

# Perspectives Énergétiques 2050



# LOI PROGRAMME ENERGIE 2005

## ■ LES FAITS :

- Pénuries pétrole, gaz ?
- Accroissement de l'effet de serre associé aux rejets de CO<sup>2</sup>

## ■ LES OBJECTIFS :

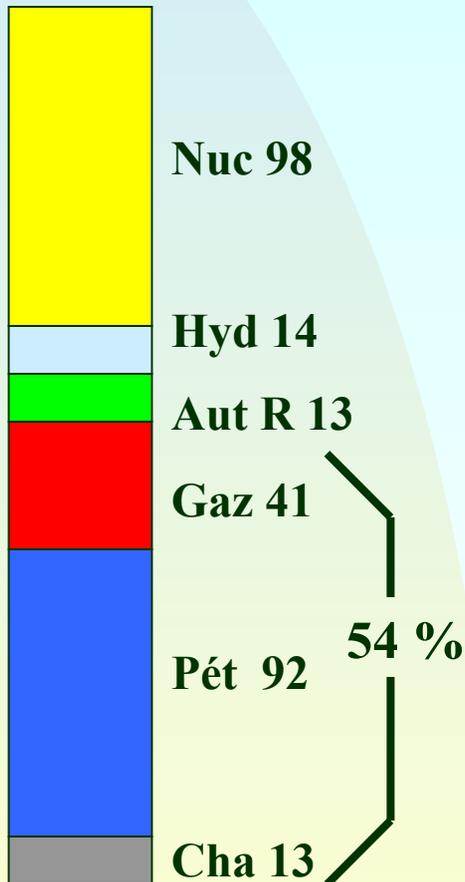
- Diviser par 4 nos rejets de CO<sup>2</sup> d'ici 2050 « Décarbonner »
- Limiter les combustibles fossiles « Sortir des fossiles »

## ■ LES 3 AXES D' ACTIONS :

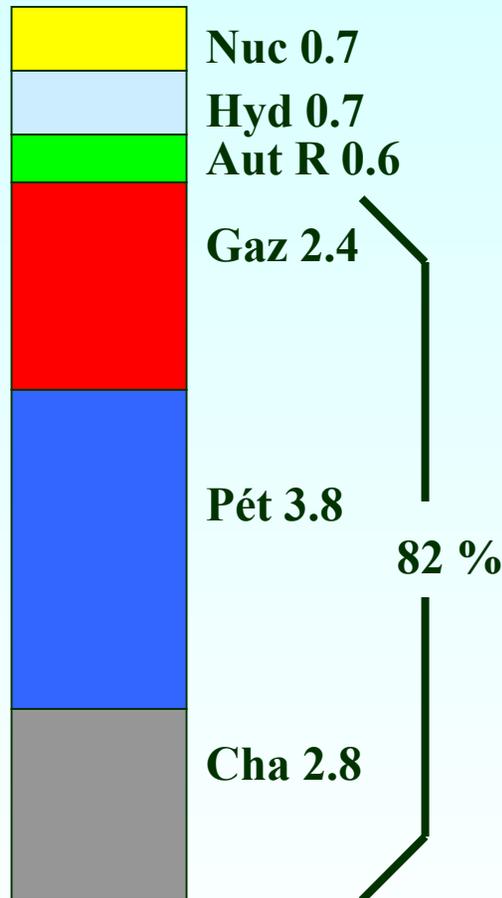
- Économies d'énergie
- Développement des Renouvelables:  
( thermique bois, thermique Solaire, biocarburants, éolien )
- Poursuite du Nucléaire ( décision tête de série EPR)

