

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

ÇA VA ÊTRE DIFFICILE DE SE PASSER DU NUCLÉAIRE.



# Sommaire

**I- Le nucléaire dans le mix énergétique**

**II- Une centrale Nucléaire qu'est ce que c'est ?**

**III- Les accidents nucléaires**

**IV- L'Avenir du nucléaire**

**V- Après le nucléaire**

**L'humanité, bientôt l'age de raison énergétique ?**

# Sommaire

**I- Le nucléaire dans le mix énergétique**

**II- Une centrale Nucléaire qu'est ce que c'est**

**III- Les accidents nucléaires**

**IV- L'Avenir du nucléaire**

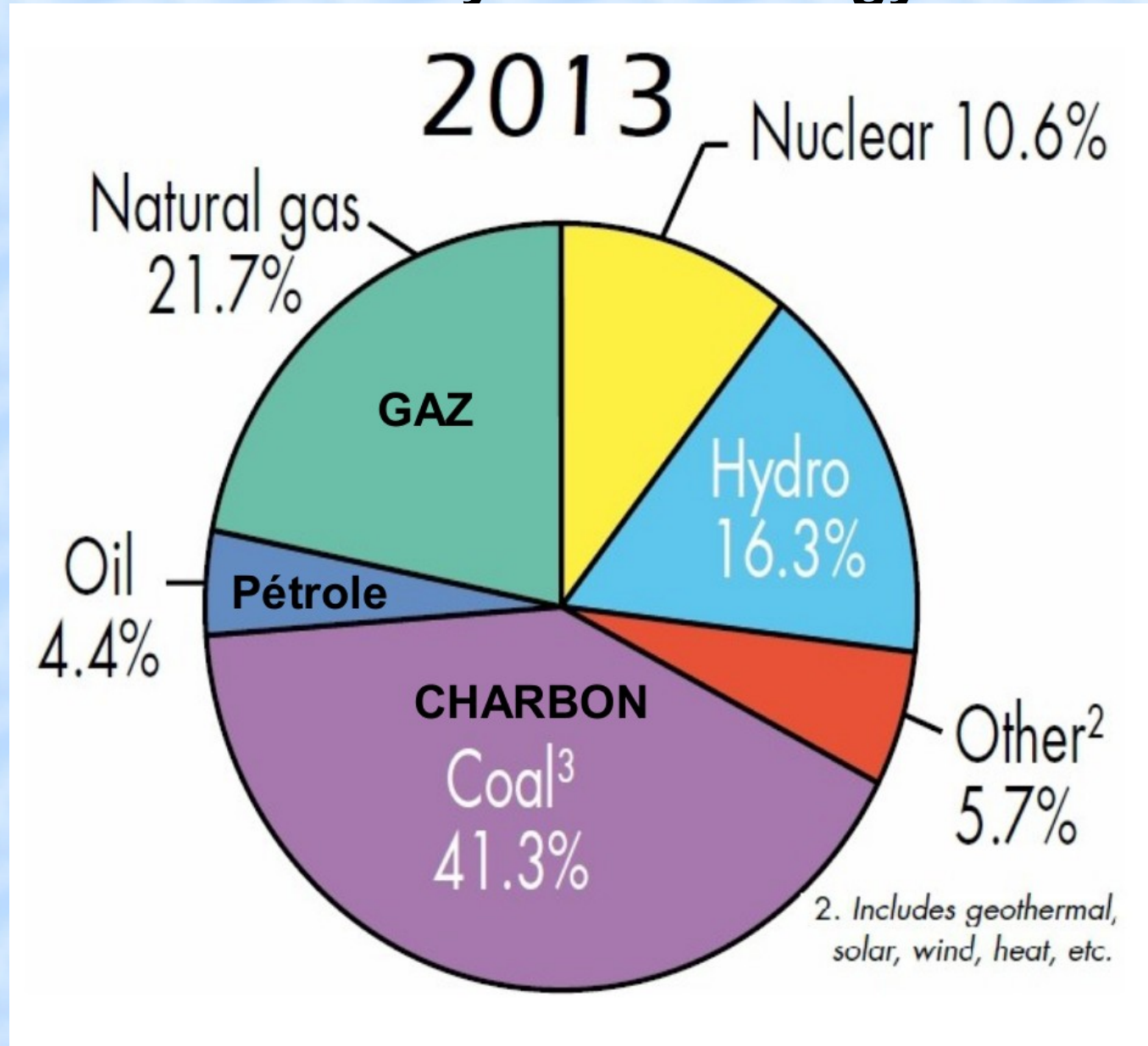
**V- Après le nucléaire**

**L'humanité, bientôt l'age de raison énergétique ?**

# Réserves énergétiques mondiale

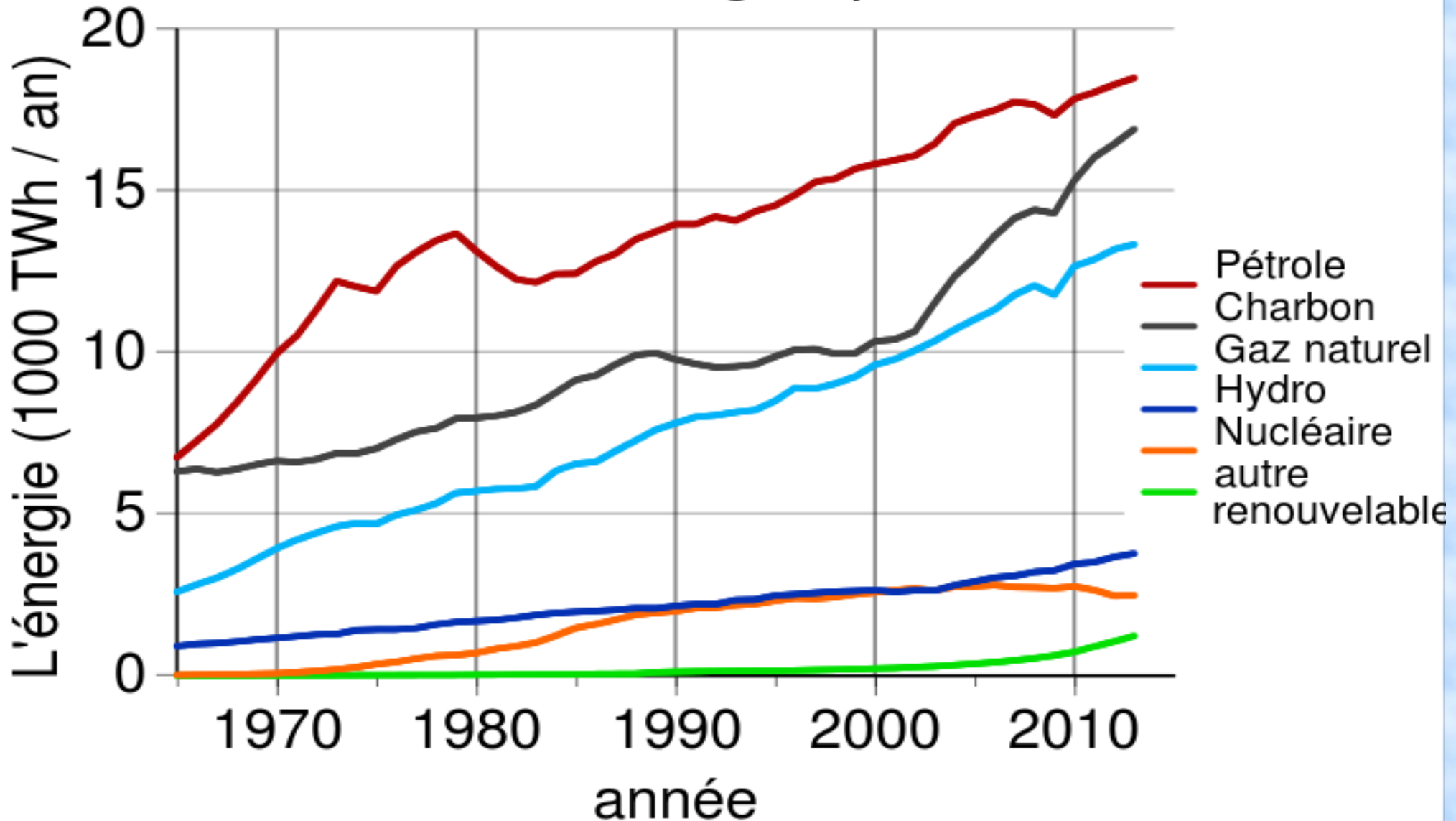
source : Agence internationale de l'énergie (AIE)

