



# ***Face au réchauffement climatique, que faire pour l'avenir de nos enfants ?***

Annecy

Jeudi 14 février 2019



- **Le réchauffement climatique, n'est-ce que pour nos enfants ?**
- **Quel lien avec l'énergie ?**
- **Pourrions-nous éviter le pire ?**
- **L'Europe et la France ont-elles intérêt à sortir du carbone fossile ?**
- **Décarboner, comment s'y prendre ?**
- **Quelles énergies pour demain ?**
- **Comment réduire les GES ? — Pourrait-on cultiver le CO<sub>2</sub> ?**

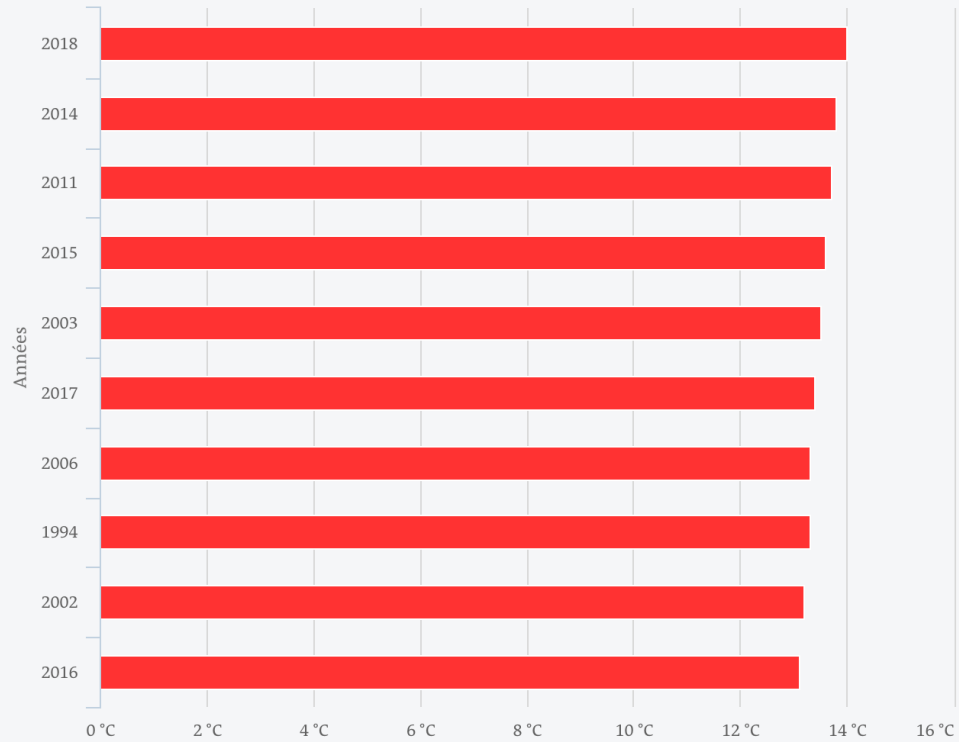


***Le réchauffement  
climatique, n'est-ce que  
pour nos enfants ?***

La Mer de Glace et le village des Prats en aquarelle de Samuel Birman  
Oeffentliche Kunstsammlung Basel

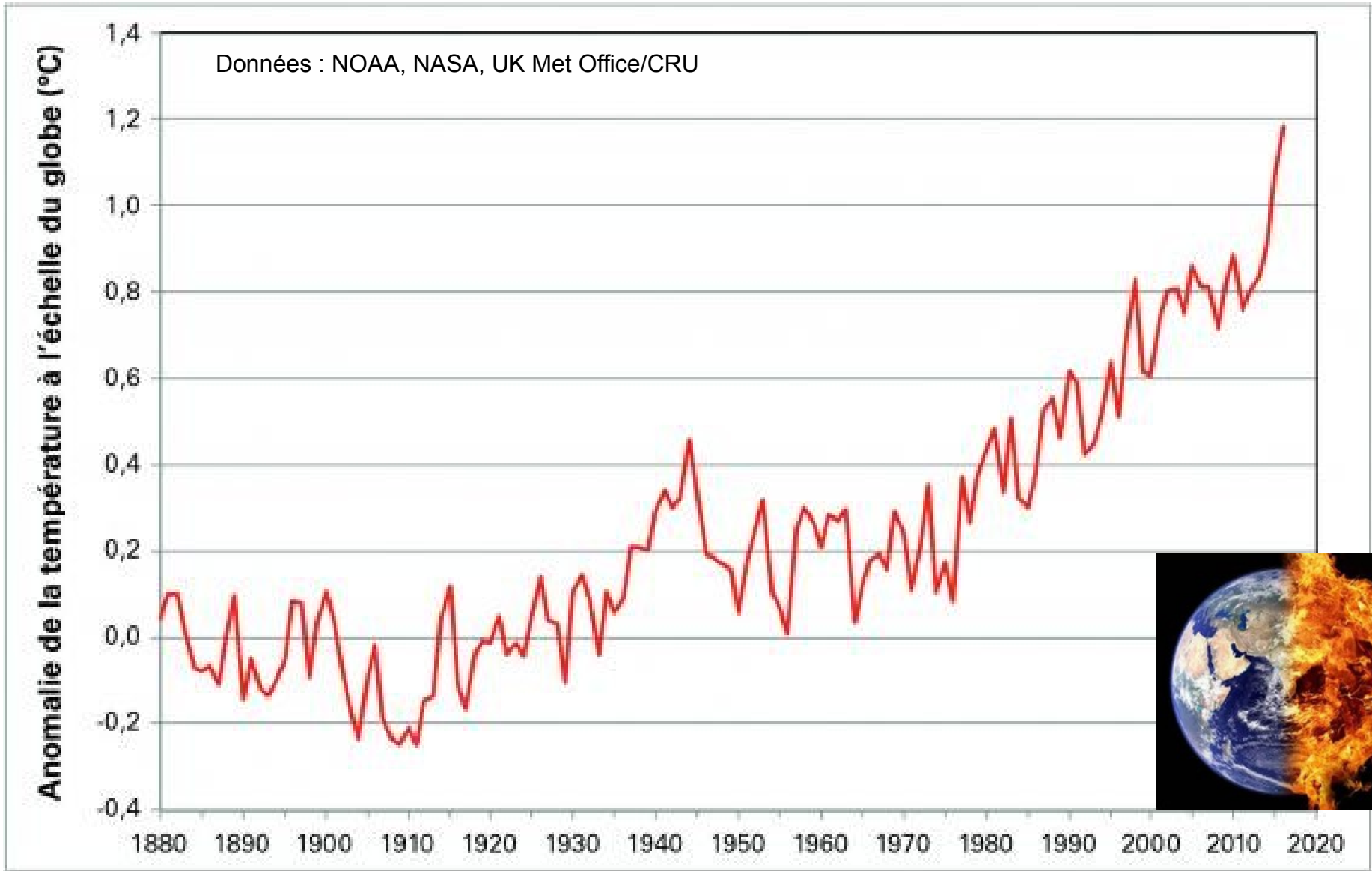
## Les 10 années les plus chaudes depuis 1900

Les années les plus chaudes sont toutes postérieures à 1994



Source : Météo France

**Selon l'Organisation Météorologique Mondiale, « La tendance au réchauffement sur le long terme s'est poursuivie en 2018... Les 22 dernières années comptent les 20 années les plus chaudes jamais enregistrées, et les quatre dernières années caracolent en tête de liste. »**





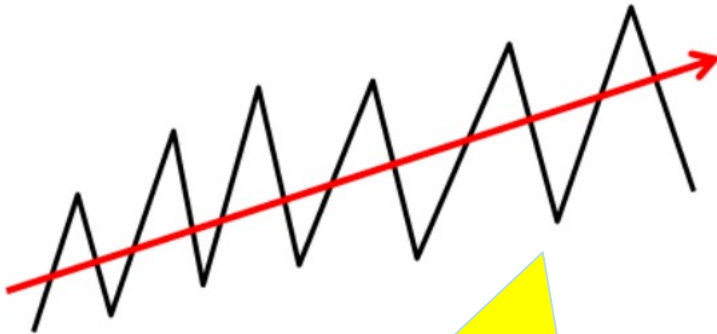
# Le changement climatique est-il une invention du gouvernement chinois ?



Donald Trump avait répété pendant sa campagne que le changement climatique était une invention du gouvernement chinois pour affaiblir l'économie américaine.

## Méthode scientifique

**Climat:** Tendence mesurée sur une longue période. Les températures augmentent. Le réchauffement climatique est observé.

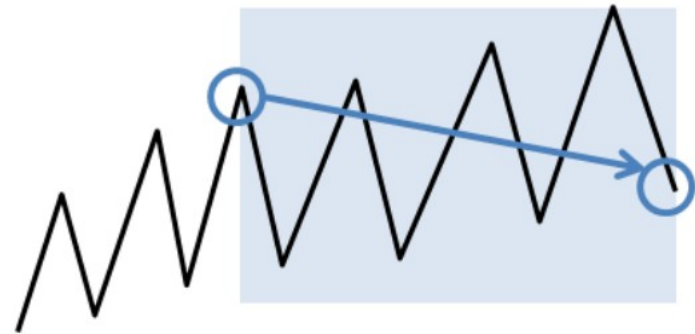


Non, Donald, le réchauffement climatique ne s'est pas arrêté en

1998 !

## Méthode climato-sceptique

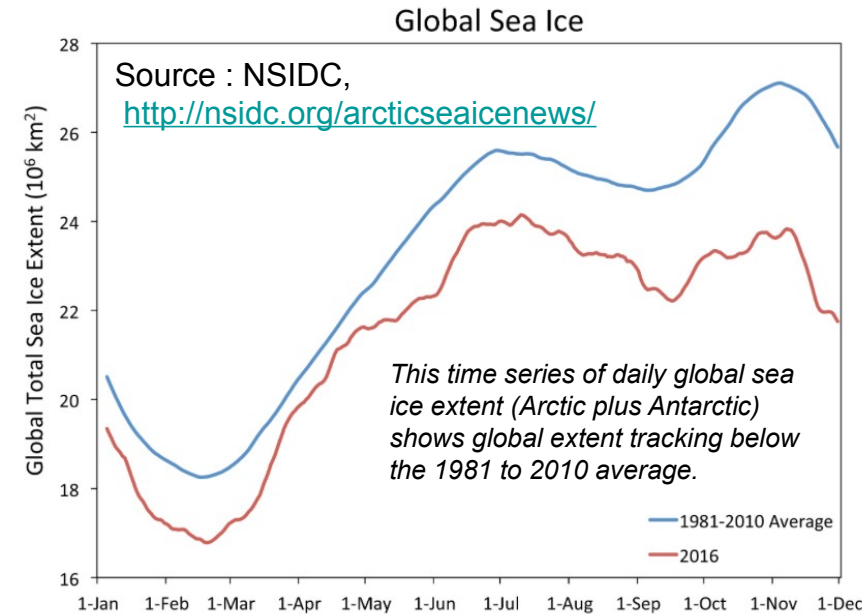
**Temps qu'il fait:** Sélection 'discrète' de points sur une période arbitraire: les températures choisies diminuent. Le réchauffement climatique est nié.



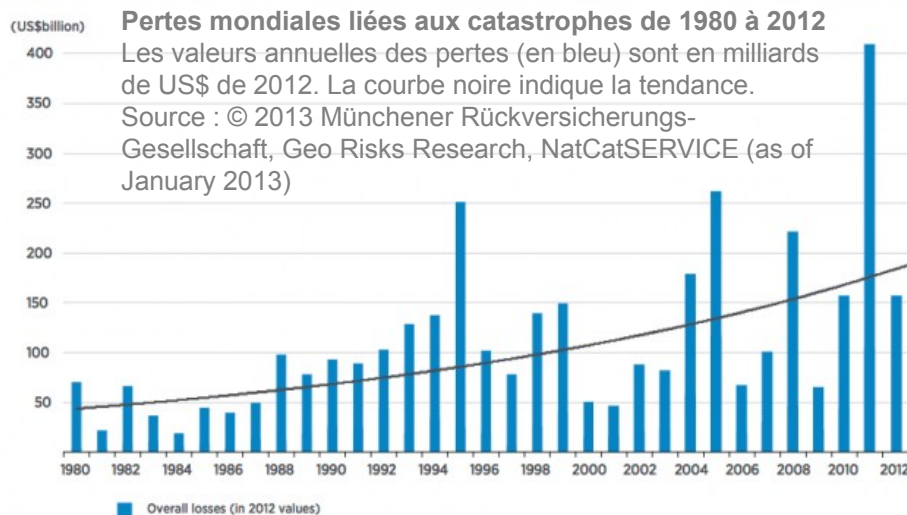
## Climato-scepticisme

Source : [Blaq Swans – Cygnes Noirs](#)

# Le climato-scepticisme passe de mode, il s'oppose



- Aux faits observés,
- Aux travaux scientifiques réunis par des OI : GIEC, OCDE, PNUE, Banque Mondiale, etc.
- Aux accords entre pays notamment en 2009 et surtout en 2015 à Paris,
- Aux opinions publiques (la perception individuelle des risques climatiques)
- A la croissance des morts et des coûts des catastrophes naturelles.
- Au nombre d'entreprises qui s'engagent à œuvrer contre les menaces des changements climatiques.





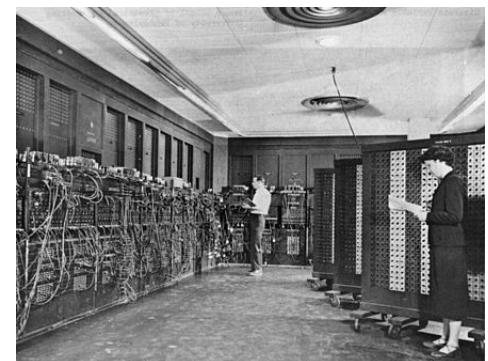
1824 : Joseph Fourier, physicien français, publie "Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires", où il expose que la température du sol est augmentée par le rôle de l'atmosphère.

1838 : Claude Pouillet, physicien français, puis Joseph Tyndall, un irlandais, attribuent l'effet de serre naturel à la vapeur d'eau et au gaz carbonique. Pouillet affirme que toute variation de la quantité de vapeur d'eau, comme de  $\text{CO}_2$ , doit se traduire par un changement climatique.



1896 : Svante Arrhenius, chimiste Suédois (Prix Nobel 1903) prédit que l'utilisation intensive des combustibles fossiles engendrera un réchauffement climatique. Il donne un ordre de grandeur :  $4^{\circ}\text{C}$  en plus pour un doublement du  $\text{CO}_2$  dans l'air.

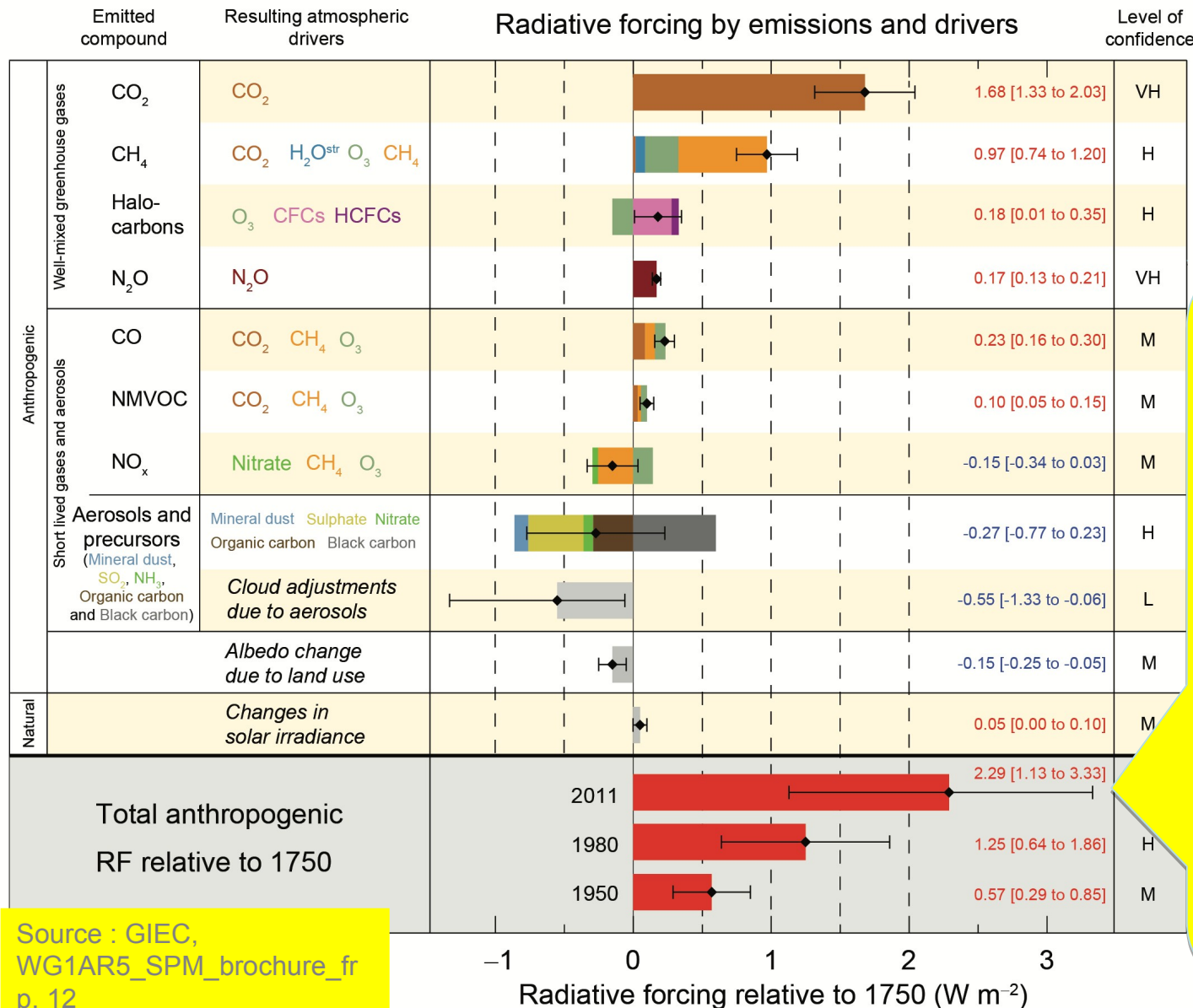
1950 : Le premier ordinateur (l'ENIAC) est utilisé pour expérimenter le premier modèle numérique de prédiction météorologique.



**... L'effet de serre : de la vieille science !**



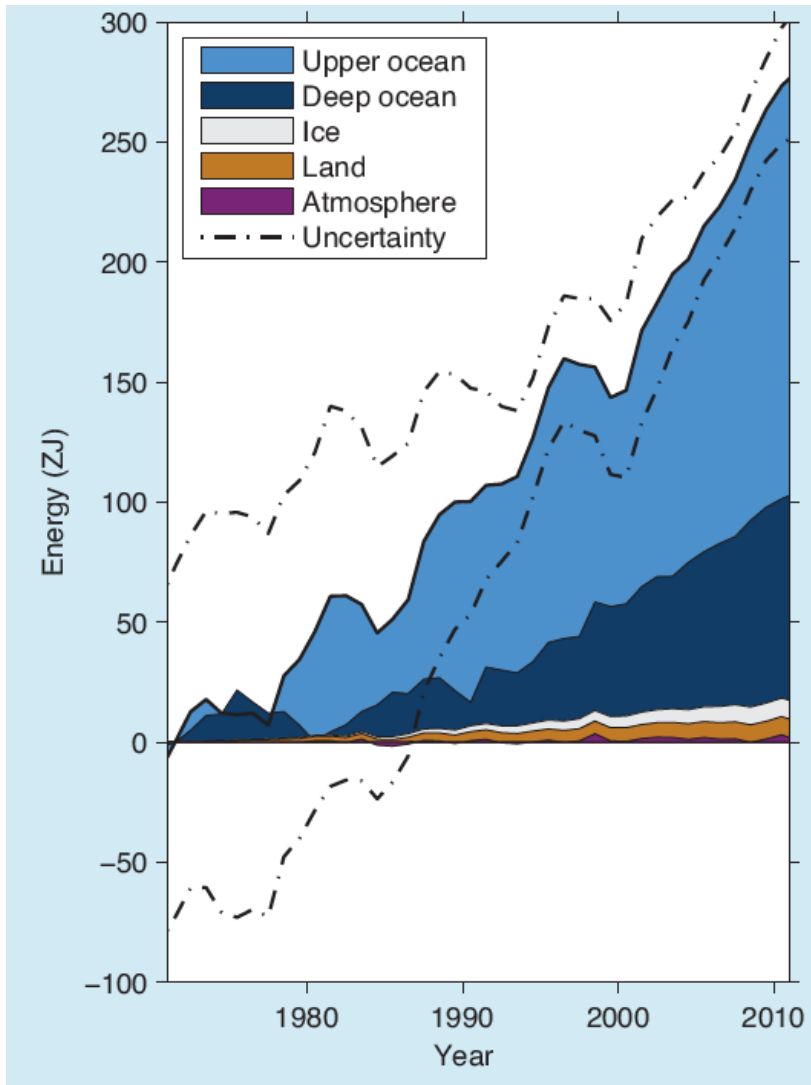
# Un forçage radiatif du aux émissions de divers gaz à effet de serre (GES)



L'énergie reçue de l'irradiation solaire absorbée au sol s'élève en moyenne à 238 W/m<sup>2</sup>. Avec 2,29 W/m<sup>2</sup> le forçage radiatif induit par les GES accumulés par les activités humaines depuis 1750, y ajoute 1 %.

