



Provence

Société française d'énergie nucléaire

Groupe Régional Provence

[www.sfen.org](http://www.sfen.org)



Association des Retraités du groupe CEA

Groupe Argumentaire sur les Énergies - Nucléaire et Alternatives

[www.energethique.com](http://www.energethique.com)

# Une transition énergétique -- nucléaire !

**Patrick MICHAILLE**

**Président Sfen-Provence + ARCEA-Cadarache**



Provence



# Exposé

- Ingénierie ; une aventure humaine
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- La société humaine court au suicide
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- Le nouveau nucléaire : EPR – EPR2 – SMR ; fusion ?
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »



Provence

# Exposé



- **Ingénierie ; une aventure humaine**
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- La société humaine court au suicide
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE ; éoliennes = gaz
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- Vers un mix énergétique adapté
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »



Provence

# Exposé



- Ingénierie ; une aventure humaine
- **Ne pas confondre : énergie et puissance**
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- La société humaine court au suicide
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE ; éoliennes = gaz
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- Vers un mix énergétique adapté
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »



Provence

# Ne pas confondre Puissance et Énergie !



**Puissance = Energie / temps ; idem : vitesse = distance / temps**

Energie en **MJ** dans **1 kg** : (1 kWh = 3,6 MJ)

Pétrole : **42** # matières grasses : **38**

Sucre : **17**

TNT : **14,5** par combustion ; **4,2** par détonation

Nitrate d'ammonium (explosion) : **1,5**



Provence

# Qu'est-ce que l'énergie ?



énergie < latin *energia* < grec *enérgeia*  
« force en action »

## Thermodynamique

### 1<sup>er</sup> principe

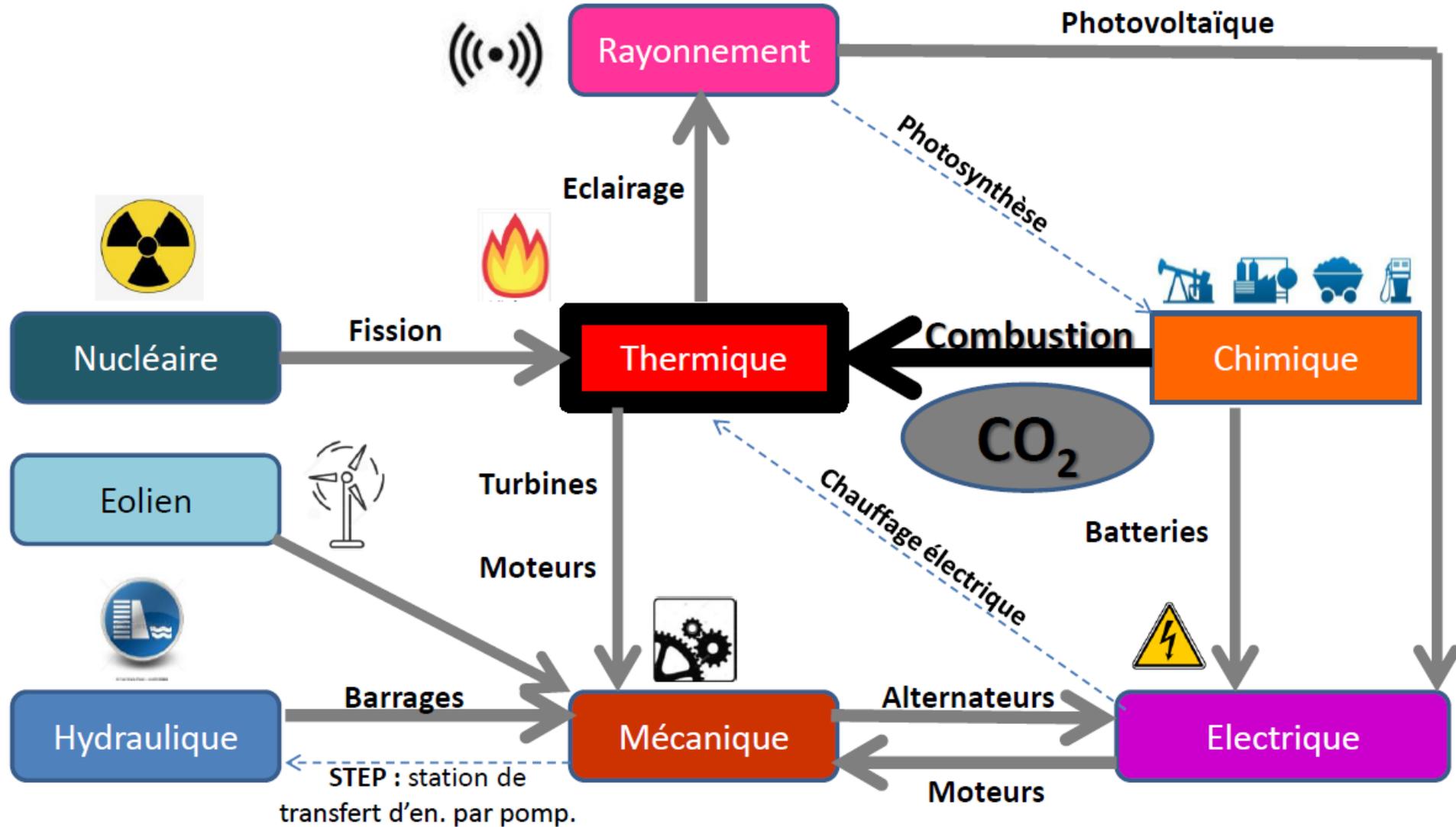
L'énergie ne se « produit » pas,  
**elle se transforme**

(elle change de forme) – Lavoisier

### 2<sup>e</sup> principe

Quand on utilise de l'énergie, on passe d'une énergie sous forme **ordonnée** à une énergie sous forme **désordonnée** : on crée de l'**entropie**.  
Ces transformations sont **irréversibles**.

Provence



# On peut stocker l'électricité ... Très mal – l'électricité est un courant !



Chaleur (cumulus)



Mécanique (barrage hydraulique)



Chimique (pile)

**L'ensemble des barrages français (25 GW) n'alimenterait pas le pays en électricité pendant 2 jours d'hiver !**

Provence

**1 watt = 1 joule/s**

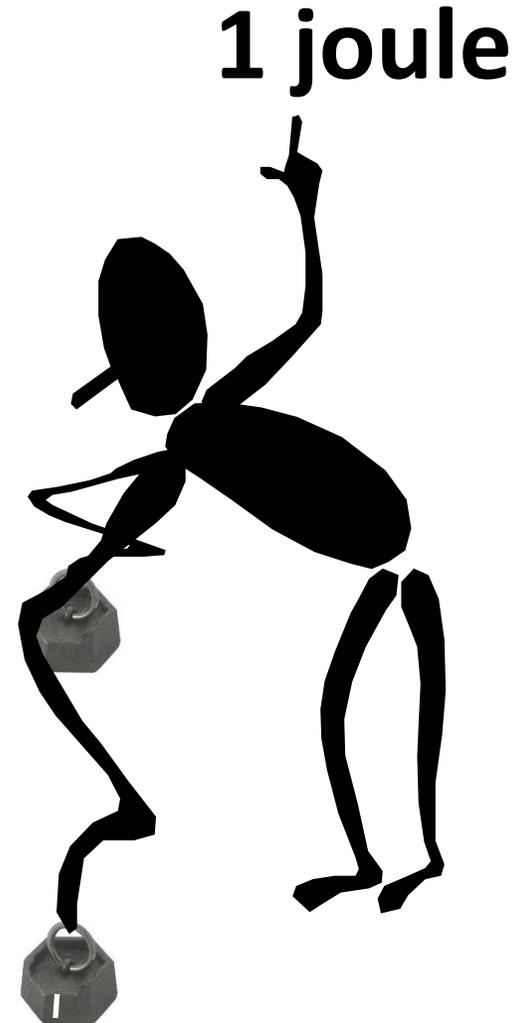
**Idem vitesse – distance (km/h)**

Dans le **Système International**,  
l'énergie se mesure en  
« **joule** » symbole : **J**



**M = 100 g  
(0,1 kg)**

**L = 1 m**



**M = 0,1 kg (100 g)**

**1 kJ = 1000 J**

**1 MJ = 1 million de joules**

# Besoins humains

$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$

$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ} \# 1000 \text{ kcal}$

Par jour # 2,4 kWh

=>

Sur 24 h : P # 100 W

3000 kcal  
3 kWh

2000 kcal  
2 kWh

1400 kcal  
1,4 kWh

Métabolisme du corps humain ~ 60 W  
Il reste ~ 40 W



adolescent  
16-20 ans  
12800



adolescente  
10000



homme adulte  
11000



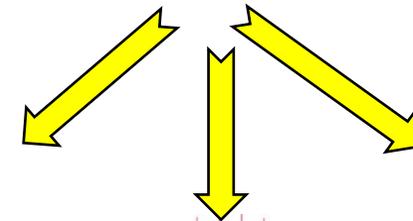
femme adulte  
8400



homme âgé  
8000



femme âgée  
6000



100 W



10 W

# Ordres de grandeur

Monter 4000 m  
(90 kg avec son sac à dos)  
= **1 kWh**



Pelleter 6 m<sup>3</sup> de terre  
d'1 m de haut =  
**0,05 kWh = 1/20 kWh**



**1 kWh = 1 camion 10 tonnes à 100 km/h**

**= 1 tonne d'eau tombant de 400 m**

**1 kWh, c'est beaucoup d'énergie, et pourtant ça ne coûte que 15 c€**

# Difficile de faire mieux que le pétrole !



**10 kWh**

**= chute de 4 tonnes d'eau  
d'une hauteur de 1000 m**

**1 L d'huile  
minérale ou végétale**



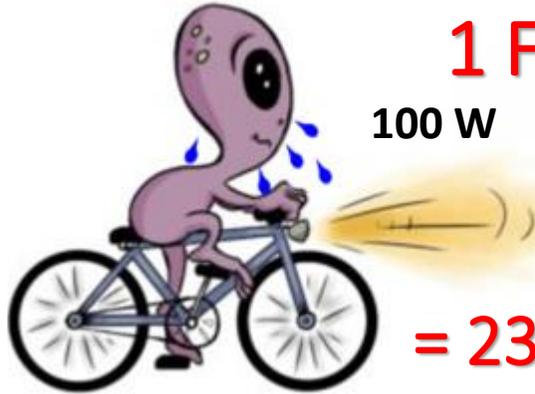
**Barrage de Grand'Maison (Isère)  
Hauteur de chute = 950 m**



**1 plein avec de l'agrocarburant  
= nourriture d'une personne pendant 1 an**

# Nous sommes riches en énergie !

1 Français(e) = 2 tep/an



100 W

= 23 esclaves qui pédalent  
24h/24



500 W



1000 à 3000 W

↔ 30



100 MW

↔

10 000 000 x



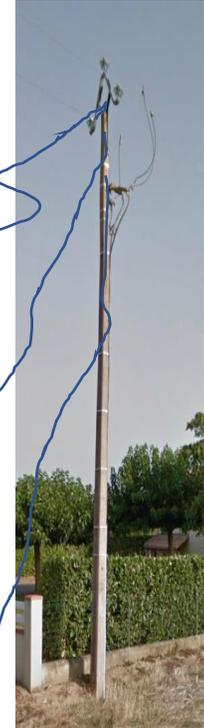
10 kW à 300 kW

↔ 100 à 3 000 x



3000 W

TORNADO	
Type: VC-TC3501S-4	Model: TOT3520
Product number: 900 083 939	
Serial number: 14940677	
1300W nom	1500W max
230V 50Hz	
Made in P.R.C.	