## Key World Energy Statistics 2013



# LA CONSOMMATION D'ENERGIE MONDIALE

## Consommation énergétique mondiale



Hydro(3.5%)  $\approx$  2 fois nucléaire(1.8%), transfert pétrole vers charbon depuis 2010

# Production Électronucléaire

## **MONDE**

**436 réacteurs = 9% d'énergie électrique**

*(17 % en 2005) (11 % en 2011) (9 % en 2015)*

***1.8 % de l'énergie finale***

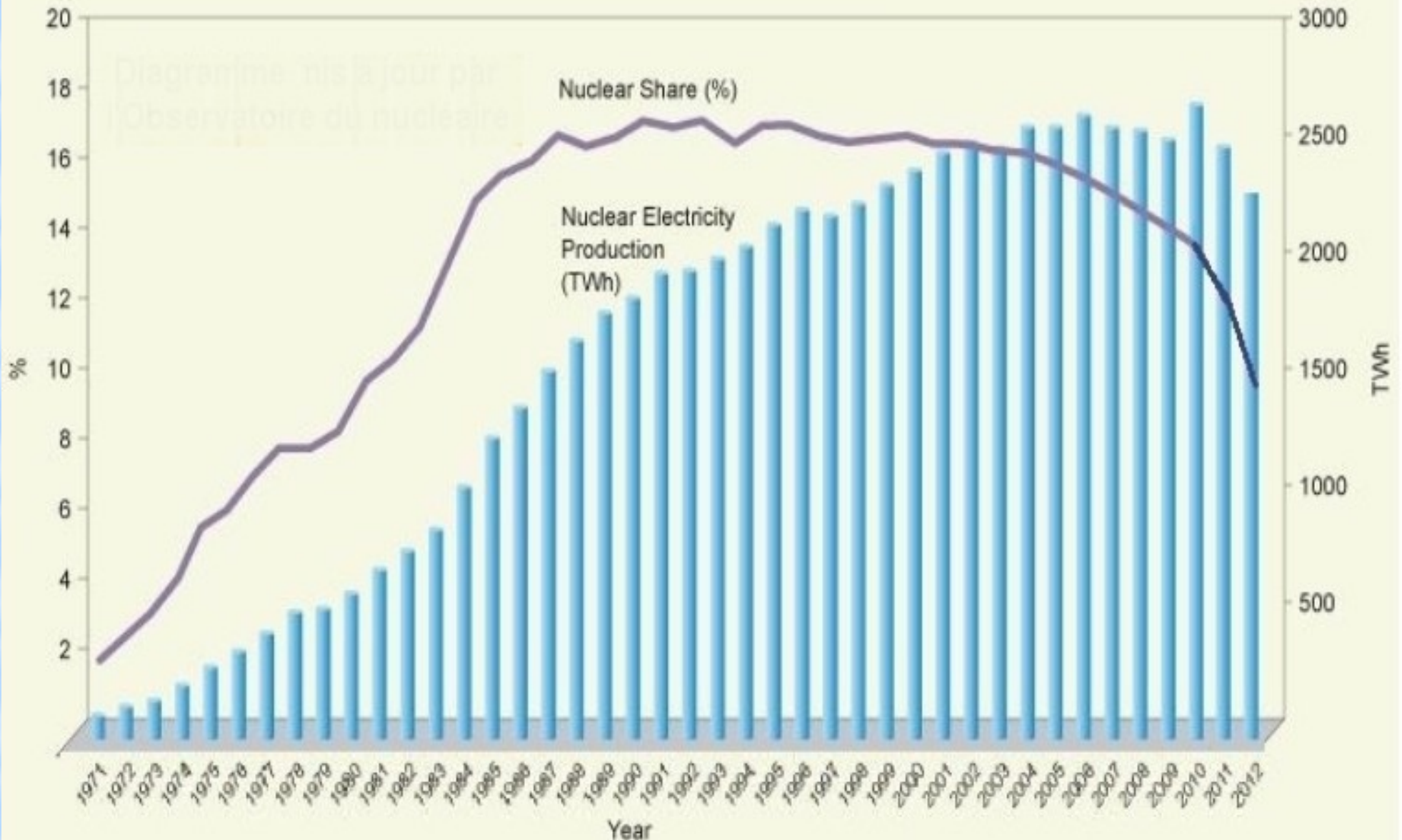
***219 réacteurs > 30 ans fin 2015***

***67 réacteurs en construction***

***144 réacteurs à l'arrêt ou en déconstruction***

# La part du nucléaire dans le monde

Nuclear Electricity Production and Share of Total Electricity Production



# Production Électronucléaire **FRANCE**

*58 réacteurs en fonctionnement*

*74% d'énergie électrique soit 16% énergie totale*

*Réacteurs de 2<sup>o</sup> génération d'origine USA(Framatome)*

*24 sont au MOX*

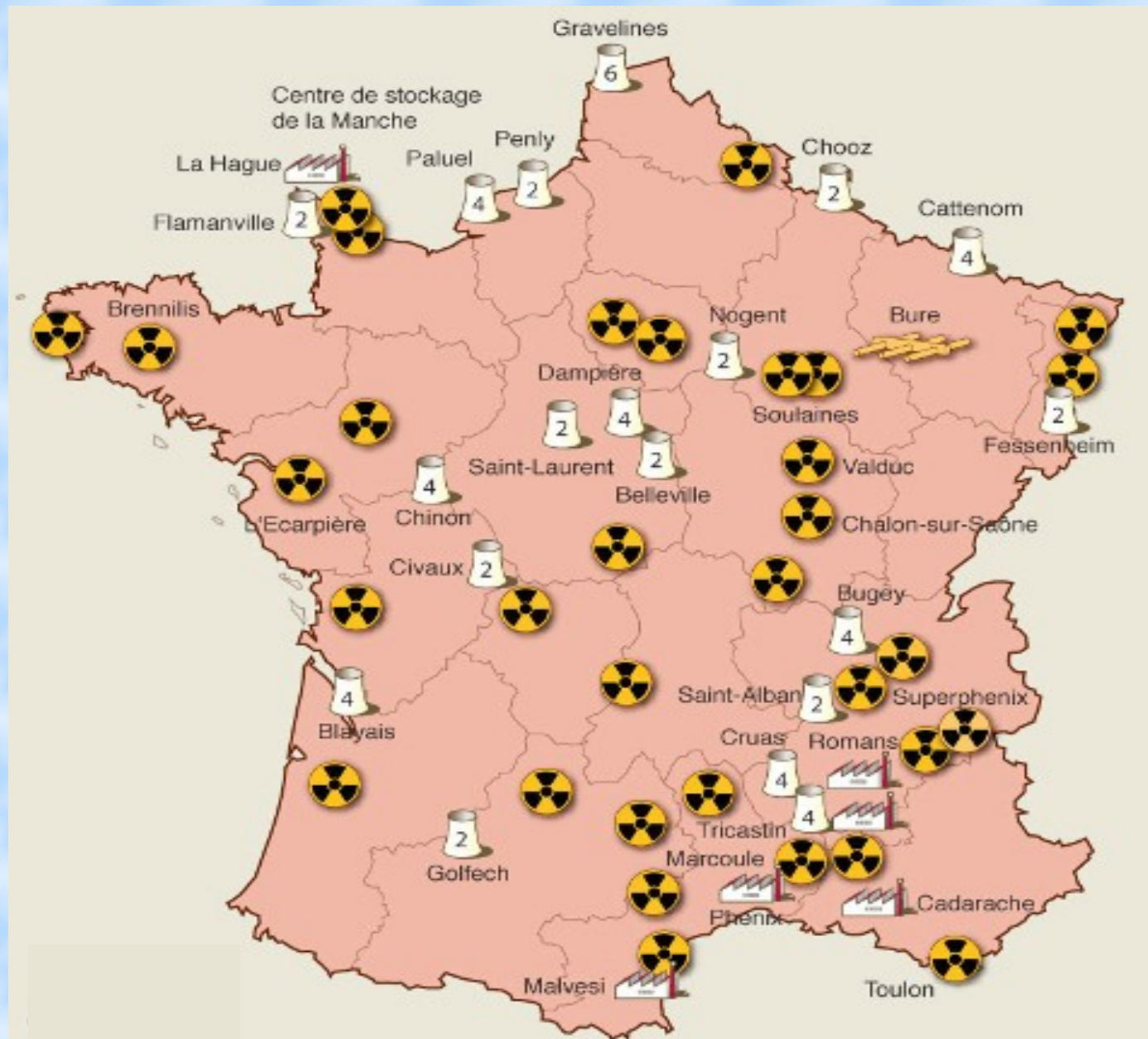
*38 réacteurs > 30ans ----- 46 >30 en 2017*

