

AEPN

Le nucléaire : *l'énergie du futur*



Présentation à Houilles

par Bruno Comby

Directeur de l'institut Bruno Comby (IBC)
Fondateur et président de l'AEPN
(Association des Ecologistes
Pour le Nucléaire)





Introduction : Le parcours d'un écologiste

Le changement climatique

Informations sur l'énergie

Que faire ?

Les économies d'énergie

Les énergies renouvelables

Le nucléaire : une énergie propre

L'énergie nucléaire

La radioactivité dans la nature

L'indépendance énergétique

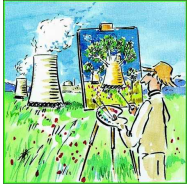
Risques : Tchernobyl, Fukushima...

L'avenir de l'énergie

France décarbonée : mode d'emploi 80-100 GW

AEPN : Assoc des écologistes pour le nucléaire

Conclusion : C'est l'énergie du futur !

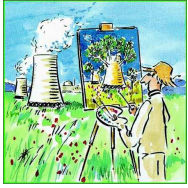


AEPN

L'ancienne et la nouvelle vision de l'écologie : **Les bienfaits de l'énergie nucléaire** **pour l'environnement**



Le parcours d'un écologiste



AEPN





La vie d'un scientifique indépendant

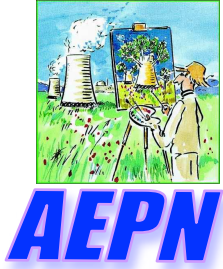


Diplômé de l'Ecole Polytechnique et ingénieur en génie nucléaire de l'Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées

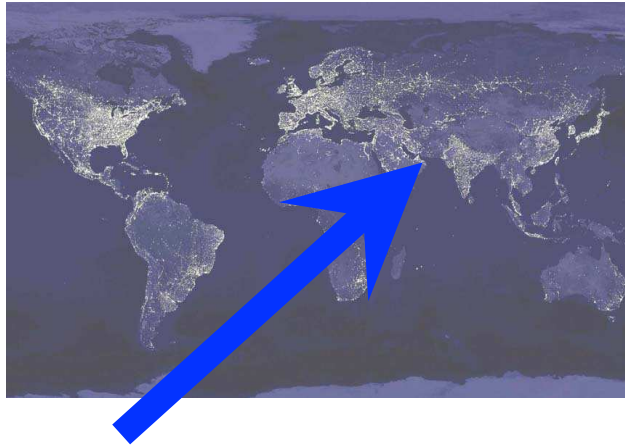
Maison écologique à Houilles :

- Passive et positive en énergie
- >100 fois moins de CO2





Le service militaire d'un pacifiste



Zone de guerre en 1981 :
Golfe Persique
Détroit d' Hormuz

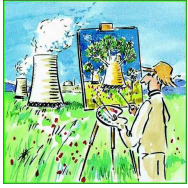
Problème :
Garantir la sécurité des
super-tankers pétroliers

La planète Terre vue la nuit



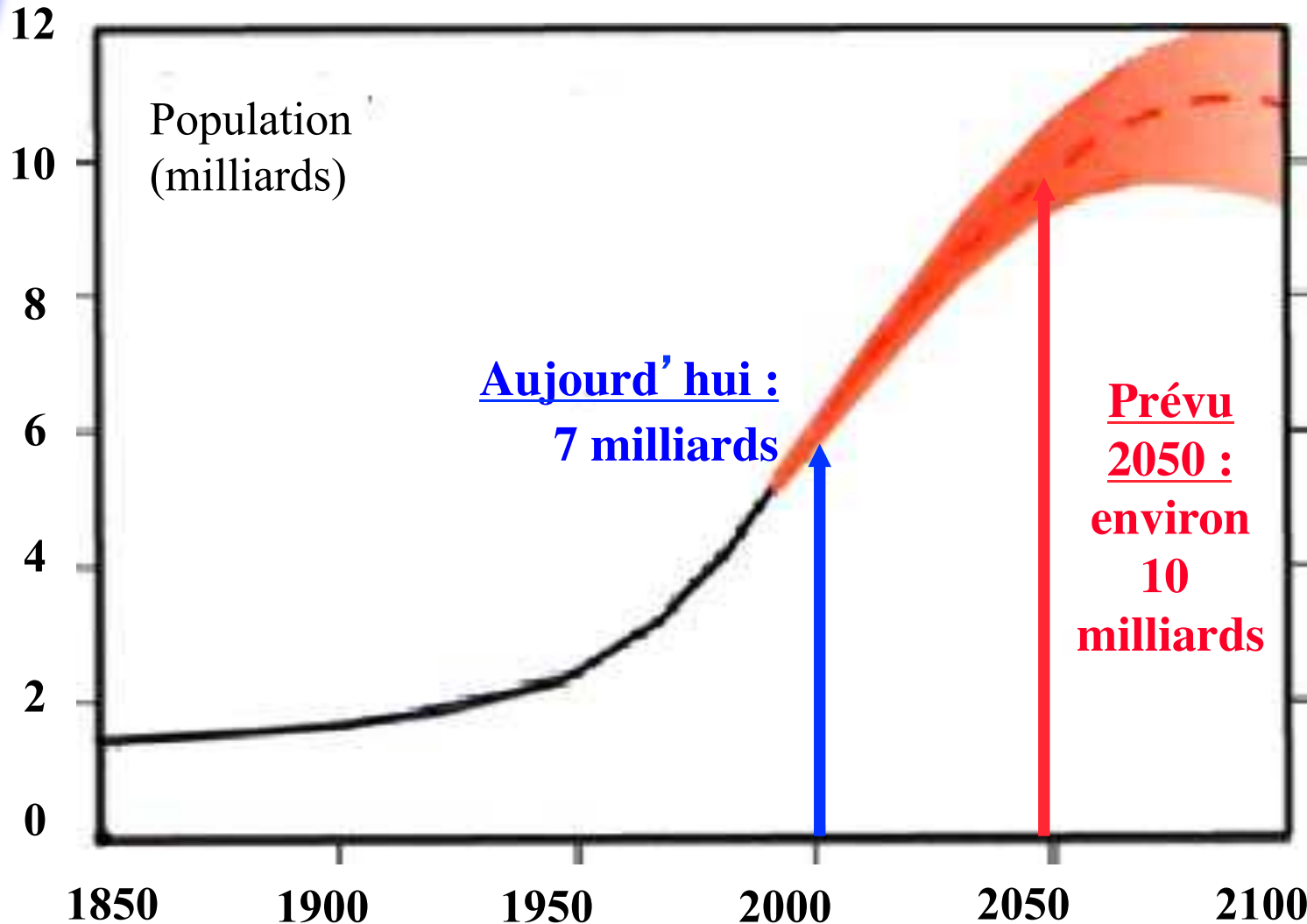
**Actuellement 20% de la population mondiale
consomme 60% de l'énergie**

Planète Terre vue la nuit depuis l'espace (image reconstruite) - © Nasa 2000



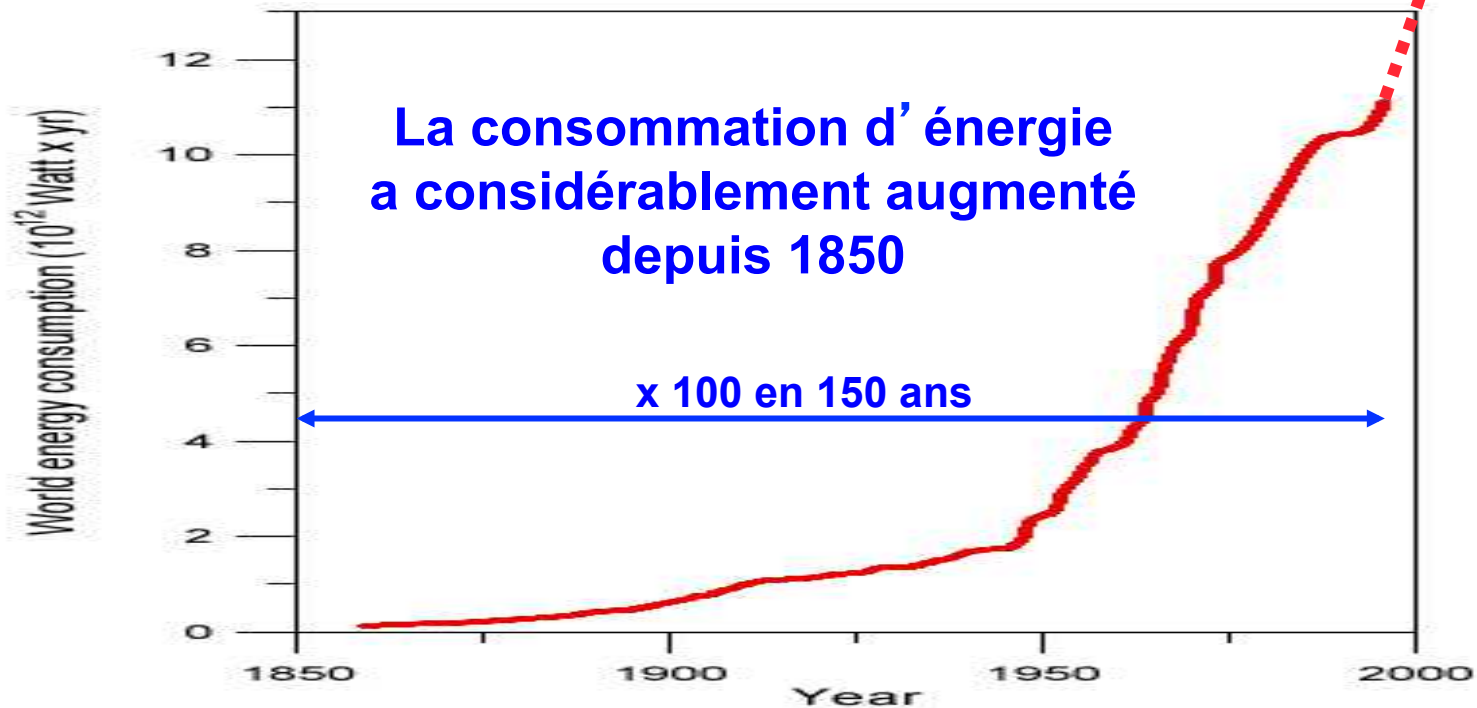
AEPN

Population mondiale

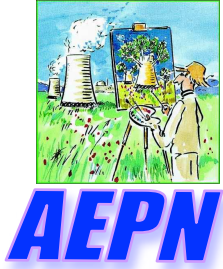




Consommation d'énergie



Actuellement, la consommation d'énergie augmente rapidement dans les pays en développement et n'augmente plus dans les pays développés.

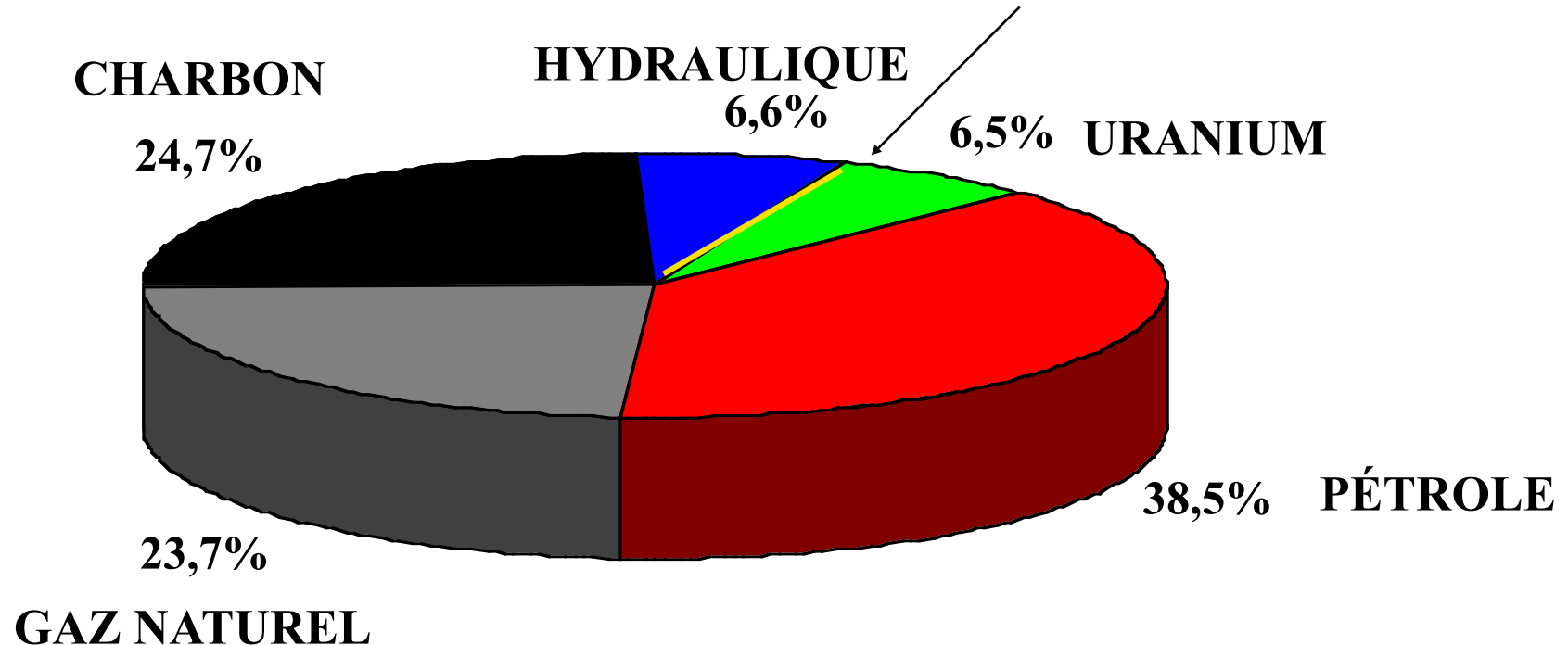


SOURCES D'ÉNERGIES

hors biomasse et bois (MONDE 2002)