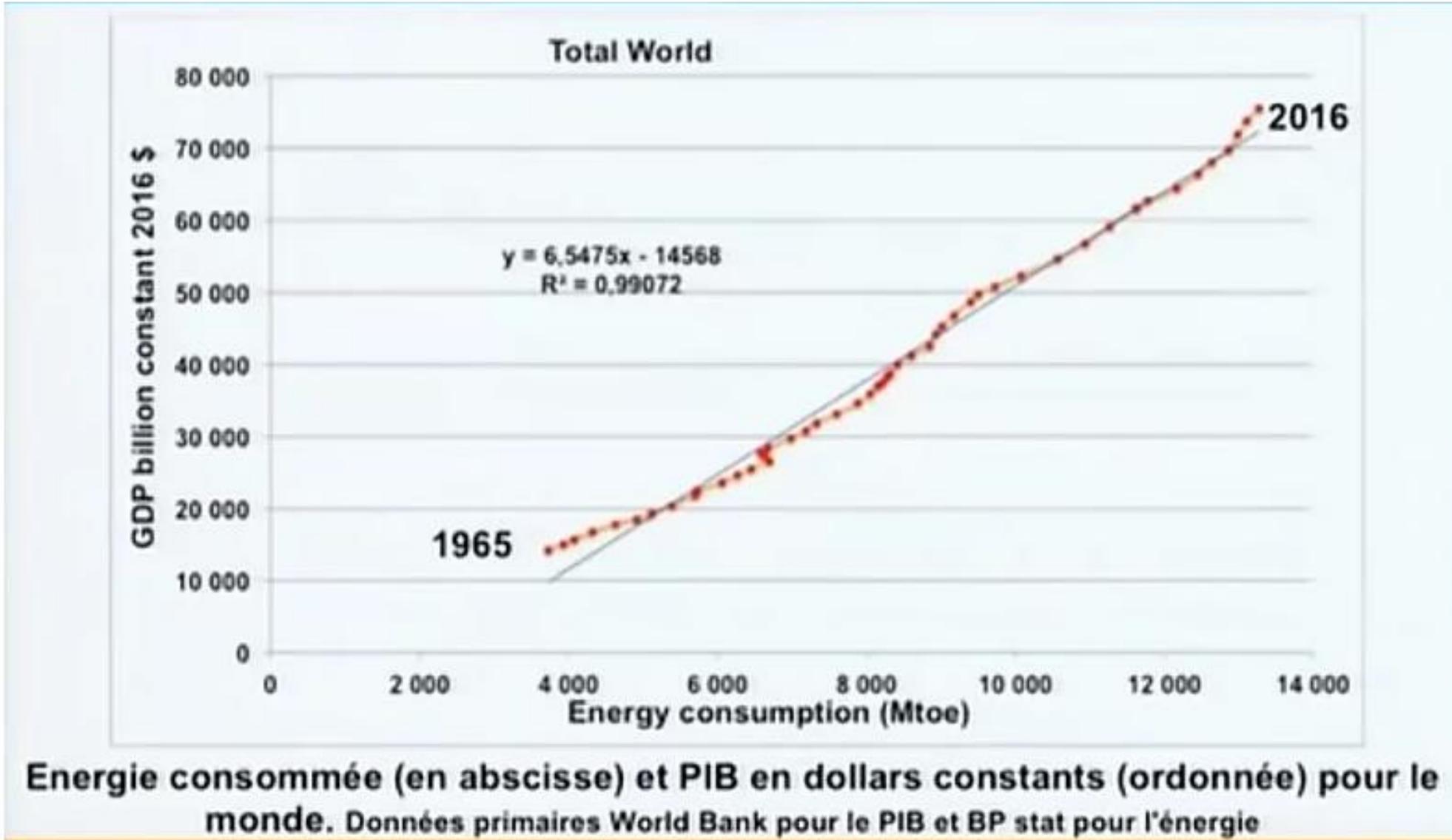
Provence



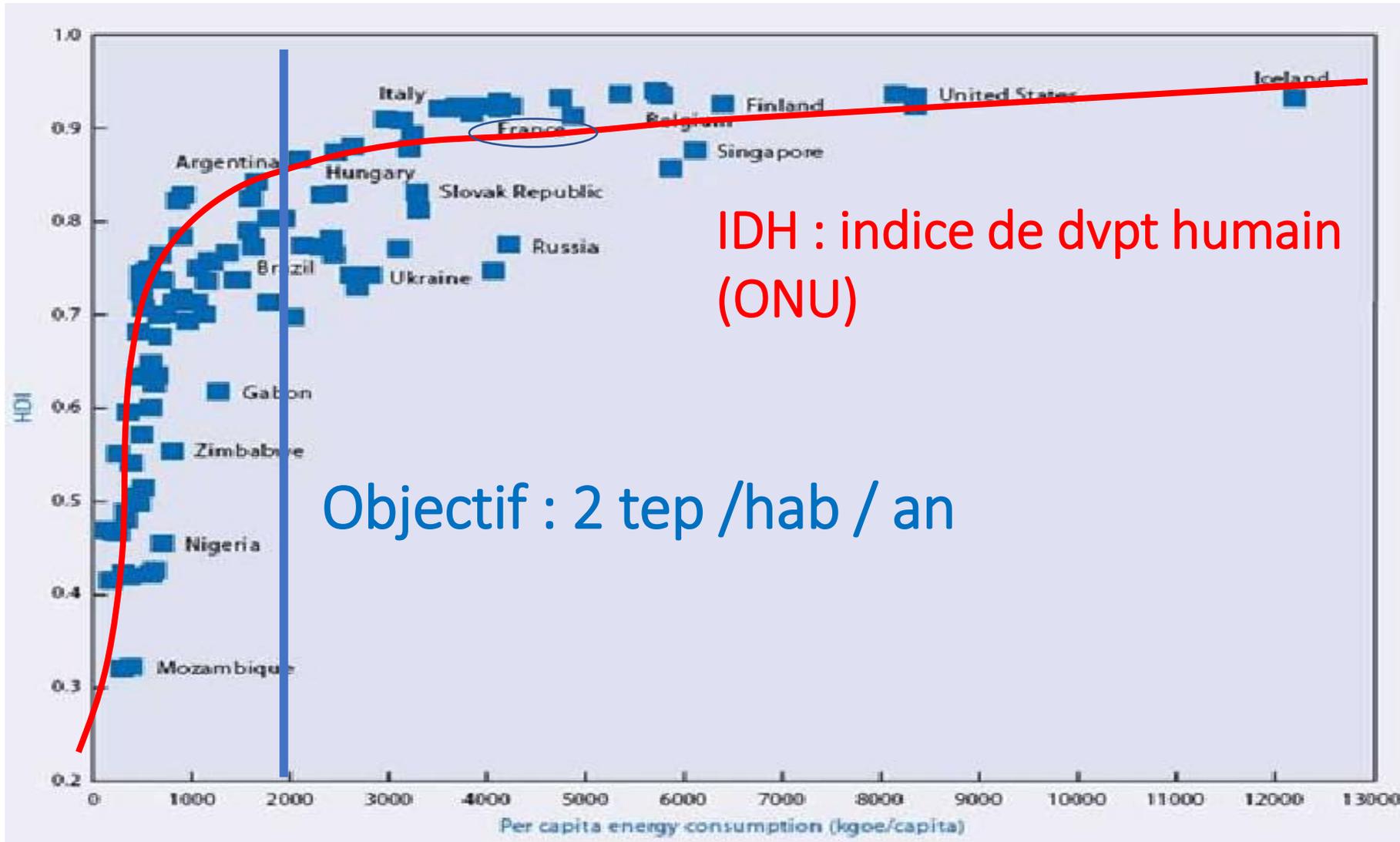
# Exposé

- Ingénierie ; une aventure humaine
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- **Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?**
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- La société humaine court au suicide
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- Le nouveau nucléaire : EPR – EPR2 – SMR ; fusion ?
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »

# PIB et consommation d'énergie sont liés (J-M Jancovici)



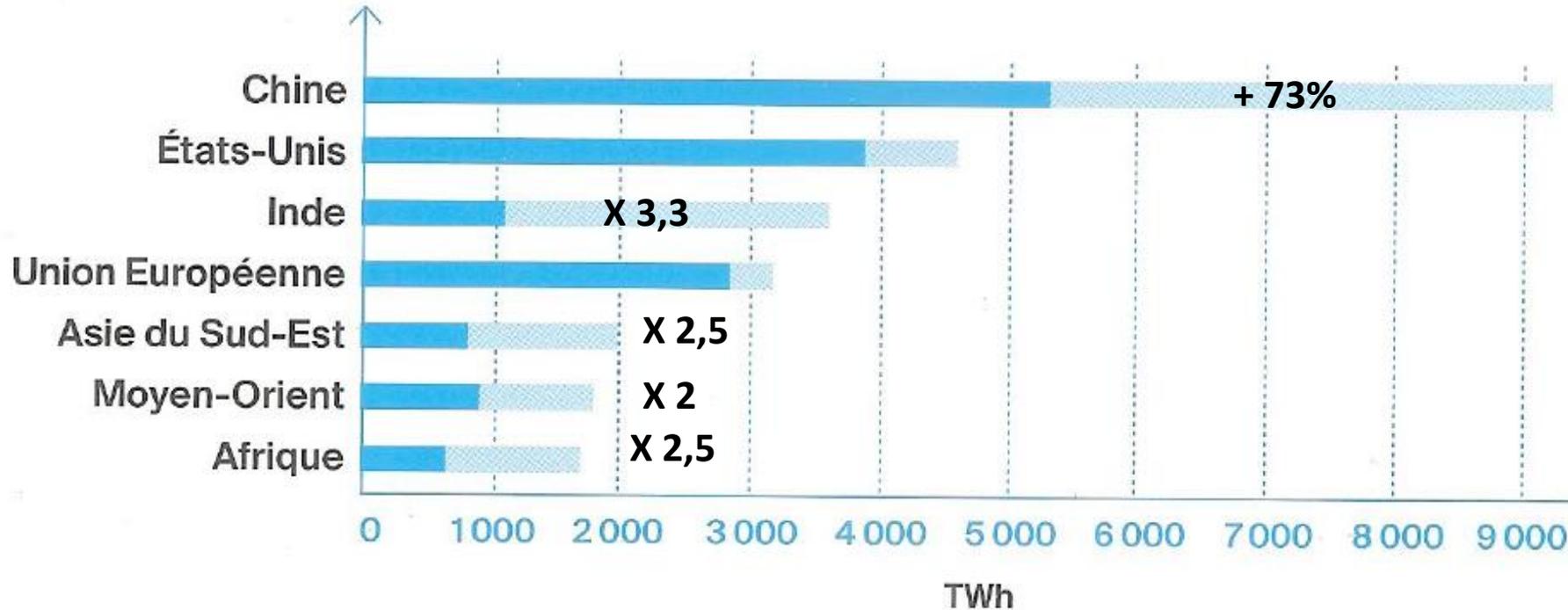
# L'énergie est nécessaire au dvpt humain



IDH : indice de dvpt humain (ONU)

