



AEPN

Le nucléaire, avenir de l'écologie



Fessenheim
20 février 2015

par Bruno Comby



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



AEPN



Introduction : Le parcours d'un écologiste

Le nucléaire : une énergie propre

Le changement climatique

Informations sur l'énergie

Que faire ?

Les économies d'énergie

Les énergies renouvelables

L'énergie nucléaire

La radioactivité dans la nature

L'indépendance énergétique

Risques : Tchernobyl, Fukushima...

L'avenir de l'énergie

AEPN : Assoc des écologistes Pour le Nucléaire

Conclusion : Ecologie + nucléaire = clé du futur



AEPN

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





AEPN

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 :

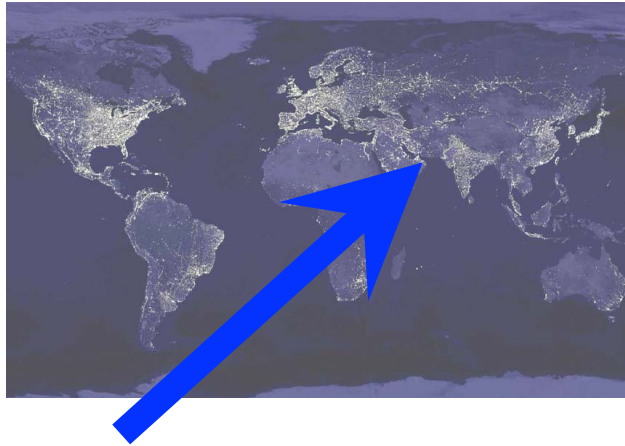
- Passive et positive en énergie
- >100 fois moins de CO2





AEPN

Le service militaire d'un pacifiste



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

Problème :
Garantir la sécurité des
super-tankers pétroliers



AEPN

Bruno Comby

Un travail de pionnier



30 années de recherches pionnières au service de la santé préventive et de la protection de l'environnement.

Photo rights reserved



AEPN

Précurseur de la lutte contre le tabagisme

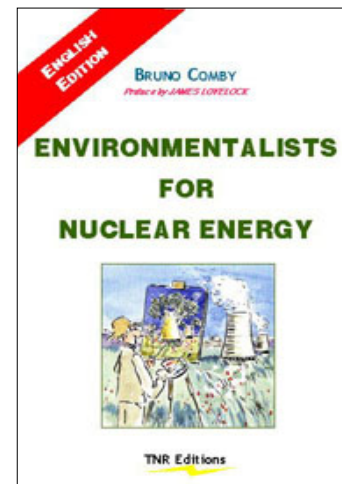
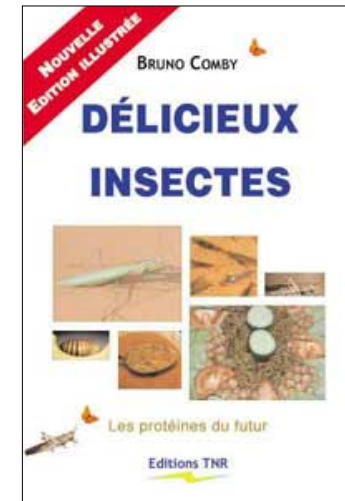




AEPN

Les recherches scientifiques d'un écologiste 25 années de recherches pionnières sur la santé, l'écologie et la protection de l'environnement

10 livres publiés en 12 langues - 1 million de lecteurs



Plus de 1500 émissions de radio, TV et articles de presse

La planète Terre vue la nuit



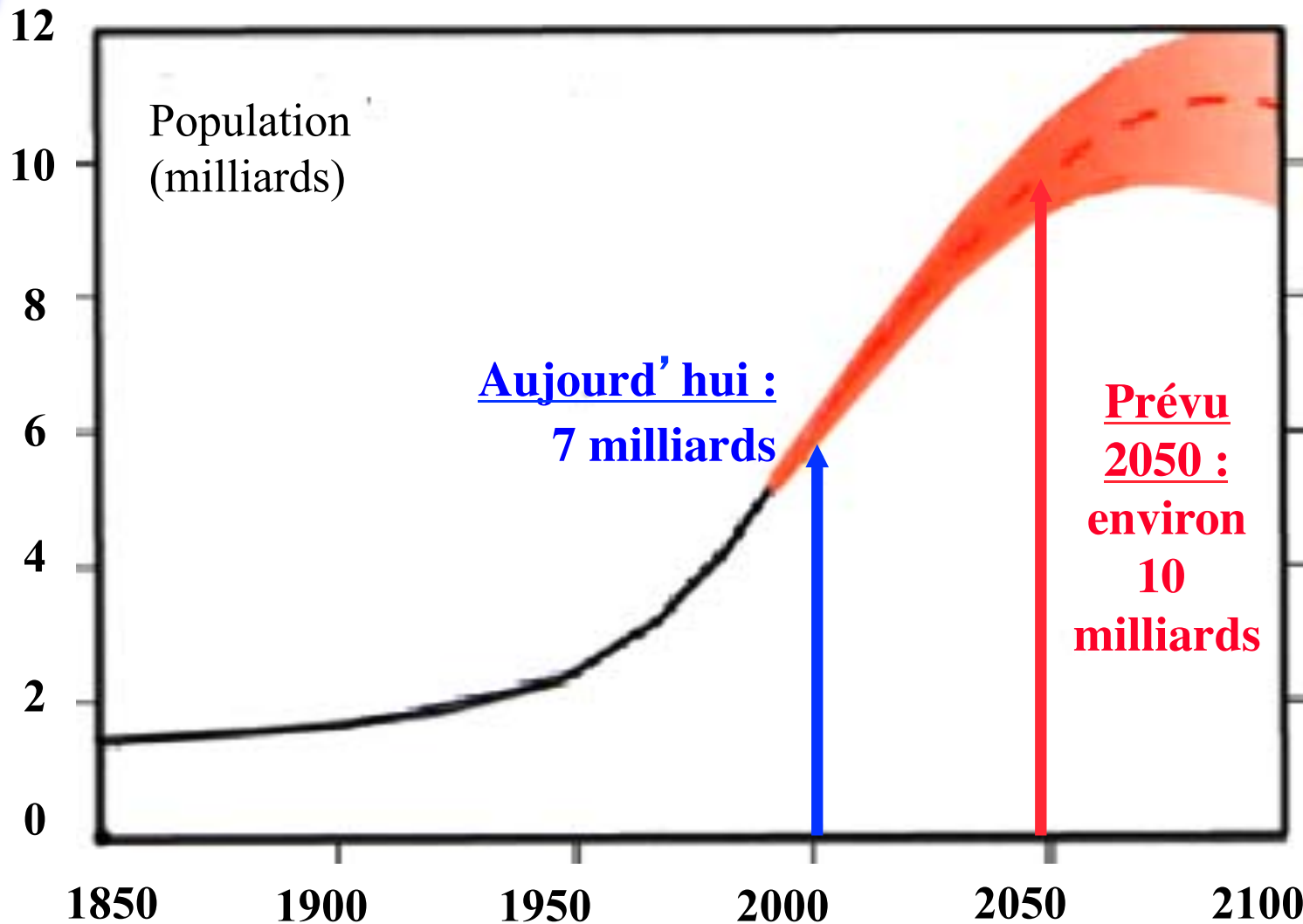
**Actuellement 20% de la population mondiale
consomme 60% de l'énergie**

