Sobriété, négaWatt et avenir énergétique

Thierry SALOMON

Quercy Énergies
Cahors

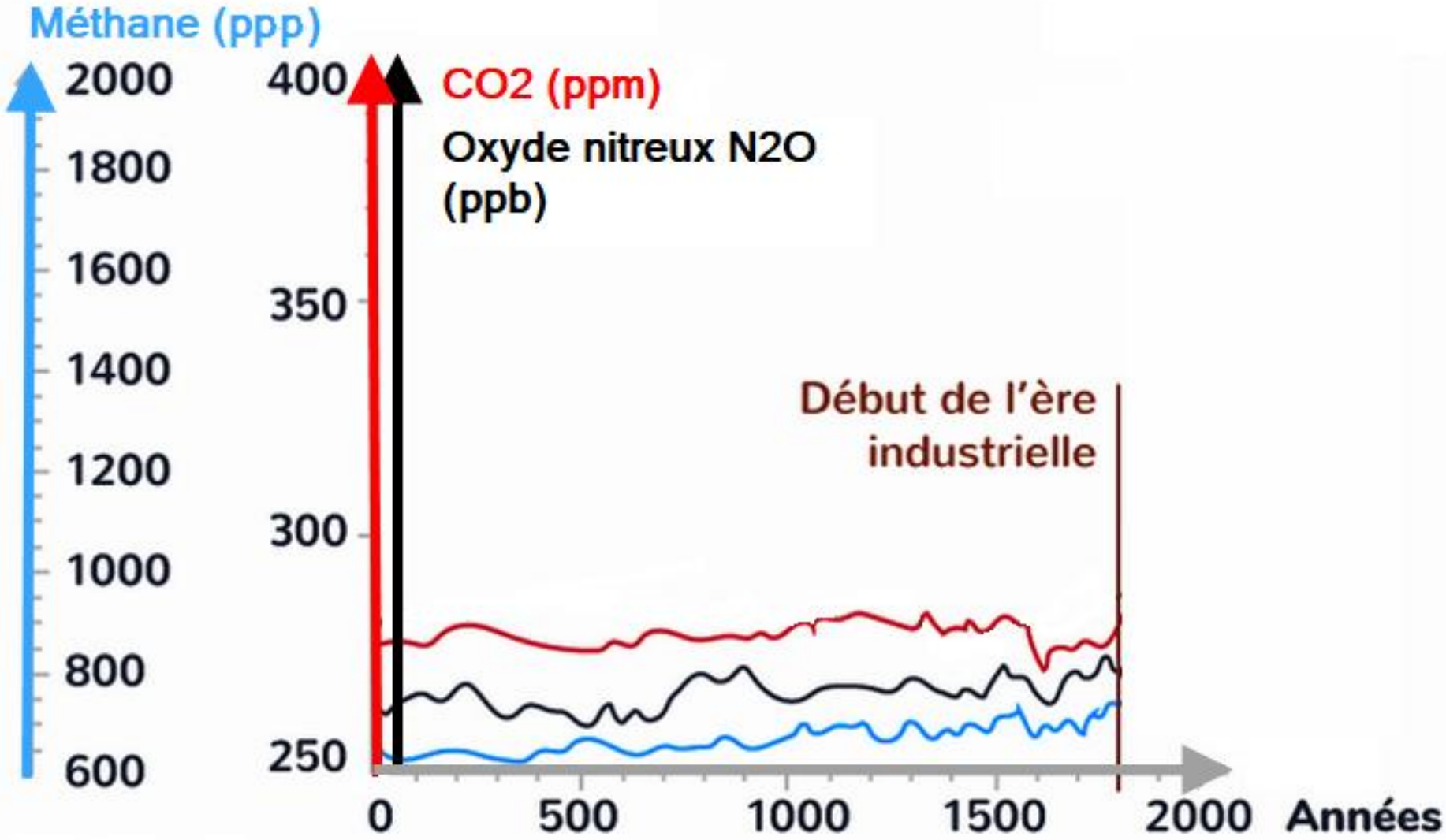
071122b

L’urgence d’agir

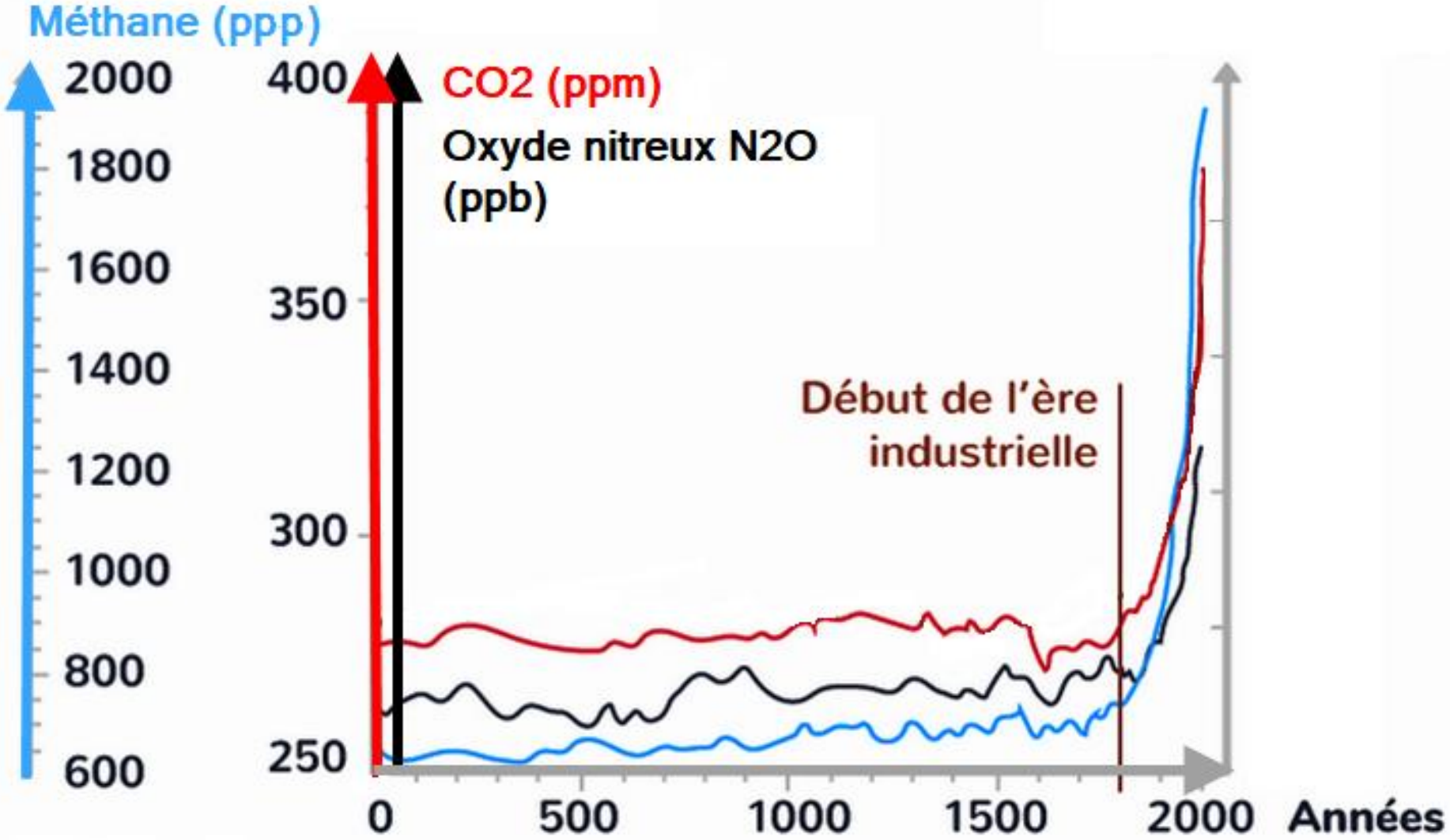
Énergie en France

Démarche négaWatt

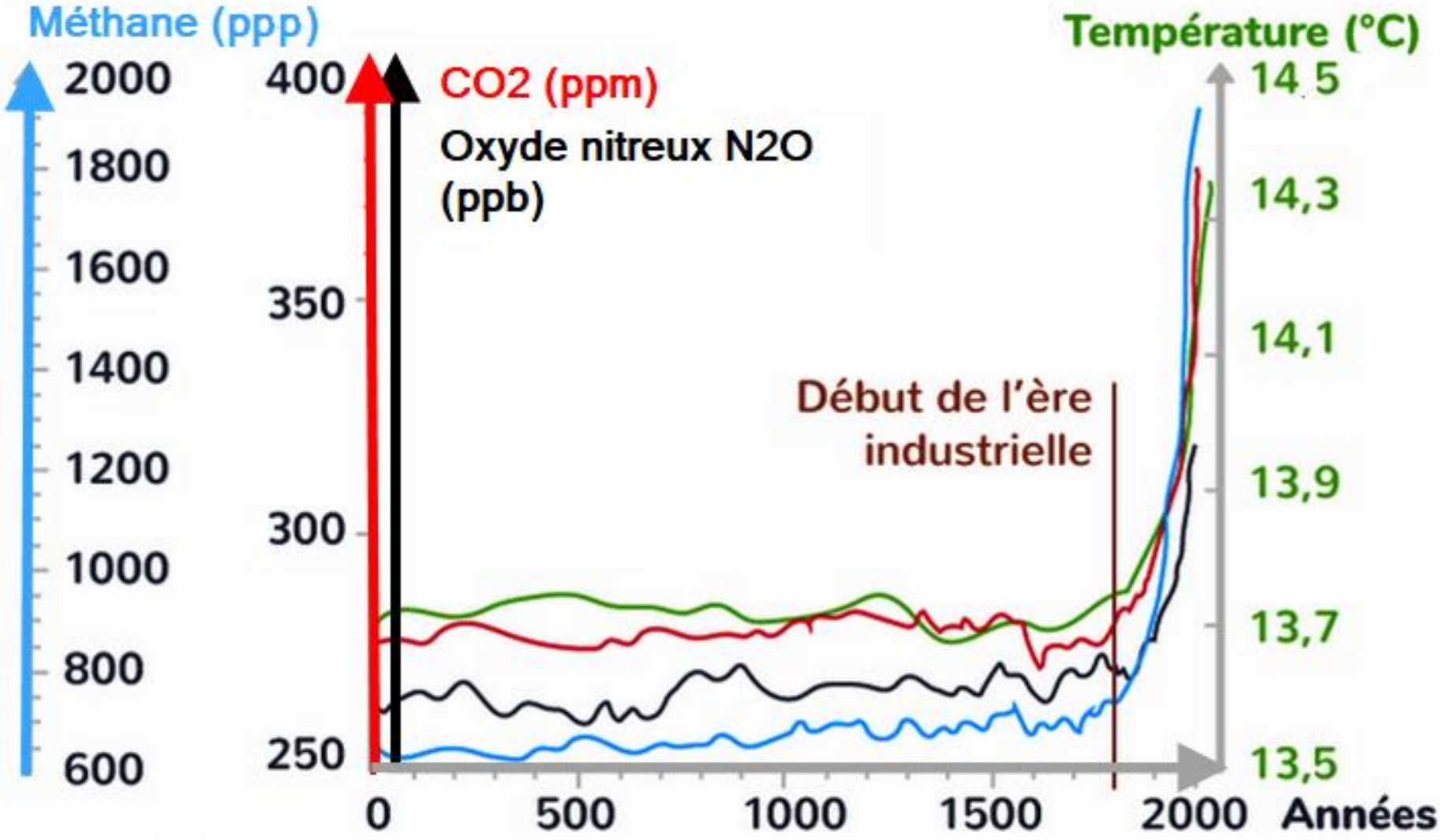
Accélération des gaz à effet de serre et de la température



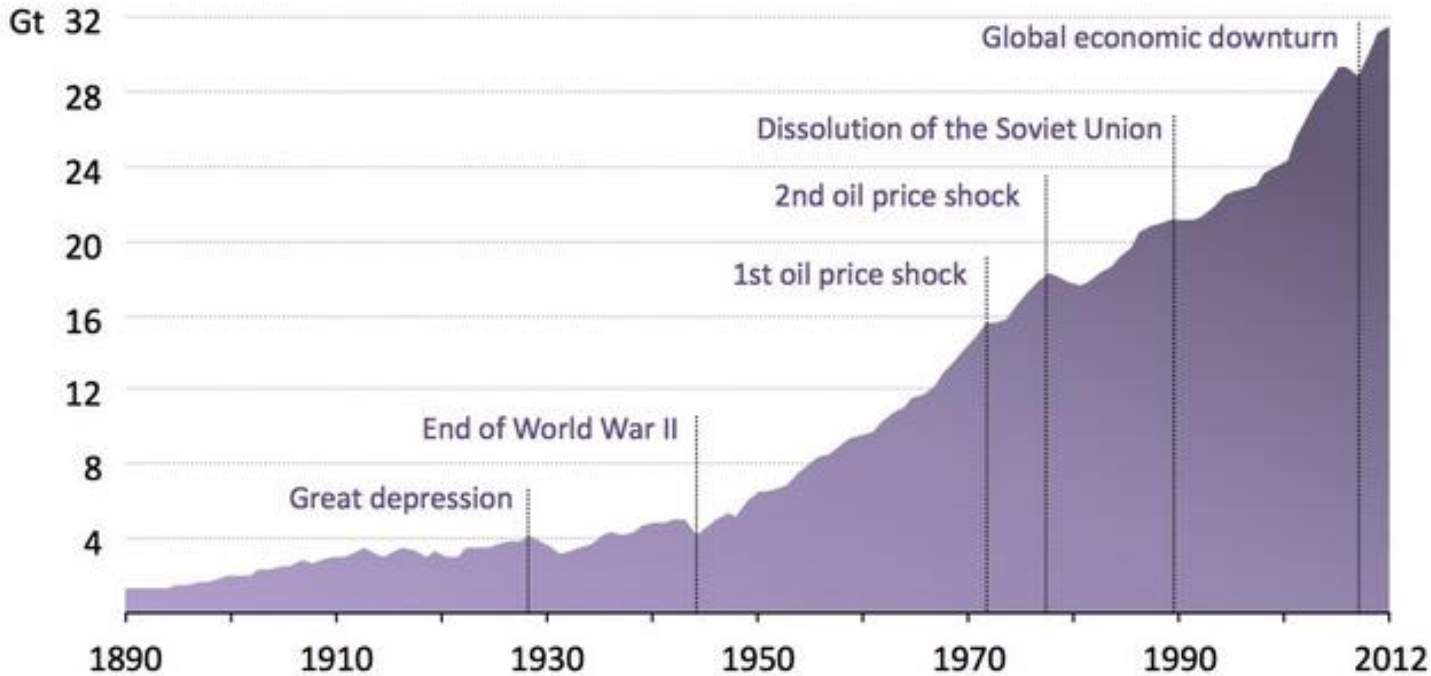
Accélération des gaz à effet de serre et de la température

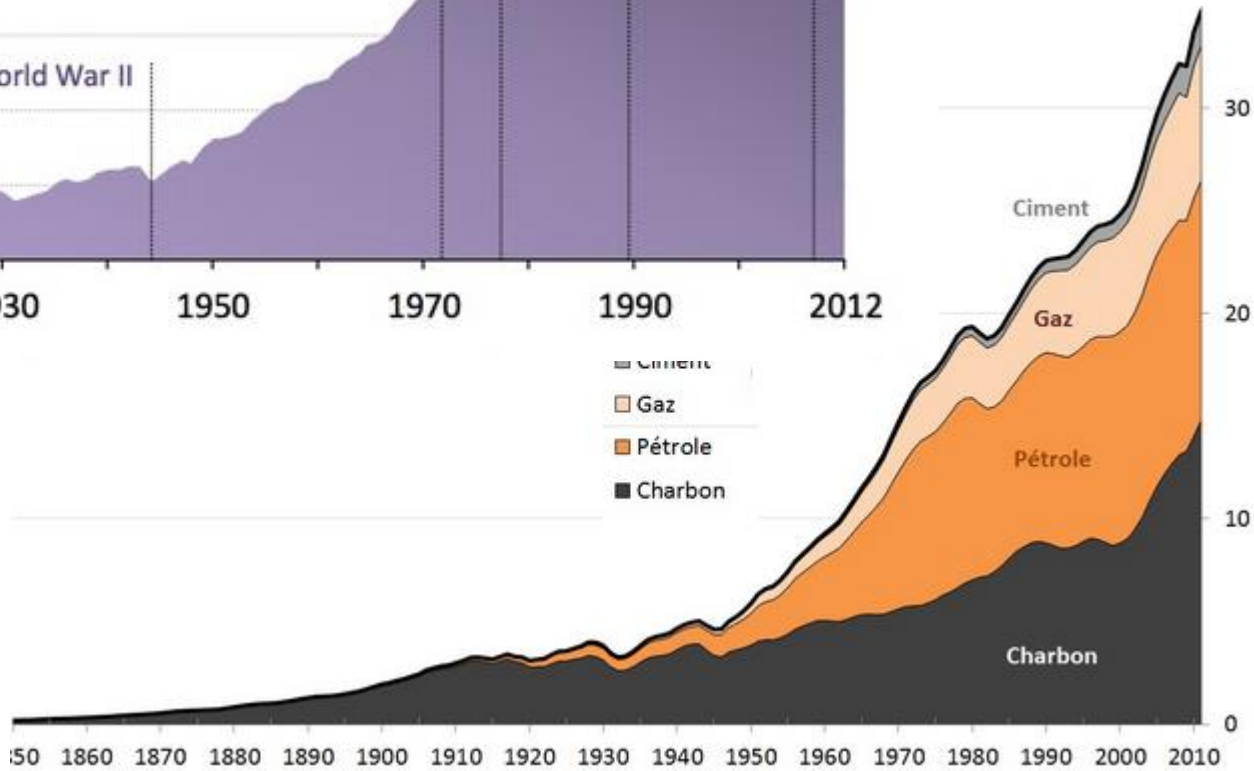


Accélération des gaz à effet de serre et de la température



Historique énergie et CO2





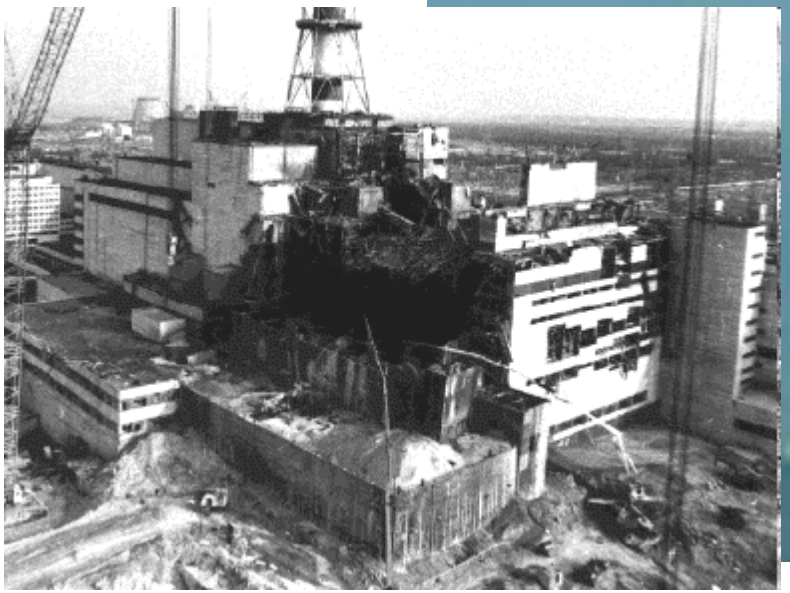
Sécheresse et incendie …

Pollution de l'air énergétique …

Extractivisme à outrance …

Risques et impasse du nucléaire …

- Le nucléaire est-il réellement compatible avec un authentique développement soutenable ?