Objectif : 2 tep /hab / an

# Augmentation de la demande d'électricité (2040)



**Total : 15.500 TWh** => **26.000 TWh (+ 67%)**  
 soit l'équivalent de **1000 EPR**

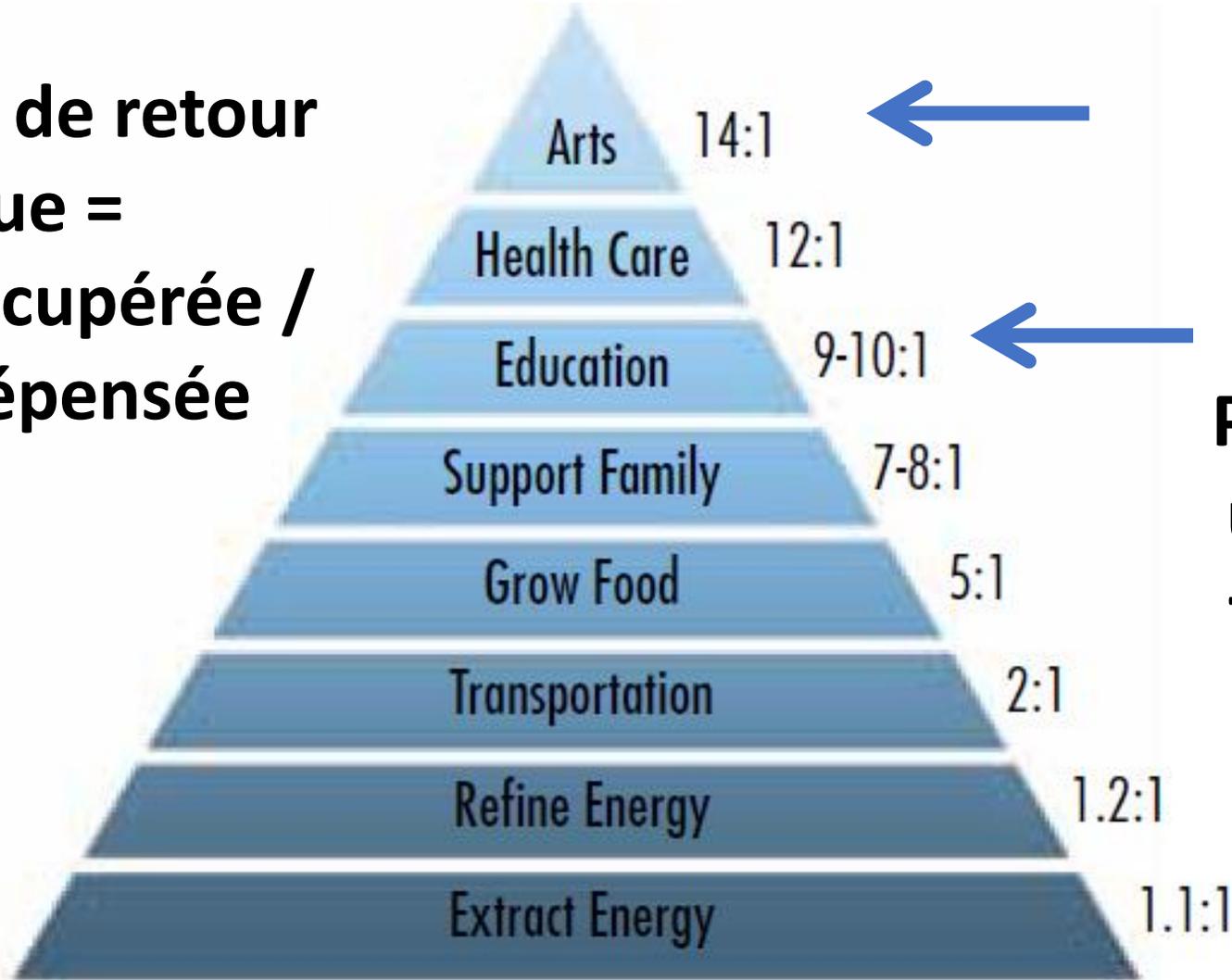
**Demande en électricité par région**

Source : World Energy Outlook 2017, AIE

- 2015
- Augmentation d'ici 2040

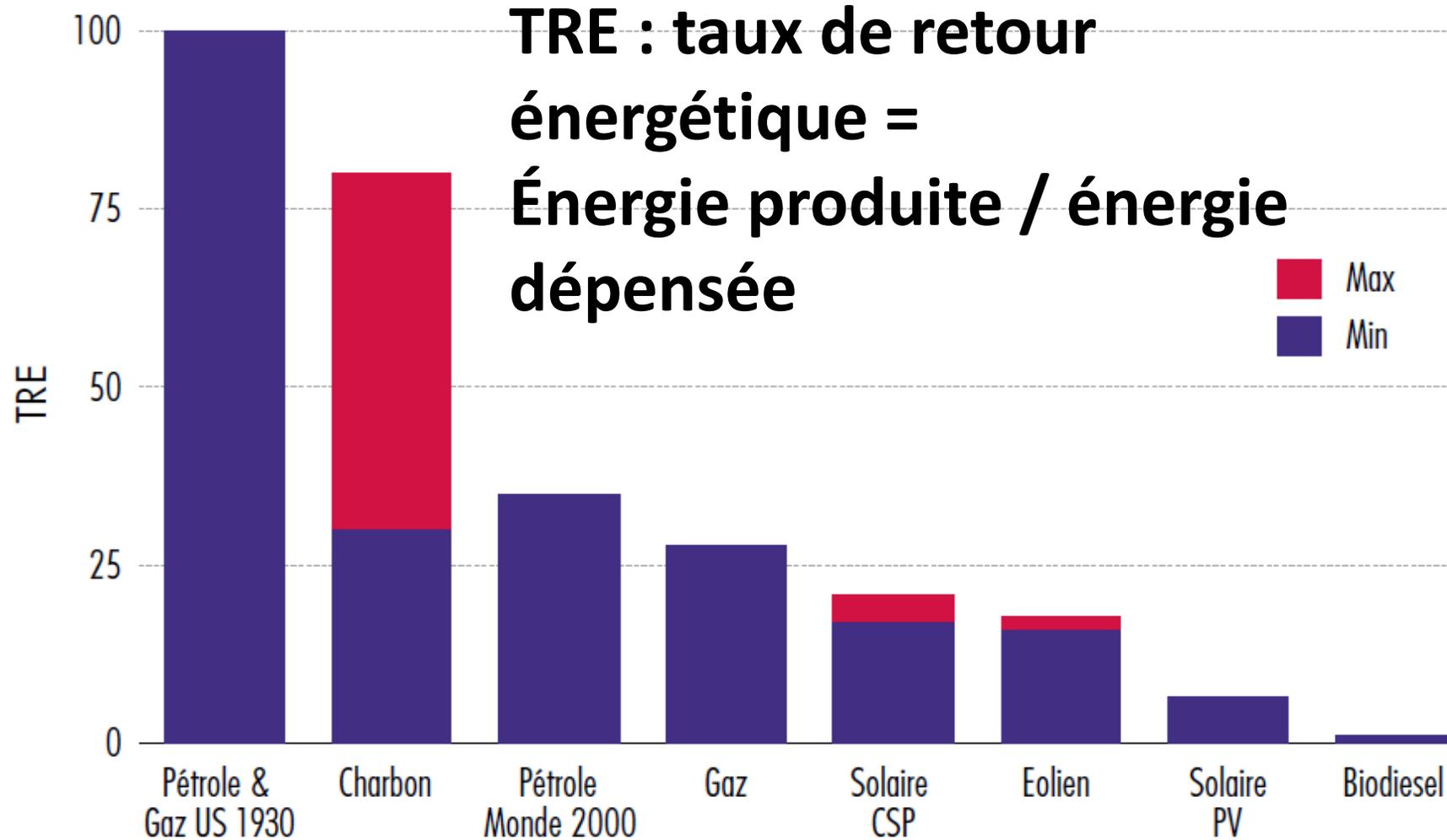
# Besoins / TRE

**TRE : taux de retour  
énergétique =  
Énergie récupérée /  
énergie dépensée**



**Pour satisfaire  
un échelon, il  
faut que tous  
les échelons  
inférieurs  
soient  
satisfaits.**

# Faut pas rêver ...



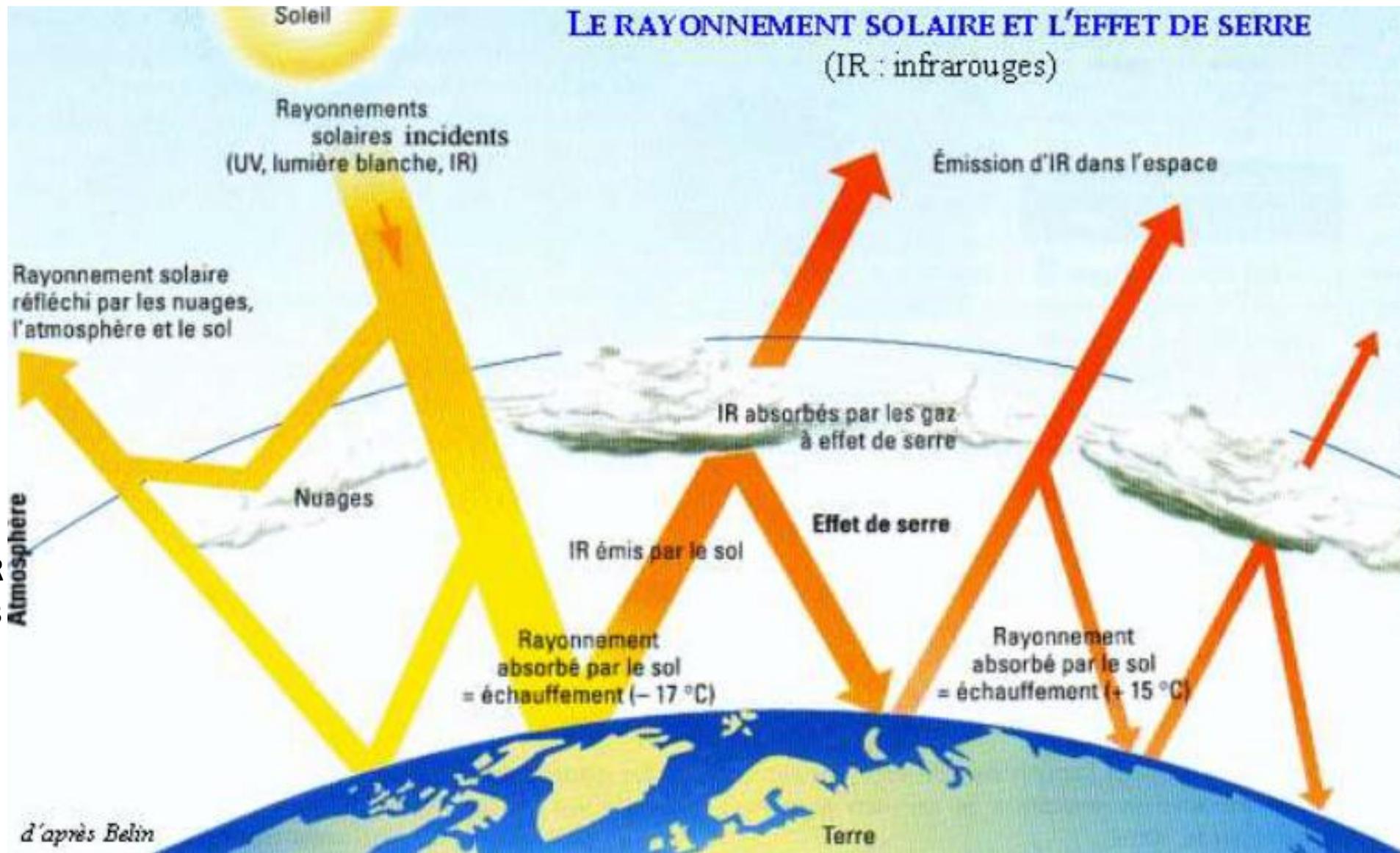


Provence



# Exposé

- Ingénierie ; une aventure humaine
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- **Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution**
- La société humaine court au suicide
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- Le nouveau nucléaire : EPR – EPR2 – SMR ; fusion ?
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »

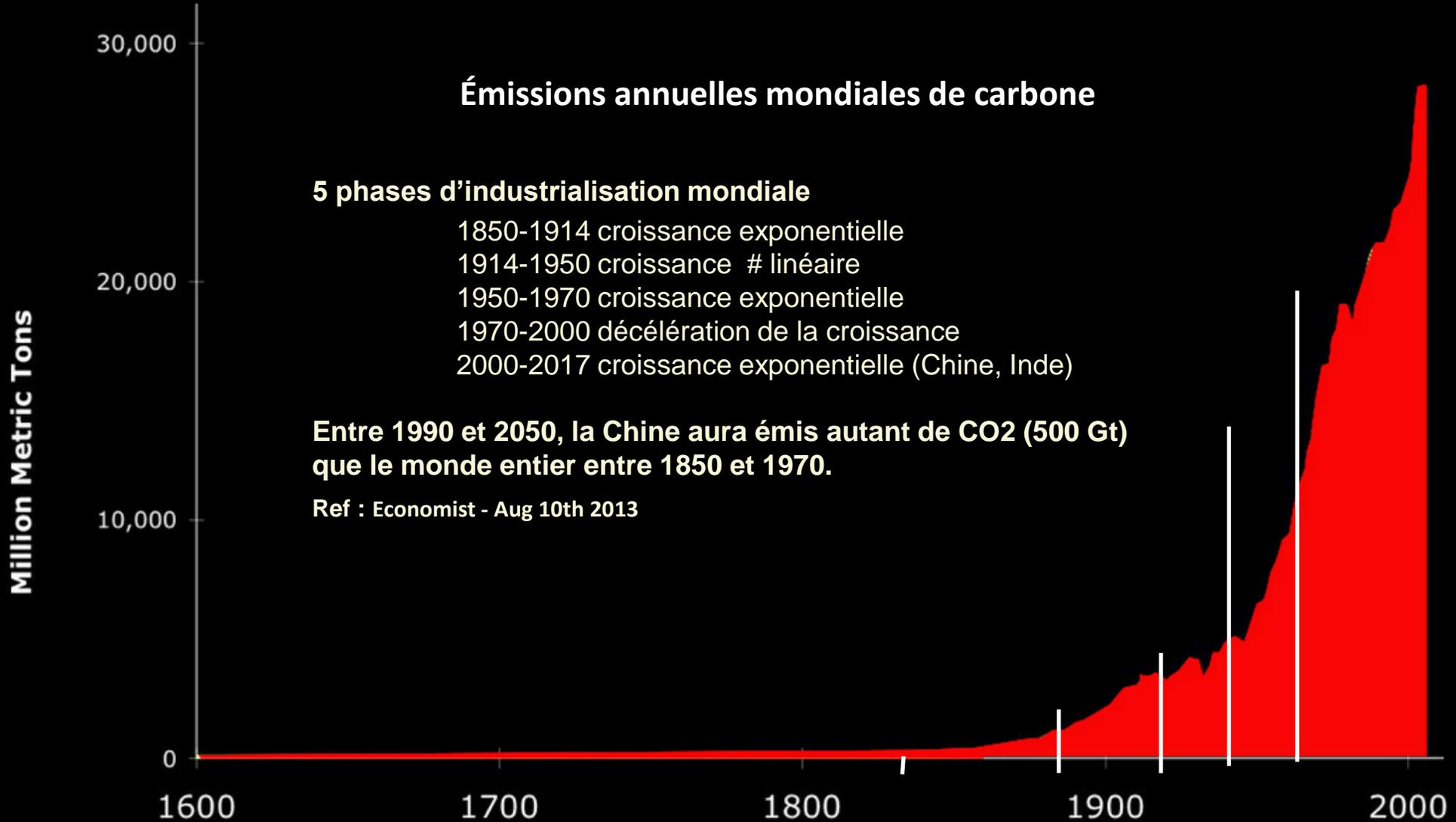


interaction du rayonnement IR avec les liaisons chimiques des molécules

- H2O 60 %
- CO2: 26 %
- O3 : 8 %
- CH4, N2O: 6 %

[http://www.energethique.com/file/ARCEA/Argumentaire/Fiche\\_N\\_14\\_Effet\\_de\\_serre.pdf](http://www.energethique.com/file/ARCEA/Argumentaire/Fiche_N_14_Effet_de_serre.pdf)

# Total World Carbon Emissions

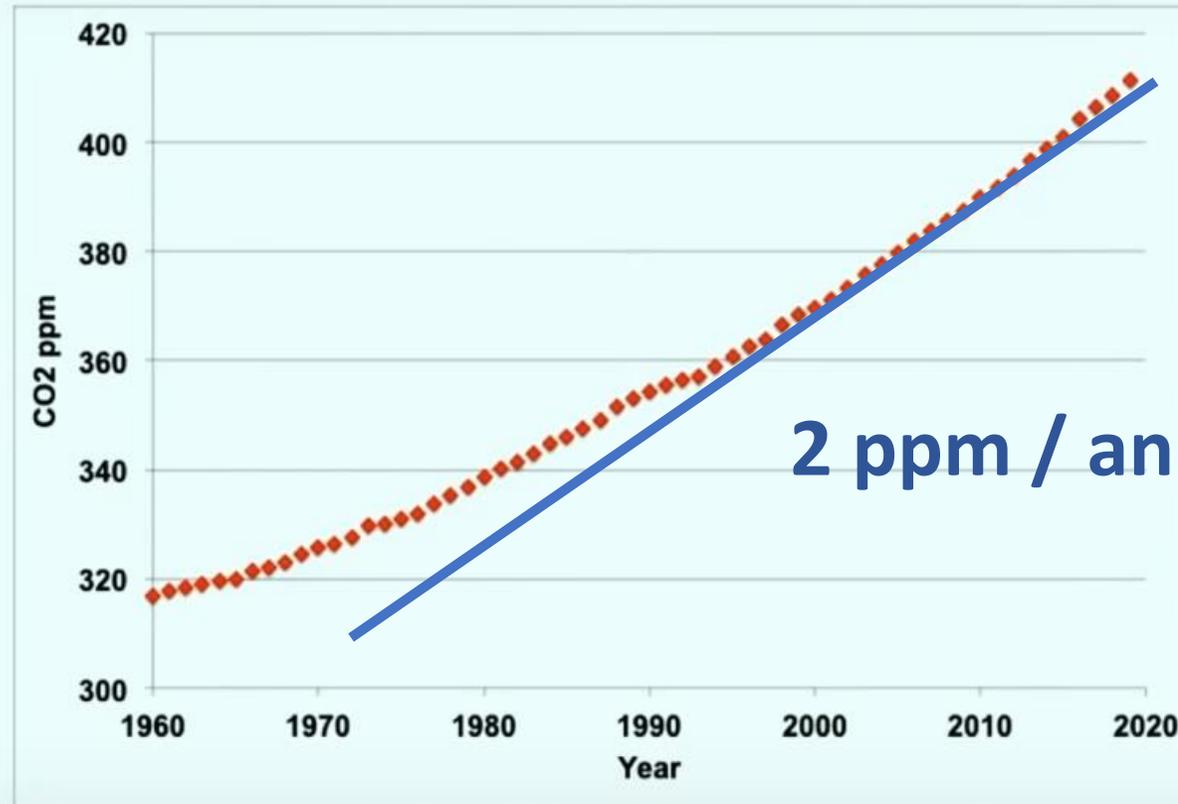




Provence

# Climat: Le nouveau défi des ingénieurs

## Tu causes, tu causes...



Concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> depuis 1959. Données NOAA ESRL.

carbone 4 [www.jancovici.com](http://www.jancovici.com) THE SHIFT PROJECT

2:12 / 2:00:56

# Ne pas confondre : CO2 et pollution !

**Centrale au charbon**  
1000 MW ; 6600 h/a

**1,5 kt poussières**  
**5 000 kt CO<sub>2</sub>**  
**40 kt SO<sub>2</sub>**  
**20 kt NO<sub>x</sub>**

**Gaz : le transport en gazoduc consomme 15% de l'énergie et donne lieu à des fuites de méthane**

## Rejet en CO<sub>2</sub>

Comparaison pour une quantité donnée d'électricité :

Gaz	450g - 650g
Charbon	900g - 1200g
Pétrole	700g - 800g
Nucléaire	40g

*Combustibles fossiles : plus il y a d'hydrogène, moins il y a d'émission de CO<sub>2</sub>*

Emission annuelle en CO<sub>2</sub> par habitant (tonnes):