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



AEPN

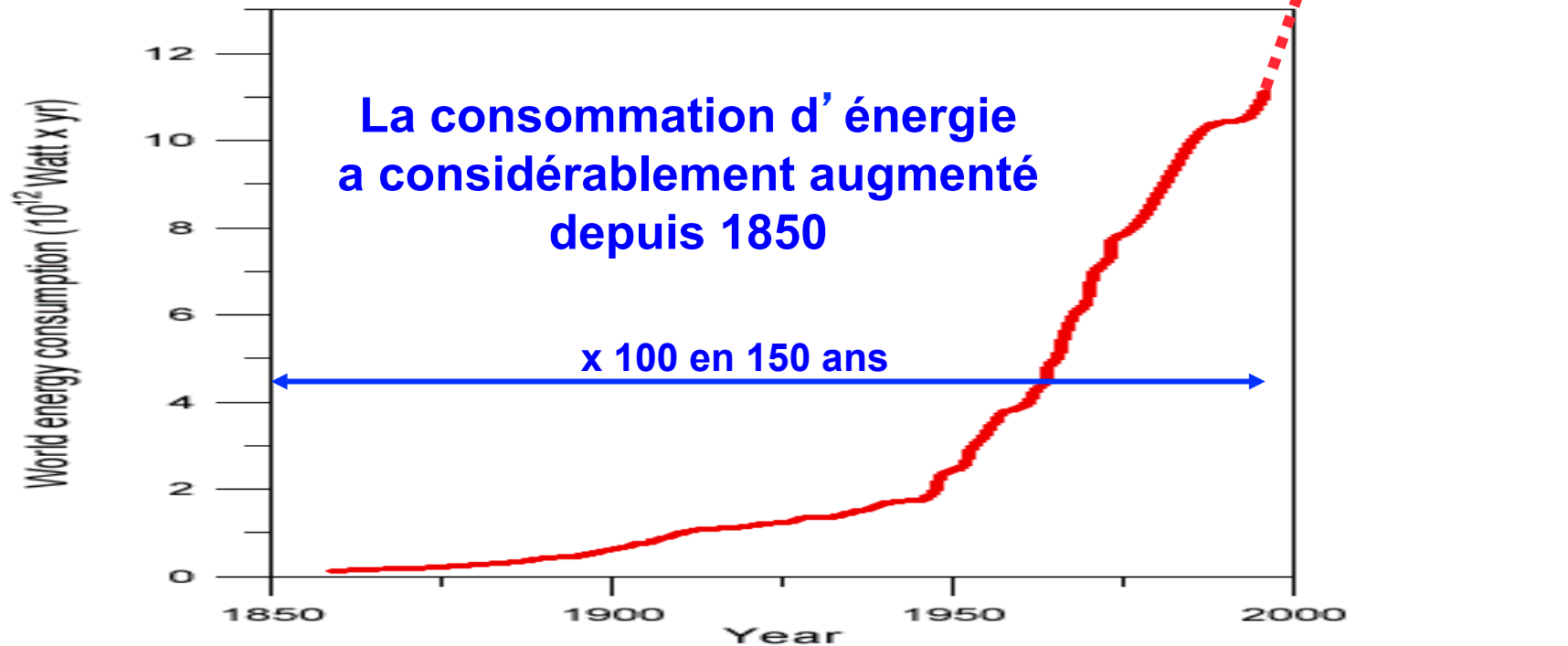
Population mondiale





AEPN

Consommation d'énergie



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



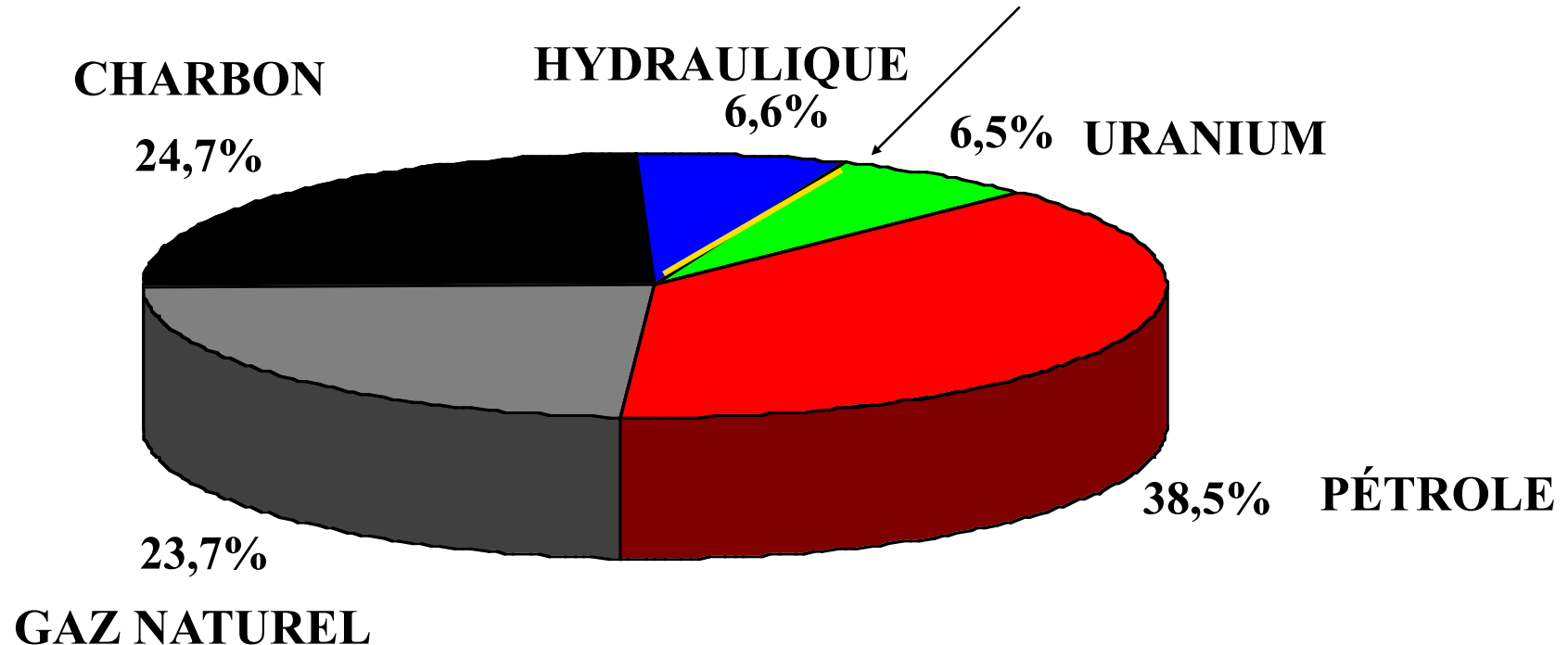
AEPN

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
= moins de 1%



9,1 Gtep/an + biomasse ~> 10 Gtep/an

Source : BP 2002

ENERGY WORLDWIDE

Le monde dépend pour 70% de son approvisionnement en pétrole du Moyen Orient : source de tensions et de guerres

PRIMARY ENERGY CONSUMPTION*		
Area	Consumption	Share (%)
UNITED STATES - CANADA	2365	28
CIS - EASTERN EUROPE	918	11
WESTERN EUROPE	1725	20
CHINA	860	10
JAPAN	510	6
ASIA (others)	860	10
LATH AMERICA	300	4
MIDDLE EAST	425	5
AFRICA	295	3
AUSTRALASIA	120	1
TOTAL WORLD	8555	100



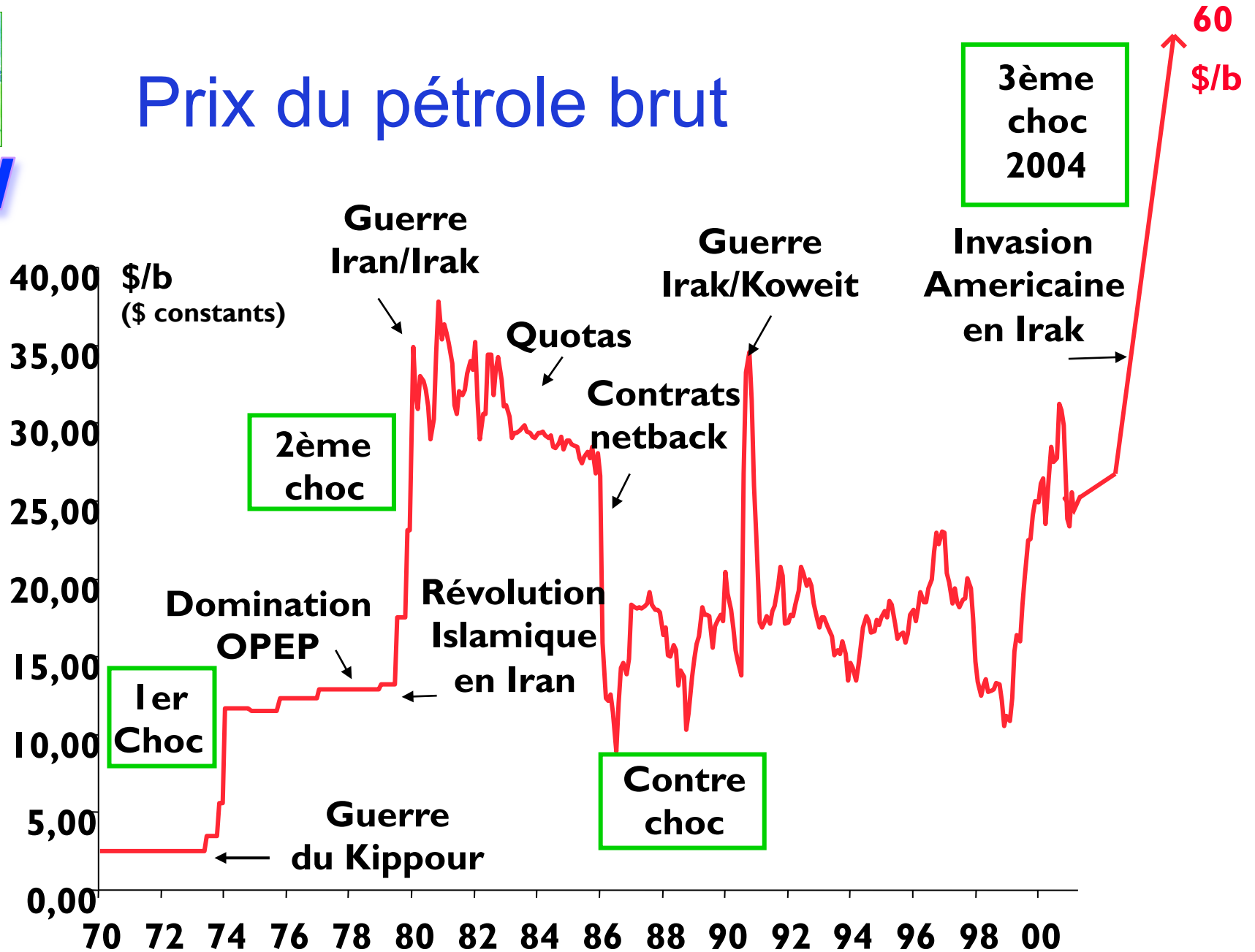
Le détroit d'Ormuz est un point particulièrement sensible.

PRIMARY ENERGY PRODUCTION					TRADE FLOWS WORLDWIDE			
(Million tonnes oil equivalent)								
					Petroleum		Natural gas	
								Liquefied natural gas
								Coal



AEPN

Prix du pétrole brut

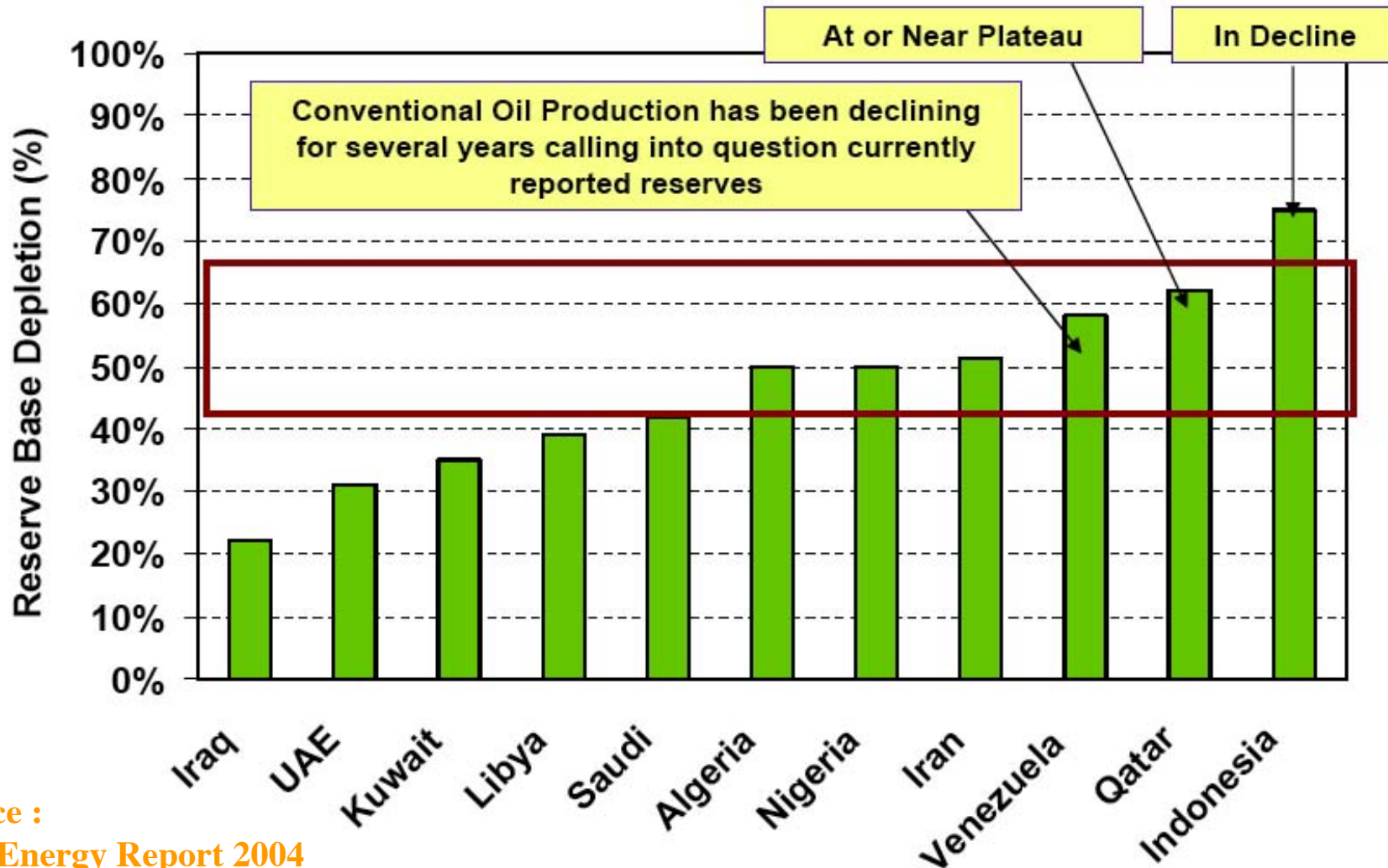


Source : Platt's / IFP



AEPN

LE PIC PETROLIER : LA FIN DU PETROLE PAS CHER

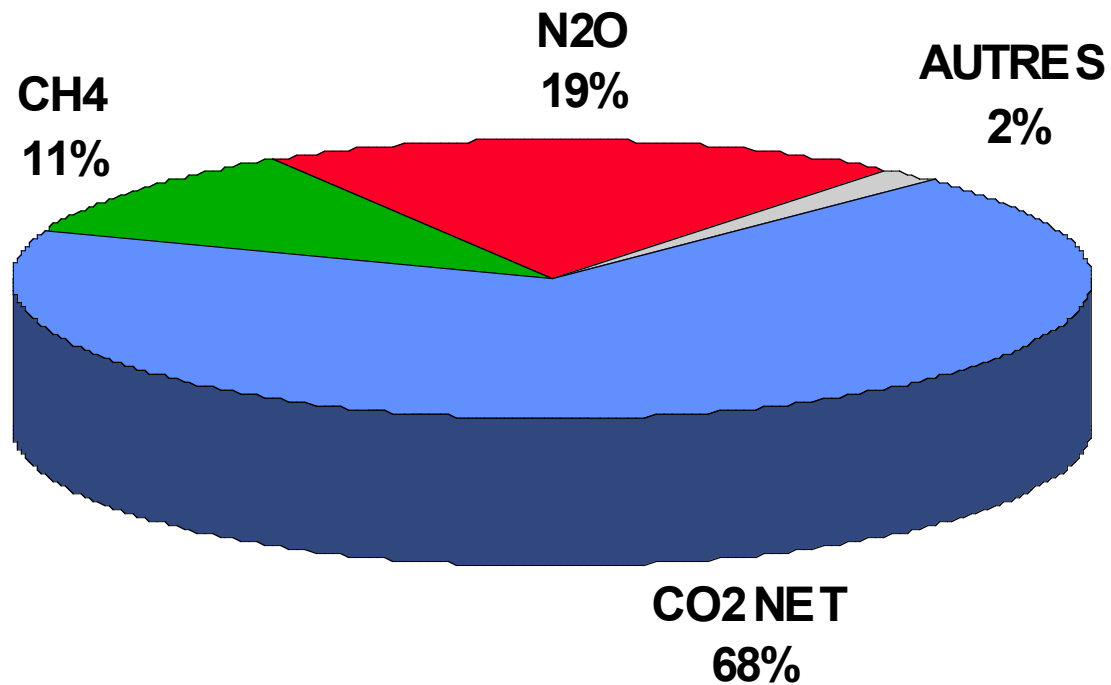


Source :
PFC Energy Report 2004



AEPN

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 : +2 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