*1 en construction Flamanville (EPR) 2004---→ ~2018 ?*

*Sources : rapport CEA ELECNUC» édition 2013*



# Centres Nucléaire en France



# Sommaire

*I- Le nucléaire dans le mix énergétique*

*II- Une centrale Nucléaire qu'est ce que c'est ?*

*III- Les accidents nucléaires*

*IV- L'Avenir du nucléaire*

*V- Après le nucléaire*

*L'humanité, bientôt l'age de raison énergétique ?*

# Centrale Nucléaire ?

## *Chaudière à vapeur*

*Rendement 30% / Pertes 70% (Chaleur) loi de Canot*

## *Production d'électricité*

*Combustible : Uranium – Mox*

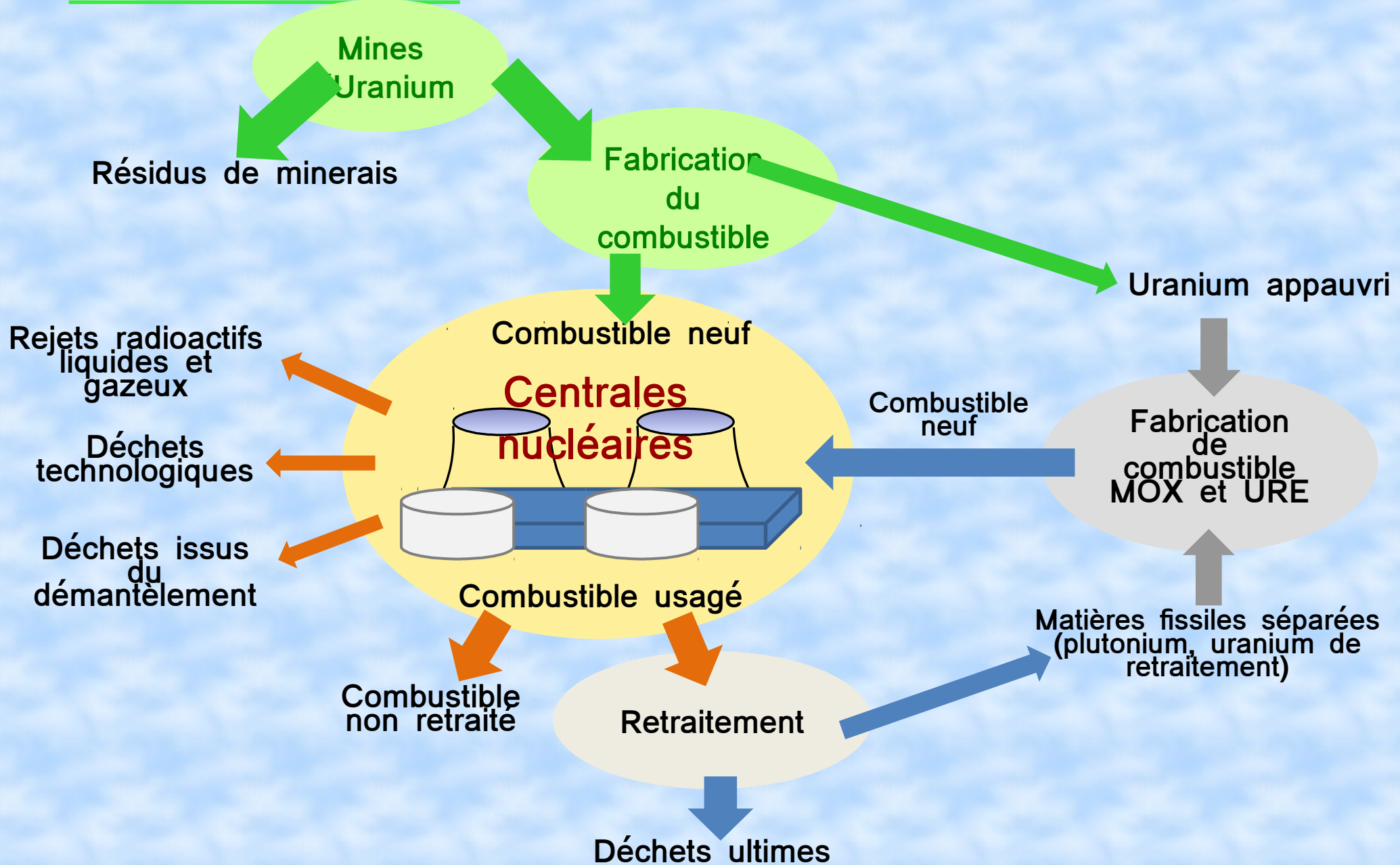
Production : Tritium( $1/2$ Vie 12ans)

Plutonium ( $1/2$  vie 24 000 ans)

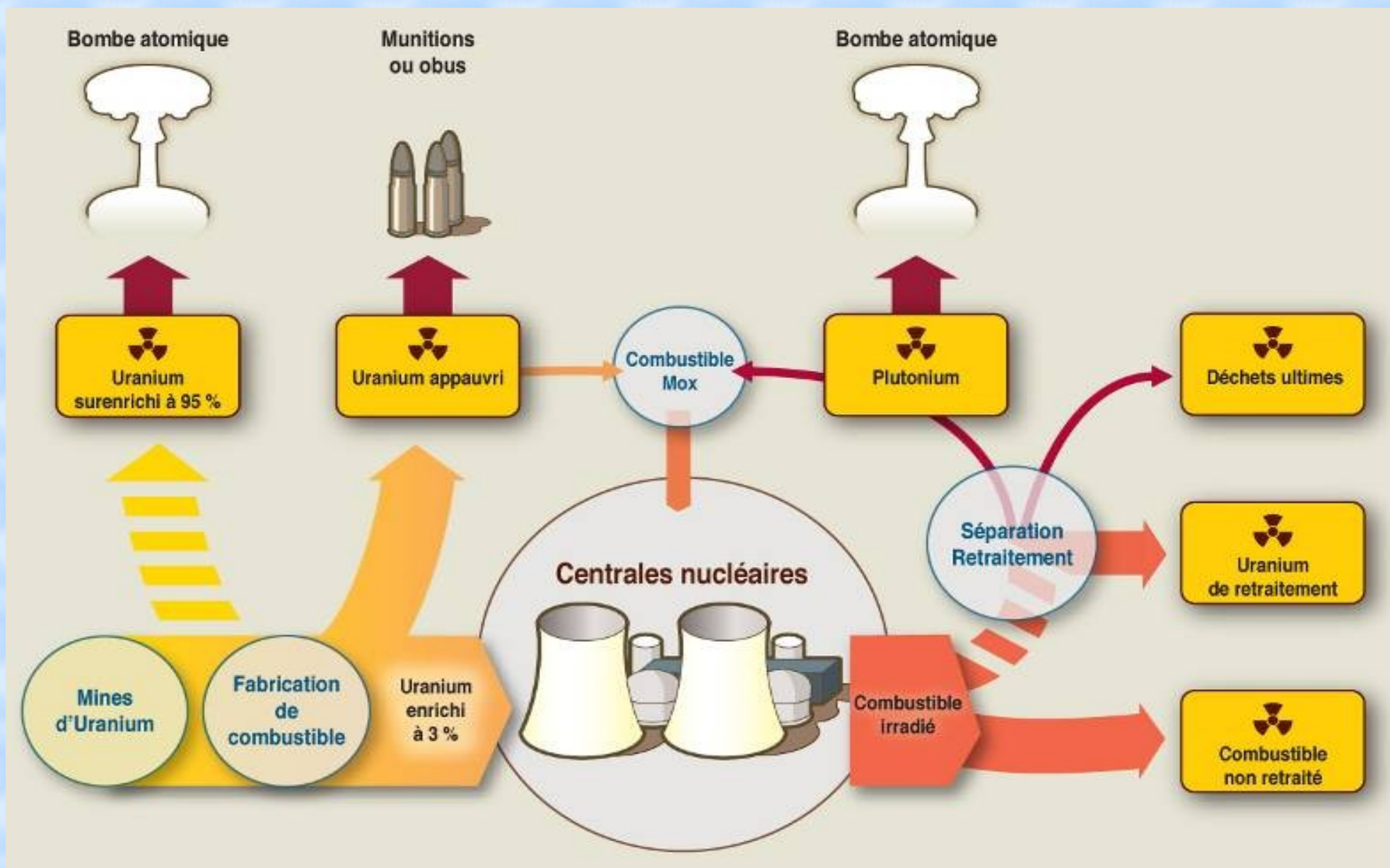
Rejet : - Vapeur – eau – gaz à effets de serre  
– combustible usagé