USA	5,2 tonnes
GB	3,0
France	1,8
RFA	3,2
Japon	2,1

吳

Centrale de Chooz

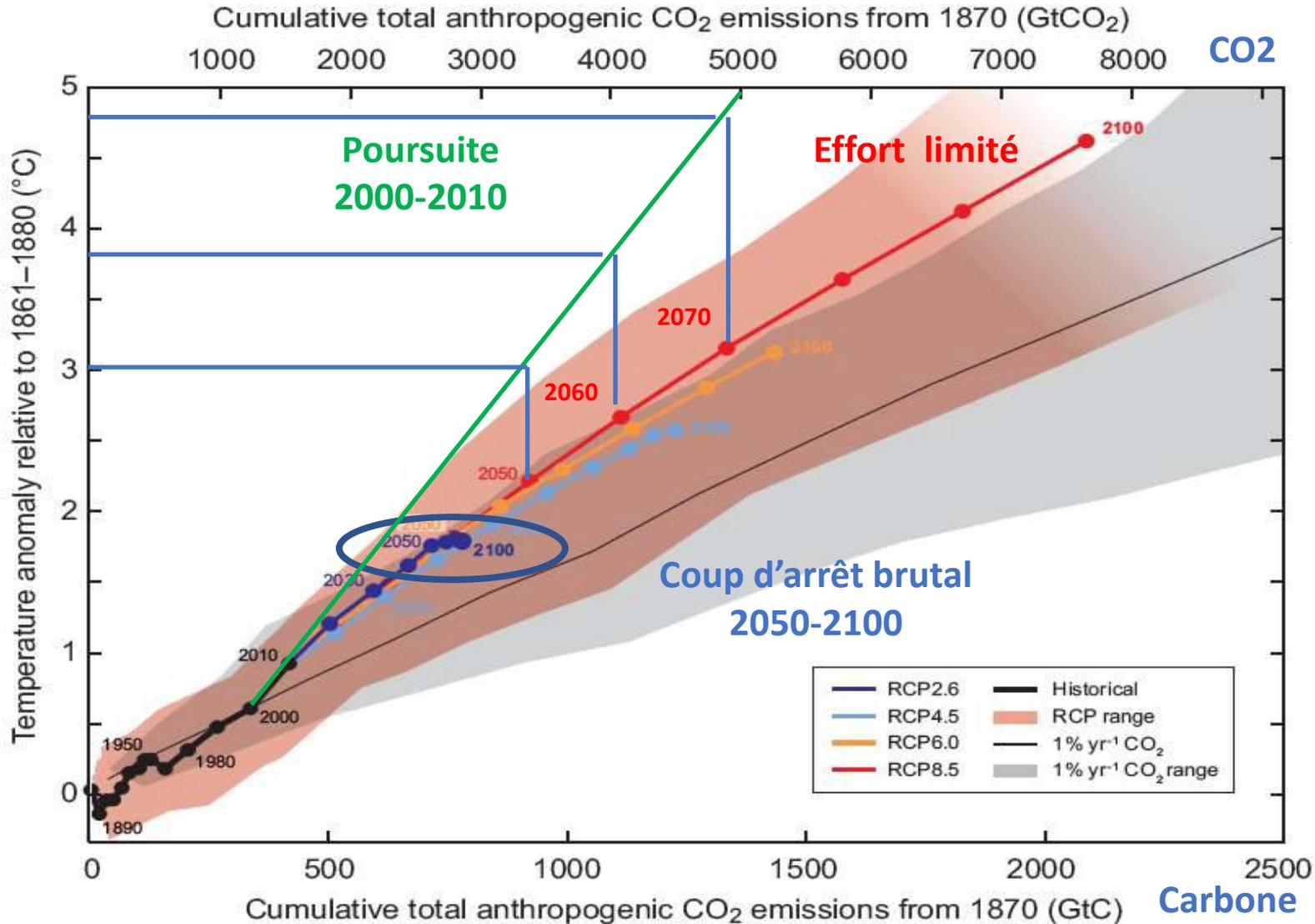
L'atome de la recherche à l'industrie



Centrale de Porcheville



# Impact CO<sub>2</sub> / T-globe

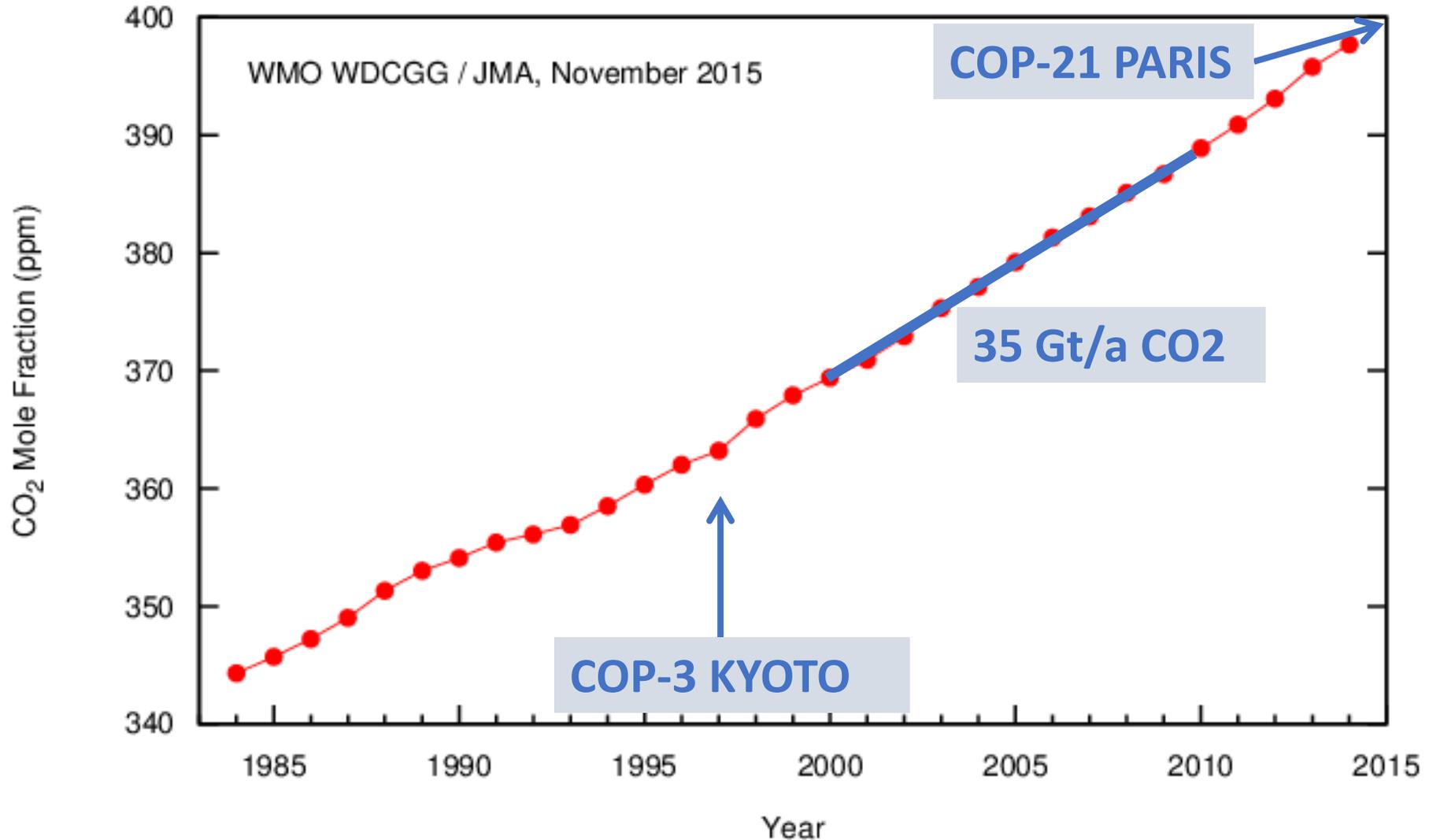


# Exposé

- Ingénierie ; une aventure humaine
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- **La société humaine court au suicide**
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- Le nouveau nucléaire : EPR – EPR2 – SMR ; fusion ?
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »

# Les COPs n'y font rien !

Global Mean CO<sub>2</sub> Mole Fraction



# Impact de 5°C sur le climat

## L'Europe aujourd'hui

Fonte du pergélisol = bactéries + virus ?

## L'Europe avec $T_{\text{globe}} - 5^{\circ}\text{C}$ – 20.000 ans

Present Potential Vegetation



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



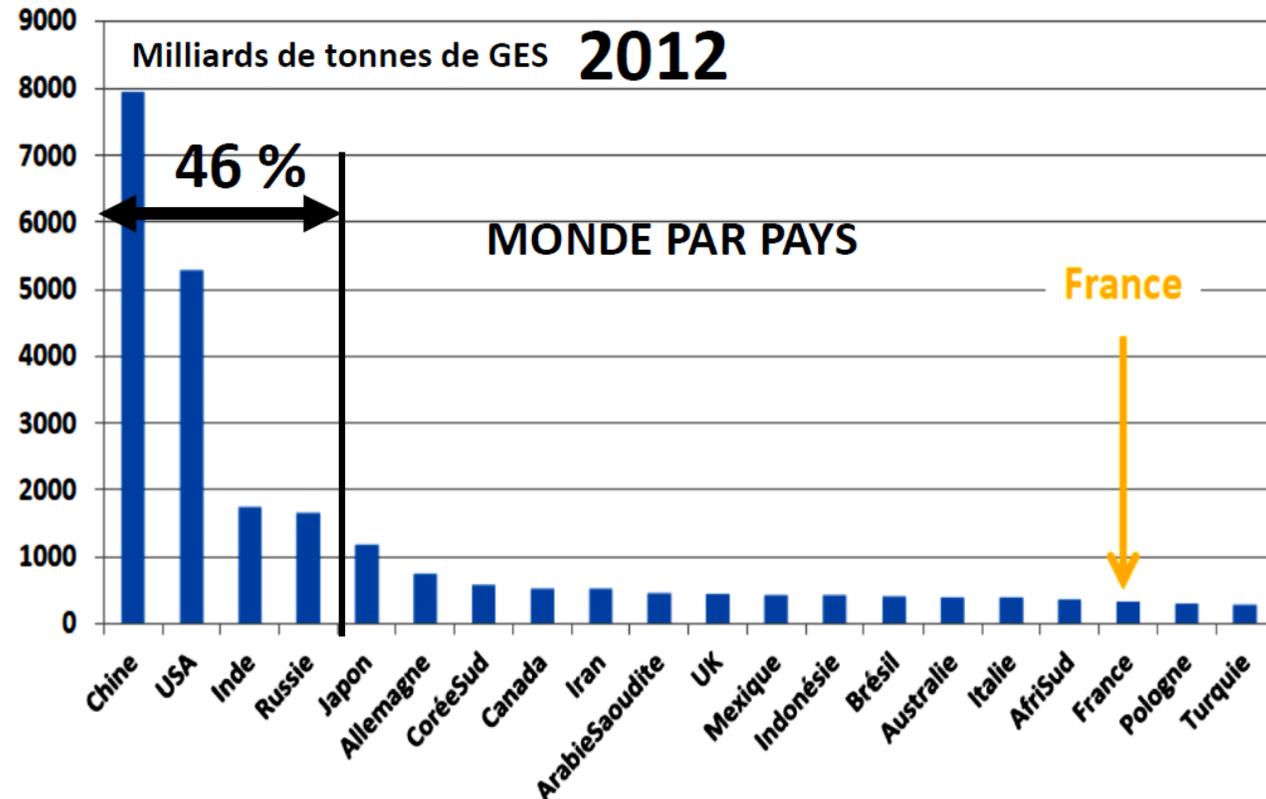
# L'Europe ni la France n'y pourront rien !

La France est un des pays les plus performants de l'OCDE du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>

Sans progrès des USA, de la Chine, de l'Inde et de la Russie tout effort sera vain