# SITUATION ENERGETIQUE 2005

**FRANCE 2005**  
271 Mtep



**MONDE 2004**  
11.6 Gtep

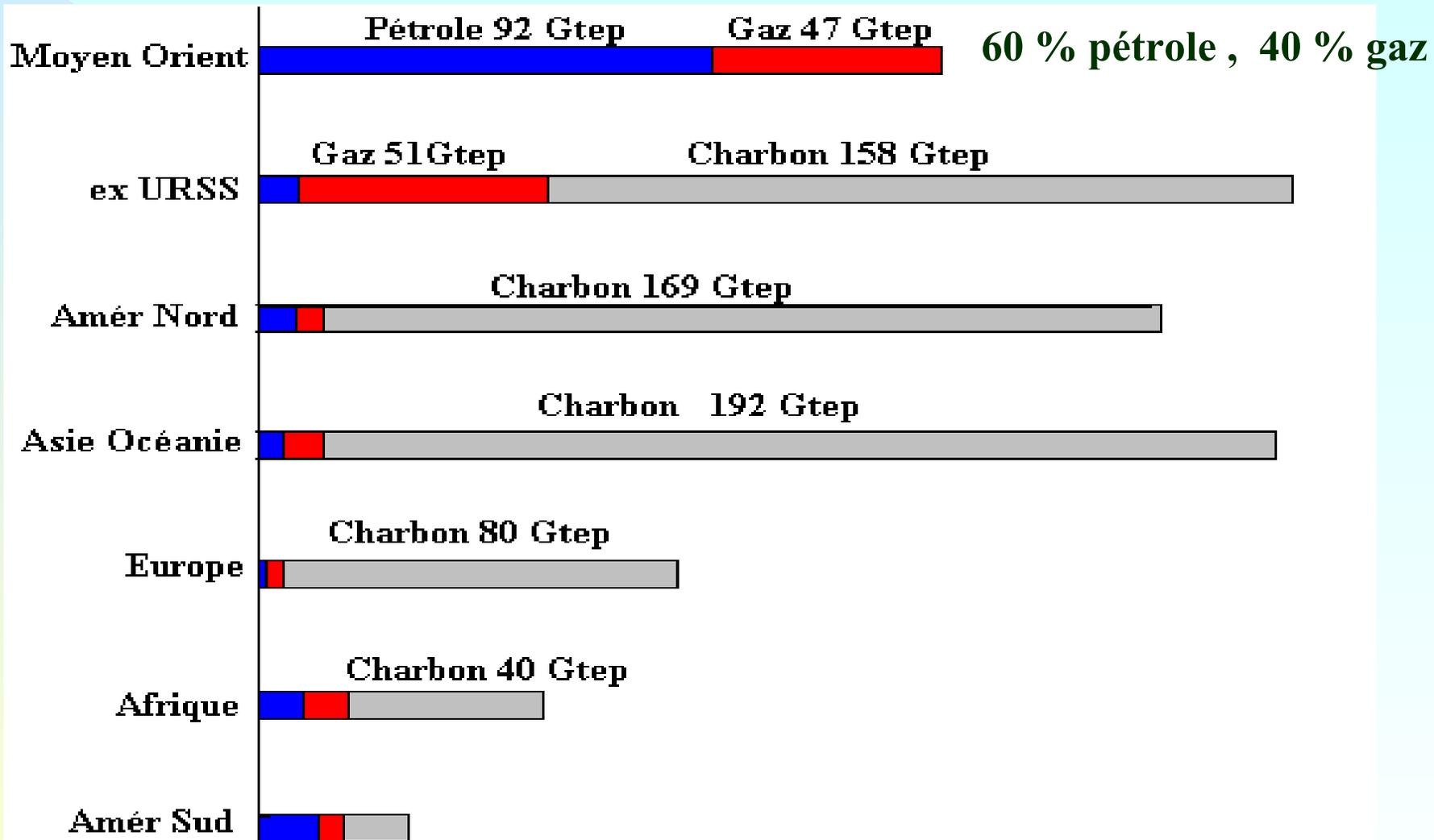