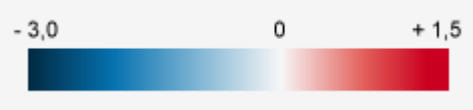


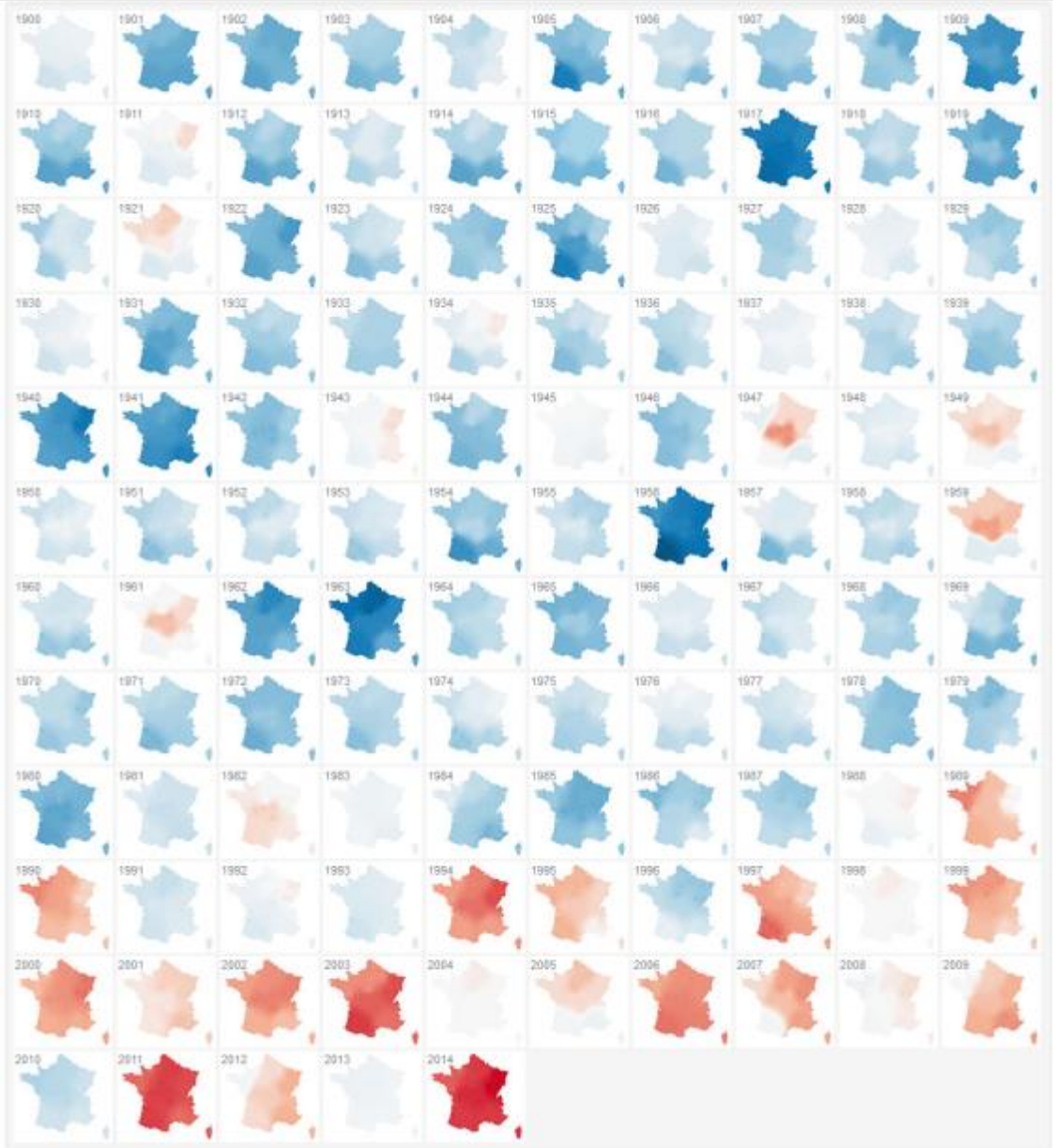
Tchernobyl, 1986

Fukushima, 2011

Canicules à répétition

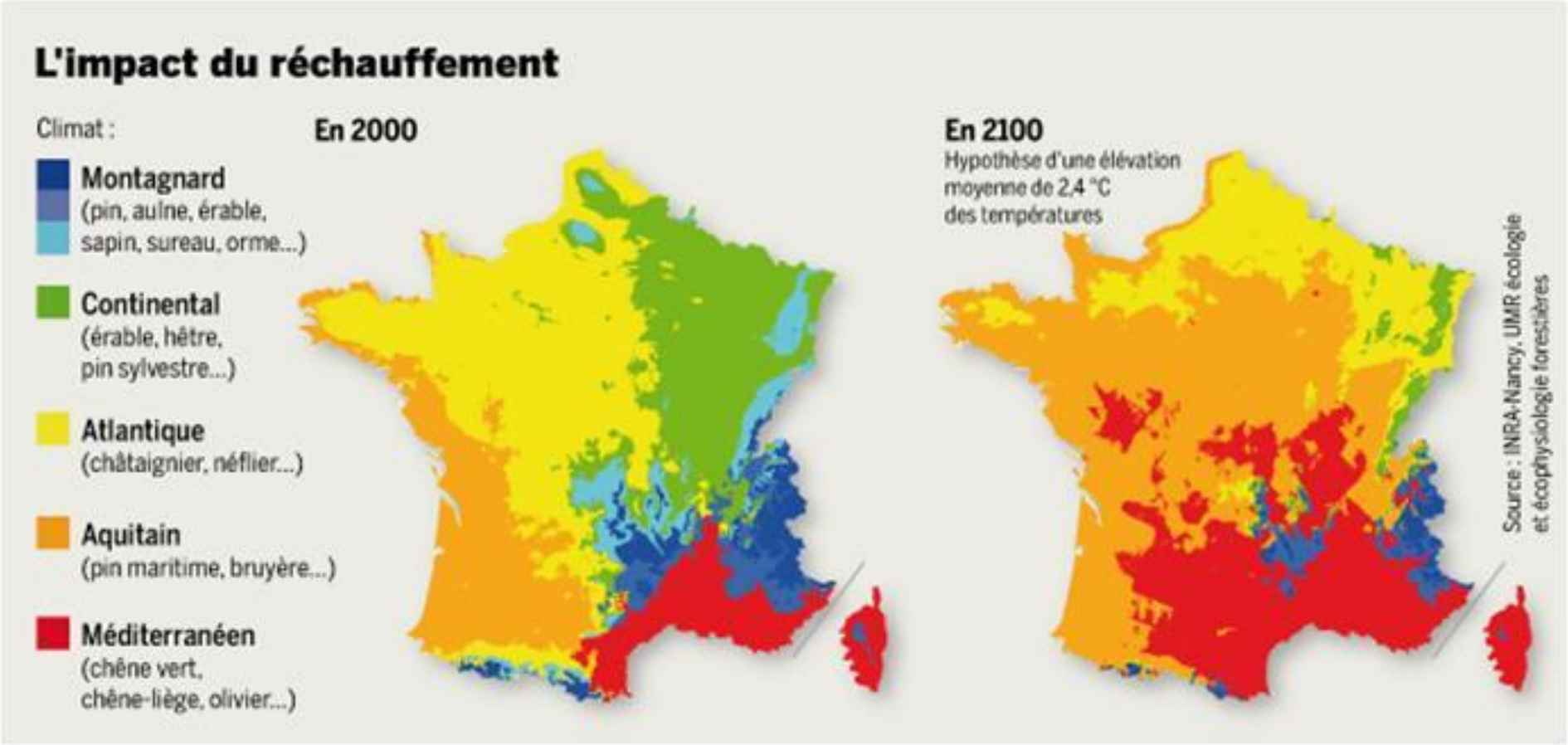
Ecart de température en France par rapport à la normale depuis 1900 jusqu'à 2014 …