France 1% du monde  
et 10% de l'Europe

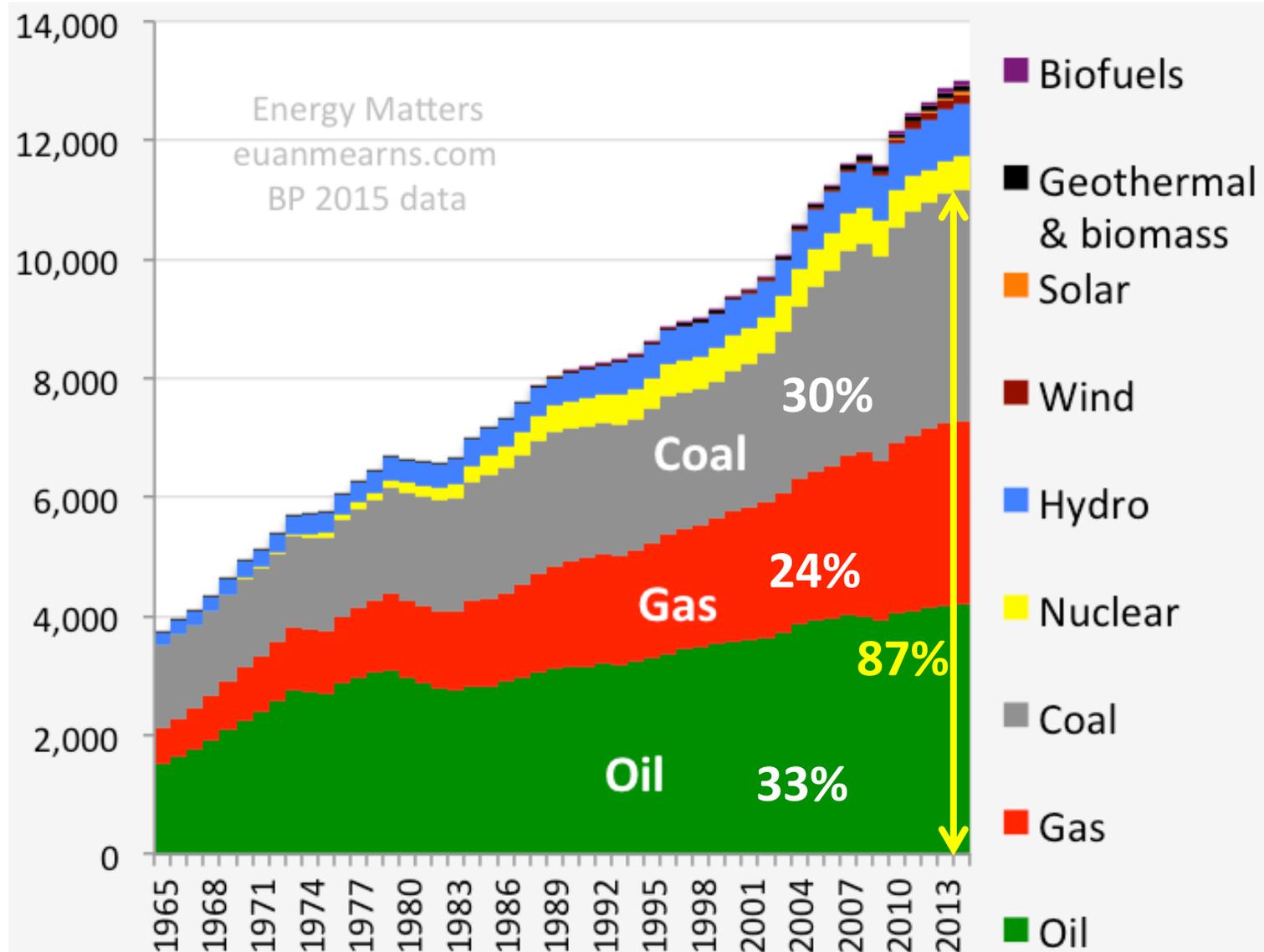
L'impact de son  
ambition sera limitée





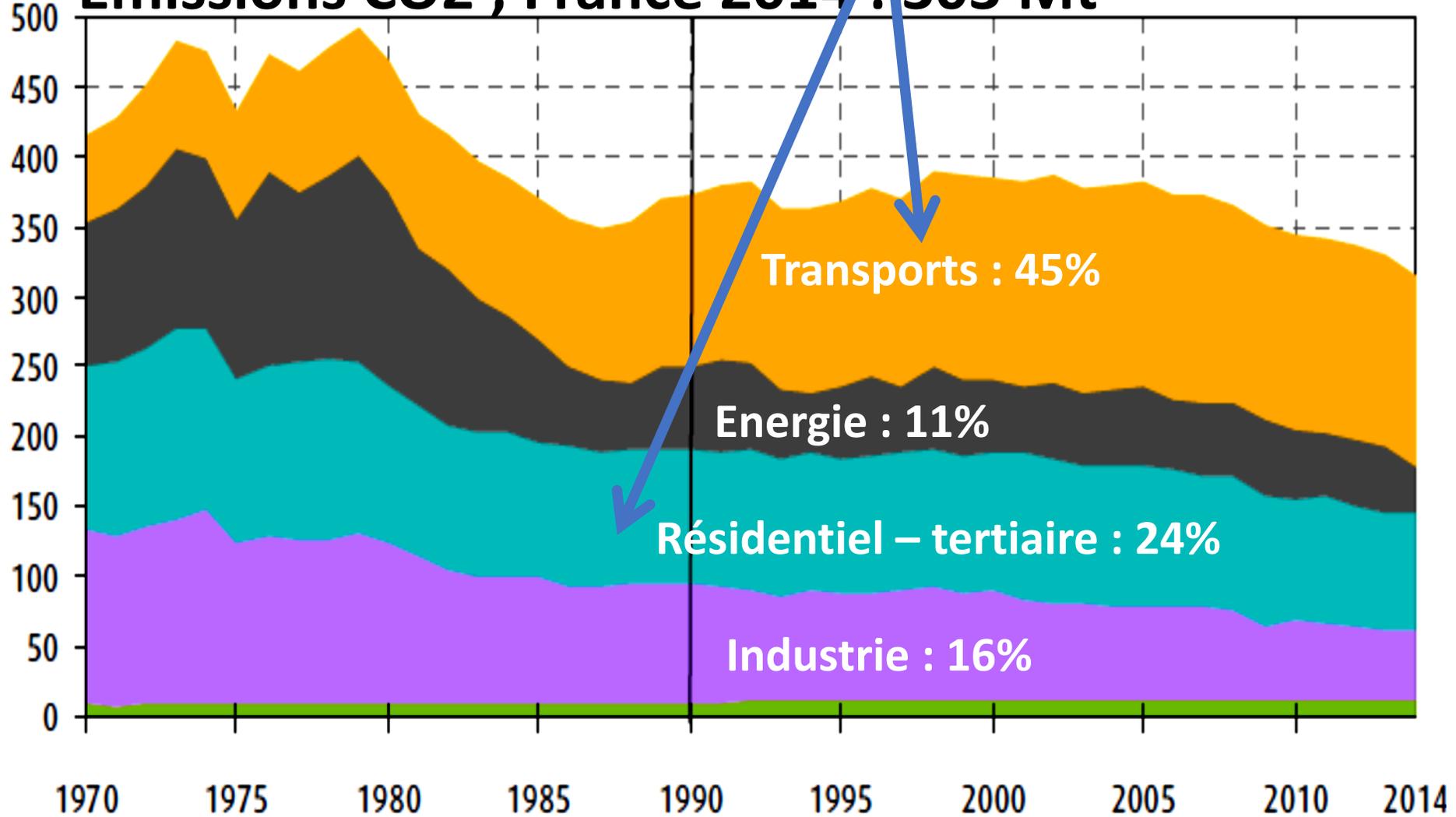
Provence

# Consommation mondiale d'énergie primaire

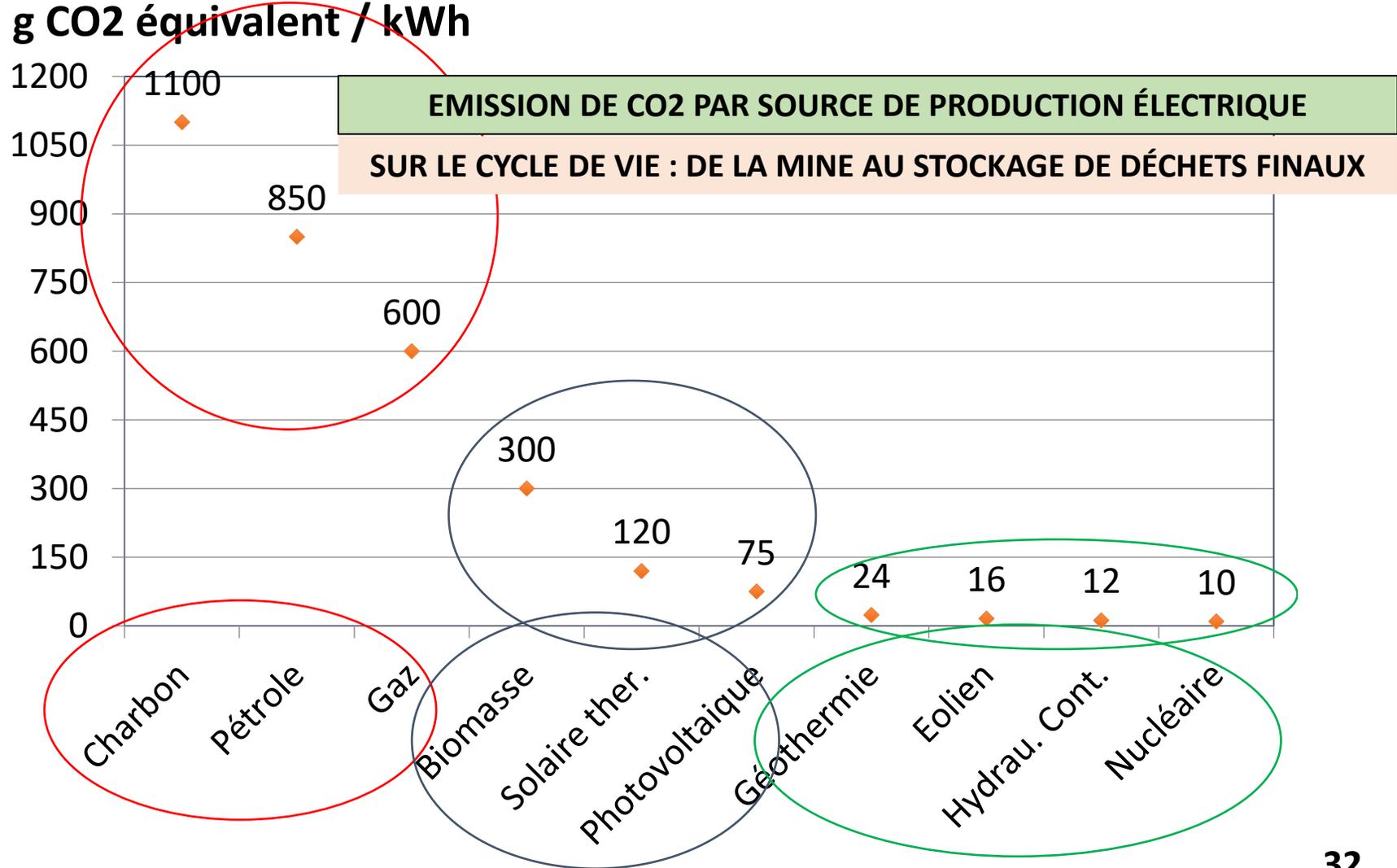


# Quelles priorités pour la France ?

## Emissions CO2 ; France 2014 : 303 Mt



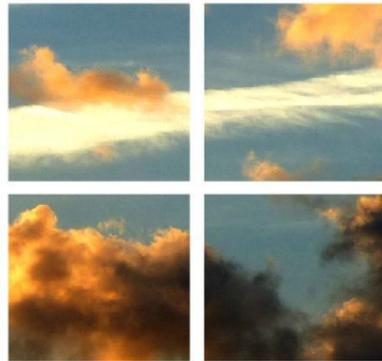
# Quelles solutions ?



Jean Poitou

# Climat

la réalité  
tout simplement



Sauvons le climat

Le climat de la Terre est en train d'évoluer. S'agit-il d'une conséquence des actions de l'homme comme en est convaincue la quasi-totalité de la communauté scientifique du climat. Comment s'y retrouver ? Qu'est-ce qui est vrai, qu'est-ce qui est faux ? Quelle part de vérité est à la base de ces affirmations ?

L'idée de ce livre c'est de donner directement les réponses aux questions que les uns ou les autres peuvent se poser.

**Quelques notions sur le fonctionnement du climat**

**I - La machine climatique**

I-A Le rôle du soleil et des paramètres astronomiques de la Terre

I-B L'effet de serre

I-C Les rétroactions

I-D Le CO<sub>2</sub>

I-E La température moyenne globale

**II – Le climat du passé au présent**

II-A Les Climats du passé et le CO<sub>2</sub>

II-B Le réchauffement actuel

II-C Les effets du réchauffement

II-D Les glaciers

II-E Les océans

II-F La réaction de la biosphère

**III - Action de l'homme**

III-A Les modèles numériques de climat

III-B Le GIEC

III-C Le « lobby réchauffiste »

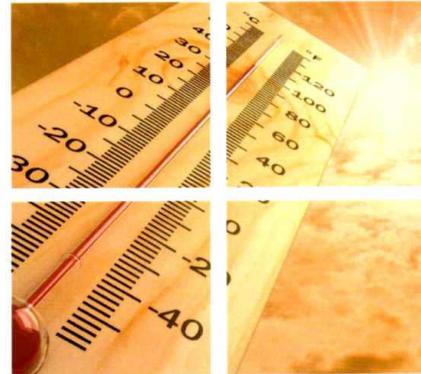
III-D La géo-ingénierie



Provence

# Réchauffement climatique

## Bonnes questions & vraies réponses



Sauvons le climat

**Un cadeau utile pour Noël**

<https://livre.fnac.com/a13697692/Collectif-Rechauffement-climatique>

les unpertinents

les unpertinents

ISBN : 979-10-97108-20-0



9 791097 174200

10 €

sauvonsleclimat.org



La terre s'échauffe, elle n'en peut plus et ne va pas tarder à nous chasser. De tels propos, souvent suivis d'exemples saisissants, abondent. Le monde commencerait-il à trembler sur ses bases?

Si vous posez autour de vous des questions portant sur les moyens dont nous disposons pour lutter contre le réchauffement climatique, les images qui seront invoquées seront celles des éoliennes, des panneaux photovoltaïques, des voitures électriques auxquelles s'ajoutera sans doute la mention de quelques consommations jugées abusives!

Certains ajouteront le rôle du charbon, du pétrole ou, plus rarement, celui du gaz, tout en ignorant que l'usage de ces « carburants » est à lui seul à l'origine de 85 % des émissions mondiales de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) ce qui en fait les vrais responsables du réchauffement de la planète.

La menace climatique relève donc d'une problématique parfaitement circonscrite, face à laquelle nous ne sommes pas aussi démunis que d'aucuns voudraient le laisser croire.

De multiples contre-vérités sont propagées par de puissants intérêts financiers ou idéologiques qui s'emploient à masquer cette réalité. Ce livret ambitionne de fournir des points de repère permettant de démêler le vrai du faux, de positionner les mesures les plus urgentes à engager.

*De nombreux scientifiques et spécialistes de haut niveau, provenant d'horizons très variés ont participé à la réalisation de cet ouvrage dont l'une des originalités est d'être directement, rubrique par rubrique, relié à des développements complémentaires sur Internet.*





Provence



# Exposé

- Ingénierie ; une aventure humaine
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- La société humaine court au suicide
- **100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE ; éoliennes = gaz**
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- Vers un mix énergétique adapté
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »

# D'où vient l'énergie ?

## L'énergie vient de l'univers

### Le Soleil

- Effet thermique

vent, courants,  
cycle de l'eau

- rayonnement

photosynthèse

photovoltaïque

### La Lune

- Marées

Courants de  
marée

### La Terre

- Radioactivité

(uranium,  
thorium)

il y a quelques  
centaines de  
millions d'années



Le pétrole, gaz,  
charbon  
d'aujourd'hui

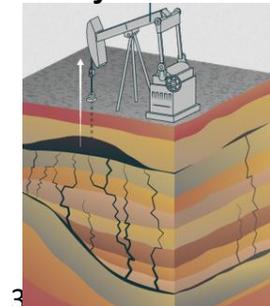
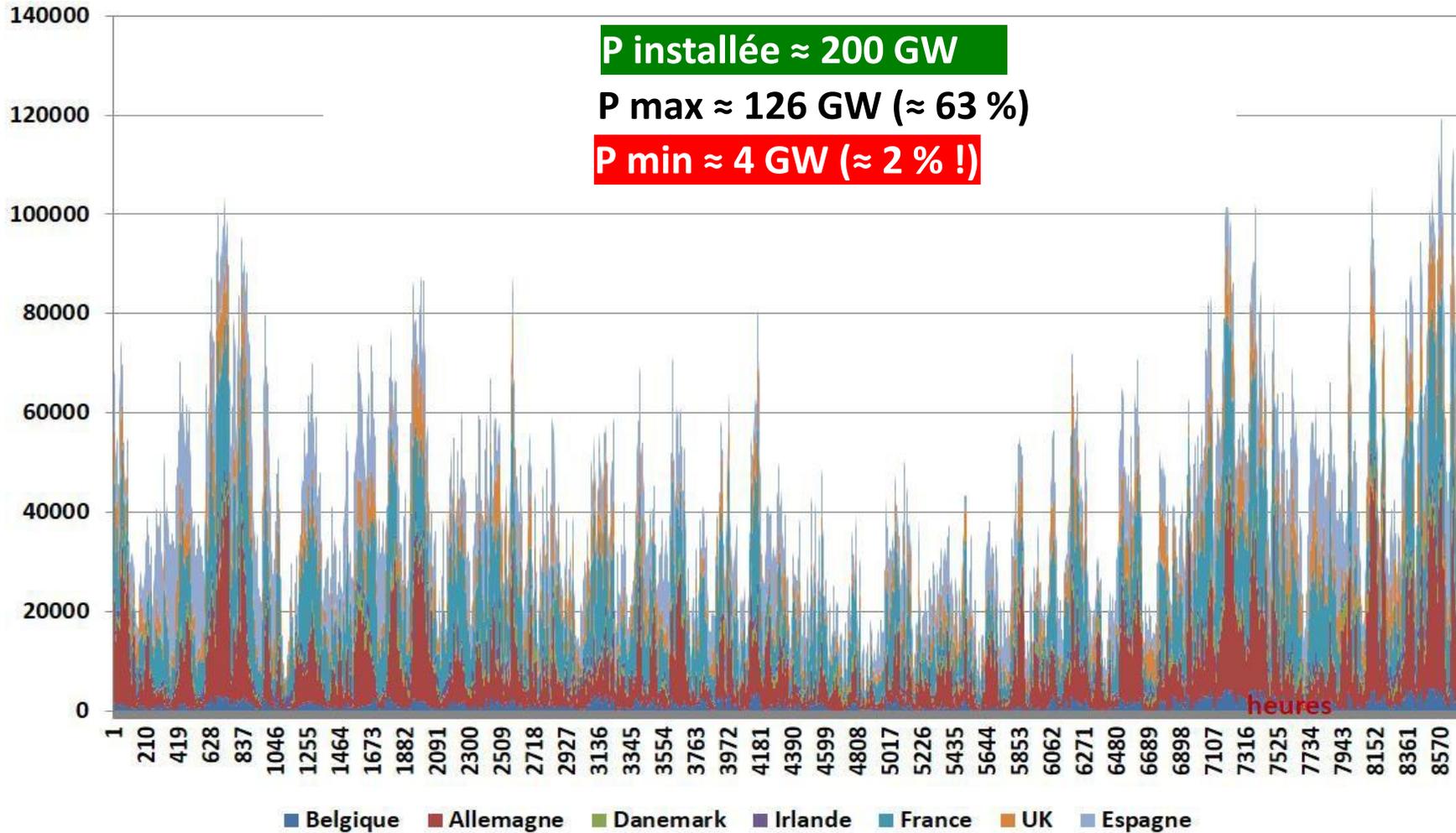


Diagramme  
heure par  
heure sur  
une année

« Intermittence et foisonnement des énergies renouvelables »

(Hubert FLOCARD ; Jean-Pierre PERVÈS ; Jean-Paul HULOT – Techniques de l'ingénieur)



Puissance éolienne cumulée des 7 pays européens les plus équipés (extrapolation vers 2030)

# Coefficient de production (électricité produite / puissance installée)

Besoin : 583 TWh en 2050 soit # 45 EPR

**EPR** 90% pilotable - 1650 MW

**Éolien** 23 % à terre - 3 MW

35 % en mer – 6 MW

**Solaire** : 12% au nord ; 17% au sud

**production  
annuelle**

**13 TWh**

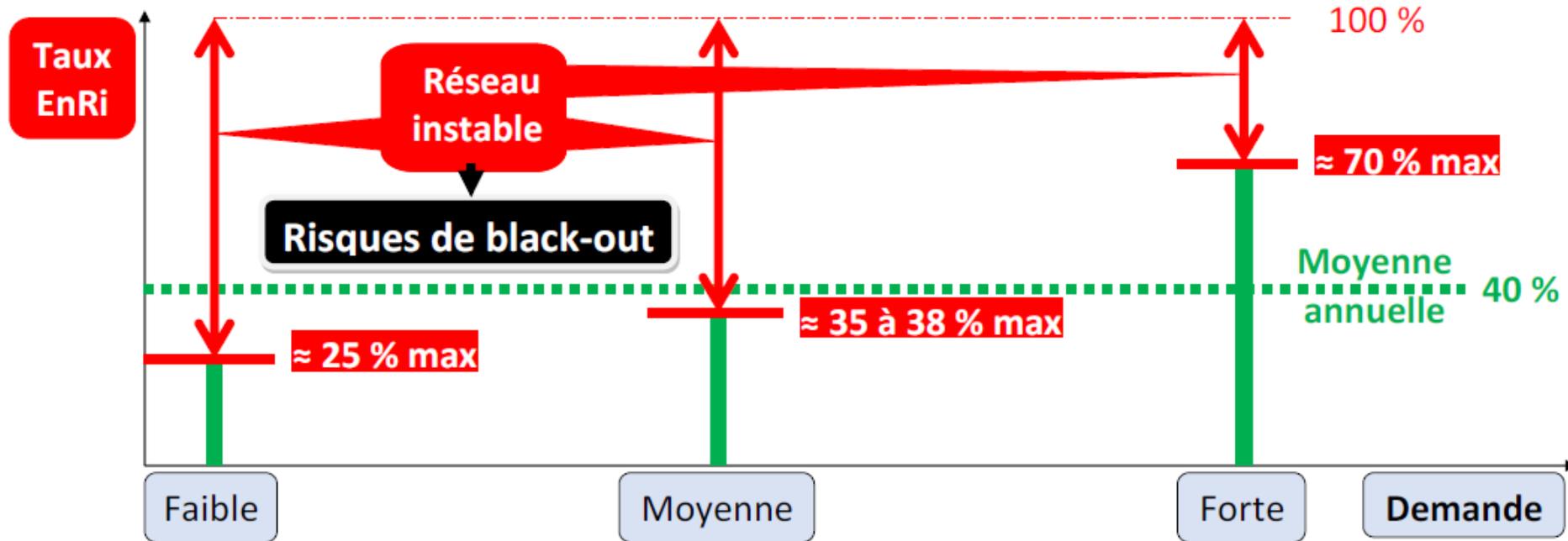
= 2000 éol

= 700 éol

= 40 à 60 km<sup>2</sup> PV

# Etude EDF incorporation des EnRi

G. Sapy - <https://www.arcea-cad.fr/uploaded/jusqu-oa-insa-rer-enri-pm-v3gs.pdf>



➔ Démarrage PRÉVENTIF de moyens pilotables pour stabiliser le réseau en « ZONE ROUGE »