## Fossiles Pénurie ? Quand ?

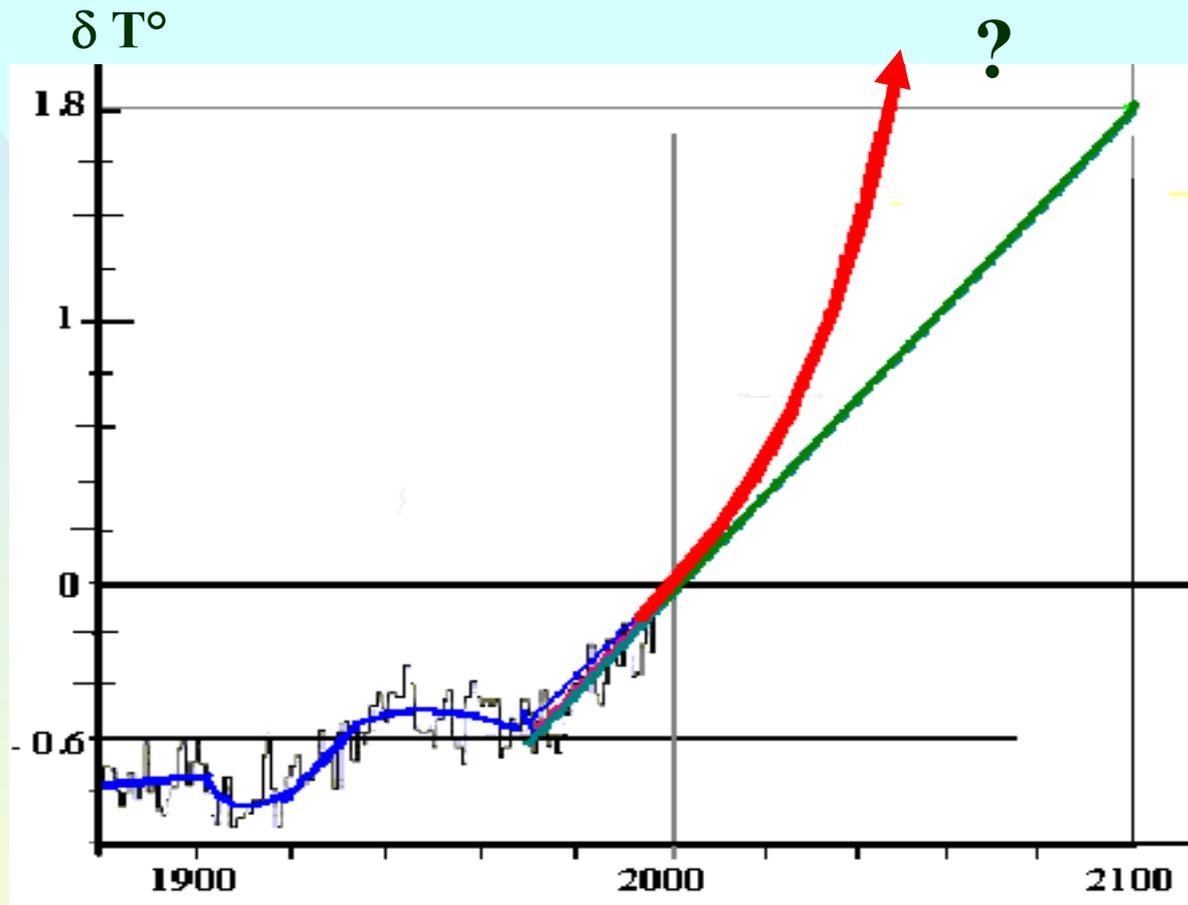
	R/P act.	R/P tend.
Gaz	67	60
Pétrole	45	60
Charbon	250	150