87% de l'énergie est carbonée (charbon, pétrole, gaz) et contribue à l'effet de serre

Solaire + éolien + géothermie = 1%



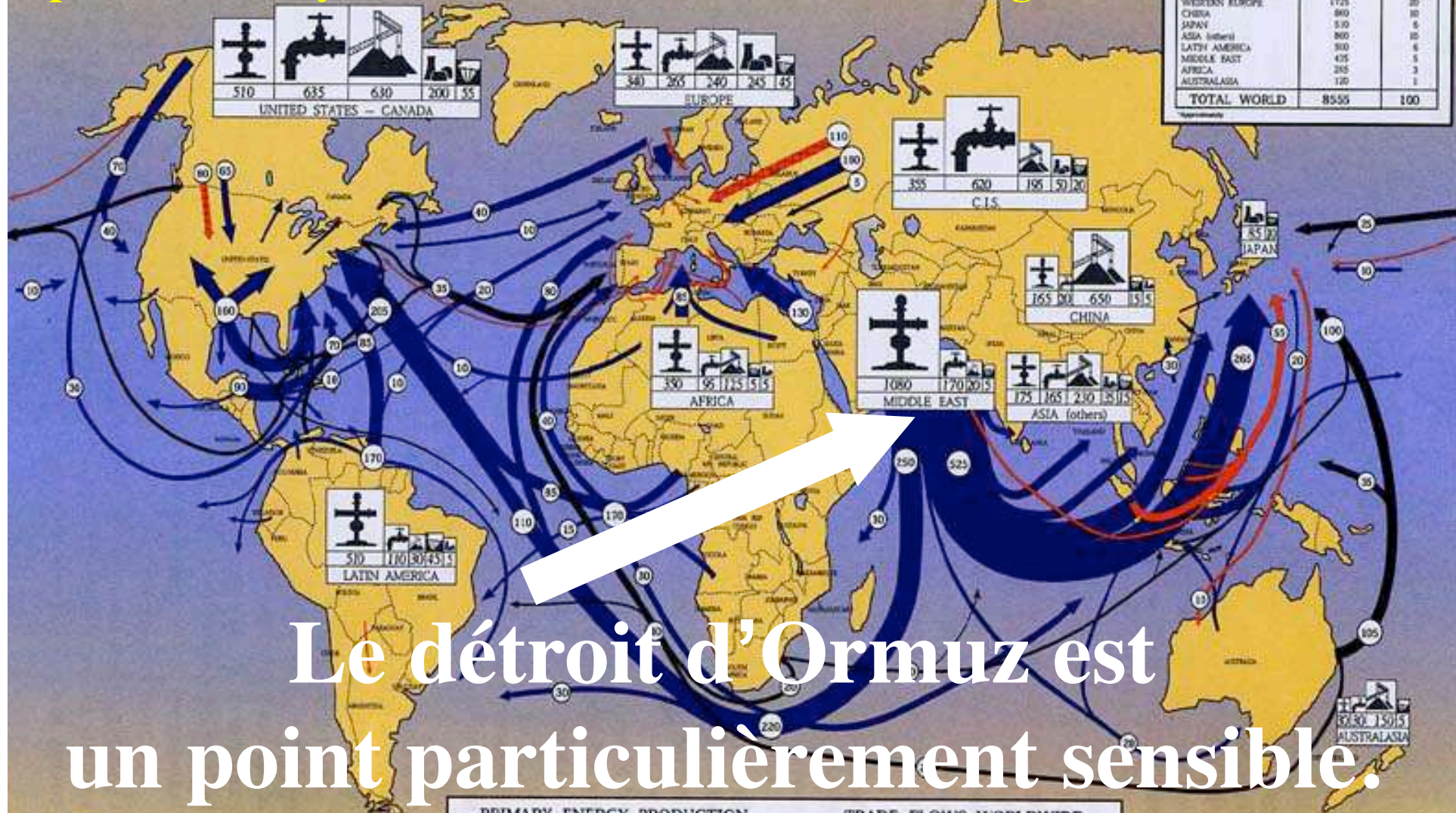
9,1 Gtep/an + biomasse \sim 10 Gtep/an

Source : BP 2002

ENERGY WORLDWIDE

Le monde dépend pour la moitié de son approvisionnement en pétrole du Moyen Orient : source de tensions et de guerres

PRIMARY ENERGY CONSUMPTION*		
Area	Consumption	Share (%)
UNITED STATES - CANADA	2385	28
CIS - EASTERN EUROPE	915	11
WESTERN EUROPE	1725	20
CHINA	860	10
JAPAN	510	6
ASIA (others)	800	10
LATIN AMERICA	300	4
MIDDLE EAST	425	5
AFRICA	285	3
AUSTRALASIA	120	1
TOTAL WORLD	8555	100

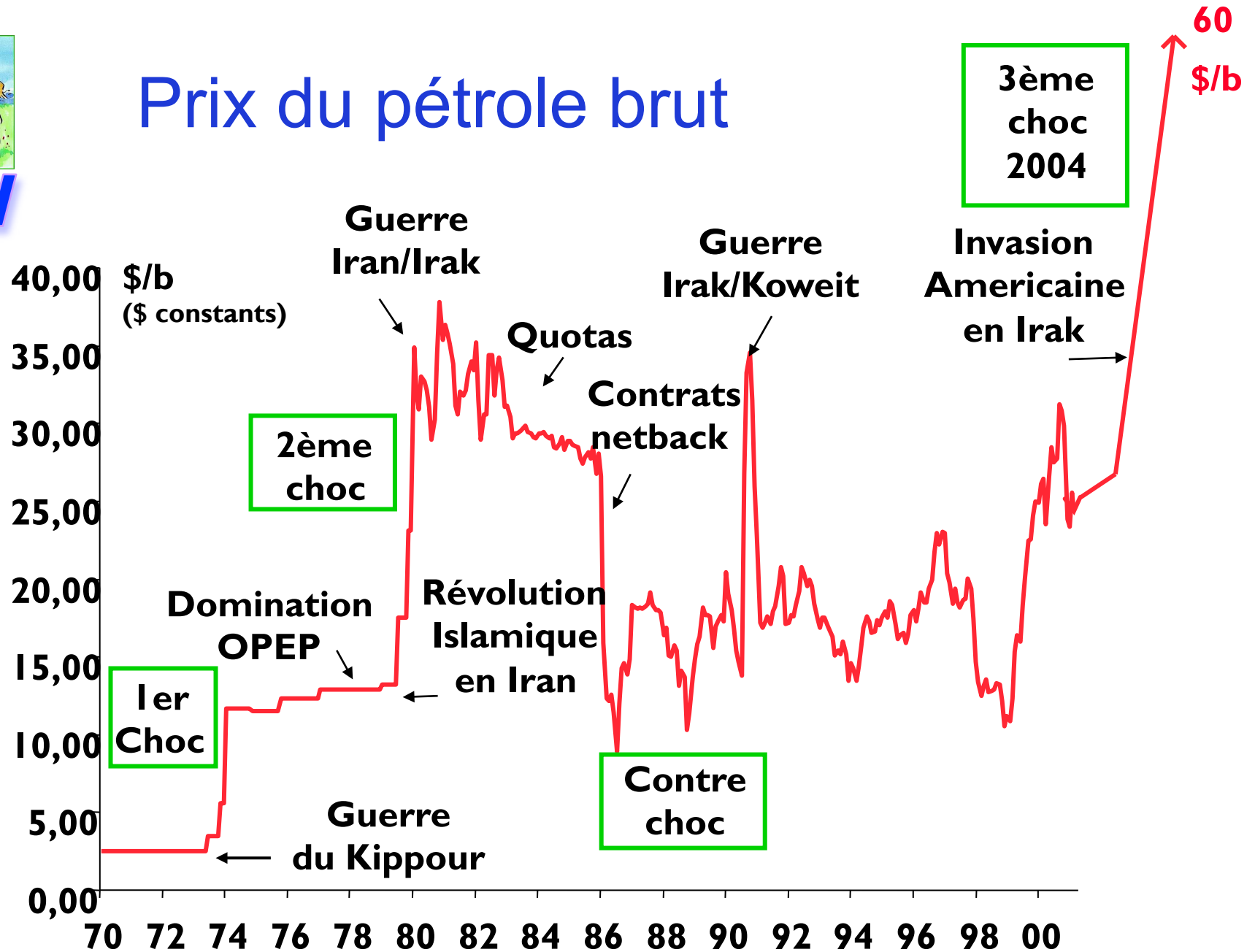


Le détroit d'Ormuz est un point particulièrement sensible.

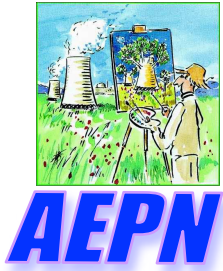
PRIMARY ENERGY PRODUCTION					TRADE FLOWS WORLDWIDE			
Billions tonnes oil equivalent								
					Petroleum		Gas line	
					Natural gas		Liquefied natural gas	
					Coal			