# Combustible Nucléaire

## Nucléaire civil



# Derrière la centrale, la bombe



# Combustible Nucléaire

## *Uranium U92*

*Période très longue*

*~4,5 milliards d'années pour l'uranium 238 ~710 millions pour l'uranium 235*

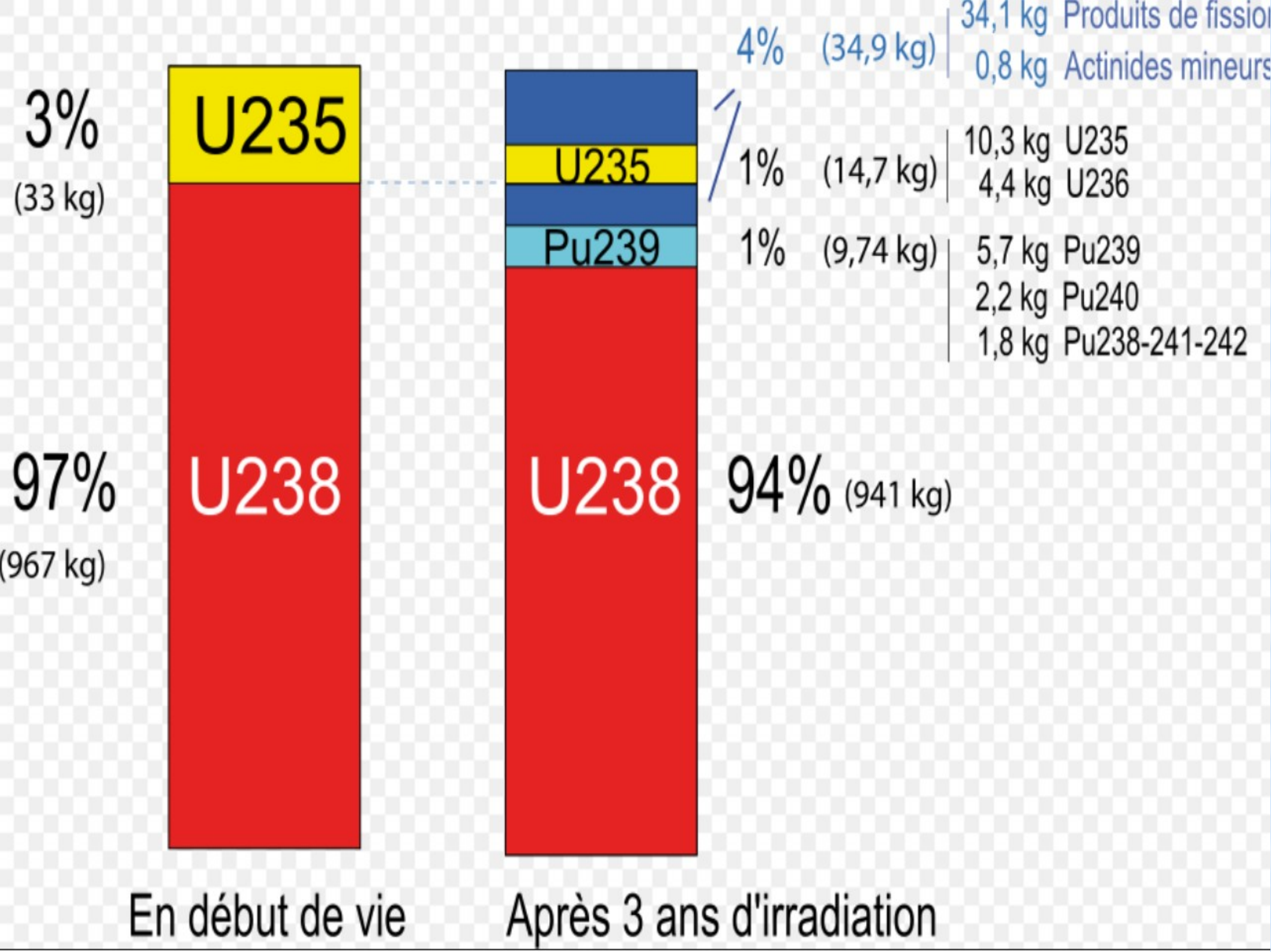
*Uranium235 enrichi à 3 à 5%*

## *Plutonium PU94* *Période : 24 000 ans pour le 239Pu*

*Origine de la production : Militaire, bombe atomique*

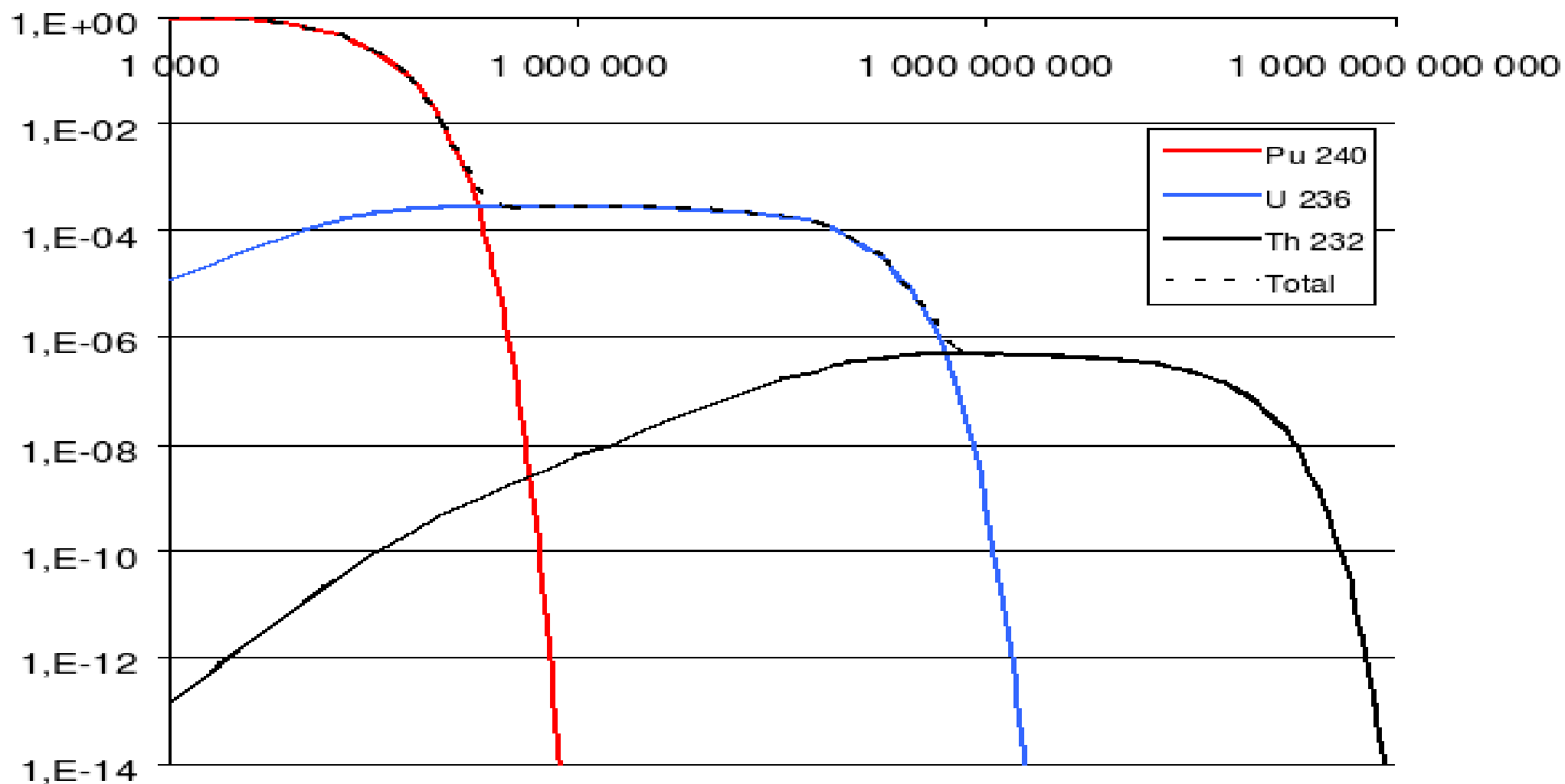
**Production 10 Tonnes de plutonium par an dans les centrales civiles**