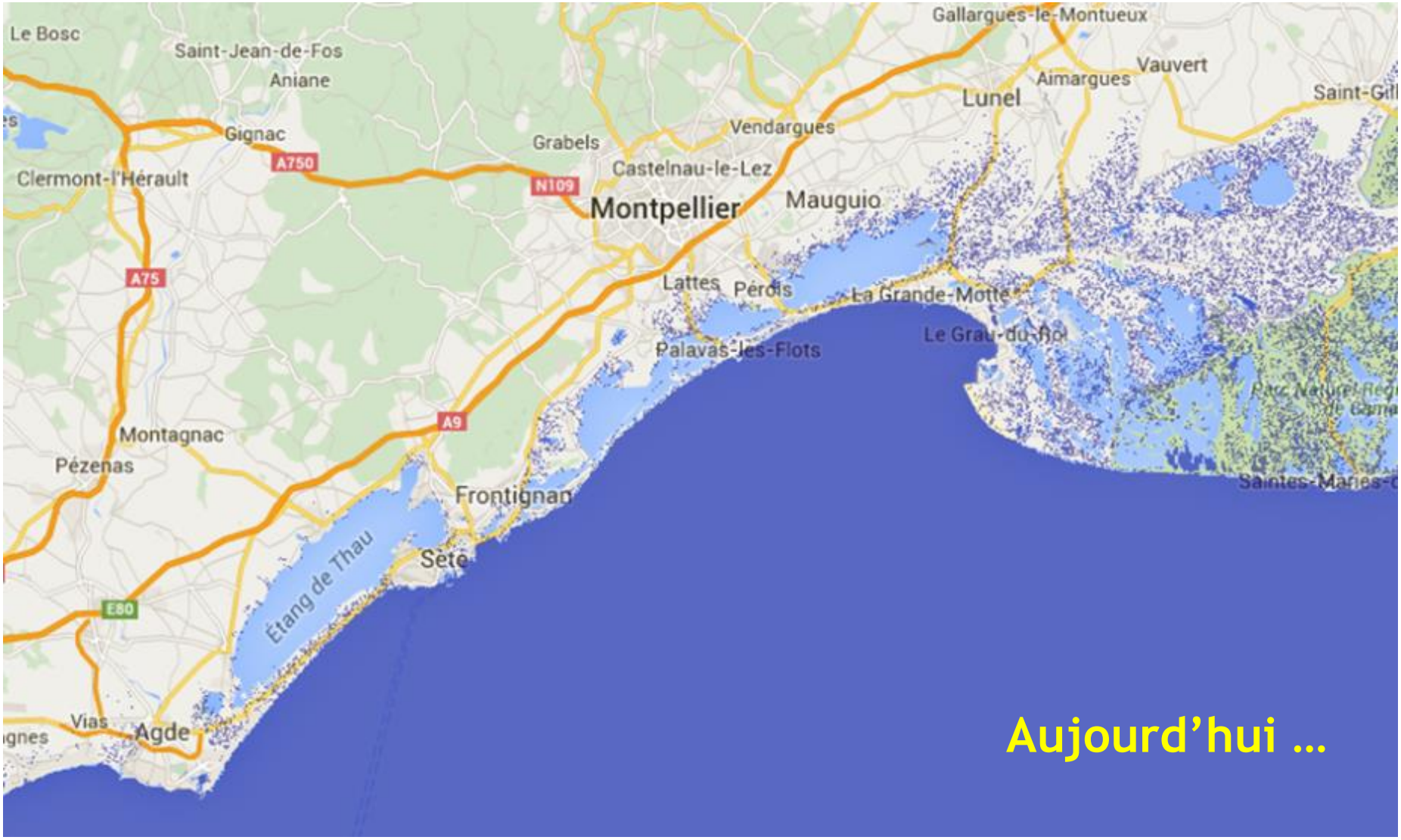


LeMonde.fr

Une biodiversité bouleversée

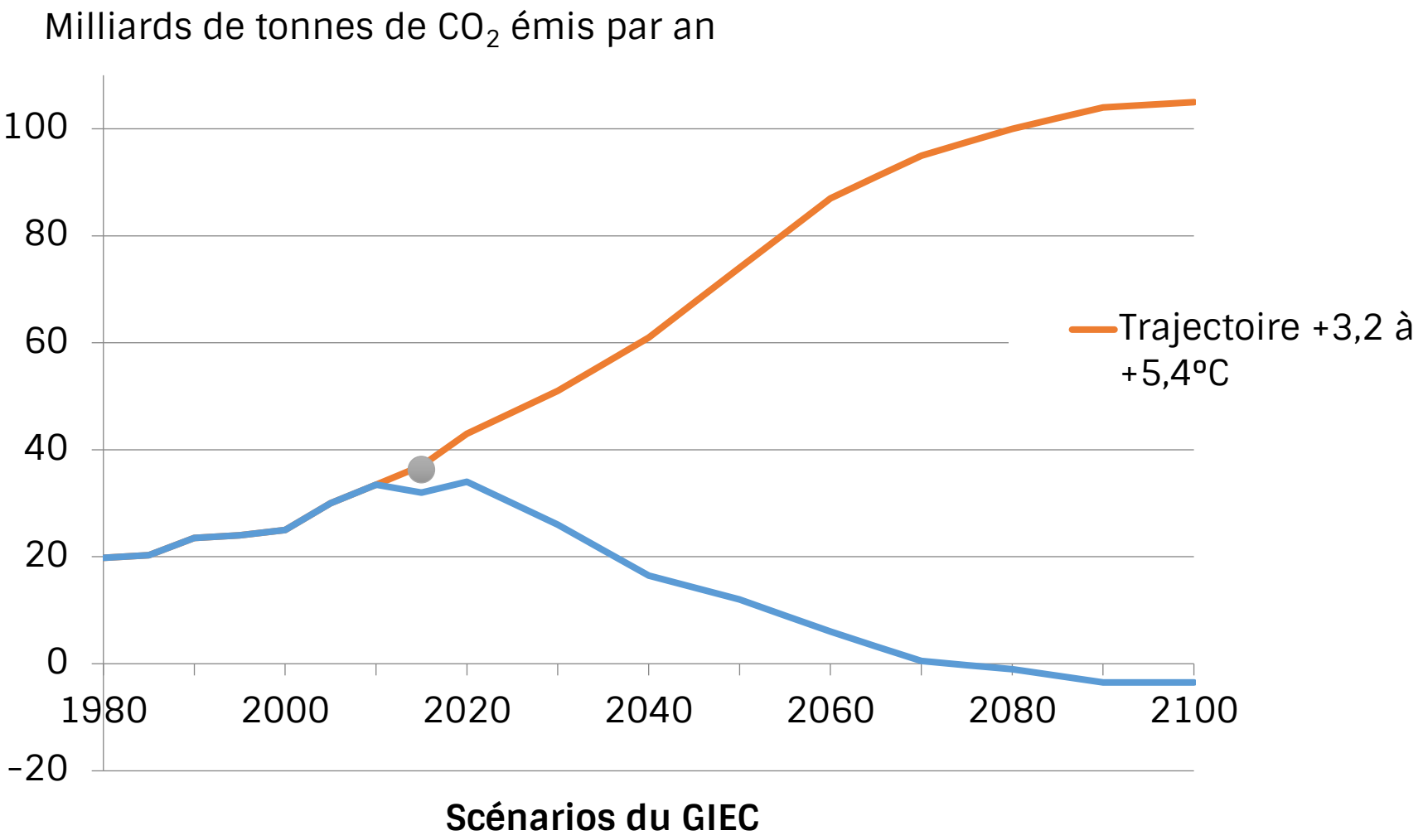


Elévation du niveau de la mer



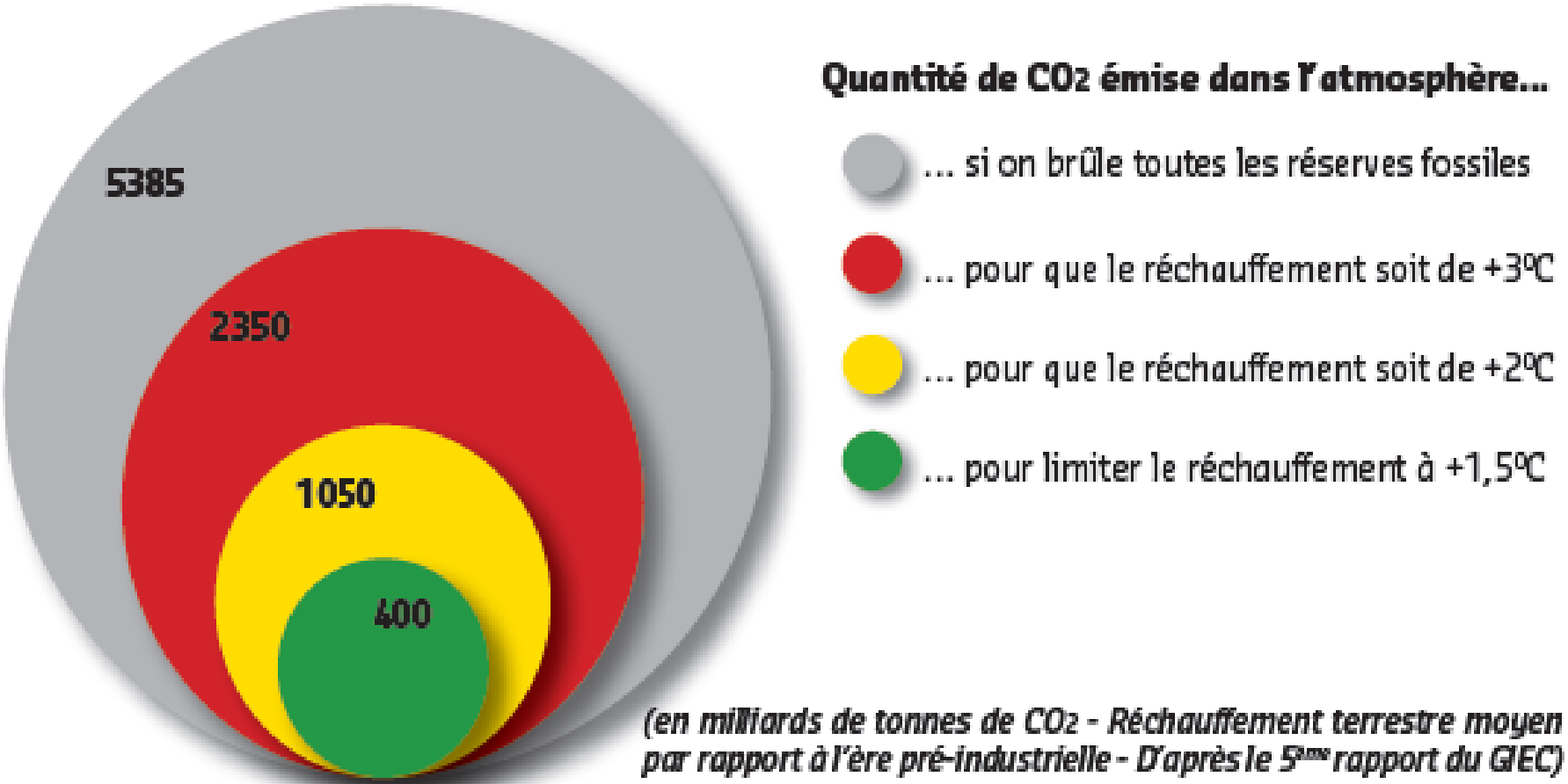
Elévation du niveau de la mer

Urgence climatique



Source : GIEC

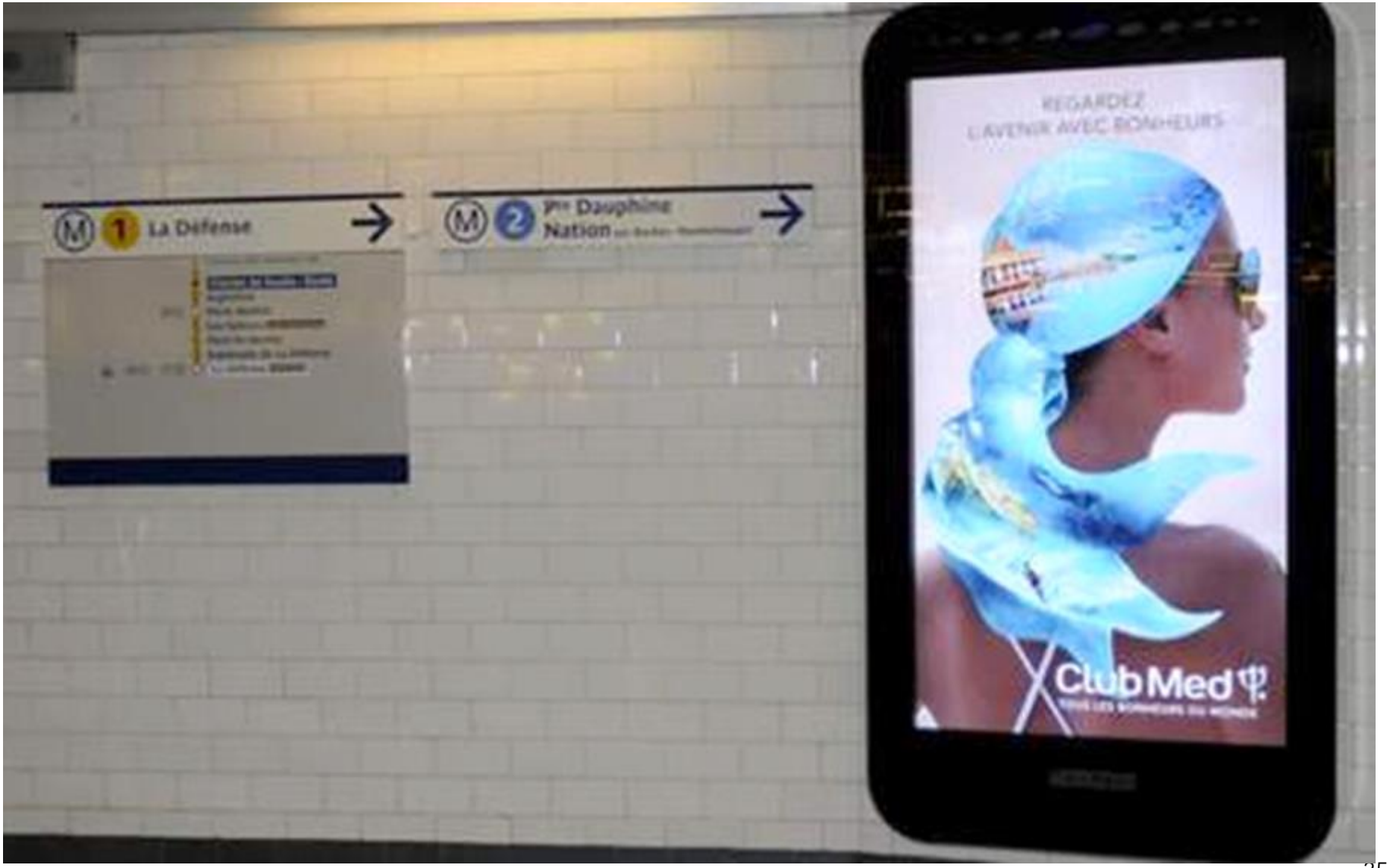
L'enjeu mondial sur le carbone



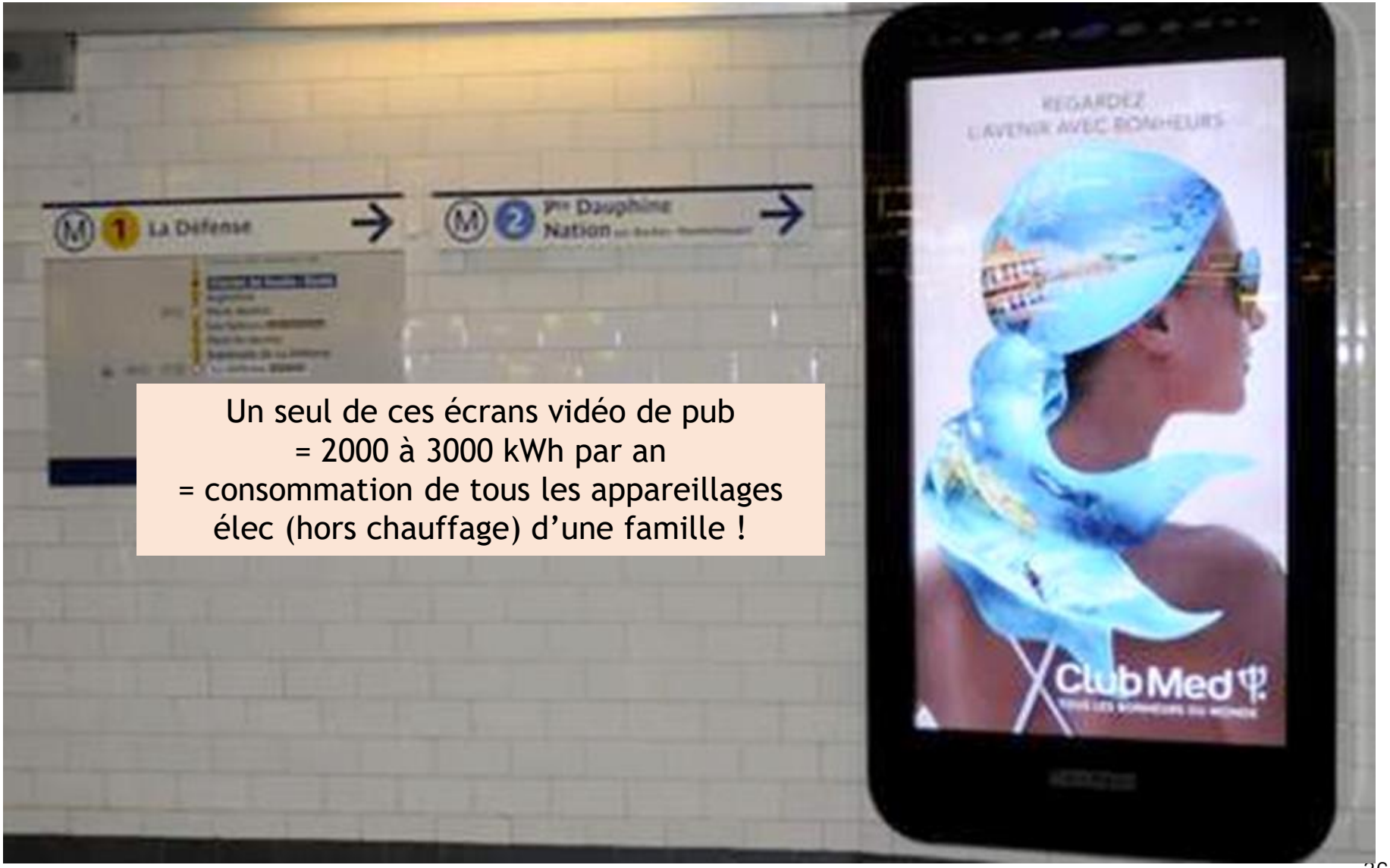
Sobriété ou ébriété énergétique ?

Crédit photo : wfeiden

Sobriété ou ébriété énergétique ?



Sobriété ou ébriété énergétique ?



Un seul de ces écrans vidéo de pub
= 2000 à 3000 kWh par an
= consommation de tous les appareillages élec (hors chauffage) d'une famille !

Sobriété ou ébriété énergétique ?

Derrière un innocent clic …

“Notre maison brûle…”

… et en pyromanes, nous contemplons l’incendie et l’extincteur

Urgence climatique

Inégalités croissantes

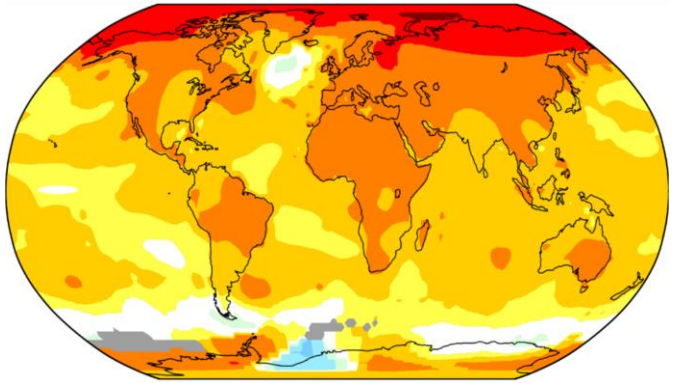
Effondrement de la biodiversité

Vulnérabilité des sociétés

Tensions géopolitiques

Démocratie menacée

Atteintes à la santé



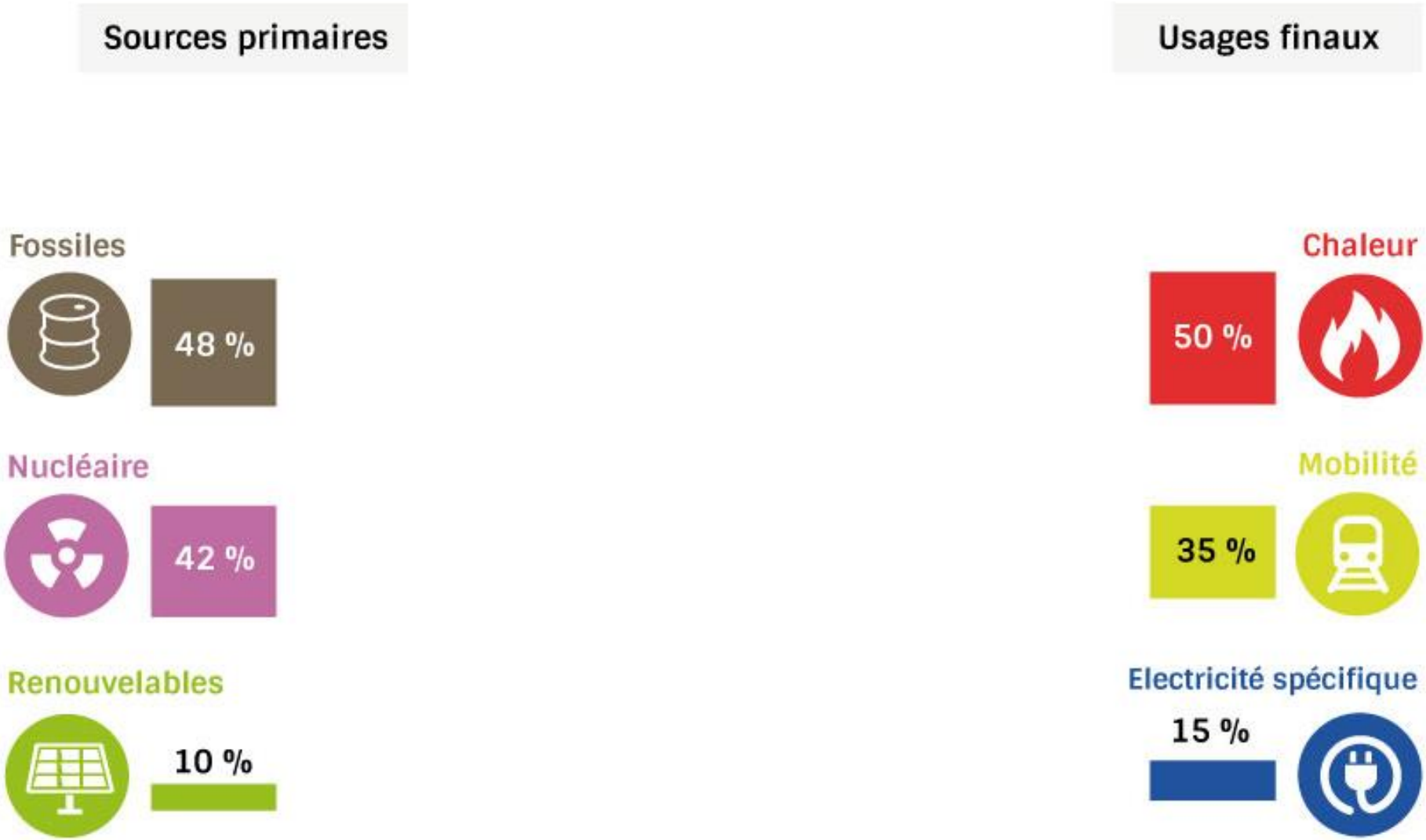
Alors,
que faire sur
notre unique
et solitaire
planète ?

Unique, sûrement.
Mais solitaire, vraiment ?

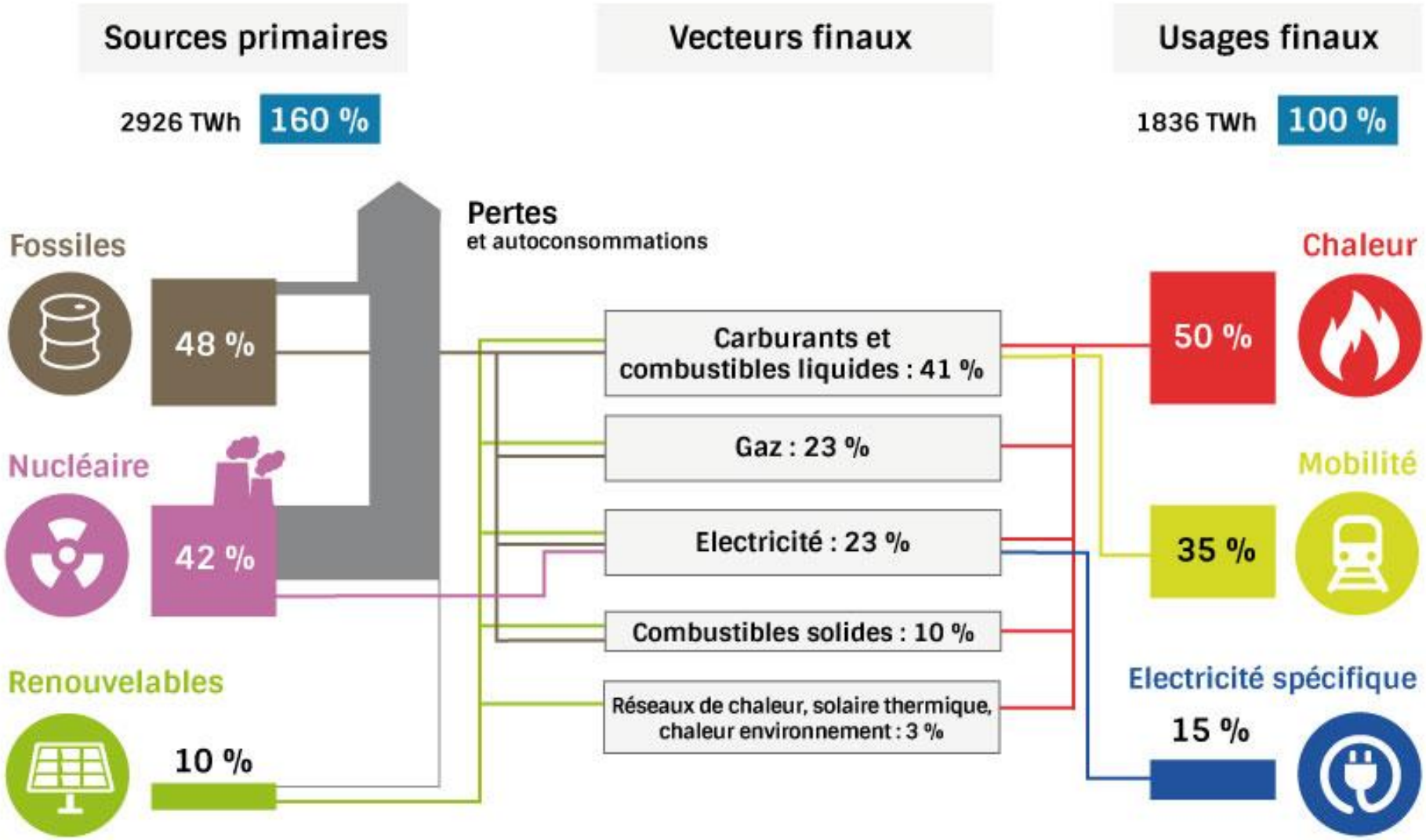
Le soleil est le carburant de toute vie sur Terre, nous offrant