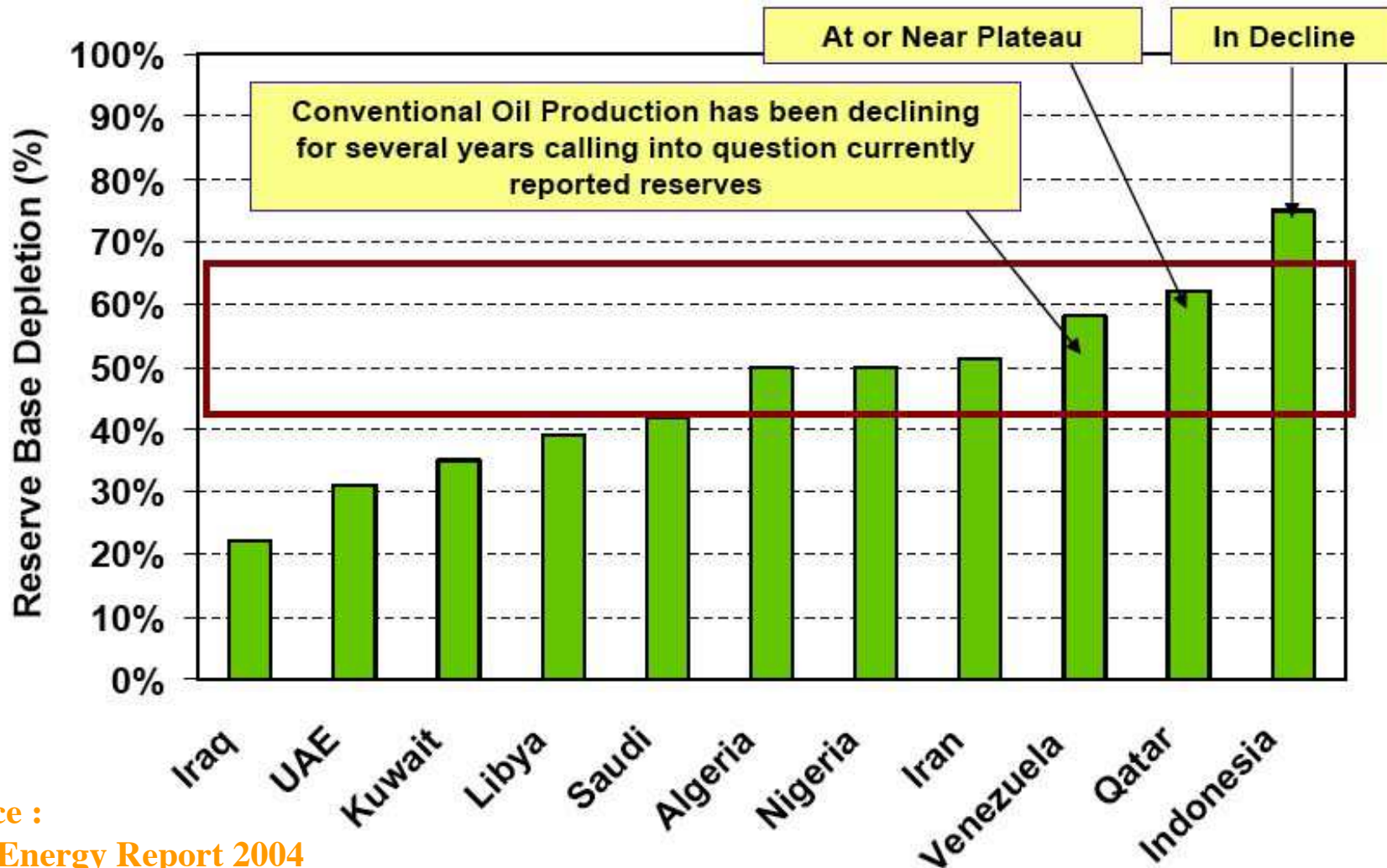
Prix du pétrole brut



Source : Platt's / IFP



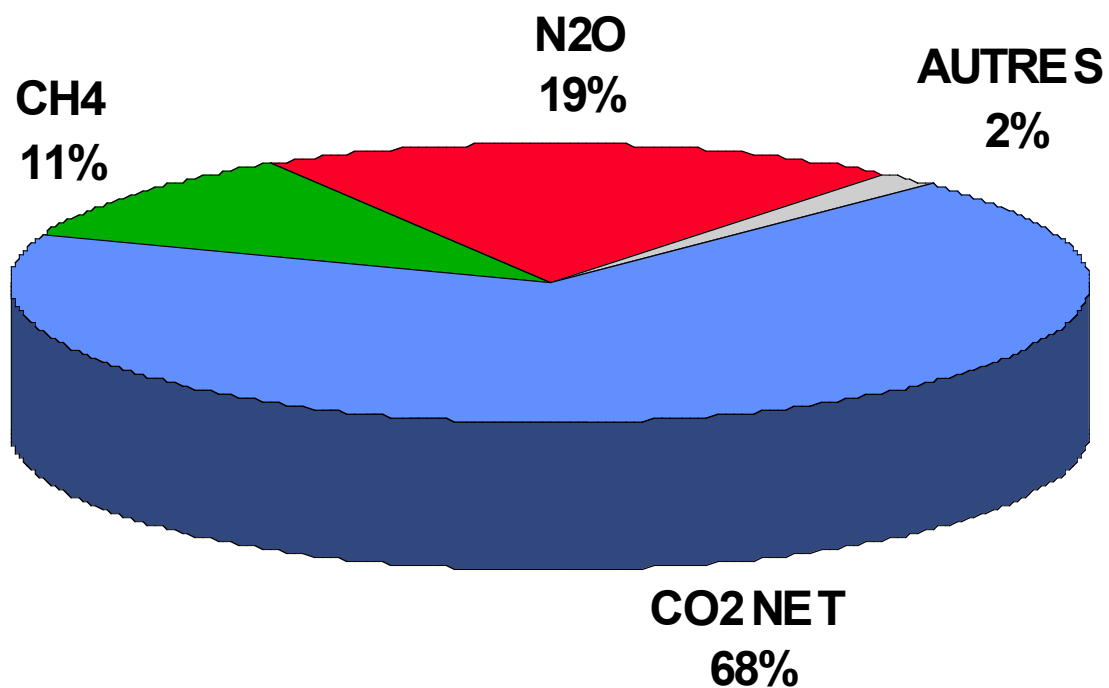
LE PIC PETROLIER : LA FIN DU PETROLE PAS CHER



Source :
PFC Energy Report 2004



CONTRIBUTION AU PRG*



* **Pouvoir de Réchauffement Global**
= part dans l'accroissement de l'effet de serre

Ref: GIEC 1995-X Environnement
Chiffres pour la France

Le CO2 est un gaz à effet de serre

20^{ème} siècle : +0.5 à 1°C

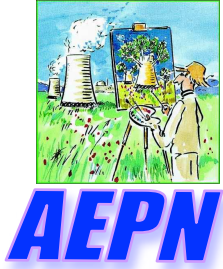
21^{ème} siècle : +3 à 6° C

Imaginons... : que nous arrêtions soudain d'émettre des gaz à effet de serre, le réchauffement climatique va-t-il cesser ?

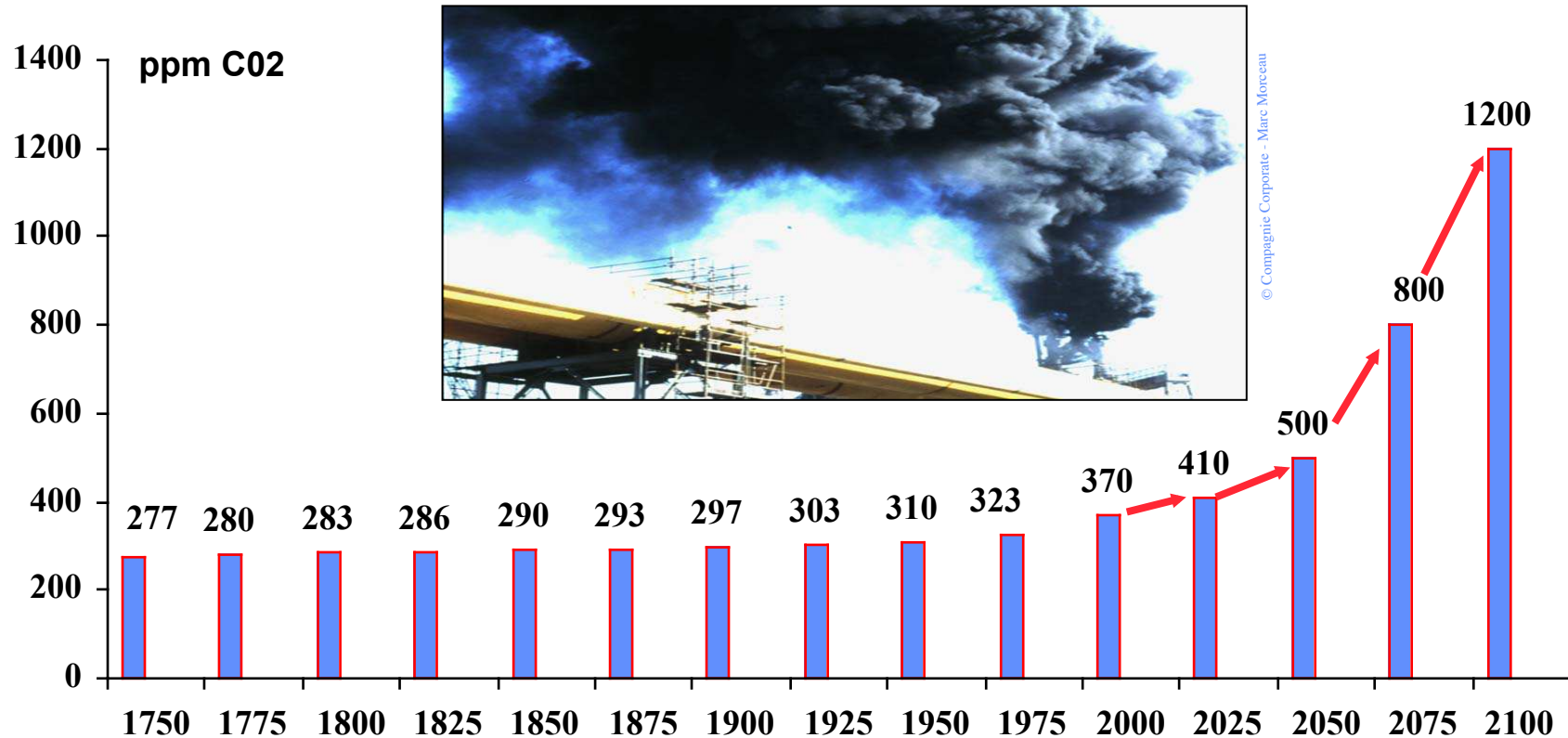
UN EFFET DEJA GLOBAL

avec une longue constante de temps :

IL EST URGENT D'AGIR



Taux de CO₂ dans l'atmosphère



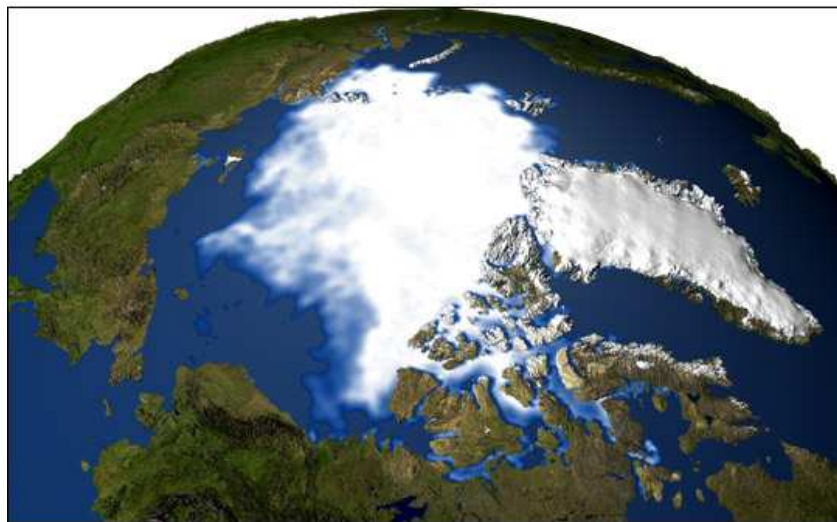
Le taux de CO₂ dans notre atmosphère n'a jamais été aussi élevé depuis plus de 400 000 ans, et il continue à croître.