Ce supplément de 1 % correspond à 920 Gtep par an, soit 60 fois les 15 Gtep d'énergie primaire consommée chaque année par l'humanité.

# La chaleur s'accumule



≈ 90% de l'énergie supplémentaire  
captée par l'atmosphère va dans  
l'océan

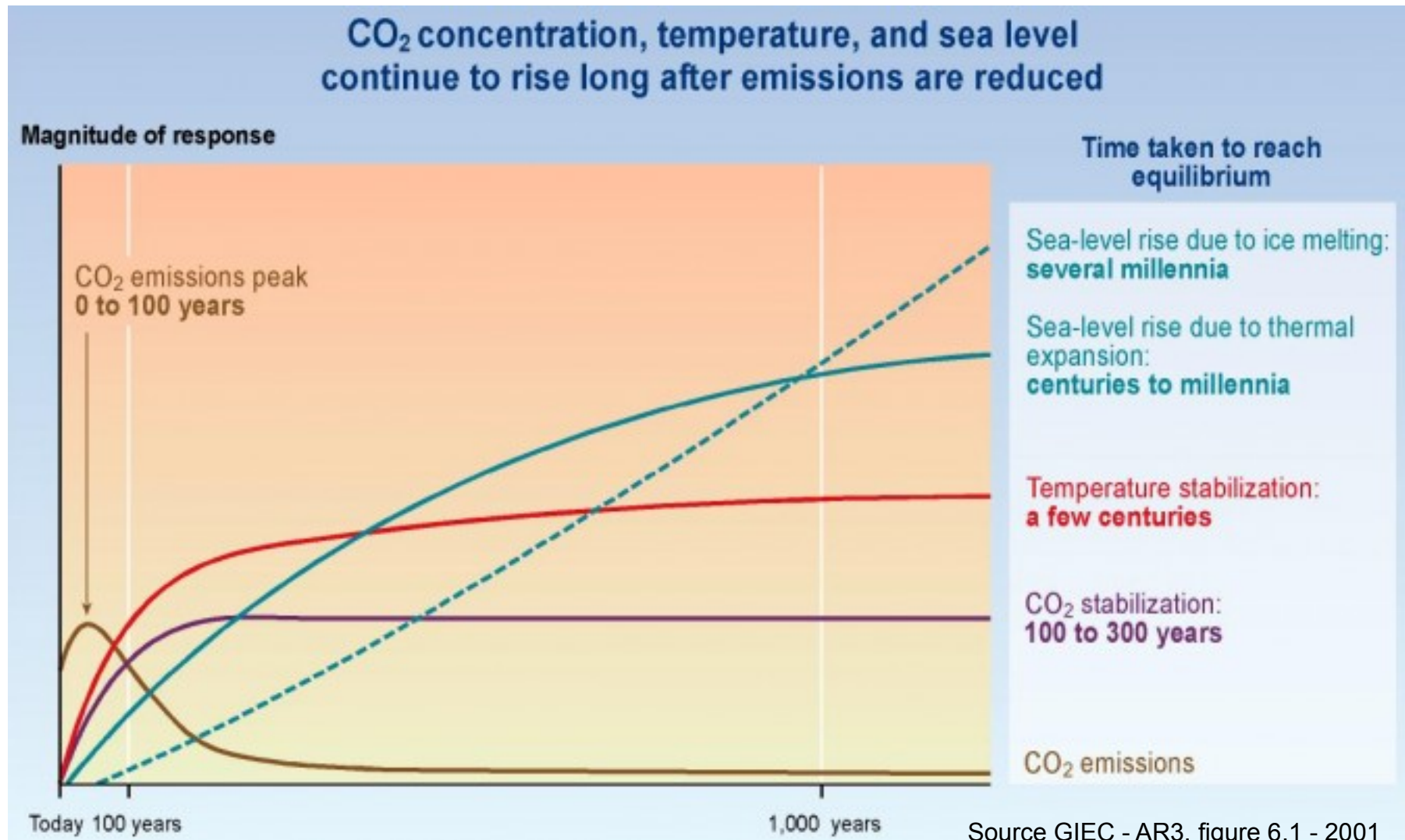
Accumulation d'énergie dans les  
divers compartiments du système  
climatique depuis 1971 (1 ZJ =  $10^{21}$  J),  
équivalent à plus de 15 fois la  
consommation d'énergie primaire de  
l'humanité sur toute la période.

**Source : IPCC, AR5, 2014**

# Un siècle d'émissions de CO<sub>2</sub>, un millénaire de conséquences



[http://sentiers.eu/saj/pierre-sur-pierres/article/questions-de-climat#menace\\_climatique](http://sentiers.eu/saj/pierre-sur-pierres/article/questions-de-climat#menace_climatique)

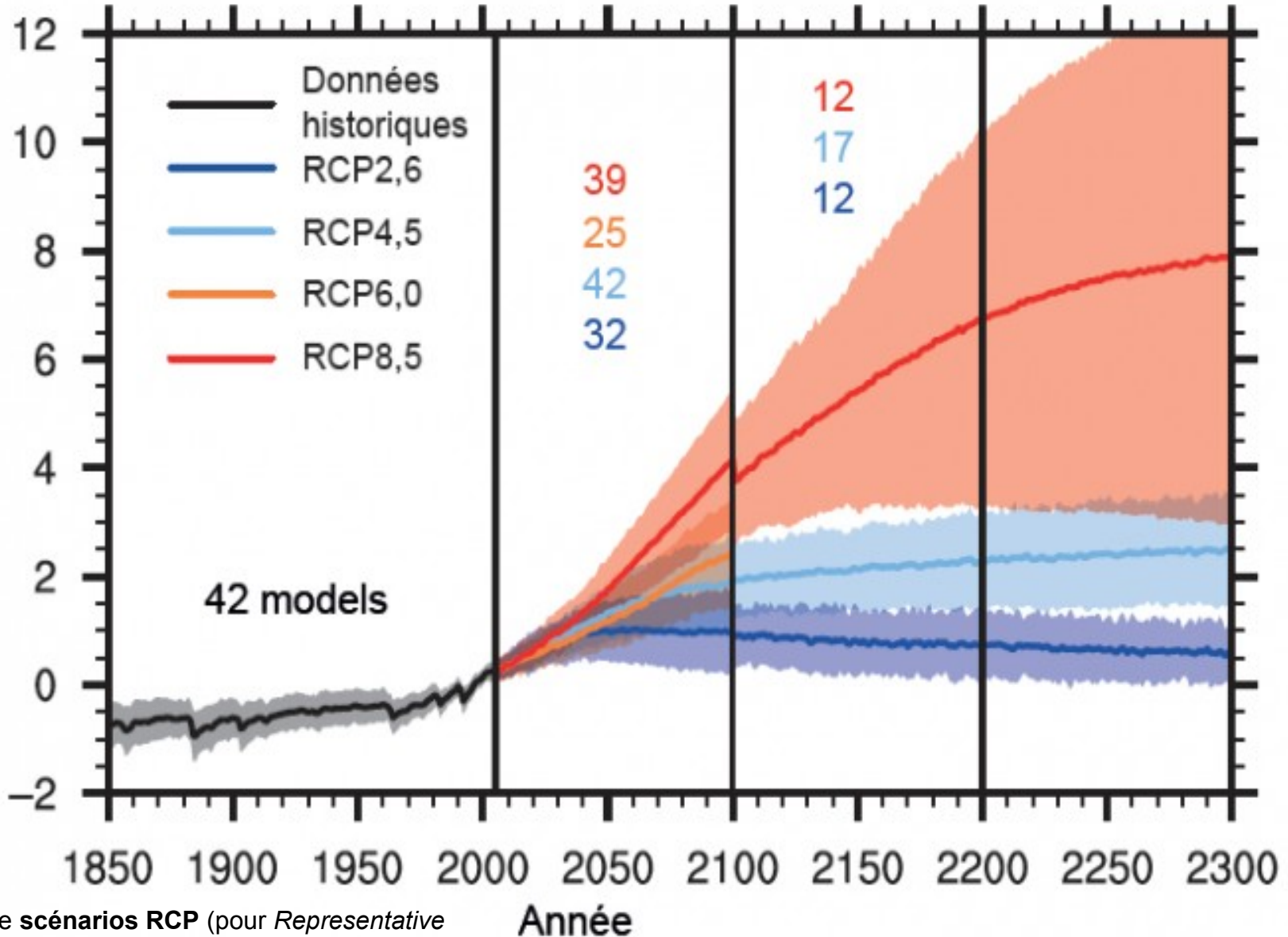


# Prévisions d'évolution de la hausse des températures selon les scénarios



Face au réchauffement climatique  
Annecy

12



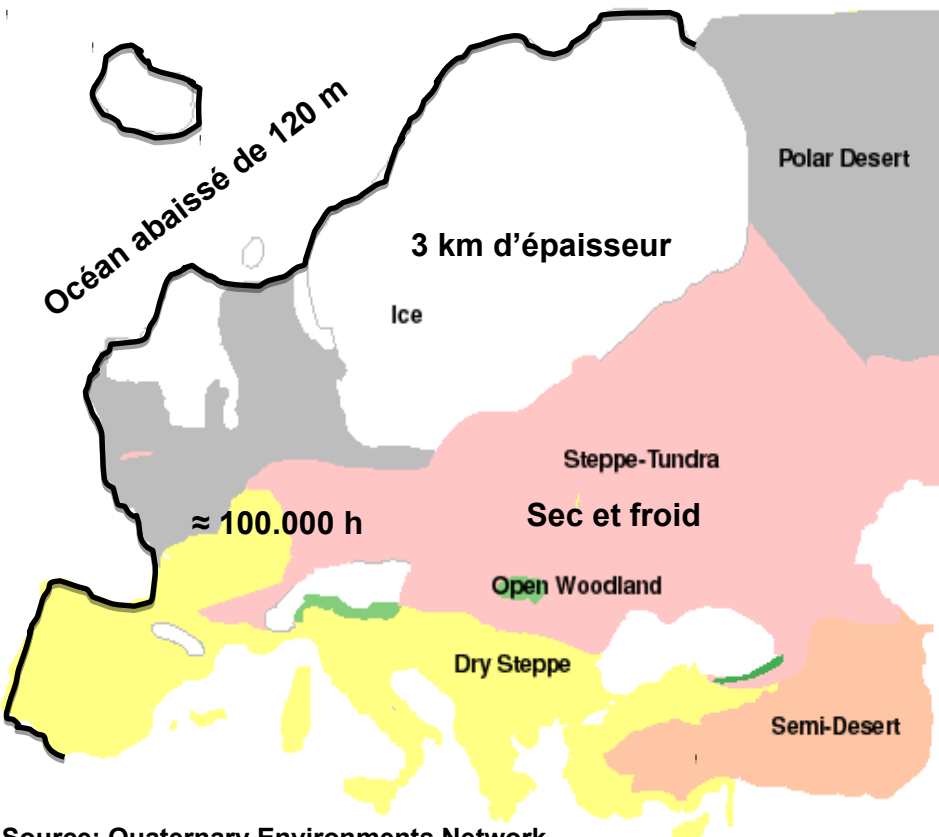
Les quatre scénarios RCP (pour Representative Concentration Pathway) correspondent à quatre forçages climatiques en 2100 (en  $W/m^2$ ).

Source : GIEC AR5-GR1 résumé pour les décideurs, p. 89

# 5° C : un bouleversement d'une brutalité inconnue



22,000 – 14,000 <sup>14</sup>C years ago



Source: Quaternary Environments Network

L'Europe il y a 20.000 ans

Present Potential Vegetation

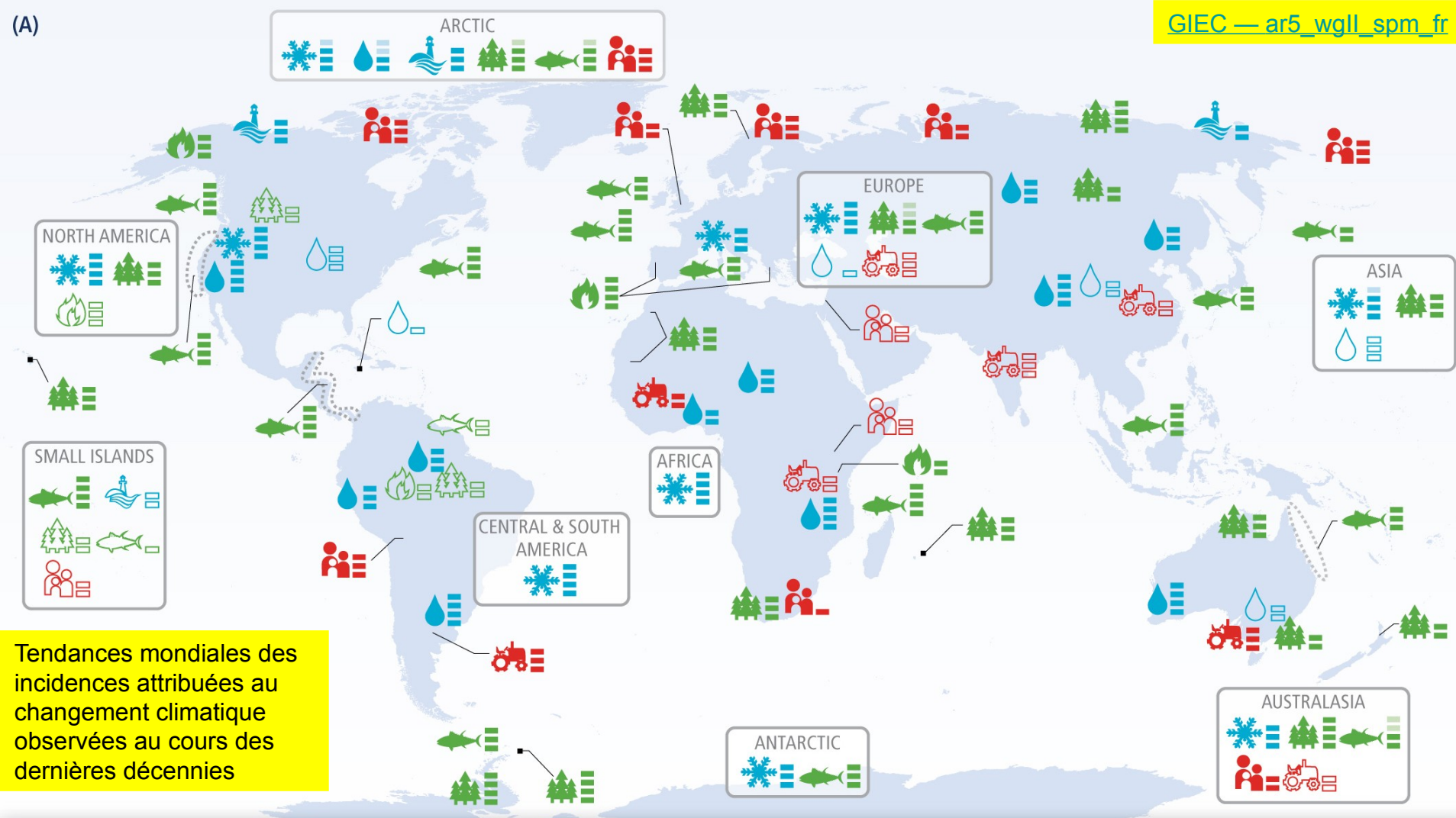


L'Europe actuelle

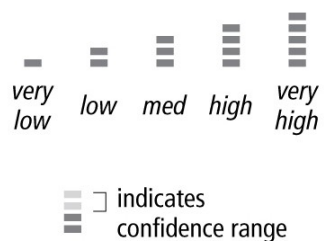
Moyenne ↗ +5°C



(A)