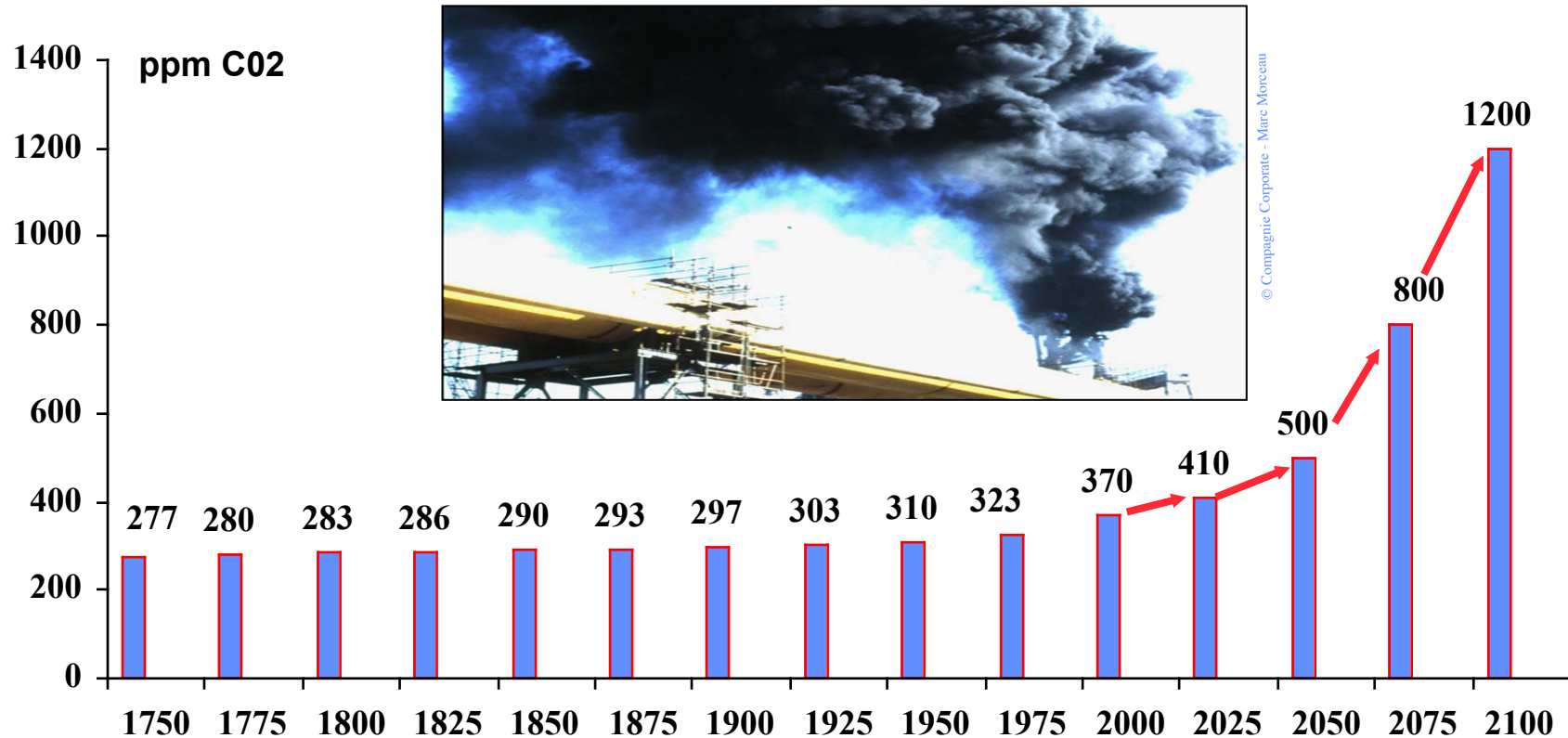
avec une longue constante de temps :

IL EST URGENT D'AGIR



AEPN

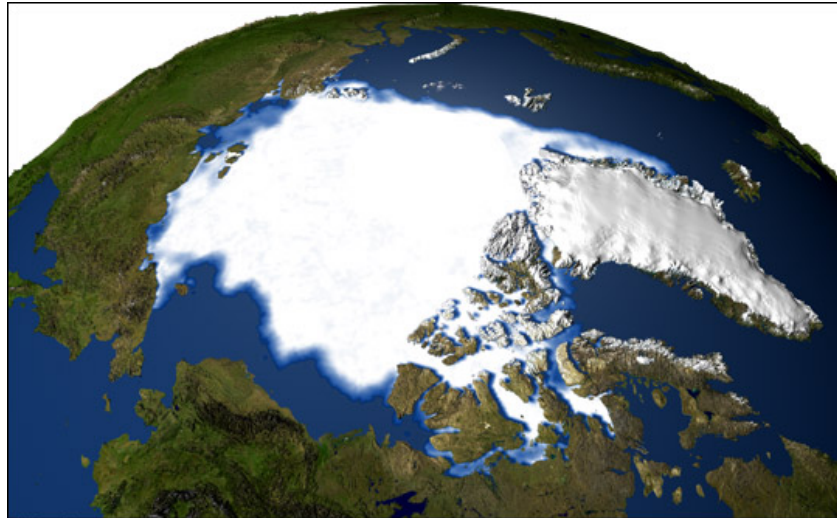
Taux de CO₂ dans l'atmosphère



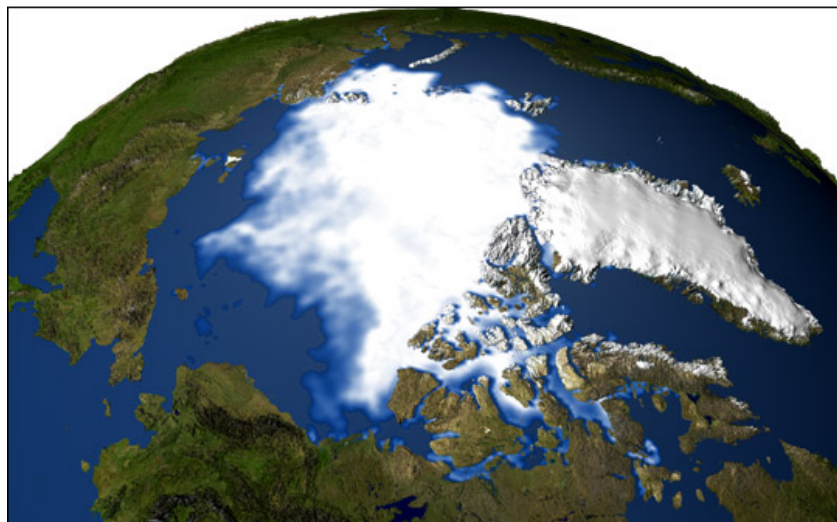
Le taux de CO₂ dans notre atmosphère n'a jamais été aussi élevé depuis plus de 400 000 ans, et il continue à croître.



AEPN

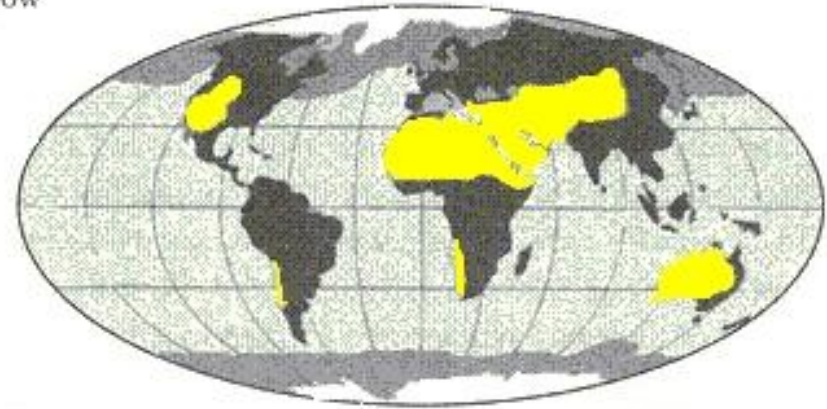


1979 SSM/I Composite Data

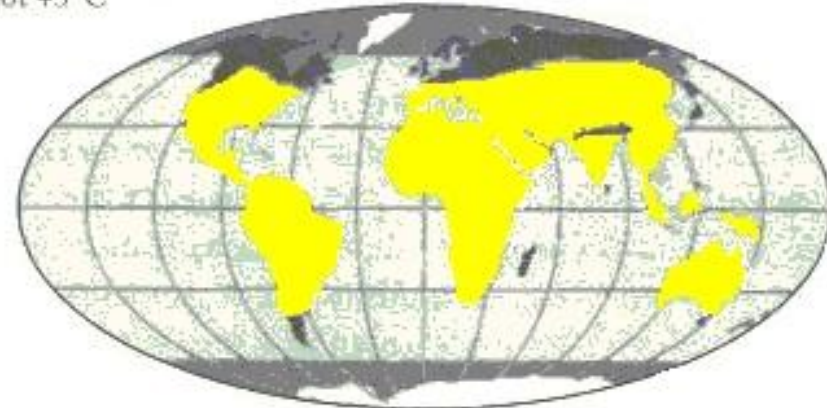


2003 SSM/I Composite Data






Now



Hot +5°C



Nature of surface

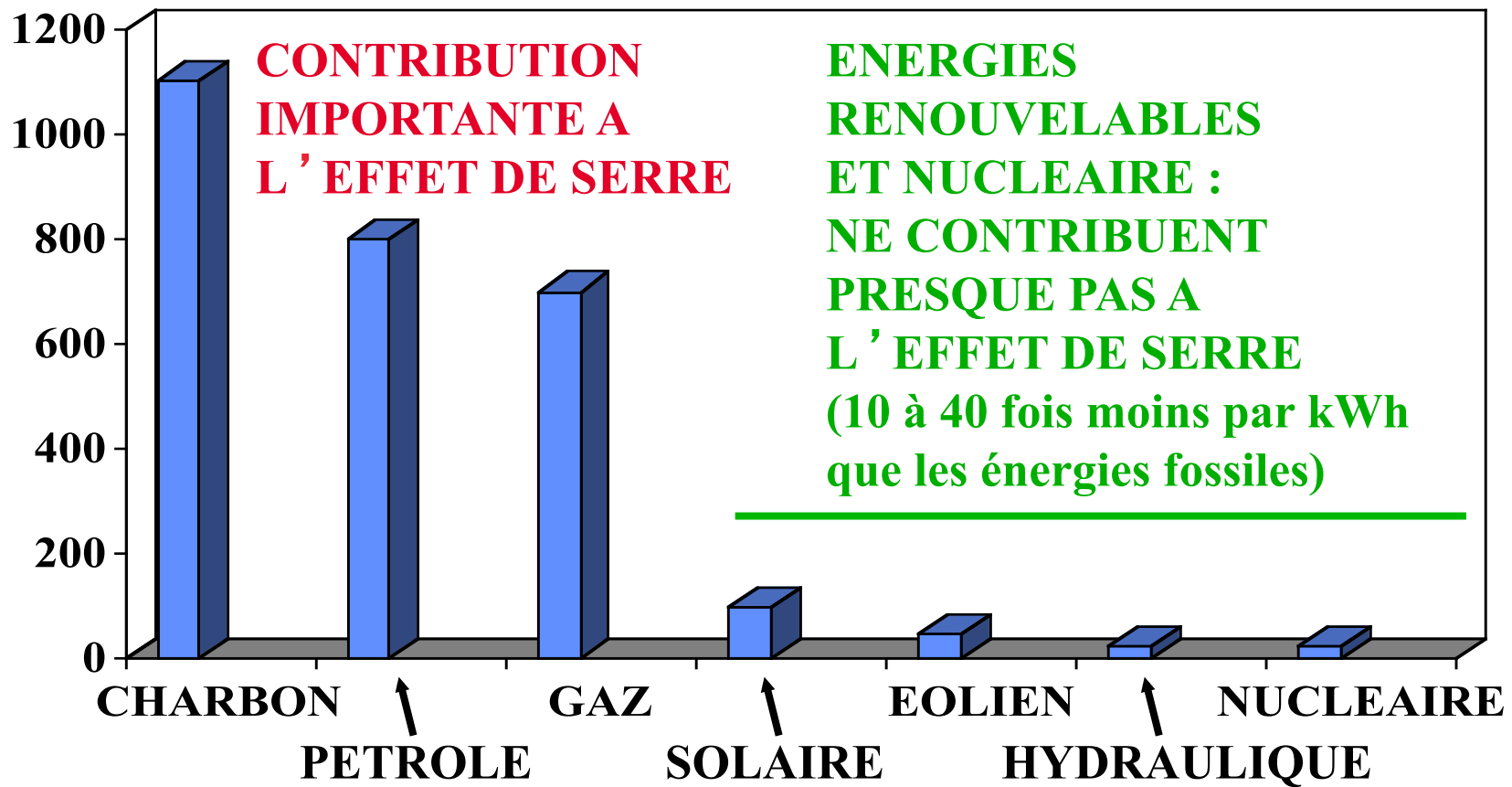
-  Ice
-  Ocean with life
-  Ocean desert
-  Forests
-  Scrub and desert



