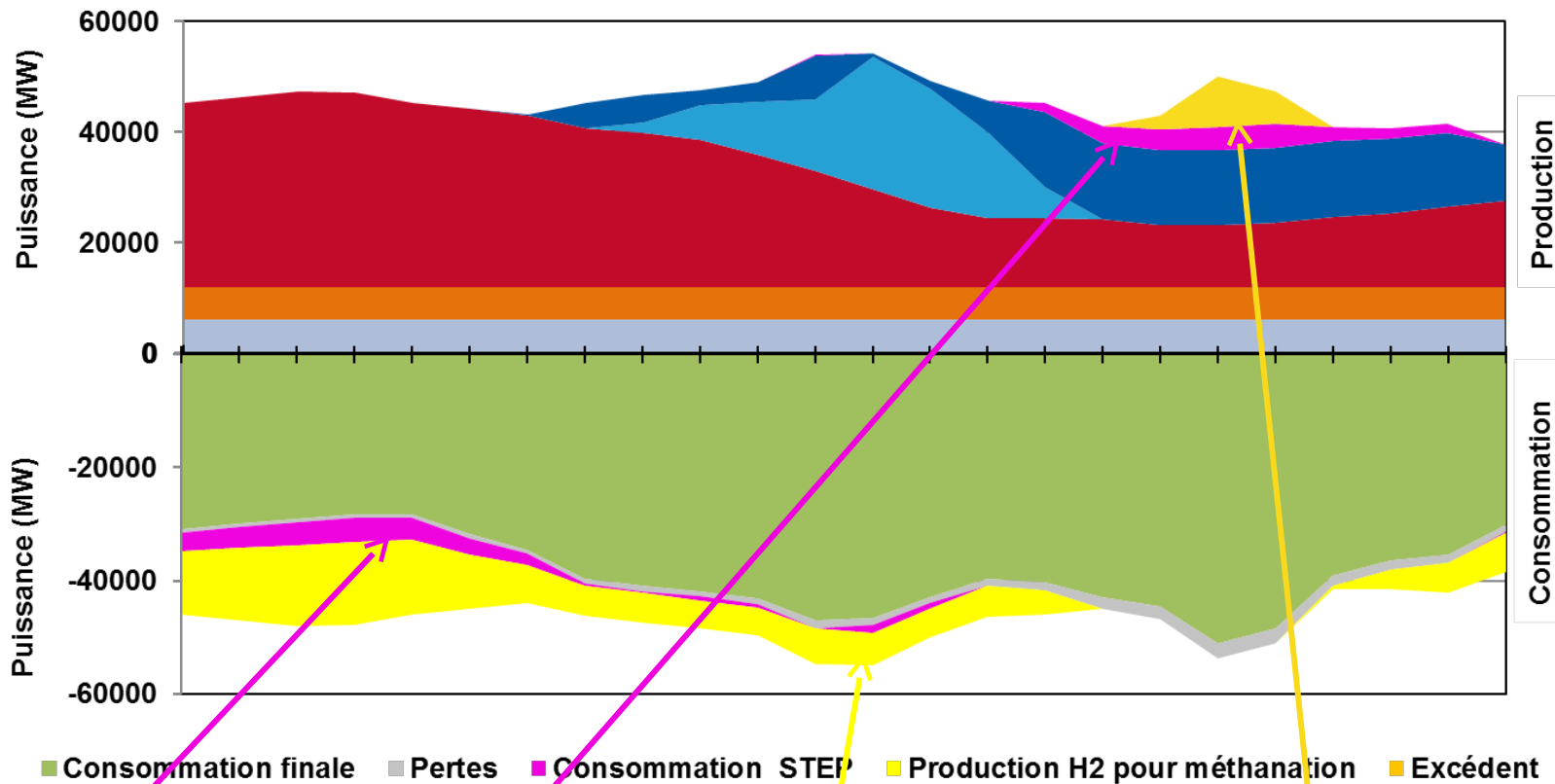
○ Stockage dans les STEP

○ Déstockage des STEP

○ Production d'hydrogène

# ↳ Puissances appelées et fournies au pas horaire

■ Hydraulique non modulable ■ Cogénération ■ Eolien ■ PV ■ Hydraulique modulable ■ STEP ■ Gaz renouvelable