Confidence in attribution to climate change



Observed impacts attributed to climate change for

Physical systems



Glaciers, snow, ice, and/or permafrost

Rivers, lakes, floods, and/or drought

Coastal erosion and/or sea level effects

Biological systems

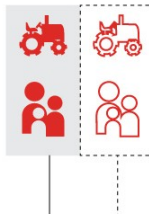


Terrestrial ecosystems

Wildfire

Marine ecosystems

Human and managed systems



Food production

Livelihoods, health, and/or economics

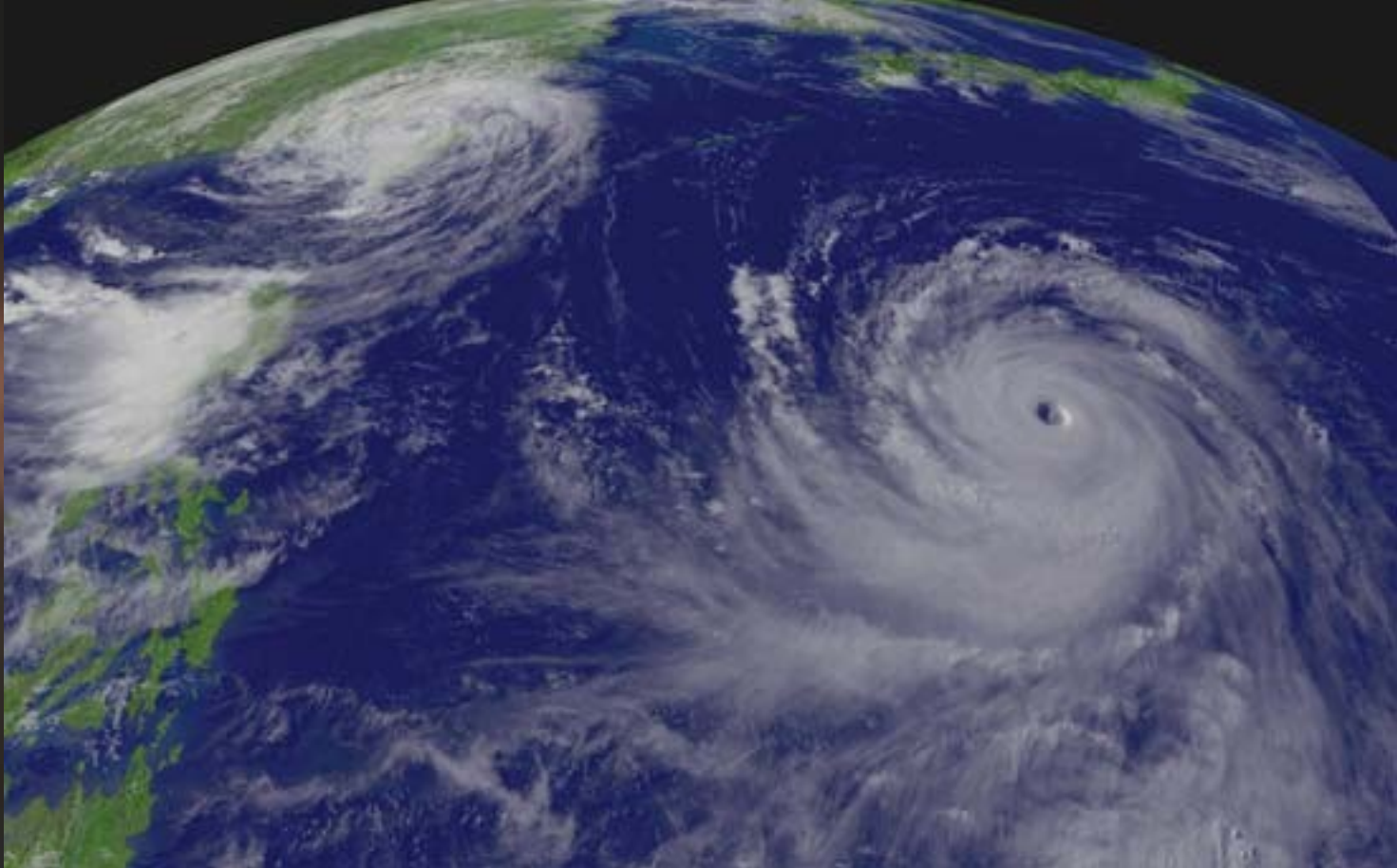


Regional-scale impacts

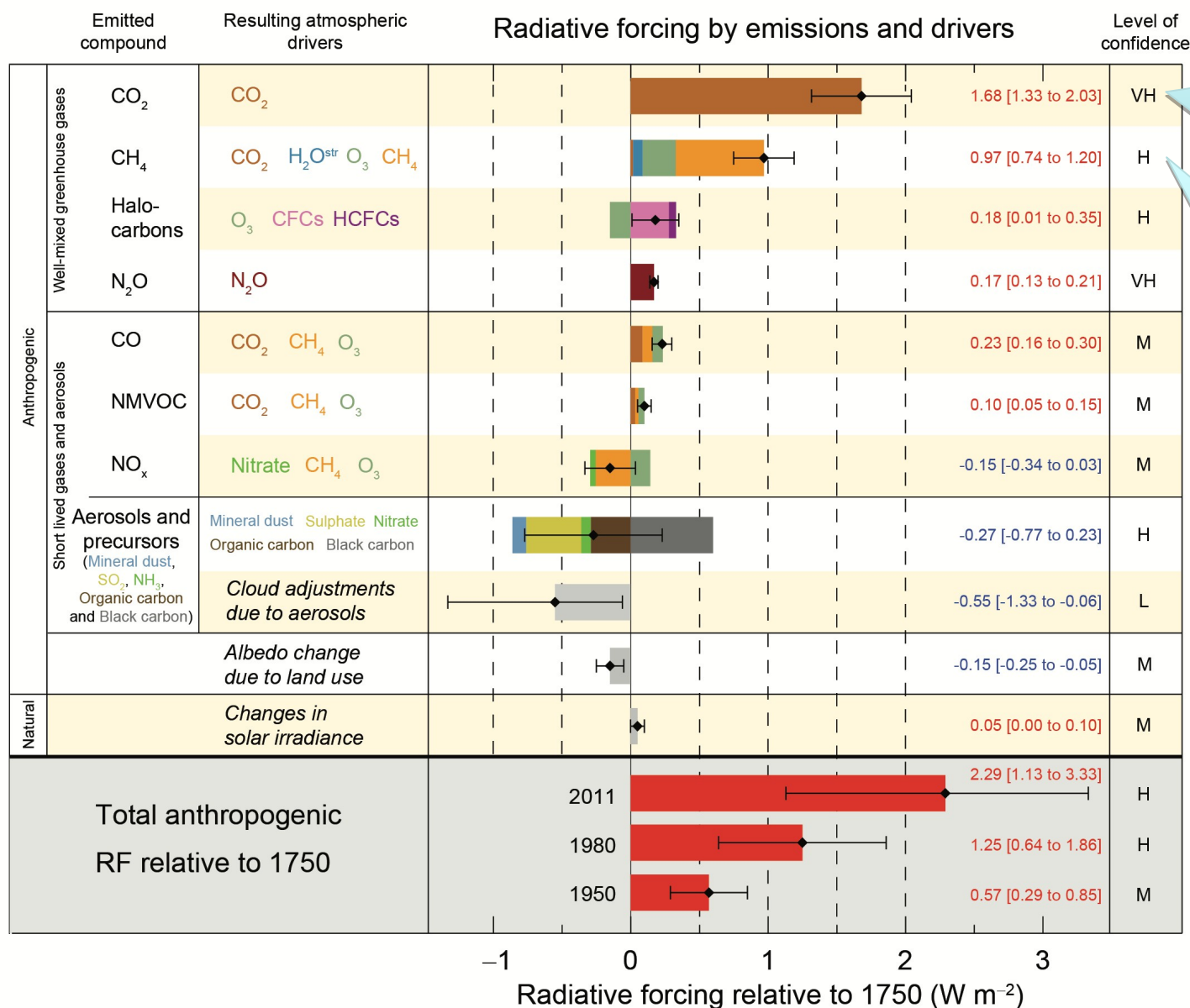
**Outlined symbols** = Minor contribution of climate change  
**Filled symbols** = Major contribution of climate change



***Quel lien avec l'énergie ?***



# Des GES émis au premier chef par les combustibles fossiles



Le CO<sub>2</sub> dont l'essentiel provient de l'utilisation des combustibles fossiles

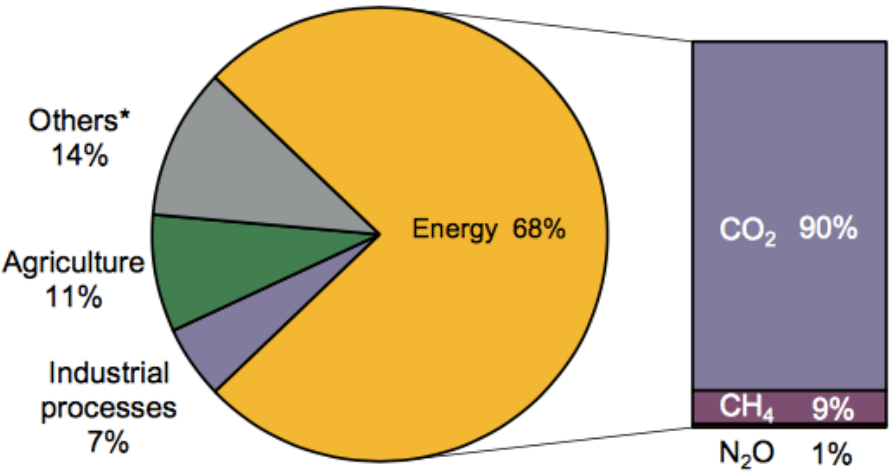
Le CH<sub>4</sub>, ou gas naturel, dont une partie provient des fuites lors de son exploitation et son transport



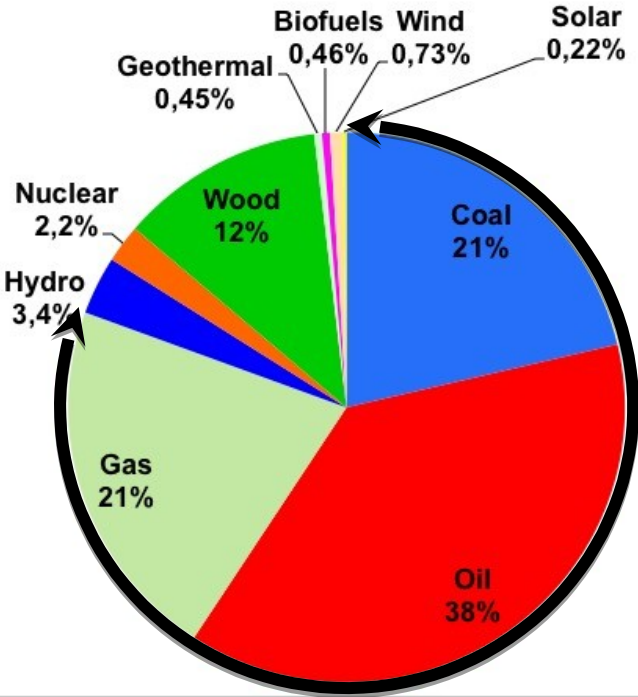
# Du climat... à ... l'énergie ... fossile



Figure 1. Estimated shares of global anthropogenic GHG \*



World final energy by primary source, 2015



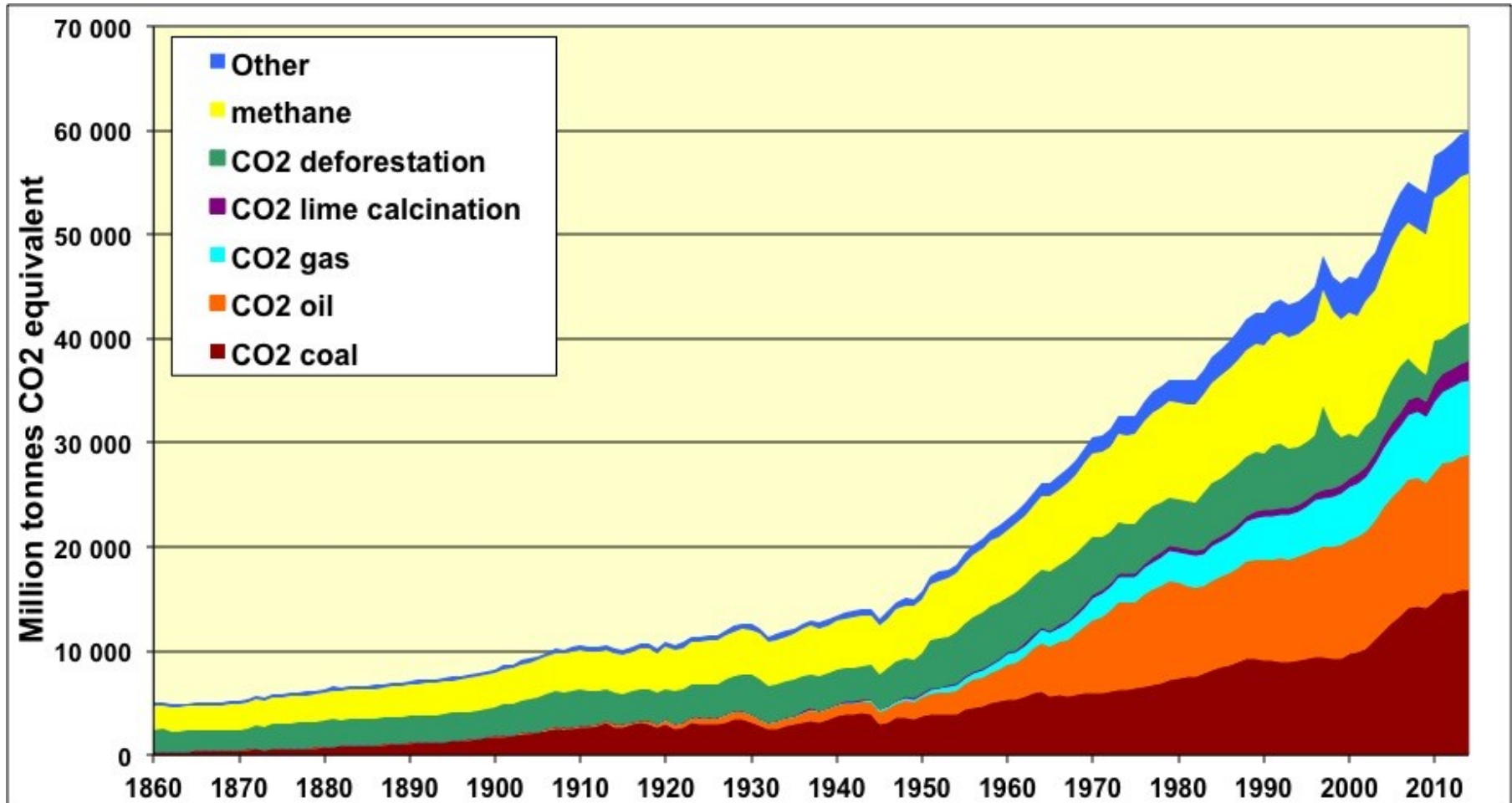
Fossile !

\* Others include large-scale biomass burning, post-burn decay, peat decay, indirect N<sub>2</sub>O emissions from non-agricultural emissions of NO<sub>x</sub> and NH<sub>3</sub>, Waste, and Solvent Use.

Source: based on IEA estimates for CO<sub>2</sub> from fuel combustion and EDGAR 4.3.0 and 4.3.2 for non-fuel combustion CO<sub>2</sub> and 4.2 FT2010 for all other sources; for 2010; based on 100-year Global Warming Potential (GWP), see online documentation file.



# Évolution des émissions de GES



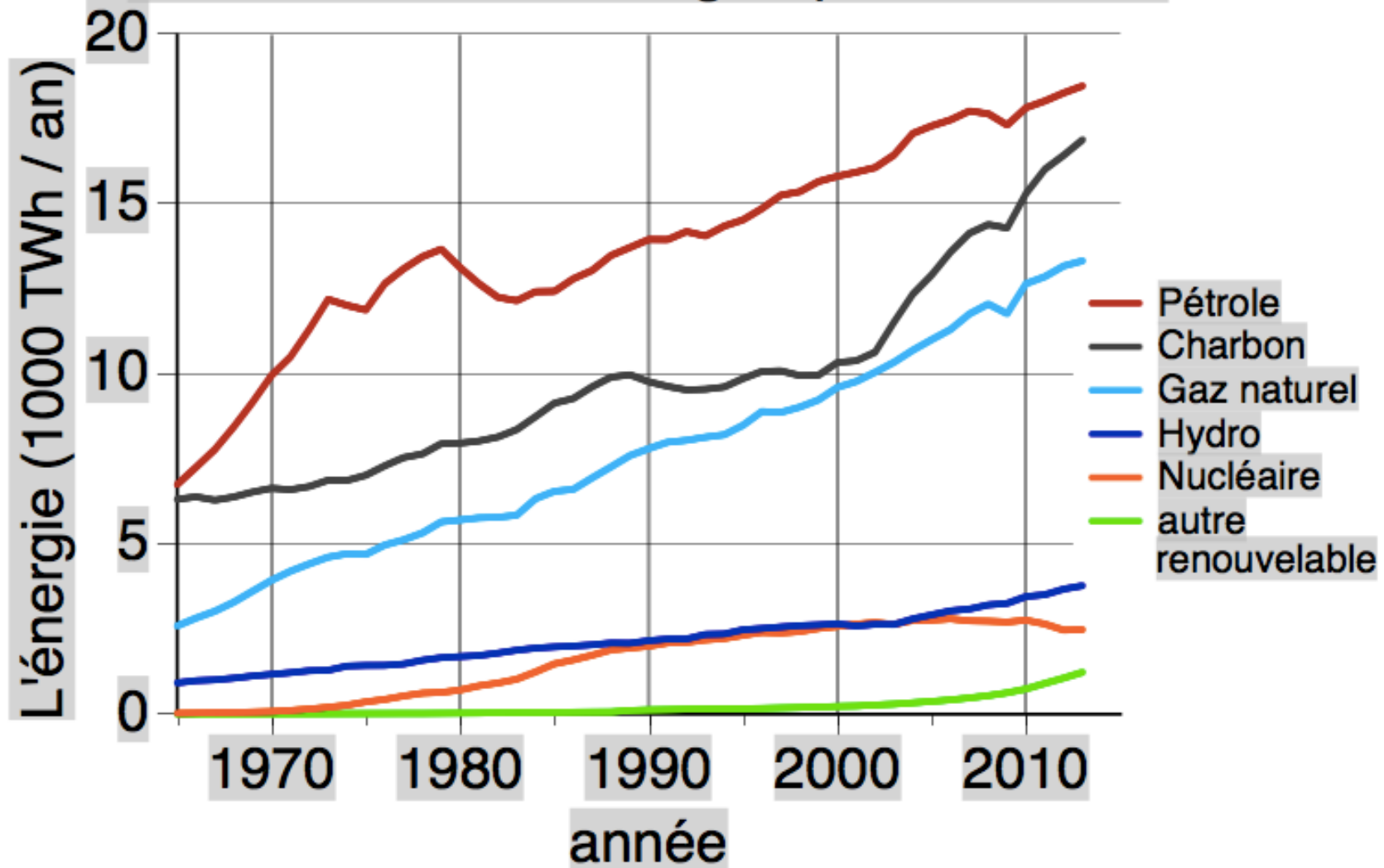
Emissions mondiales de gaz à effet de serre de depuis 1860.

Jancovici, sur données diverses

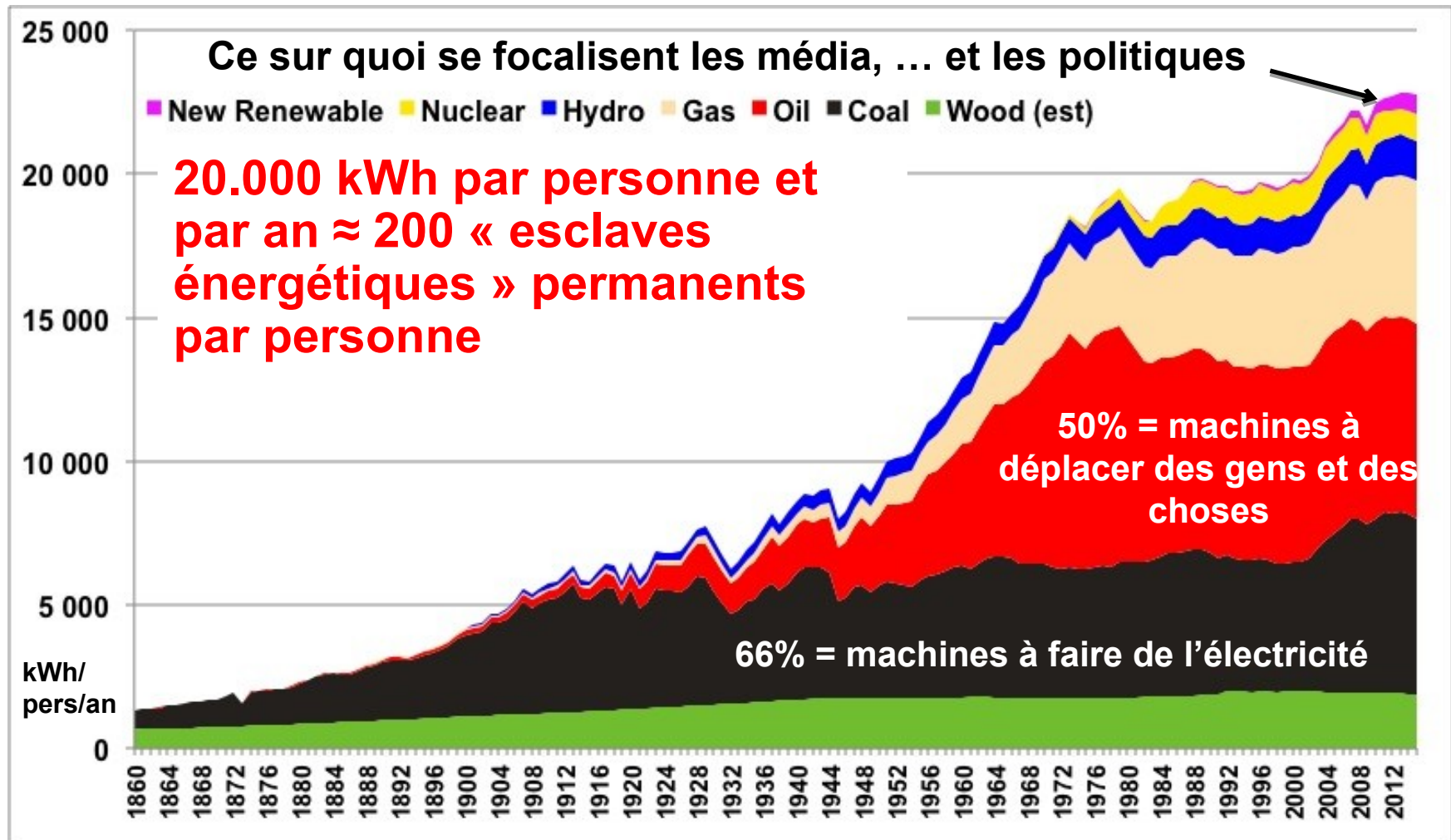
# Consommations énergétiques mondiales par vecteur



## Consommation énergétique mondiale



# La part des ENR a chuté en un siècle et demi



Consommation d'énergie par personne, moyenne mondiale 1860-2014. Jancovici, 2015

En 1860 la biomasse représentait plus de 50 %. Aujourd'hui les énergies renouvelables (bois et hydrolique + ...) ne comptent que pour environ 10 % !