Énergie en France

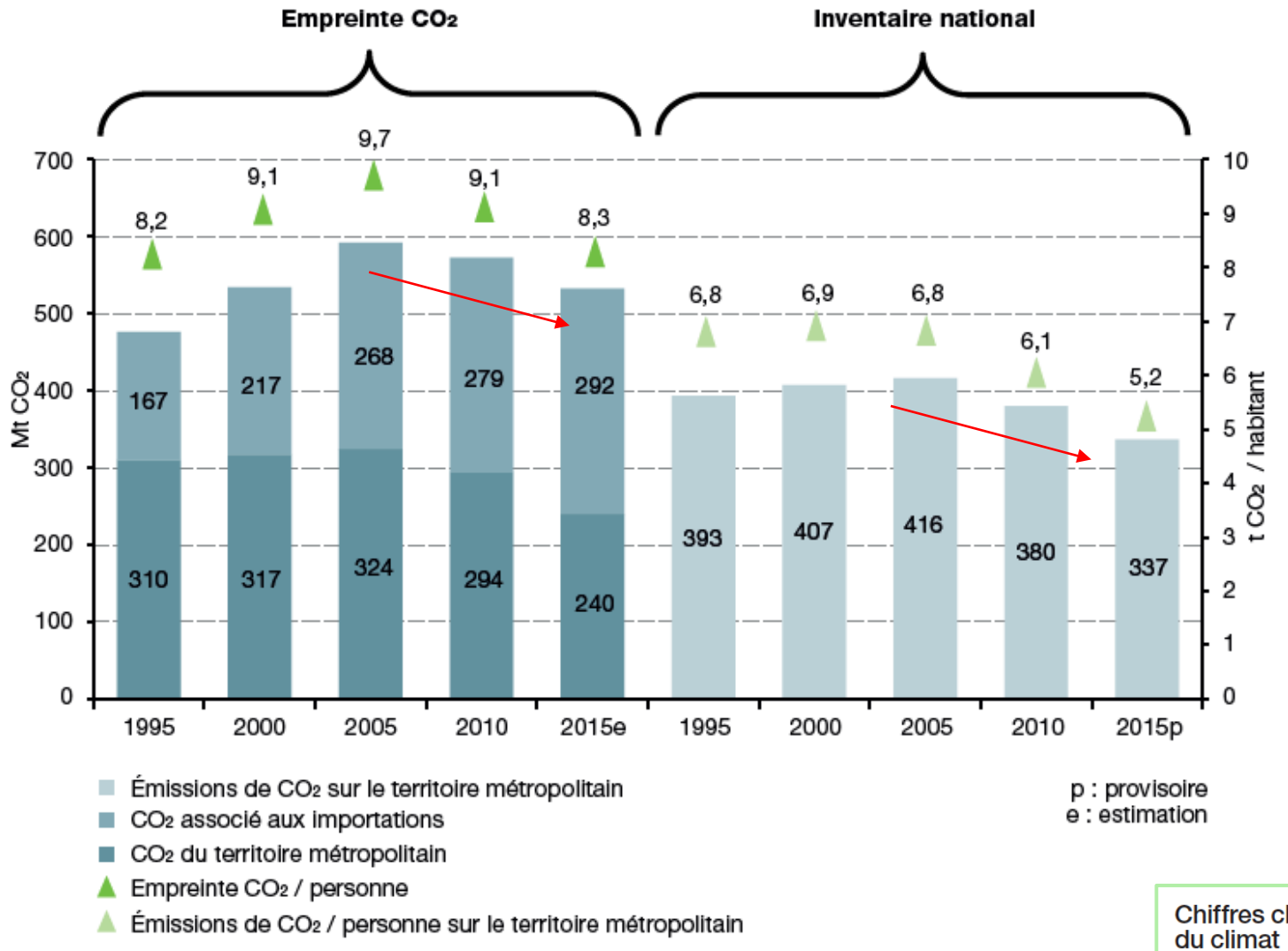
Des usages aux ressources primaires



Des usages aux ressources primaires



8,3 tonnes de CO2 émises par an …

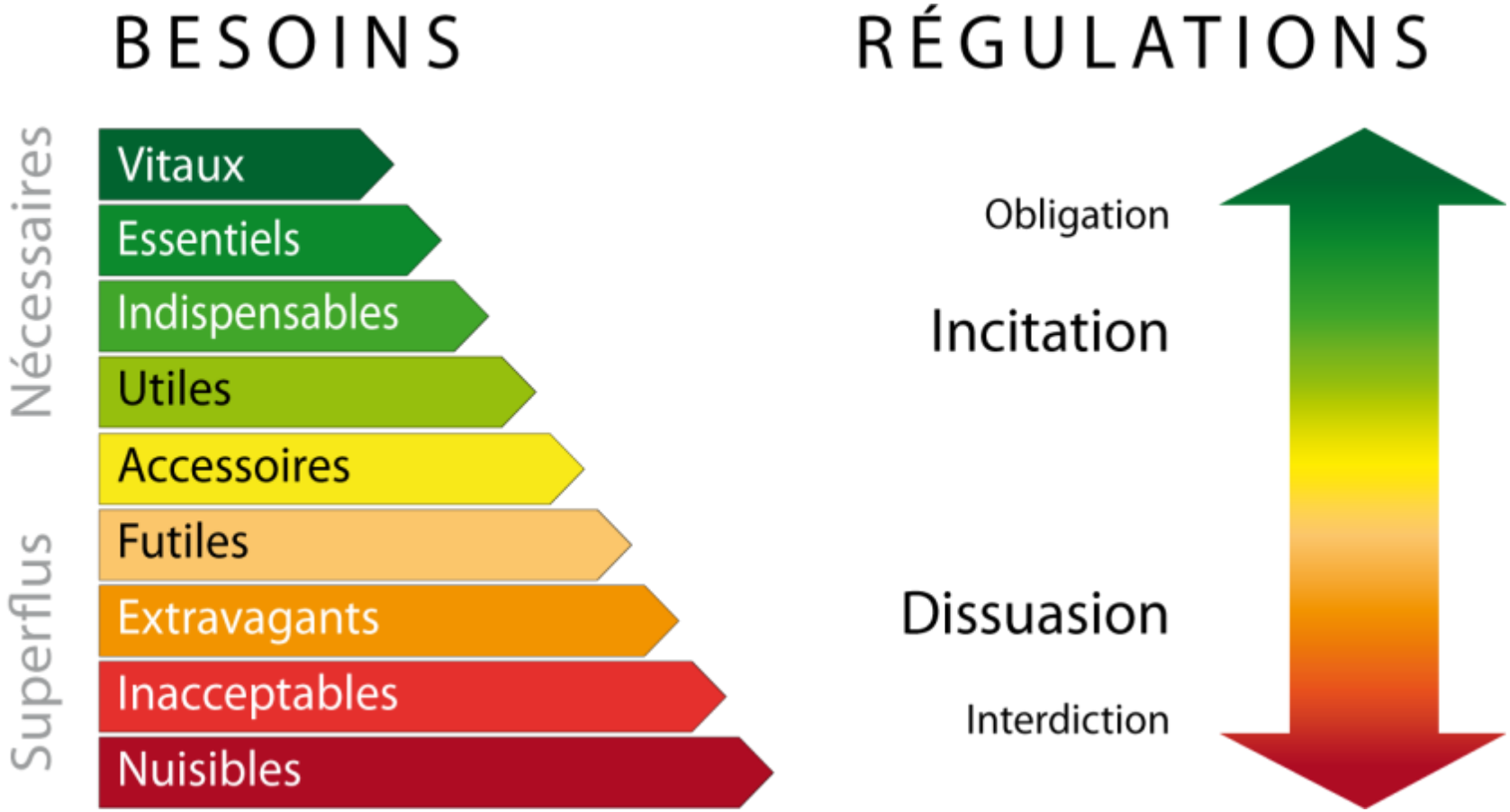


Source : *SoeS d'après Citepa, Eurostat, Insee, Douanes, AIE, 2016*

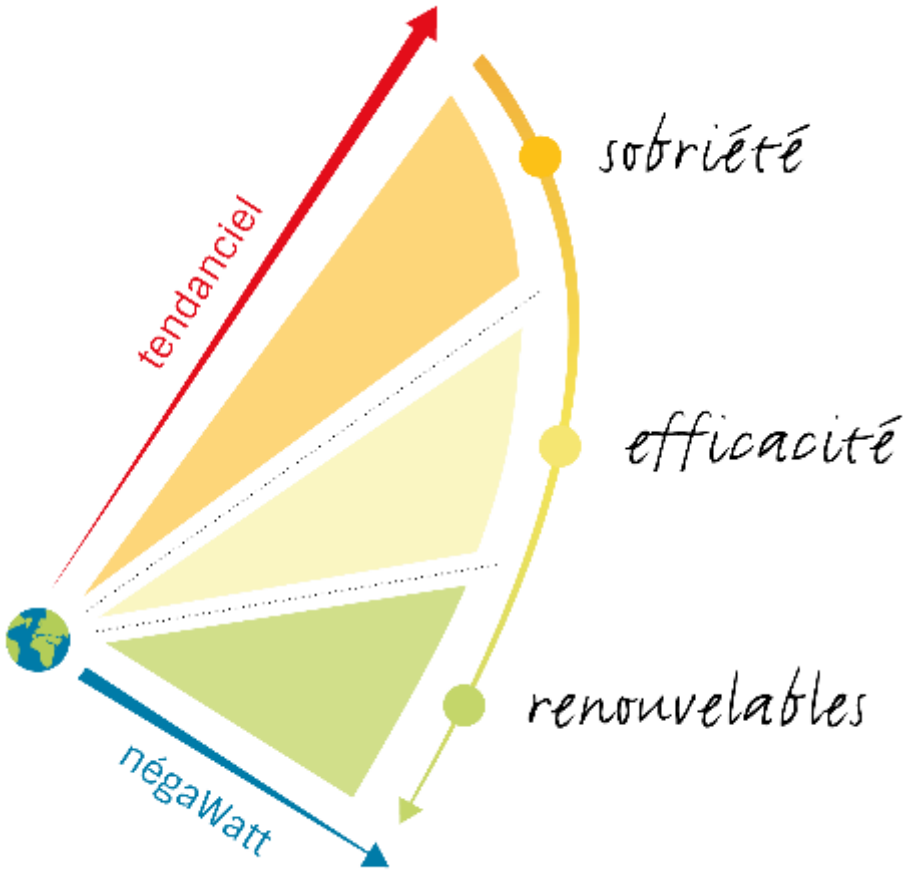
Chiffres clés du climat
France et Monde
EDITION 2017

La démarche négaWatt

L'urgence d'un nouveau regard sur nos besoins



La trilogie de la démarche négaWatt



Prioriser les besoins énergétiques essentiels

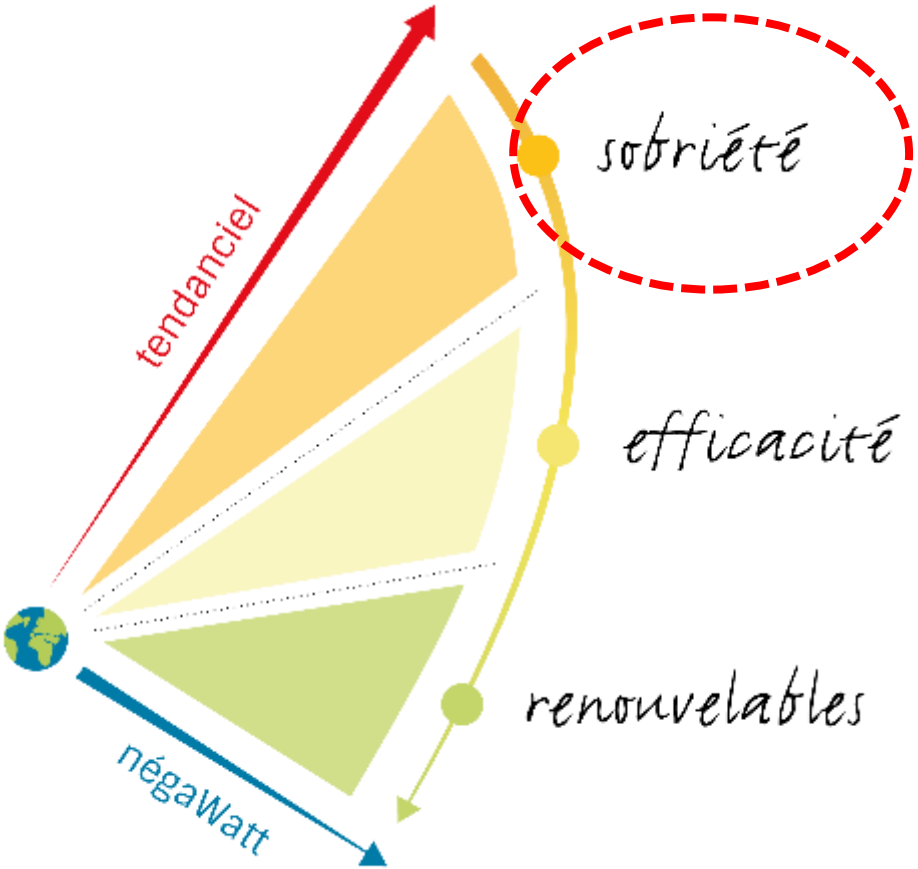
Réduire la quantité d'énergie nécessaire à la satisfaction d'un même besoin

Demande d'énergie

Privilégier les énergies renouvelables

Production

Les trois sobriétés ...



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

50% SALE 50%
50% SALE 50%

F-PCLF
© F. Cabrol

Les trois sobriétés

1

Sobriété dimensionnelle

Taille, juste dimensionnement

Exemples :

- Surface chauffée non ou mal utilisée
- Poids excessif des voitures urbaines

Les trois sobriétés

1 **Sobriété dimensionnelle** — Taille, juste dimensionnement

2 **Sobriété d'usage** — Niveau et durée d'utilisation et d'exploitation

Exemples :

- Arrêt des appareils inutiles
- Vitesse excessive
- Éclairage inutile ou trop fort

Les trois sobriétés

1 **Sobriété dimensionnelle** — Taille, juste dimensionnement

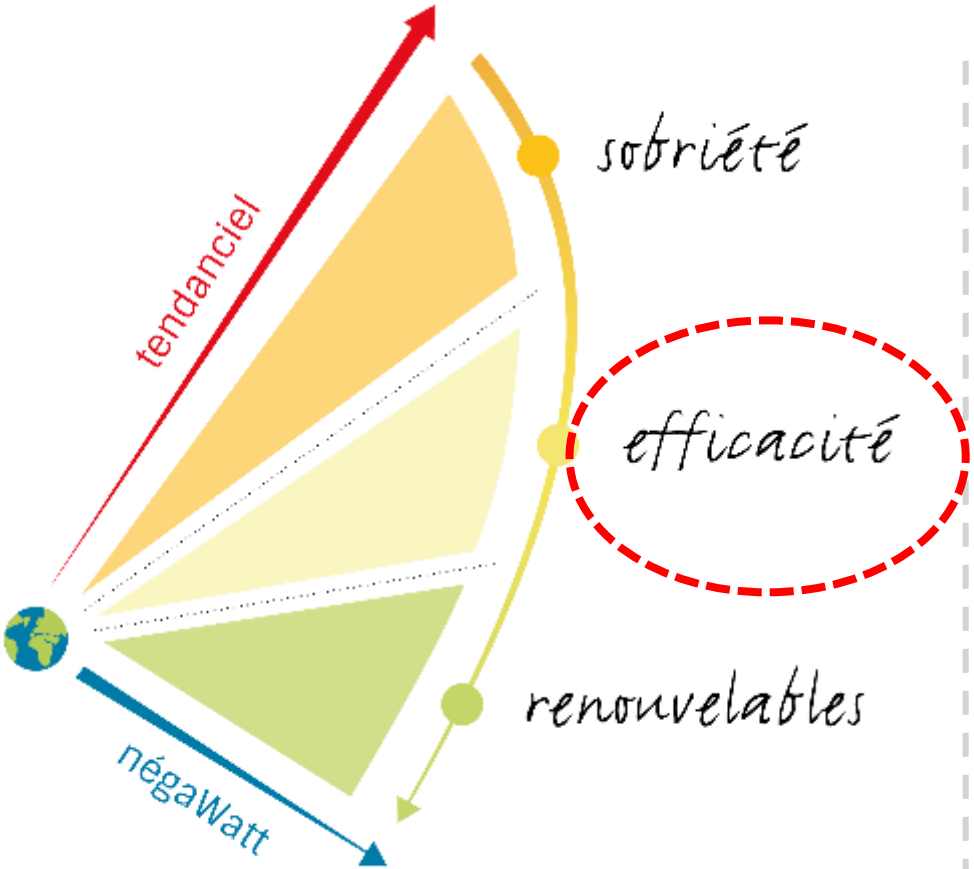
2 **Sobriété d'usage** — Niveau et durée d'utilisation et d'exploitation

3 **Sobriété de mutualisation** — Organisation collective du territoire et de l'urbanisme, mutualisation

Exemples :

- Habitat collectif
- Transports en commun

Les quatre efficacités ...



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

Les quatre efficacités

1

Efficacité à la construction/ fabrication

Énergie grise

Optimisation énergétique en amont et en aval de l'utilisation

- Exemple : construction en bois

Crédit photo : Menuiserie Bishop (26)

Les quatre efficacités

1	Efficacité à la construction/ fabrication	Énergie grise	Optimisation énergétique en amont et en aval de l'utilisation
2	Efficacité à l'utilisation	Énergie utile	Isolation, apports passifs, échanges avec l'environnement

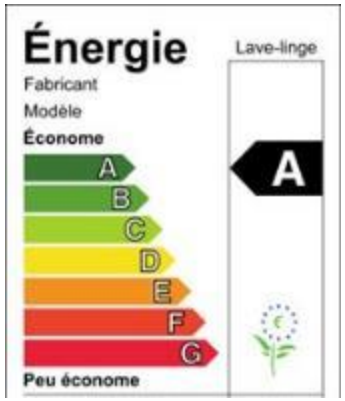
- Exemple : isolation des logements

Crédit photo : Enertech

Les quatre efficacités

1	**Efficacité à la construction/ fabrication**	Énergie grise	Optimisation énergétique en amont et en aval de l'utilisation
2	**Efficacité à l'utilisation**	Énergie utile	Isolation, apports passifs, échanges avec l'environnement
3	**Efficacité d'appareillage**	Énergie finale	Rendement des appareillages et des équipements, limitation des pertes

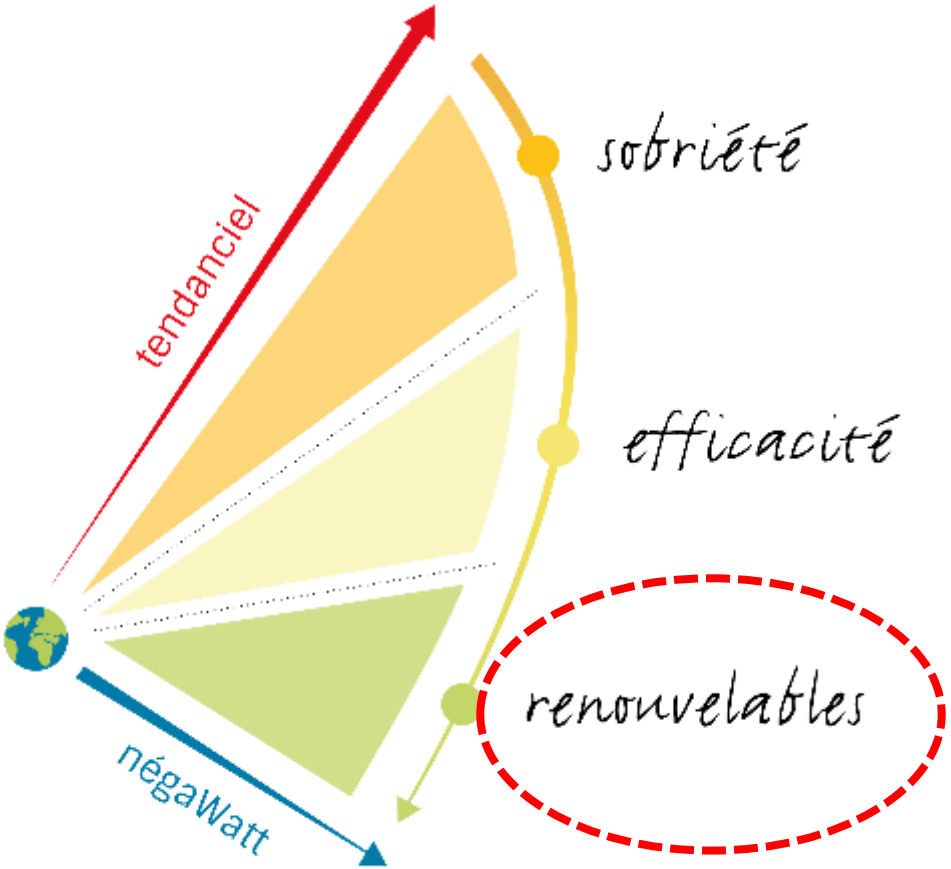
- Exemple : utilisation d'appareils électroménagers et d'équipements de chauffage performants et efficaces.



Les quatre efficacités

1	Efficacité à la construction/ fabrication	Énergie grise	Optimisation énergétique en amont et en aval de l'utilisation
2	Efficacité à l'utilisation	Énergie utile	Isolation, apports passifs, échanges avec l'environnement
3	Efficacité d'appareillage	Énergie finale	Rendement des appareillages et des équipements, limitation des pertes
4	Efficacité du système productif	Énergie primaire	Conversion d'énergie, récupération d'énergie

Les quatre efficacités ...



Prioriser les besoins énergétiques essentiels

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

Demande d'énergie

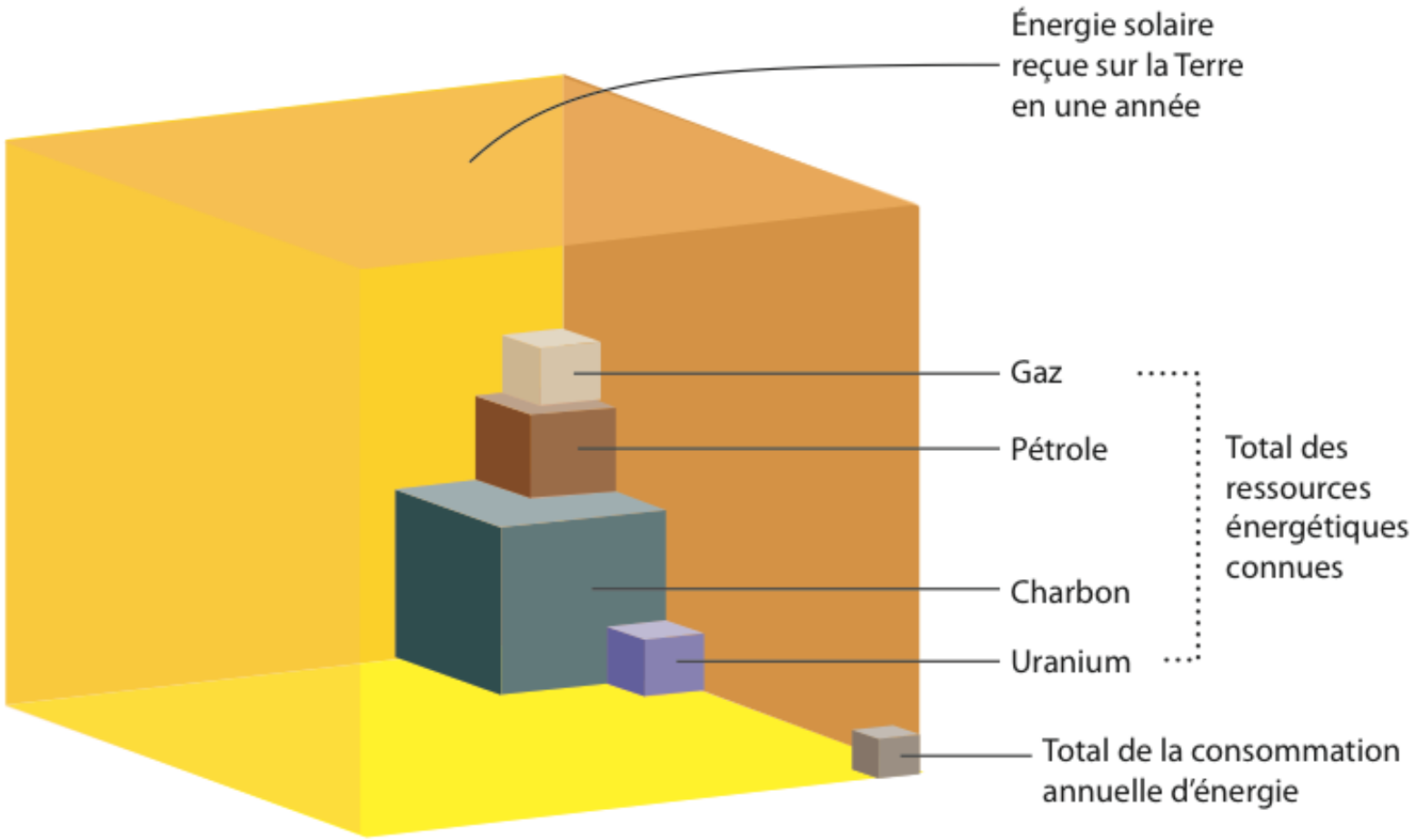
Privilégier les énergies renouvelables

Production

Le soleil, chaque seconde, rayonne mille fois

l’équivalent de l'énergie consommée sur Terre durant un an.

