



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 CO₂ ?*

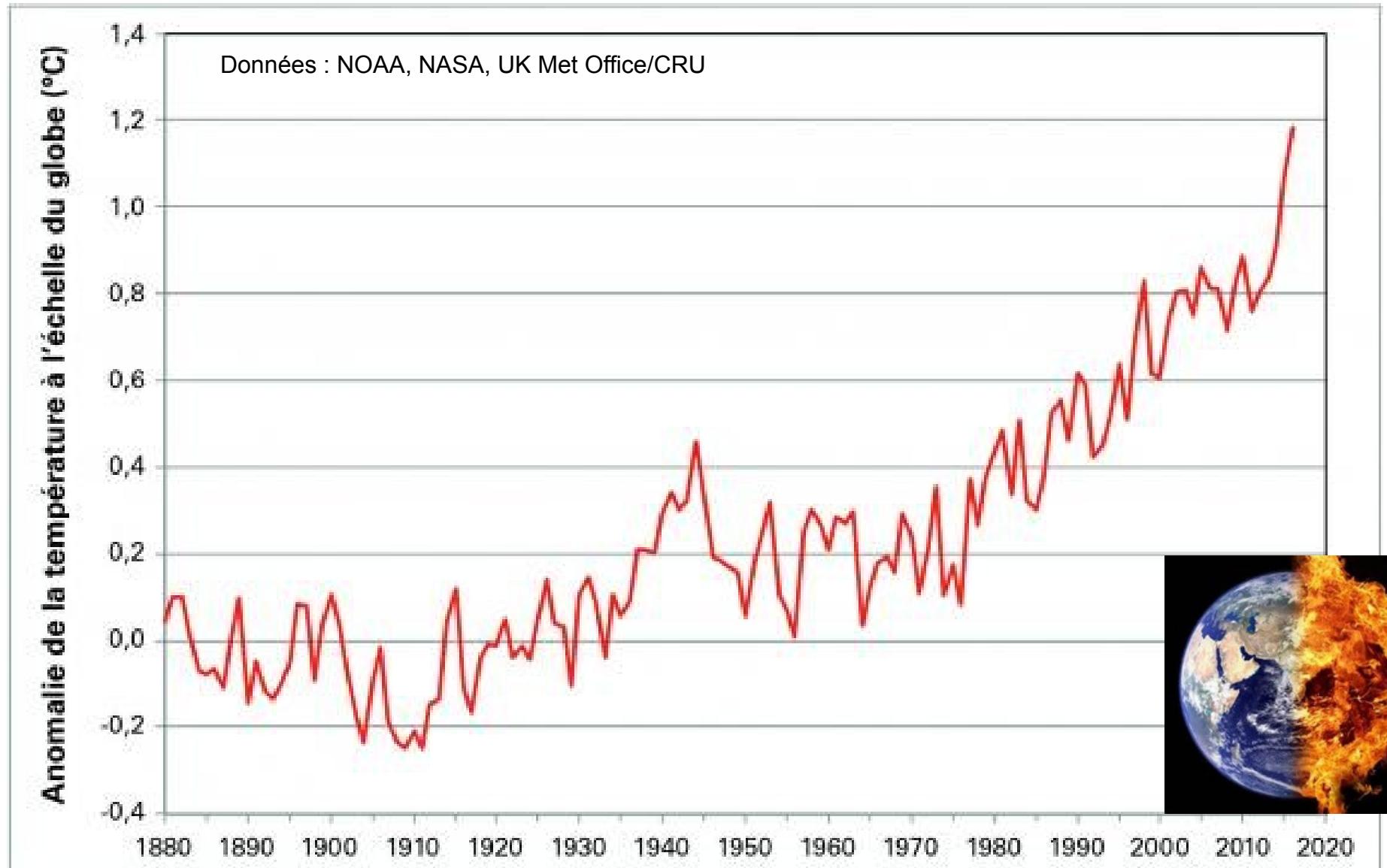


*Le réchauffement
climatique, n'est-ce que
pour nos enfants ?*

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



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 ?



Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

6

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

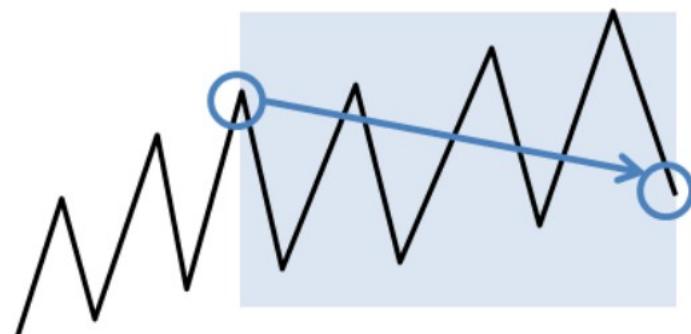
Méthode scientifique

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



Méthode climato-sceptique

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



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

1998 !

Climato-scepticisme

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

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

Face au réchauffement climatique
Annecy



2019-02-14

André-Jean Guérin

7

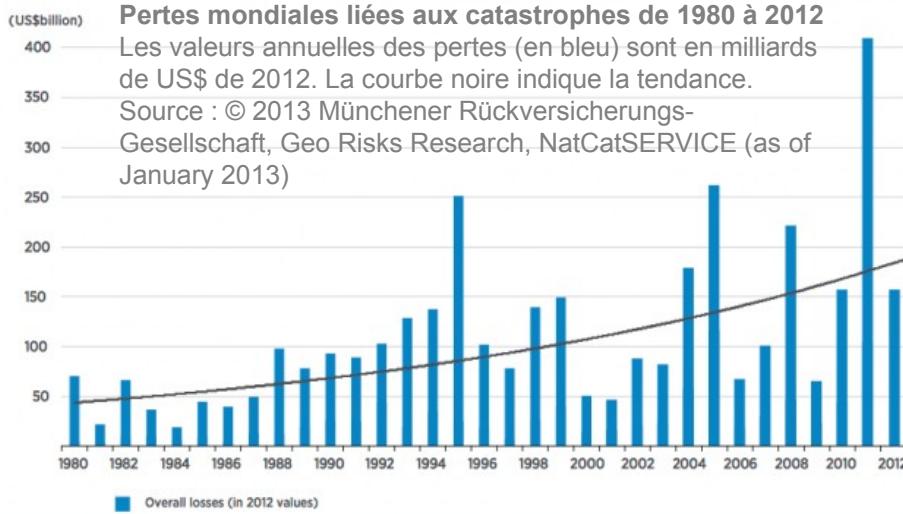
Global Sea Ice

Source : NSIDC,
<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>

This time series of daily global sea ice extent (Arctic plus Antarctic) shows global extent tracking below the 1981 to 2010 average.

— 1981-2010 Average
— 2016

1-Jan 1-Feb 1-Mar 1-Apr 1-May 1-Jun 1-Jul 1-Aug 1-Sep 1-Oct 1-Nov 1-Dec



...

- 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.

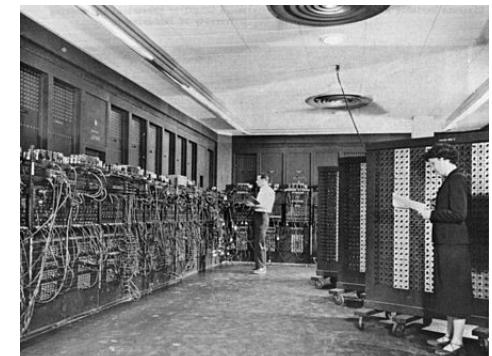


1838 : Claude Pouillet, physicien français, puis Joseph Tyndall, un irlandais, attribuent l'effet de serre naturel à la vapeur d'eau et au gaz carbonique. Pouillet affirme que toute variation de la quantité de vapeur d'eau, comme de CO₂, doit se traduire par un changement climatique.



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°C en plus pour un doublement du CO₂ dans l'air.

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



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

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

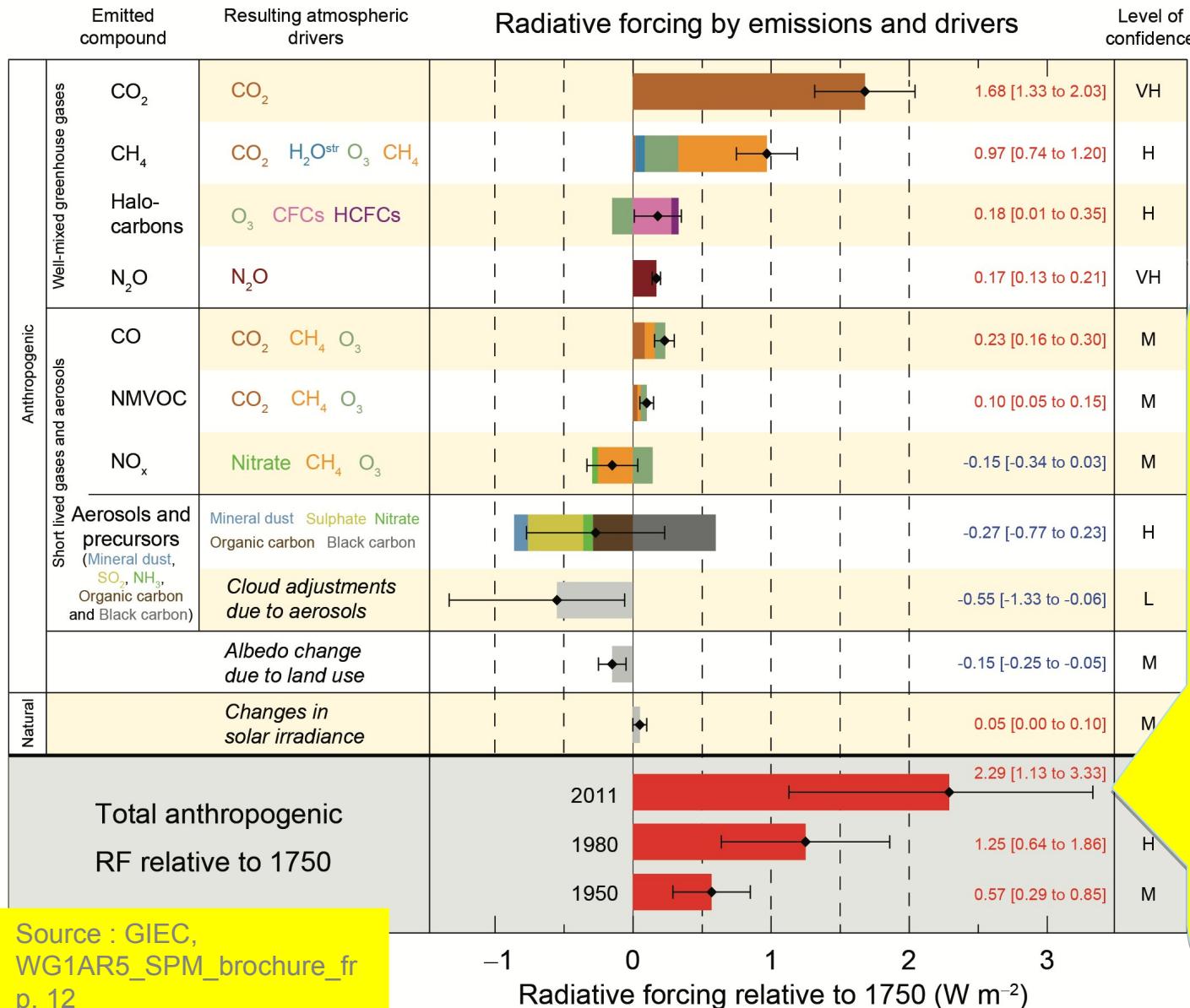


Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

9



Source : GIEC,
WG1AR5_SPM_brochure_fr
p. 12

L'énergie reçue de l'irradiation solaire absorbée au sol s'élève en moyenne à 238 W/m^2 . Avec 2,29 W/m^2 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.

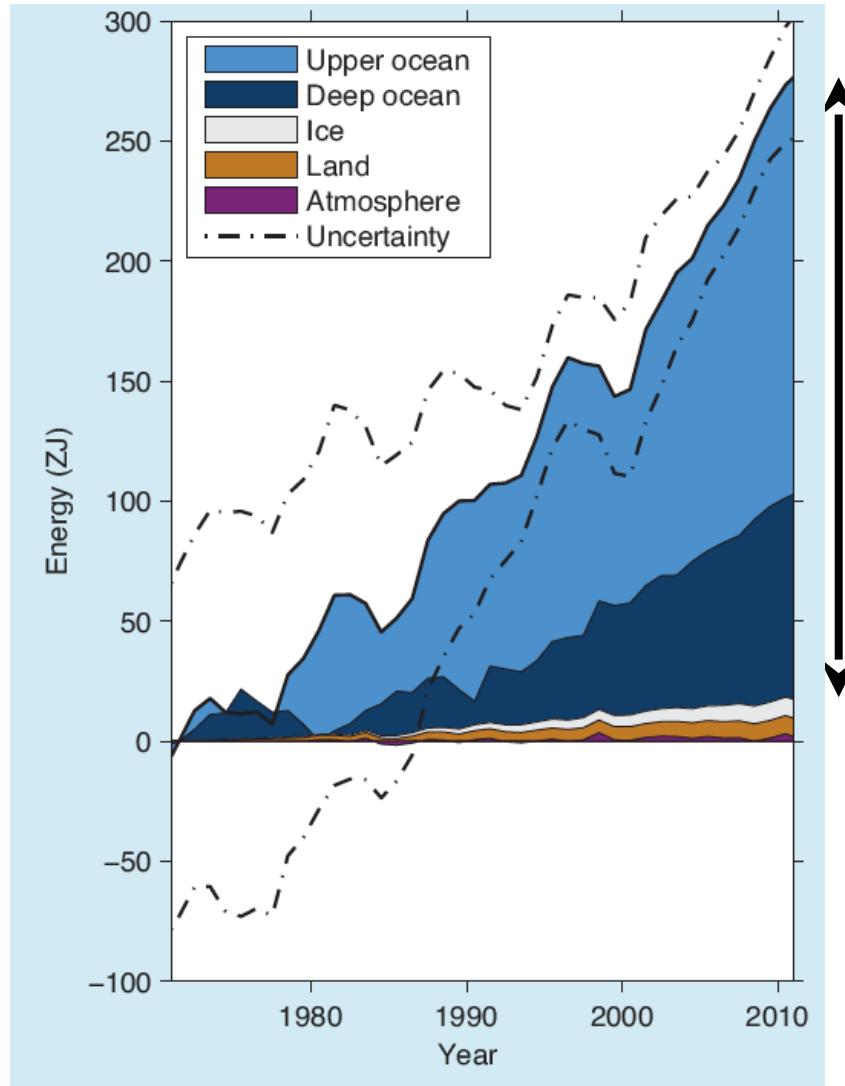


2019-02-14

André-Jean Guérin

10

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 ($1 \text{ ZJ} = 10^{21} \text{ J}$), équivaut 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 CO₂, un millénaire de conséquences



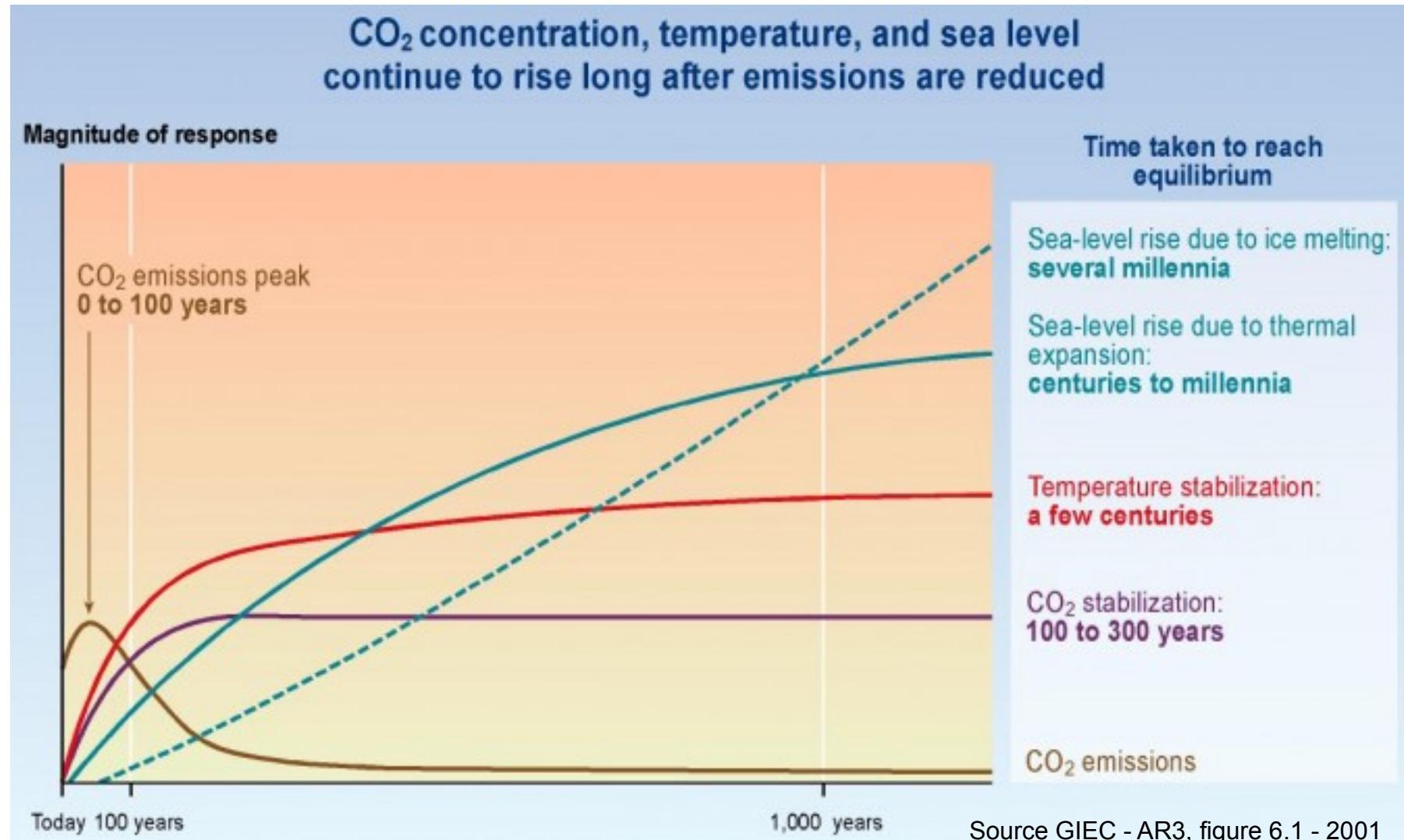
Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