AEPN

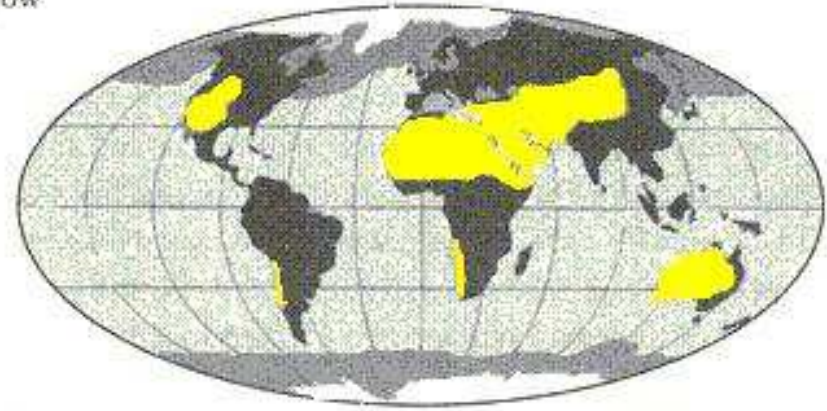


1979 SSMI Composite Data



2003 SSMI Composite Data






Now



Hot +5°C



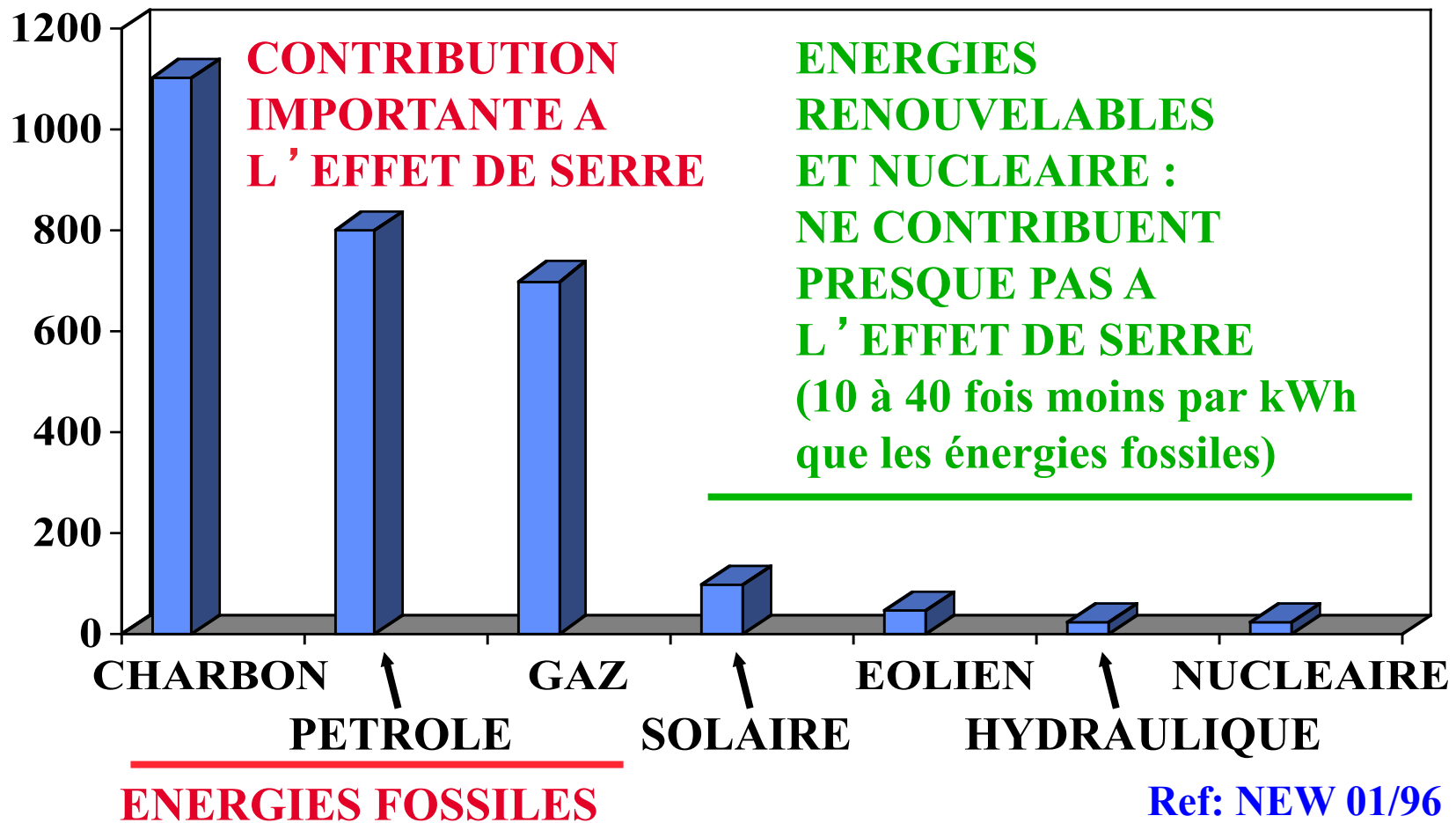
Nature of surface

-  Ice
-  Ocean with life
-  Ocean desert
-  Forests
-  Scrub and desert



PRODUCTION DE GAZ A EFFET DE SERRE SELON LE TYPE D'ENERGIE

gr CO₂/kWh





QUE FAIRE ?

1 - ECONOMIES D'ÉNERGIES

**2 - EFFICACITE
ENERGETIQUE**

3 - ENERGIES PROPRES

Objectif (nécessaire et réaliste), diviser :

- les gaz à effet de serre par 4 en Europe

Habitat - industrie - transport agroalimentaire - électricité





AEPN

Un exemple concret : la construction écologique

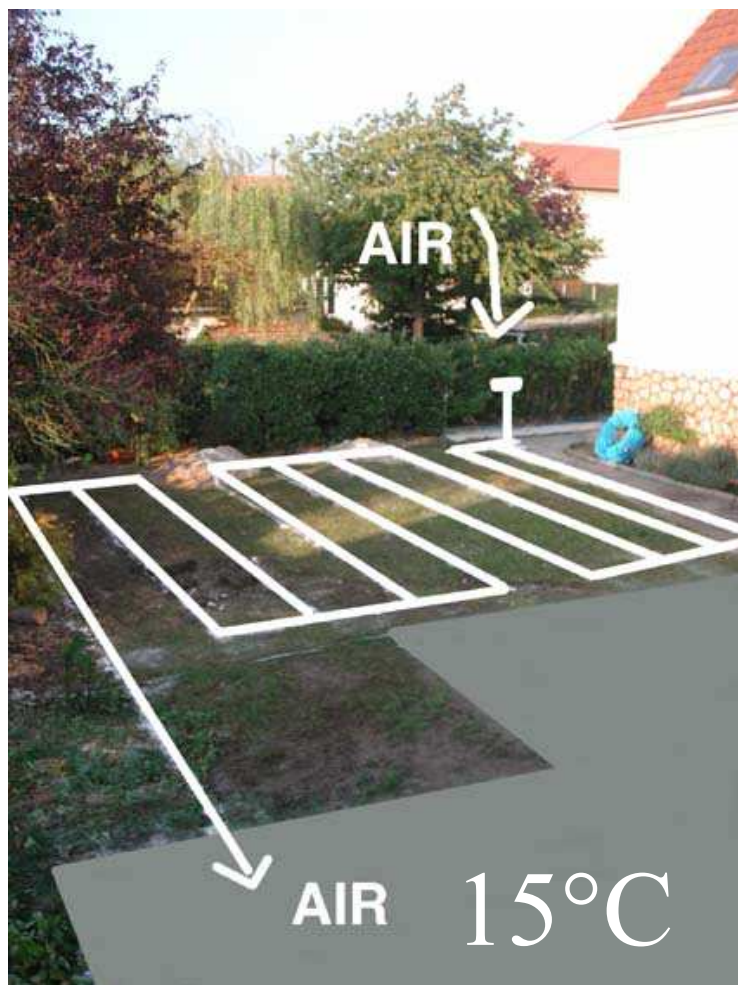
- 20 fois moins d'énergie
- 400 fois moins de CO2

Par rapport à une maison ordinaire chauffée au gaz





Puits canadien Géothermie



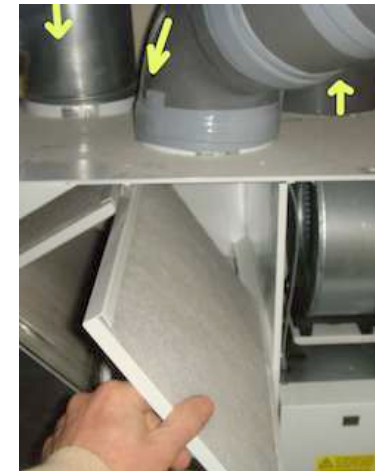
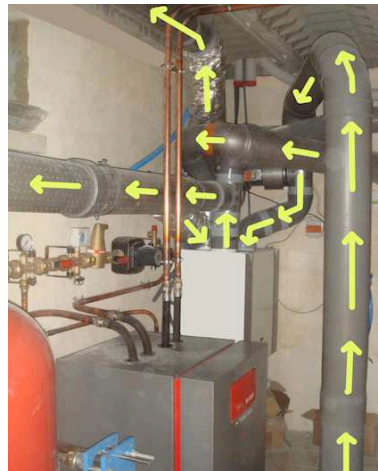


Techniques de construction :

- Matériaux isolation renforcée « passive »
- Conception bioclimatique
- Ventilation double-flux + puits canadien
- Pompe à chaleur et ECS géothermique
- Production d'énergie « positive »
- **Récupération 80% chaleur eau chaude / douches**

Il faut changer la RE 2020 !

<http://maison.ecolo.org>





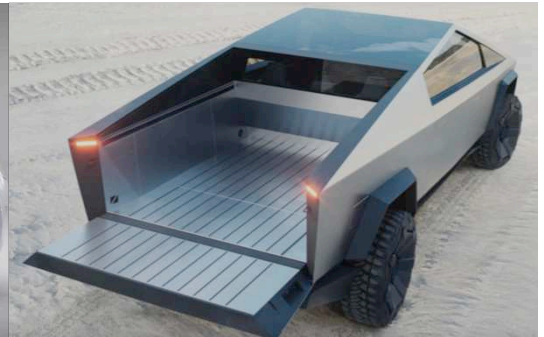
Sur les chantiers BTP,
dans les mines,
l'agriculture,
l'industrie :



- stop au gaz, charbon, pétrole
- améliorer les méthodes
(- engrais, - phyto, + économies, + échangeurs)
- tout électrifier (propre)

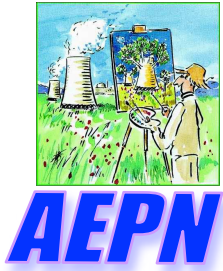


Véhicules électriques



Voitures électriques
camions, trains, bus,
bateaux : l'électricité
c'est propre !





Transports propres

Amélioration des performances des batteries

De + en + de capacité (kWh) :

Pb : 50 km (années 90) Ni-Cd : 80 km (2000)

NiMH : 100 km (2005)

Lithium 2013 : 130 km (Zoé 22 kWh)

Lithium 2017 : 240 km (Zoé 41 kWh)

Lithium 2019 : 300 km (Zoé 52 kWh)

Kia Hyundai 2018 : 450 km (64 kWh)

Tesla M3 : 560 km (77 kWh) et MS 800 **2018** km



2013



1 000 000 km

Moteur de + en + efficace :

20 -> 15 kWh/100 km en 5 ans

Électricité 2-3€/100km vs essence 10-12€/100km (x 4 à 5)

Recharge de + en + rapide :

43 kW (2013) -> 75-150 kW (2020)

En 2022-2025 : 1000 km, 350 kW

100km/4min, 1,9 s le 0/100km/h 1 million miles battery

2022



1 500 000 km



AEPN

Trajet Houilles-Larzac



2017

Zoé 22 kWh

Range : 130 km

Charge Sodetrel

Durée du trajet : 23 h
Départ 7h -> Arrivée 06h

Charge 1h30 pour 80 km

Temps de roulage : 7h
Temps de charge : 8x1h30
Bornes HS, imprévus : 4h

Charge théorique : 43 kW
Charge max : 37 kW
Charge moyenne : 15 kW

Nouvelle batterie

2018

Zoé 41 kWh

Range : 240 km

Charge Sodetrel

Durée du trajet : 17 h
Départ 7h -> Arrivée 24h

Charge 2h pour 150 km

Temps de roulage : 7h
Temps de charge : 4x2h
Bornes HS, imprévus : 2h

Charge théorique : 43 kW
Charge max : 37 kW
Charge moyenne : 25 kW

Nouvelle voiture

2018

Kona 64 kWh

Range : 450 km

Charge Sodetrel

Durée du trajet : 9 h 30
Départ 7h -> Arrivée 16h30

Charge 1h pour 175 km

Temps de roulage : 7h
Temps de charge : 2 x1h
Bornes HS, imprévus : 0,5h

Charge théorique : 50 kW
Charge max : 44 kW
Charge moyenne : 35 kW

Nouveau réseau de charge

2020

Kona 64 kWh

Range : 450 km

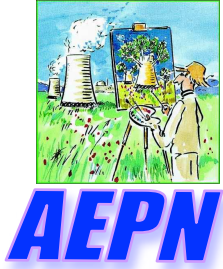
Charge Ionity

Durée du trajet : 8h30
Départ 7h -> Arrivée 15h30

Charge 45 mn pour 175 km

Temps de roulage : 7h
Temps de charge : 2x 45 mn
Bornes HS, imprévus : OK

Charge théorique : 100 kW
Charge max : 77 kW
Charge moyenne : 50 kW



Prix : le paradoxe

Acheter plus cher... pour faire des économies



KONA ESSENCE

Longévité : 300 000 km (4 voit/p)

Prix d'achat : 25 000 €

Entretien : 15 000 €

Essence : 30 000 €

Coût total : 70 000 €

Coût par km : 24 cts/km

ELECTRIQUE

Longévité : 1 000 000 km (1 voit/p)

Prix d'achat : 35 000 €

Entretien : 12 000 €

Electricité : 27 000 €

Coût total : 74 000 €

Coût par km : 8 cts/km



Combien de réacteurs nucléaires pour électrifier les VL, VU et PL ?

1 VE x 15 000 km/an x 20 kWh/100 km = 3 MWh/an

1 EPR x 1650 MW x 8000 h/an = 13 200 000 MWh/an

Donc : 1 EPR = 4,4 millions de VE



**33 M de VP
= 8 EPR**



**6,2 M de VU (x 2,5 VP)
= 3 EPR**



**630 000 PL (x 7 VP)
= 1 EPR**

Il faut 12 EPR = 19,2 GW pour décarboner la mobilité



Combien de réacteurs nucléaires pour électrifier chauffage et ECS ?