AEPN

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

gr CO₂/kWh



ENERGIES FOSSILES

Ref: NEW 01/96



AEPN

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

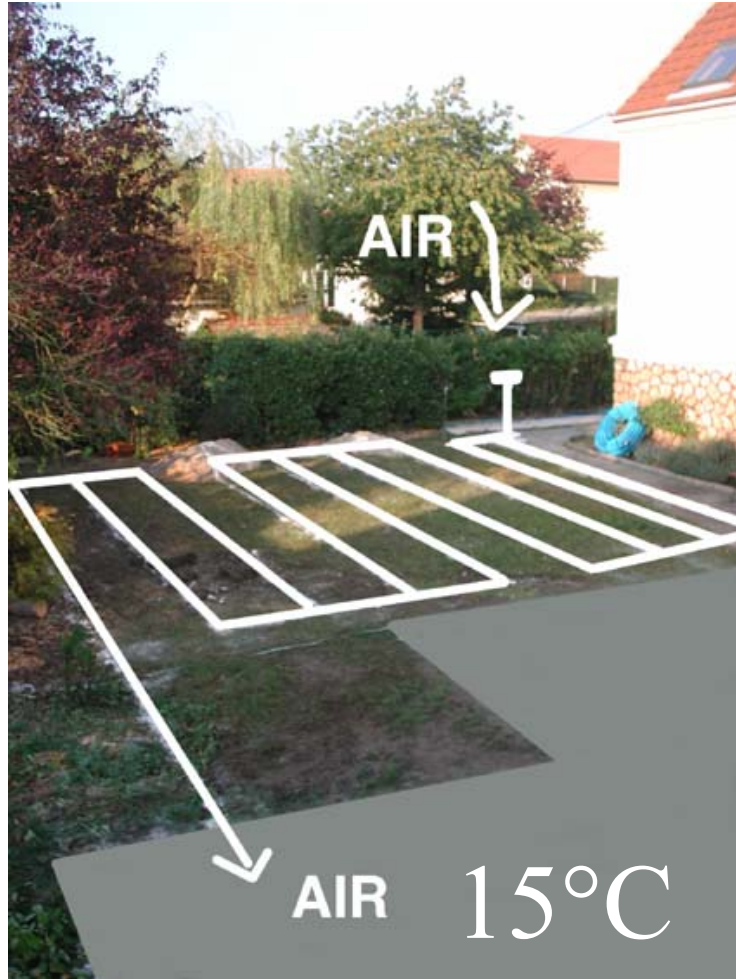
Par rapport à une maison ordinaire chauffée au gaz





AEPN

Puits canadien Géothermie



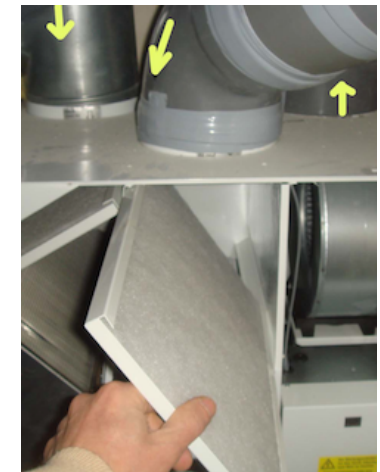
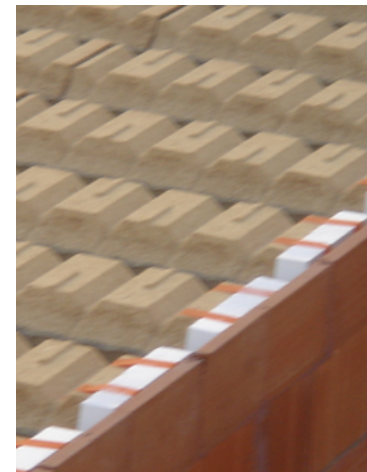
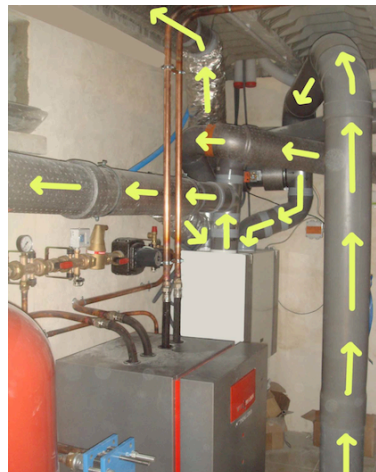


AEPN

Techniques de construction :

- Matériaux isolation renforcée
- Isolation « passive »
- Conception bioclimatique
- Ventilation double-flux + puits canadien
- Pompe à chaleur
- **Récupération 80% chaleur eau chaude / douches**

<http://maison.ecolo.org>



Véhicule électriques



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





AEPN

Transports propres

Batteries disponibles :

Pb : 50 km (-> années 90)

Ni-Cd : 80 km (2000)

NiMH : 100 km (2005)

Lithium : 200 km (2008)

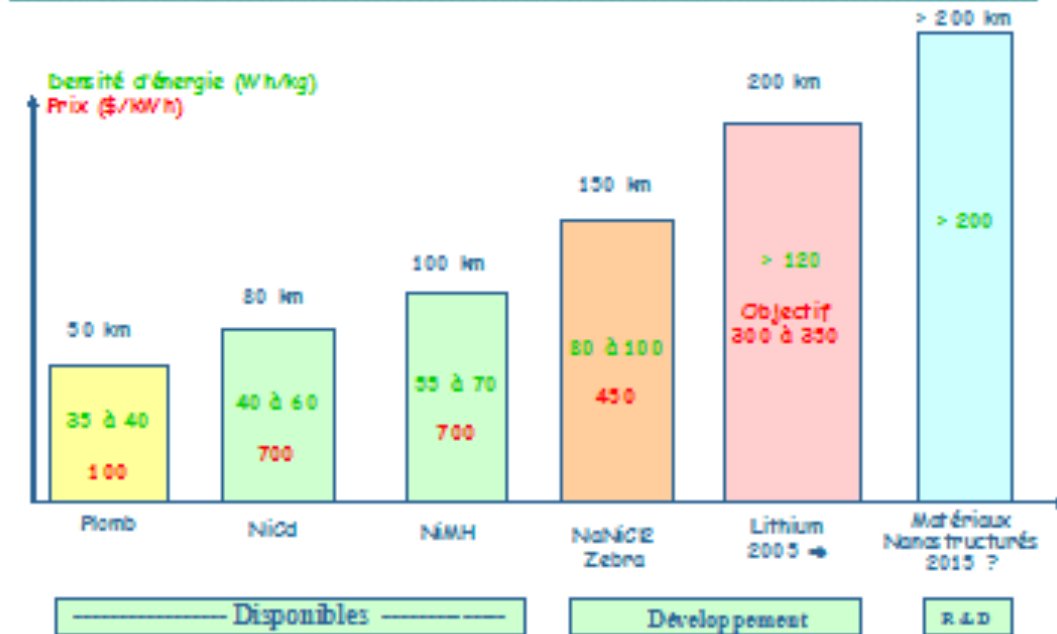
Lithium LMP : 250 km (2011)

Lith amélioré : 320 km (2013)

Lithium/Tesla : 400 km (2014)

Dans le futur : nouvelles batteries de 500 à 1000 km (en développement)

Le stockage d'énergie :
vers des batteries plus compétitives



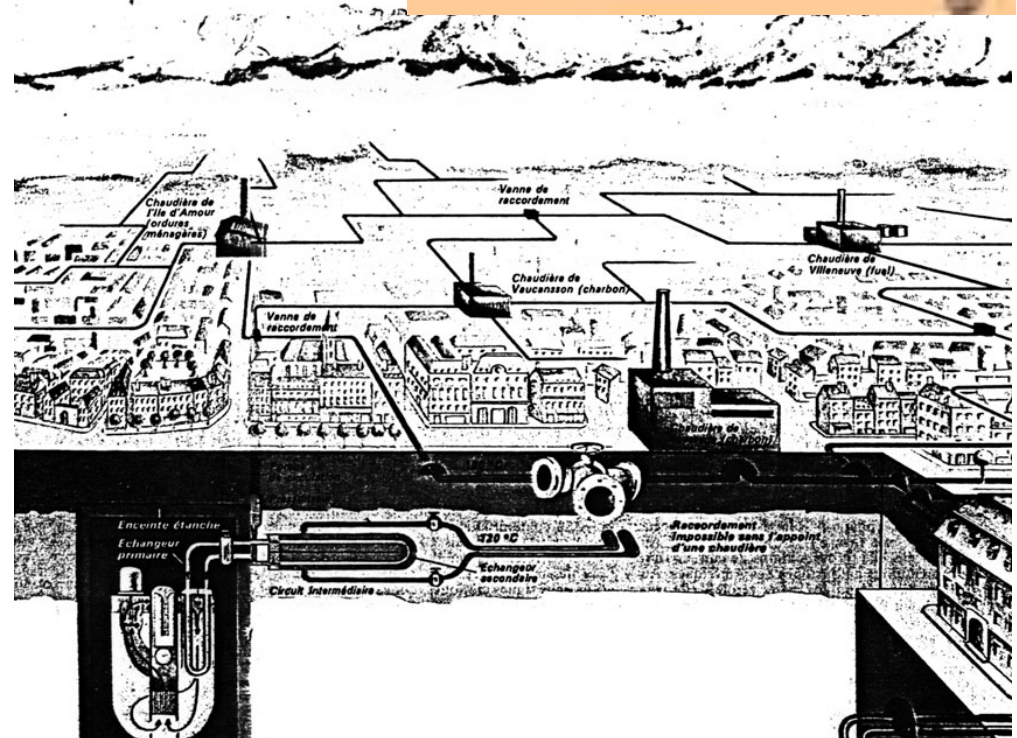
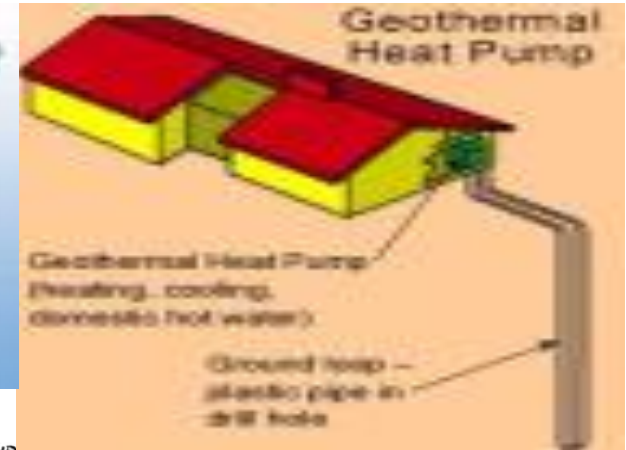
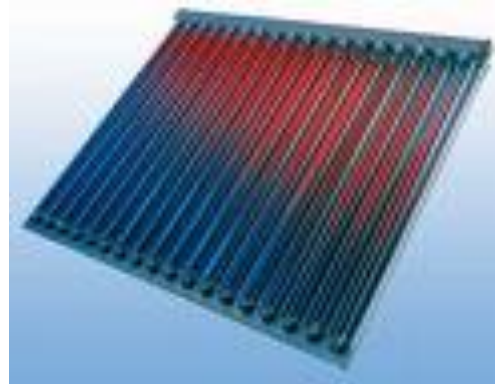
Amélioration des performances des batteries