11

http://sentiers.eu/saj/pierre-sur-pierres/article/questions-de-climat#menace_climatique

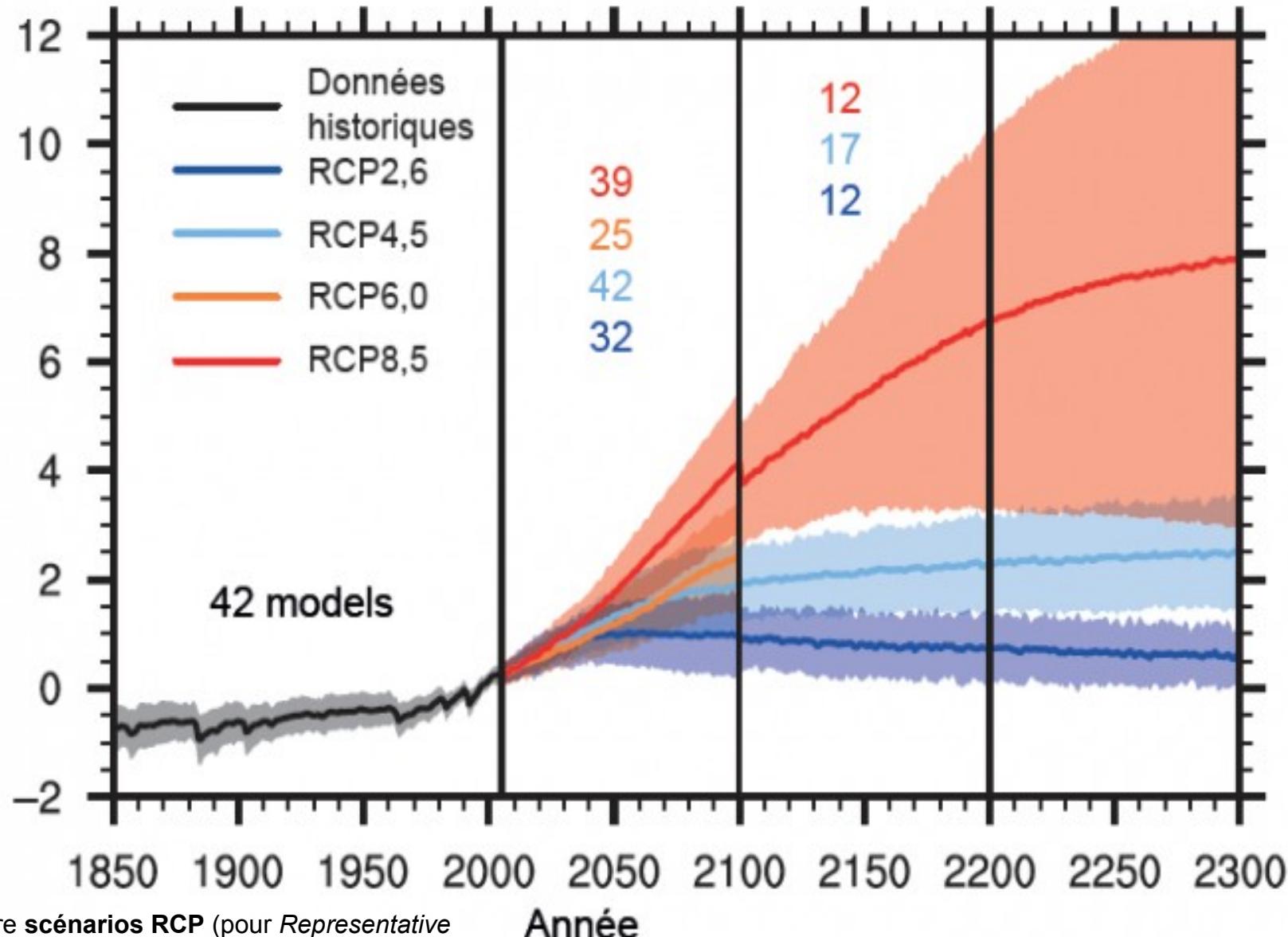


Prévisions d'évolution de la hausse des températures selon les scénarios



Face au réchauffement climatique
Annecy

12



Les quatre **scénarios RCP** (pour *Representative Concentration Pathway*) correspondent à quatre forçages climatiques en 2100 (en W/m²).

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

5° C : un bouleversement d'une brutalité inconnue



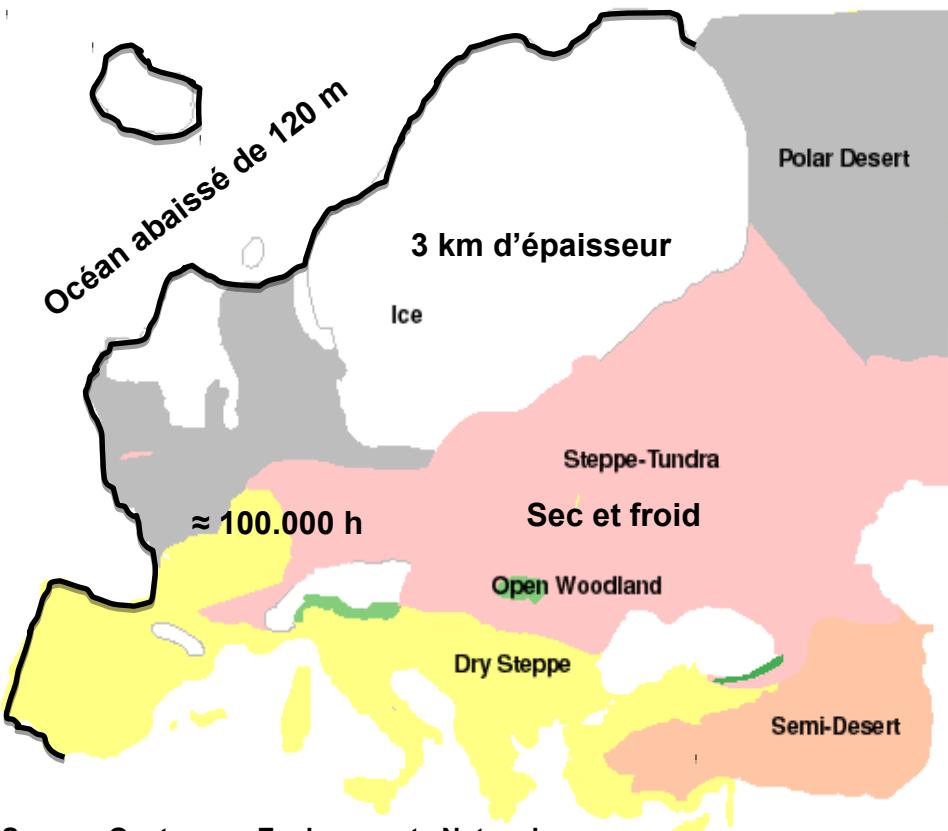
Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

13

22,000 – 14,000 ^{14}C years ago



Source: Quaternary Environments Network

L'Europe il y a 20.000 ans

Present Potential Vegetation



L'Europe actuelle

Moyenne ↗ +5°C





NORTH AMERICA



SMALL ISLANDS



CENTRAL & SOUTH AMERICA



AFRICA



ANTARCTIC



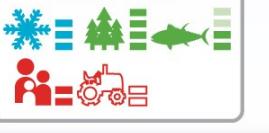
EUROPE



ASIA

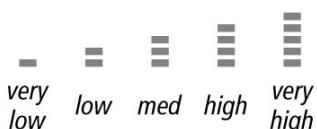


AUSTRALASIA



Tendances mondiales des incidences attribuées au changement climatique observées au cours des dernières décennies

Confidence in attribution to climate change

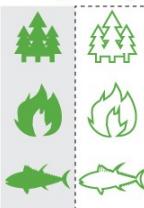


Physical systems



- 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

□ indicates confidence range

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



Face au réchauffement climatique
Annecy

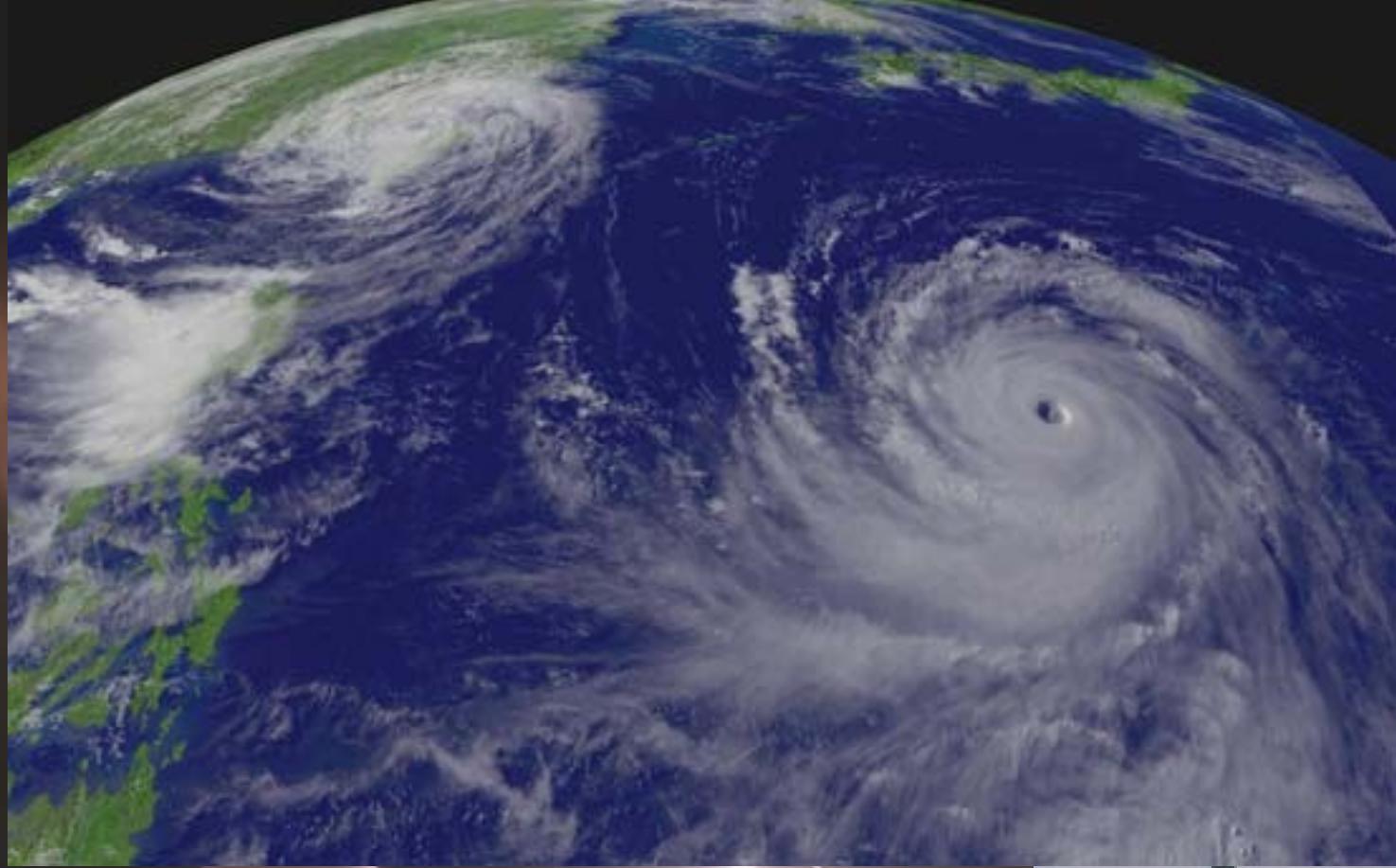
2019-02-14

André-Jean Guérin

15



Quel lien avec l'énergie ?



Des GES émis au premier chef par les combustibles fossiles

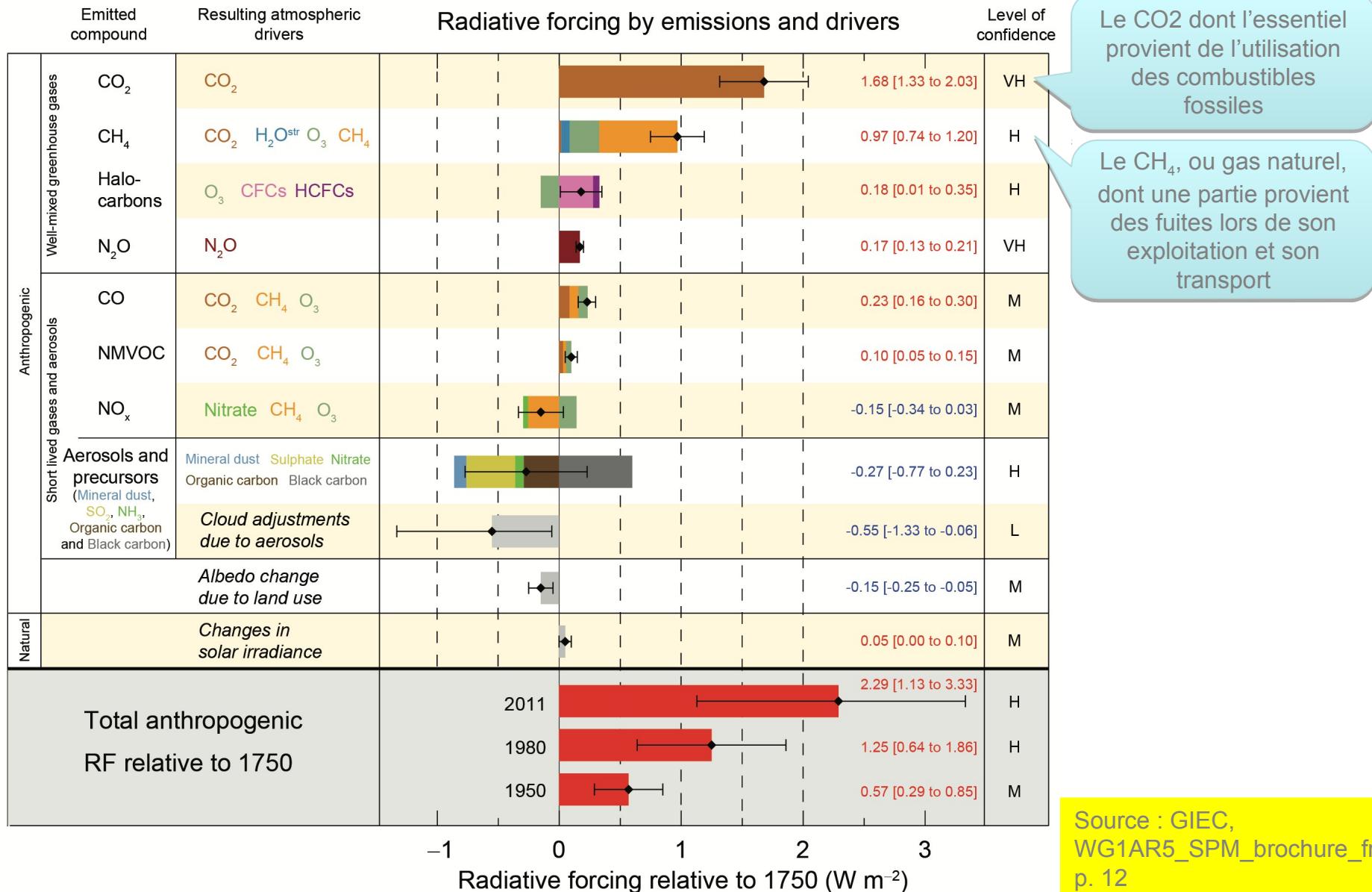


Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

17



Le CO_2 dont l'essentiel provient de l'utilisation des combustibles fossiles

Le CH_4 , ou gaz naturel, dont une partie provient des fuites lors de son exploitation et son transport