Les renouvelables : des énergies de flux

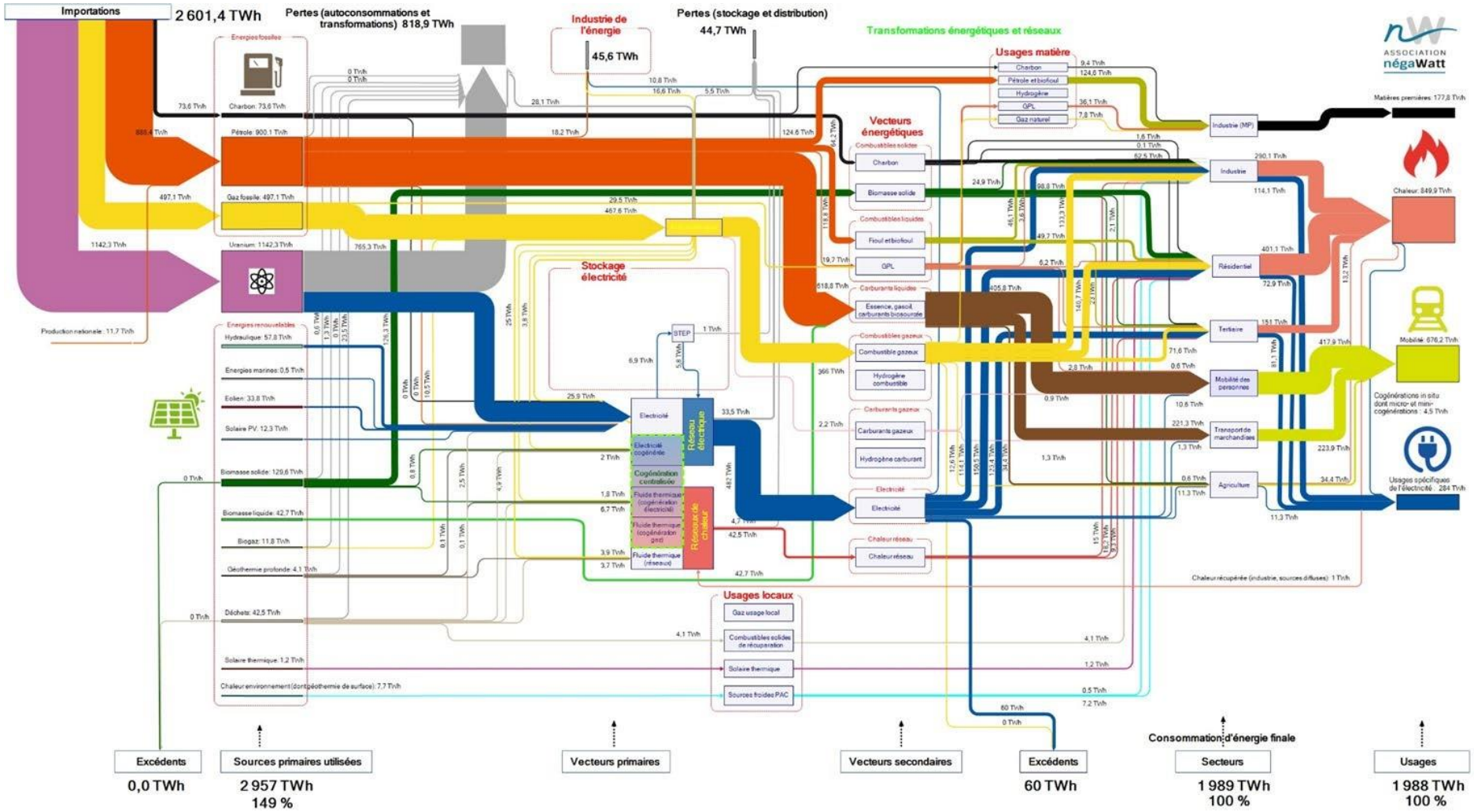


Représentation des quantités d'énergies disponibles sur Terre

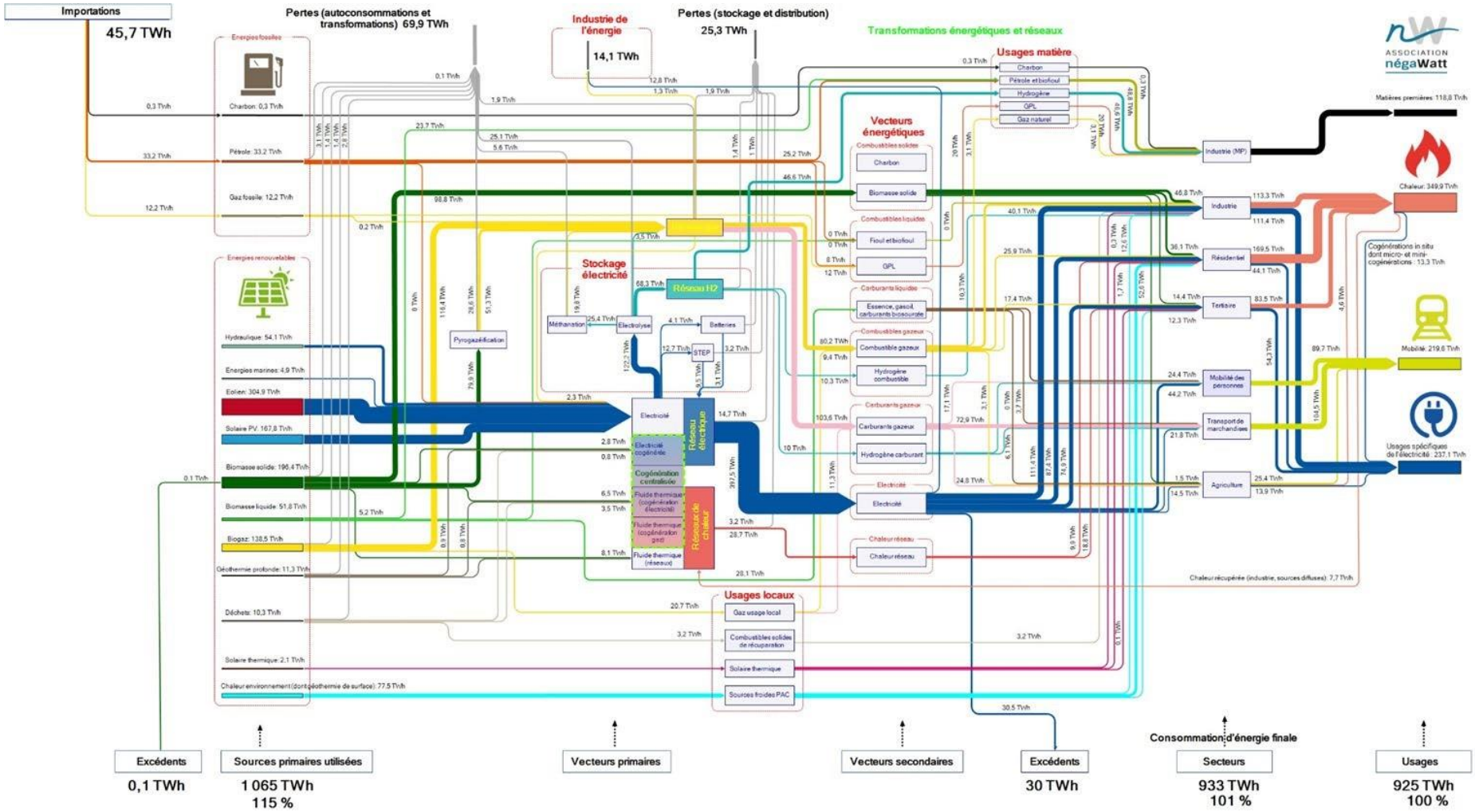
Scénario négaWatt 2022-2050

Afterres 2050
négaMat

AVANT
Bilan énergie France 2019



APRES
Bilan énergie France 2050



La demande d'énergie

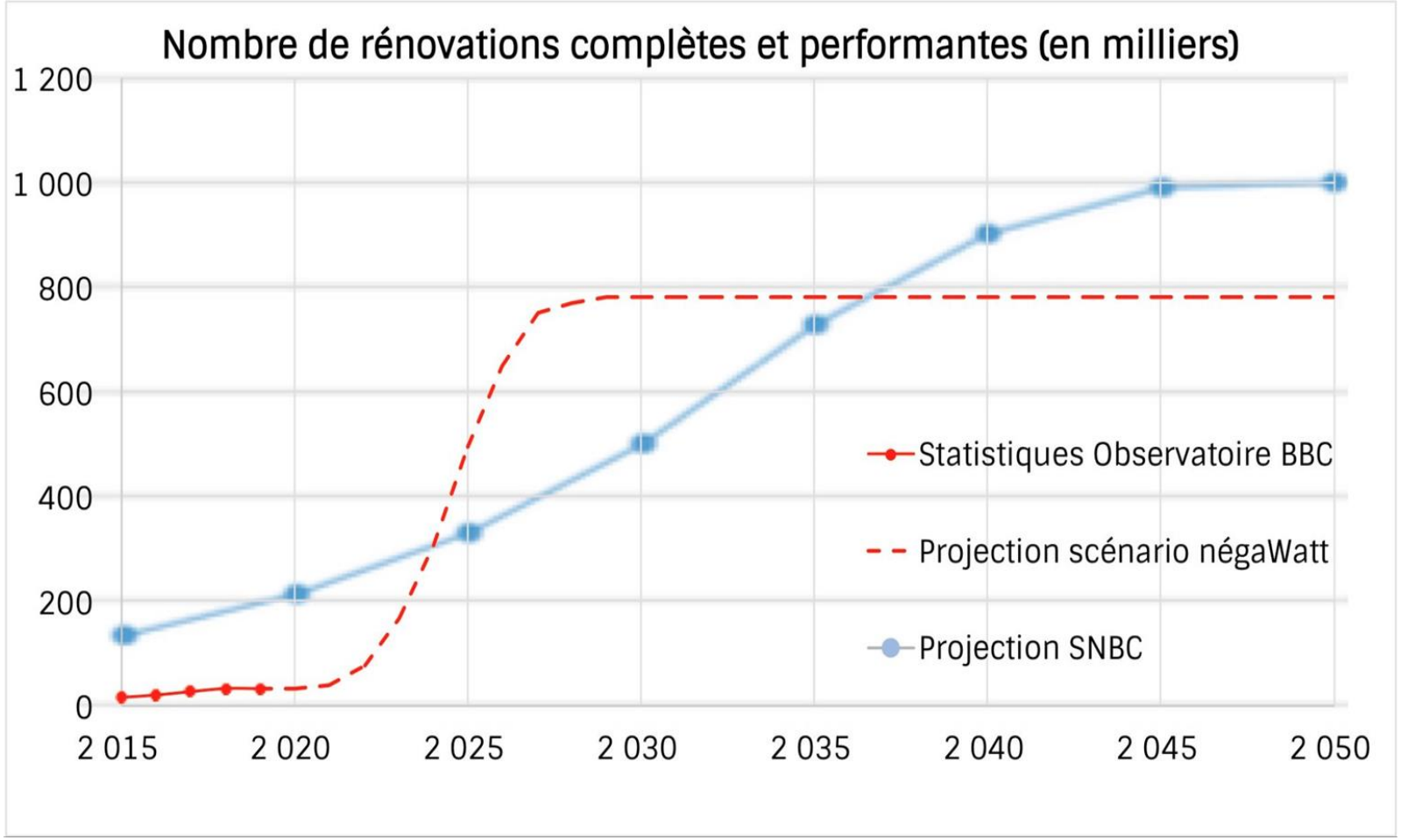
- **Bâtiment : résidentiel et tertiaire**
- Transports
- Industrie et matériaux
- Agriculture et alimentation

Un grand programme de rénovations performantes

- Objectif : **une division par 4 en moyenne** de la consommation de chauffage (< 50 kWh/m².an)
- Rénover en profondeur et non partiellement (ne pas « tuer le gisement » d'économies)
- Mettre en œuvre de **solutions techniques simples**
- Augmenter progressivement le rythme de rénovation jusqu'à **1,1 million équivalent-logements par an**
- Rendre la rénovation obligatoire, avec un accompagnement technique et financier
- 300 000 emplois à la clé, non délocalisables

Scénario négaWatt
Accélérer le rythme des rénovations BBC

Objectif : Passer de 33 000 logements /rénovés chaque année au niveau BBC à près de 800 000 en 2030.



La demande d'énergie

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

Mobilité des personnes : principales hypothèses

Sobriété

- **Réduction des distances parcourues par an et par habitant**
  - Aérien : division par 2 des distances parcourues
    - Dans 30 ans on retrouve le même niveau qu'il y a 20 ans
  - Hors aérien : diminution de 6 % des distances parcourues
    - Télétravail, réaménagement de l'espace
- **Augmentation du taux moyen de remplissage des voitures : 1,6 à 1,8**

- **Baisse de la vitesse sur route et autoroute**
- **Report modal vers transports en commun, vélo et marche à pied**

Mobilité des personnes : principales hypothèses

Efficacité énergétique

- **Consommation moy du parc de voitures : - 58 % entre 2015 et 2050**

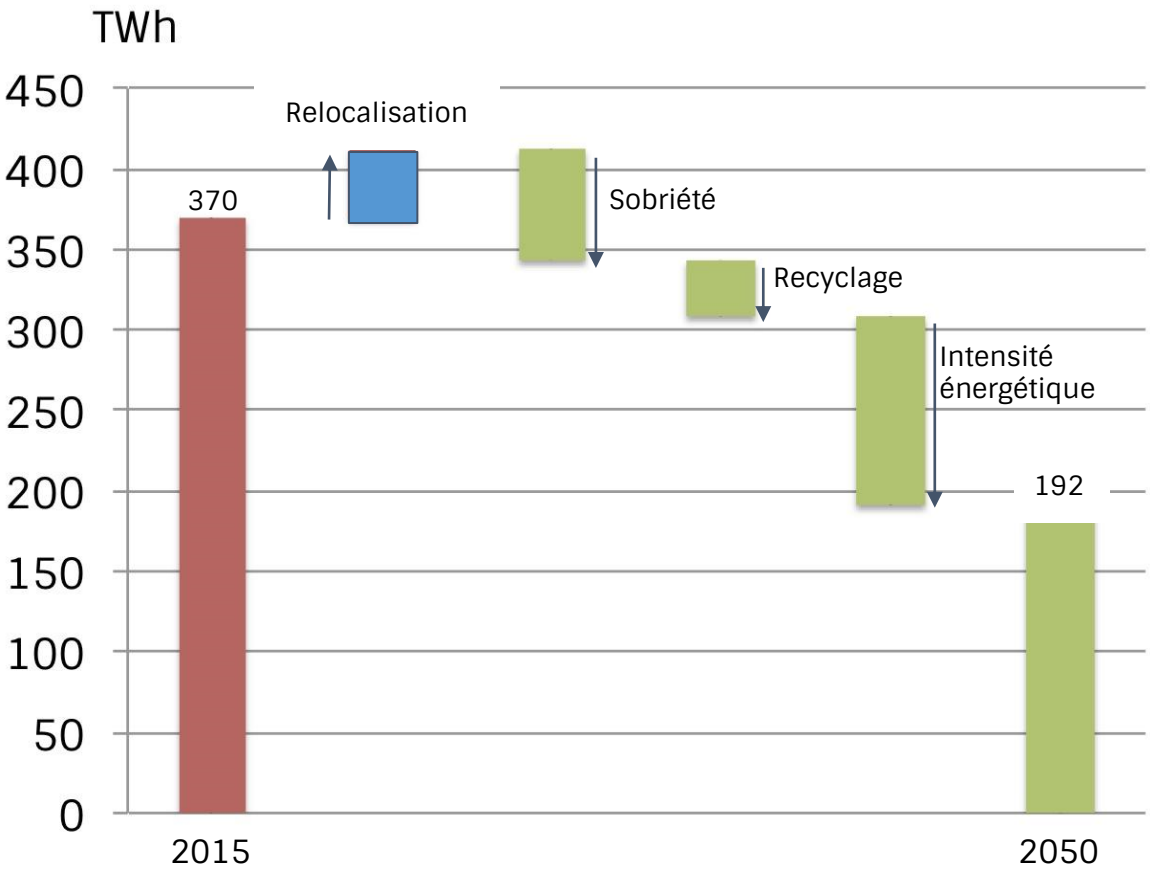
Abandon du pétrole au profit du gaz et de l'électricité

- **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
  - Mais aussi en péri-urbain / rural
  - Impacts positifs sur la qualité de l'air

La demande d'énergie

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

Le scénario négaMat sur l'industrie et les biens de consommation



Amélioration des process
+
Moteurs plus performants
+
Électrification
=
au final, une division par 2 de la consommation liée à l'industrie et la production de biens de consommation

Industrie et biens de consommation
Le problème des réserves de matières premières

La démarche suivie consiste à :

- évaluer les réserves de matières premières allouables à la France,
- évaluer les quantités de matières consommées entre 2020 et 2050-2070,
- comparer ces deux évaluations.

Dans le scénario négaWatt 2022, le lithium, le cobalt et le cuivre figurent parmi les matériaux les plus critiques.

Pour le lithium, la consommation est multipliée par près de 10 entre 2020 et 2050.