Consommation élect. chauff + ECS par logement : 3 MWh/an
1 EPR x 1650 MW x 8000 h/an = 13 200 000 MWh/an

Donc : 1 EPR = 4,4 millions
de logements isolés
et électrifiés



Chauffage de 36,3 M logements :

47% élec **23% gaz** **16% fioul** 14% bois

39% 36,3 M x 3 MWh = 44 TWh = 3 EPR

+ chauffage tertiaire et industrie = 2 EPR

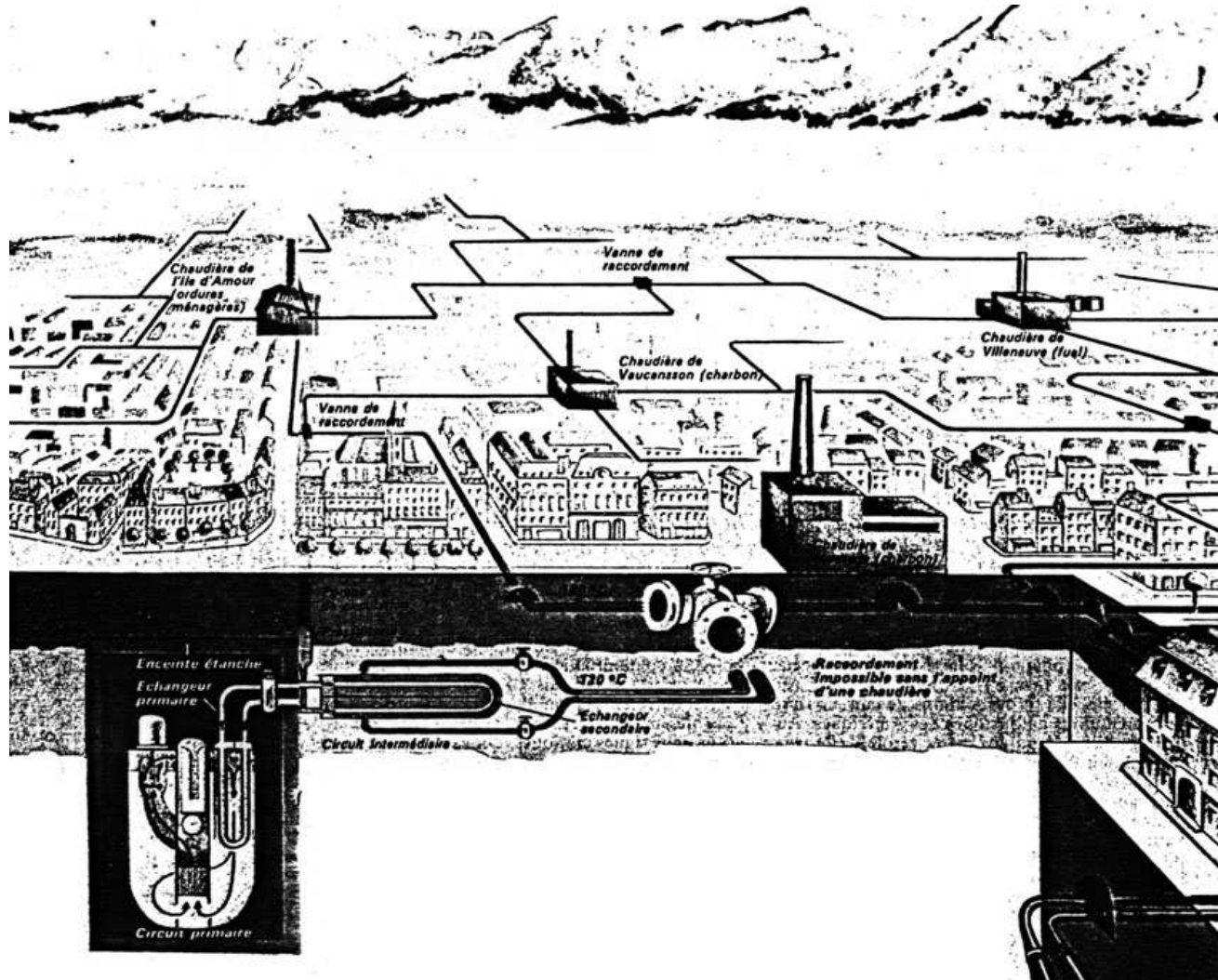
Il faut 5 EPR = 8 GW en + pour décarboner le chauffage



AEPN

Cogénération nucléaire

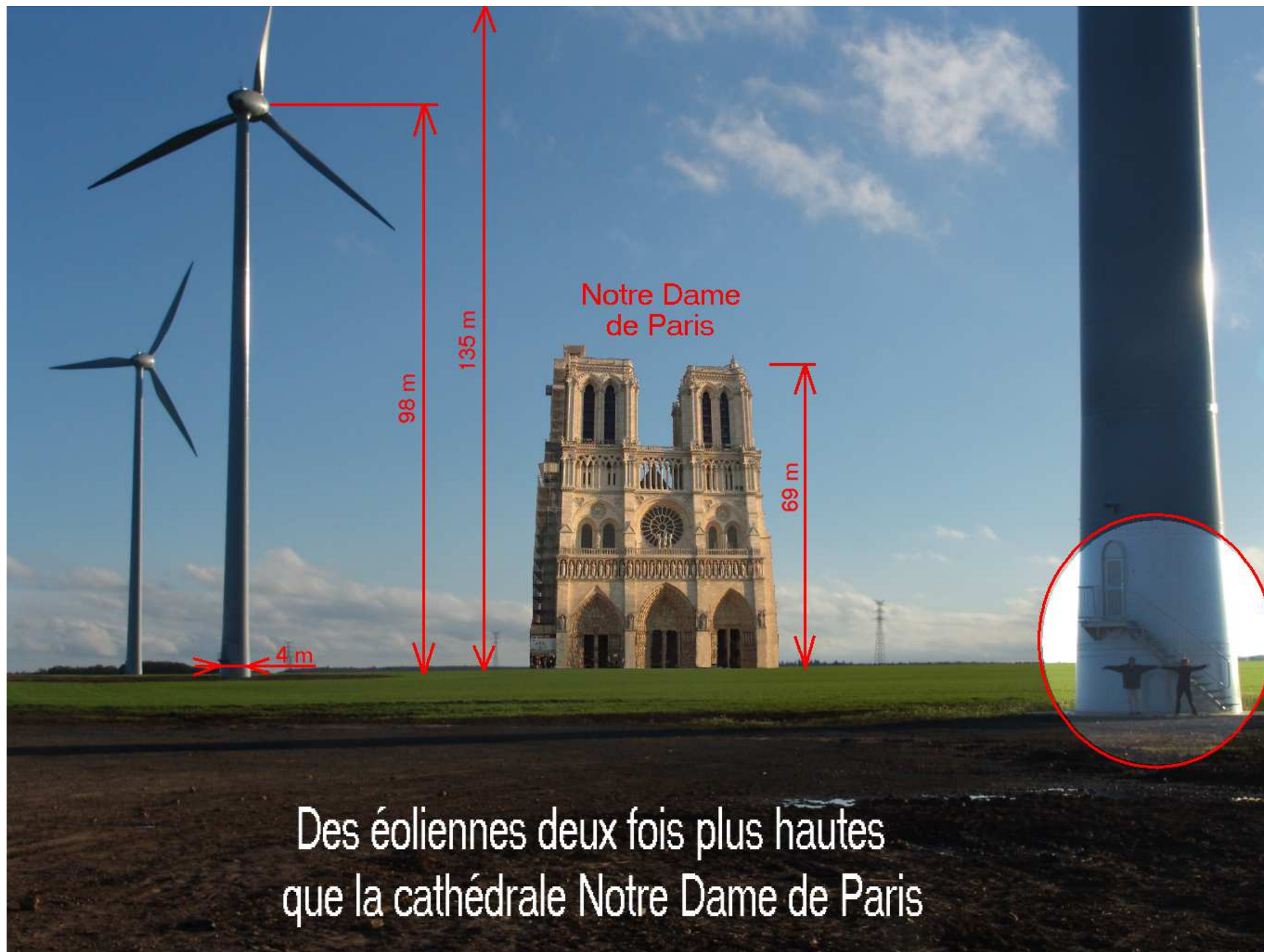
= chaleur propre (sans CO2) et (presque) gratuite



Gaspillage actuel :
1000 TWh/an
= 1 PWh/an
(en France)

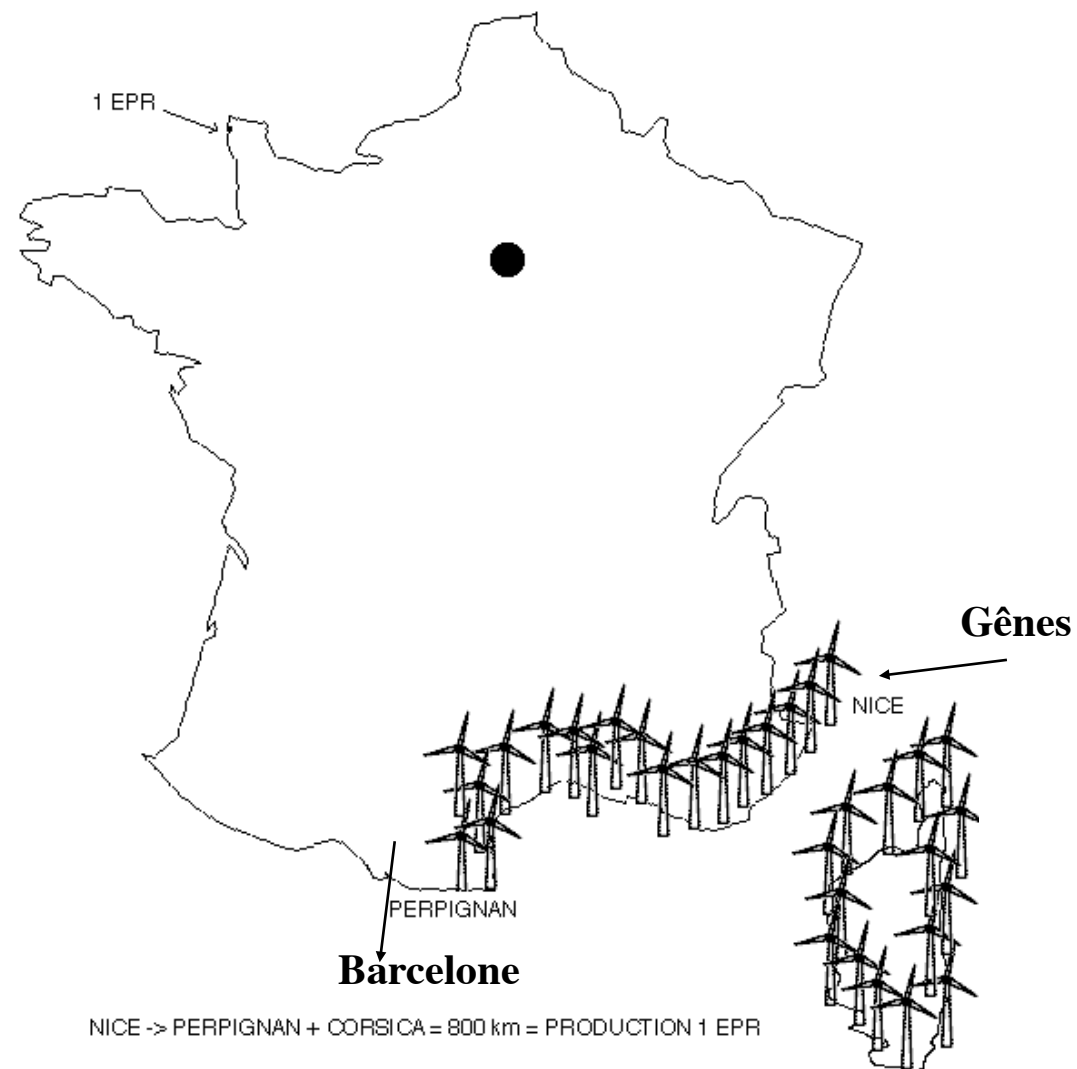
Projet Thémis
Stockholm
Temelin
Russie
Nogent/Seine