Source : GIEC,
WG1AR5_SPM_brochure_fr
p. 12



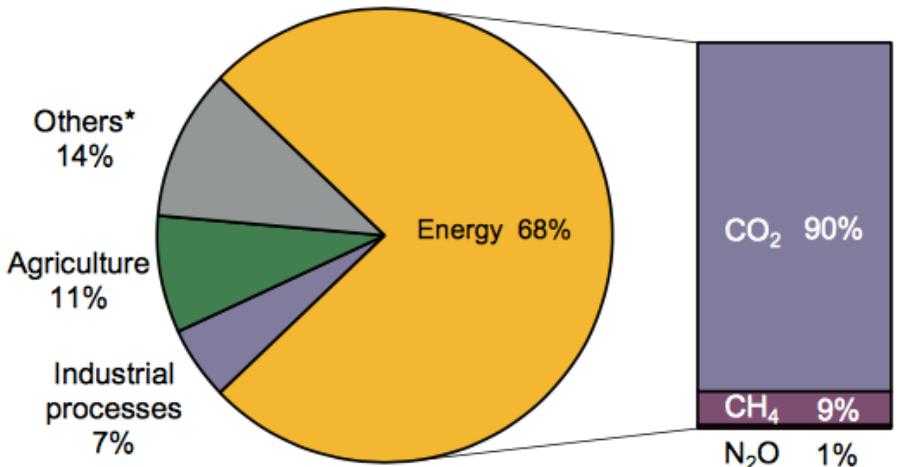
2019-02-14

André-Jean Guérin

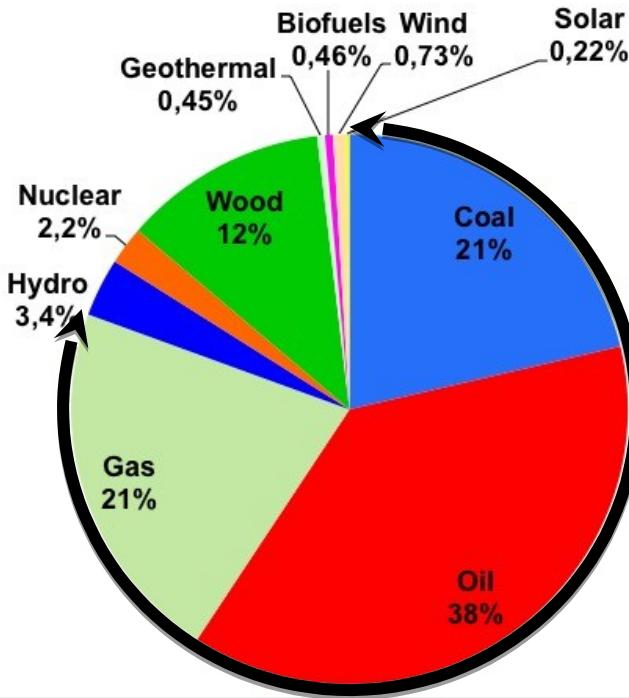
18

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 N₂O emissions from non-agricultural emissions of NO_x and NH₃, Waste, and Solvent Use.

Source: based on IEA estimates for CO₂ from fuel combustion and EDGAR 4.3.0 and 4.3.2 for non-fuel combustion CO₂ and 4.2 FT2010 for all other sources; for 2010; based on 100-year Global Warming Potential (GWP), see online documentation file.

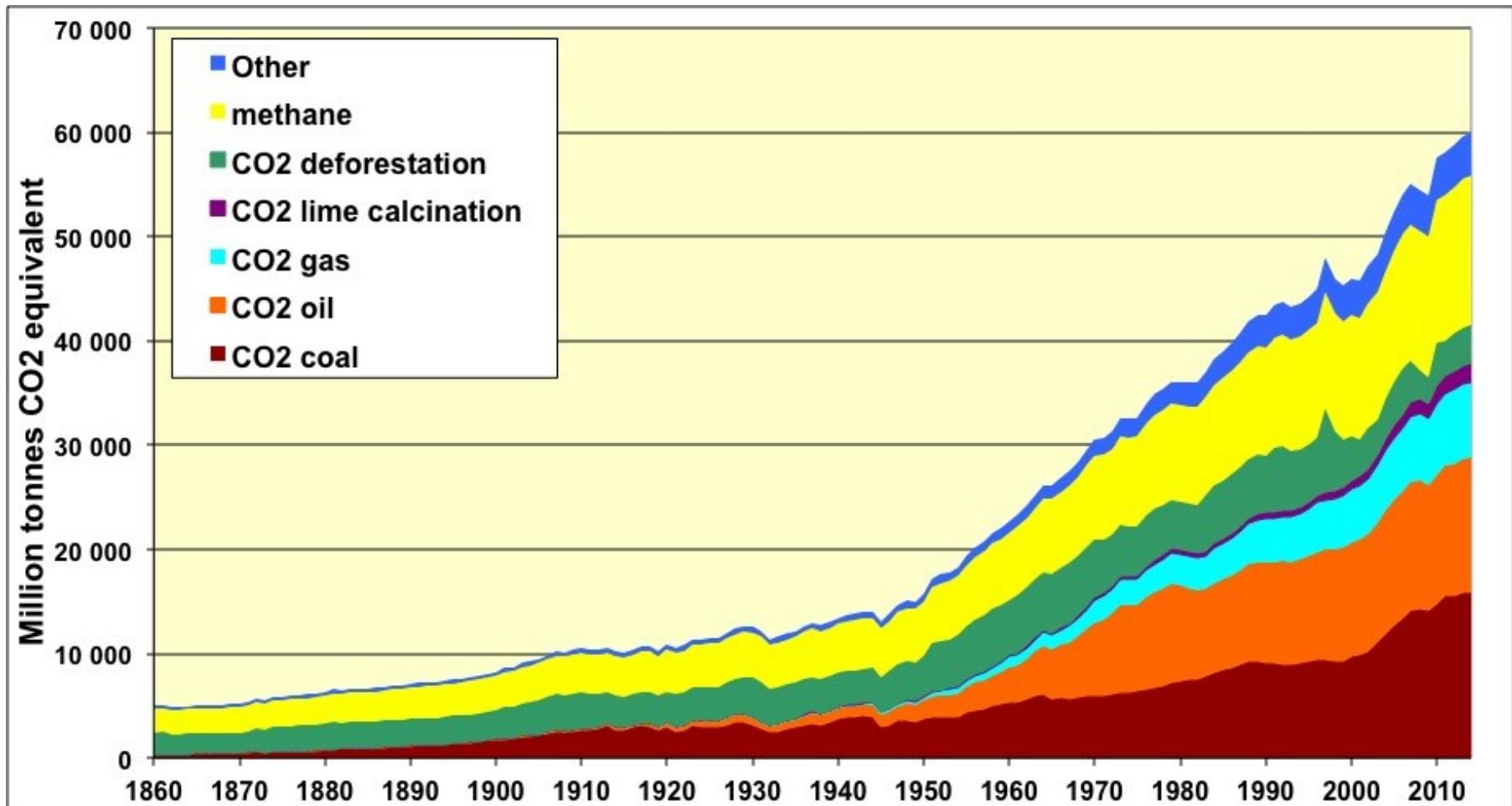


Évolution des émissions de GES

2019-02-14

André-Jean Guérin

19



Emissions mondiales de gaz à effet de serre depuis 1860.

Jancovici, sur données diverses

Consommations énergétiques mondiales par vecteur

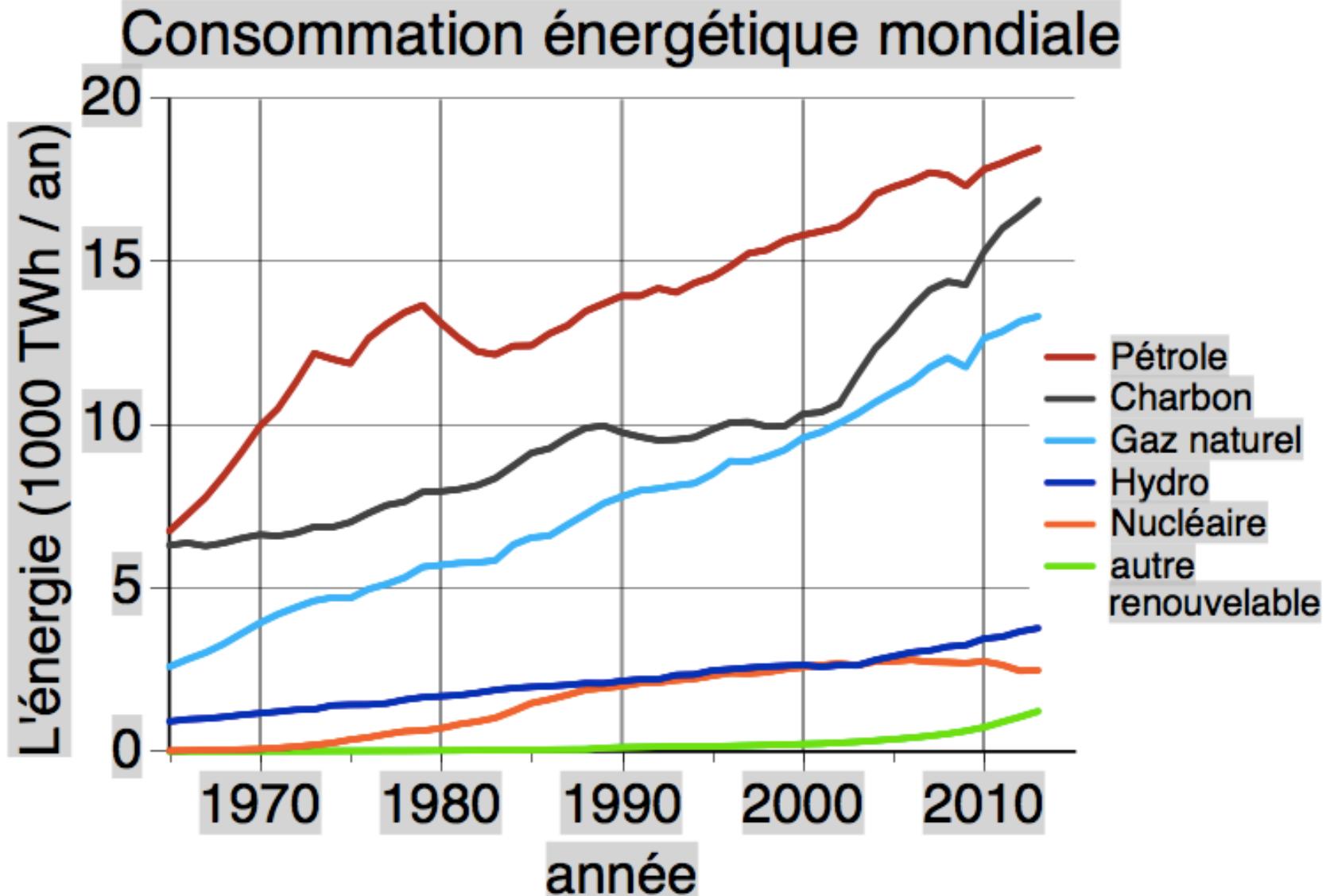


Face au réchauffement climatique
Annecy

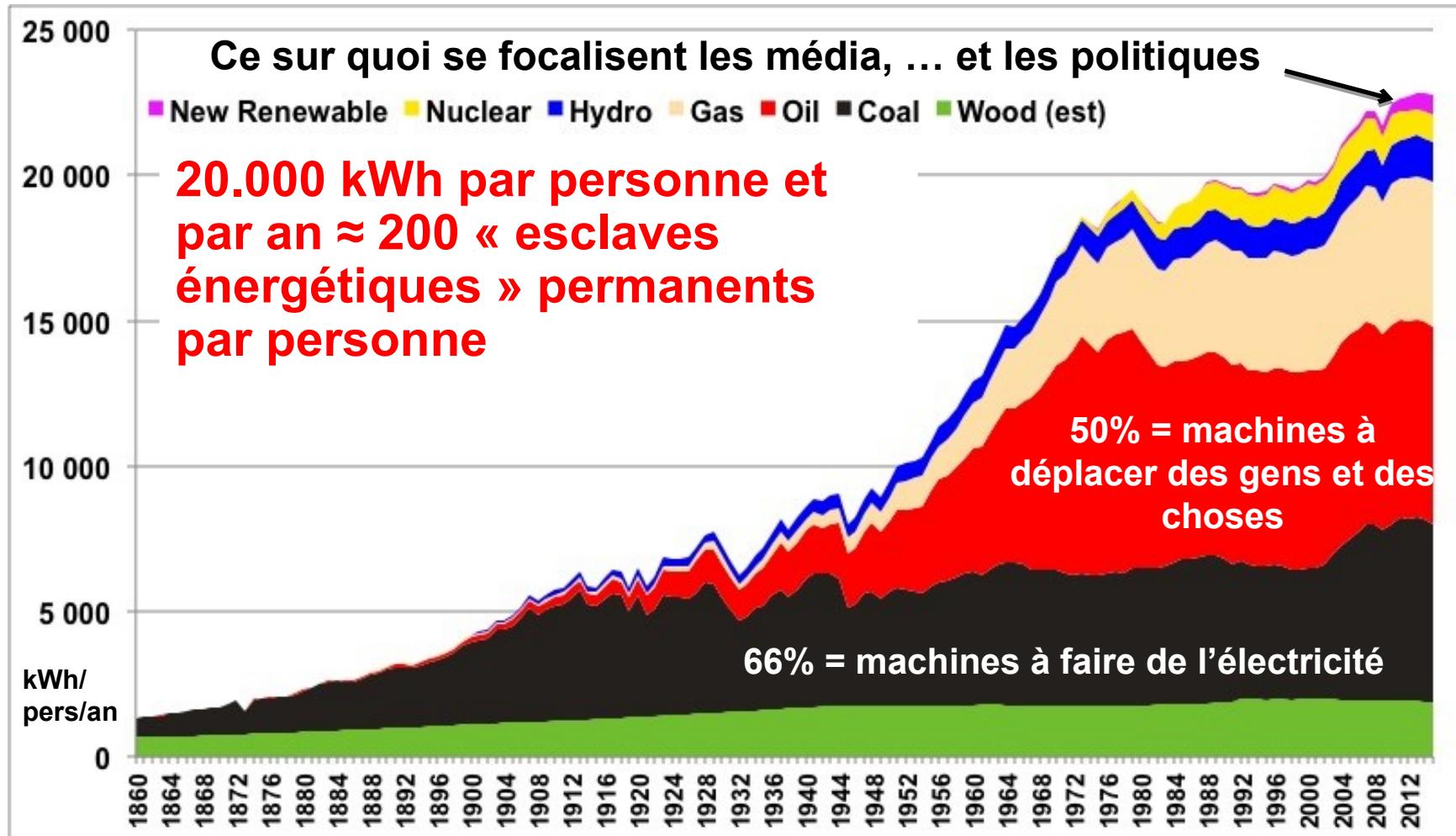
2019-02-14

André-Jean Guérin

20



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 % !