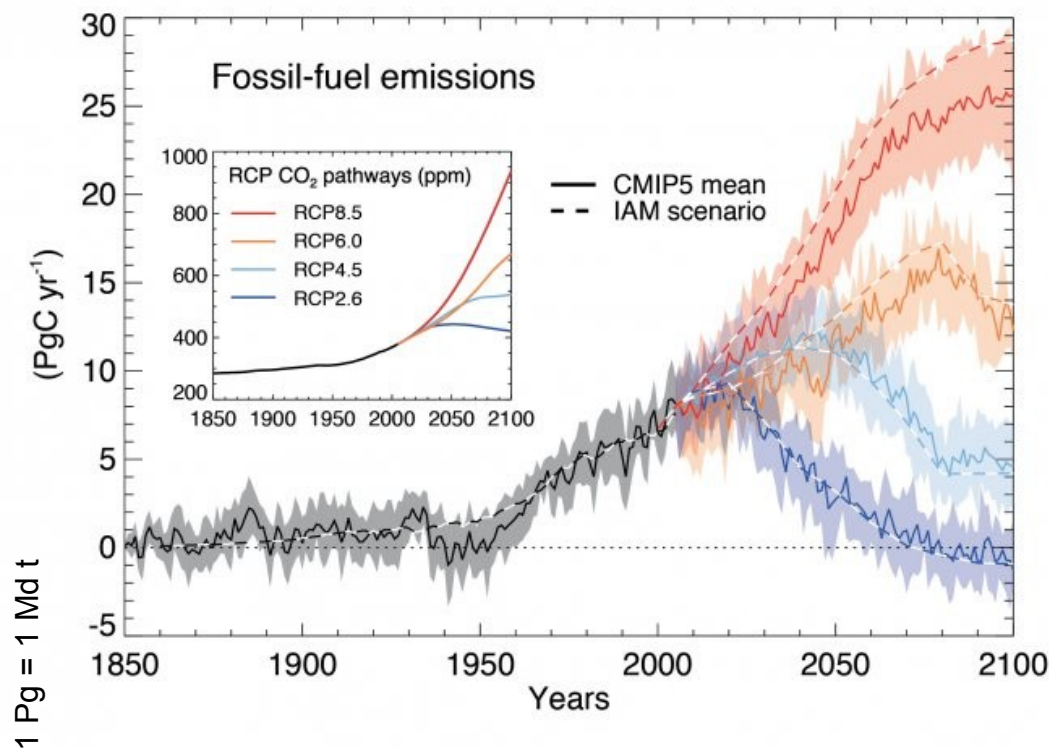


*Pourrions-nous éviter le pire ?*



## Pourrions-nous éviter le pire ?

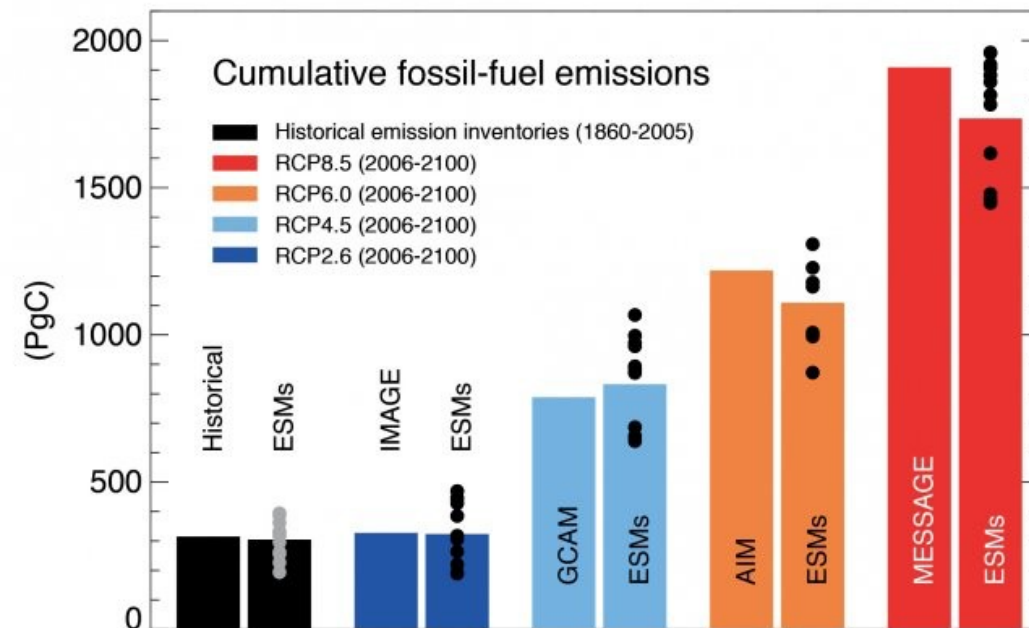
[http://sentiers.eu/saj/pierre-sur-pierres/article/questions-de-climat#eviter\\_pire](http://sentiers.eu/saj/pierre-sur-pierres/article/questions-de-climat#eviter_pire)



### Emissions de combustibles fossiles compatibles avec les divers scénarios d'évolution des températures

Les quantités d'émissions (annuelles en haut, cumulées depuis la révolution industrielle en bas) sont comptées en Petagrammes de Carbone (PgC) soit en milliards de tonnes de carbone (pour avoir le poids de l'équivalent en CO<sub>2</sub> il convient de multiplier par 3,7).

Source : GIEC AR5-GR1  
résumé pour les décideurs, p. 94



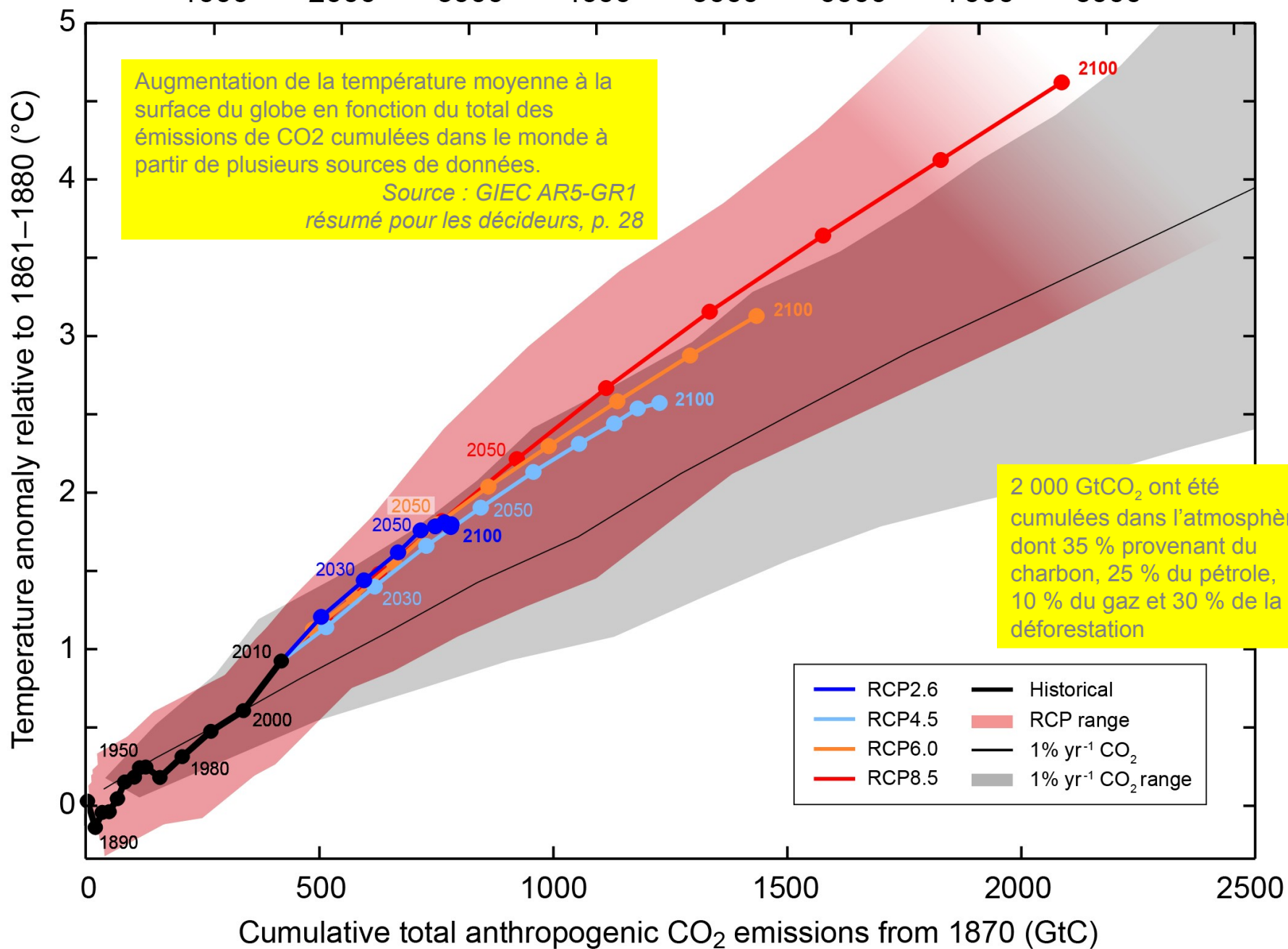
**Le scénario RCP2,6, le seul à  
permettre l'objectif de maintien en  
dessous de 2°C en 2100, exige de ne  
pas émettre plus à l'avenir que les  
émissions historiques.**



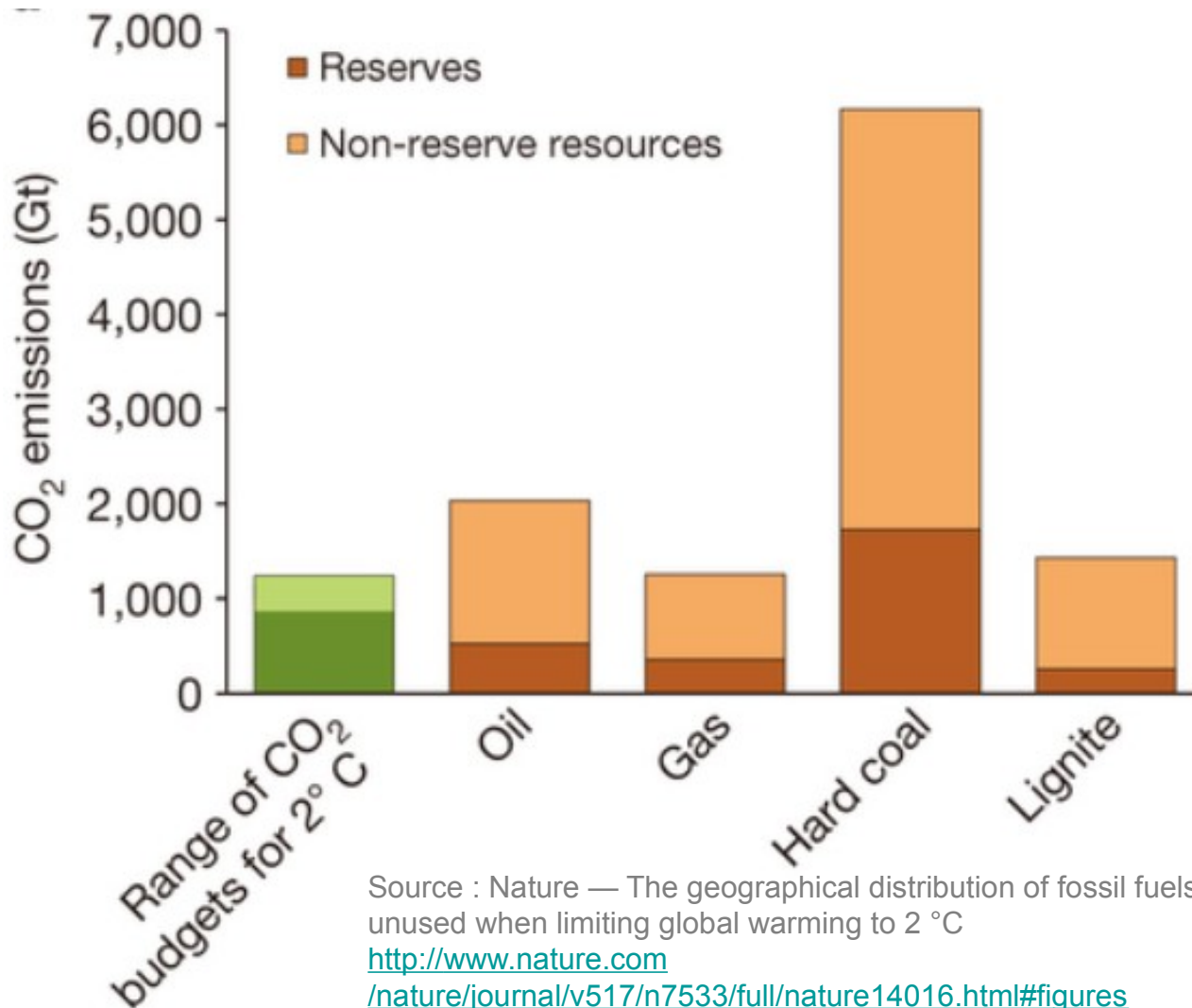
# Cumulative total anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions from 1870 (GtCO<sub>2</sub>)

ie

24



# Pour éviter de dépasser 2°C de réchauffement ...



Les réserves pétrolières sont le volume de pétrole récupérable, à partir de champs de pétrole découverts, sur la base des contraintes économiques et techniques actuelles. — Wikipédia

Le graphique indique que ces réserves mondiales sont estimées à 1 294 milliards de barils de pétrole, 192 000 milliards de mètres cube de gaz naturel, 728 milliards tonnes de charbon et 276 milliards tonnes de lignite. Leur combustion émettrait 2 900 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>. La partie orange qui surmonte les réserves de chaque type correspond à des estimations au-delà des réserves prouvées.

**Laisser sous terre les 3/5<sup>e</sup> des réserves certaines et les 4/5<sup>e</sup> des ressources fossiles probablement accessibles.**

# La COP-21, et après ?

<http://sentiers.eu/saj/pierre-sur-pierres/article/la-cop-21-et-apres>



Face au réchauffement climatique  
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

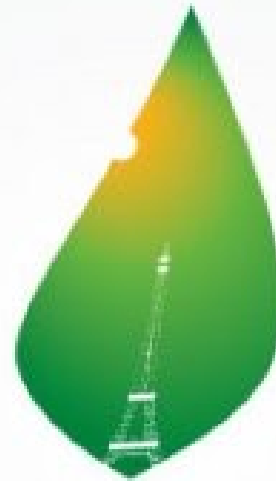
26

## • Ecouter

- durant plusieurs années les États parties à la CCNUCC pour inverser la méthode qui avait échoué à la COP15 en 2009.

## • Construire un accord

- qui vise la sauvegarde de l'humanité dans toutes ses composantes,
- qui ne pèse pas sur la production alimentaire,
- qui favorise une évolution des flux financiers vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques.



**PARIS2015**  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
**COP21·CMP11**

## • Forger

- les outils de l'efficacité et de la confiance

## • Accomplir encore beaucoup

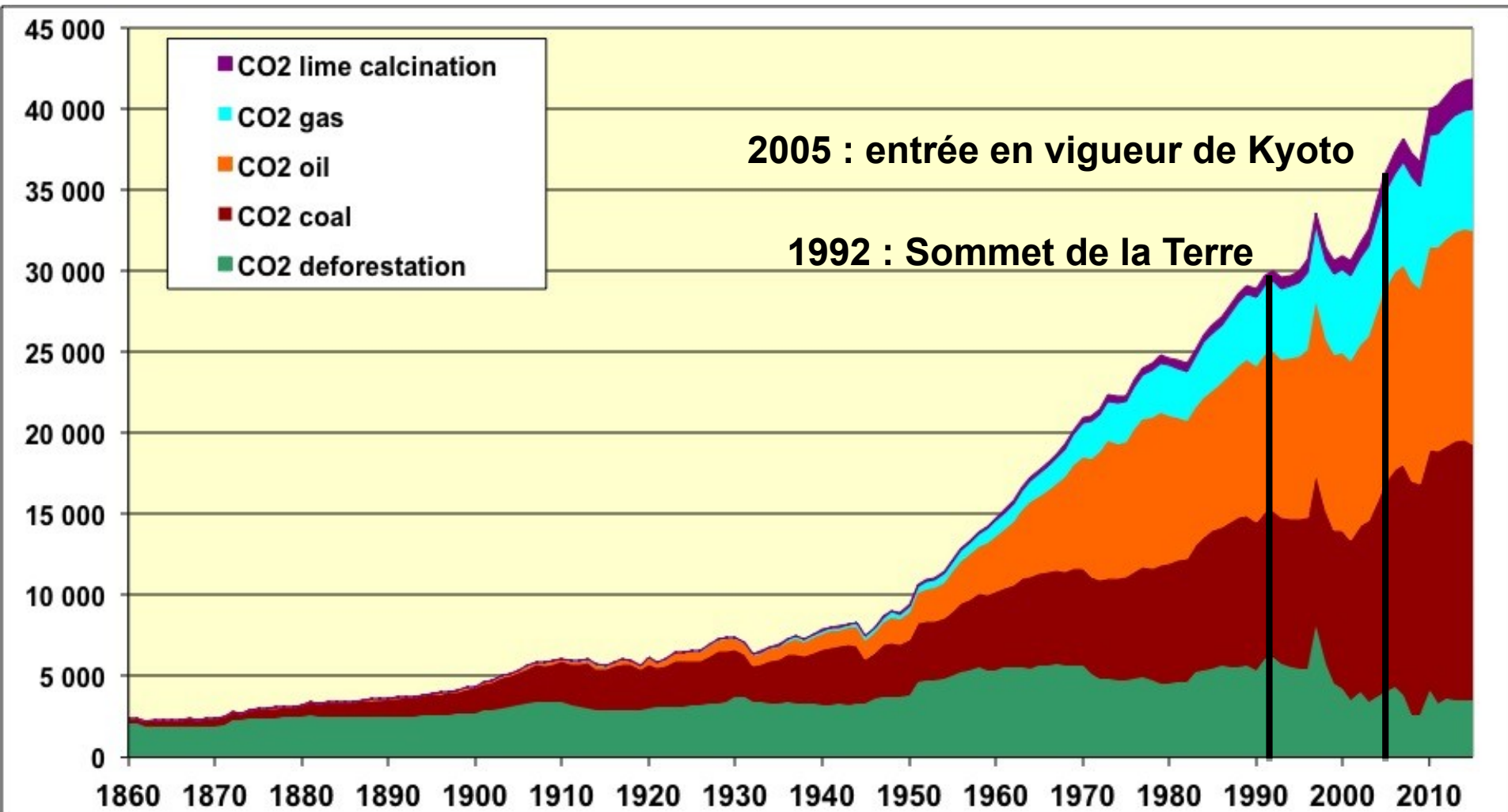
- à Marrakech en 2016,
- d'ici 2018, avec divers rdv construire la confiance en détaillant les méthodes de mesure, avoir un rapport du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement supérieur à 1,5°C, s'accorder sur le décompte des financements,
- d'ici 2020, pour que les parties fournissent de nouveaux engagements,
- d'ici 2023, pour un premier bilan.



**COP24·KATOWICE 2018**  
UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE CONFERENCE

La COP 24 aurait-elle démérité ?