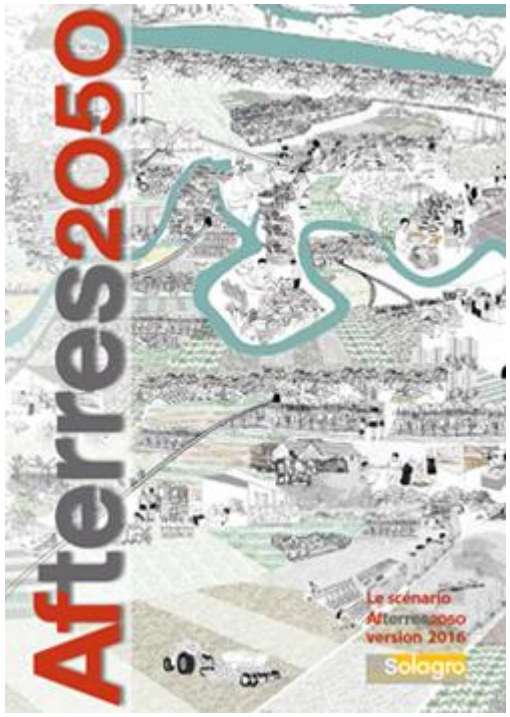
La réserve n'est pas totalement atteinte grâce à :

- **un déploiement raisonné de la mobilité électrique**
- **un recyclage très poussé**

La demande d'énergie

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

Afterres2050



Rapport complet disponible en ligne sur http://afterres2050.solagro.org

- Hiérarchisation des usages :
  1. Alimentation
  2. Matériaux
  3. Production d'énergie

- Evolution de l'assiette alimentaire : plus de protéines végétales et moins d'origine animale

Evolutions des pratiques agricoles

La production d'énergie

- **Bioénergies**
- Énergies renouvelables électriques
- Nucléaire
- Vecteurs et équilibre des réseaux

4 fonctions majeures de la méthanisation

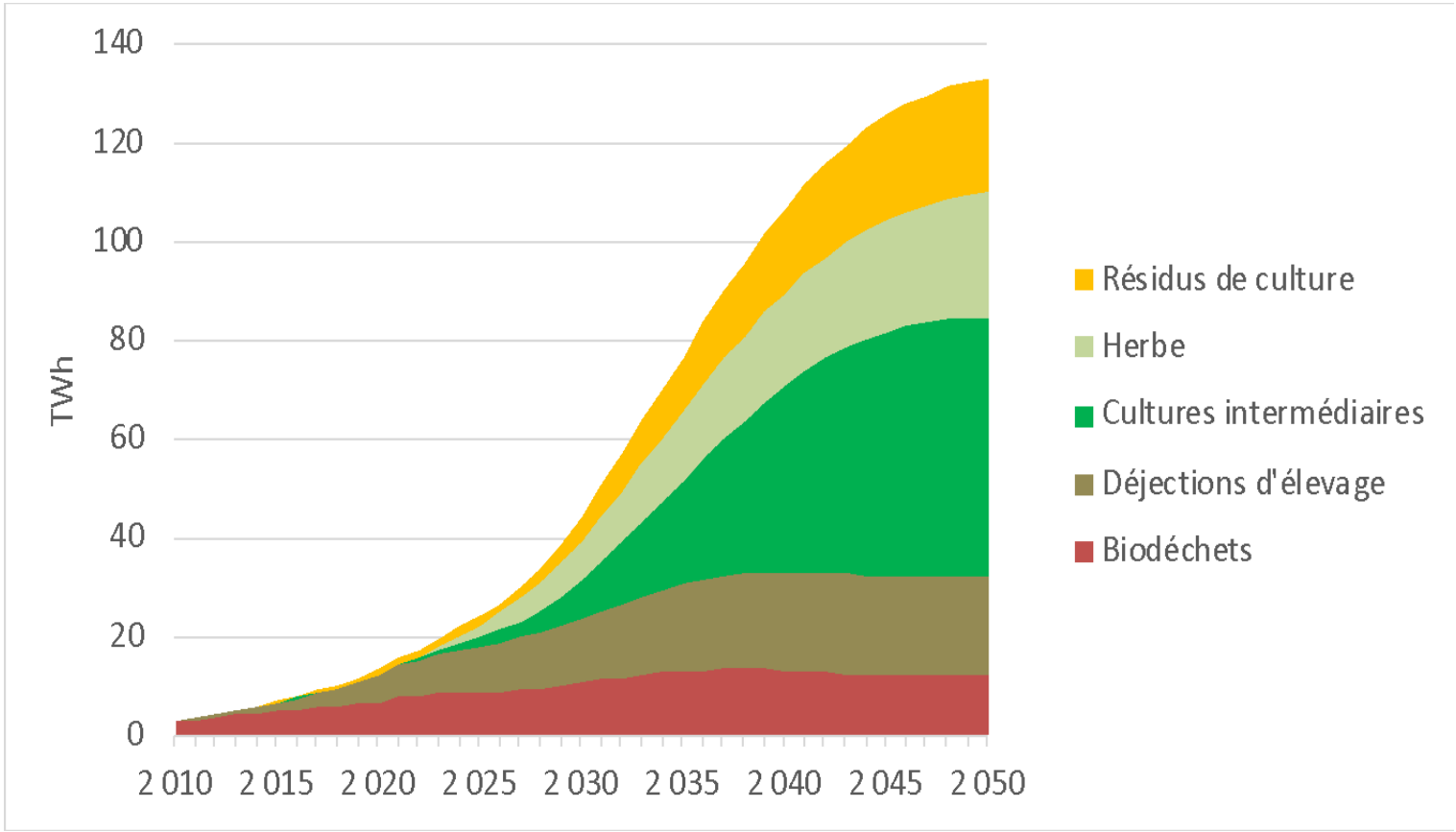
Produire de l'énergie
- Biométhane
- **Carburant**

Fournir du CO2
- **Méthanation**

Favoriser la transition agroécologique
- Recyclage nutriments (**N**PK)
- Optimisation matière organique

Créer un outil socio-économique
- Bioéconomie rurale, territoriale, circulaire,
- Multi-fonctions, co-productions

Développement du biogaz

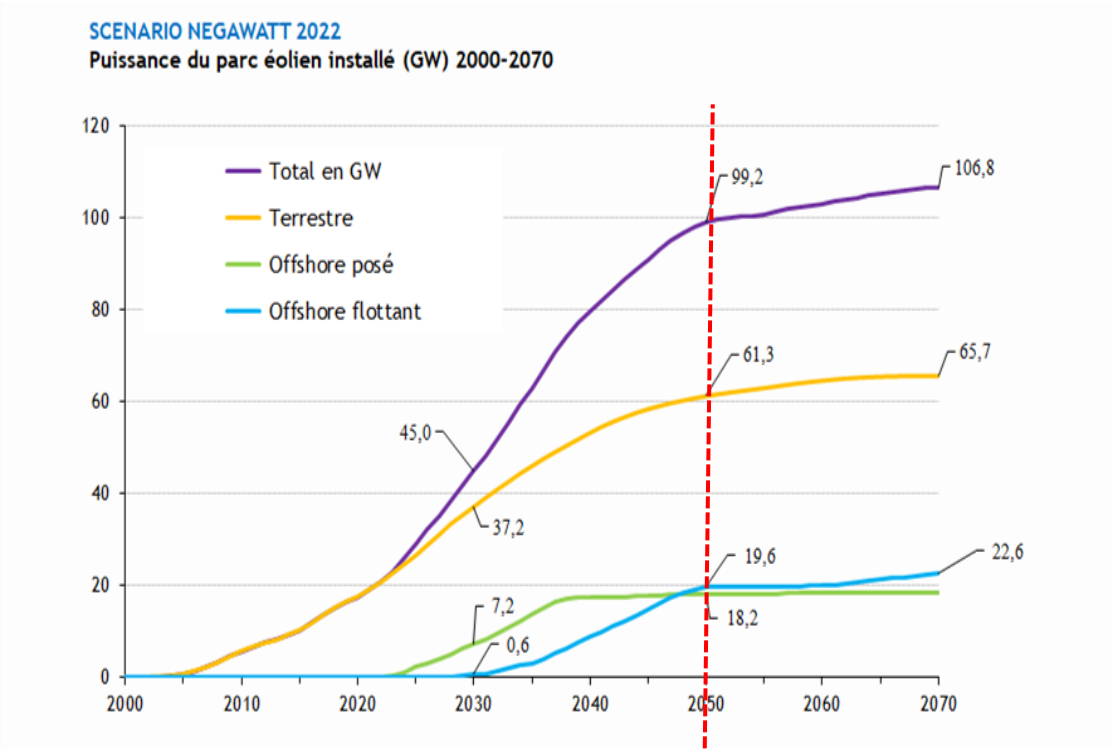


La production d'énergie

- Bioénergies
- **Énergies renouvelables électriques**
- Nucléaire
- Vecteurs et équilibre des réseaux

Développement d'éoliennes en mer

Puissance éolienne installée

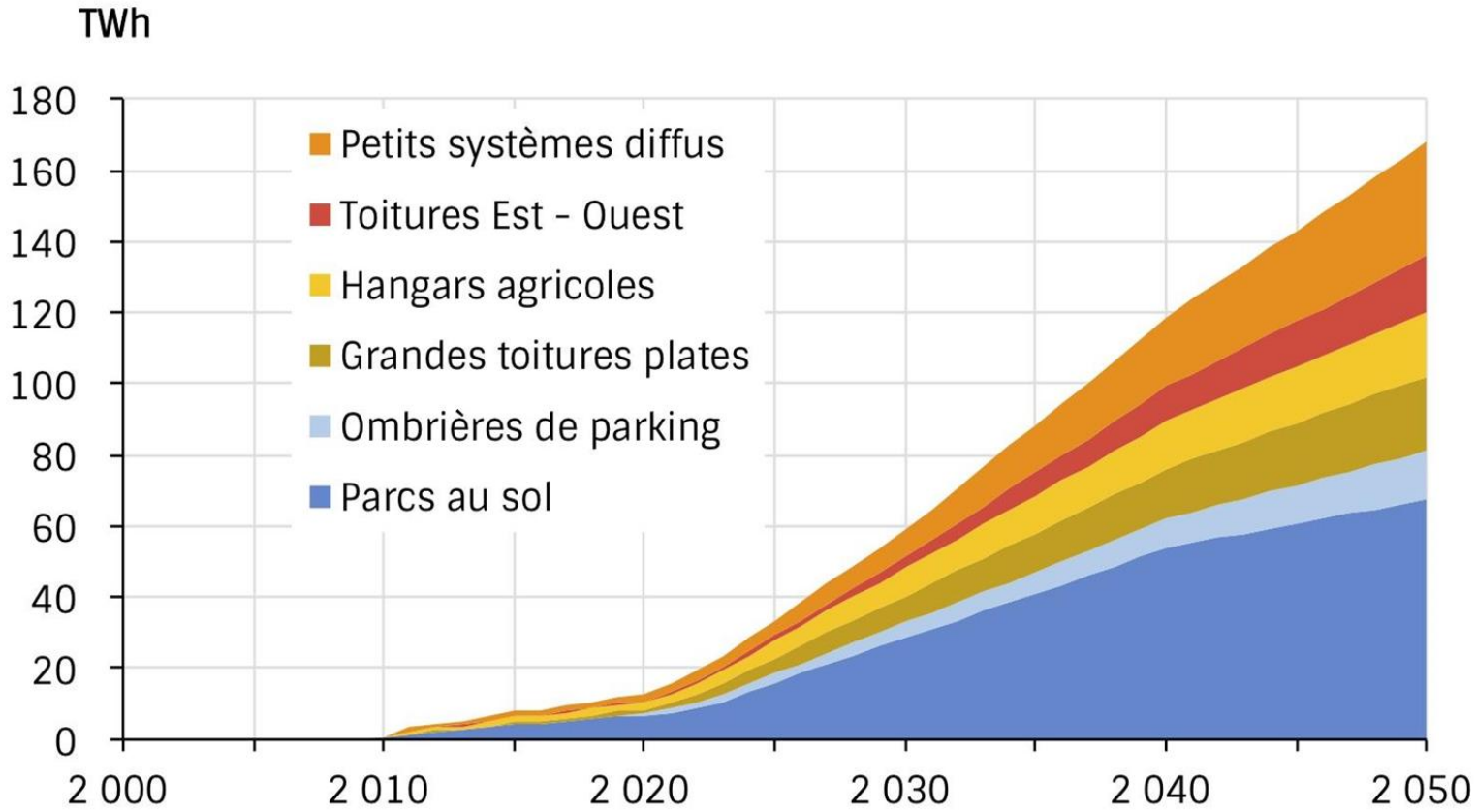


Un développement soutenu et régulier portant la capacité totale installée à **99 GW** en 2050 dont :

- 61,3 GW en terrestre
- 18,2 GW en offshore posé
- 19,6 GW en offshore flottant

Le photovoltaïque dans le scénario négaWatt

Production totale de **168 TWh** en 2050 avec en moyenne 4 GW installés par an.
Une grande diversité d'installations.
Parcs au sol : pas de concurrence avec les usages agricoles.



Production d'électricité renouvelable dans le scénario négaWatt

	2020 (64,5 M habitants)	2050 (72,3 M d'habitants)
Eolien terrestre	8 600 éoliennes 1 pour 7500 habitants	18 500 éoliennes 1 pour 3900 habitants
Eolien en mer	1 éolienne prototype	3 200 éoliennes
Photovoltaïque	10,4 GWc 0,16 kWc par habitant	139 GWc 1,9 kWc par habitant
Hydraulique	25,5 GW	Pas de nouveaux grands barrages. Meilleure efficacité des équipements existants

La production d'énergie

- Bioénergies
- Énergies renouvelables électriques
- **Nucléaire**
- Vecteurs et équilibre des réseaux

Une fermeture maîtrisée et responsable du parc nucléaire actuel

2017 ⇢ 2022
Un système encore plus sous contrainte

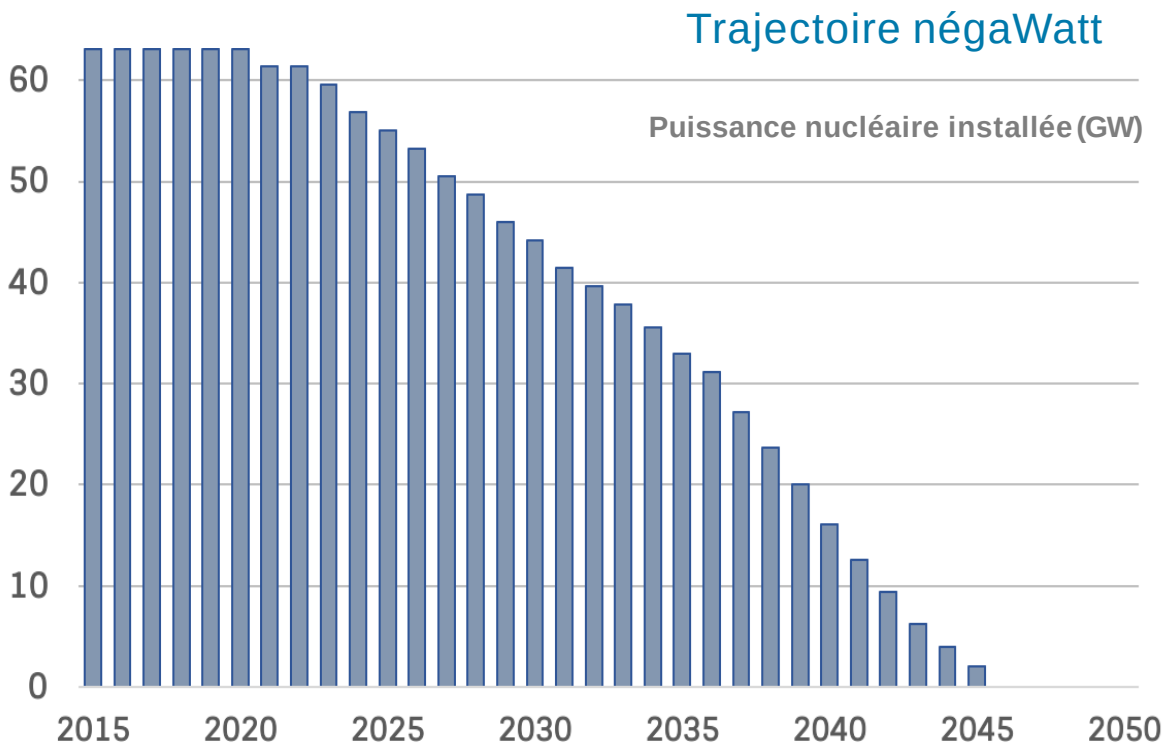
Trajectoire actuelle

Prolongations massives de l'existant après 40 an et 50 ans
6, 8 ou 14 EPR2 ?

Position négaWatt

Aucune prolongation au-delà de 50 ans
Pas d'EPR

- **Lissage** des arrêts par rapport au calendrier VD4 / VD5
- **Flexibilité** dans la date finale d'arrêt / garantie de capacité
- **Prise en compte responsable** des facteurs externes :
  - étalement (impact social)
  - fin des usines
  - inventaire "matières"



La production d'énergie

- Bioénergies
- Énergies renouvelables électriques
- Nucléaire
- **Vecteurs et équilibre des réseaux**

Gérer et sécuriser un réseau 100 % renouvelables ? Les techniques existent

Dans le scénario négaWatt, la modélisation assure heure par heure, année par année jusqu'à 2050 l'équilibre production-consommation d'électricité par appel à de la flexibilité et au stockage :

- Flexibilité d'une partie de l'offre renouvelable actuelle (hydraulique)
- Flexibilité de la demande (effacement, smart-grids, stockage batterie)

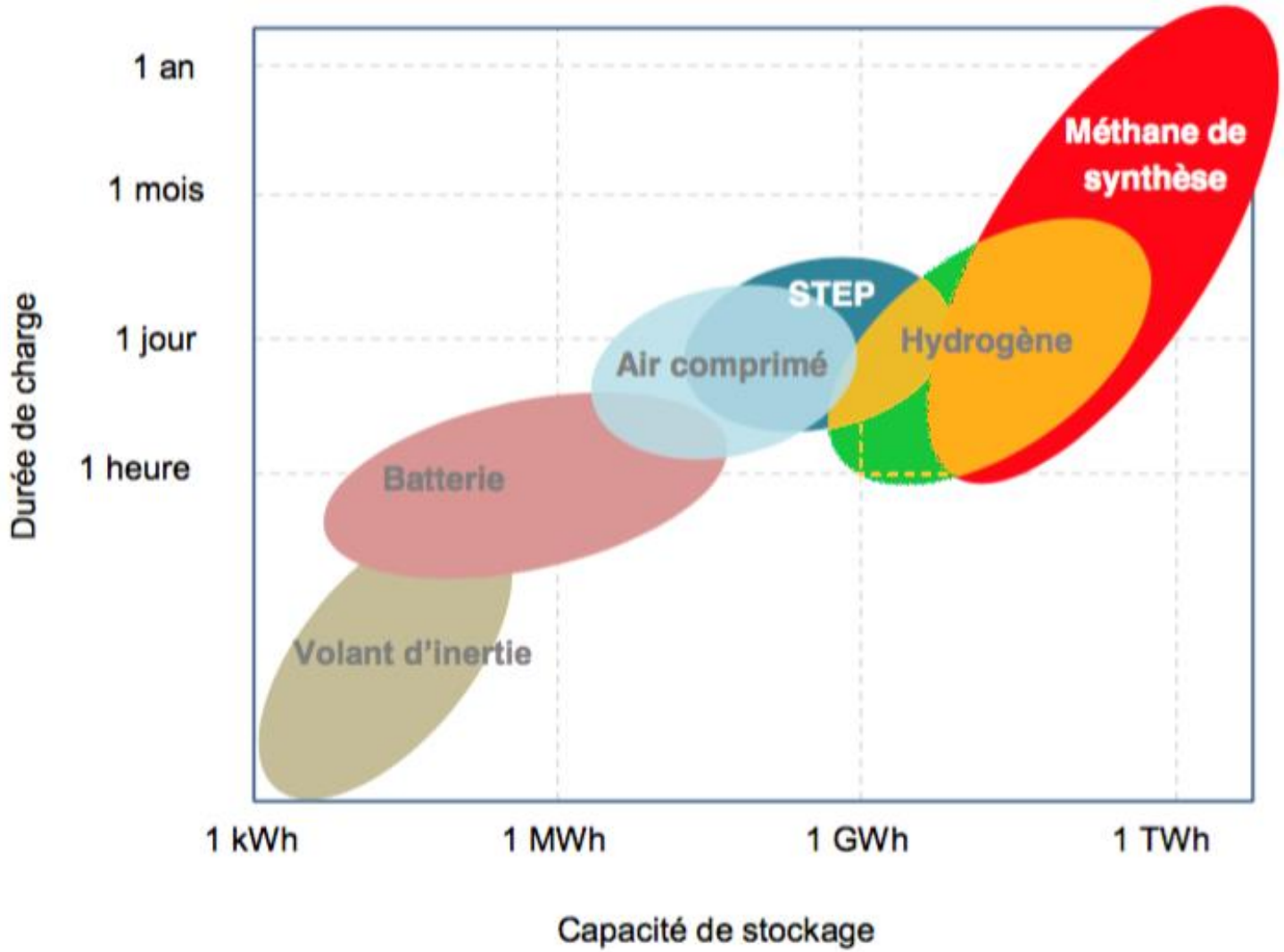
- Interconnexion des réseaux

- Stockage dans les barrages de type STEP

- Stockage de gaz verts en cavités :
  - Méthane CH4 produit par méthanisation et pyrogazéification
  - Hydrogène (par électrolyse) puis méthane de synthèse (méthanation)