# COMBUSTIBLES FOSSILES

## Répartition Monde Réserves



# AUGMENTATION EFFET DE SERRE



CO<sup>2</sup> ppm 300

360

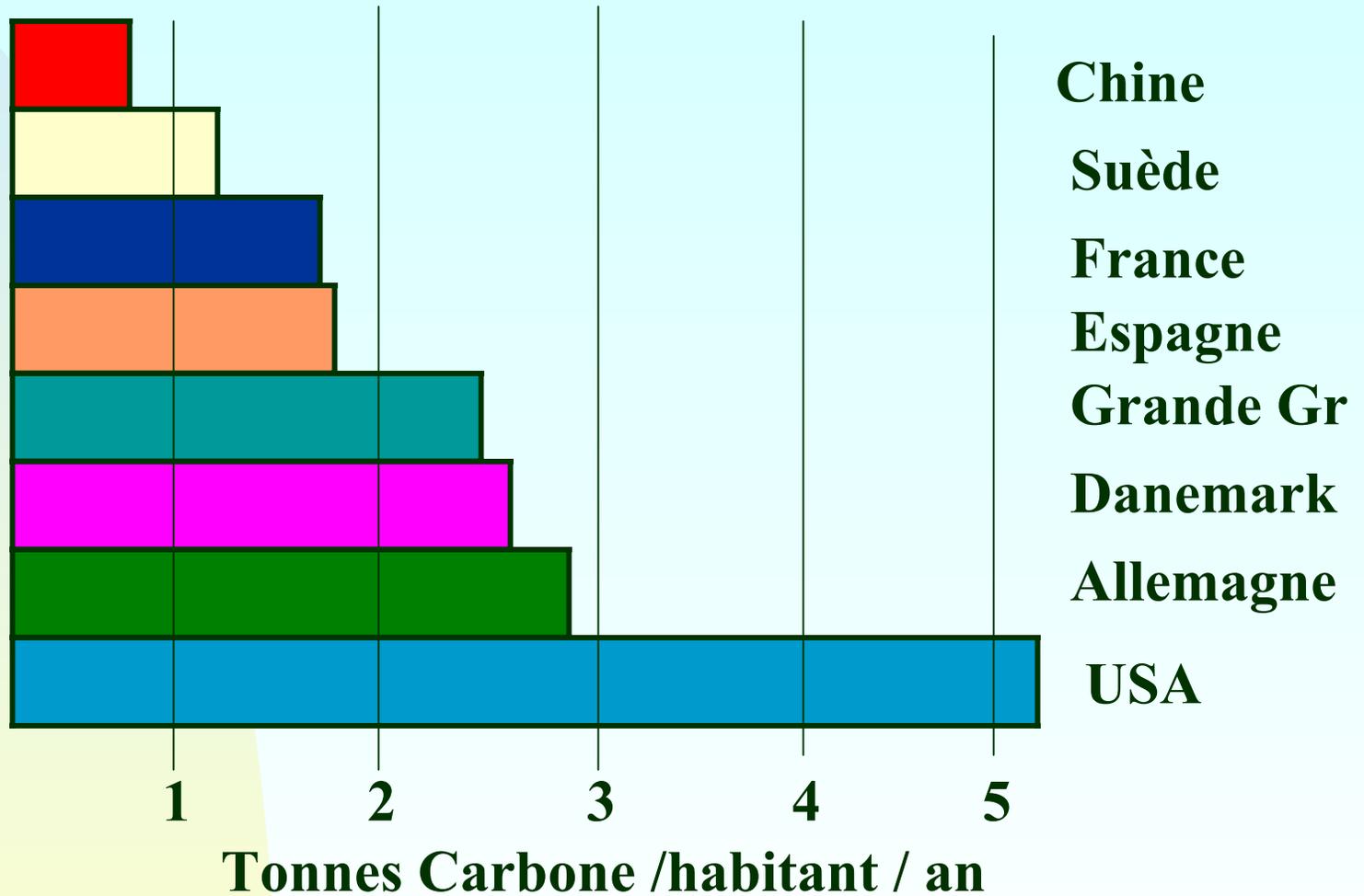
450

540

600 (+1.8° C)

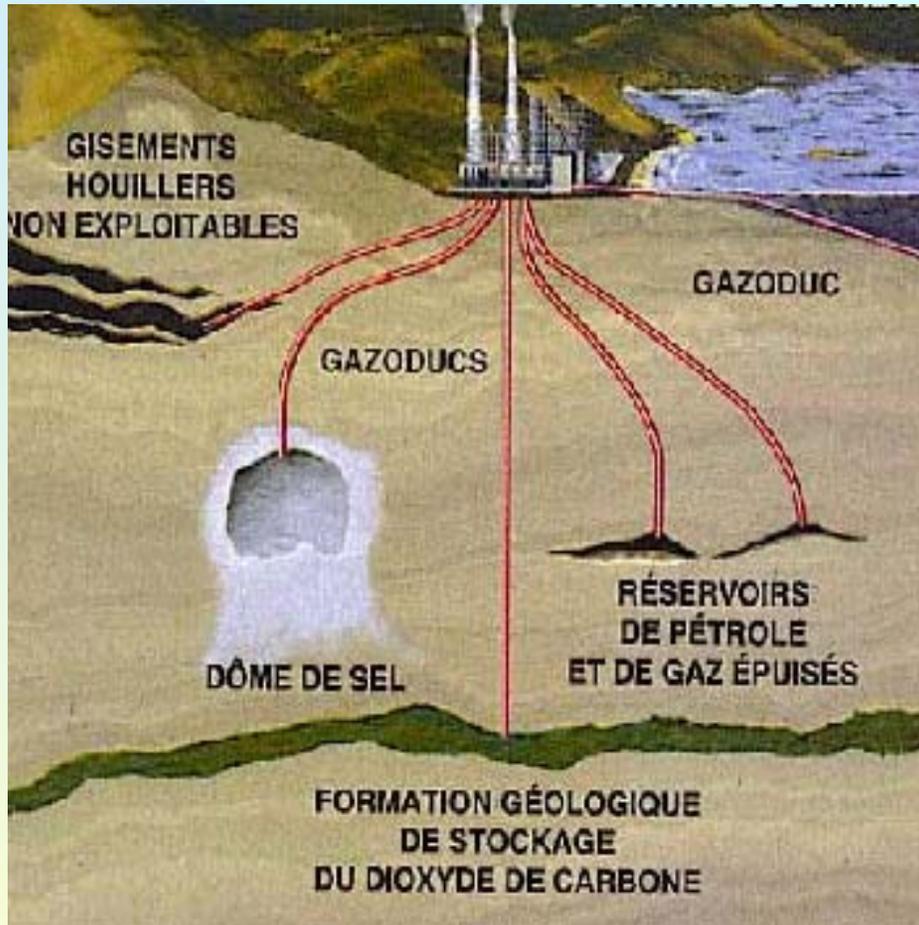
1000 (+ 6° C)