NUWARD :
300 MWe
1GWth
1 Mhab





L'ÉNERGIE ÉOLIENNE NE SAUVERA PAS LA PLANÈTE

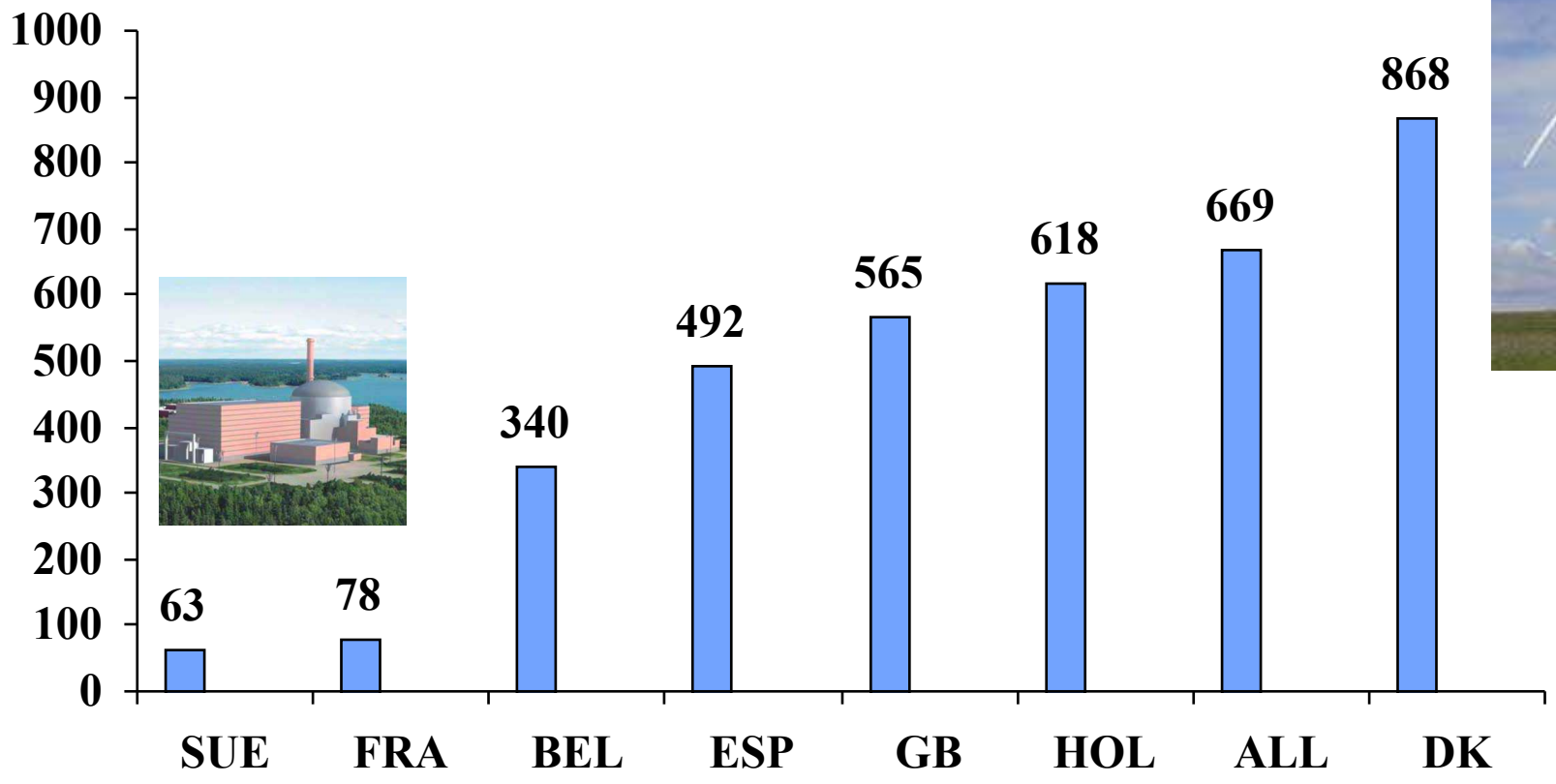




REJETS DE CO2 PAR PAYS

TONNES/GWh

1995



NUCL+HYDRO

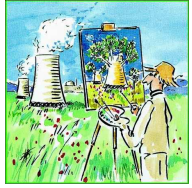
+ Nuc

MIX

-Nuc

EOLIEN + CARBONE





AEPN

L'ÉNERGIE SOLAIRE PEUT AIDER ... QUAND IL Y A DU SOLEIL





L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE CONTINUE À SE DÉVELOPPER



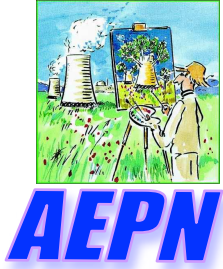
Bonnes nouvelles de :

- Royaume-Uni
- États-Unis, Russie
- Chine, Inde
- Canada
- Pologne
- Emirats, Turquie,
Bulgarie,
- Finlande

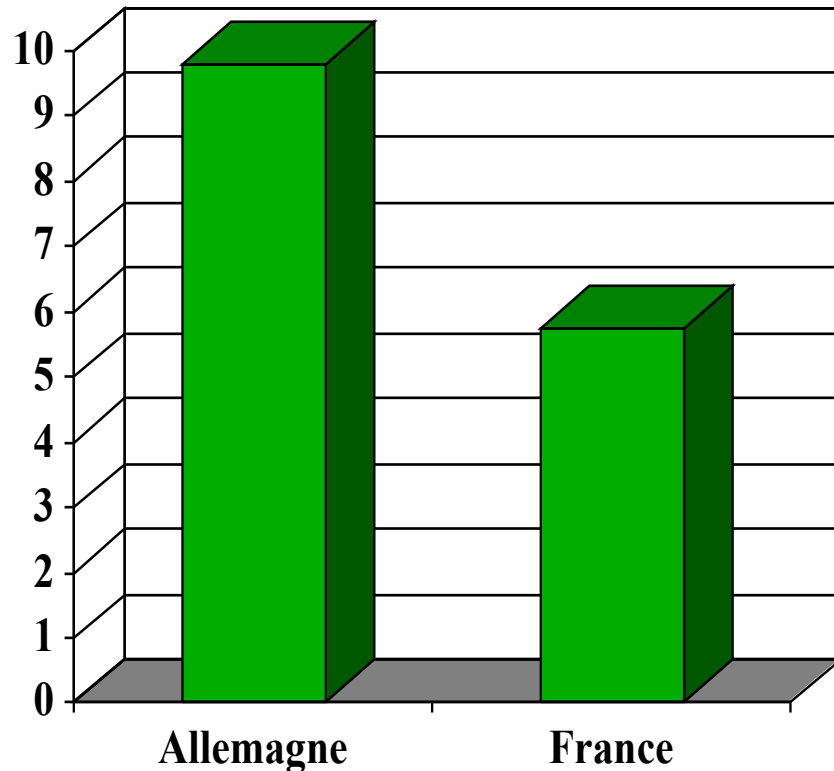
... et en France...



Allemagne ?



EMISSIONS de CO₂ en France et en Allemagne (t CO₂/personne par an)



Emissions de CO₂ (source IEA 2016)

DE = 8.87 Tons CO₂/hab 0.19 kg CO₂/2010 USD GDP

FR = 4.38 Tons CO₂/hab 0.10 kg CO₂/2010 USD GDP

■ Tons CO₂/hab

Tarif de l'électricité pour les familles :

DE = 30 cts/kWh

FR = 18 cts/kWh

**L'exemple à suivre est la France,
certainement pas l'Allemagne !**

Source :

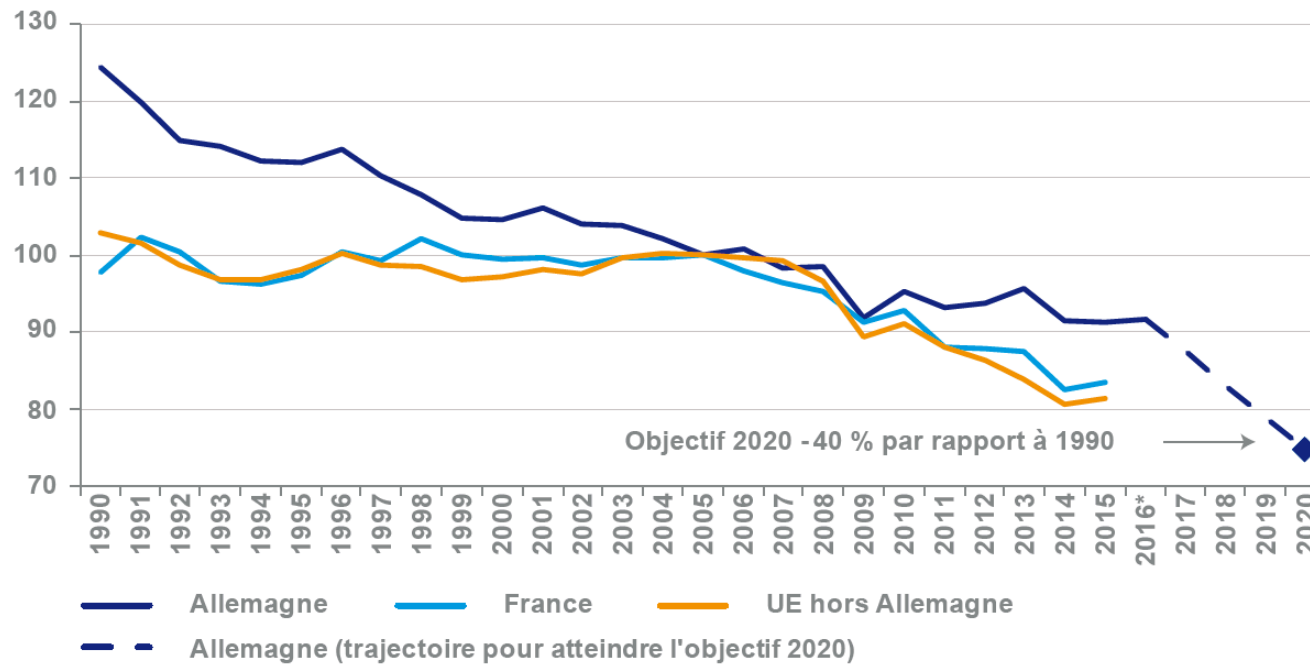
**EUROSTAT, European Commission,
2nd trim 2018**

Germany's Failed Climate Goals A Wake-Up Call for Governments Everywhere



Cooling towers at the lignite coal-fired power plant in Janschwalde, Germany. Photographer: Krisztian Bocsi/Bloomberg

Évolution comparée des émissions de gaz à effet de serre en Allemagne, en France et en Union européenne (base 100 en 2005)



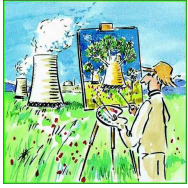
Source : Eurostat et BMWi¹ pour la donnée 2016, calculs France Stratégie



Les énergies propres sont nécessaires



**Le monde va manquer d'énergie
Il n'y a aucune contradiction
entre les économies d'énergie,
l'énergie nucléaire et les énergies renouvelables.
Toutes les énergies propres doivent être développées.
Mais seules l'énergie nucléaire et hydraulique
sont à la fois propres et disponibles à la demande**

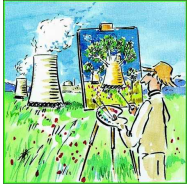


AEPN

L'ENERGIE NUCLEAIRE

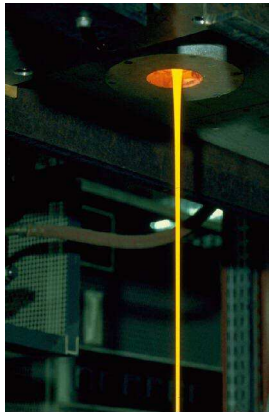


- Est très compacte
- Facteur 1 million
(1g U = 1 tonne pétrole)
- Consomme très peu
d'uranium
(20 T=1m³ par an)
- Produit très peu
de déchets



AEPN

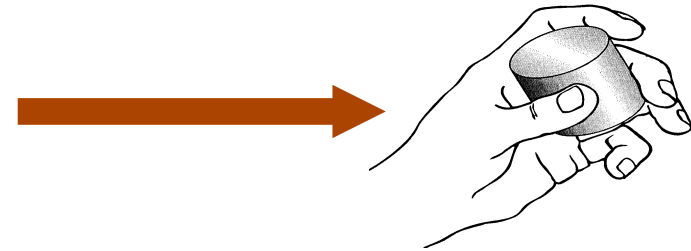
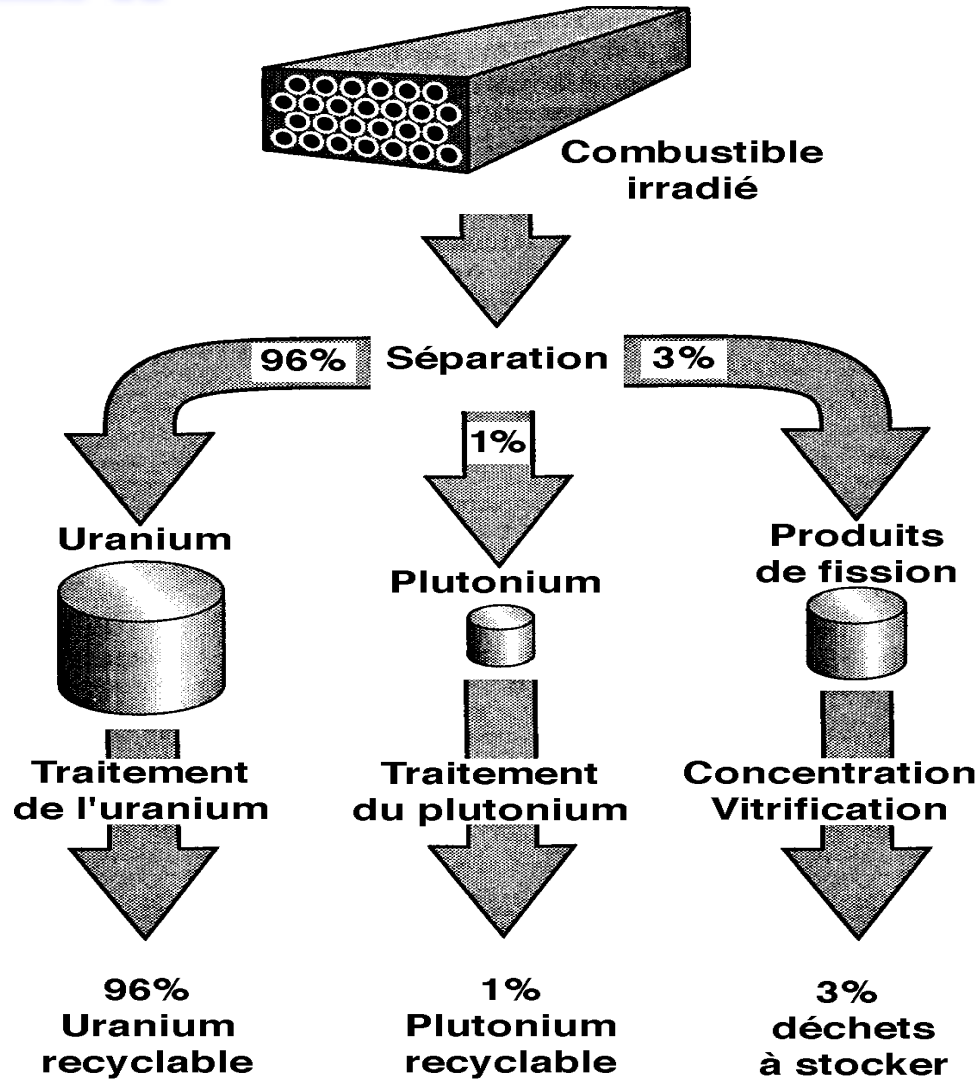
Déchets nucléaires



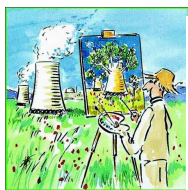
- Leur volume est faible
- Ils sont confinés, pas rejetés dans la nature
- Ils se décomposent spontanément
- Leur toxicité initiale décroît très vite
- Quelques mètres de terre suffisent pour arrêter les rayonnements radioactifs
- Le combustible utilisé peut être retraité.