AEPN

Cogénération nucléaire

- Pompe à chaleur (x6)
 - Chauff. solaire (50%)
 - Cogénération nucléaire
- = chaleur propre (0% CO2)





AEPN

Electricité propre :

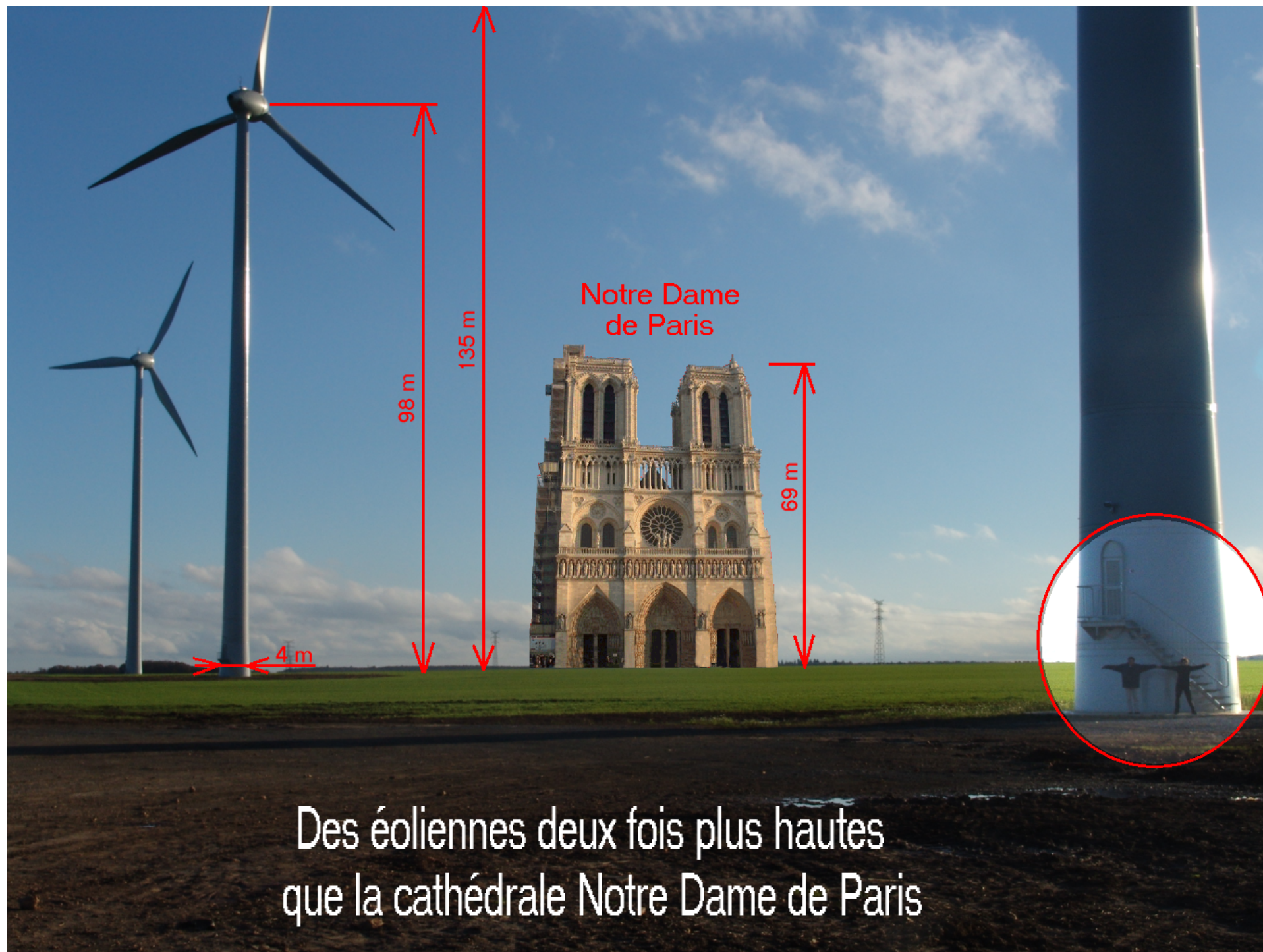
- bannir le carbone

il reste :

- les renouvelables

- le nucléaire



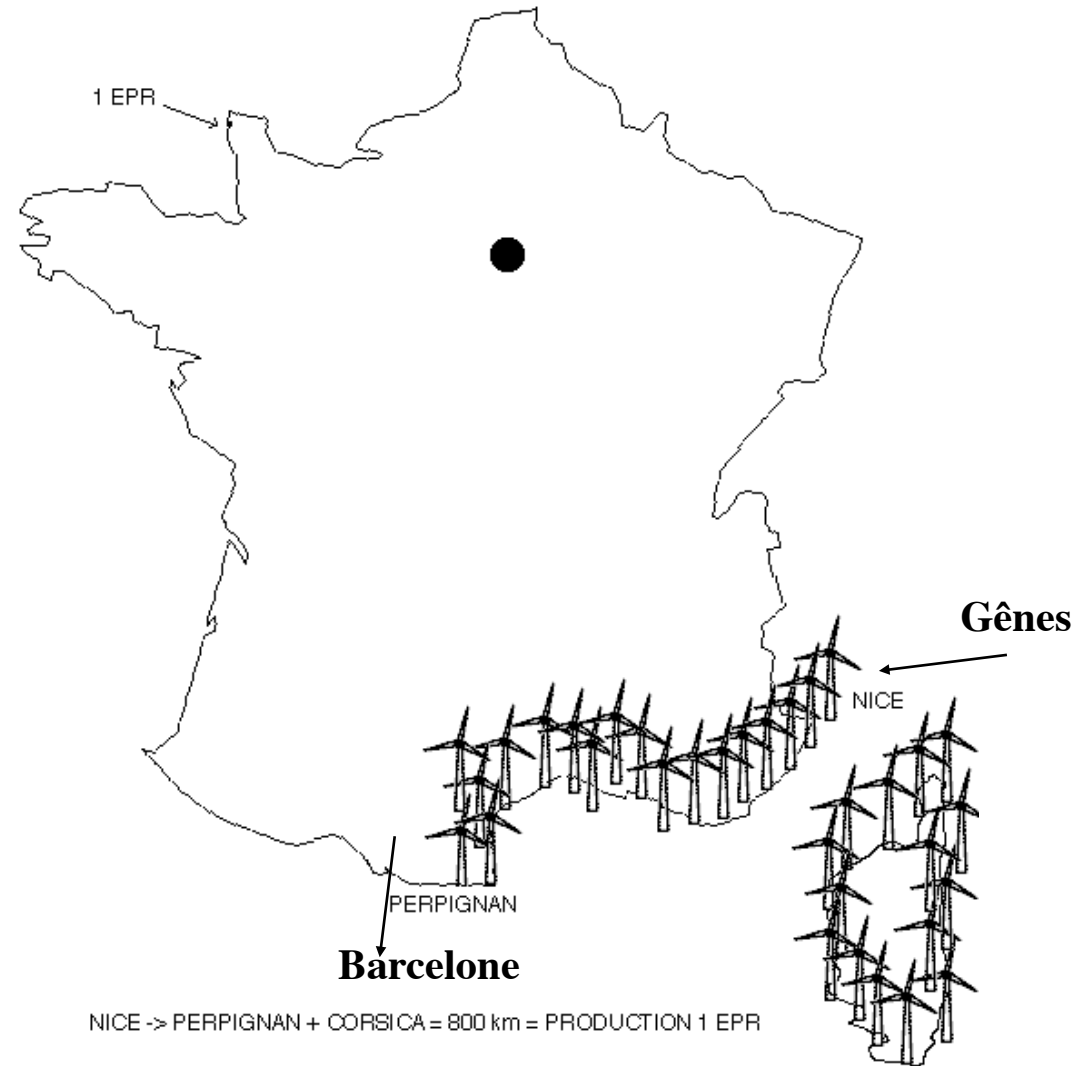


Des éoliennes deux fois plus hautes
que la cathédrale Notre Dame de Paris



AEPN

L'ÉNERGIE ÉOLIENNE PEUT AIDER, MAIS NE SAUVERA PAS LA PLANÈTE



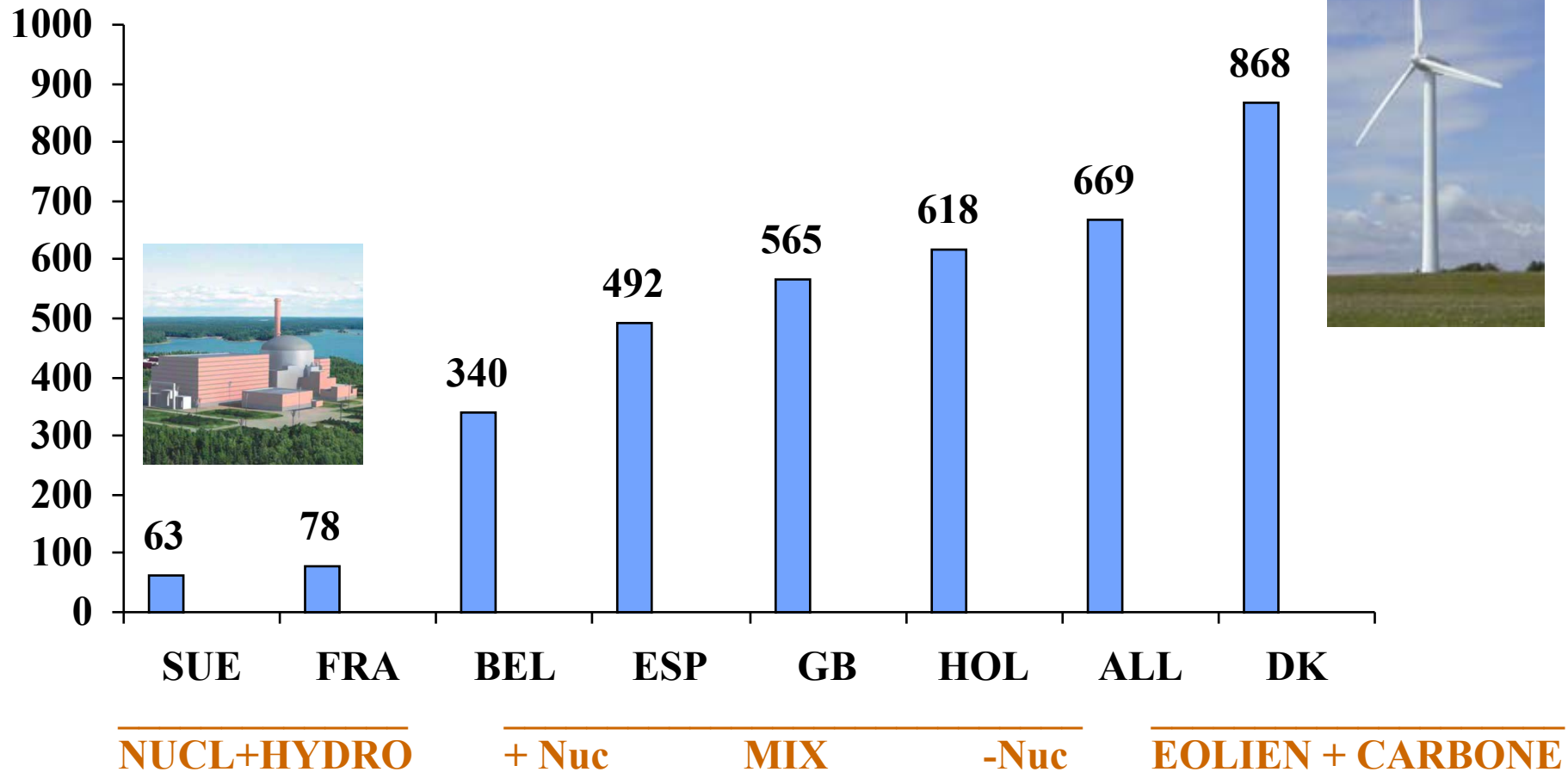


AEPN

REJETS DE CO2 PAR PAYS

TONNES/GWh

1995





AEPN

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





AEPN

L'ENERGIE NUCLEAIRE CONTINUE A SE DEVELOPPER



Bonnes nouvelles de :

- France
- Royaume-Uni
- Etats-Unis, Russie
- Chine, Inde
- Canada
- Pologne
- Emirats, Turquie,
Bulgarie, Vietnam
- Finlande...