➔ STOCKAGE et/ou ÉCRÊTAGE des EnRi en surplus

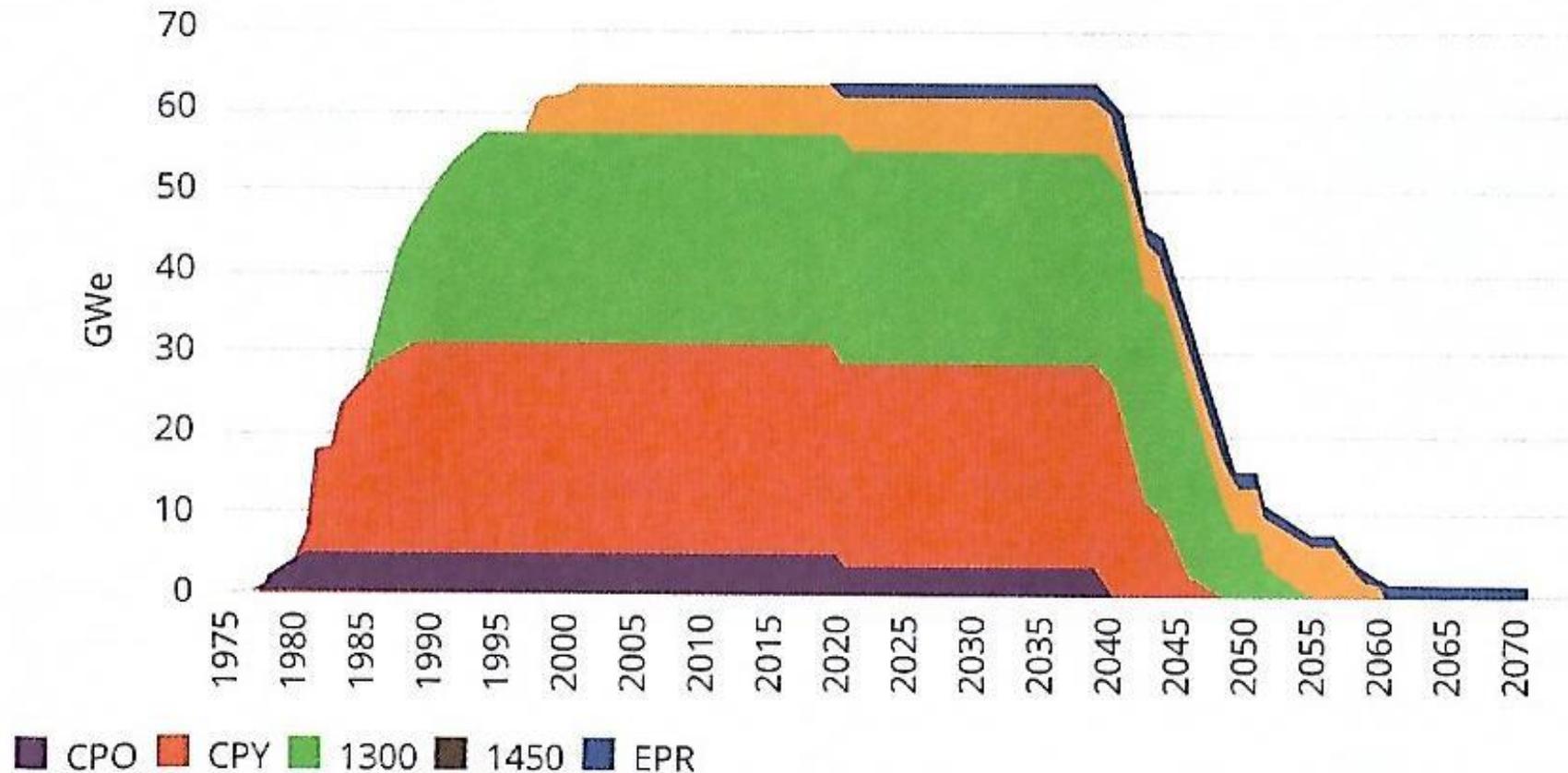
Les contraintes d'équilibre des réseaux LIMITENT le taux d'insertion instantané des EnRi  
 ➔ Moyenne de 80 % nécessaire pour atteindre 100 % de renouvelables : hors de portée...

# La configuration du Danemark est exceptionnelle

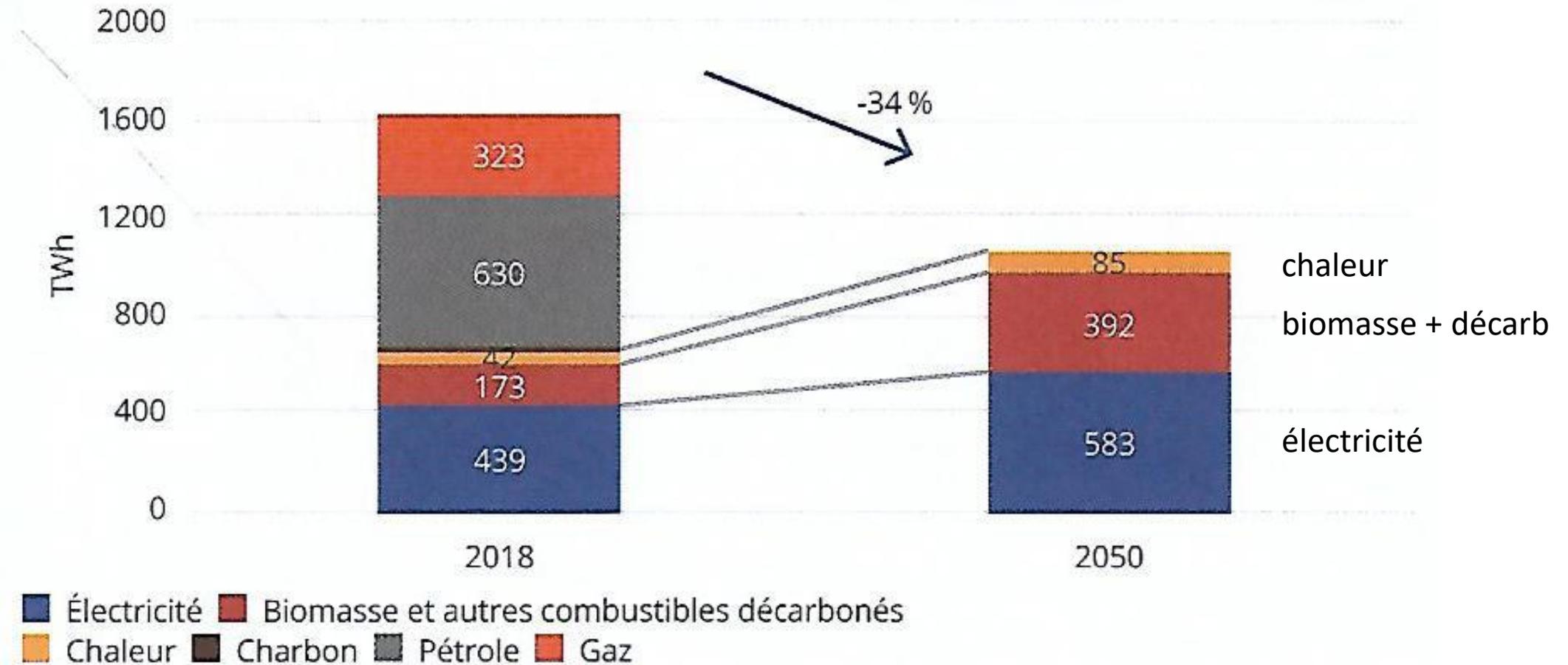
**Danemark : 5,8 M hab**  
**Suède : hydro (+nuc)**  
**Norvège : 150 TWh hydro**



Graphique 3 - Évolution du parc nucléaire français avec une hypothèse de durée de fonctionnement à 60 ans (Source : SFEN)

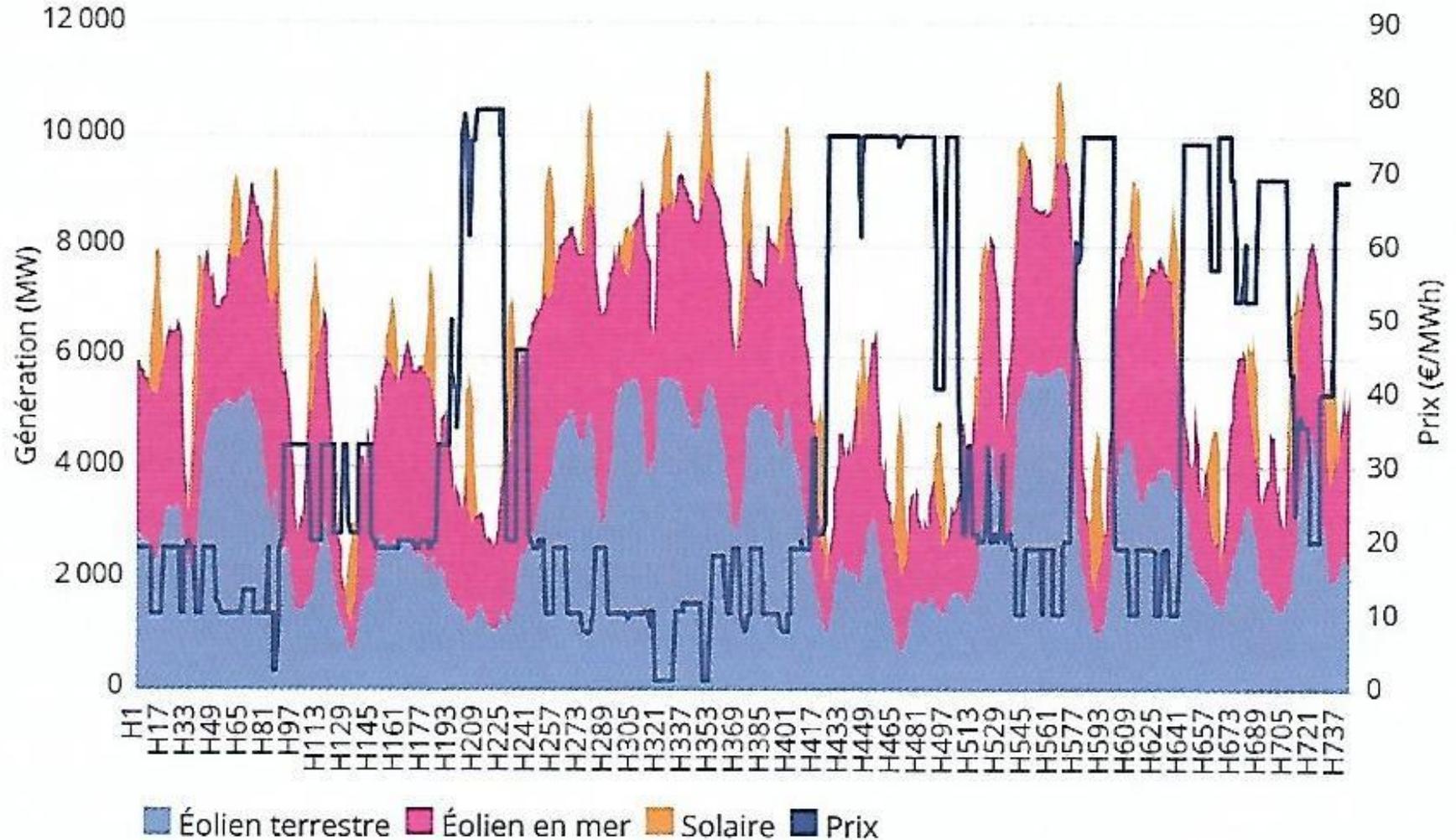


Graphique 6 : Consommation finale d'énergie en France par combustible en 2018 (source : Eurostat) et vision SNBC à l'horizon 2050 (Source : MTE/SNBC)



Graphique 22: Production renouvelable intermittente horaire par rapport au prix de l'électricité - Janvier 2050 (Source : Étude SFEN-CL)

Qui voudra investir avec des prix aussi fluctuants ?



# Exposé

- Ingénierie ; une aventure humaine
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- La société humaine court au suicide
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE
- **Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets**
- Le nouveau nucléaire : EPR – EPR2 – SMR ; fusion ?
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »

# Radioactivité artificielle

**1933** : Frédéric **Joliot** & Irène **Curie** découvrent  $^{30}\text{P}$  et  $^{13}\text{C}$  ; ils obtiennent le prix Nobel de chimie en 1935

Jan 1939: [Otto Hahn](#), [Lise Meitner](#) et [Fritz Strassmann](#)  
[fission](#) de l'[uranium](#) par bombardement de neutrons

**mai 1939** : Joliot, [Halban](#) et [Kowarski](#) déposent 3 brevets  
2 pour la production d'énergie, 1 sur la bombe atomique



Provence

# Compte tenu des circonstances, civil et militaire sont intimement liés



Juin 1940 : Hans Halban et Lew Kowarski, ayant des ascendants **juifs**, sont exfiltrés en Angleterre avec les 200 kg d'eau lourde, les documents et les brevets

En août 1939, **Einstein** écrit au Pt Roosevelt qui lance le projet Manhattan dirigé par Oppenheimer

La 1<sup>ère</sup> bombe au Pu est testée en **juin 1945** dans le désert du Nouveau Mexique

# C'était la guerre !

## Japon

Little Boy (U5) sur Hiroshima # 100.000 morts

Fat Man sur Nagasaki # 70.000 morts

**=> le Japon capitule**

La guerre a tué 2 millions de Japonais (700.000 civils)

## Allemagne

Hambourg (10 jours en 1943) # 45.000 morts

Dresde (3 jours en février 1945) # 35.000 morts

**=> l'Allemagne ne capitule pas !**

La guerre a tué 9 millions d'Allemands (3,8 M civils)

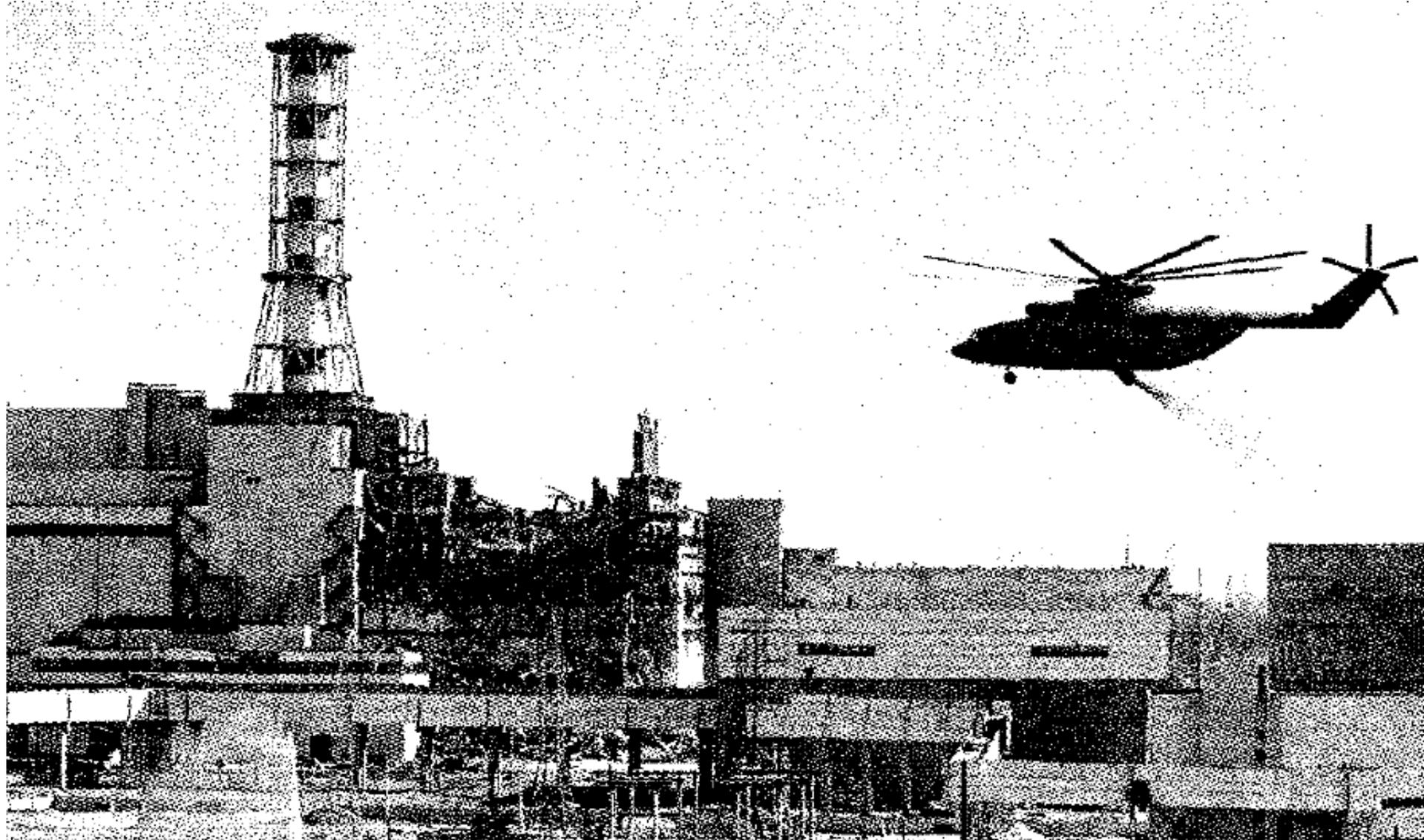


Provence



# Les accidents : du secret à la transparence

# Tchernobyl (26 avril 1986)



# Causes

## Techniques

- réacteur instable à basse puissance – effet de vide positif
- insertion de réactivité positive en début de chute des barres
- Pas d'enceinte de confinement
  - Les UNGG fonctionnent jusqu'en 1994
  - Les Magnox fonctionnent jusqu'en 2015

## Humaines

- Conception
- Exploitation

# Conséquences

⇒ **INSAG-4 : « culture de sureté »**

⇒ **Loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire**

La transparence en matière nucléaire est l'ensemble des dispositions prises pour garantir le droit du public à une **information fiable et accessible** en matière de sécurité nucléaire.