LE RETRAITEMENT DES DECHETS NUCLEAIRES EST ECOLOGIQUE

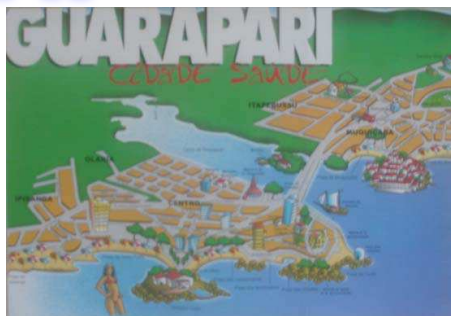


Volume de déchets nucléaires vitrifiés
produit par une famille française
« tout électrique » en 30 ans



AEPN

La radioactivité, c'est naturel !



Partout : 0,1 $\mu\text{Sv}/\text{heure}$

En avion : 5 $\mu\text{Sv}/\text{heure}$

A Guarapari (Brésil) :

Jusqu'à 50 $\mu\text{Sv}/\text{hr}$ (plage)

A Ramsar (mer Caspienne):

150 $\mu\text{Sv}/\text{hr}$ (maisons)

La Hague INB: 0.001 $\mu\text{Sv}/\text{h}$

La Bourboule : 0,2 à 3 $\mu\text{Sv}/\text{h}$

U jardin : 10 kg/mètre (3 ppm)

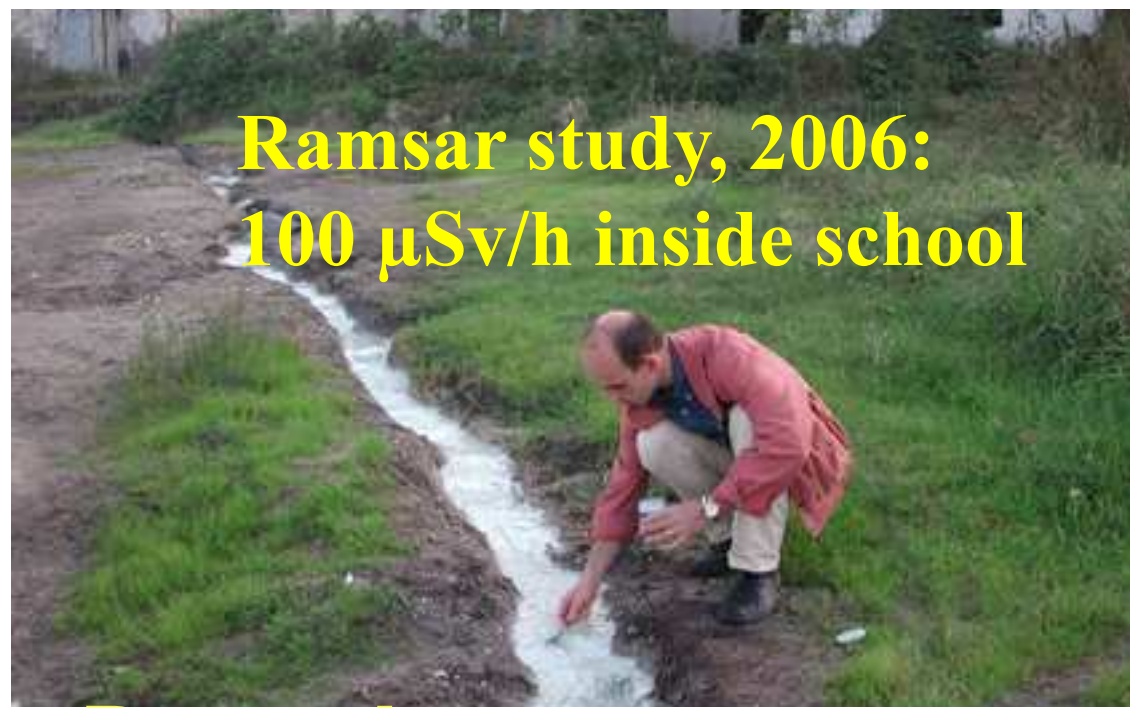
Pour protéger la population,
la radioprotection doit inclure
la radioactivité naturelle



Etude HBRS RAMSAR :

The highest background radiation school in the world and the health status of its students and their offspring
(Comby & al., *Isotopes in Environmental and Health Studies*, oct 2013)

-> No negative health effects observed



**Ramsar study, 2006:
100 $\mu\text{Sv/h}$ inside school**

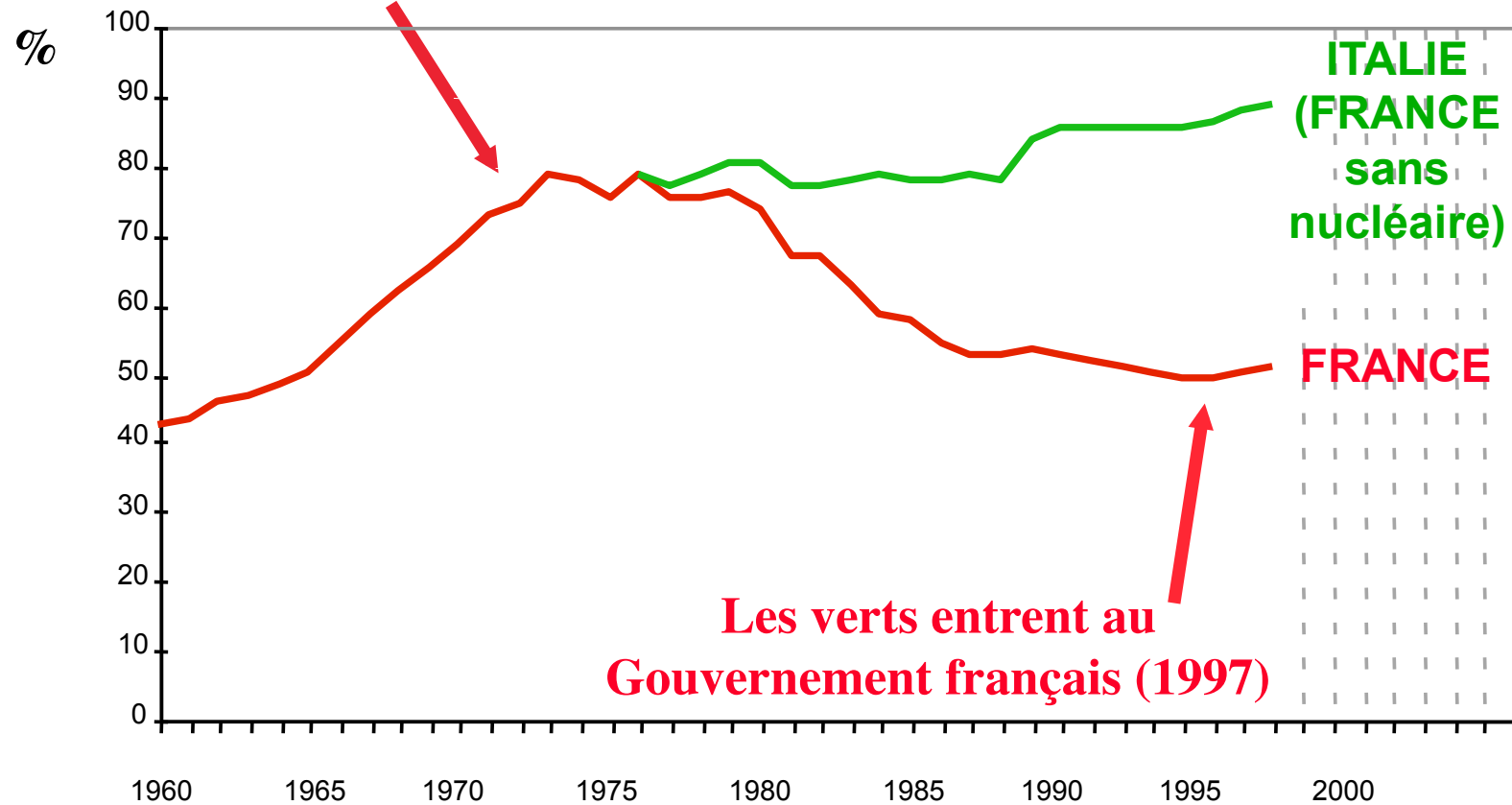


**Ramsar house :
150 $\mu\text{Sv/h}$
(inside house)**



Dépendance énergétique (%)

Début du programme nucléaire français (1973)

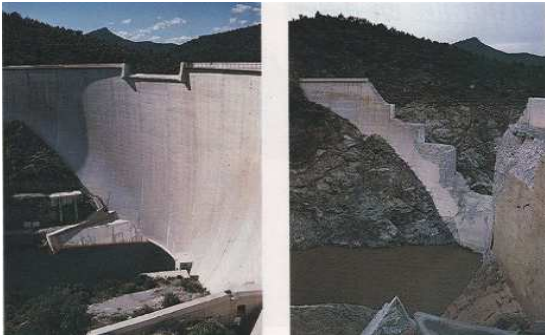


Risques et accidents





Toute énergie comporte des risques



Malpasset - 423 morts
2 Décembre 1959
Moyenne = centaines/an



Ghislenghien
30 Juil 2004
22 morts



Explosion de vapeur - 1865
Mississippi -> 1547 morts

350 000 morts / accidents du travail / an -> un seul dans le nucléaire 60



L' accident De Tchernobyl

- Une catastrophe d'origine humaine, exemple à ne pas suivre avec erreurs graves à tous les niveaux :
- Réacteur de conception instable, pas d'enceinte de confinement, sécurités bypassées, test interdit...
- Tabac = 6 millions morts/an = 300 Tch/jr = 1 Tch/4 min



TMI : réacteur perdu, mais 0 décès

REP : avec enceinte, pas graphite inflammable

CHARBON : 10 000 décès/an (1 Tch/3 jr)



AEPN

FUKUSHIMA



- Un tsunami dépassant toutes prévisions
- 20 000 morts noyés (seulement 2 dans la centrale)
- Arrêt automatique des 6 réacteurs
- 4 réacteurs détruits, 3 cœurs fondus, 2 explosions H₂
- Evacuation rapide <15 03 : population non exposée
- 4 morts parmi les employés (**aucun par irradiation**)
- 6 employés > dose autorisée 250 mSv (vont bien)

Leçons apprises : le nucléaire est encore plus sûr

- Révision des connaissances tsunamis (5.7m -> 14 m)
- Pompes et diesels de secours insuffisants et inondés
- STRESS-TEST : sûreté améliorée dans tous les pays⁶³



Risque d'attaque terroriste

WTC
tower

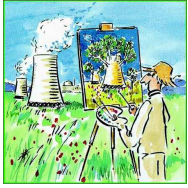
Taille relative



CONCLUSION :

- Cible difficile à viser pour un gros avion (taille)
- Enceinte de confinement prévue pour résister aux chutes d'avion
- Le risque majeur n'est pas nucléaire : c'est le black-out électrique (insuffisance d'électricité)

Solution : davantage de nucléaire pour avoir des centrales en réserve

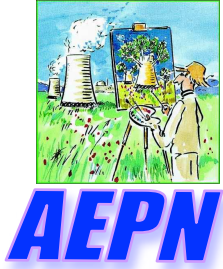


AEPN

PLAN 80 GW de l'AEPN

-> France 100% décarbonée

Gaz + fioul + charbon = 18,6 GW donc 63 GW -> 81 GW + 5 GW STEP



Zéro CO₂, c'est :

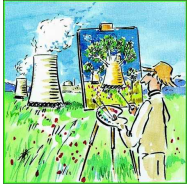
Bannir le carbone (gaz, pétrole, charbon)

Augmenter les renouvelables ne sert à rien (remplace une électricité déjà décarbonée) -> supprimer toutes les aides

L'AEPN propose en priorité :

- d'électrifier les transports
- d'électrifier le chauffage et l'ECS
- d'augmenter le parc nucléaire
- de mieux isoler les logements.