Fiche radionucléide IRSN



# Plutonium

## Durée de vie





# Combustible Nucléaire

## *Uranium Appauvri $\alpha$*

*Sous-produit des usines d'enrichissement de l'uranium et des centres de traitement du combustible usé. (LaHague - Marcoule)*

**Dureté et densité**

**Pyrophorique (Guerres: Irak Koweit Kosovo Libye )**

# Combustible Nucléaire

## MOX

*Superphénix (1997)*

*Combustible nucléaire Période 88.8 Millions d'années*

*5 à 10 % de plutonium et 90 à 95 % d'uranium appauvri*

*(AREVA Marcoule) 140 tonnes/an*

*un million de fois plus radioactif qu'un combustible à l'uranium*

***22 des 58 réacteurs français fonctionnent avec du Mox***

***( le N°3 de Fukushima qui a explosé le 11/3/2011)***

# Combustible Nucléaire

## **TRITIUM**

***Période 12,32 ans***

***Sous produit par les centrales nucléaire***

***Prolifération arme nucléaire (Bombe plutonium)***

***Fiche radionucléide IRSN***

# Retraitement

**Retraitement** *La Hague*

*140 Tonnes/an en provenance des centrales Françaises*

**Valorisation** *Mox Par exemple*

*Travaux public*

# Les déchets

## Tentative de gérer les déchets

- transmutation et/ou séparation chimique
- stockage en couche géologique profonde définitif ou réversible,
- entreposage de longue durée en surface ou subsurface.

**2012 1.8 million de tonne de déchets radioactif**

**2030 2.5 million de tonne de déchets radioactif**

# Gestion des déchets

## *Tentative de gérer les déchets*

### Stockage

*En mer*                              *arrêt de rejets 1993*

*Dans l'espace ?*

*En piscine La Hague*          *4000tonnes en 2035*

*Entreposage*                        *Pierrelatte*

*Enfouissement Bures dans la Marne.*

*(La loi Macron autorisant l'enfouissement à Bure a été retoquée par le conseil constitutionnel le 05 août 2015)*