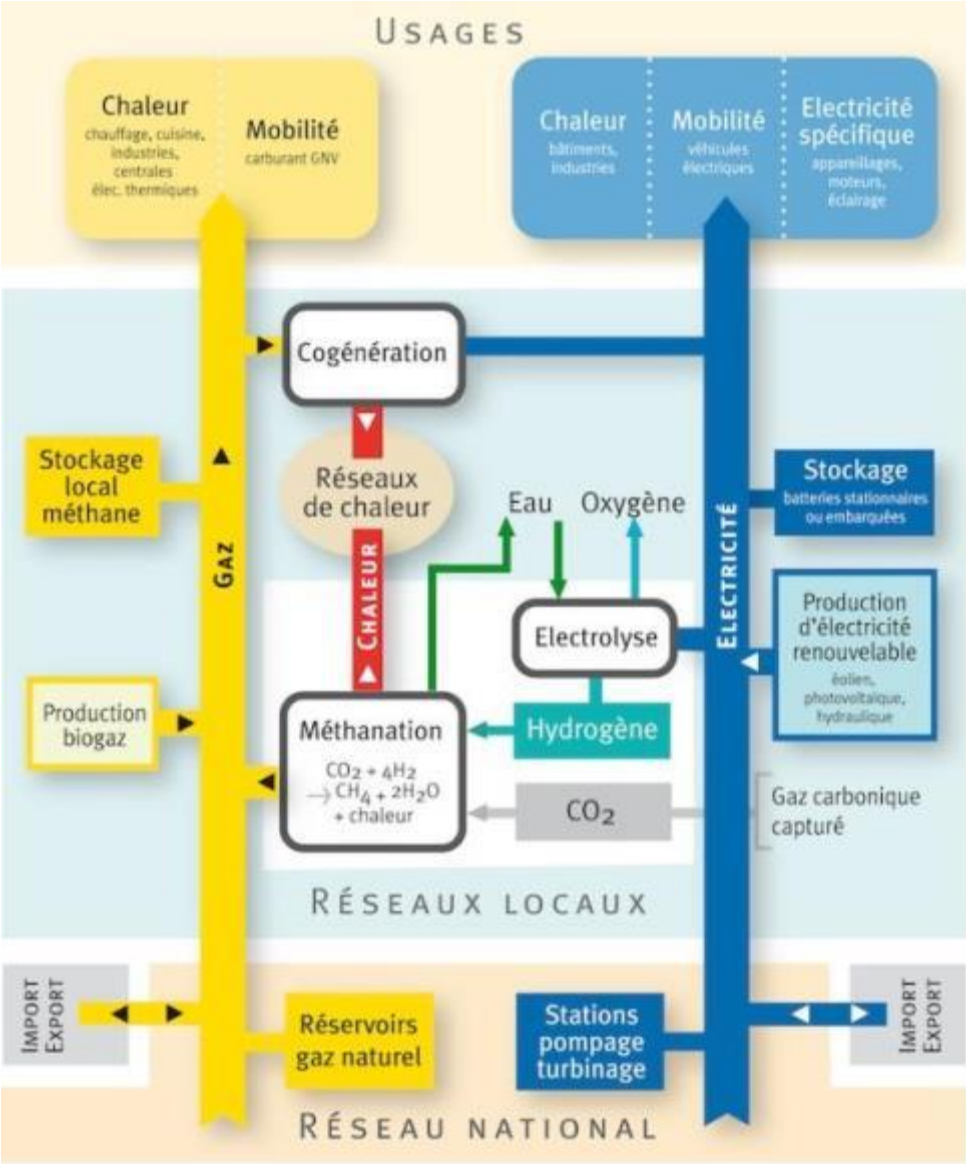
- Production élec flexible grâce à ces stockages massifs en cas de déficit
  - Stockage gaz déjà existants : 130 TWh + Production par centrale gaz

Stockage de l'électricité : des solutions existent même pour des besoins massifs

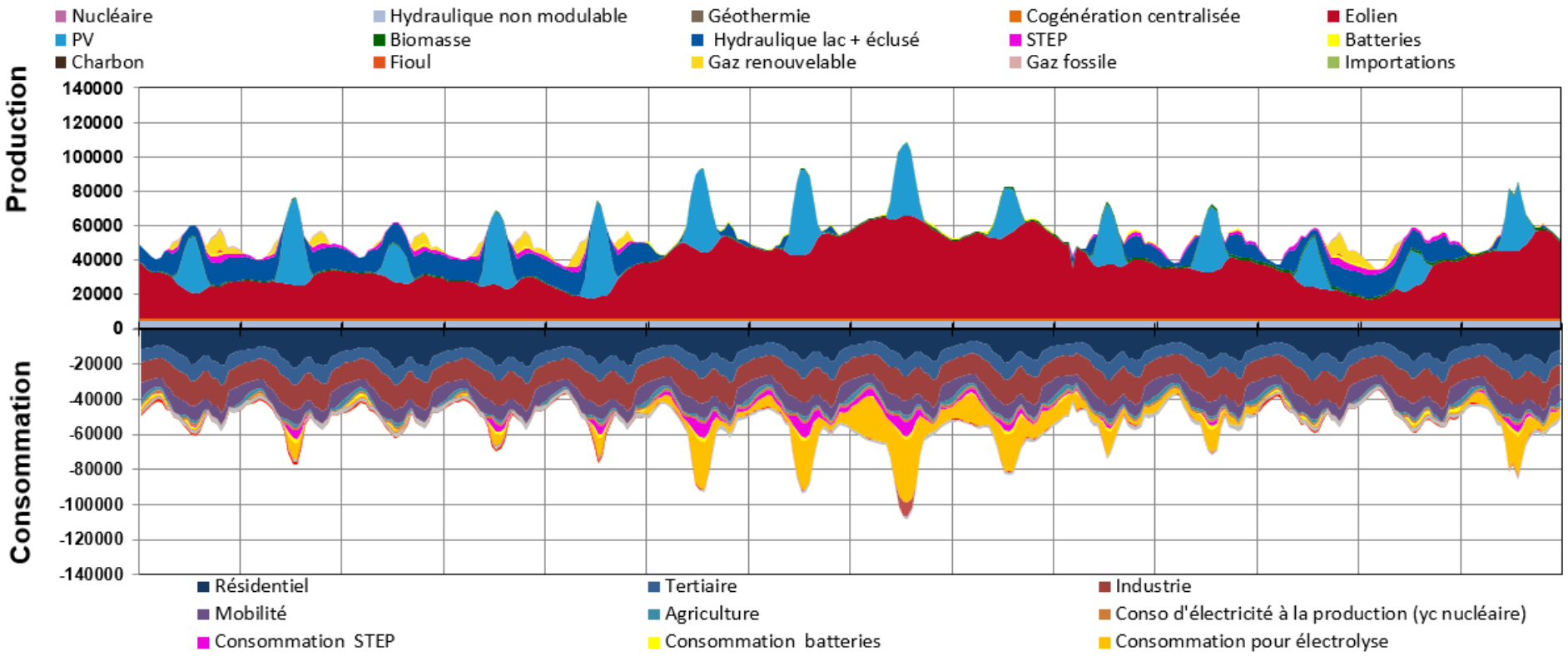


Power-to-Gas : le mariage électron-méthane

- Production d'hydrogène (**H_2**) grâce aux excédents d'électricité
- Capture du dioxyde de carbone (**CO_2**) : épuration du biogaz, industrie, …
- Production de méthane **(CH_4)** par réaction de Sabatier (*méthanation*)
- Injection et stockage du **CH_4** dans le réseau de gaz, production de chaleur
- **Interopérabilité** des réseaux (électricité, gaz et chaleur)
- Rôle primordial des **collectivités** et des **territoires**



Un système électrique 100% renouvelables sécurisé est possible

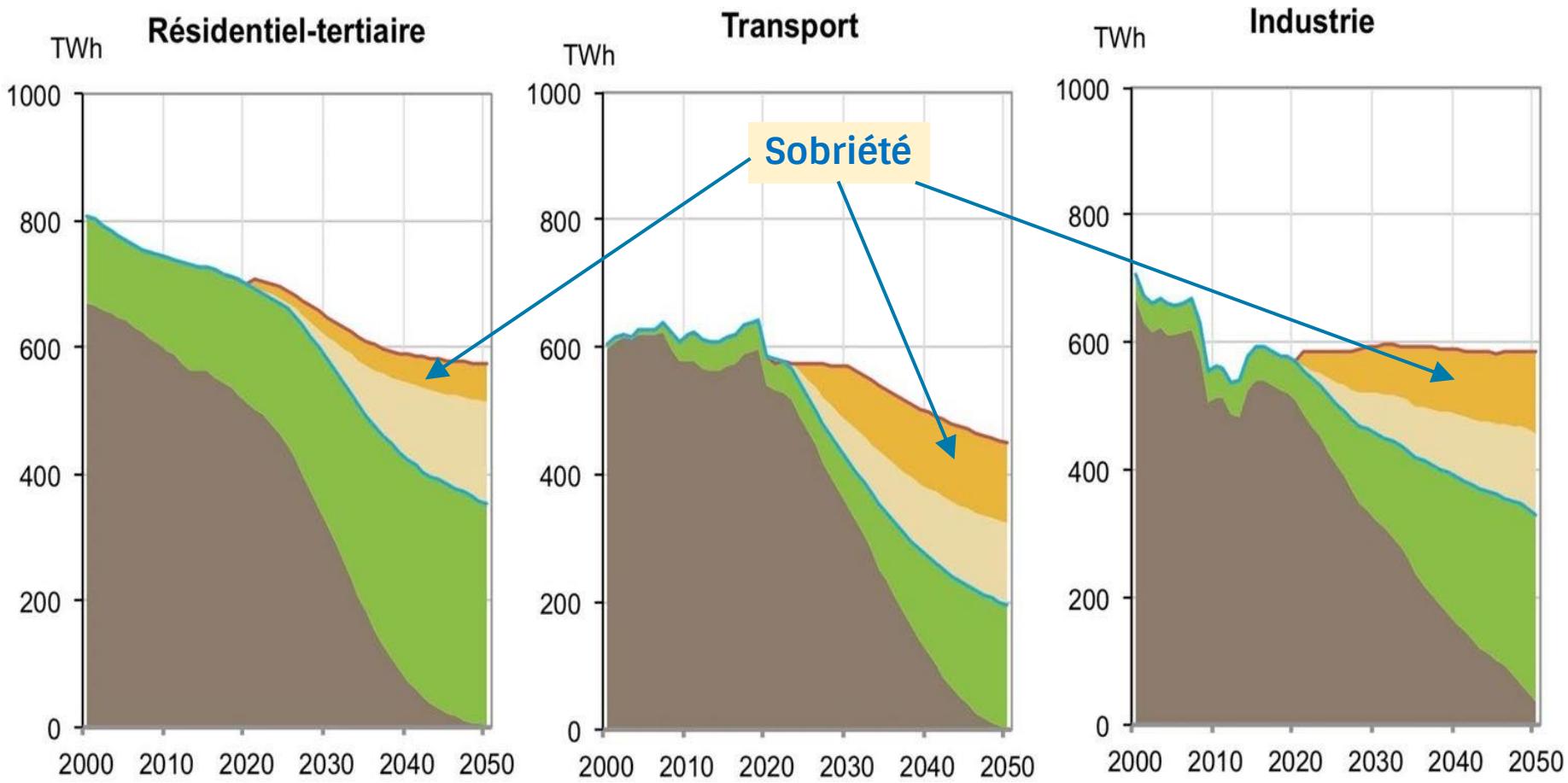


Exemple d'équilibre électrique entre la production et la consommation en MW sur 14 jours en janvier 2050

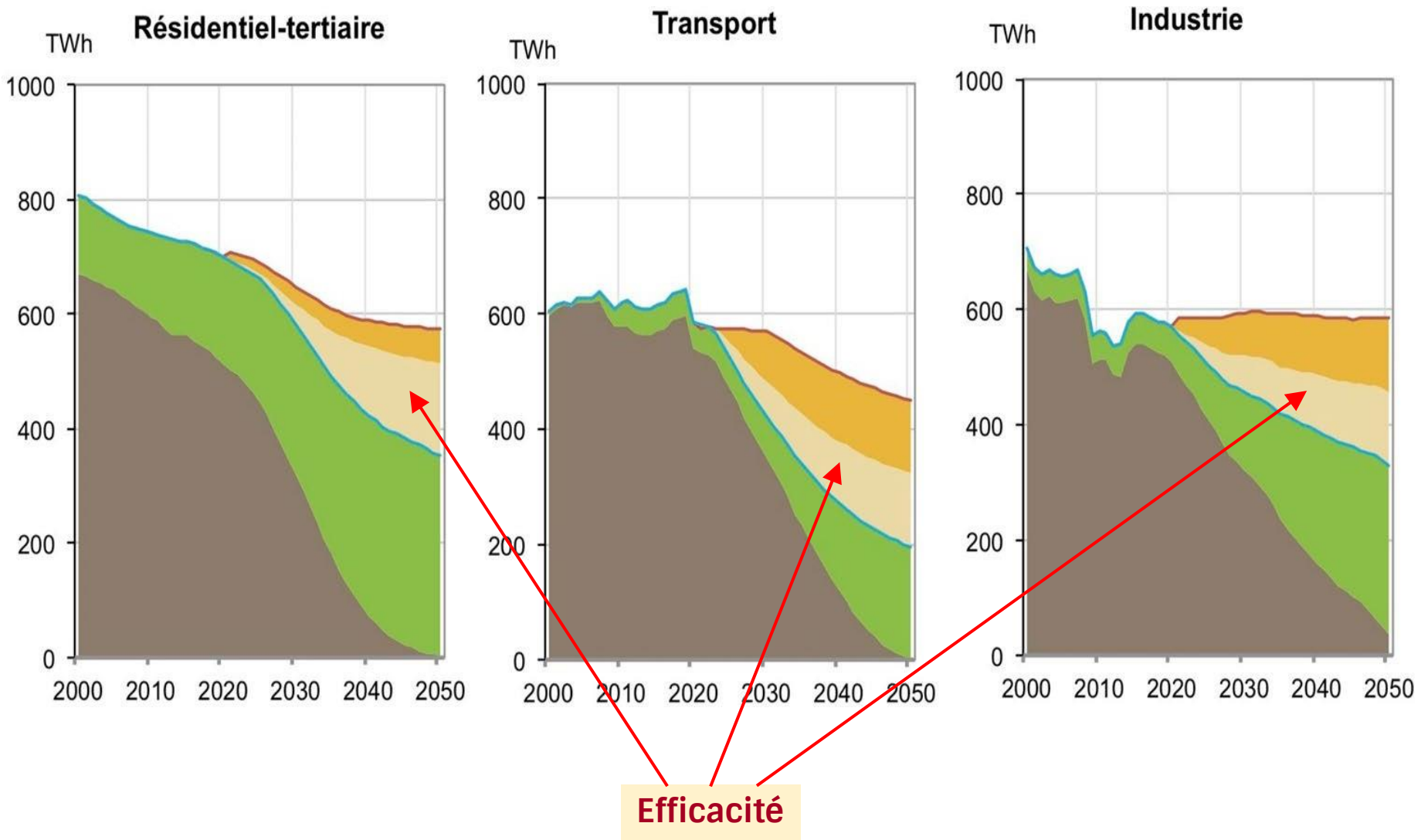
Source : Modélisation horaire scénario négaWatt 2022 2050