Face au réchauffement climatique
Annecy

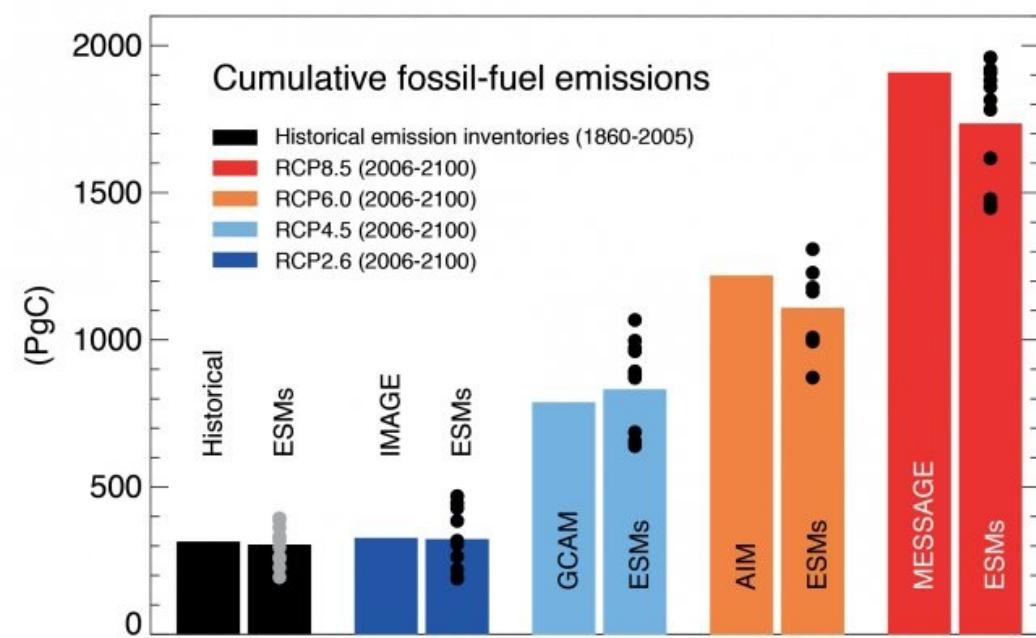
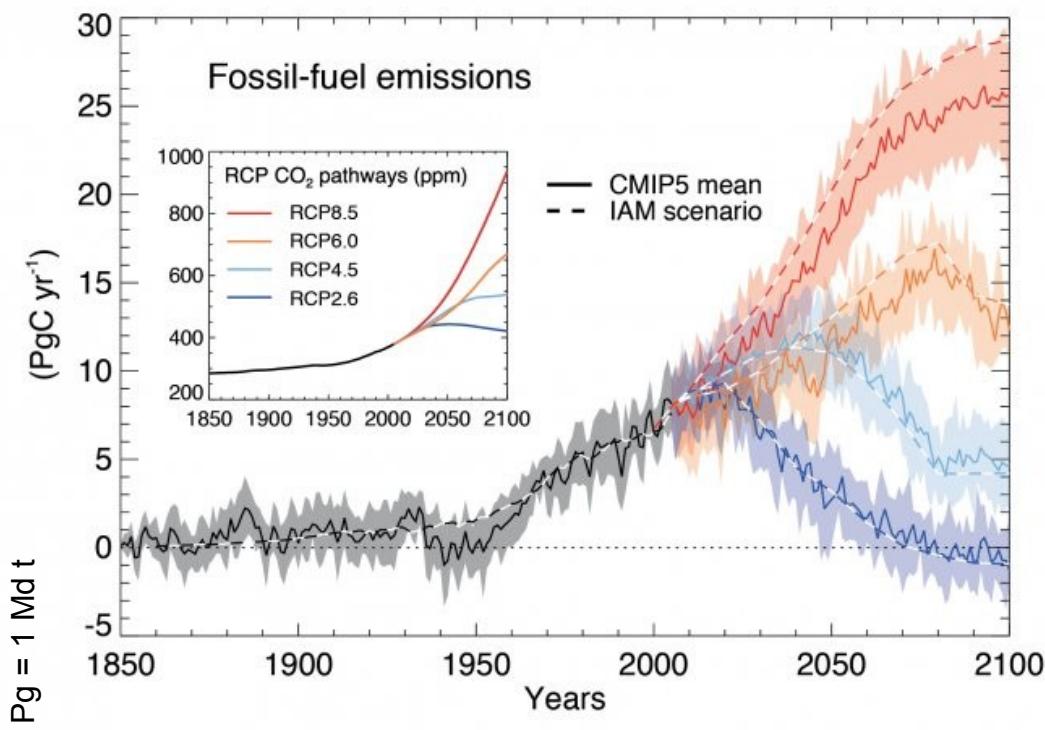
2019-02-14

André-Jean Guérin

22



Pourrions-nous éviter le pire ?



Pourrions-nous éviter le pire ?

http://sentiers.eu/saj/pierre-sur-pierres/article/questions-de-climat#eviter_pire

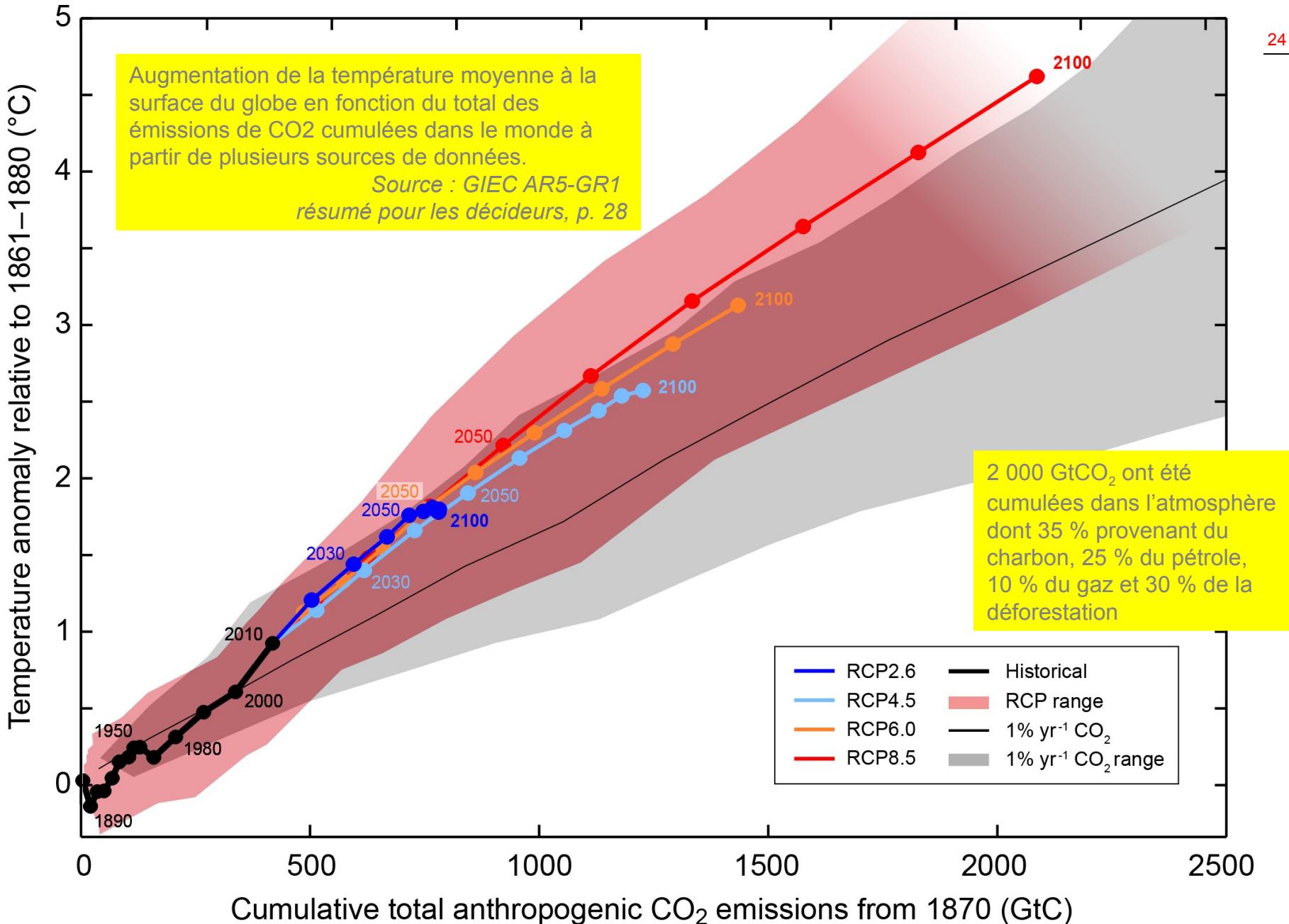
Emissions de combustibles fossiles compatibles avec les divers scénarios d'évolution des températures

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 CO₂ 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 CO₂ emissions from 1870 (GtCO₂)



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

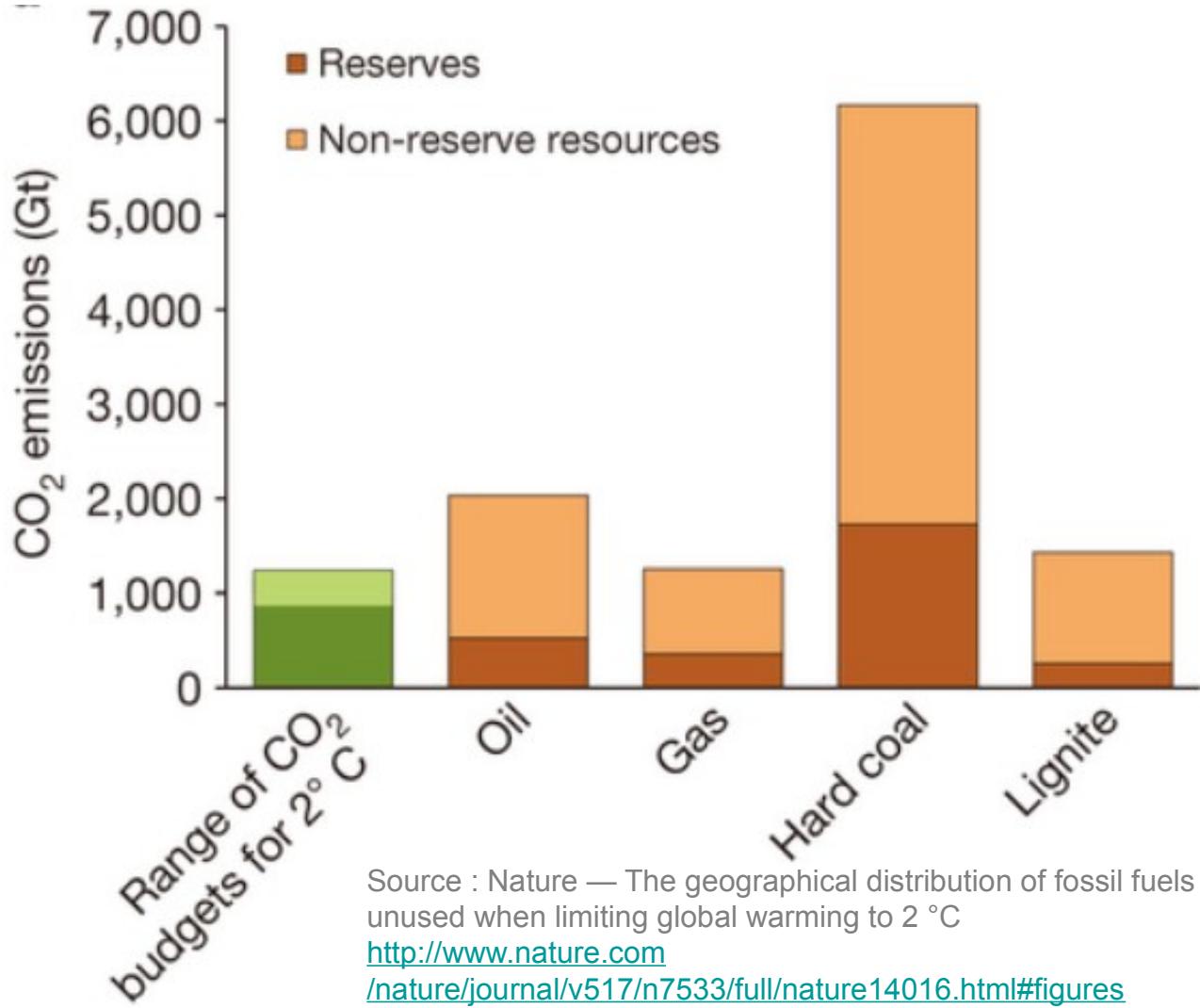


Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

25



Source : Nature — The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 °C

<http://www.nature.com>

[/nature/journal/v517/n7533/full/nature14016.html#figures](http://nature/journal/v517/n7533/full/nature14016.html#figures)

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 CO₂. 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^e des réserves certaines et les 4/5^e 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

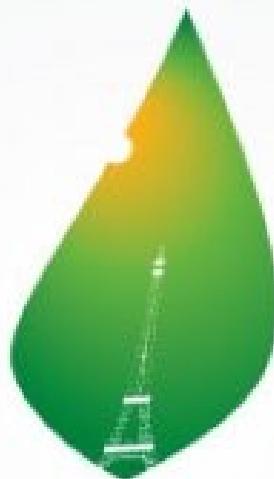


2019-02-14

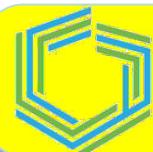
André-Jean Guérin

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.
- 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.



PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11



COP24·KATOWICE 2018
UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE CONFERENCE

La COP 24 aurait-elle démerité ?

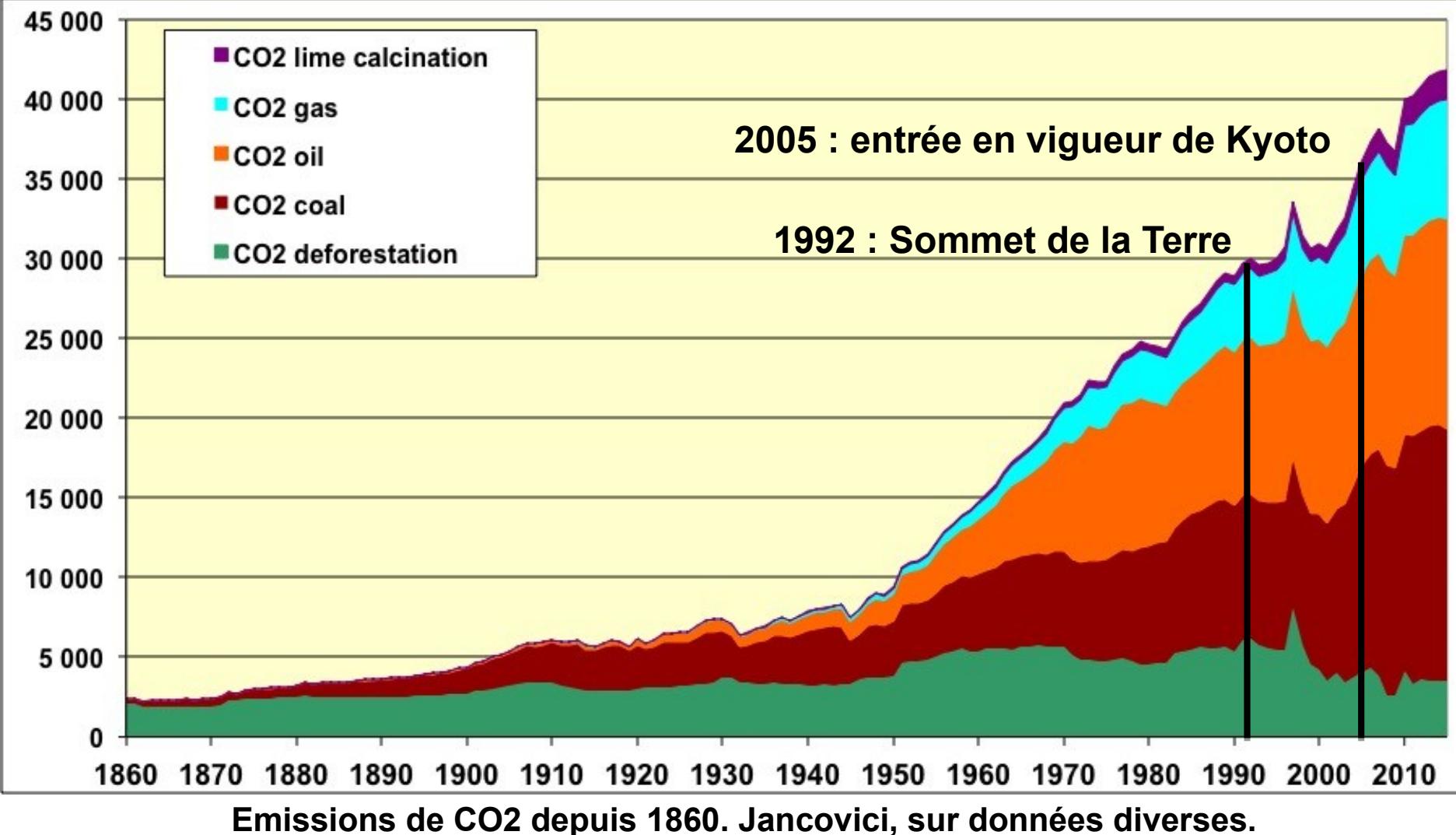


Mais il ne suffit pas de négocier, ...

2019-02-14

André-Jean Guérin

27





2019-02-14

André-Jean Guérin

28

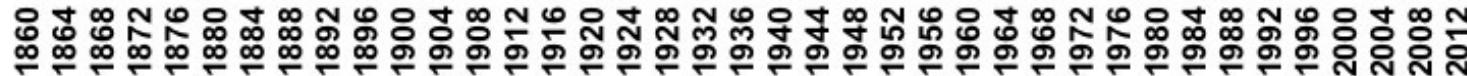
Transition, es-tu là ?