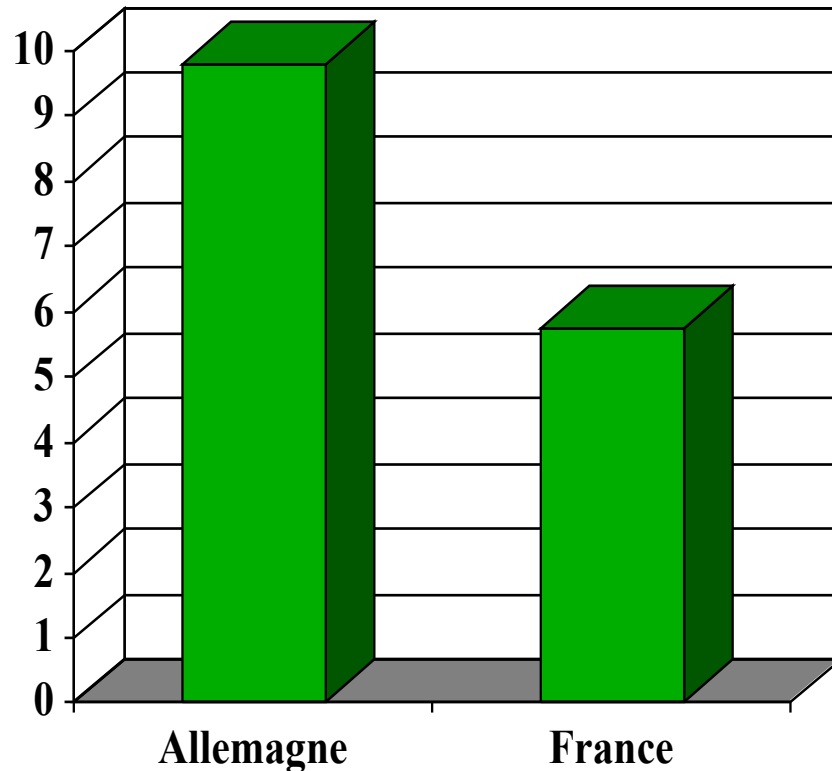


Allemagne ?



AEPN

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



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

Emissions CO₂ (source IEA 2008)

DE = 9.79 Tons CO₂/hab

FR = 5.74 Tons CO₂/hab

■ Tons CO₂/hab

Coût de l'électricité domestique

DE = 23.6 cts/kWh

FR = 12.0 cts/kWh

Coût de l'électricité pour l'industrie

DE = 12 cts/kWh

FR = 8 cts/kWh

Source for costs : Observatoire des Energies 2010



AEPN

TOUTES 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.



AEPN

L'ÉNERGIE NUCLEAIRE

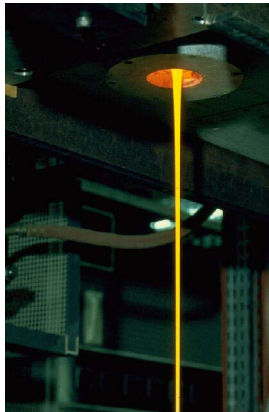


- Est très compacte
- Facteur 1 million
(1g U = 1 tonne pétrole)
- Consomme très peu
d'uranium
(20 T=1m³ par an)
- Produit très peu
de déchets



AEPN

Déchets nucléaires

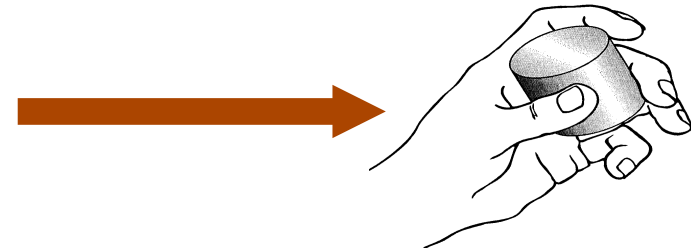
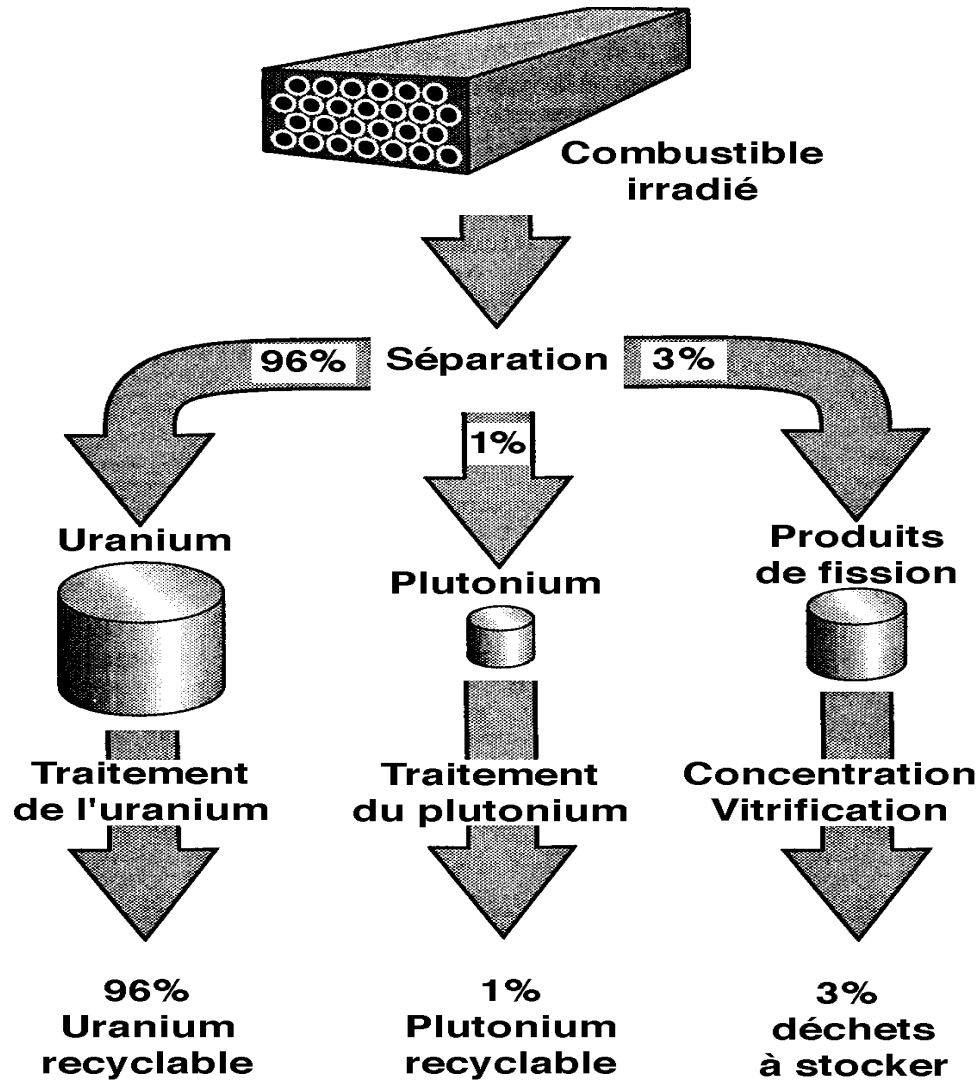


- Leur volume est faible
- Ils sont confinés, pas rejetés dans la nature
- Ils se décomposent spontanément
- Leur toxicité initiale décroît très vite
- Quelques mètres de terre suffisent pour arrêter les rayonnements radioactifs
- Le combustible utilisé peut être retraité.



AEPN

LE RETRAITEMENT DES DECHETS NUCLEAIRES EST ECOLOGIQUE



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



AEPN

LE COMBUSTIBLE MOX



**MOX = Mixed OXyde
(Uranium + Plutonium)**

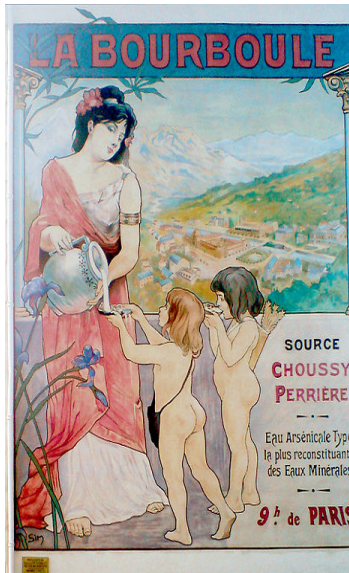
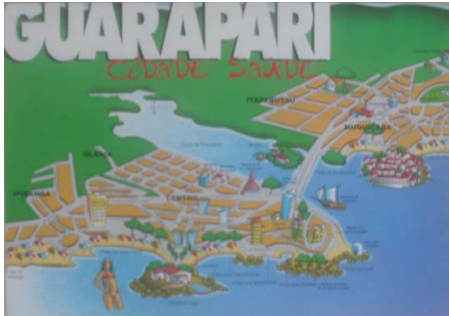
- Economise l' Uranium**
- Brûle le Plutonium**
- « Turns swords into ploughshares »**
- Diminue le volume et la toxicité des déchets nucléaires.**

Utilisable dans les réacteurs actuels.