# Fukushima (11 mars 2011)



Provence



avant



Tsunami

après



# Causes

## Humaines

- Conception : digue de 7 m insuffisante
- Contrôle de la sûreté : faible

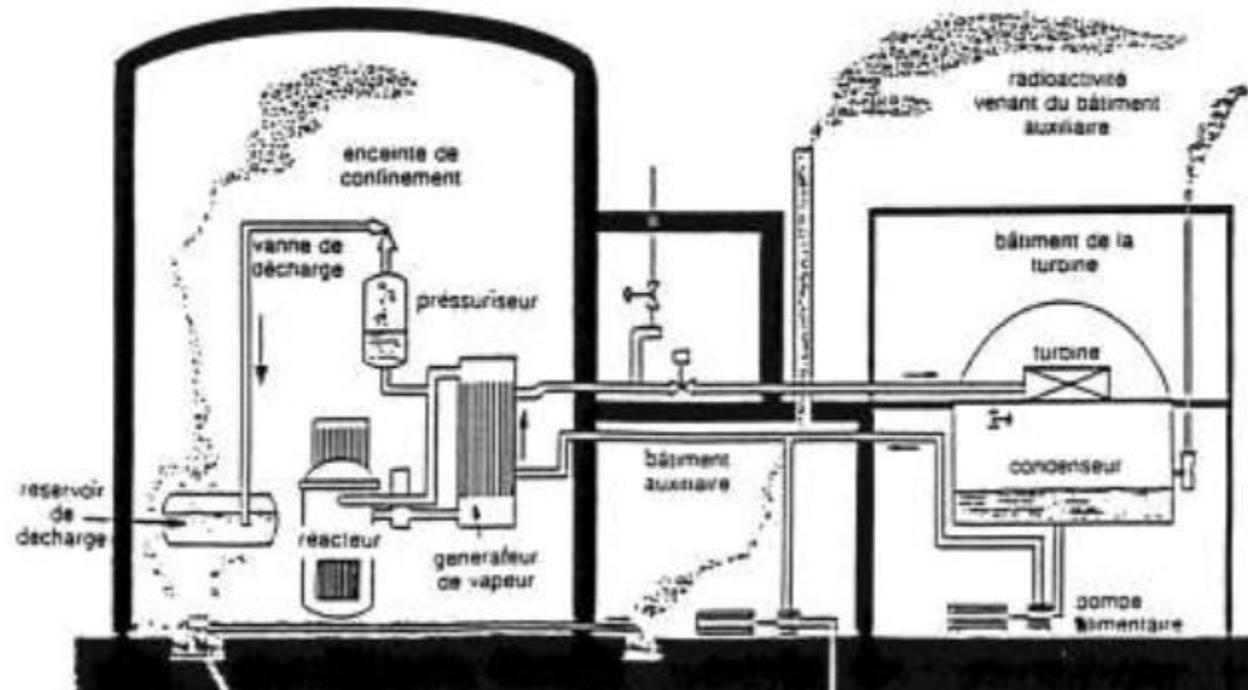
## Conséquences

- ⇒ **Mise en place d'une véritable Autorité de sûreté Jap.**
- ⇒ **Prise en compte en France d'un accident pouvant toucher tout un site (ECS : évaluations compl. de sûreté)**
  - ⇒ **FARN : force d'action rapide nucléaire**
  - ⇒ **diesels d'ultime secours DUS + réserve d'eau**
  - ⇒ **bloc de sécurité (BDS) - commande à distance**
- ⇒ **A réaliser pour la VD4 (prolongation à 50 ans minimum)**

*Vers H + 4h le cœur peut être considéré comme correctement refroidi, mais le tiers du combustible a fondu, l'activité du circuit primaire est très importante (800 000 Ci/m<sup>3</sup> [40 PBq/m<sup>3</sup>] contre 1 Ci/m<sup>3</sup> en fonctionnement normal),*

*2 400 m<sup>3</sup> sont au fond de l'enceinte étanche, qui a conservé son intégrité en jouant parfaitement son rôle de troisième barrière, des produits radioactifs gazeux sont toutefois passés dans les bâtiments auxiliaires avant que le circuit primaire ne soit isolé (à H + 4h), et une fraction de ceux-ci est rejetée à l'extérieur par les circuits de ventilation.*

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DES REJETS RADIOACTIFS A THREE MILE ISLAND



**Surmortalité par cancer  
(conclusion de l'enquête) :**

**proba 53 % – 0 cas  
proba 12 % – 2 cas  
proba 99 % < 5 cas**

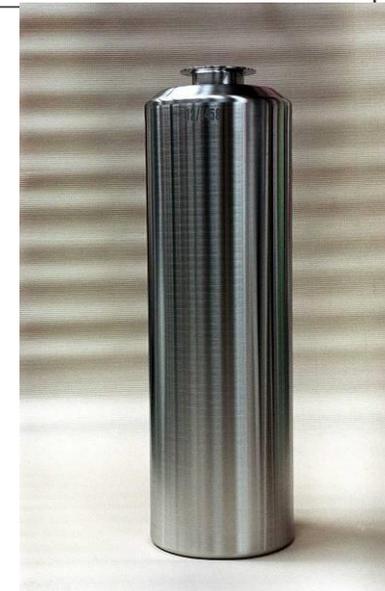
# Les déchets

- Les déchets nucléaires sont **classés** et gérés
- Principe de **zonage** : pas de seuil de libération
- **Négligeables en quantités** par rapport aux déchets industriels

Radioactifs		Non radioactifs	
TFA/FAVC	18.000 m <sup>3</sup>	Déchets ménagers	900 millions tonnes
FAVL	1500 m <sup>3</sup>	Déchets industriels banals	95 millions tonnes
MA		Déchets industriels spéciaux	7 millions tonnes
HA	130 m <sup>3</sup>	Déchets chimiques toxiques	1 million m <sup>3</sup>

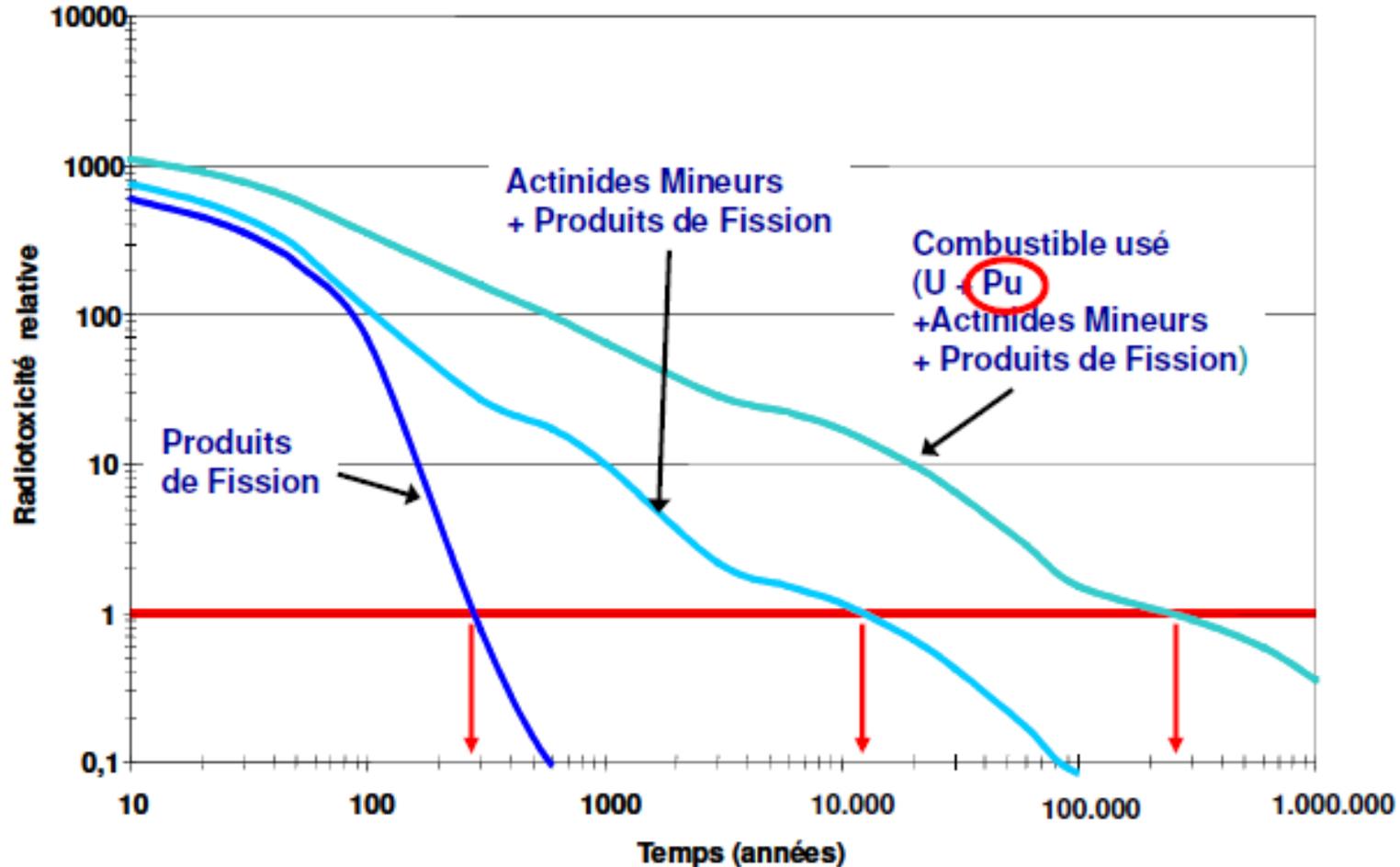
- **1200 t/a** de combustible utilisé
- 1% Pu soit 12 t/a
- 0,1% actinides mineurs (Am, Np, Cm) 1,2 t/a
- 46 t/a de PF dont **3,5 t/a HAVL**

En France, l'uranium et le plutonium sont recyclés ;  
reste # **5 t/a** de déchets vitrifiés et conteneurisés

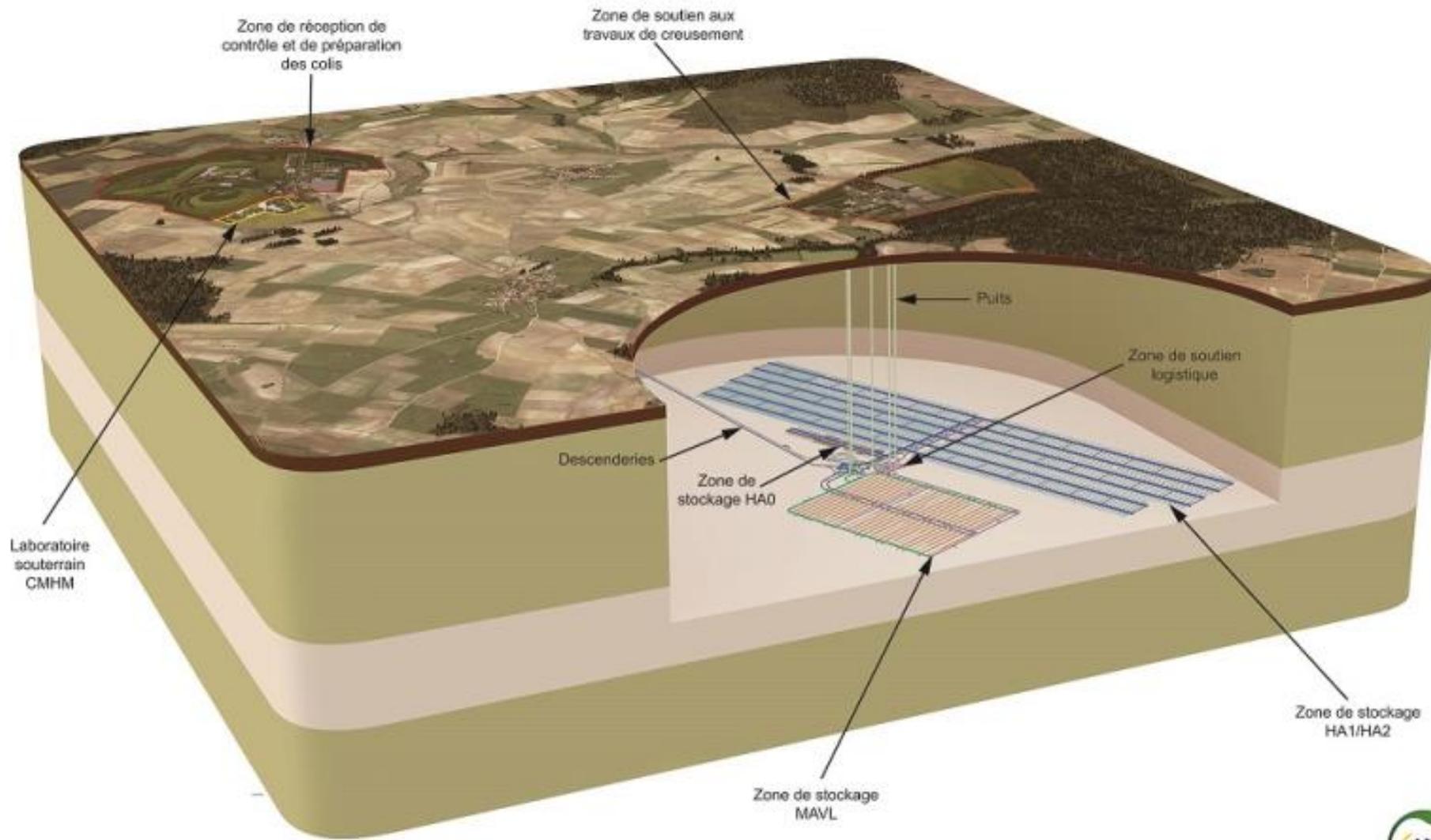


Le traitement du combustible usé permet de ramener à 10.000 ans la radiotoxicité relative des déchets HAVL par rapport à l'uranium naturel

## Radiotoxicité des déchets en fonction du temps



# Bloc diagramme 3D Cigéo



C.IM.0EKS.15.0005.C

Echelle des ouvrages non respectée.  
Pendage des formations géologiques non représenté.