Grams of CO₂ per kWh of primary energy, world average

Début de « l'essor des ENR »

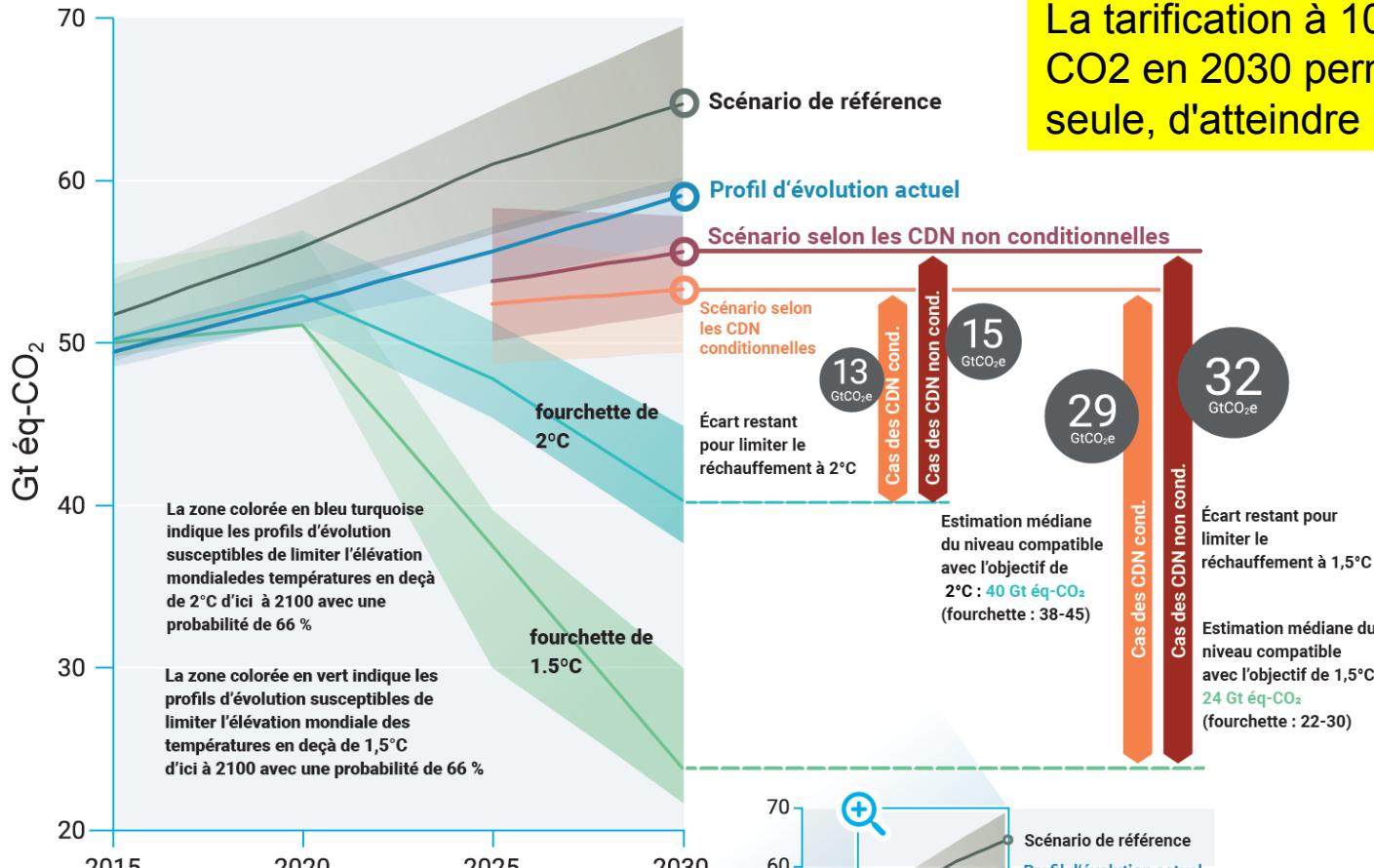
Émissions $\div 3$ à consommation constante

Émissions $\div 3$ à consommation doublée



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)



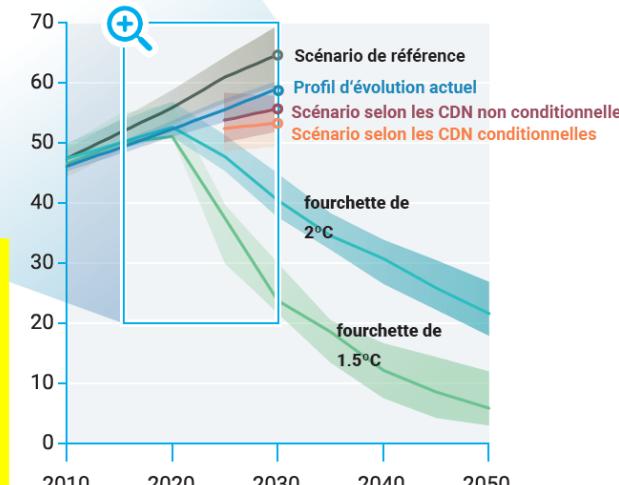
La tarification à 100 dollars US/t éq-CO₂ en 2030 permettrait, à elle seule, d'atteindre l'objectif des 2°C.

29

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



2019-02-14

André-Jean Guérin

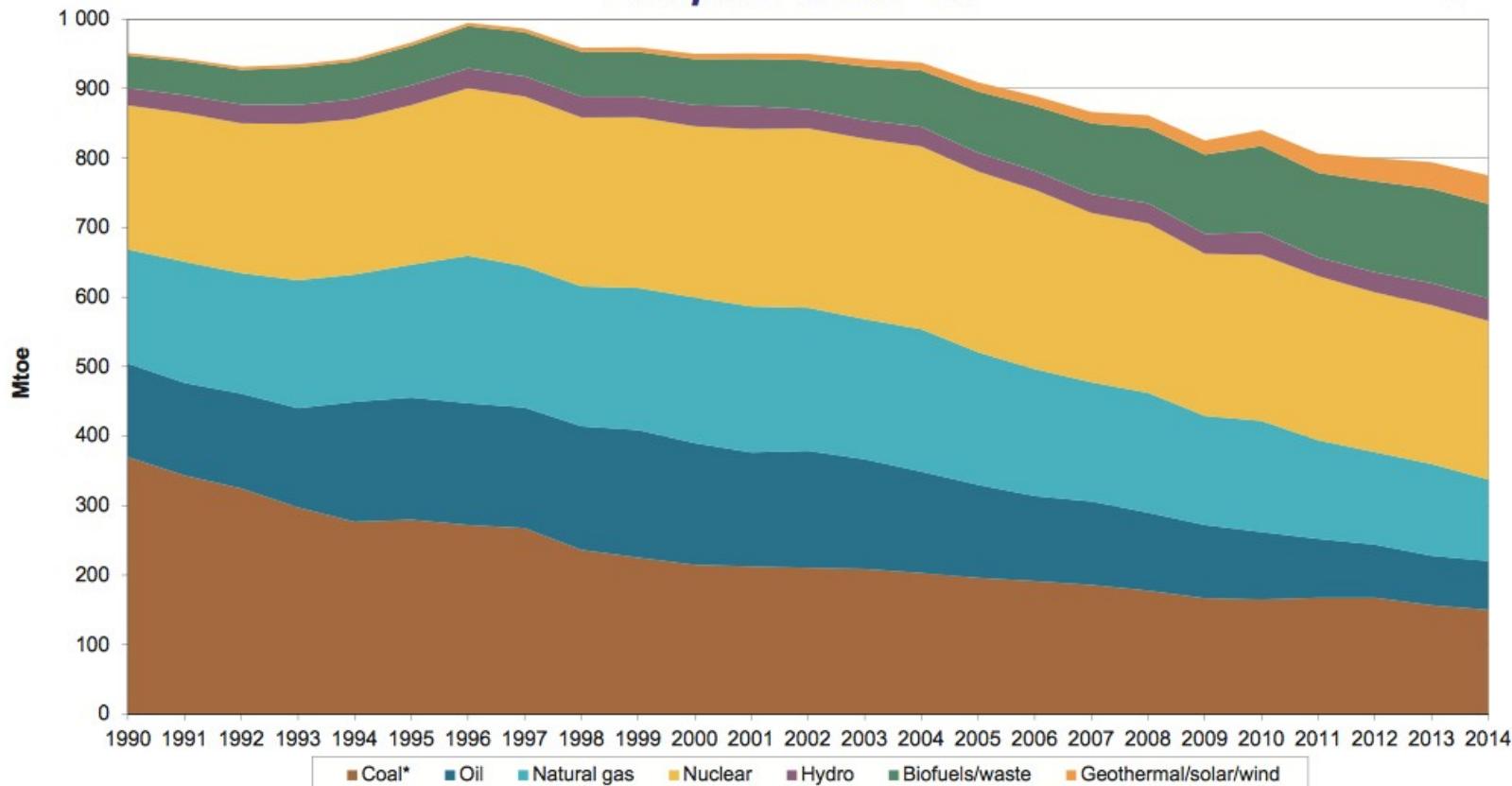
31

IEA Energy Statistics

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



Energy production European Union - 28



Europe — consommation d'énergie



2019-02-14

André-Jean Guérin

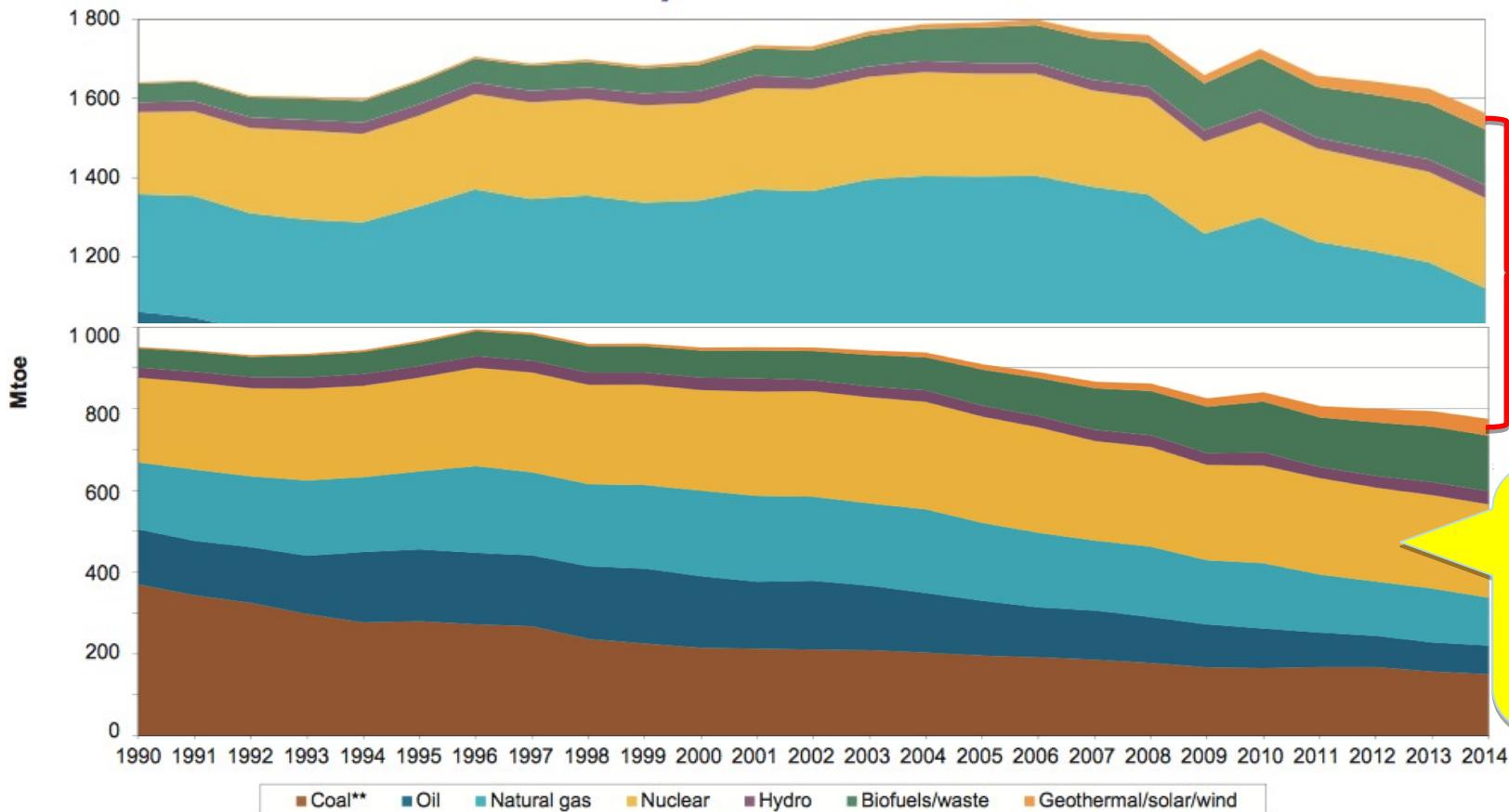
32

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



Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

33

Importations nettes d'énergie par région



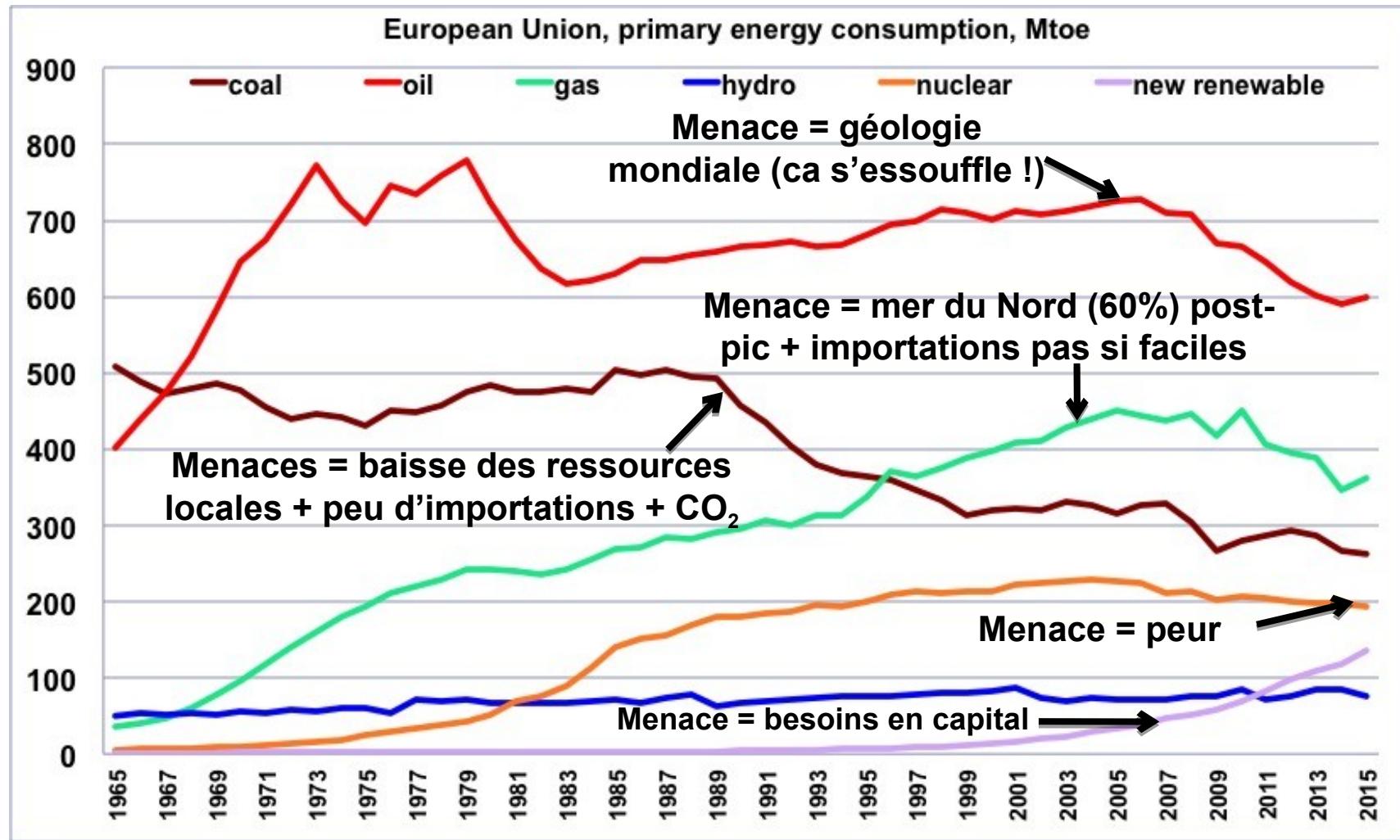
Europe, région du monde de loin la plus dépendante en énergie avec 873 millions de tonnes d'équivalent pétrole importées en 2010.

Sources : OCDE - AIE

2010 OECD/IEA

Sécurité d'approvisionnement ?

Quelles menaces ?