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

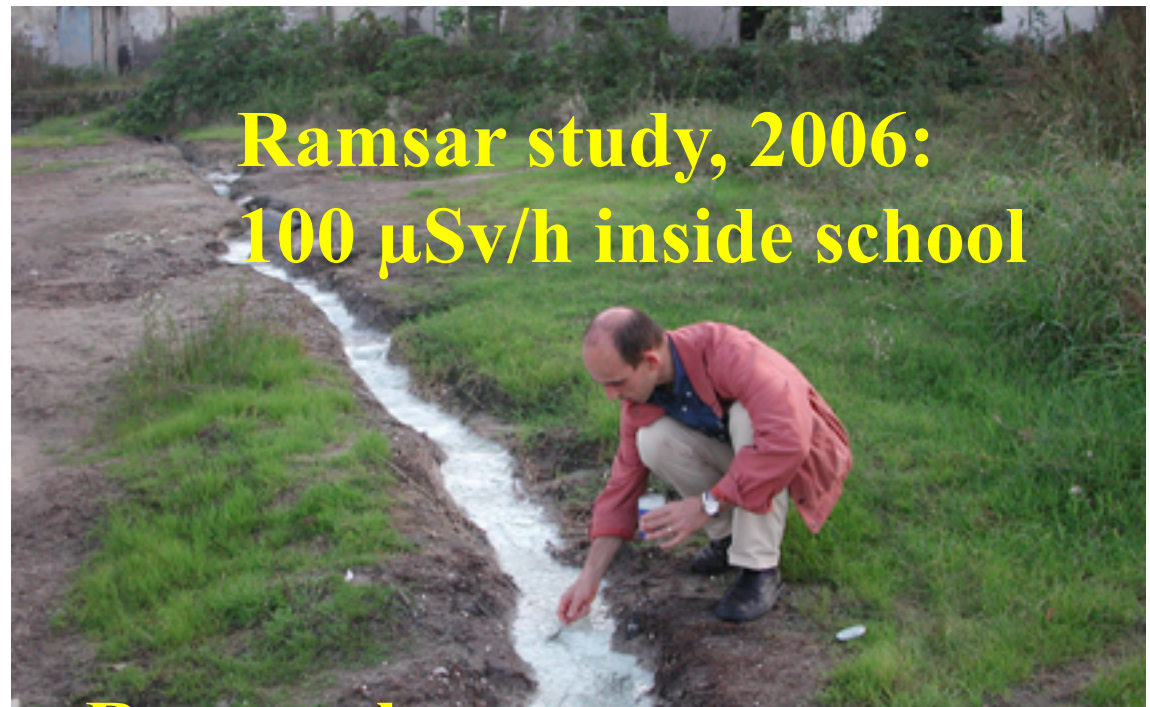


AEPN

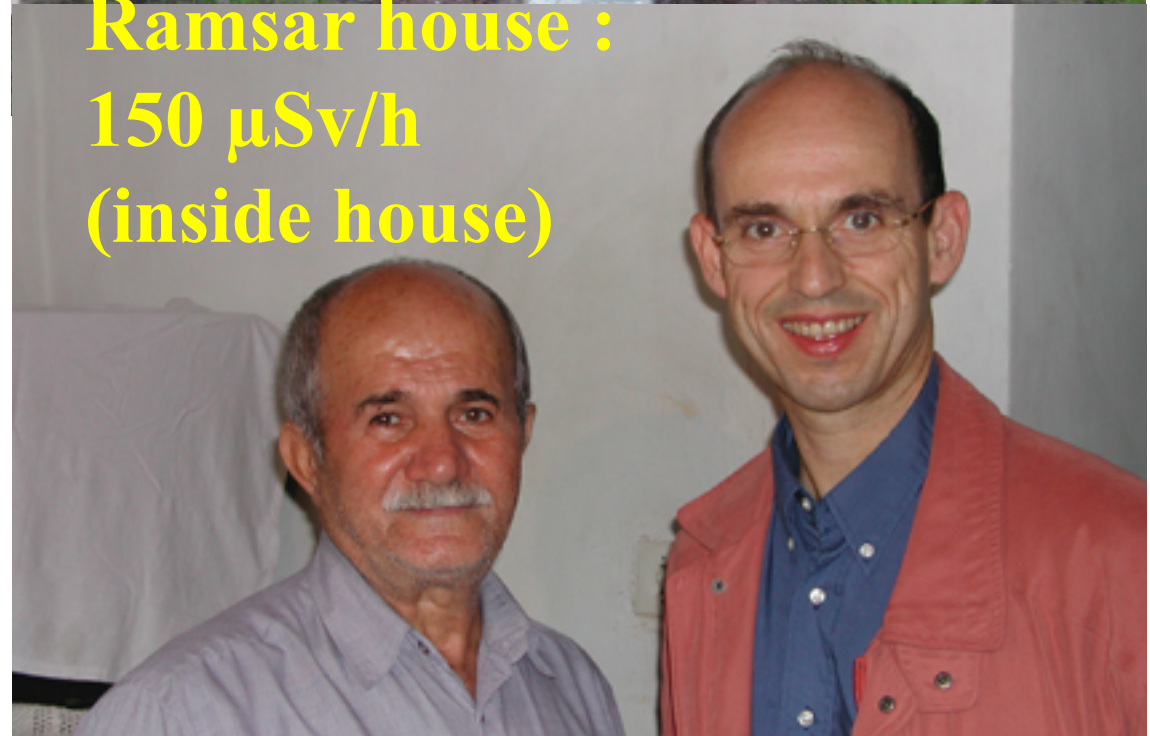
Etude HBRS RAMSAR :

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)**



AEPN

EFFET DES RADIATIONS SUR LA SANTE

Aucun effet nocif des radiations n'a jamais été observé en dessous de 100 mSv reçus en un temps court.

Seules les fortes doses sont nocives (au dessus de 100 mSv).

Source:

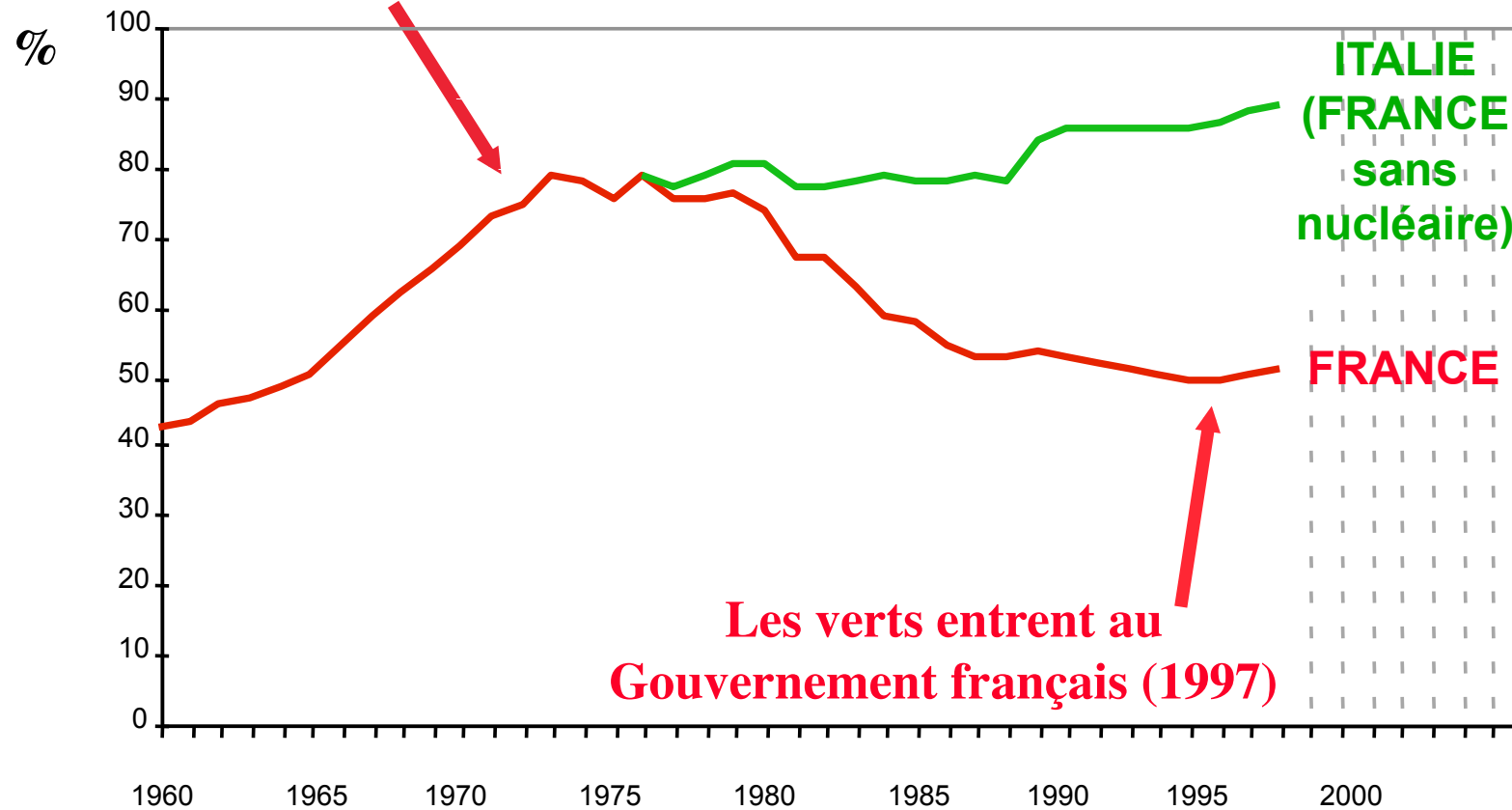
Académie des Sciences, études en milieu hospitalier, étude des survivants Hiroshima



AEPN

Dépendance énergétique (%)

Début du programme nucléaire français (1973)

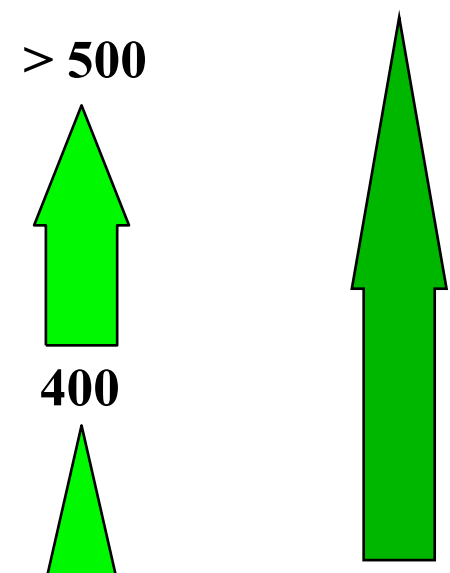
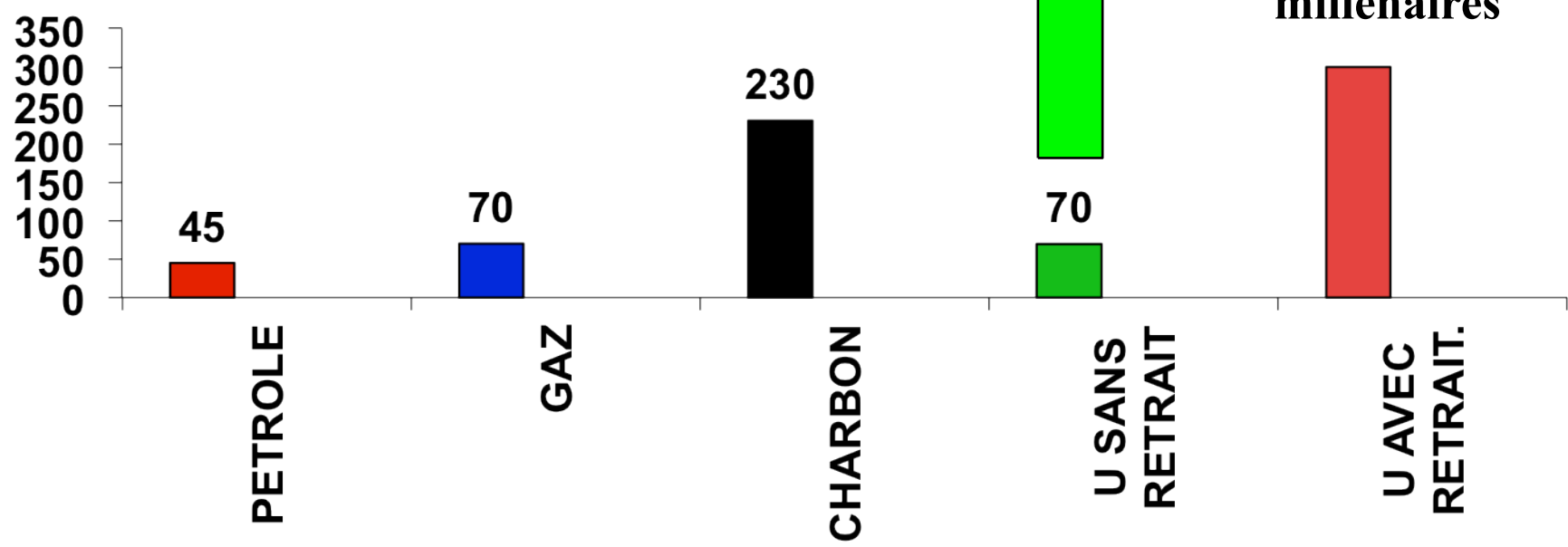


**Les verts entrent au
Gouvernement français (1997)**



RESERVES PROUVEES

Années
(au rythme actuel)



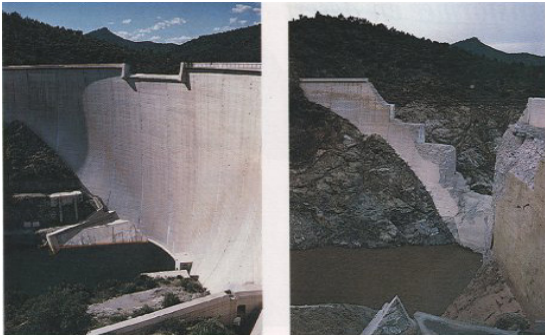
Risques et accidents





AEPN

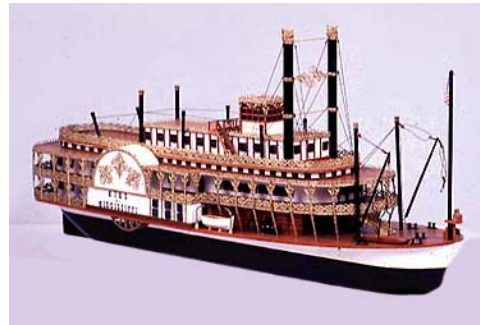
Toute énergie comporte des risques



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 59

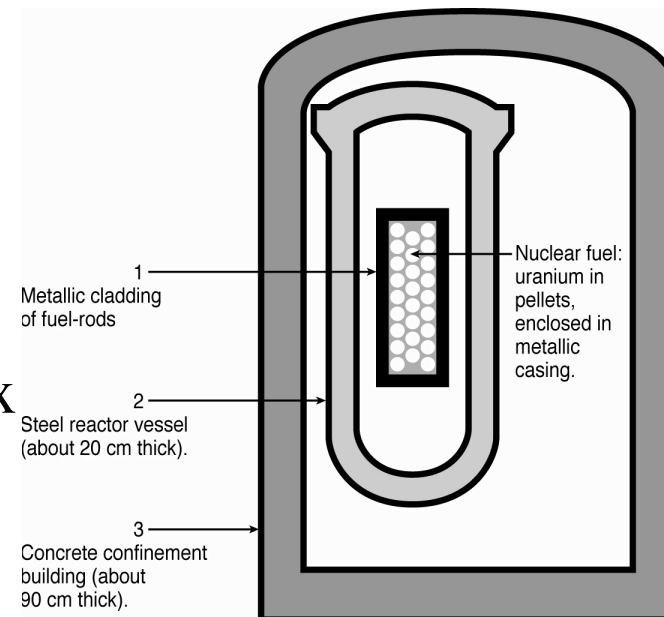


AEPN

Concepts de base de la sûreté nucléaire

Les risques sont minimisés par :

- Systèmes de sécurité redondants
- Sûreté en profondeur et multi-niveaux
- Confinement par barrières multiples
- Discipline - culture de sûreté



Les risques existent, il faut rester prudents. Cependant, l'énergie nucléaire bien construite est particulièrement sûre.