# Mais il ne suffit pas de négocier, ...

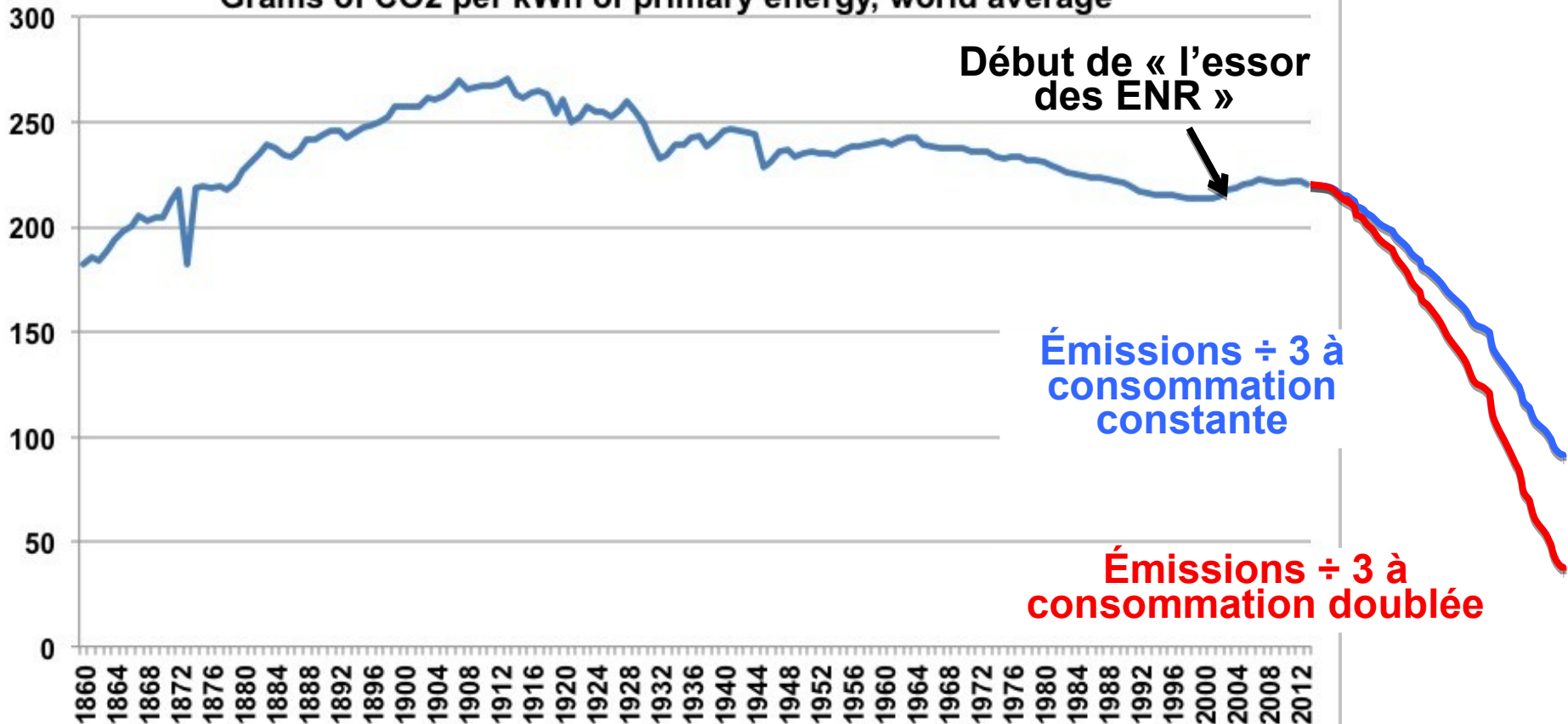


Emissions de CO2 depuis 1860. Jancovici, sur données diverses.

# Transition, es-tu là ?



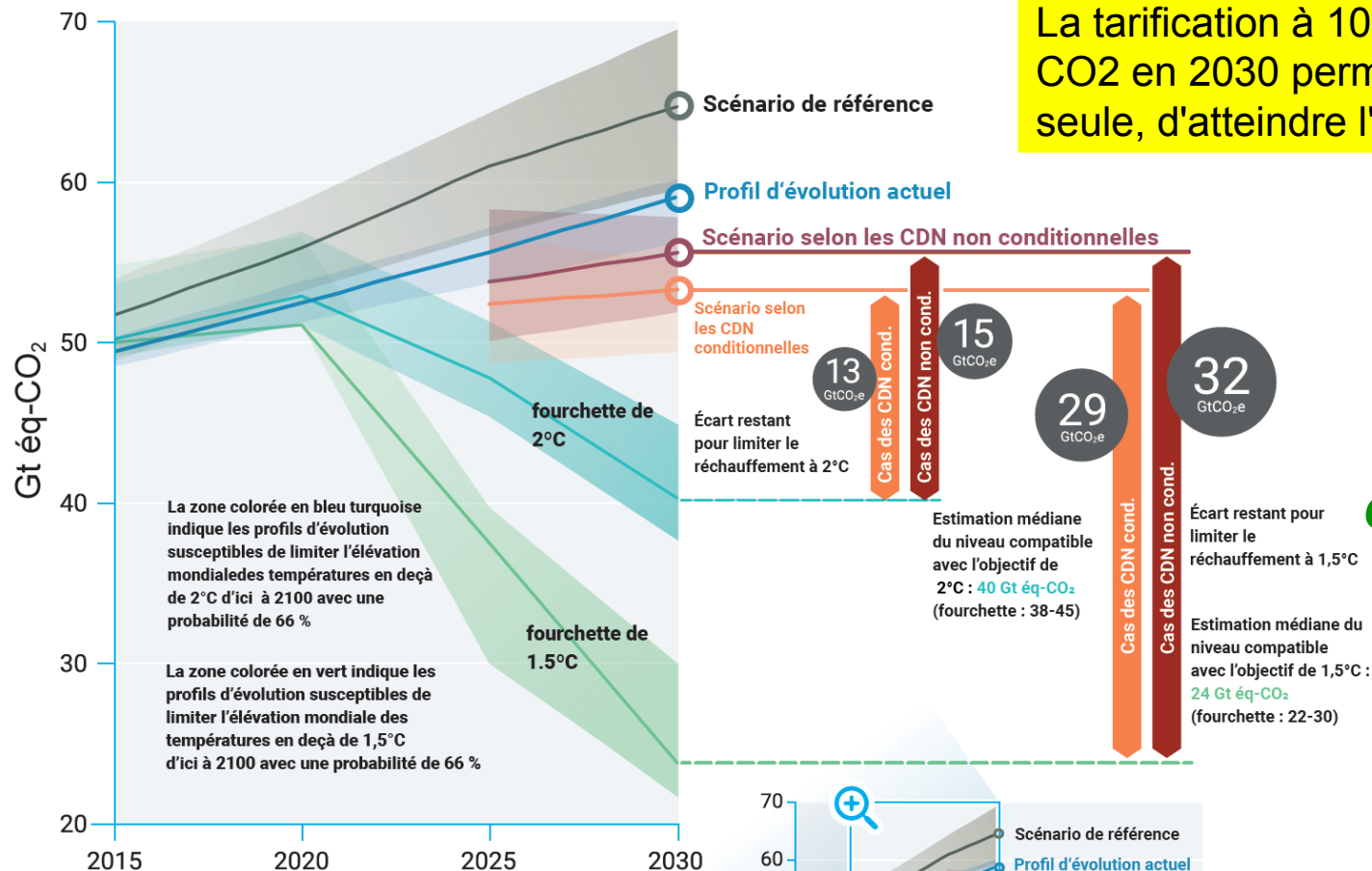
Grams of CO2 per kWh of primary energy, world average



Emissions par kWh primaire depuis 1860. Jancovici, 2015 ; données Schilling et al., 1977, BP Statistical Review, 2015



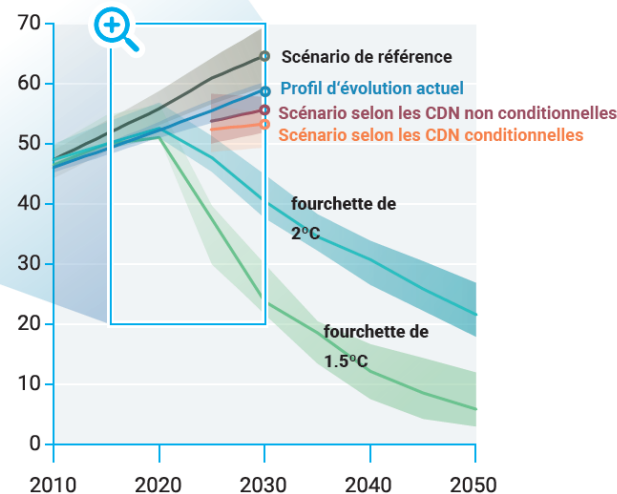
**Figure ES.3 :** Émissions mondiales de gaz à effet de serre selon différents scénarios et écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions en 2030 (estimation médiane et du 10e au 90e percentile)



La tarification à 100 dollars US/t éq-CO<sub>2</sub> en 2030 permettrait, à elle seule, d'atteindre l'objectif des 2°C.

*Après la COP 21, tout reste à faire en commençant tout de suite*

Pour atténuer l'effet des politiques unilatérales et lutter contre les fuites de carbone : Taxe carbone et ajustement fiscal à la frontière (AFF).



**PNUE : Rapport 2018 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions (11/2018)**  
(CDN : contribution déterminée au niveau national)  
<https://www.unenvironment.org/fr/resources/rapport-2018-sur-lecart-entre-les-besoins-et-les-perspectives-en-matiere-de-reduction-des-emissions>



***L'Europe et la France ont-elles intérêt à  
sortir du carbone fossile ?***

# Europe — production d'énergie

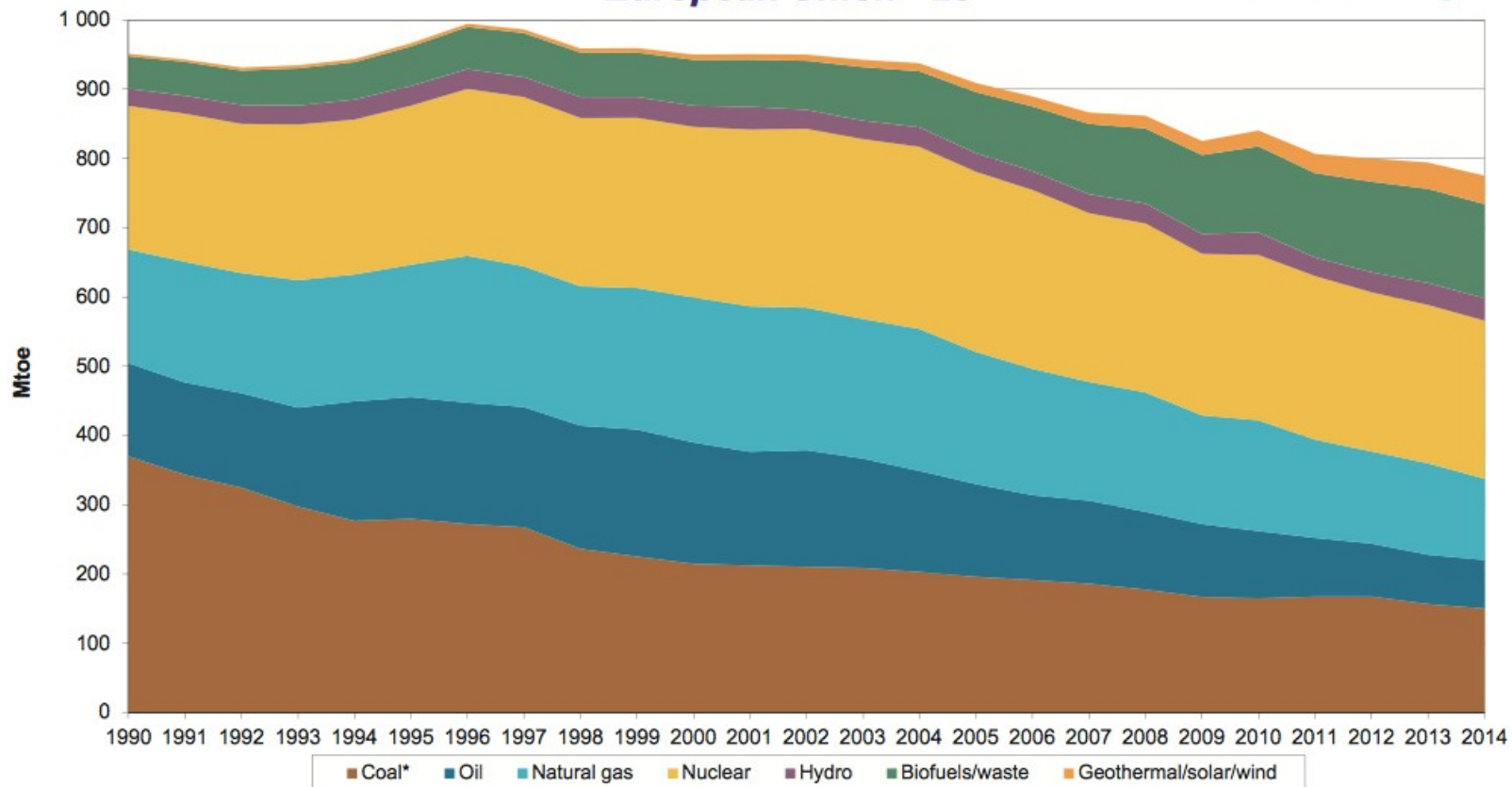


IEA Energy Statistics

Statistics on the web: <http://www.iea.org/statistics/>



## Energy production European Union - 28



\* In this graph, peat and oil shale are aggregated with coal, when relevant.

# Europe — consommation d'énergie

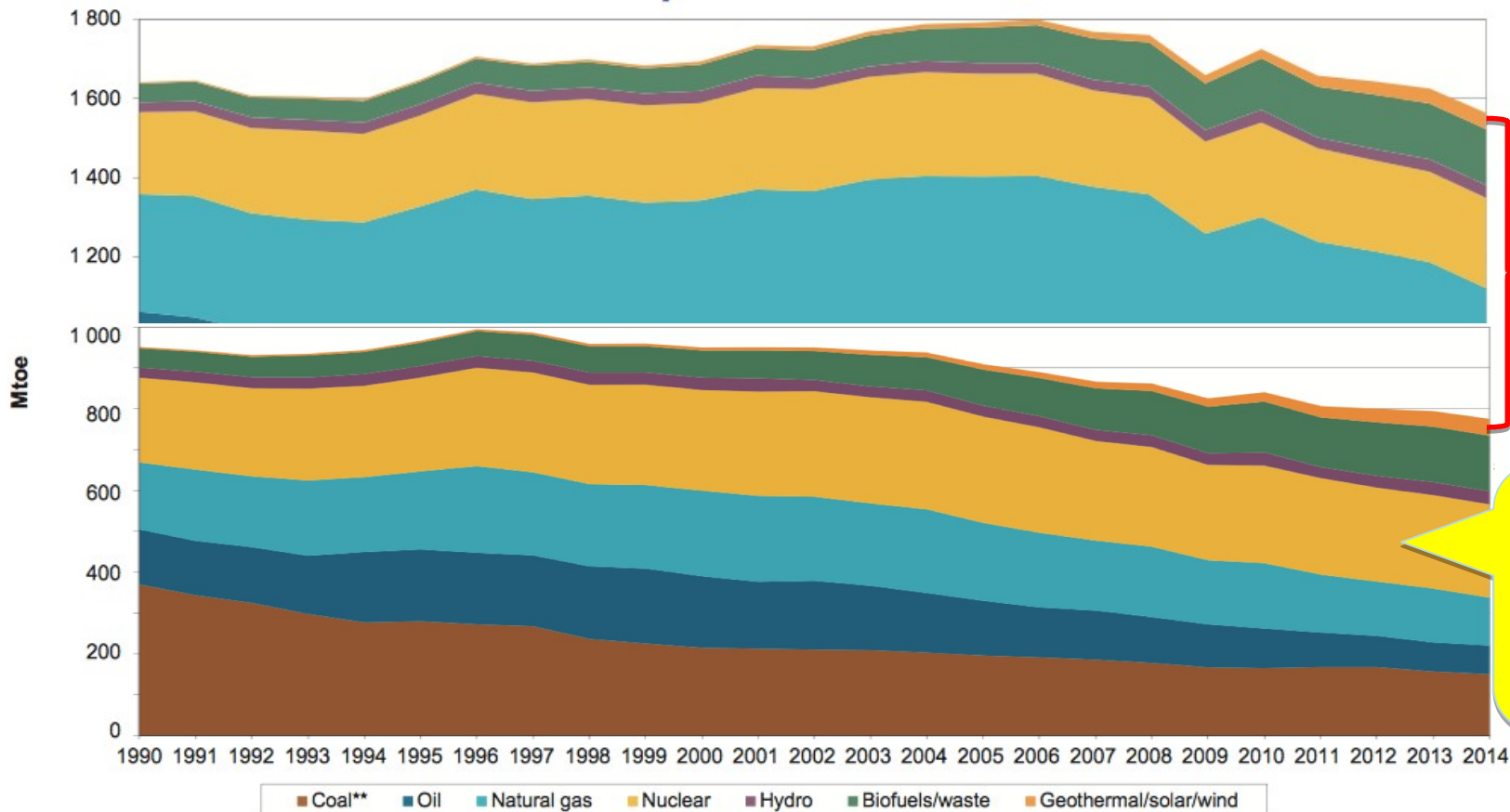


IEA Energy Statistics

Statistics on the web: <http://www.iea.org/statistics/>



## Total primary energy supply\* European Union - 28



Déficit Européen

Superposons la production européenne aux mêmes échelles

\* Excluding electricity trade.

\*\* In this graph, peat and oil shale are aggregated with coal, when relevant.

For more detailed data, please consult our on-line data service at <http://data.iea.org>.

# Oui, l'Europe est très dépendante des importations d'énergie



Importations nettes d'énergie par région

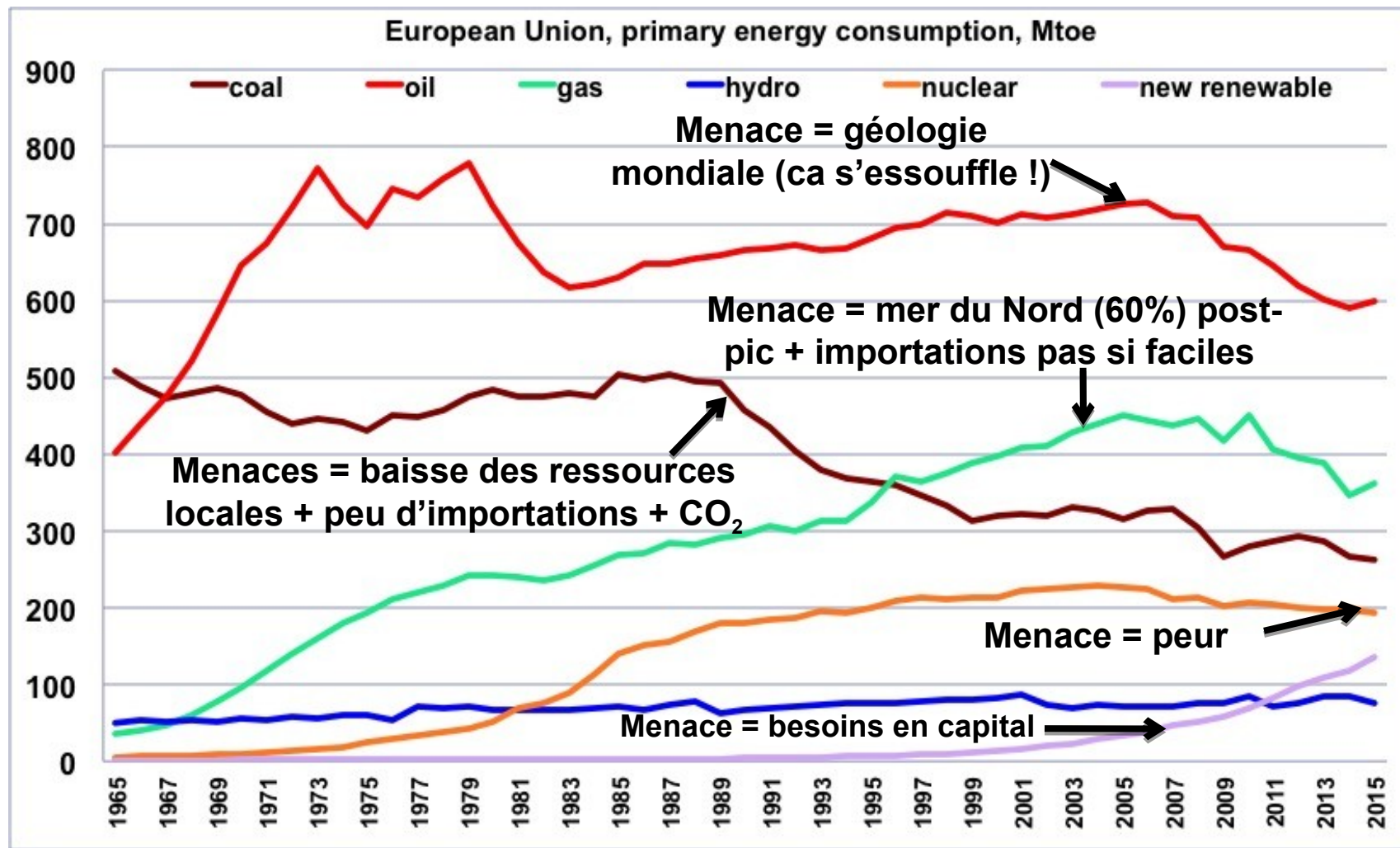


Europe, région du monde de loin la plus dépendante en énergie avec 873 millions de tonnes d'équivalent pétrole importées en 2010.