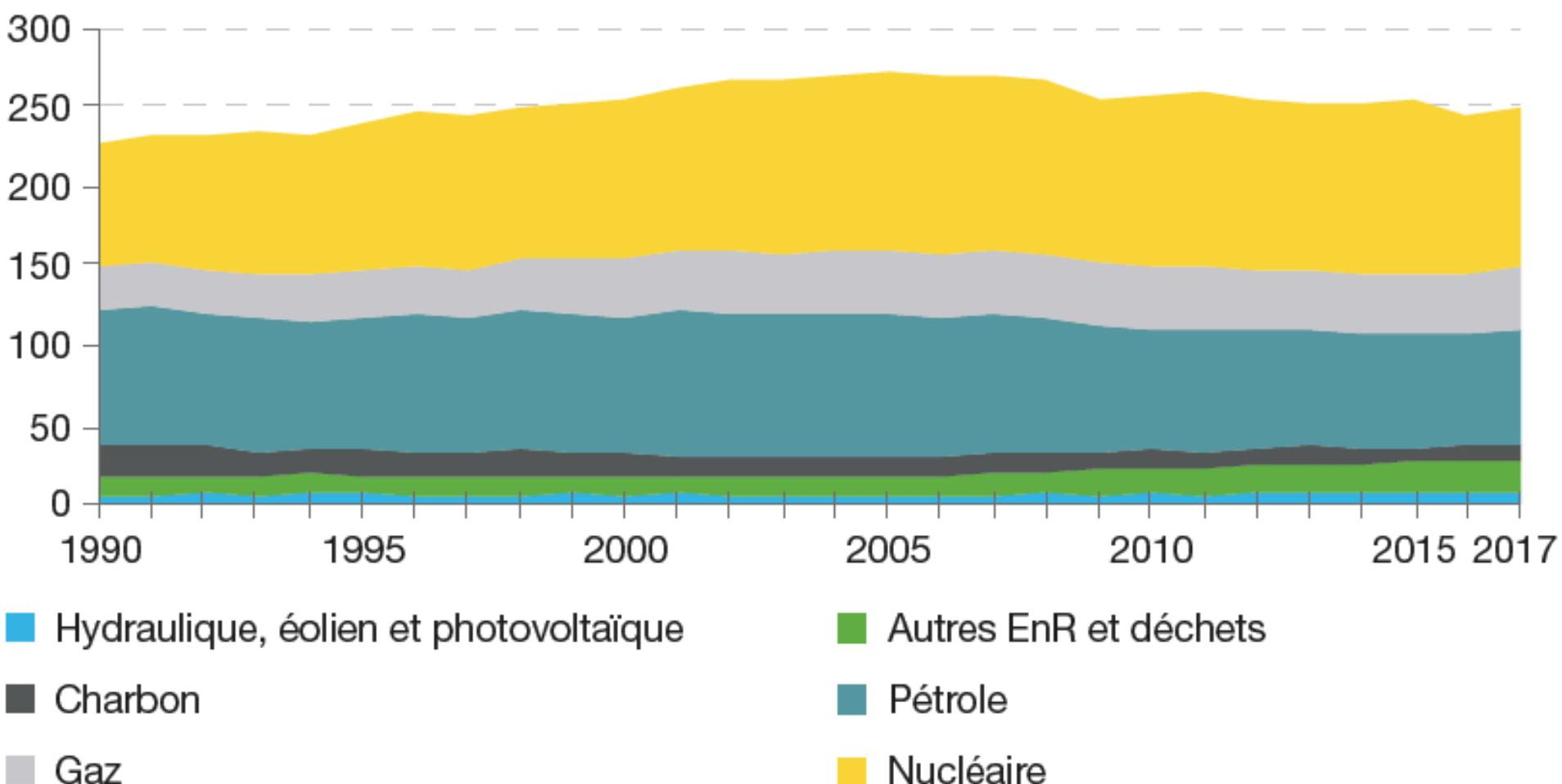


Consommation d'énergie par européen depuis 1965. Données BP Statistical Review, 2016

CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ÉNERGIE

TOTAL : 250 MTEP EN 2017

En Mtep (données corrigées des variations climatiques)



Champ : métropole.

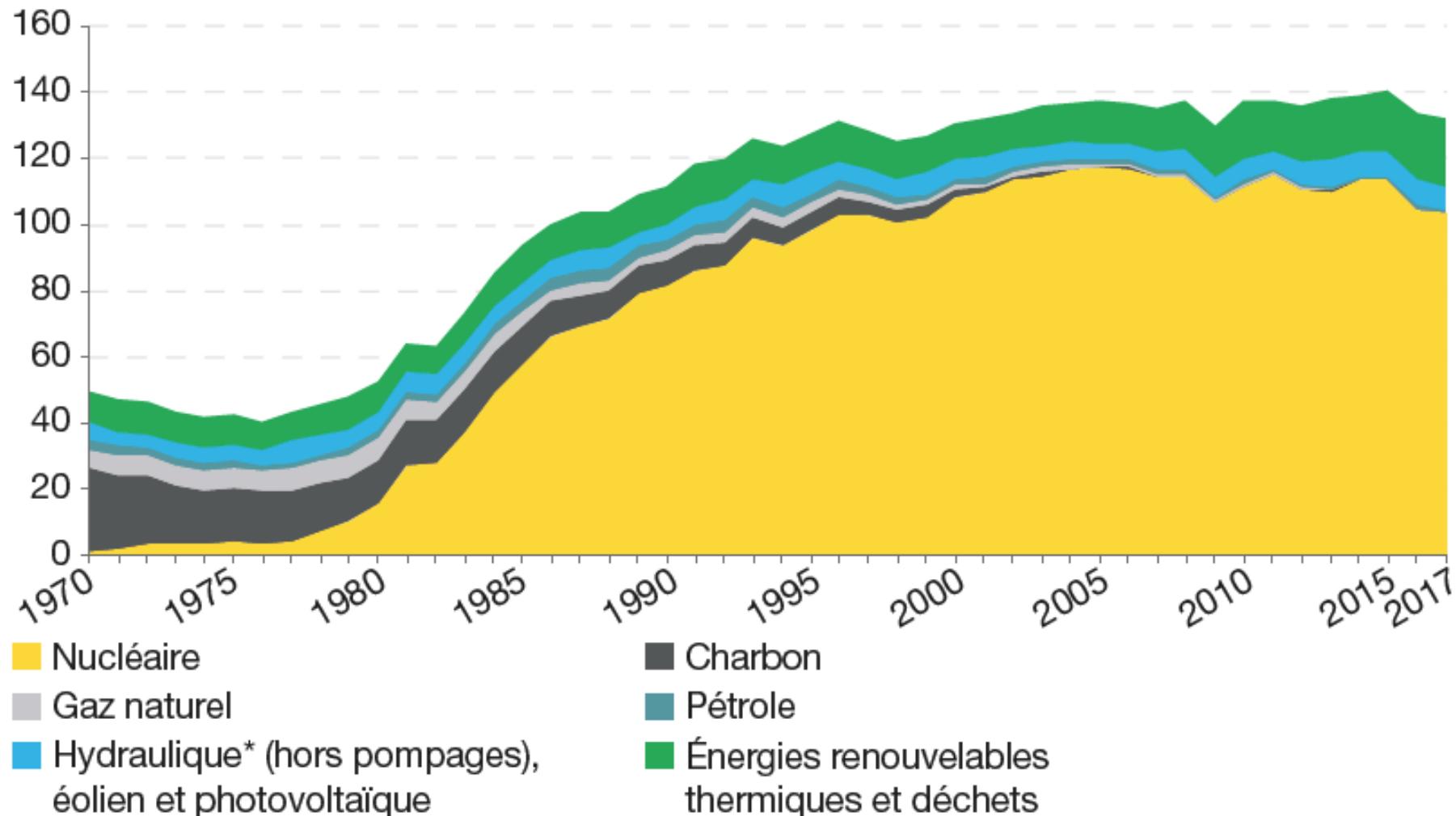
Source : calculs SDES, d'après les données disponibles par énergie

PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ÉNERGIE

TOTAL : 132 MTEP EN 2017

En Mtep

36



* Y compris énergies marines.

Champ : métropole.

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



2019-02-14

André-Jean Guérin

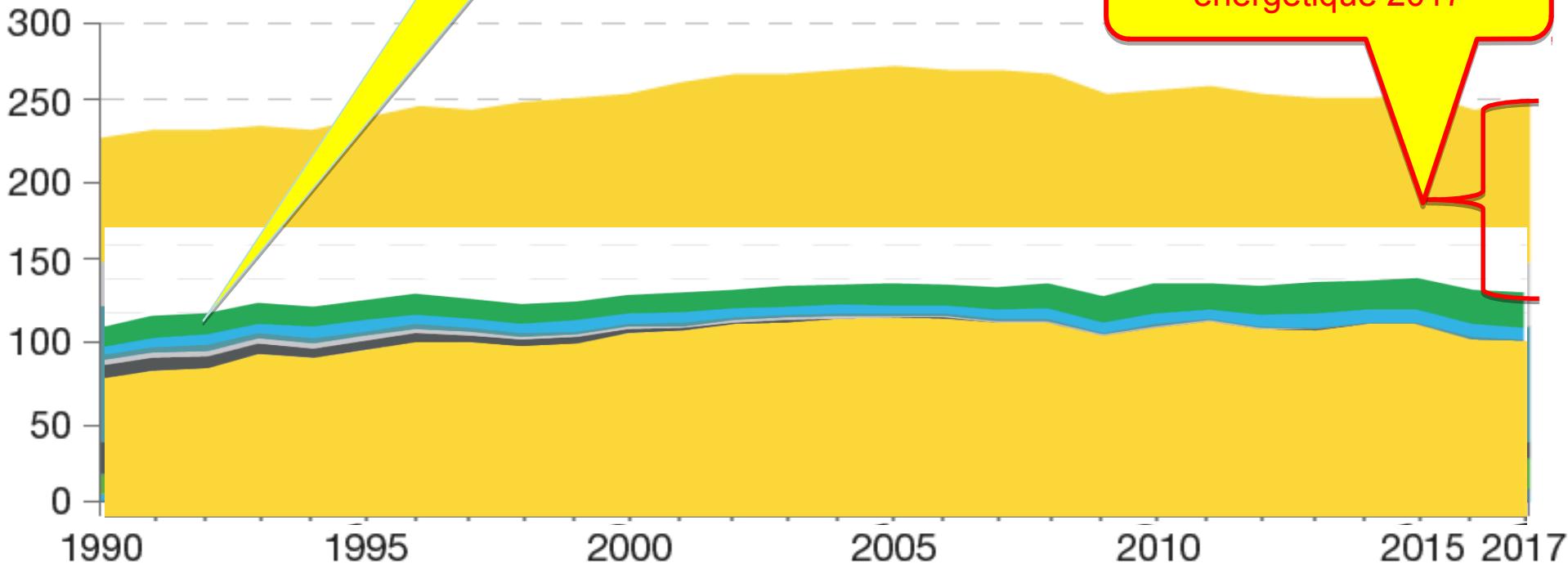
37

Quel bilan énergétique pour la France ?

Replaçons la consommation

Superposons la production à la même échelle

En Mtep (données corrigées des variations climatiques)



■ Hydraulique, éolien et photovoltaïque

■ Charbon

■ Gaz

■ Autres EnR et déchets

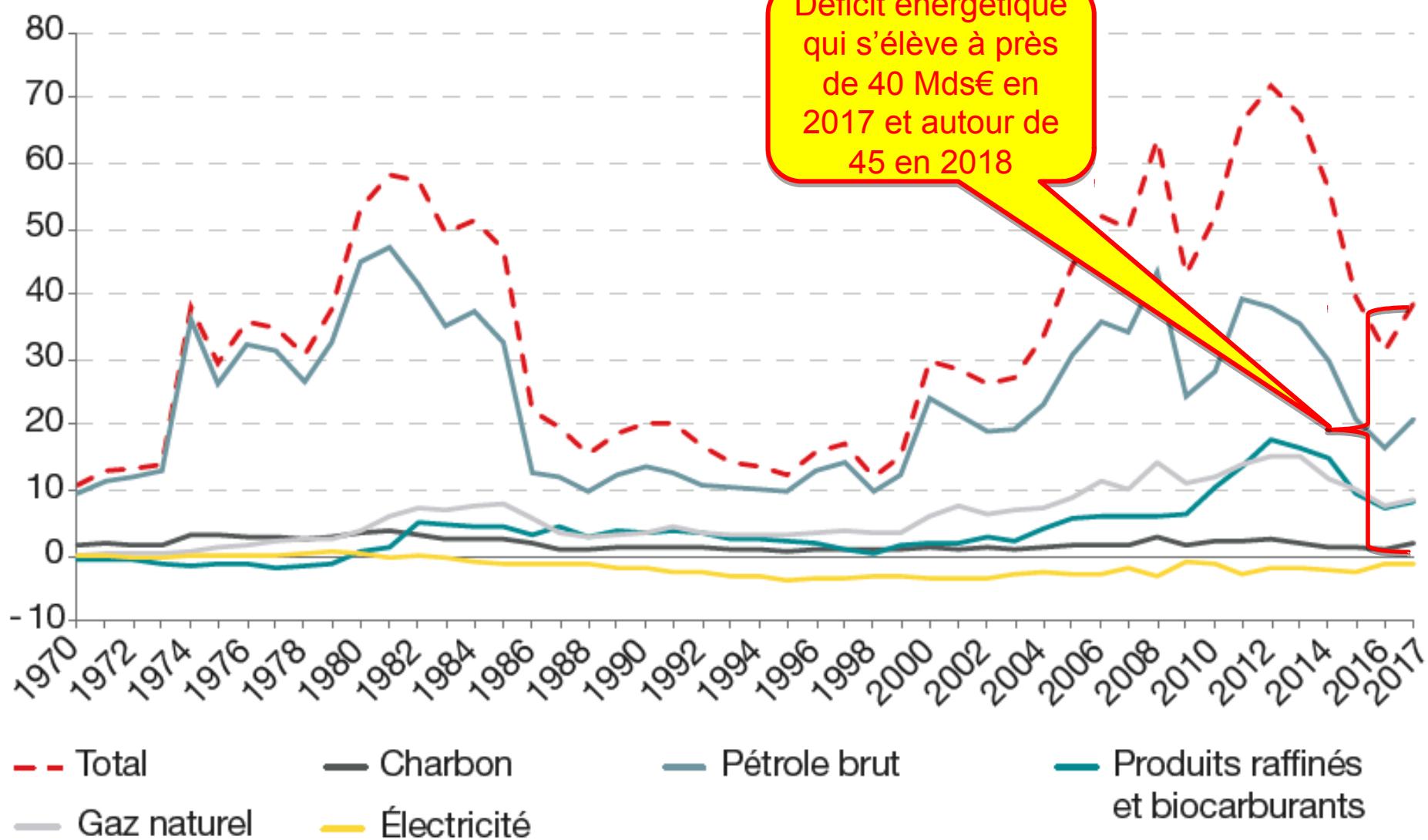
■ Pétrole

■ Nucléaire

FACTURE ÉNERGÉTIQUE PAR TYPE D'ÉNERGIE

En milliards d'euros₂₀₁₇

3



Champ : métropole et DOM.

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

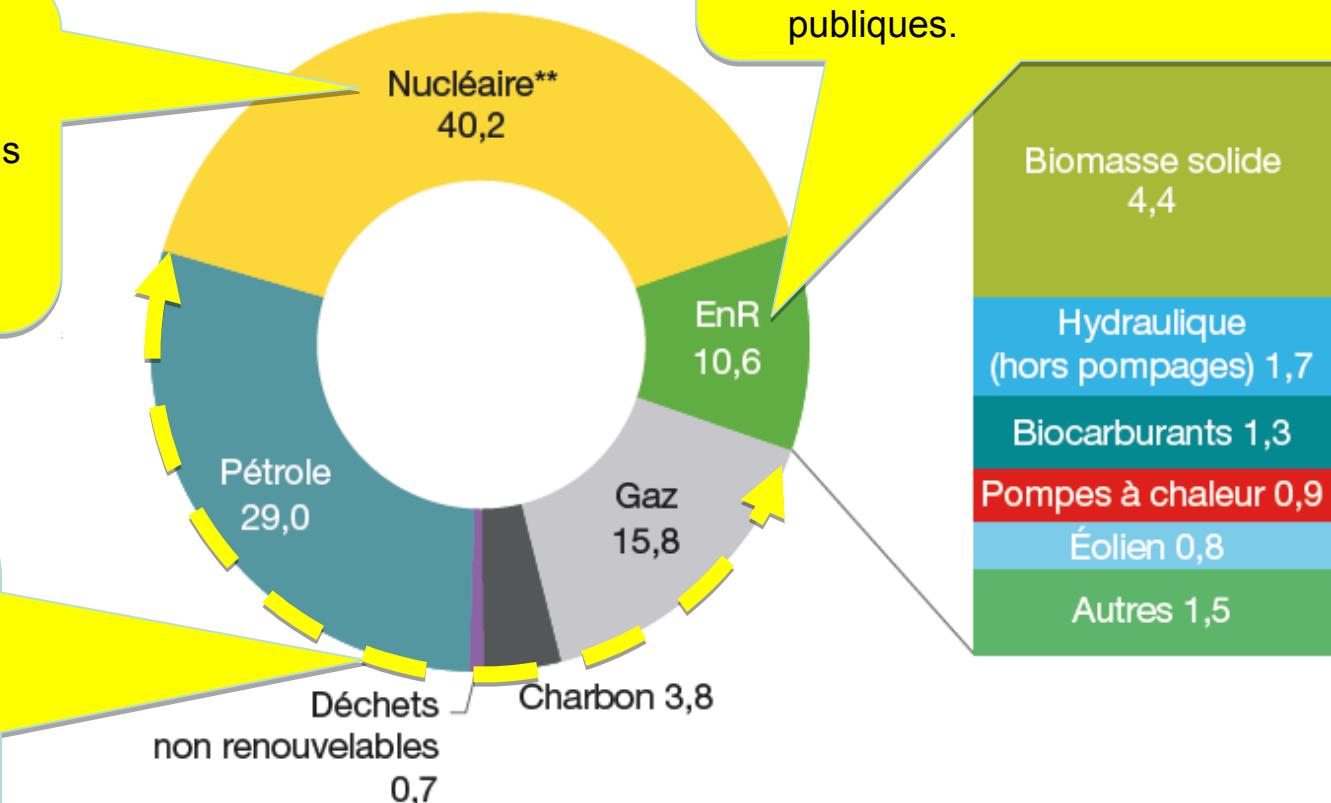
RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE EN FRANCE MÉTROPOLITaine

TOTAL : 250 MTEP EN 2017

En % (données corrigées des variations)

- Production nationale,
- Exportation d'électricité,
- Très faibles émissions de CO₂,
- Emplois qualifiés en 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.