# DEMANTELEMENT

## BRENNILIS

Bretagne

*Puissance 70MW(actuellement de 900 à 1500MW)*

*1985 arrêt définitif Phase 1 du démantèlement*

*1997 Phase 2 du démantèlement Fin de la phase 3 prévue en 2018 ?*

*Juin 2007 arrêt du démantèlement annulation du décret par le Conseil d' État)*

*2011 Reprise de la phase 2 de démantèlement*

*Coût estimé révisé à 482 Millions€ (cour des comptes) Estimation X20*

*Démantèlement complet du cœur toujours pas autorisé (septembre 2015)*

*Un incendie dans le coeur réacteur mercredi 23 septembre 2015*

*Durée estimée phase 3 terminée 33ans*



# Sommaire

*I- Le nucléaire dans le mix énergétique*

*II- Une centrale Nucléaire qu'est ce que c'est ?*

*III- Les accidents nucléaires*

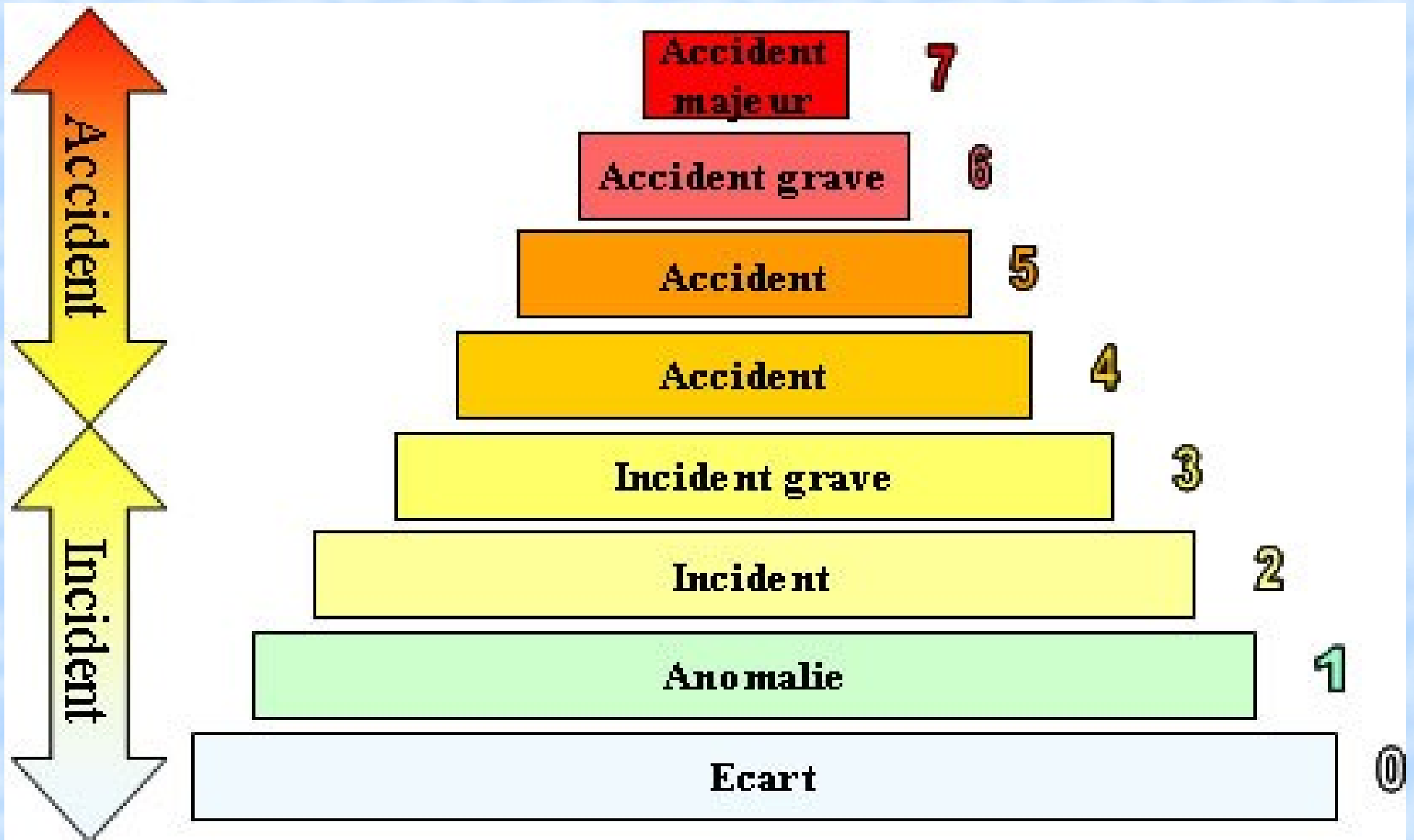
*IV- L'Avenir du nucléaire*

*V- Après le nucléaire*

*L'humanité, bientôt l'age de raison énergétique ?*

# Échelles INES

International Nuclear Event Scale



# Accidents Nucléaire

## **Tchernobyl** réacteur neuf

**26 avril 1986** (29 ans)      niveau 7 INES

*L'explosion est 90 fois supérieure à la bombe d'Hiroshima (1945)*

*250 000 évacuations*

*zone d'exclusion de près de 300 000 hectares toujours en vigueur*

*L'effet sanitaire des radiations a été l'objet d'une polémique :*

*4000 à 5000 morts Source officielle*

*Académie des sciences de New York évalue à 1 million aujourd'hui*

# Accidents Nucléaire

**Fukushima** Japon 11 mars 2011

**niveau 7++ INES**

*Destruction de 3 réacteurs suite à l'impossibilité de refroidir*

*Le réacteur N° 3 était chargé en MOX*

*220.000 personnes déplacées*

*4.000 Travailleurs/liquidateurs sur place*

*Arrêt des 56 réacteurs dans tout le Japon*

# Priorités ACCIDENTS

***Ne pas affoler les population  
(Le nuage de Tchnernobyl)***

***Accord OMS-AIEA entré en vigueur le 28 mai  
1959 par la résolution WHA 12-40***

# Énergie faussement bon marché

**Recherche et investissements financés par le contribuable**

**Mise à niveau (grand carénage) estimé à 45 milliard**

**Démantèlements sous-estimés par EDF non financé**

**Déchets à gérer... Sur combien de générations ?(qui paye?)**

# Volet Sanitaire

## Personnel dans les centrales :

**20.000 EDF      36.000 sous-traitance (estimation)**

**55.000    Areva , CEA , Andra**

## *Les conséquences de l'irradiation :*

*Foie*

*Thyroïde*

*Leucémie* (voir journal International du Cancer site : [attac.org/attac84](http://attac.org/attac84))

*La moitié des cancers sont imputable a nucléaire)*

*Intégration dans le bâtiment/travaux publics*

# Sommaire

*I- Le nucléaire dans le mix énergétique*

*II- Une centrale Nucléaire qu'est ce que c'est ?*

*III- Les accidents nucléaires*

*IV- L'Avenir du nucléaire*

*V- Après le nucléaire*

*L'humanité, bientôt l'age de raison énergétique ?*



# Combustible Nucléaire

## Thorium

*Non fissile, sous sa forme naturelle .*

*Capable, en absorbant un neutron, de se transformer en uranium 233,  
un très bon combustible fissile :*

*L'uranium 233 (233U) demi-vie de 159 200 années*

*Un réacteur alimenté au thorium a besoin d'uranium 235 ou de  
plutonium pour démarrer . Il faut une matière fissile disponible  
pour lancer la première réaction et obtenir des neutrons*

*Retraitement très difficile (violemment explosif).*

# Les Projets

**ASTRID** *Prototype de réacteur rapide refroidi au sodium sur le site nucléaire de Marcoule a pour objectif de relancer la filière surgénérateur, suite à Superphénix.*

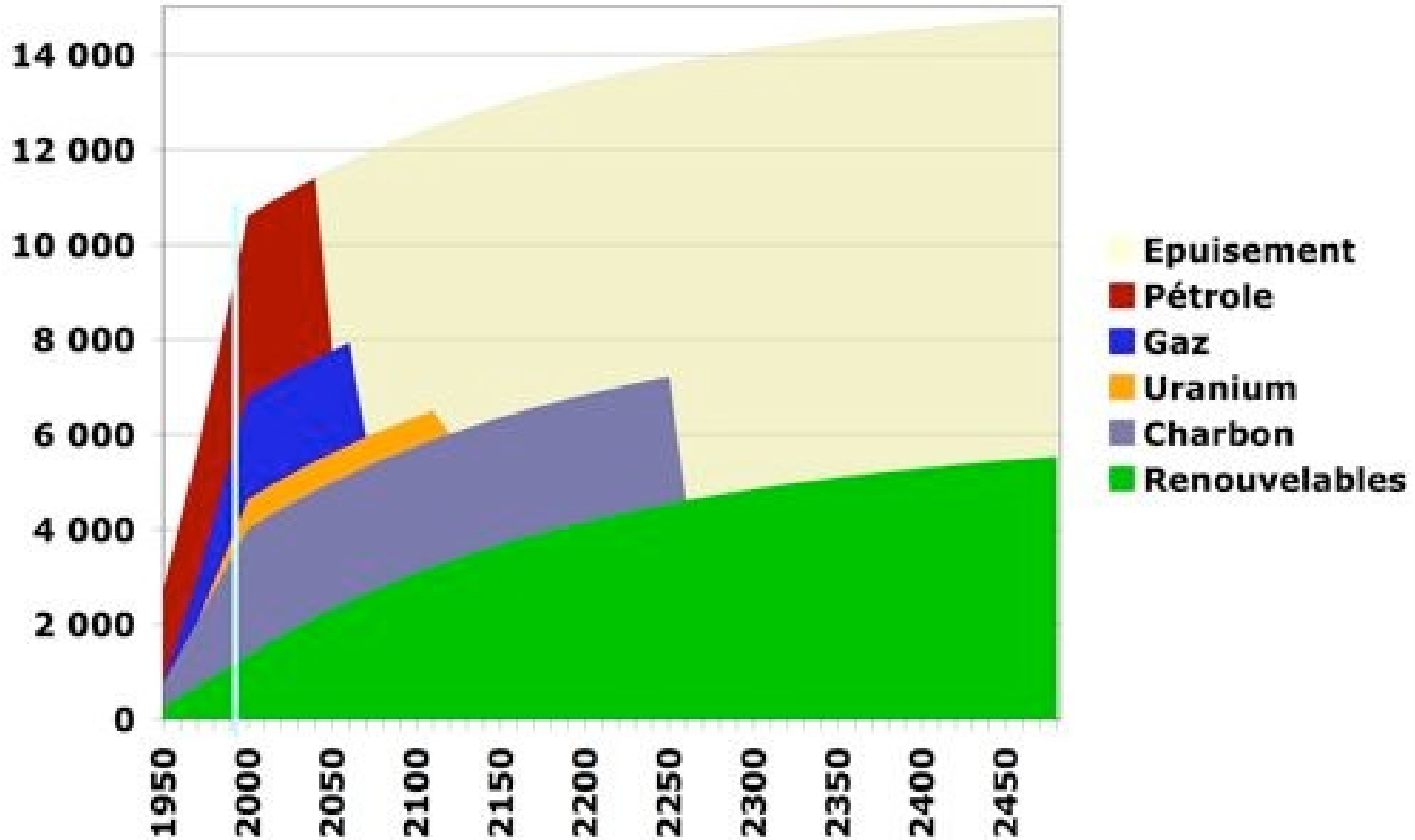
**ITER** *Cadarache réacteur thermonucléaire expérimental international (30 pays)*

*visant à l'industrialisation de la fusion nucléaire doit produire 500 MW de chaleur en continu pendant 6 minutes*

*puis **DEMO** Pas avant 2050*

*4X la puissance d'ITER*

# Énergie disponible



# LE NUCLÉAIRE EST TOTALEMENT HORS DÉLAI

EN MOYENNE  
**10 ANS**  
POUR CONSTRUIRE  
1 RÉACTEUR

RÉACTEURS  
**E P R**  
**9 ANS**  
DE RETARD  
POUR OLKILUOTO  
(FINLANDE)

**6 ANS**  
DE RETARD  
POUR FLAMAN-  
VILLE (FRANCE)

**À PEINE 9 %**

D'ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>  
SERAIENT ÉVITÉES EN  
METTANT EN SERVICE

**1 RÉACTEUR  
NUCLÉAIRE**  
CHAQUE SEMAINE  
PENDANT 15 ANS

CE QUI EST TOTALEMENT

**IMPOSSIBLE**

FINANCIÈREMENT ET INDUSTRIELLEMENT

SOURCE : AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE

**ÉOLIEN  
ET SOLAIRE**  
**45 FOIS PLUS**

DE CAPACITÉS ÉLECTRIQUES  
**INSTALLÉES**  
**EN 10 ANS**  
(2004-2014)