Sources : OCDE - AIE



# Sécurité d'approvisionnement ? Quelles menaces ?

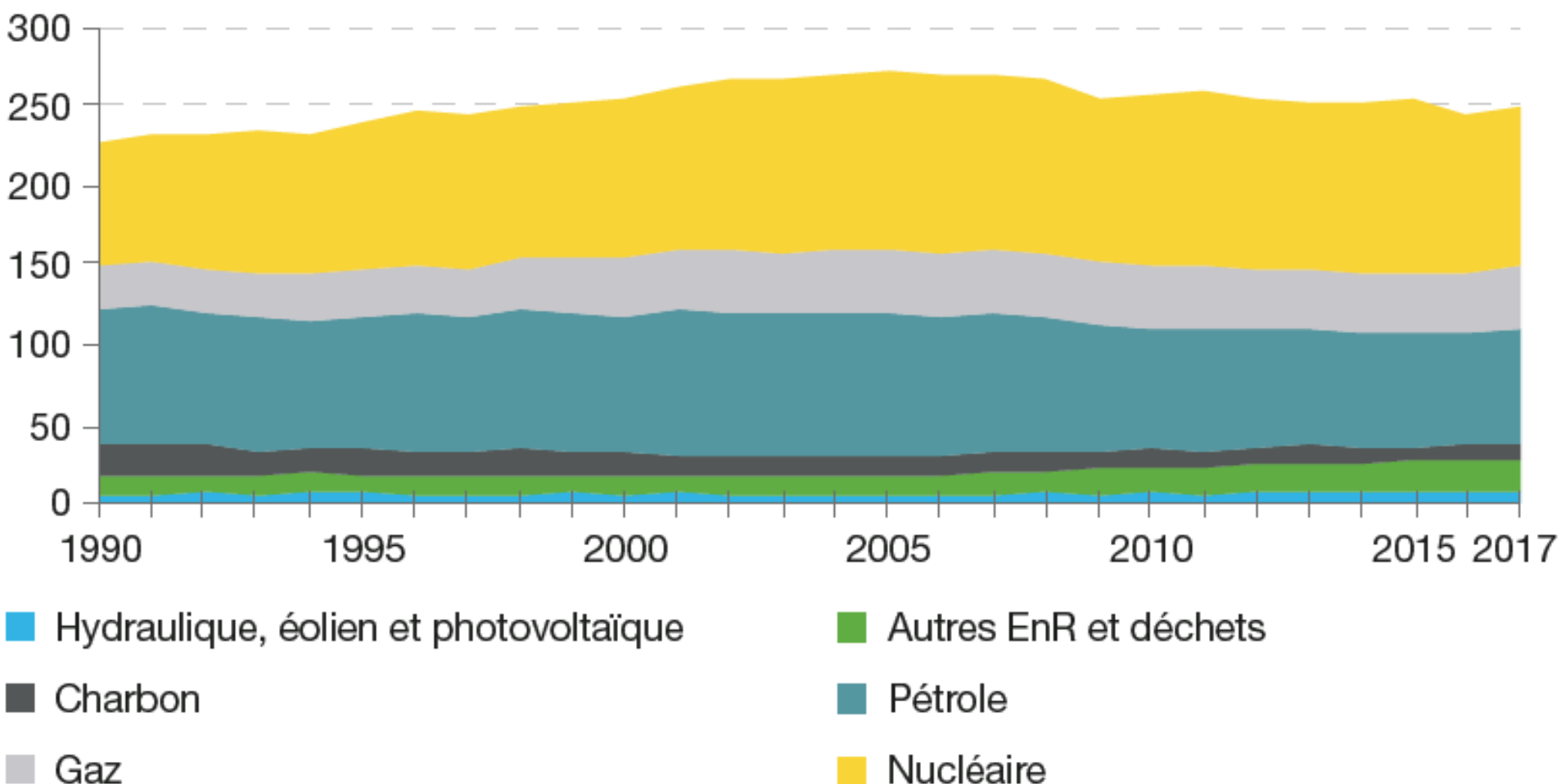


Consommation d'énergie par européen depuis 1965. Données BP Statistical Review, 2016

# CONSUMPTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ÉNERGIE

**TOTAL : 250 MTEP EN 2017**

En Mtep (données corrigées des variations climatiques)



*Champ : métropole.*

**Source :** calculs SDES, d'après les données disponibles par énergie

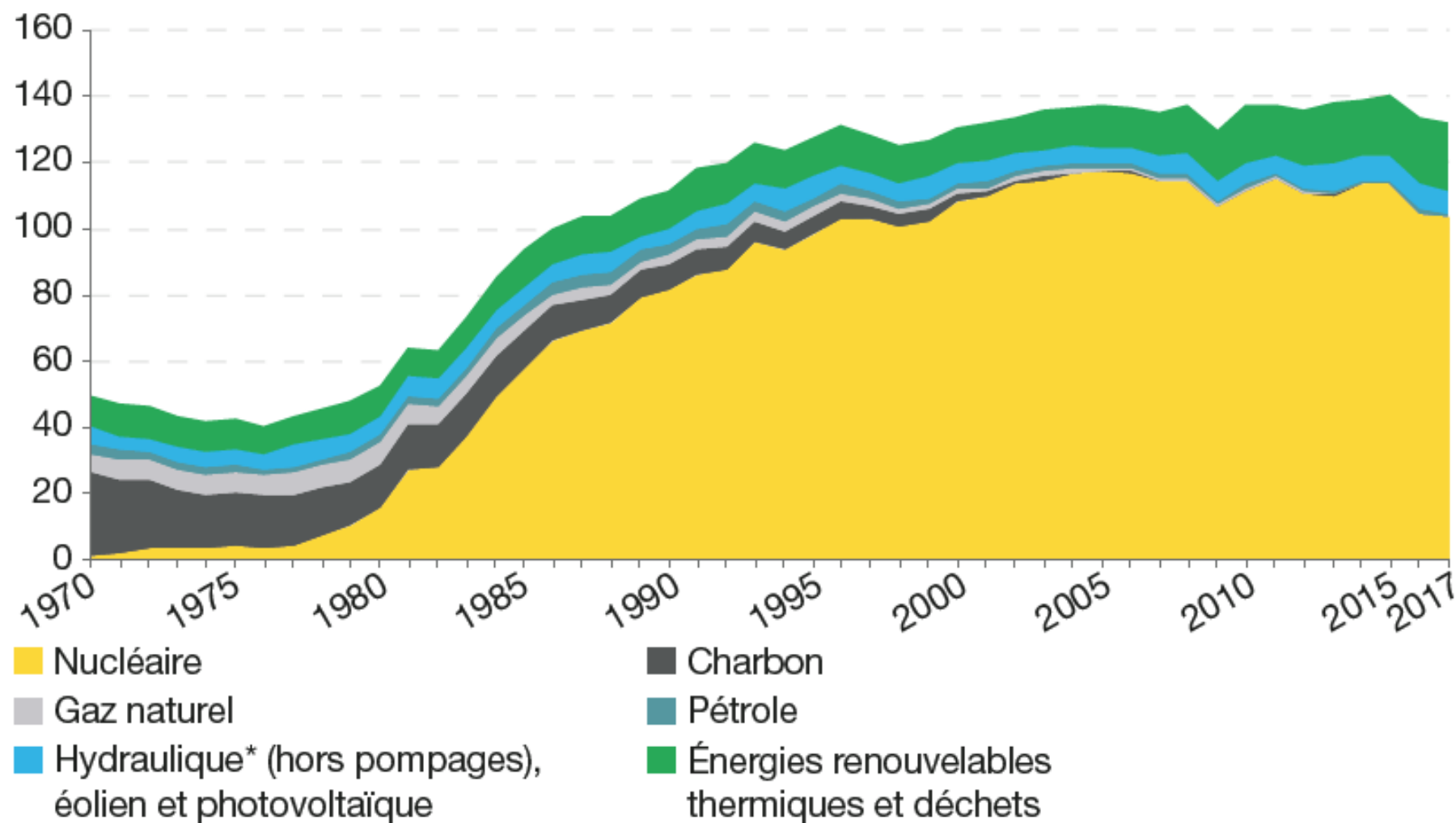
# PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ÉNERGIE

Je

TOTAL : 132 MTEP EN 2017

En Mtep

36



\* Y compris énergies marines.

Champ : métropole.

Source : calculs SDES, d'après les sources par énergie

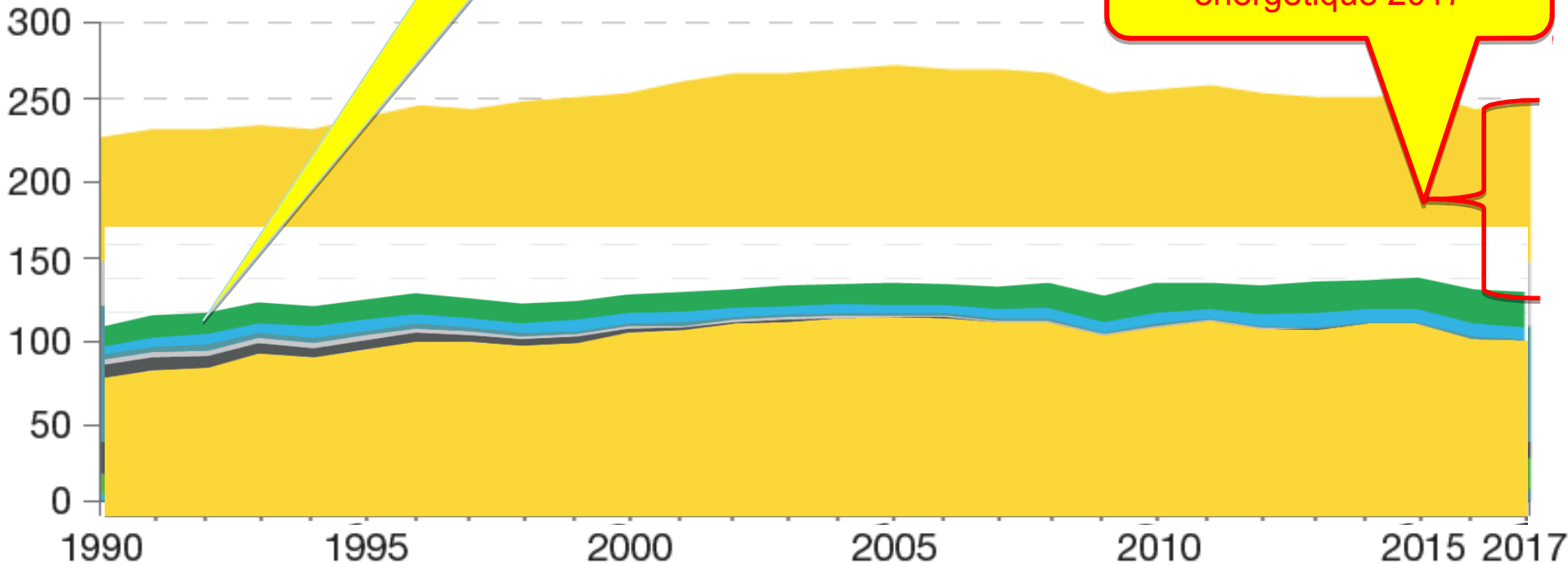


# Quel bilan énergétique pour la France ?

Replaçons la  
consommation

Superposons la  
production à la  
même échelle

En Mtep (données corrigées des variations climatiques)



Apparaît le déficit  
énergétique 2017

Hydraulique, éolien et photovoltaïque

Charbon

Gaz

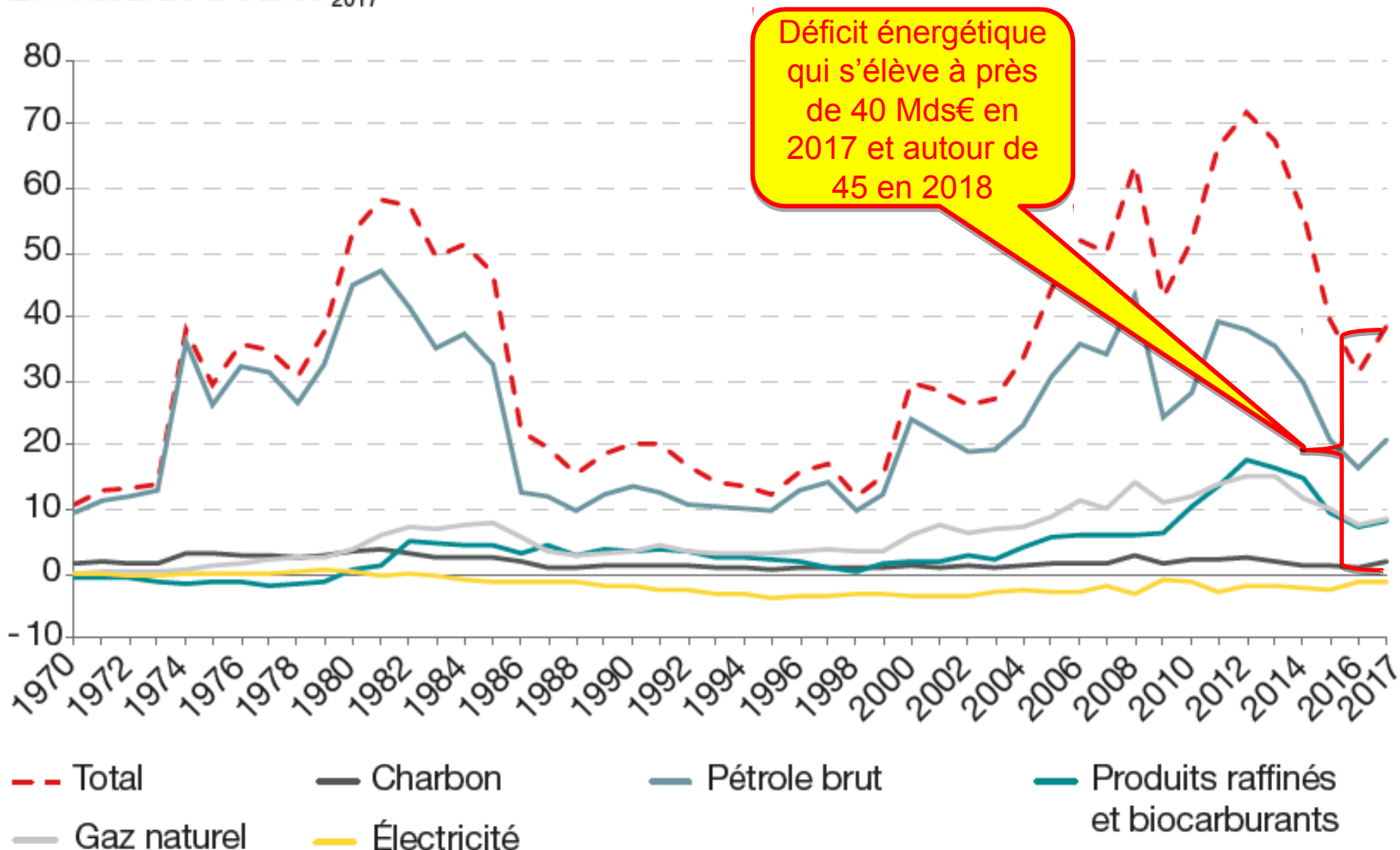
Autres EnR et déchets

Pétrole

Nucléaire

# FACTURE ÉNERGÉTIQUE PAR TYPE D'ÉNERGIE

En milliards d'euros 2017



Champ : métropole et DOM.

Source : calculs SDES, d'après DGDDI, CRE, enquête auprès des raffineurs



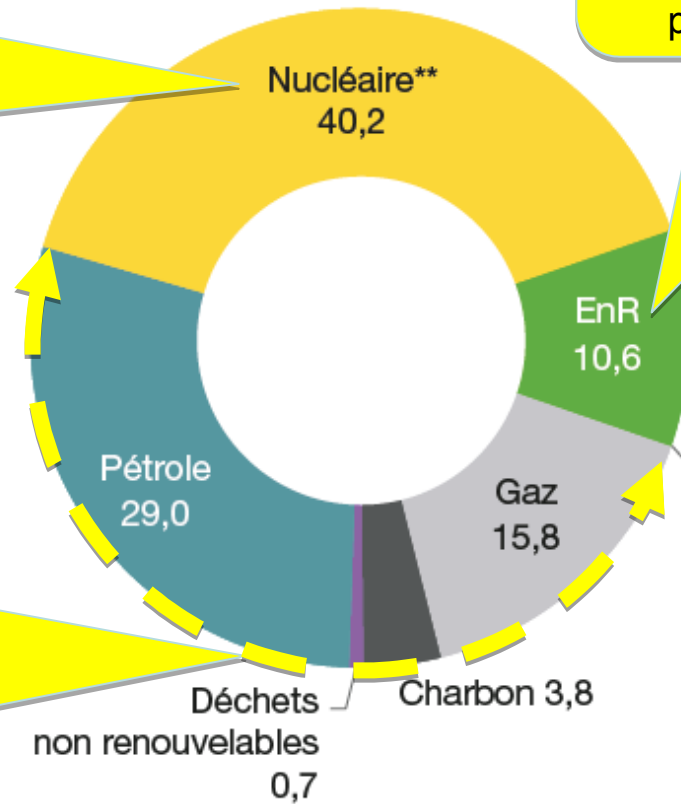
# REPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

**TOTAL : 250 MTEP EN 2017**

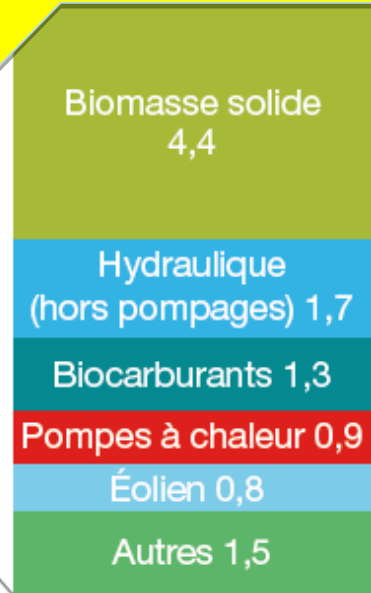
En % (données corrigées des variations)

- Production nationale,
- Exportation d'électricité,
- Très faibles émissions de CO<sub>2</sub>,
- Emplois qualifiés en France.

- 49 % de la consommation énergétique,
- Importations massives pour une facture énergétique d'environ 45 Mds€ en 2018.
- Principales émissions de CO<sub>2</sub> de la France.



- Pour plus de la moitié issu de la biomasse produite en France,
- éolien + PV < 2 % => importations des matériels et 121 Mds€ de subventions publiques.



\* EnR : énergies renouvelables.

\*\* Correspond pour l'essentiel à la production nucléaire, déduction faite du solde exportateur d'électricité. On inclut également la production hydraulique issue des pompages réalisés par l'intermédiaire de stations de transfert d'énergie, mais cette dernière demeure marginale, comparée à la production nucléaire.

\*\*\* Hydraulique hors pompage.

Champ : métropole.