AEPN

Pour une

FRANCE ZERO CARBONE

Situation actuelle : 58 réacteurs 63,2 GW
(à remplacer par 38 EPR)

A quoi il faut ajouter pour décarboner :

- les transports : 12 EPR 19,2 GW
- le chauffage : 5 EPR 8,3 GW



Soit 27 GW en +, la LTECV prévoit moins de nucléaire, ce qui est contraire à l'objectif national de décarbonation

Il faut donc changer la LTECV et la PPE au plus vite
et prévoir 27,5 GW en +, soit au total : 55 EPR = 91 GW



Le plan 80-100 GW de l'AEPN

Scénario bas : 80 GW (49 EPR)

Poursuite de la désindustrialisation,
crise sociale accrue, augmentation
du chômage, diminution PIB

Scénario haut : 100 GW (61 EPR)

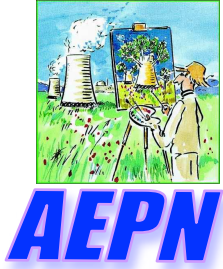
Avec réindustrialisation partielle,
légère croissance économique,
diminution du chômage



FRANCE

ZERO

CARBONE



PLAN 80-100 GW de l'AEPN -> LOI ET RÉGLEMENTATION

Erreur de la LTECV et PPE :

Plafond : un seul mot à changer -> **plancher**

50% : un seul chiffre à changer -> **80-100 GW**

(parc nucléaire renouvelé : 49 à 71 réacteurs)

Erreur de la RT 2012/2015 -> RE 2020

Une seule lettre à changer : **p** -> **f** (x2,58)

Calendrier :

10 à 20 EPR à construire avant renouvellement parc

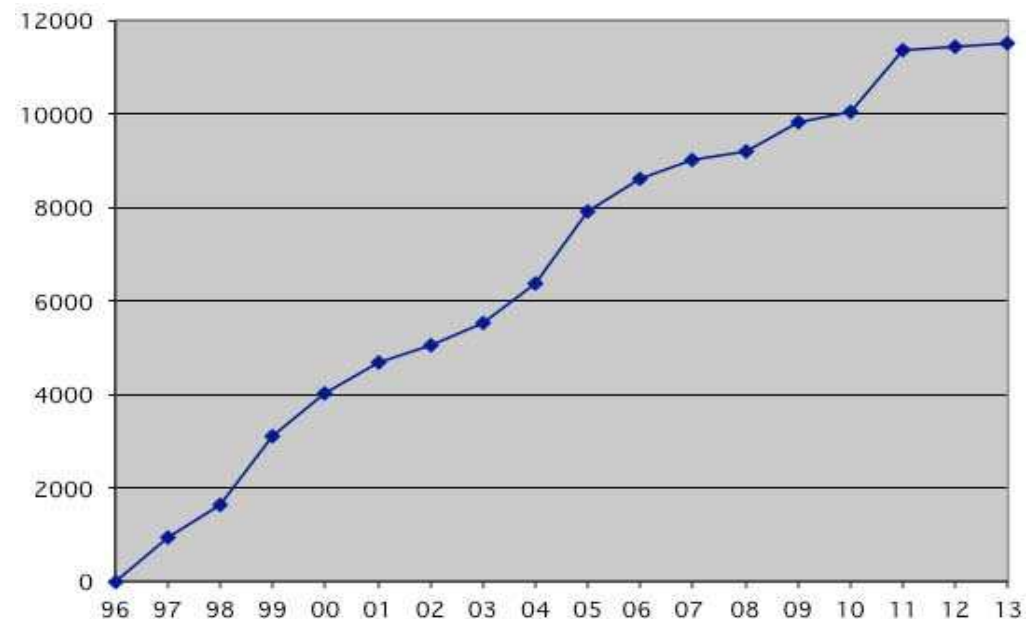
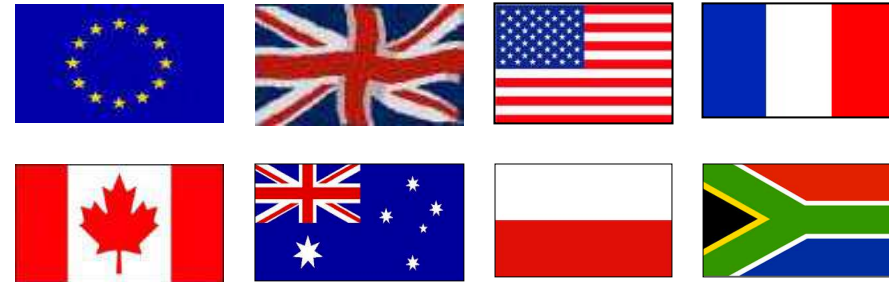
Rythme 2 réacteurs par an -> Date critique en 2022



AEPN : Association des Ecologistes Pour le Nucléaire

- Un réseau international de plus de 16 000 membres et signataires favorables au nucléaire propre et respectueux de l'environnement
- En croissance rapide
- Dans 65 pays
- Sur 5 continents.

Objectif de l'AEPN :
information du public
sur l'énergie et l'environnement





Activités de l' AEPN

Site web : www.ecolo.org

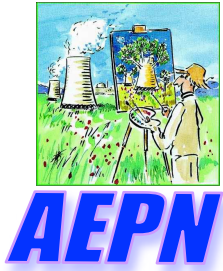


en 15 langues



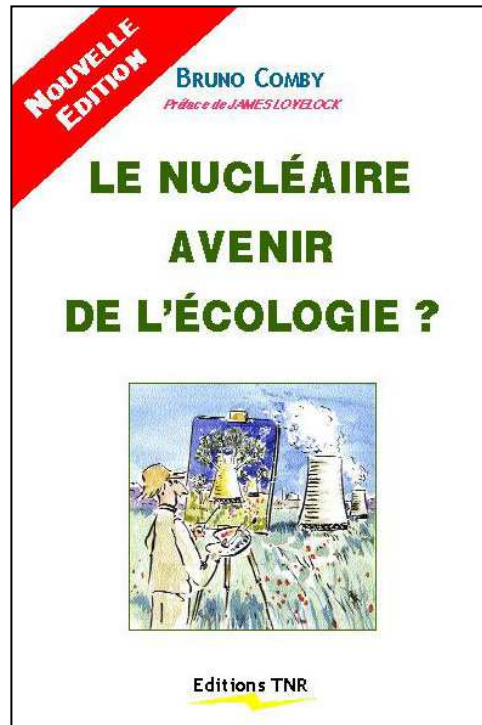
Centrale nucléaire de Civaux



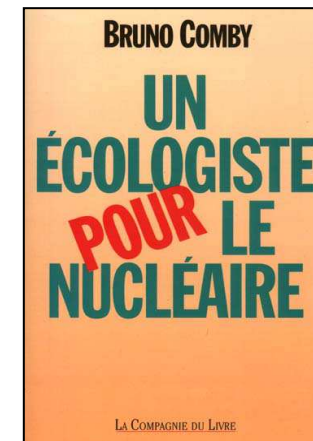
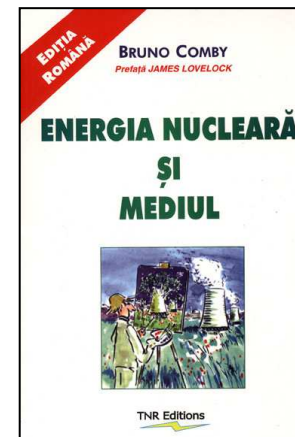
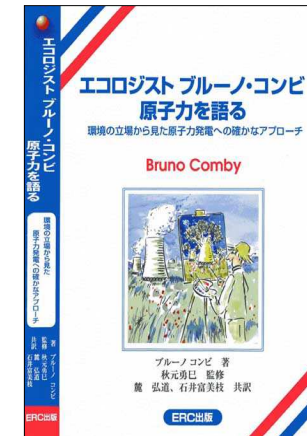
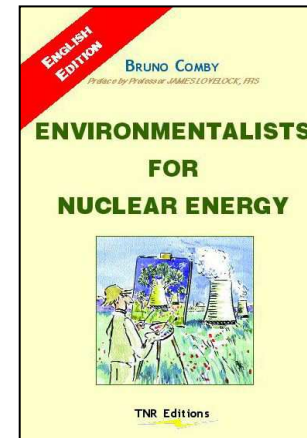


Le nucléaire, avenir de l'écologie

Traduit et publié en 10 langues



Préface du Pr.
James Lovelock
et de Patrick
Moore



www.comby.org

-> cliquer sur « livres »



Pr. James Lovelock



© Institut Bruno Comby

- **Fondateur historique de la pensée écologique depuis les années 1960**
- **auteur de la théorie de Gaia**
- **membre de l'AEPN**

« L'énergie nucléaire est la seule solution écologique »



Quelques autres écologistes pour le nucléaire

Patrick MOORE, EFN-Canada

Fondateur et ancien directeur de Greenpeace international durant 7 ans, fondateur et ancien
Président de Greenpeace-Canada durant 9 ans



Photo D.R.



Bishop Hugh MONTEFIORE, EFN-UK

Ancien membre du Bureau de Friends of the Earth UK

Yumi AKIMOTO, EFN-JP



Survivants d' Hiroshima



Gul GOKTEPE

Black Sea Medal (distinction envi-
ronnementale des Nations Unies)





Nous n'avons qu'une planète



© Luc Massart/ IBC



Une planète habitable



pour nos enfants

**... et pour les
générations
Futures ...**

A photograph of a nuclear power plant with two large cooling towers, set against a blue sky with light clouds. In the foreground, there is a field of bright yellow sunflowers. The text is overlaid on the image.

L'ENERGIE NUCLEAIRE

BIEN CONCUE,

BIEN CONSTRUITE,

BIEN EXPLOITEE EST

PROPRE, SURE, ABONDANTE,

ECOLOGIQUE, ECONOMIQUE

INDISPENSABLE POUR

NOTRE AVENIR, C'EST

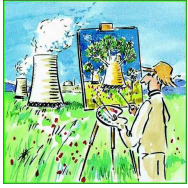
L'ENERGIE DU FUTUR.

**Pour faire face au réchauffement
climatique**

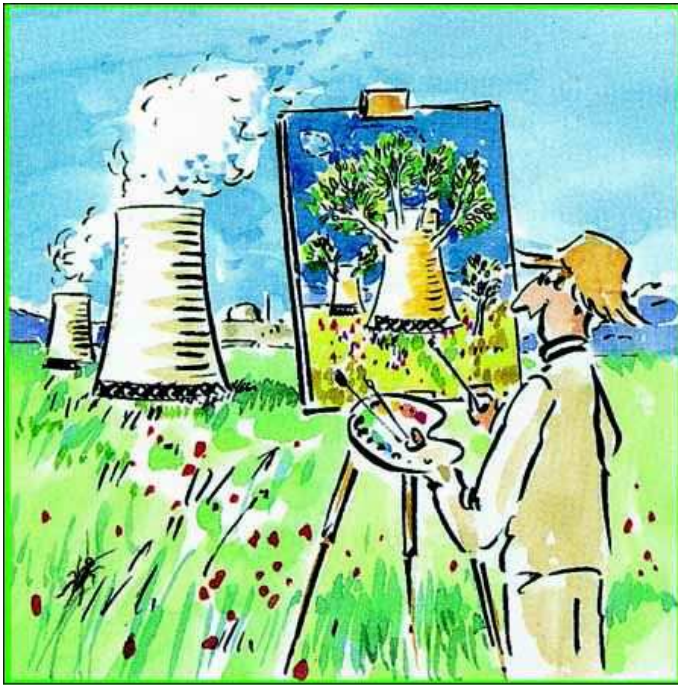
**La France (quasi) zéro-carbone,
c'est possible !**

GRACE AU NUCLEAIRE .





AEPN



Plus d'information :

www.ecolo.org

www.comby.org

Contact :

[bruno.comby\(@\)polytechnique.org](mailto:bruno.comby(@)polytechnique.org)

© COPYRIGHT - droits réservés