AEPN



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 pays⁶²



AEPN

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 (transfos non protégés)

Solution : davantage de nucléaire pour avoir des centrales en réserve



AEPN

DÉCÈS DIRECTS SUR 30 ANS (MONDE)

	<u>ACCDTS</u>	<u>D/GW-AN</u>
• CHARBON	62	0,3
• PÉTROLE	63	0,1
• GAZ	24	0,2
• HYDRAULIQUE	8*	1,4
• NUCLEAIRE CIVIL	12**	0,05
	----	----
TOTAL	168	0,25

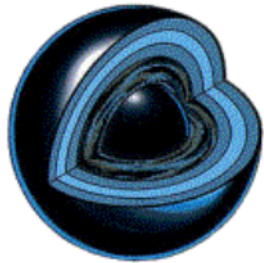
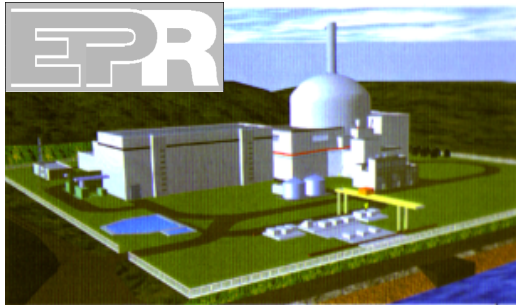
* Dont Morvi (Inde) 1979 : ~30 000 morts

** Tchernobyl + Fukushima + Mihama + 10 accidents de criticité



AEPN

Réacteurs du futur



Réacteurs avancés :

EPR, AP600-1000, ABWR, ACR

Réacteurs HTR :

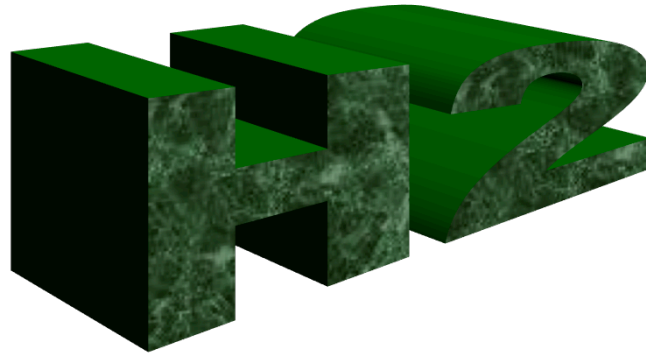
- Petits, modulaires, très sûrs
- Pour pays en développement
- Pire accident non dangereux

Génération IV :

- Ressources x100
- Réduction des déchets
- 6 concepts (SFR, LFR, GFR, VHTR, MSR, SCWR)



AEPN



L' AEPN visitant ici une usine avancée de production d'hydrogène par le procédé « Soufre-Iode » à Tokai au Japon (où se trouve aussi le HTR le plus avancé du monde). Ce procédé permettra bientôt de réduire dans l'avenir le prix de fabrication de l'hydrogène d'un facteur 3 environ. Le Japon est actuellement leader mondial dans ce domaine.

TOYOTA commercialise en 2015 la première voiture à hydrogène (50 000 €, carburant très cher, autonomie 1000 km)



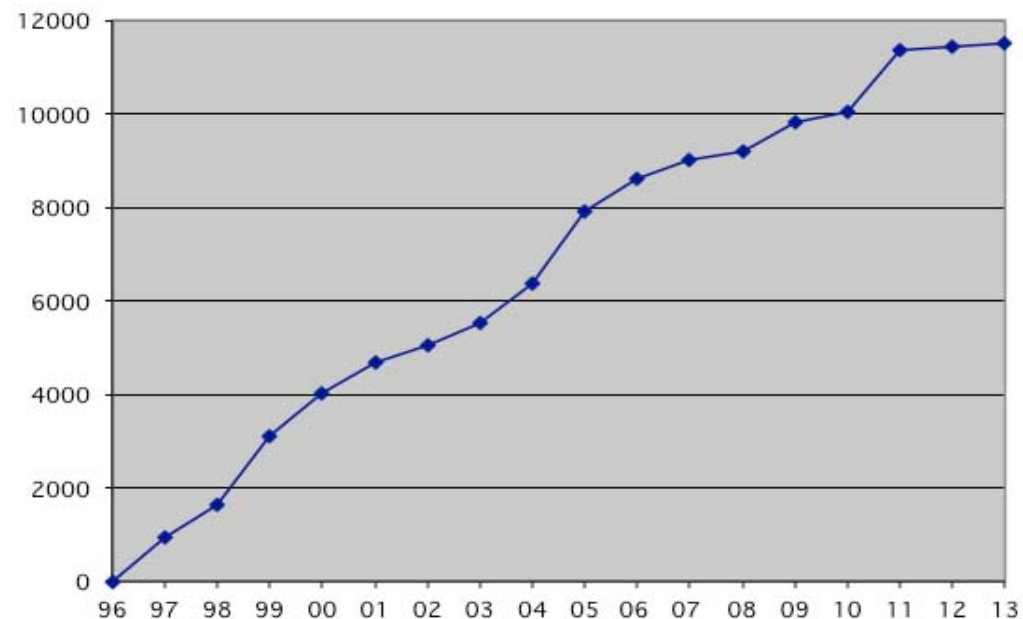
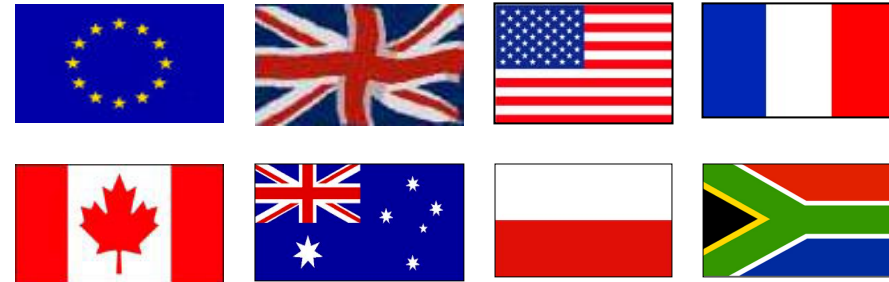


AEPN

AEPN : Association des Ecologistes Pour le Nucléaire

- Un réseau international de plus de 12 000 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**





AEPN

Activités de l' AEPN

Site web : www.ecolo.org



en 15 langues



Centrale nucléaire de Civaux

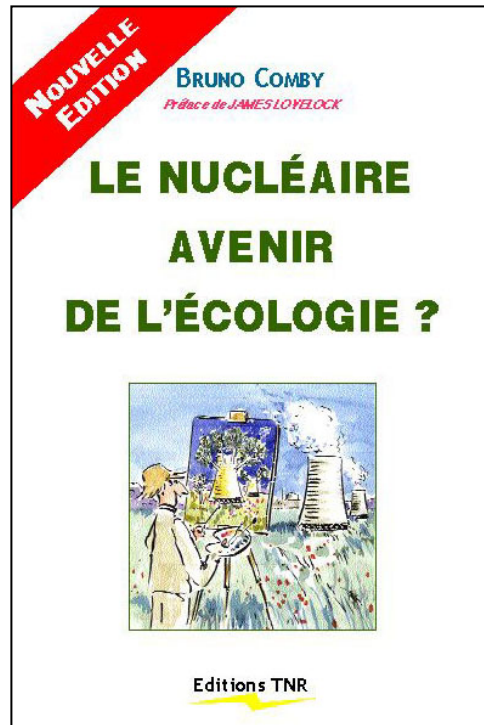




AEPN

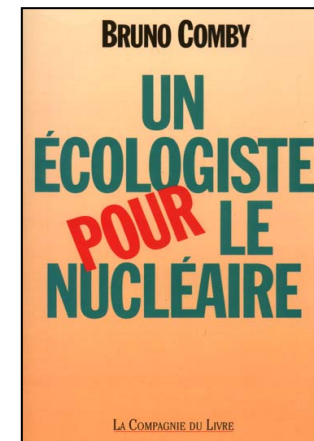
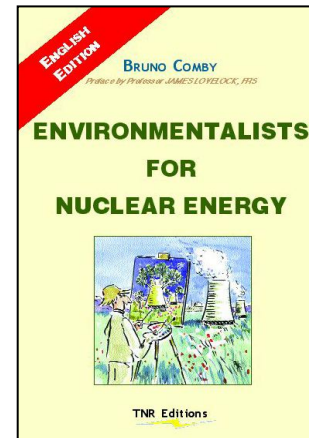
Le livre :

Les livres de Bruno Comby, publiés en français, anglais, allemand, espagnol, japonais, chinois... ont informé plus d'un million de lecteurs dans le monde sur l'écologie.



Edition française aux Éditions TNR

Préface du Pr. James Lovelock



www.comby.org

-> cliquer sur « livres »



AEPN

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 »



AEPN

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 environnementale des Nations Unies)





AEPN



**Nous n'avons
qu'une planète**



© Luc Massart/ IBC



AEPN

Une planète habitable



pour nos enfants

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

L'ENERGIE NUCLEAIRE

BIEN CONCUE,

BIEN CONSTRUITE,

BIEN EXPLOITEE EST

PROPRE, SURE, ABONDANTE,

ECOLOGIQUE, ECONOMIQUE

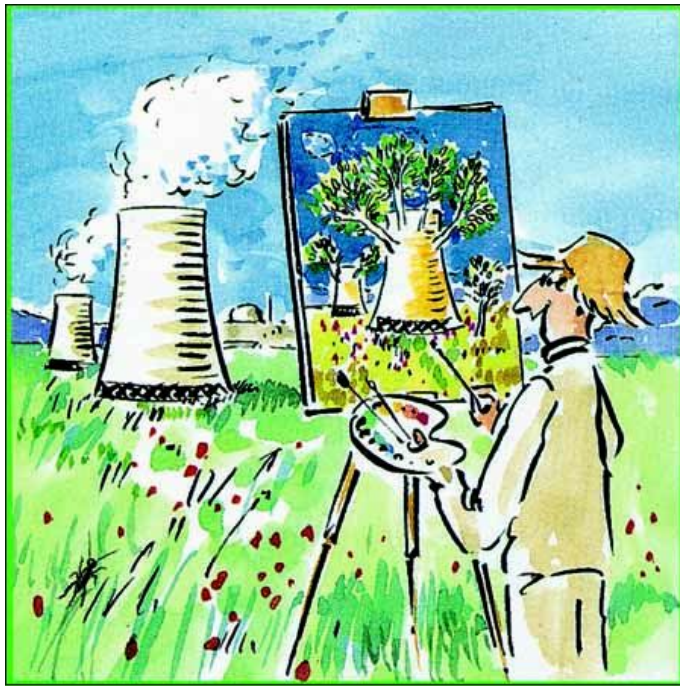
INDISPENSABLE POUR NOTRE

AVENIR ET POUR LUTTER

CONTRE L'EFFET DE SERRE.



AEPN



Plus d'information :
www.ecolo.org

L'IBC : **www.comby.org**

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

© COPYRIGHT - droits réservés