Source : calculs SDES, d'après les données disponibles par énergie



***Décarboner, comment s'y prendre ?***

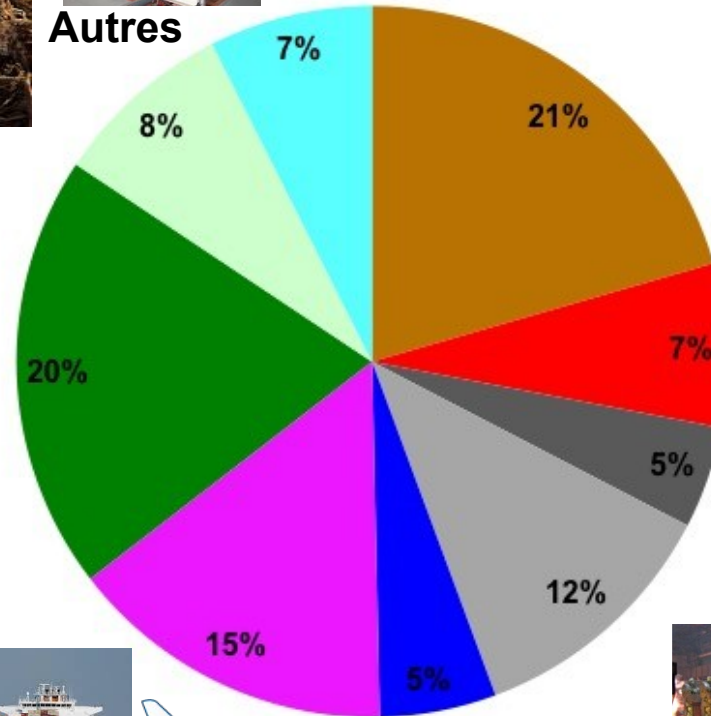
# Diviser par 4 nos émissions, par où commencer ?



Déforestation



Autres



Centrales à charbon



Centrales électriques gaz & fioul



Ciment



Bâtiments



Reste de l'industrie



≈ 2%



≈ 2%



≈ 4%

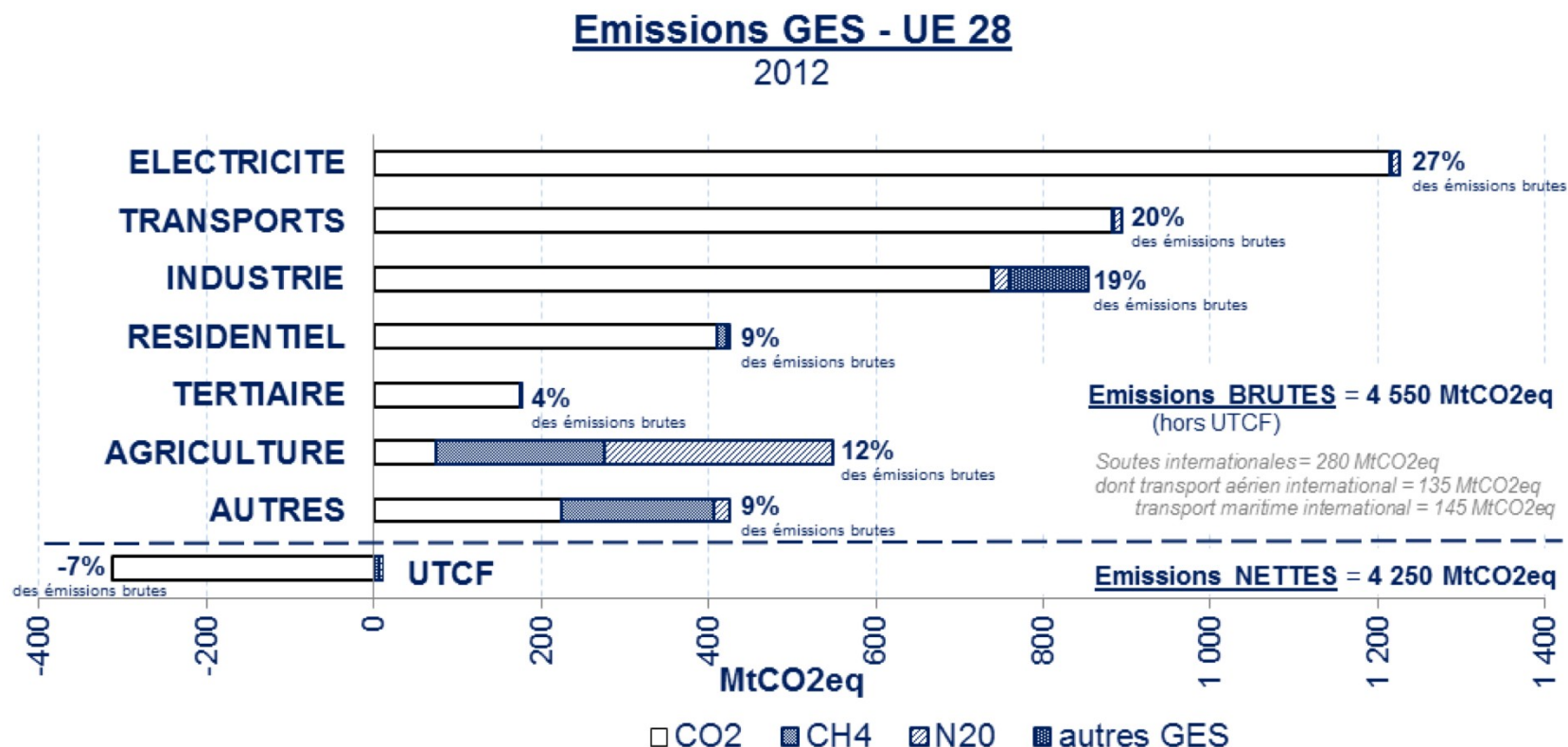
Transports



≈ 6%

Décomposition des émissions mondiales en 2014. Jancovici, données diverses.

# Autrement présenté, pour l'Europe



Source = European Environment Agency



# Manifeste pour décarboner l'Europe et ses 9 propositions

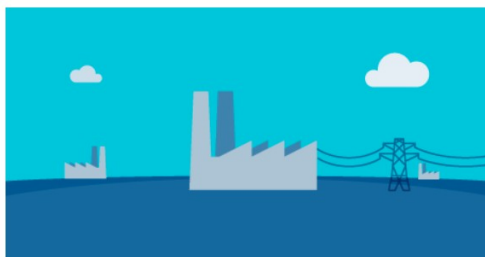
Face au réchauffement climatique  
Annecy

2019-02-14

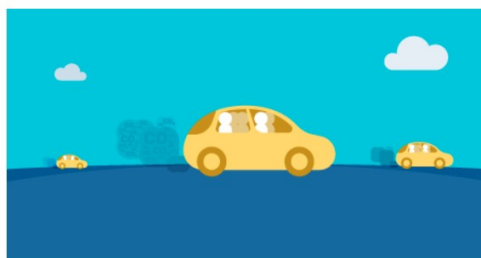
André-Jean Guérin

44

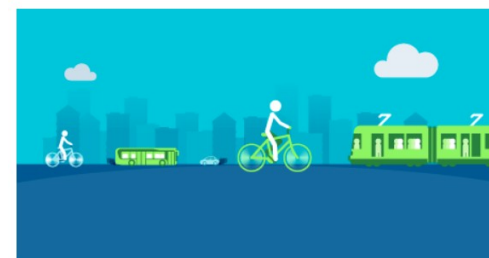
**FERMER TOUTES  
LES CENTRALES  
À CHARBON**



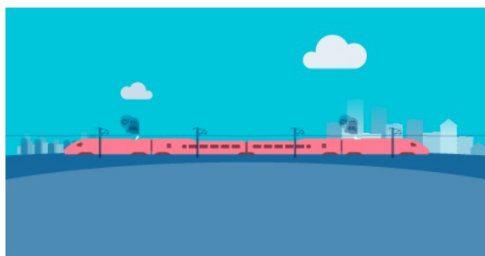
**GÉNÉRALISER  
LA VOITURE À MOINS  
DE 2L/100KM**



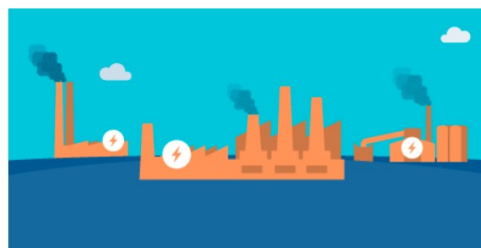
**RÉUSSIR  
LA RÉVOLUTION DU  
TRANSPORT EN VILLE**



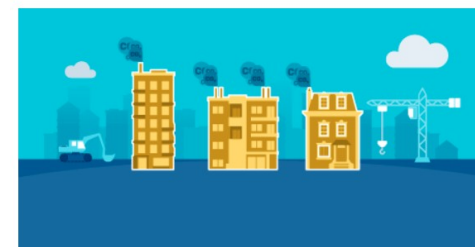
**TRIPLER LE RÉSEAU  
DES TRAINS À  
GRANDE VITESSE**



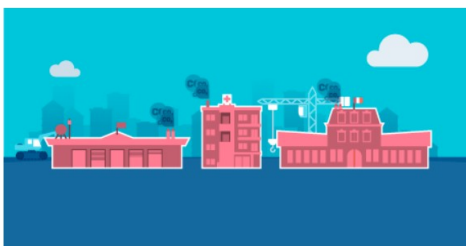
**INVENTER  
L'INDUSTRIE LOURDE  
POST-CARBONE**



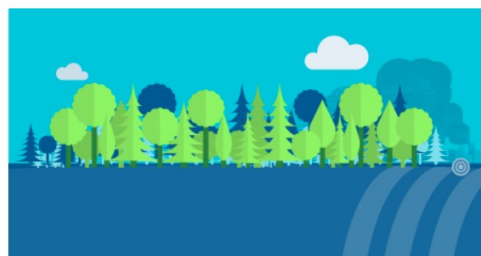
**RÉNOVER  
LES LOGEMENTS  
ANCIENS**



**LANCER LE GRAND  
CHANTIER DE RÉNOVATION  
DES BÂTIMENTS PUBLICS**



**DÉVELOPPER  
LA SÉQUESTRATION DE CARBONE  
PAR LES FORÊTS EUROPÉENNES**



**RÉUSSIR LE PASSAGE  
À L'AGRICULTURE  
DURABLE**





Les 9 propositions  
permettraient l'essentiel  
des réductions d'émissions  
nécessaires pour respecter  
notre «budget carbone»\*

Avec l'objectif « Net Zéro » en Europe  
comme en France, le budget carbone  
correspond au moins à une division par 4  
des émissions en 2050 par rapport à  
1990 ; soit encore, réduire les émissions  
de 3 200 MteCO<sub>2</sub>/an pour passer à  
seulement 1 400 MteCO<sub>2</sub>/an

2050

24 %



**Fermer** toutes les  
centrales au charbon

- 800

17 %



**Rénover**  
les logements anciens

- 500

14 %



**Généraliser** la voiture  
à moins de 2L/100km

- 400

9 %



**Relier** les grandes métropoles  
par des trains rapides

- 250

7 %



**Inventer** l'industrie  
lourde post-carbone

- 200

6 %



**Accomplir** la révolution  
du transport en ville

- 170

5 %



**Réussir** le passage  
à l'agriculture durable

- 135

4 %



**Lancer** le grand chantier  
de rénovation des bâtiments publics

- 100

4 %



**Développer** la séquestration  
de carbone par les forêts  
européennes

- 100

~ 90%

# 9 PROPOSITIONS ÉCONOMIQUEMENT RÉALISTES

## Investissement annuel de ces mesures



Rénover les logements anciens  
**140 à 240** Mds€/an

280 à 480



Lancer le grand chantier de  
rénovation des bâtiments publics  
**35 à 60** Mds€/an

350 à 600



Relier les grandes métropoles  
par des trains rapides  
**30 à 50** Mds€/an

120 à 200



Généraliser la voiture  
à moins de 2L/100km  
**0 à 70** Mds€/an

0 à 170



Fermer toutes  
les centrales  
au charbon  
**10 à 40**  
Mds€/an

12,5 à 50



Accomplir  
la révolution  
du transport  
en ville  
**20 à 30**  
Mds€/an

118 à 176



Inventer l'industrie  
lourde post-carbone  
**10** Mds€/an

50



Développer la séquestration  
de carbone par les forêts européennes  
**2** Mds€/an

20



Réussir le passage à l'agriculture durable  
**0** €/an

0

Des investissements finançables  
à l'échelle européenne



250 à 500  
Mds€/an

Soit près de **1000€**  
d'investissements par habitant  
chaque année

Critère d'efficience : € d'investissement/an par teCO2 émise en moins/an

Sous ce critère des investissements qui ne réduisent pas les émissions sont écartés : ENR en Fr

# Le changement climatique, préoccupation secondaire !



**Table 1.** What would you say will be the most important issue facing [France/ Germany/ Norway/ the UK] in the next 20 years? (Question 1, unprompted responses)

| France                         | Germany                         | Norway                          | UK  |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|
| 1. Unemployment (36%)          | 1. Refugee crisis (14%)         | 1. Unemployment (17%)           | 1. Immigration/ Immigrants/ Integration (26%) |
| 2. Economic situation (9%)     | 2. Immigration (13%)            | 2. Pollution/ environment (11%) | 2. Economic situation (11%)                   |
| 3. Immigration (7%)            | 3. Poverty/ inequality (9%)     | 3. Immigration (11%)            | 3. National Health Service (NHS) (9%)         |
| 4. Pollution/ environment (6%) | ...                             | 4. Climate change (10%)         | ...   |
| 5. Climate change (6%)         | ...                             | ...                             | ...   |
| ...                            | 10. Climate change (3%)         | ...                             | ...   |
|                                | ...                             |                                 | ...   |
|                                | 12. Pollution/ environment (2%) |                                 | 12. Pollution/ environment (2%)               |
|                                |                                 |                                 | 13. Climate change (2%)                       |

# Qu'en pensent nos compatriotes ?



## 1 La place de l'environnement.

Tableau 1 Dans cette liste, quelle est la question qui vous paraît la plus importante aujourd'hui pour la France ? (En premier)

|  | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| L'emploi                                   | 26   | 30   | 37   | 35   | 37   | 30   | 29   |
| L'immigration                              | 4    | 4    | 3    | 10   | 16   | 15   | 14   |
| Les déficits publics et la dette de l'Etat | 10   | 14   | 9    | 14   | 12   | 11   | 10   |
| La sécurité des biens et des personnes     | 7    | 6    | 5    | 4    | 5    | 12   | 9    |
| Les impôts et taxes                        | 4    | 4    | 6    | 12   | 8    | 8    | 9    |
| Les inégalités                             | 11   | 10   | 10   | 7    | 7    | 8    | 9    |
| La hausse des prix                         | 14   | 9    | 10   | 9    | 6    | 5    | 6    |
| L'environnement                            | 7    | 6    | 7    | 2    | 4    | 5    | 6    |
| L'éducation et la recherche                | 12   | 11   | 9    | 3    | 3    | 4    | 5    |
| Le logement                                | 4    | 5    | 3    | 2    | 1    | 2    | 2    |
| Les banlieues                              | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    |

Cette première question est destinée à situer la place de l'enjeu environnemental comparé aux principaux enjeux politiques. Dans les trois dernières enquêtes la hiérarchie observée ne varie guère avec trois enjeux dominants : emploi, immigration et déficits public. **L'environnement ne vient qu'au huitième rang avec 6 % des premiers choix.**

### **Représentation sociales de l'effet de serre et du réchauffement climatique – ADEME, octobre 2017**

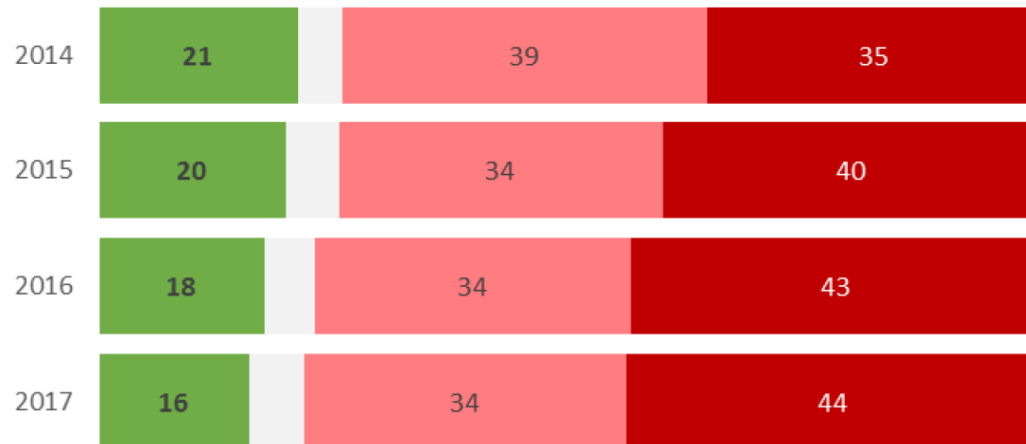
L'enquête sur les représentations sociales de l'effet de serre et du réchauffement climatique est la répétition d'un baromètre initié par l'ADEME en 2000. Depuis cette date, chaque année aux mois de juin et juillet 1 une enquête par sondage a été administrée à un échantillon représentatif de la population Française (méthodes des quotas au regard des critères de sexe, d'âge, de catégorie socioprofessionnelle, de catégorie d'agglomération et de région de résidence).



E  
ques

Pour chacun des éléments suivants, indiquez si, selon vous, il contribue à l'effet de serre (au réchauffement de l'atmosphère) : - les centrales nucléaires ?

■ Beaucoup  
■ Un peu  
■ Pas du tout  
■ Je ne sais pas

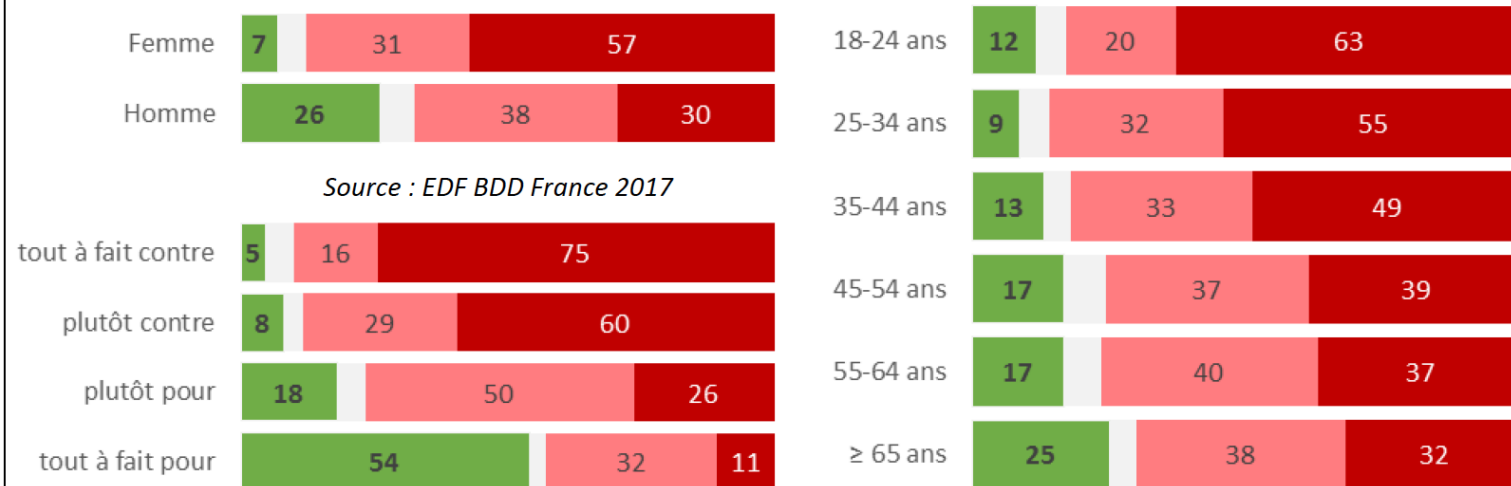


Source : EDF BDD France 2014-2017

Qui partage cette opinion croissante avec les années ?

Figure 12 : distribution des réponses selon l'année d'interrogation

Lecture : en 2017, 44% des personnes de 18 ans ou plus vivant en France estiment que les centrales nucléaires contribuent beaucoup à l'effet de serre.