SOURCE : REN21

# Sommaire

*I- Le nucléaire dans le mix énergétique*

*II- Une centrale Nucléaire qu'est ce que c'est ?*

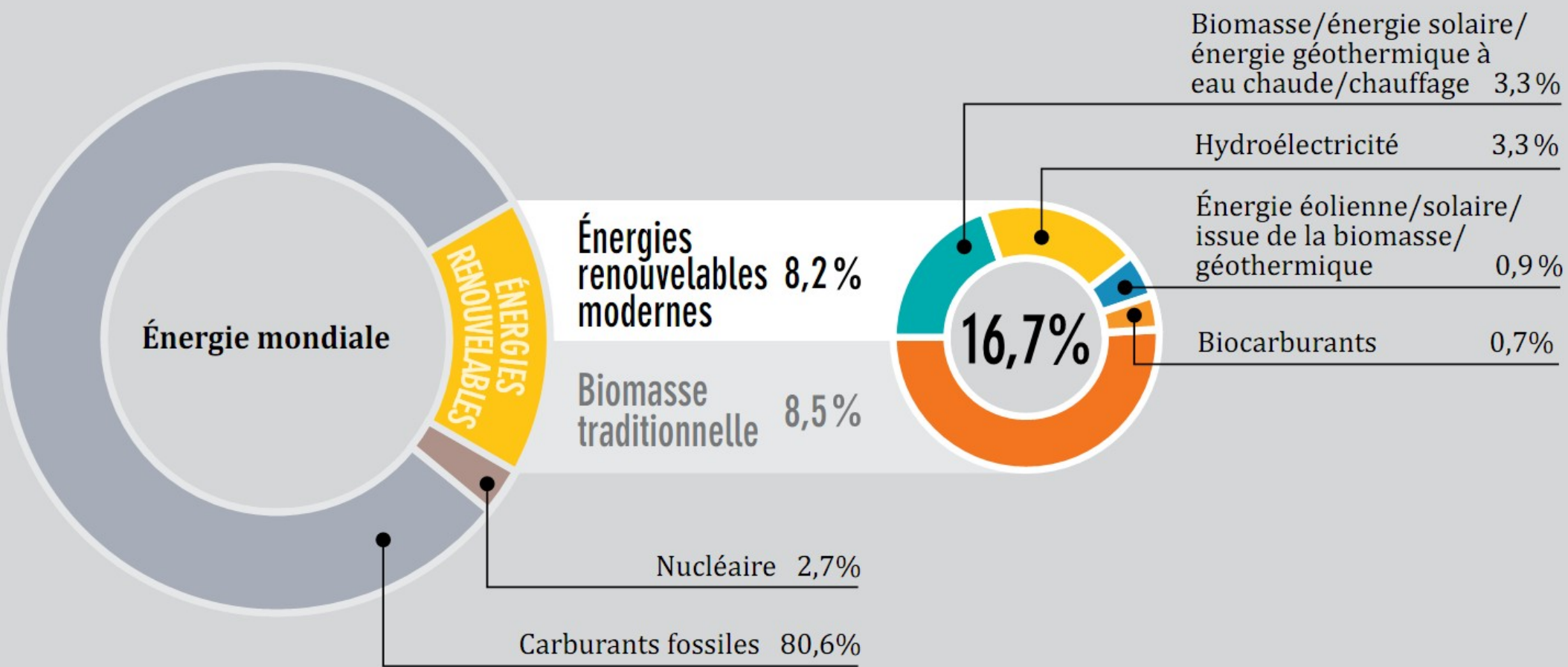
*III- Les accidents nucléaires*

*IV- L'Avenir du nucléaire*

*V- Après le nucléaire*

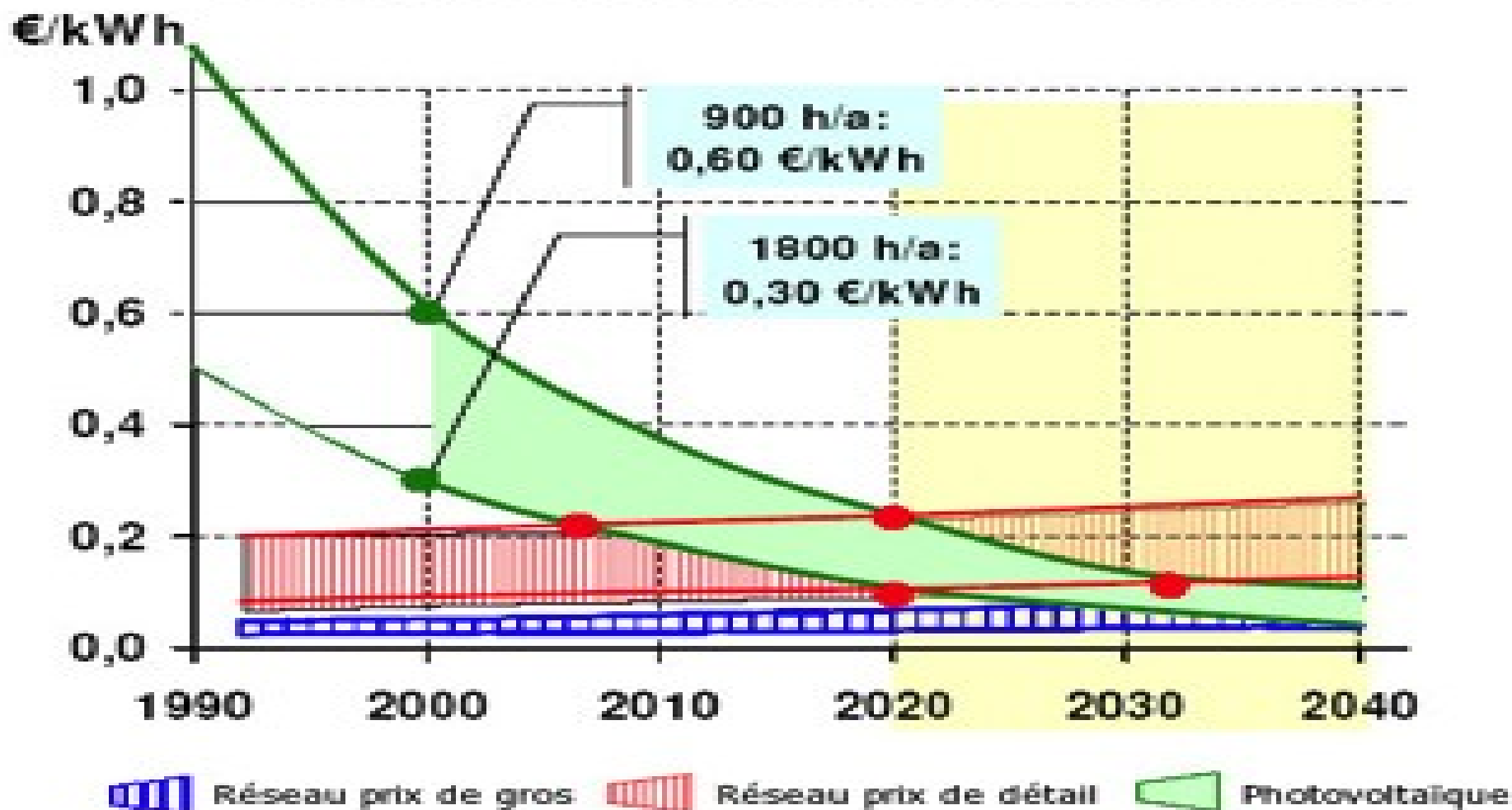
*L'humanité, bientôt l'age de raison énergétique ?*

# PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE MONDIALE FINALE EN 2010



# La Parité réseau/solaire

## Fourchettes de prix par kWh

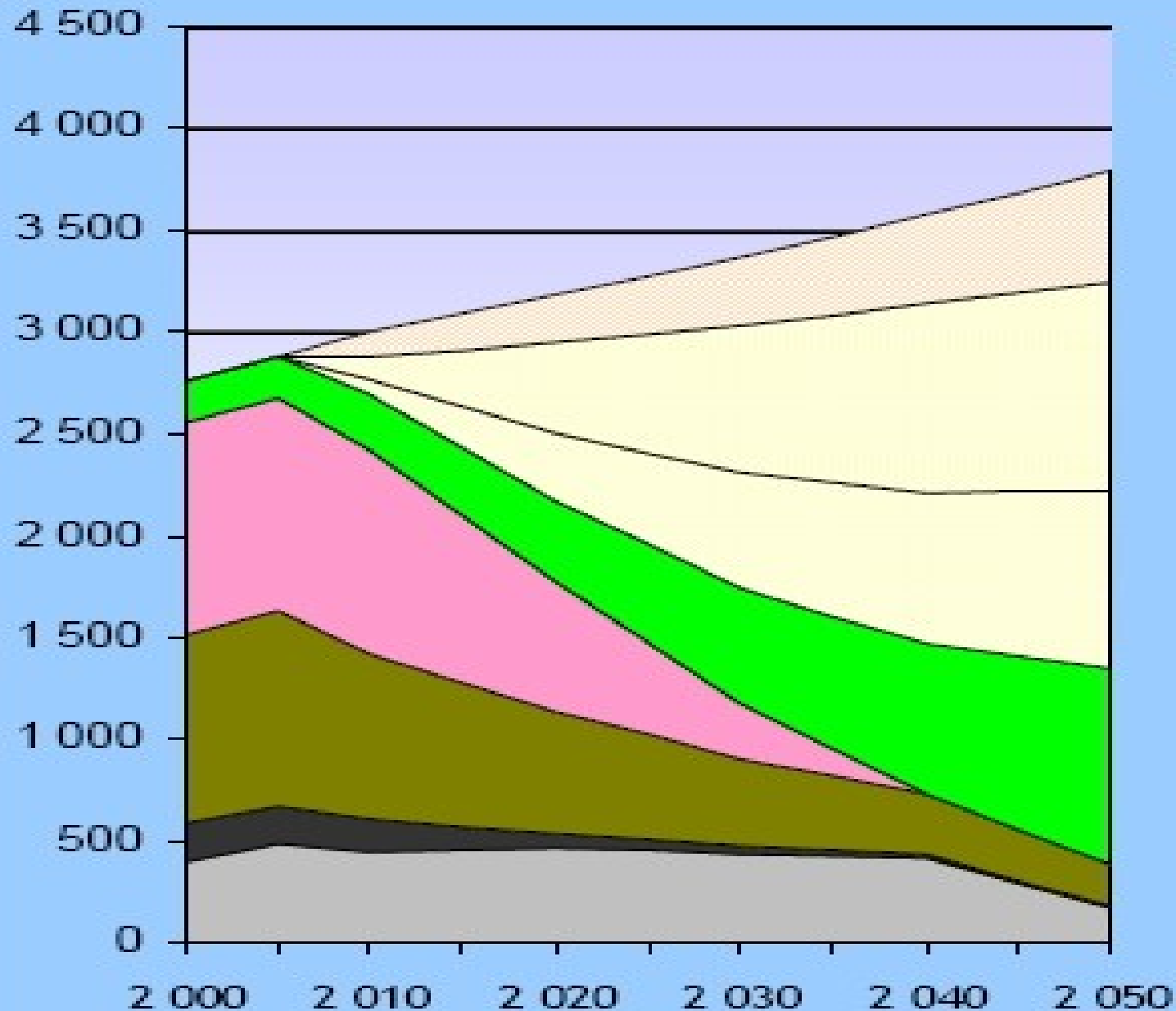


Source: RWE Energie AG and RSS GmbH

# UN SCENARIO-TYPE REALISTE

(RESPONSABLE ET SOLIDAIRE)

[www.nega watt.org](http://www.nega watt.org)



**négaWatt 2006**  
**par ENERGIES**

- Sobriété
- Efficacité sur offre
- Efficacité demande
- Renouvelables
- Uranium
- Pétrole
- Charbon
- Gaz



# Les emplois

## En France:

*Électricité : 130 000*

*Renouvelables 190 000 en 2010*

*295 000 en 2030*

*610 000 en 2050*

à la condition qu'une politique volontariste soit mise en place.

## En Europe

*Biomasse 280 000*

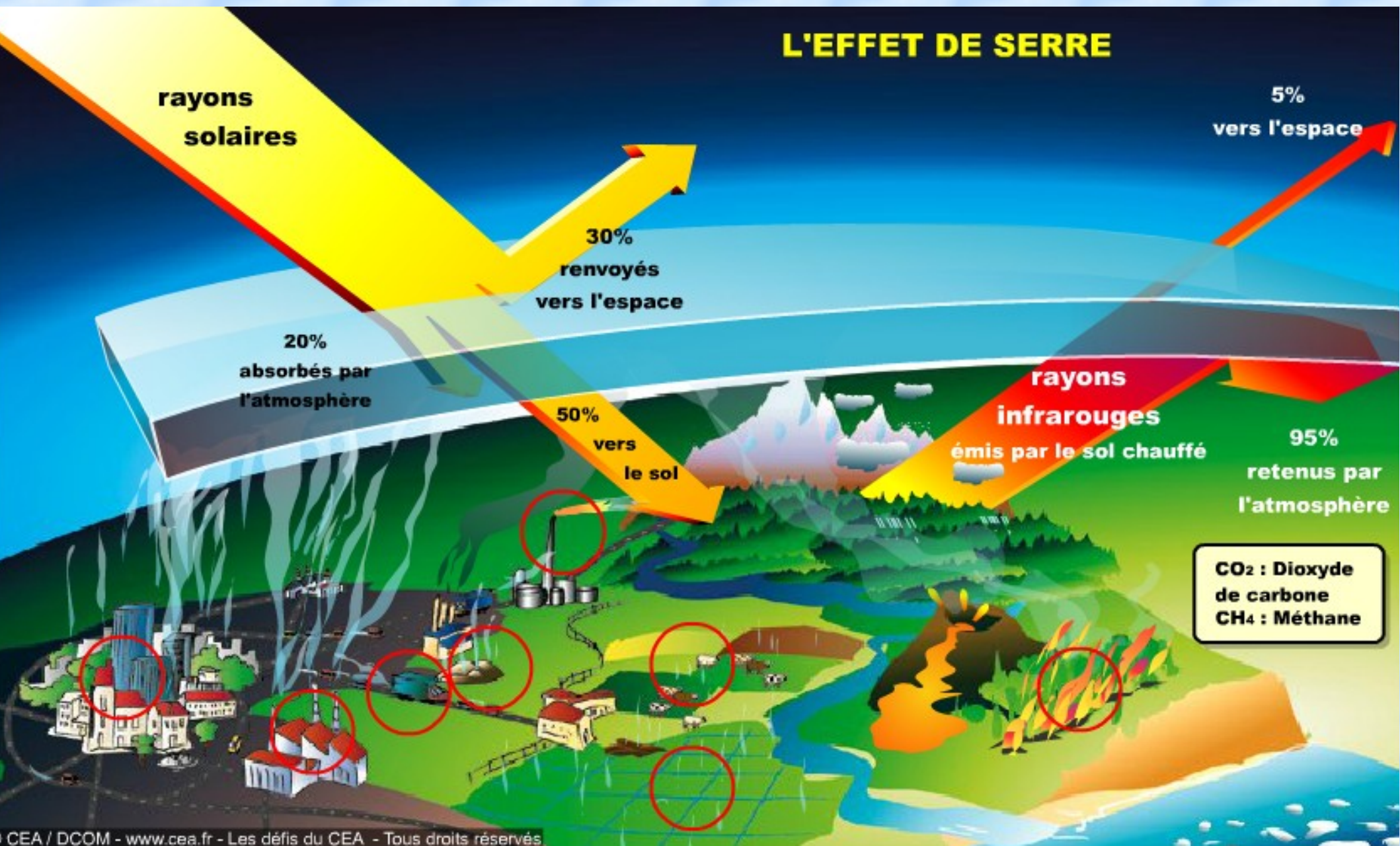
*Eolien 240 000*

*Photovoltaïque 120 000*

*Source Négawatt*

# CO<sub>2</sub> & CH<sub>4</sub>

## L'EFFET DE SERRE





After 2°C of warming



After 4°C of warming

**ENFIN UN REVE POUR L'HUMANITE !**

***Passer en 40 ans***

***de sociétés structurées par des énergies fossiles***

***et gérées par les intérêts à court terme des***

***Homos Profitus Maximus***

***à***

***des sociétés utilisant des énergies renouvelables***

***et organisées démocratiquement par des***

***Homos Sapiens enfin Sapiens***

***(enfin sages savants et responsables!)***