○ Stockage dans les STEP

○ Déstockage des STEP

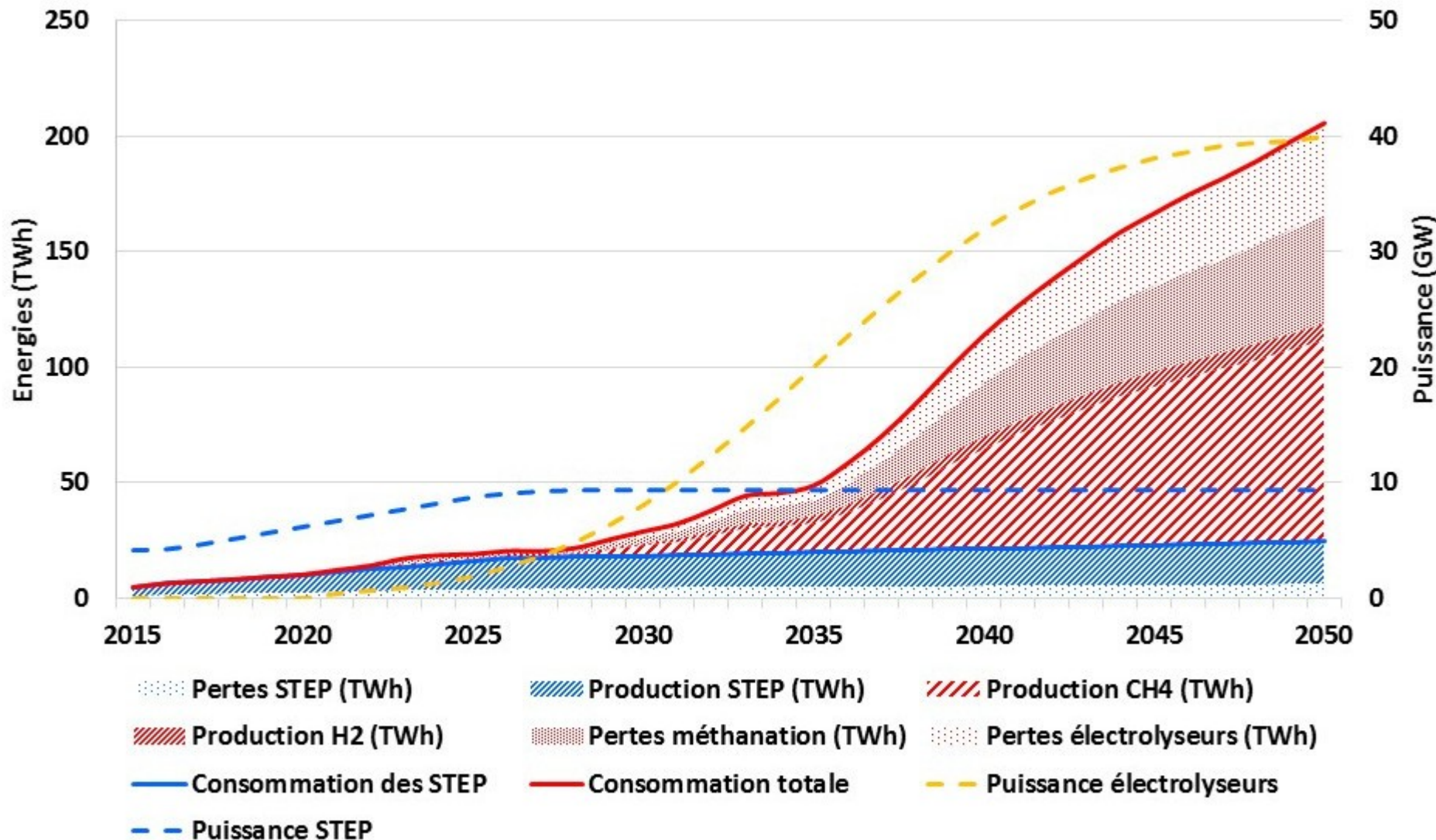
○ Production d'hydrogène

○ Centrales à gaz renouvelable

# Power-to-Gas dans le scénario négaWatt



## Stockage d'électricité