# Exposé

- Ingénierie ; une aventure humaine
- Ne pas confondre : énergie et puissance
- Nous sommes riches en énergie ... carbonée ; avons-nous besoin d'autant ?
- Ne pas confondre : forçage radiatif (« effet de serre ») et pollution
- La société humaine court au suicide
- 100 % ENR : un mensonge d'état ? Rdt, réseaux, TRE ; éoliennes => gaz
- Le nucléaire « fait peur » : culte du secret ; accidents ; déchets
- **Le nouveau nucléaire : EPR – EPR2 – SMR ; fusion ?**
- Film *Documentaire & Vérité* : « éoliennes, le casse du siècle »



Provence



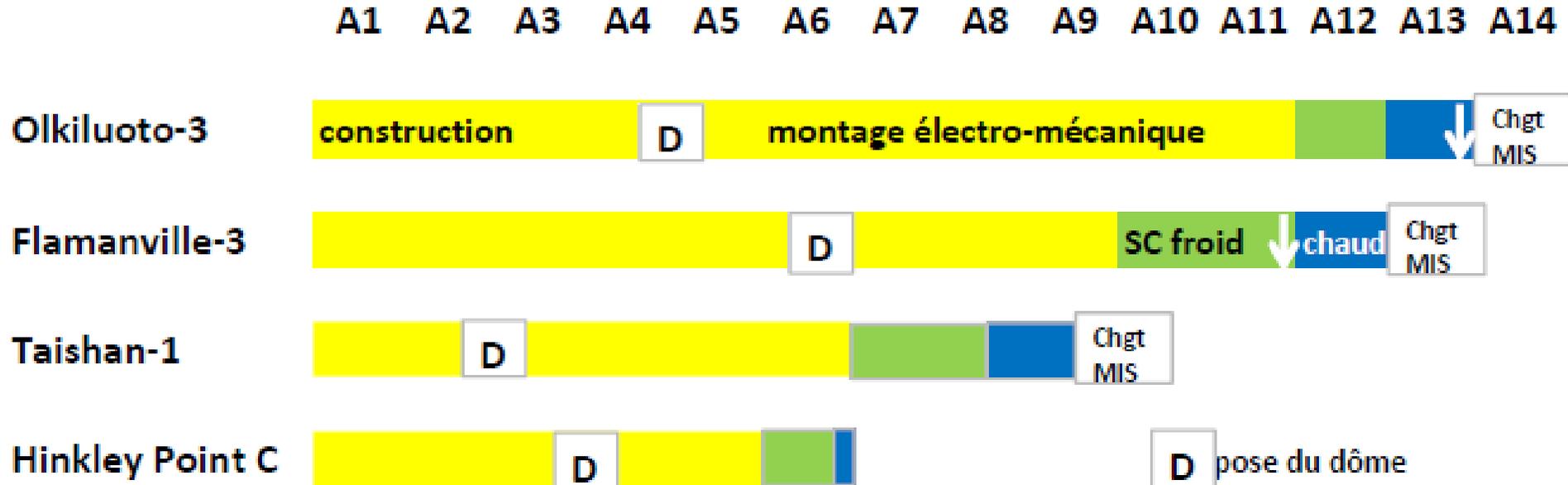
# Optimisation et retour d'expérience

## La Génération III

# EPR : les avantages

- **sûreté** renforcée :
  - proba fusion cœur :/ 10
  - récupérateur corium
  - relachement PF minimisé
  - => pas d'évacuation population (+ 1 an)
- **économie** combustible, déchets MAVL (-20%)
- **facteur de charge** 90% (cycles longs, haut taux de combustion)
- **durée de vie** > 60 ans (Réflecteur lourd en acier )

# EPR - l'apprentissage



Effort en **conception** pour simplifier **fabrication** et **montage**  
*ex : Nb de types de tuyaux : divisé par 3*

**Préfabrication, essais en usine**  
*ex : nb d'épreuves hydrauliques sur site : divisé par 3*



Provence



Numérique  
généralisé  
en  
conception



Tuyaux  
d'eau  
brute en  
PEHD

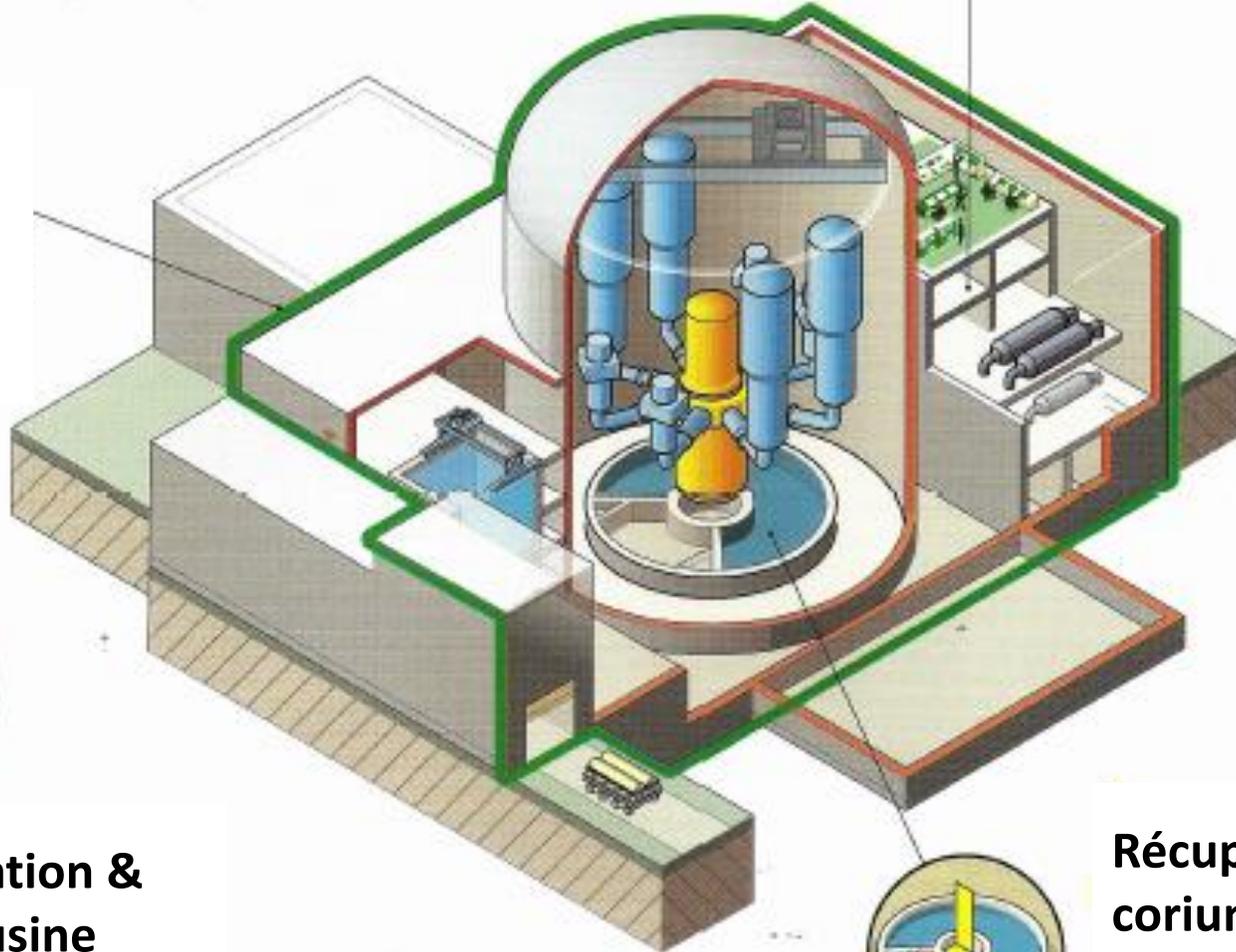


Constructibilité  
& circulation  
des matériels  
accrus



Enceinte  
étanche  
Simple

# EPR 2

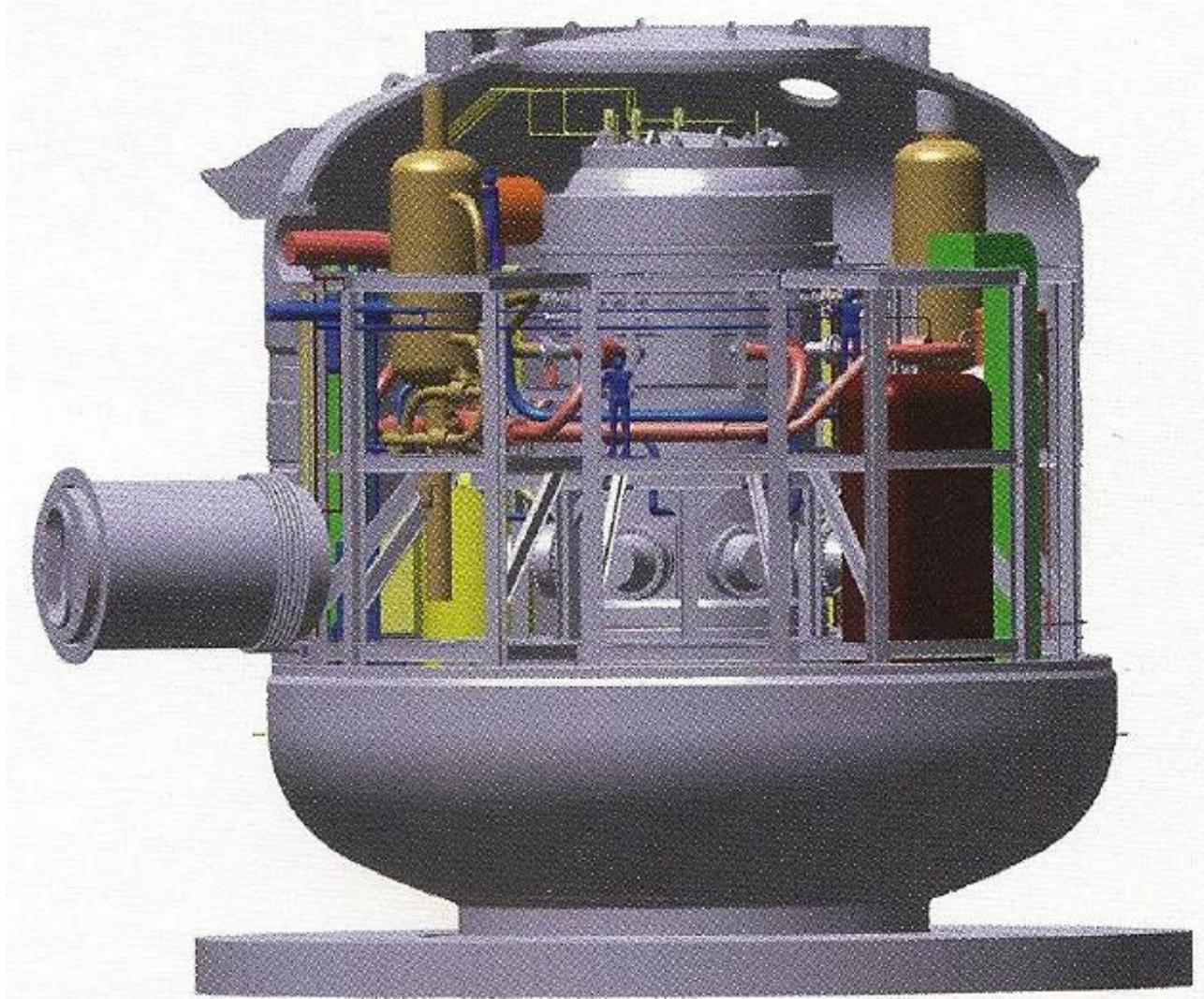


Préfabrication &  
tests en usine



Récupérateur de  
corium maintenu

# SMR - Small is beautiful ?



## Projet SMR français (TechnicAtome)

# SMR - Small is beautiful ?

Minimiser les **frais financiers**

(3 ans de montage <> 10 ans sur site)

Réduire les coûts par une **production en série**, en usine (6 GV à plaques par SMR)

Transportable (enceinte étanche # cuve 900)

Semi-enterré (séisme, perte de refroidissement)

3 barrières + piscine + merlon

Multi-usage (chaleur, électricité) : proximité (sûreté)

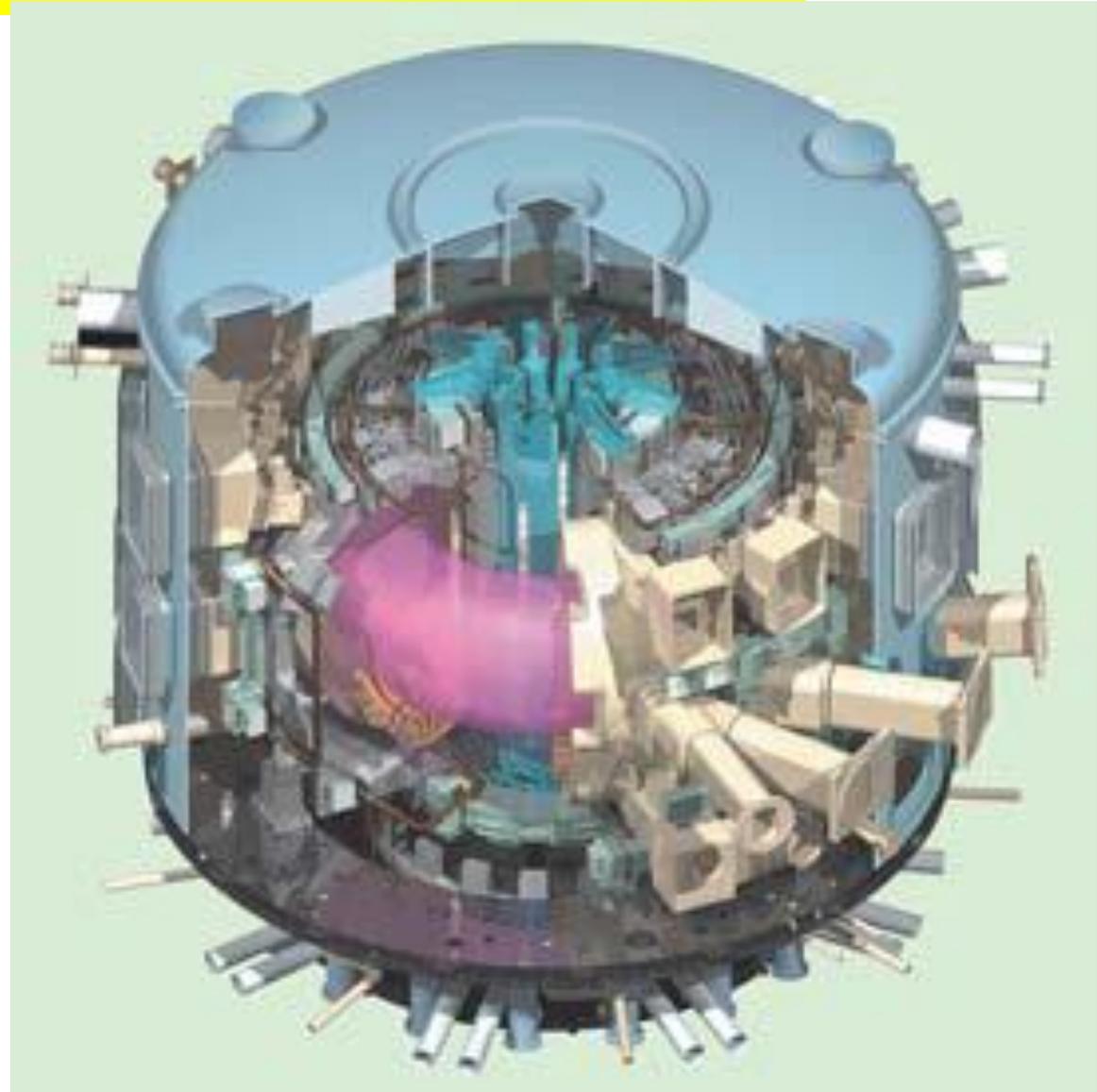
# Les réacteurs à fusion nucléaire

La fusion d'atomes légers  
(isotopes de H) produit  
beaucoup plus  
d'énergie que la fission  
d'atomes lourds

Etudes internationales :  
ITER (35 pays)

**Nombreux défis et  
obstacles à  
maîtriser d'ici 2030**

**Premiers réacteurs  
industriels pas  
avant 2050 ...**





# Documentaire et Vérité

57 abonnés

ACCUEIL

VIDÉOS

PLAYLISTS

CHAÎNES

DISCUSSION

## Éoliennes, le casse du siècle - Trailer

Lire (k)

0:06 / 4:00

### Éoliennes, le casse du siècle - Trailer

3 391 vues • il y a 2 semaines

Bande-annonce du documentaire "Éoliennes, le casse du siècle"  
Pour participer au financement du film re  
de la campagne de crowdfunding :

<https://www.documentaire-et-verite.co...>



Provence



**Merci pour  
votre  
attention**

"It's a shame it's such a clear day.  
When it's cloudy you can't see a thing from up here."