Bilan énergétique

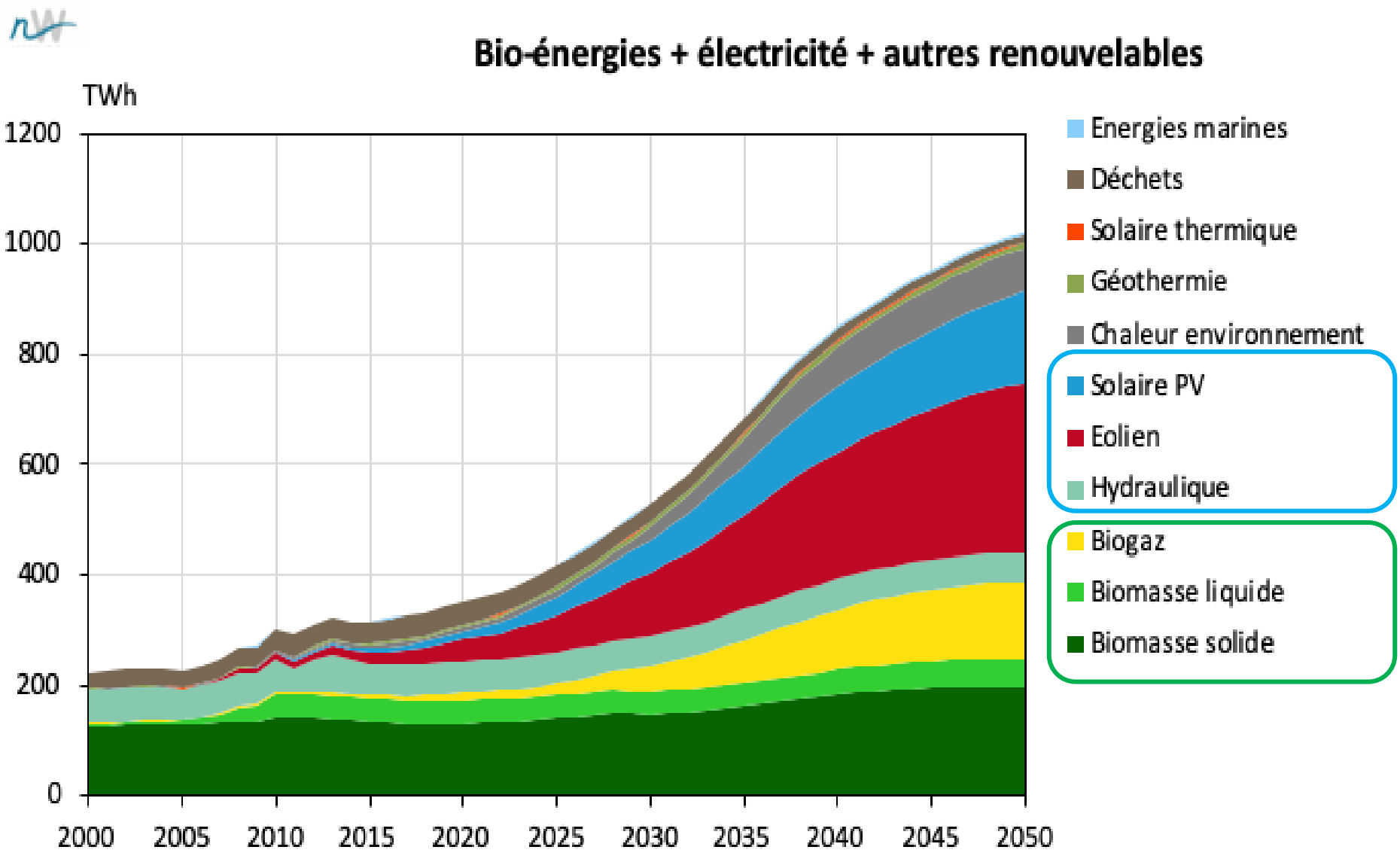
Nécessaire sobriété …



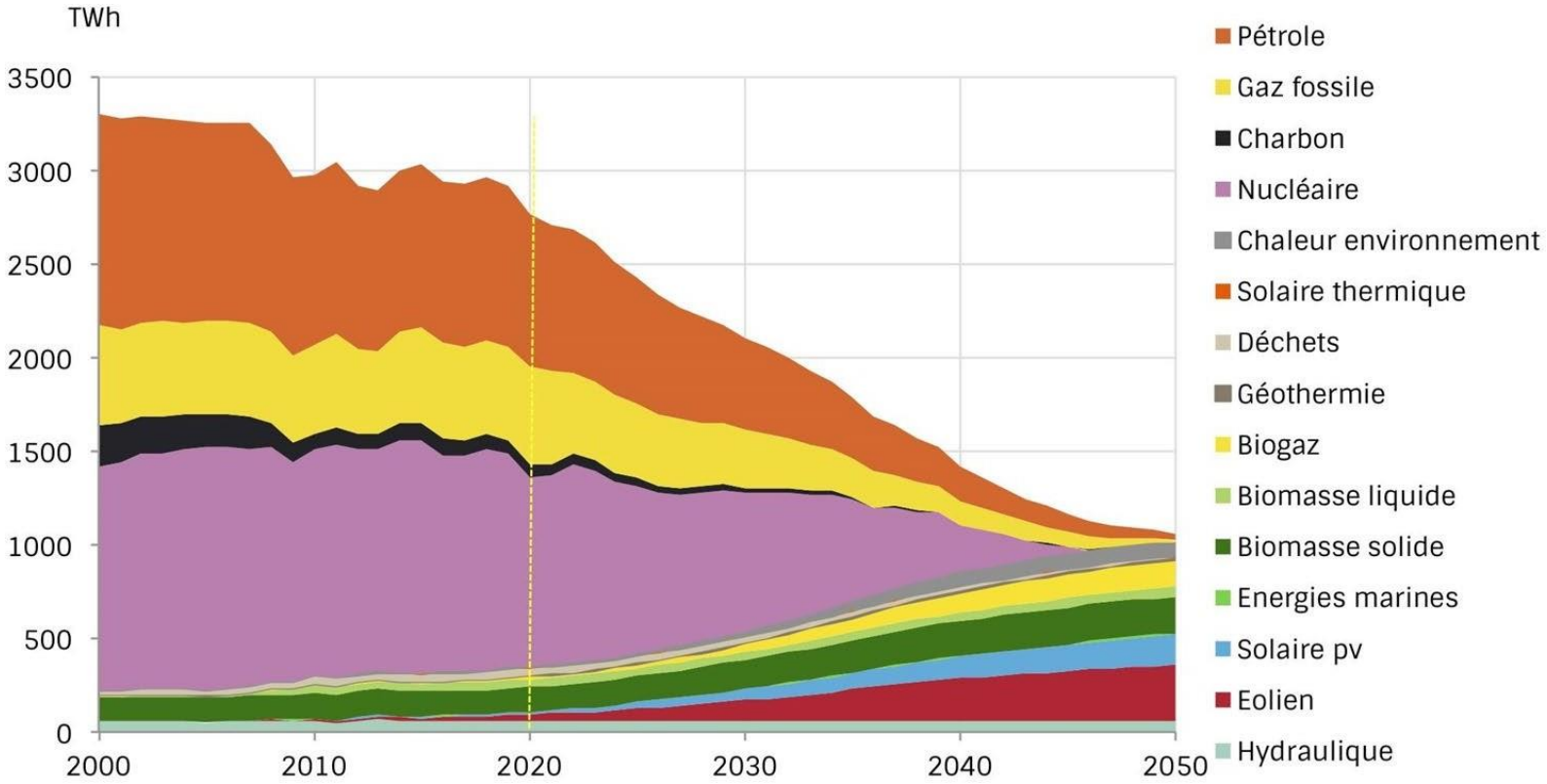
… indispensable efficacité !



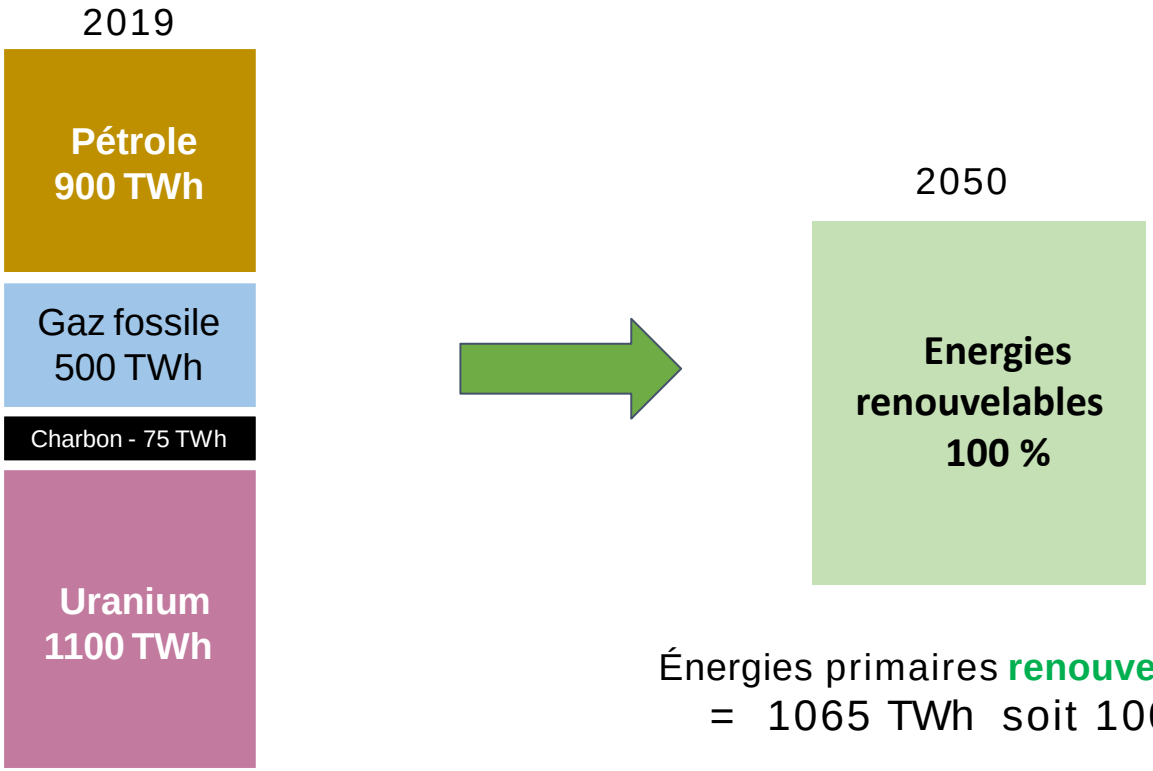
Le mix renouvelable



Bilan en énergie primaire : -64 %



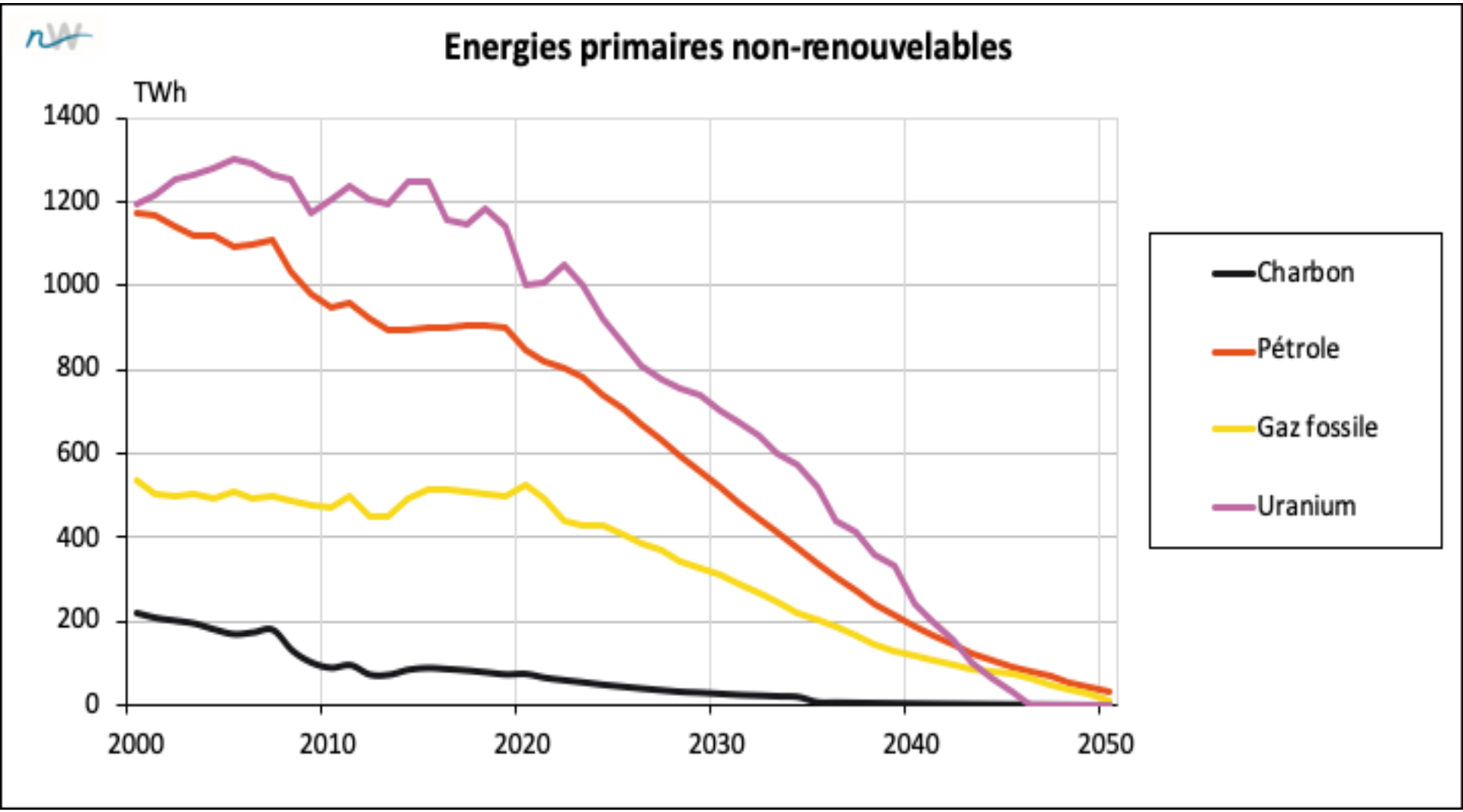
La fin en France des fossiles et du nucléaire



Énergies primaires **non renouvelables**
= 2600 TWh soit 88%

Énergies primaires **renouvelables**
= 1065 TWh soit 100%

Évolution des énergies non-renouvelables



Bilan Gaz à effet de serre

Une réduction drastique des gaz à effet de serre

CO_2 ÷ 28

Les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) liées à notre consommation d'énergie sont divisées par 28.

gaz à effet de serre ÷ 9

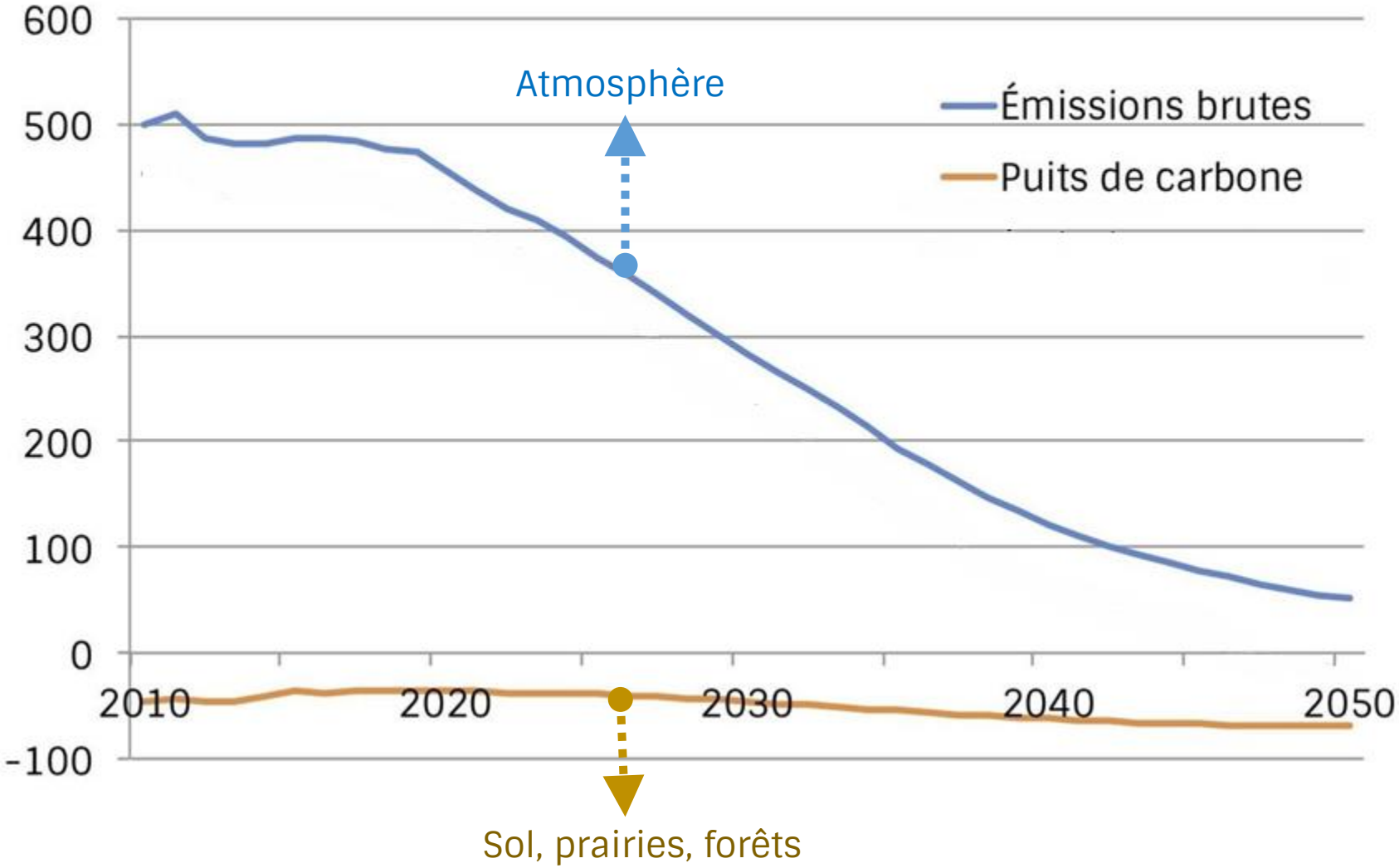
L'ensemble de nos émissions de gaz à effet de serre est divisé par près de 9.

CH_4 ÷ 3

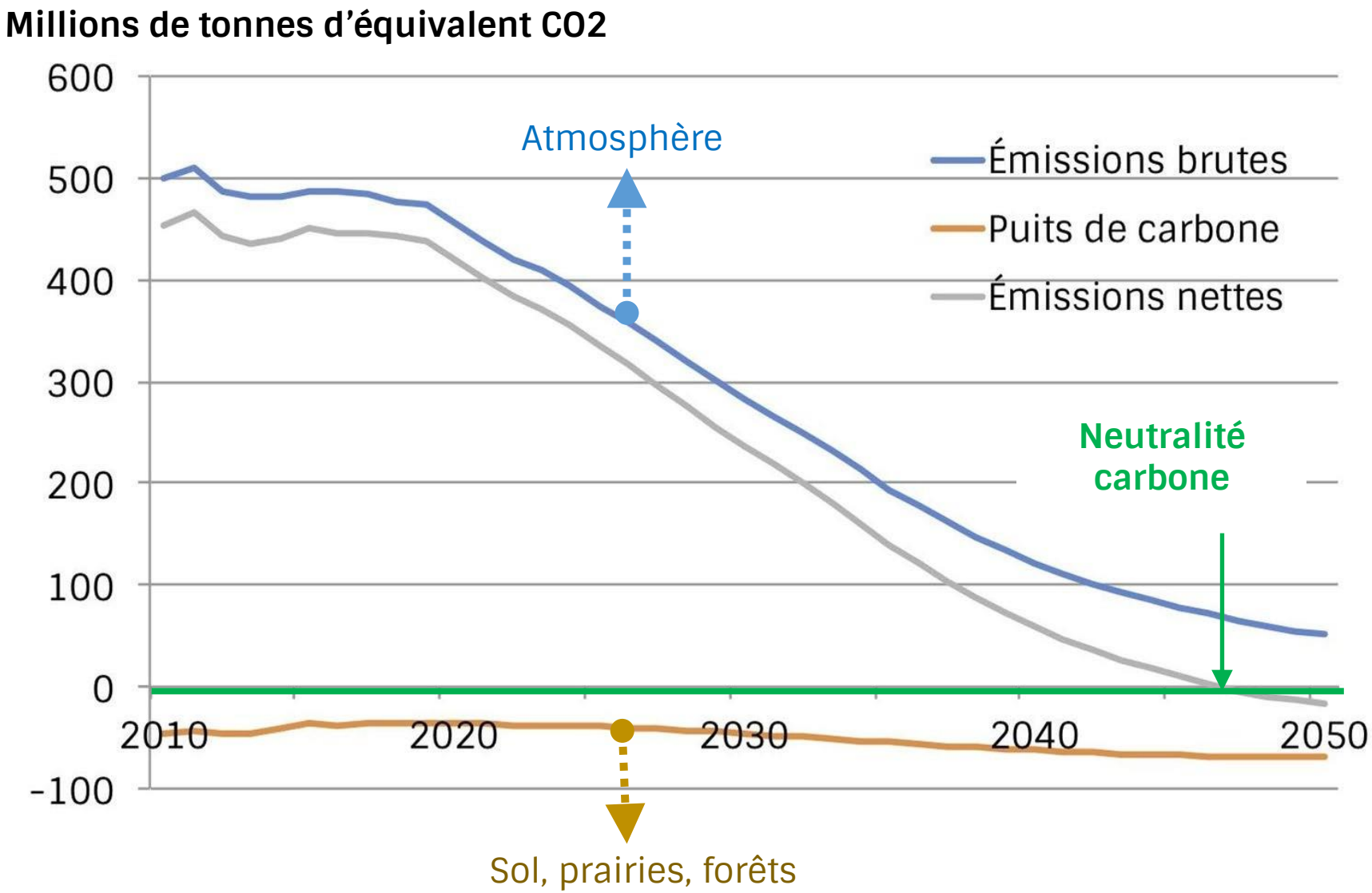
Les émissions de méthane (CH_4), provenant essentiellement du secteur agricole, sont divisées par 3.

Neutralité carbone avant 2050

Millions de tonnes d'équivalent CO2



Neutralité carbone avant 2050



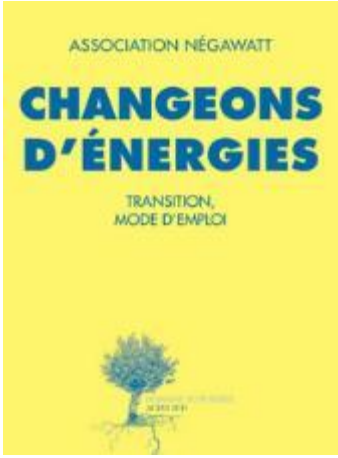
Pour aller plus loin …

Pour aller plus loin

- 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

Qui sommes-nous ?

ASSOCIATION négaWatt

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

INSTITUT négaWatt

- 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

dorémi rénovons dans le bon sens !

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