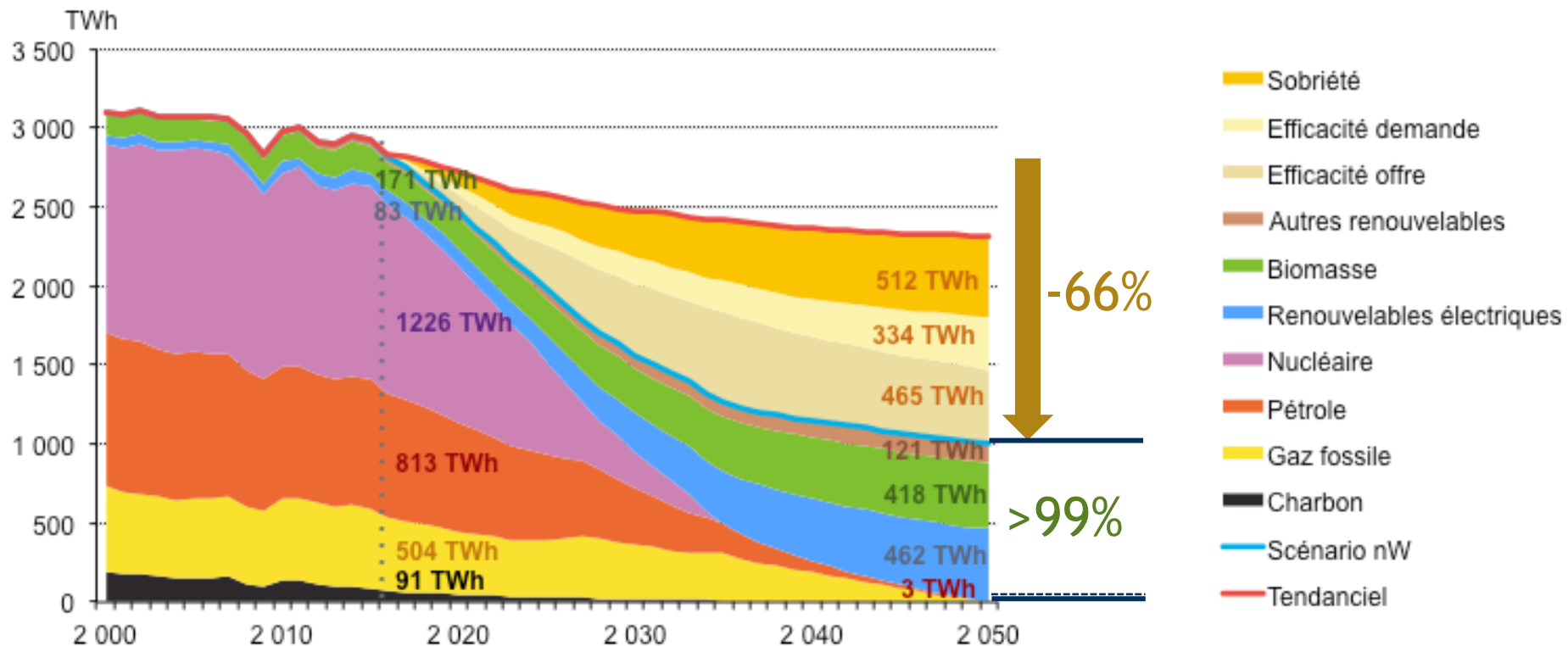
# Bilan énergétique

---

## ➤ Bilan en énergie primaire

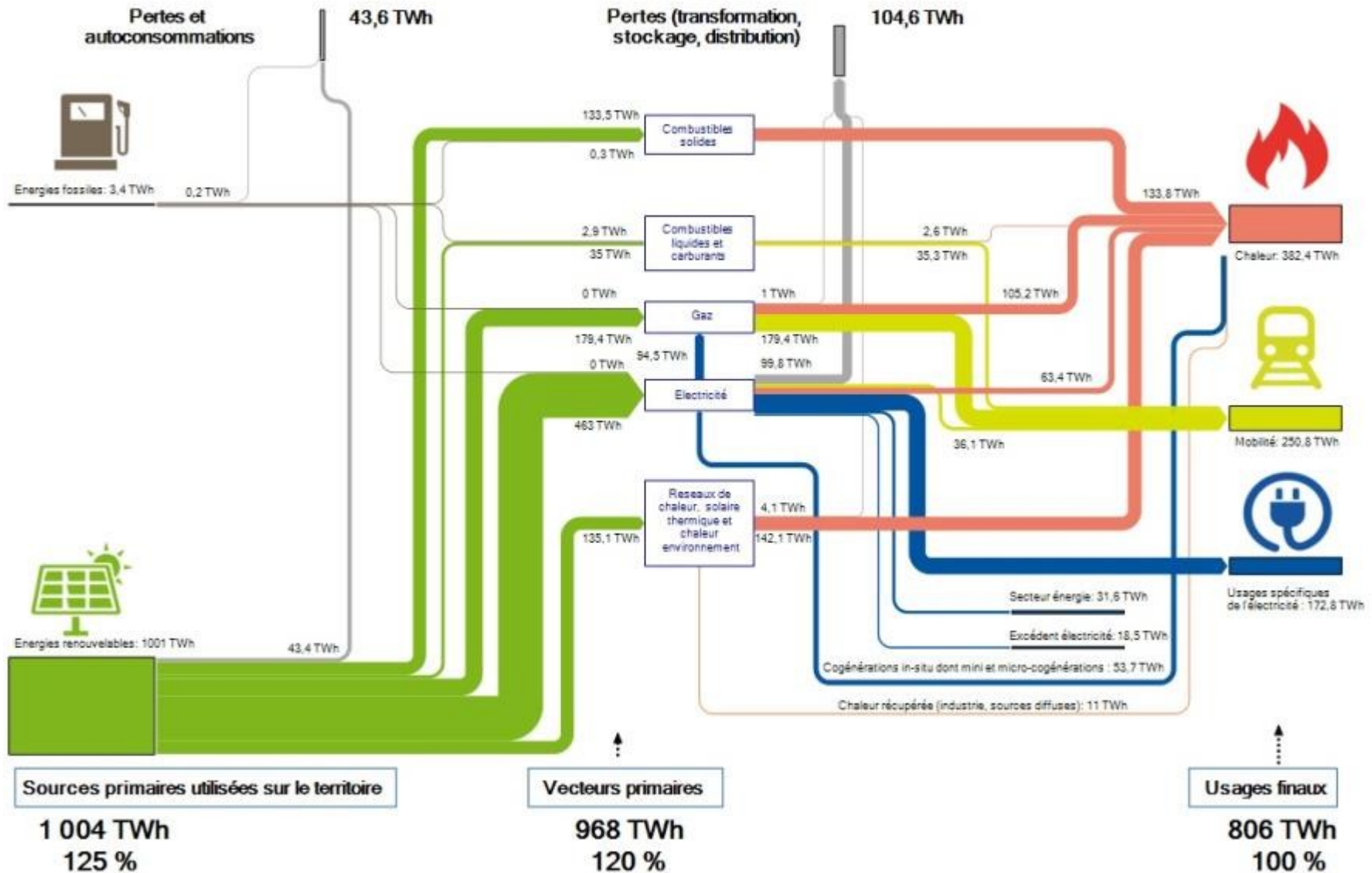


- La réduction de la consommation est clé pour permettre un développement des renouvelables en substitution, et non en addition





# ➤ Bilan énergétique : scénario négaWatt, année 2050





# Scénario négaWatt 2017-2050

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