- 49 % de la consommation énergétique,
- Importations massives pour une facture énergétique d'environ 45 Mds€ en 2018.
- Principales émissions de CO₂ de la France.

* 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 ?

Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

42



Déforestation



Autres



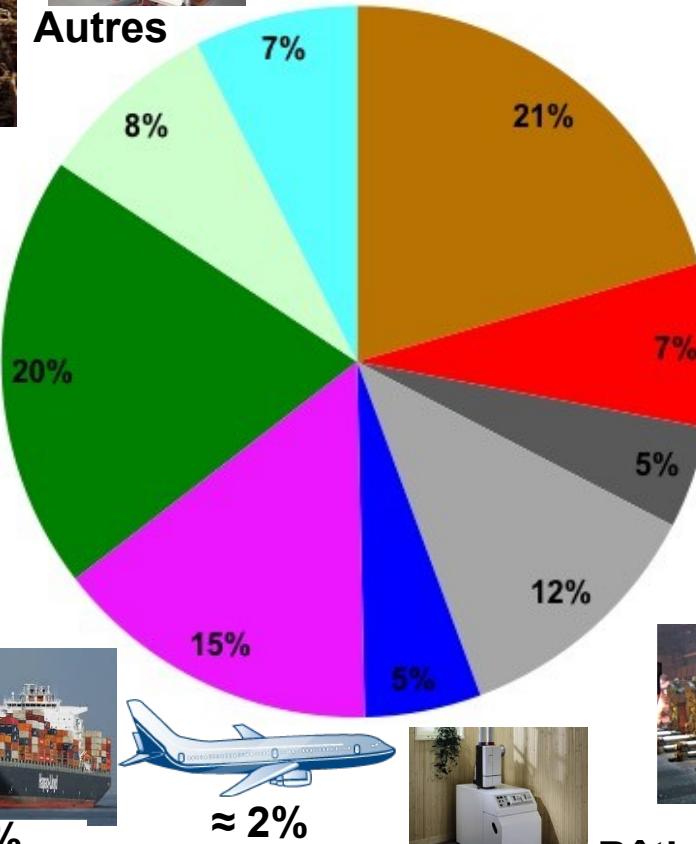
2019-02-14

André-Jean Guérin

42



Centrales à charbon



Centrales
électriques
gaz & fioul



Ciment



Agriculture



≈ 6%



≈ 4%



≈ 2%

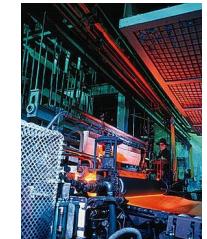
Transports



Bâtiments



Reste de l'industrie



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

Autrement présenté, pour l'Europe

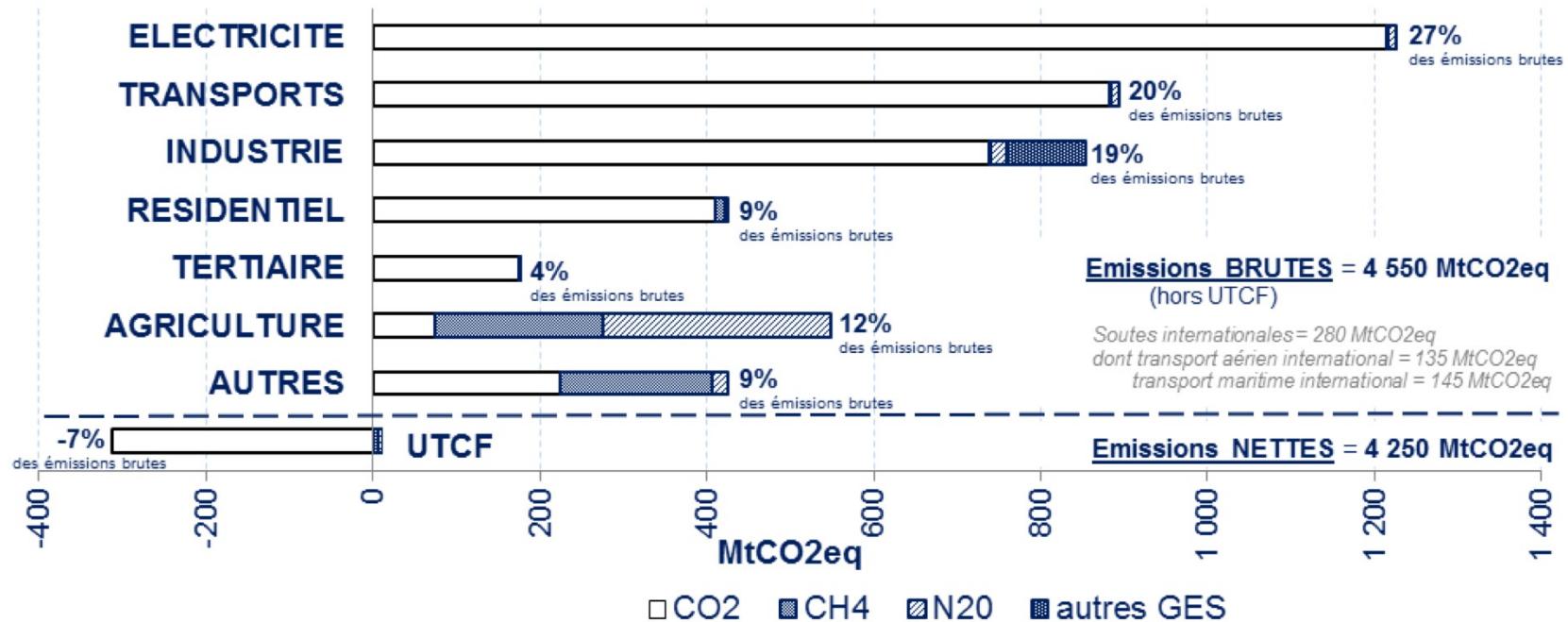


2019-02-14

André-Jean Guérin

43

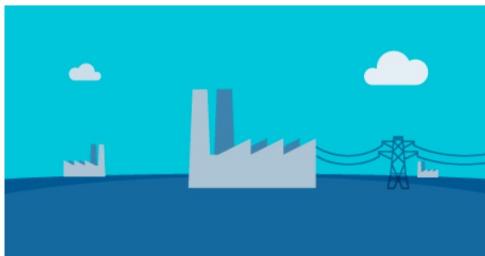
Emissions GES - UE 28 2012



Source = European Environment Agency

Manifeste pour décarboner l'Europe et ses 9 propositions

FERMER TOUTES LES CENTRALES À CHARBON



TRIPLER LE RÉSEAU DES TRAINS À GRANDE VITESSE



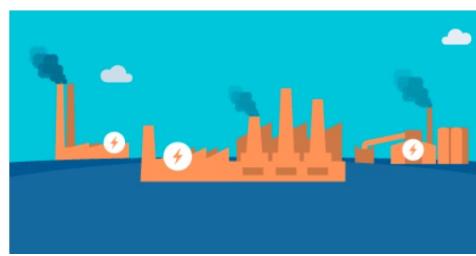
LANCER LE GRAND CHANTIER DE RÉNOVATION DES BÂTIMENTS PUBLICS



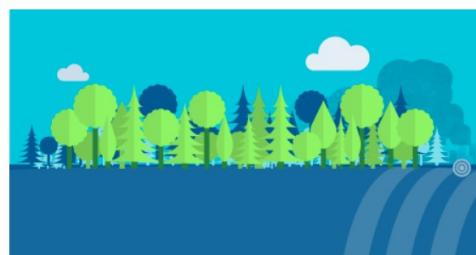
GÉNÉRALISER LA VOITURE À MOINS DE 2L/100KM



INVENTER L'INDUSTRIE LOURDE POST-CARBONE



DÉVELOPPER LA SÉQUESTRATION DE CARBONE PAR LES FORêTS EUROPéENNES



*Face au réchauffement climatique
Annecy*

2019-02-14

André-Jean Guérin

44

RÉUSSIR LA RÉVOLUTION DU TRANSPORT EN VILLE

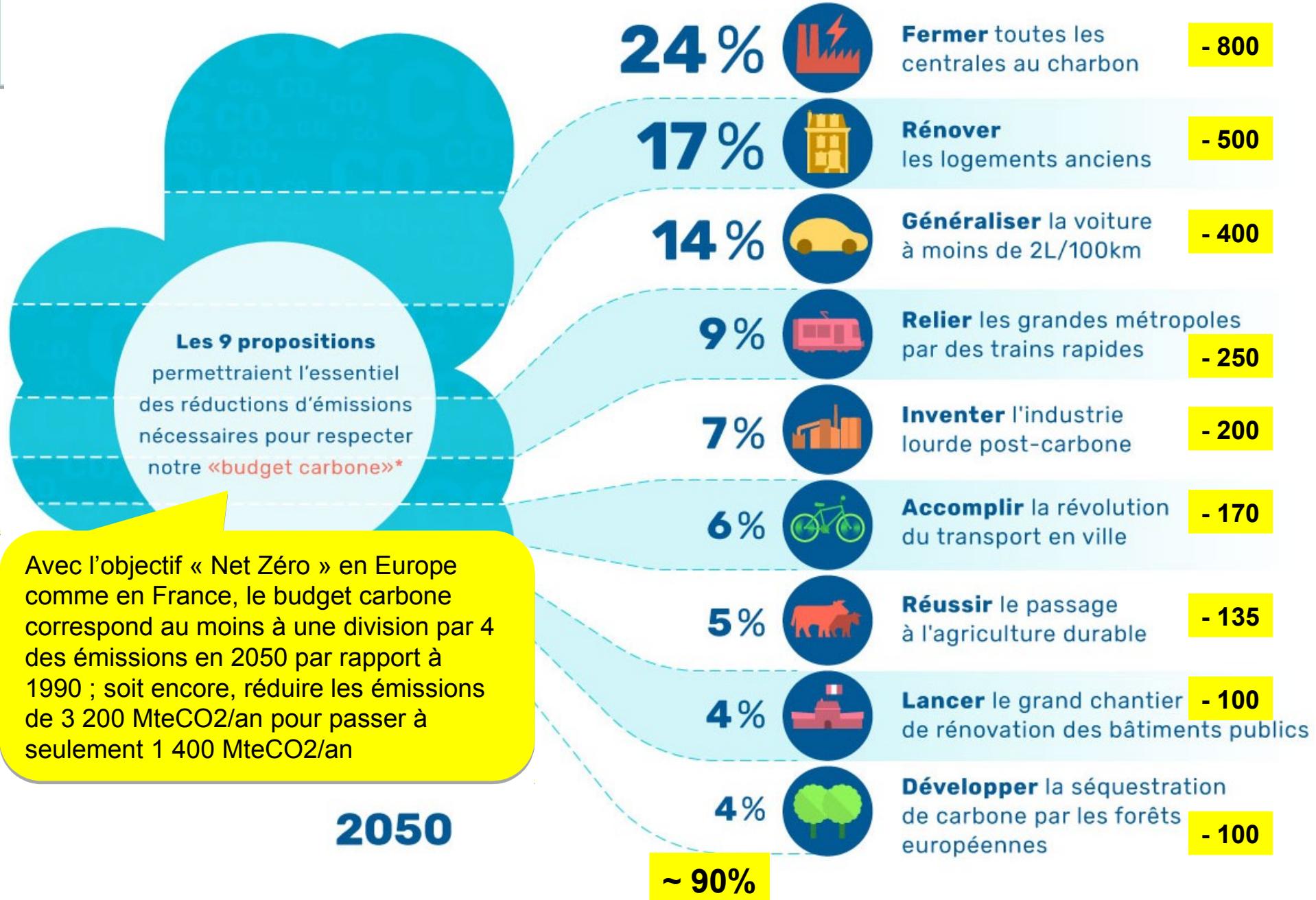


RÉNOVER LES LOGEMENTS ANCIENS



RÉUSSIR LE PASSAGE À L'AGRICULTURE DURABLE





9 PROPOSITIONS ÉCONOMIQUEMENT RÉALISTES

Investissement annuel de ces mesures



Rénover les logements anciens

140 à 240 Mds€/an



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 financables 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 tCO₂ 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 !



Face au réchauffement climatique
Annecy

2019-02-14

André-Jean Guérin

47

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%)

European Perceptions of Climate Change (EPCC)

Topline findings of a survey conducted in four European countries in 2016

March 2017

<https://orca.cf.ac.uk/98660/7/EPCC.pdf>



2019-02-12

André-Jean Guérin

48

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.**

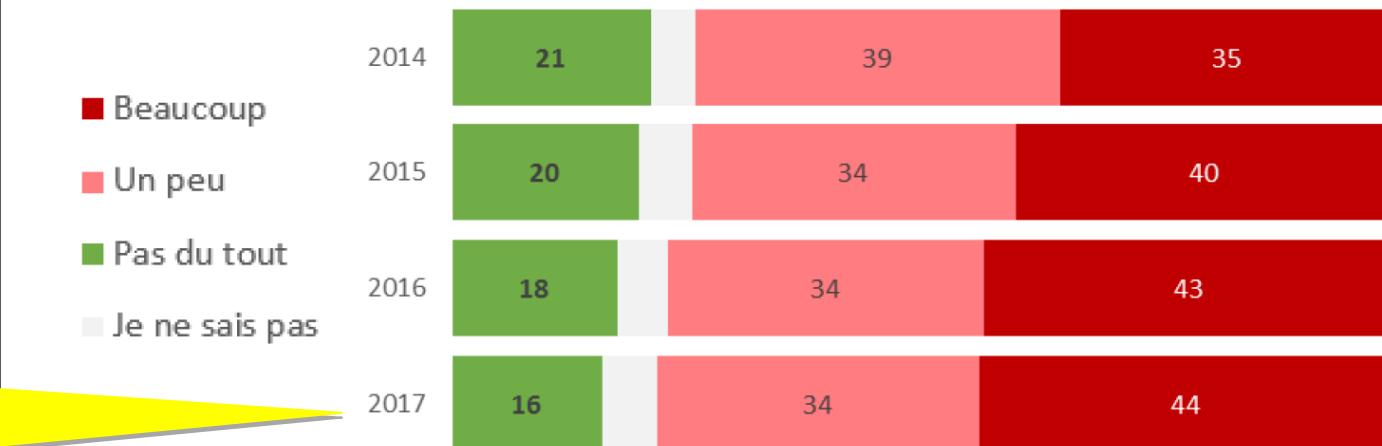
Représentation sociales de l'effet de serre et du réchauffement climatique – ADEME, octobre 2017

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

ques

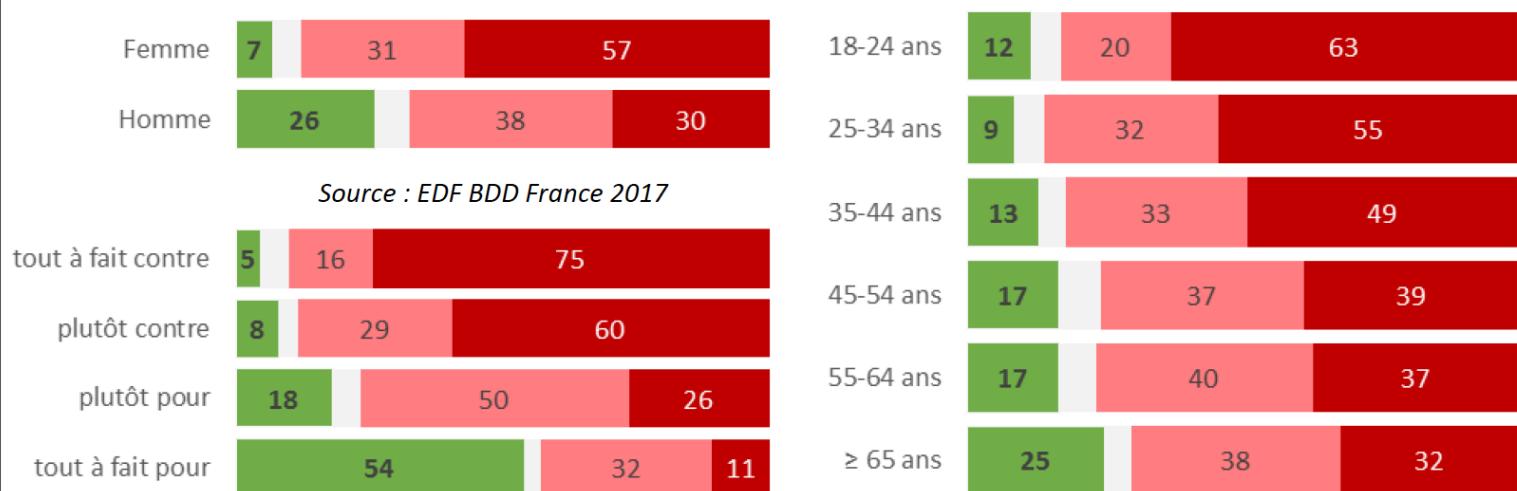
Qui partage cette opinion croissante avec les années ?