Source : EDF BDD France 2017

Figures 13a, 13b et 13c : distribution des réponses selon le sexe, la réponse à la question de la Fig. 8 (item 'énergie nucléaire'), et la tranche d'âge

Lecture : en 2017, 75% des personnes de 18 ans ou plus vivant en France et se prononçant tout à fait contre l'utilisation de l'énergie nucléaire en France estiment que les centrales nucléaires contribuent beaucoup à l'effet de serre.

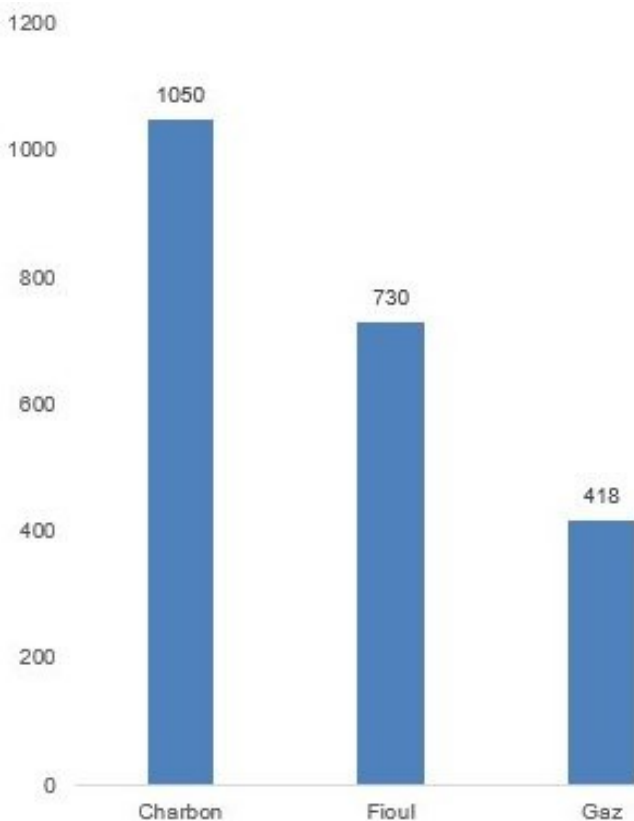
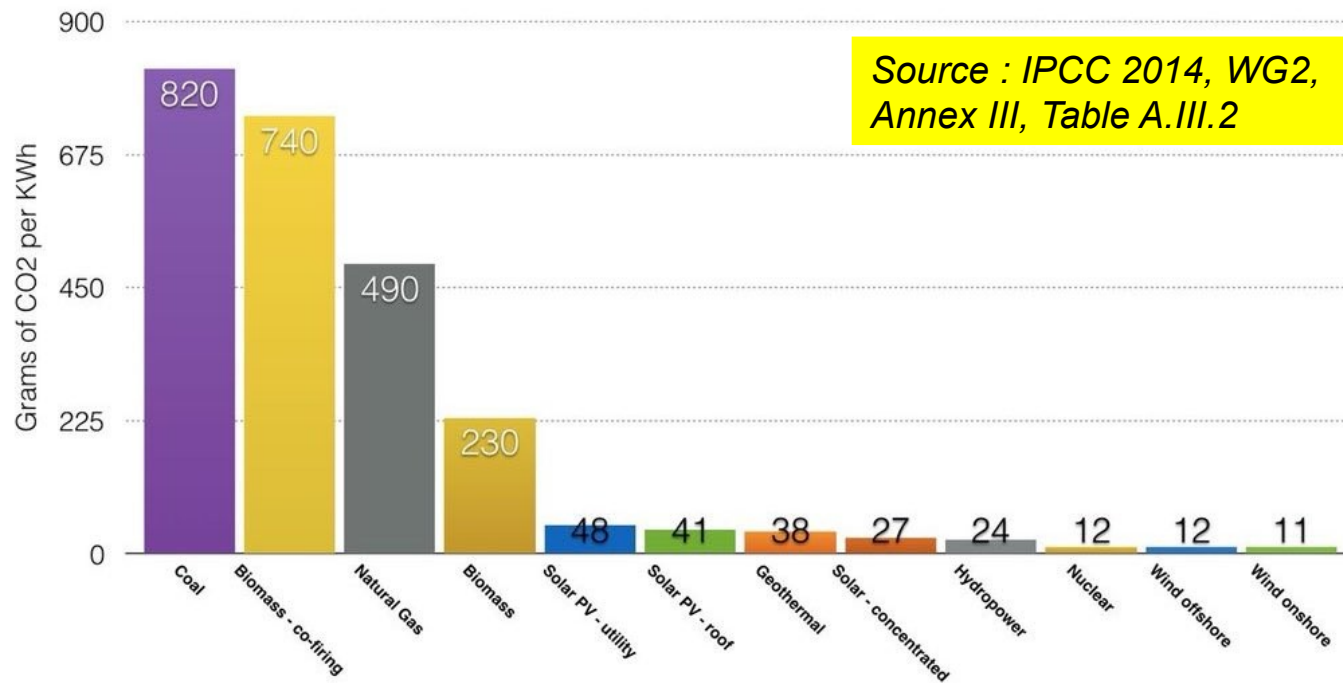


# Lifecycle emissions of energy sources (median estimate)

Comment réduire de si  
grands écarts ?

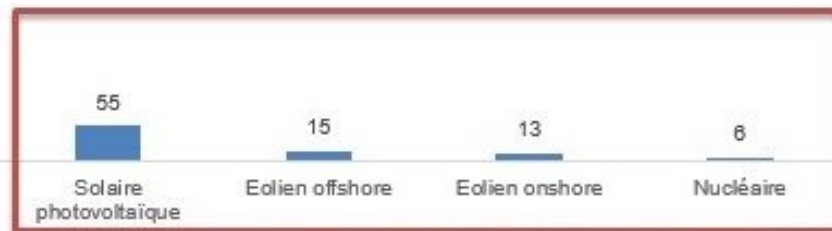
Comment réconcilier  
démocratie et  
rationalité ?

Source : IPCC 2014, WG2,  
Annex III, Table A.III.2



Emissions de CO<sub>2</sub> sur le cycle de  
construction et d'utilisation.  
Source : Base de donnée carbone  
de l'ADEME

Quasiment aucune émission  
de CO2 par kWh





*Quelle(s) énergie(s) pour demain ?*

# Geothermal Energy

--- a renewable energy source for electricity generation ---



| Flux\Estimation  | ZJ/an [45] | Gtep/an             | W/m <sup>2</sup> | % ES reçue | 53 |
|--|------------|---------------------|------------------|------------|----|
| Énergie du rayonnement solaire intercepté par la Terre                               | 5 400      | 130.10 <sup>3</sup> | 340              | 140        |    |
| Énergie du rayonnement solaire absorbé au sol  | 3 900      | 92.10 <sup>3</sup>  | 235              | 100        |    |
| Énergie supplémentaire absorbée au sol du fait des gaz à effet de serre anthropiques | 38         | 920                 | 2,3              | 1          |    |
| Géothermie (radio-activité terrestre)  | 2,3        | 55                  | 0,14             | 0,06       |    |
| Énergie gravitationnelle   | 0,16       | 3,75                | 0,01             | 0,004      |    |
| Energie captée et stockée par la photosynthèse                                       | 3,02       | 72                  | 0,18             | 0,078      |    |
| Énergies fossiles (charbon + pétrole + gaz naturel)                                  | 0,47       | 11,3                | 0,029            | 0,012      |    |
| Équivalent énergétique de la biomasse récoltée                                       | 0,21       | 5 à 7               | 0,013            | 0,005      |    |
| Hydroélectricité + Uranium + éolien + solaire  | 0,071      | 1,7                 | 0,0043           | 0,002      |    |





## Tokamak - ITER

Le repérage d'un champ pétrolifère et des réservoirs exploitables, les forages afférents, les moyens de transport (navires ou oléoducs), les raffineries, les réseaux de distribution des produits pétroliers, les moteurs pour transformer in fine l'énergie thermique en mouvement, tout cela demande des investissements lourds. Ils sont faits pour des décennies. De même, les centrales électriques, y compris les champs d'éoliennes et les fermes solaires, les réseaux électriques sont réalisés pour plusieurs dizaines d'années. **En matière de production et de consommation énergétique les évolutions s'envisagent plus facilement à 100 ans qu'à 10.**



# ***Entre Demain et très longtemps***

## ***Que retenir et faire ? — 1***



*Face au réchauffement climatique*  
Annecy

1. Craignons les changements climatiques,
2. Arrêtons les pollutions atmosphériques aux millions de victimes,
3. Laissons les combustibles fossiles (80% des ressources énergétiques) sous terre,
4. Investissons dans l'efficacité énergétique, et ajoutons de la sobriété,
5. Constatons que la consommation énergétique mondiale pourrait bien atteindre 20 Gtep/an en 2050,
6. N'oublions pas que la production végétale est la première voie de capture de l'énergie solaire,
7. Œuvrons à une production durable de biomasse,
8. Protégeons les sols et les pratiques qui les enrichissent en carbone,
9. Sans sacrifier le dynamisme des écosystèmes,
10. Réjouissons-nous de la baisse rapide des coûts des EnR,

# ***Entre Demain et très longtemps***

## ***Que retenir et faire ? — 2***



Face au réchauffement climatique  
Annecy

11. Acceptons d'y investir en R-D notamment dans le PV,
12. Ne nions ni les besoins de matière première, ni les caractère diffus et intermittent,
13. Estimons de façon volontairement optimiste à 10 Gtep/an le potentiel de production des EnR d'ici 2050,
14. Interrogeons nous sur la façon de pourvoir aux autres 10 Gtep/an sans carbone,
15. Reconnaissons aussi les qualités de l'énergie nucléaire : 19. Gardons à l'esprit que l'énergie est un flux vital de nos sociétés qui exige bien d'autres investissements que ceux de la production : transport, stockage, distribution, sécurisation,
16. Regrettons que les investissements nécessaires ne permettent pas de mettre en service plus d'une centrale nucléaire par semaine d'ici 2050 pour atteindre 5 Gtep/an,
17. Soyons, cependant convaincus que le nucléaire se développera dans de nombreux pays, autant que ce soit en partie avec des technologies françaises,
18. Investissons aussi dans la CSC (capture et séquestration du carbone),



***Comment réduire les GES ?***  
***Pourrait-on cultiver le CO<sub>2</sub> ?***



L'AGRICULTURE ET LA FORÊT  
DES SOLUTIONS FACE AU DÉFI CLIMATIQUE

Quelles contributions possibles ?

NOTE DE SYNTHÈSE DU RAPPORT DU CGAAER  
FÉVRIER 2015

## Esquisse d'une estimation des potentiels d'atténuation du secteur des terres et des filières agro-alimentaire et forêt-bois

uffement climatique  
nnecy

| Les quantités<br>sont en<br>MtCO <sub>2</sub> eq       | Potentiel<br>d'atténuation<br>en 2030<br>France                   | Potentiel d'atténuation<br>2050 Europe  | Potentiel monde<br>2050 selon le GIEC  |
|--|---|---|--|
| Agriculture,<br>élevage                                | 12 à 15   | ?   | part de 7 200 à<br>10 600  |
| Forêt, filière<br>bois,<br>bioéconomie                 | 28 à 35   | ?   | part de 7 200 à<br>10 600  |
| Utilisation des<br>terres                              | 8 à 10  | ?   | part de 7 200 à<br>10 600  |
| Gaspillages et<br>pertes<br>alimentaires               | 8 à 10  | 130 à 210   | part de 760 à 8 550  |
| Réduction de<br>consommation<br>de produits<br>animaux | ?   | 100   | part de 760 à 8 550  |
| Total  | 50 à 76   | 230 à 310   | de 7 960 à 19 150<br>pour un total<br>d'émission<br>anthropiques de<br>50 000  |
| Part de<br>l'objectif                                  | 1/3 à 1/2 de<br>l'objectif<br>national<br>d'atténuation<br>à 2030 | 7 à 10 % de l'effort restant<br>pour atteindre le « facteur<br>4 » rien qu'avec la réduction<br>des gaspillages et pertes et<br>de la consommation de<br>produits animaux | Entre les 2/3 et<br>plus que le solde<br>des émissions<br>anthropiques net<br>des puits<br>océaniques et<br>terrestres actuels |

L'intelligence du vivant  
pour le climat  
(01/2016) :

<http://sentiers.eu/saj/marcher-avec/article/l-intelligence-du->

"Quelle(s) énergie(s)  
pour demain ?"

(06/2018) :

<http://sentiers.eu/saj/marcher-avec/article/l-intelligence-du-vivant-pour-le-climat>

... et pour plus de  
détail, « Aurons-nous à  
manger demain ? »

(03/2015) :

[http://sentiers.eu/saj/le-meilleur-est-avenir/article/aurons-nous-a-manger-demain#utilisations\\_biomasse](http://sentiers.eu/saj/le-meilleur-est-avenir/article/aurons-nous-a-manger-demain#utilisations_biomasse)

## Ventilation des utilisations de la biomasse collectée par les hommes estimée en millions de tonne équivalent pétrole par an pour 2012

| Destination   | estimation en Mtep/an |
|---|-----------------------|
| Alimentation directe humaine  | 745                   |
| Énergie (animaux de trait, charbon de bois, chaleur, biocarburants, etc.) | 1 680                 |
| Utilisations industrielles (bois, papier, textile, chimie, etc.)          | 1 000                 |
| Pertes de métabolisme des animaux d'élevage                               | 1 633                 |
| (dont 80 % attribuable à la consommation humaine de produits animaux)     | (1 300)               |
| <b>Estimation totale</b>  | <b>5 058</b>          |



## Productions annuelles mondiales 2016 par sources d'énergie estimées en milliards de tonne équivalent pétrole

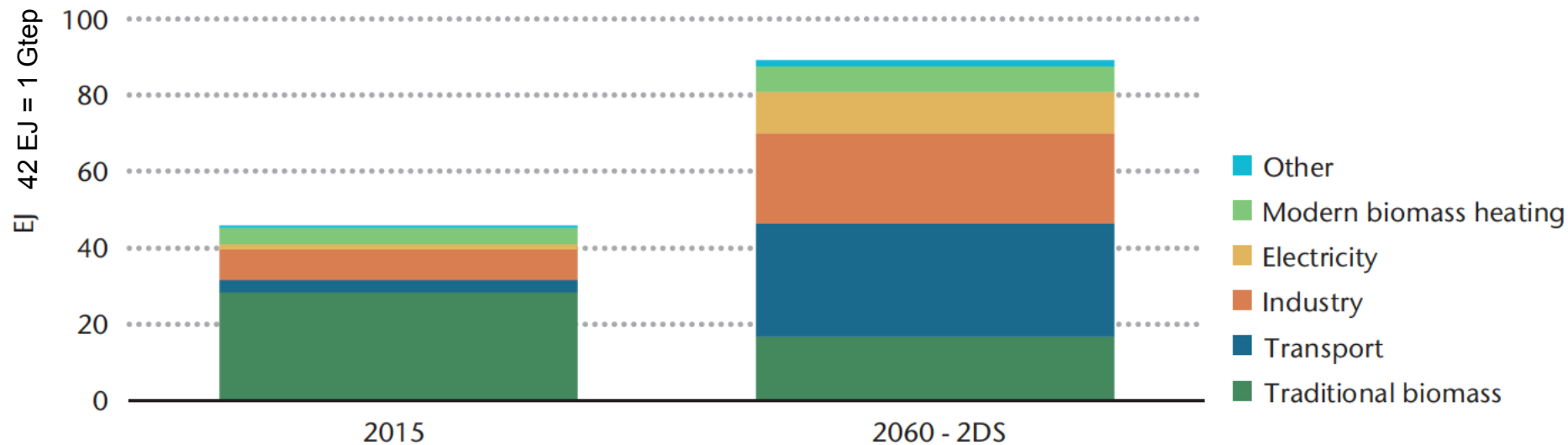
| Ressource                            | Production annuelle en Gtep                                |
|--------------------------------------|--|
| Biomasse (tous usages)               | 5 à 7  |
| dont biomasse à usage<br>énergétique | 1,32   |
| Pétrole                              | 4,4  |
| Gaz naturel                          | 3,2  |
| Charbon                              | 3,66   |
| Uranium                              | 0,59   |
| Hydroélectricité                     | 0,91   |
| Énergie éolienne                     | 0,22   |
| Énergie solaire                      | 0,075  |
| <b>Total</b>                         | <b>14,4 à 20 si l'on inclut la totalité de la biomasse</b> |

"Quelle(s) énergie(s) pour  
demain ?" (06/2018) :

<http://sentiers.eu/saj/marcher-avec/article/l-intelligence-du-vivant-pour-le-climat>



**Figure 7: Contribution of bioenergy to final energy demand in 2015 and in the 2DS, 2060**



Technology Roadmap -  
Delivering Sustainable  
Bioenergy - OECD/IEA,  
2017 — The Vision :

[https://webstore.iea.org/  
technology-roadmap-delivering-sustai  
nable-bioenergy](https://webstore.iea.org/technology-roadmap-delivering-sustainable-bioenergy)

Modern bioenergy leads the growth of all renewables to  
2023, according to latest IEA market forecast :

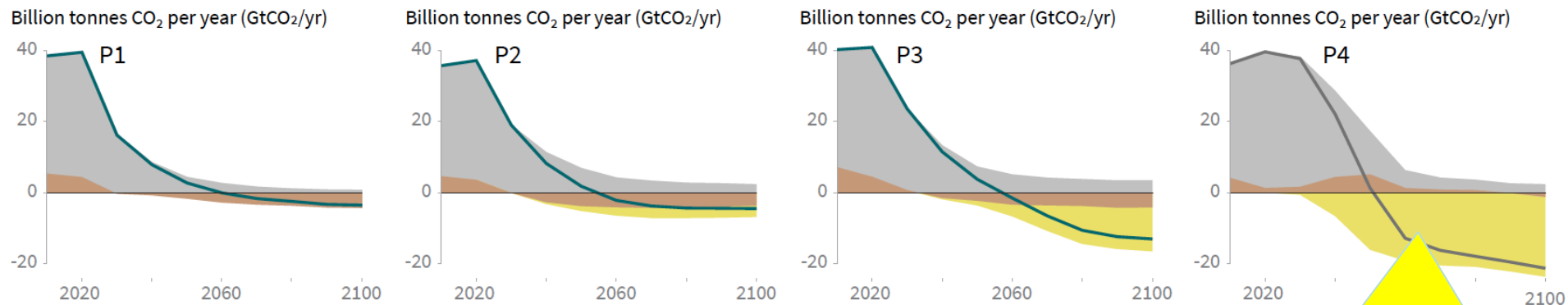
[https://www.iea.org/newsroom/news/2018/october  
/modern-bioenergy-leads-the-growth-of-all-renewables-to-2023-according-to-latest-.html](https://www.iea.org/newsroom/news/2018/october/modern-bioenergy-leads-the-growth-of-all-renewables-to-2023-according-to-latest-.html)

## Characteristics of four illustrative model pathways

Different mitigation strategies can achieve the net emissions reductions that would be required to follow a pathway that limit global warming to 1.5°C with no or limited overshoot. All pathways use Carbon Dioxide Removal (CDR), but the amount varies across pathways, as do the relative contributions of Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS) and removals in the Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) sector. This has implications for the emissions and several other pathway characteristics.

### Breakdown of contributions to global net CO<sub>2</sub> emissions in four illustrative model pathways

● Fossil fuel and industry ● AFOLU ● BECCS



Toutes les trajectoires proposées mobilisent le secteur des terres pour réduire la teneur en CO<sub>2</sub> à partir de 2030. La plupart y ajoute la capture et séquestration de carbone à partir de la biomasse.

L'une d'elle propose de boiser ou reboiser 10 Mkm<sup>2</sup>, soit des centaines de milliards d'arbres à planter !

Des centaines



a **Tree for You**



Des centaines de milliards d'arbres à planter ?

4 à 5 arbres/an et par humain pendant 10 à 20 ans, est-ce possible ?

Pourquoi ne pas commencer dès à présent ?

**Merci**

Plantez des arbres pour la planète et les populations locales

Face au changement climatique,  
Agissons pour nos enfants

Je plante

Avec :

**[atreeforyou.org](https://atreeforyou.org)**

Rejoignez notre communauté de planteurs.



Ensemble, plantons des arbres partout