Source : EDF BDD France 2014-2017

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.



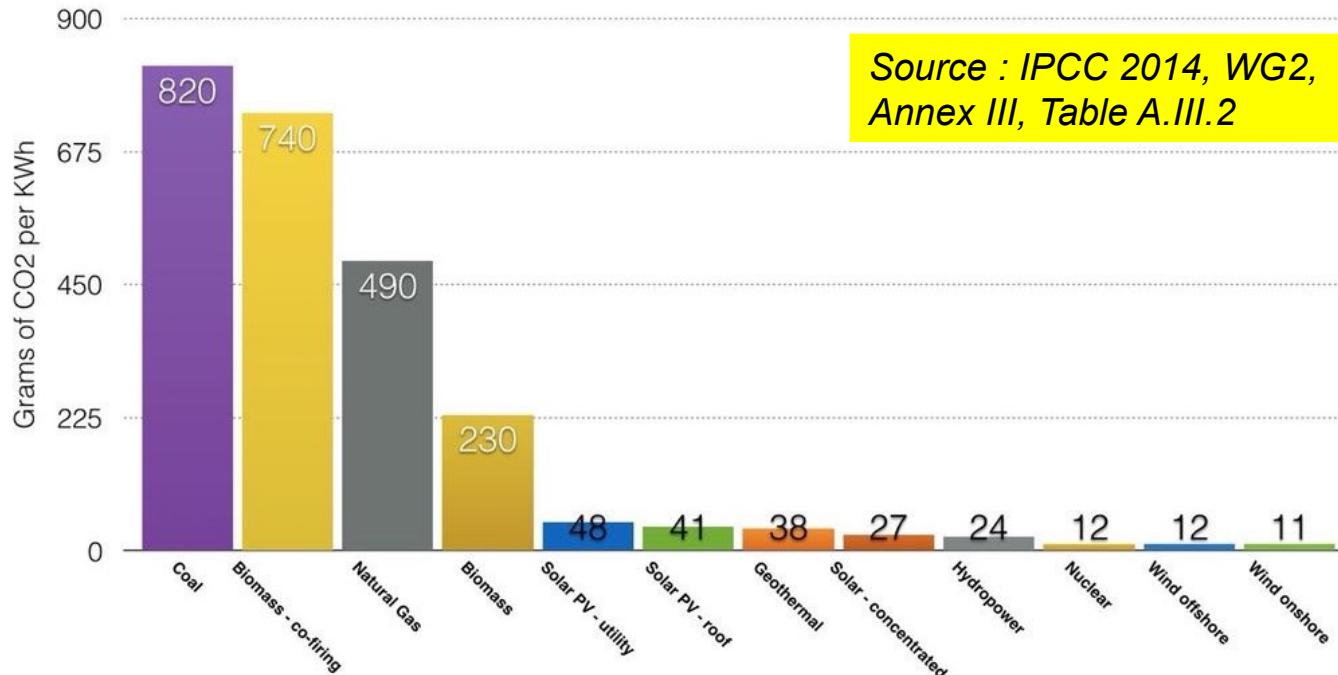
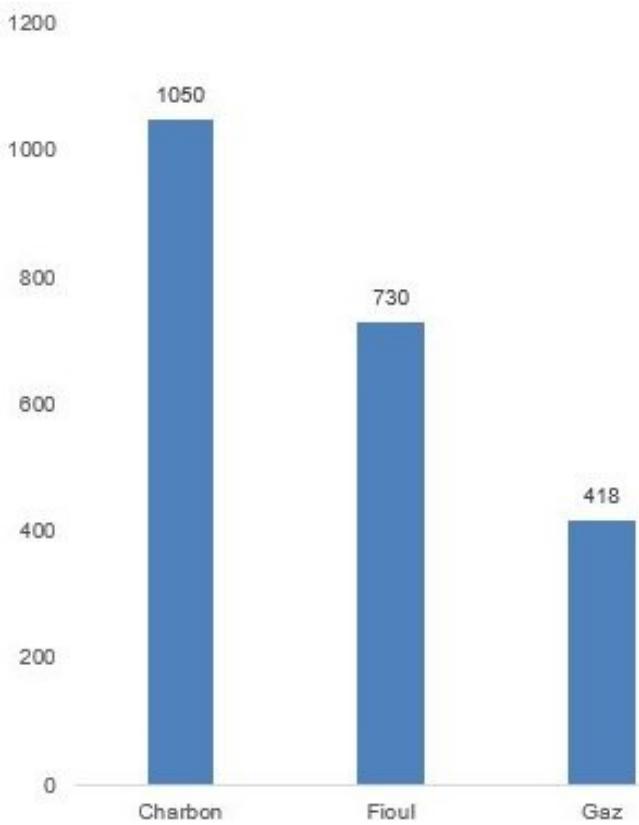
Figures 13a, 13b et 13c : distribution des réponses selon le sexe, la réponse à la question de la Fig. 8 (item 'énergie nucléaire'), et la tranche d'âge

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 ?



Emissions de CO₂ sur le cycle de construction et d'utilisation.
Source : Base de donnée carbone de l'ADEME

Quasiment aucune émission de CO₂ par kWh

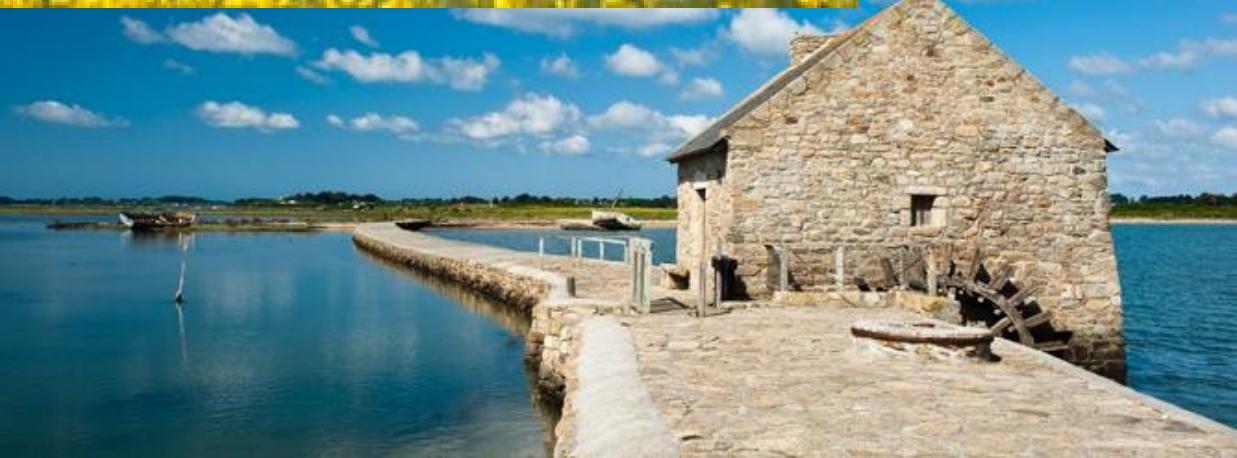
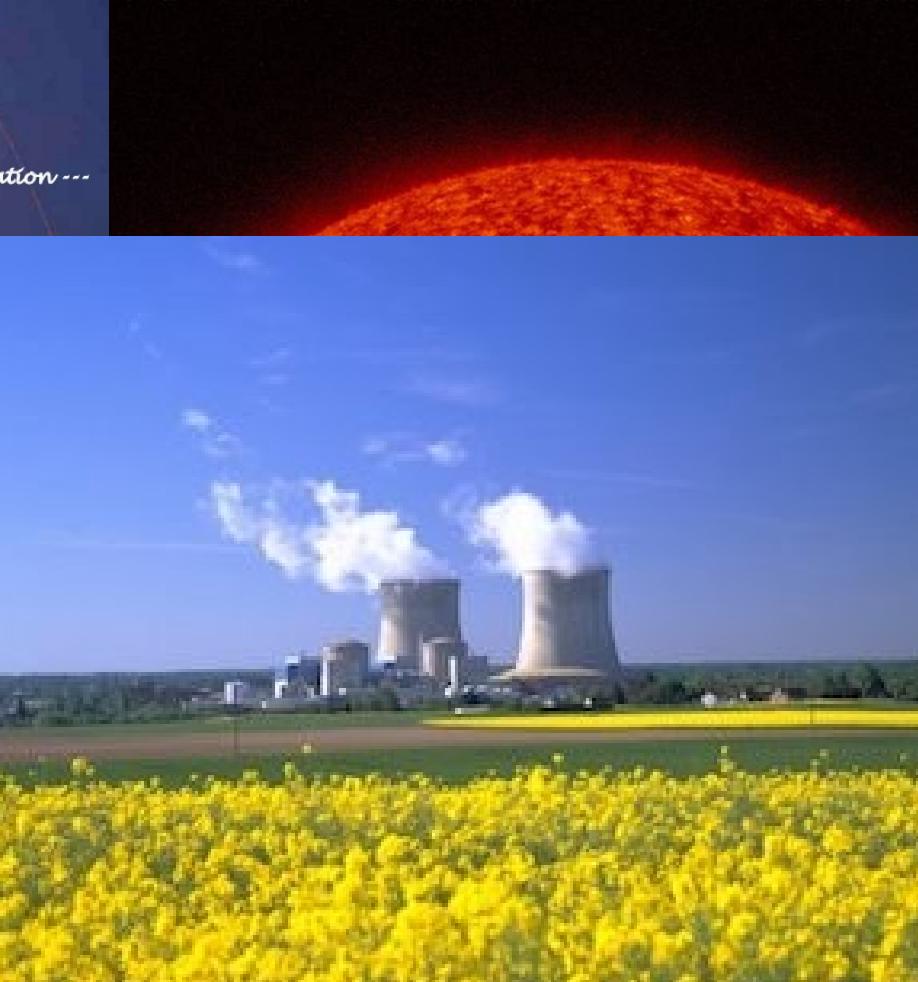




Quelle(s) énergie(s) pour demain ?

Geothermal Energy

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



Flux d'énergie sur Terre

tique

Flux\Estimation	ZJ/an [45]	Gtep/an	W/m ²	% ES reçue
Énergie du rayonnement solaire intercepté par la Terre	5 400	130.10 ³	340	140
Énergie du rayonnement solaire absorbé au sol	3 900	92.10 ³	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
Énergie 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 caractères 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. Reconnaissions aussi les qualités de l'énergie nucléaire : sûreté, très bas carbone, densité énergétique, et son intérêt pour les sociétés industrialisées,
16. Regrettions 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),
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,



***Comment réduire les GES ?
Pourrait-on cultiver le CO₂ ?***



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

Quelles contributions possibles ?

NOTE DE SYNTHÈSE DU RAPPORT DU CGAAER
FÉVRIER 2015

L'intelligence du vivant
pour le climat
(01/2016) :
<http://sentiers.eu/saj/marcher-avec/article/l-intelligence-du-vivant-pour-le-climat>

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

"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/l-e-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 (dont 80 % attribuable à la consommation humaine de produits animaux)	1 633 (1 300)
Estimation totale	5 058

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 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
Total	14,4 à 20 si l'on inclut la totalité de la biomasse

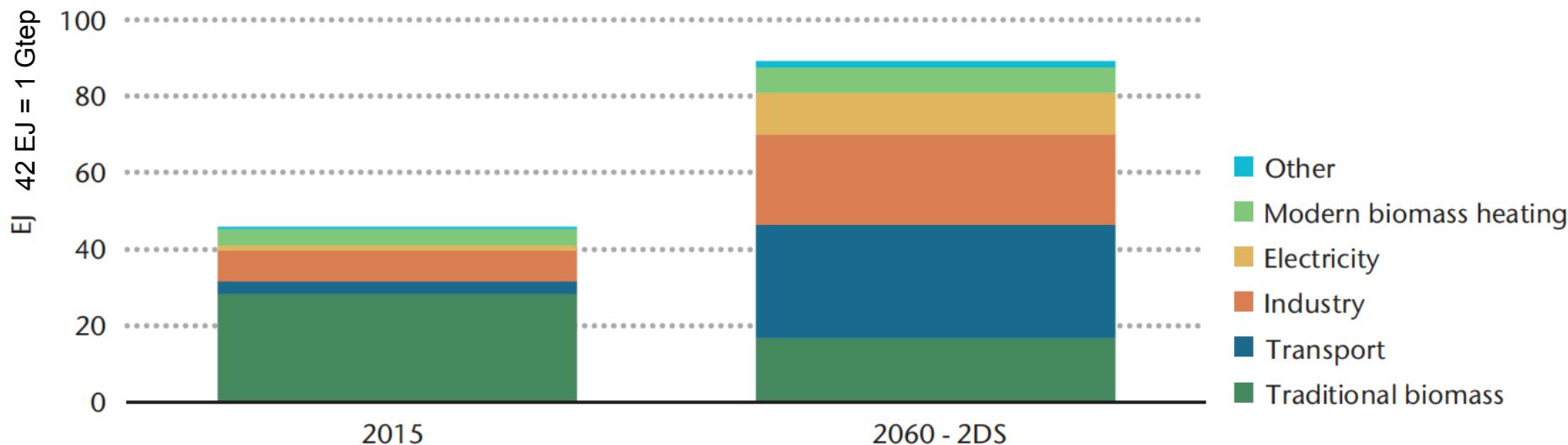
"Quelle(s) énergie(s) pour demain ?" (06/2018) :

<http://sentiers.eu/saj>

[/marcher-avec/article/l-intelligence-du-vivant-pour-le-climat](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-sustainable-bioenergy>

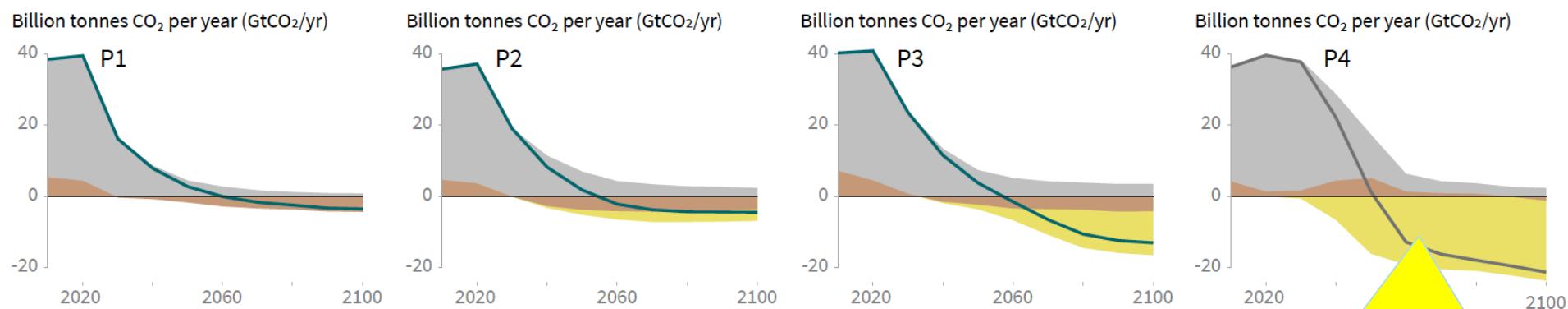
Modern bioenergy leads the growth of all renewables to 2023, according to latest IEA market forecast :
<https://www.iea.org/newsroom/news/2018/october/modern-bioenergy-leads-the-growth-of-all-renewables-to-2023-according-to-latest-.html>

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 CO₂ 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 CO₂ à partir de 2030. La plupart y ajoute la capture et séquestration de carbone à partir de la biomasse.

L'une d'elles propose de boiser ou reboiser 10 Mkm², 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



Avec :

atreeforyou.org

Rejoignez notre communauté de planteurs.

Ensemble, plantons des arbres partout