# CO<sup>2</sup> LES REJETS



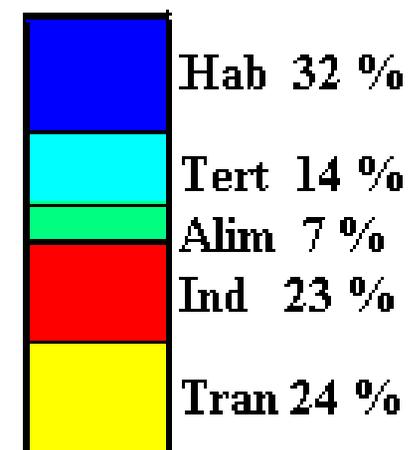
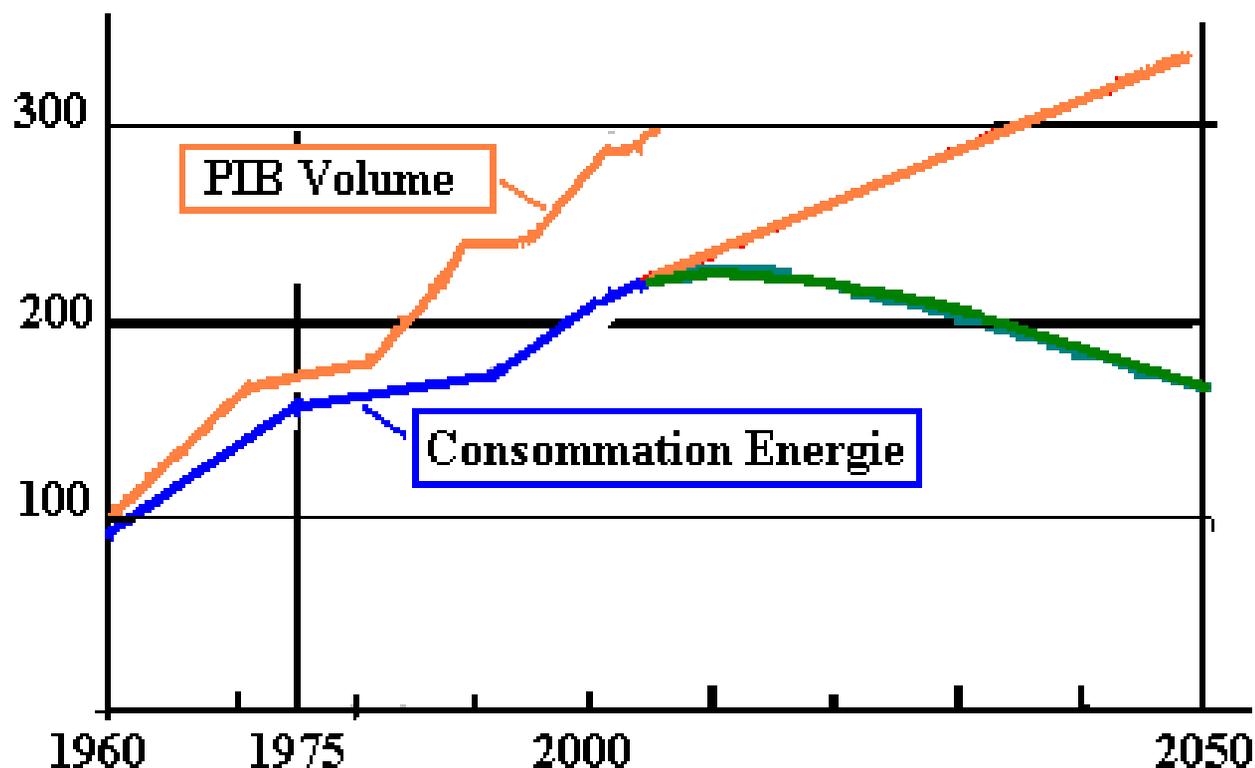
# SEQUESTRATION DU CO<sup>2</sup> ?

## le remettre dans le trou



- Capture gaz sortie centrale
- Séparation CO<sup>2</sup>
- Compression / transport
- Injection
  - ex mines de charbon
  - ex puits pétrole, gaz
  - dôme de sel
  - fond des océans

# CONSOMMATION

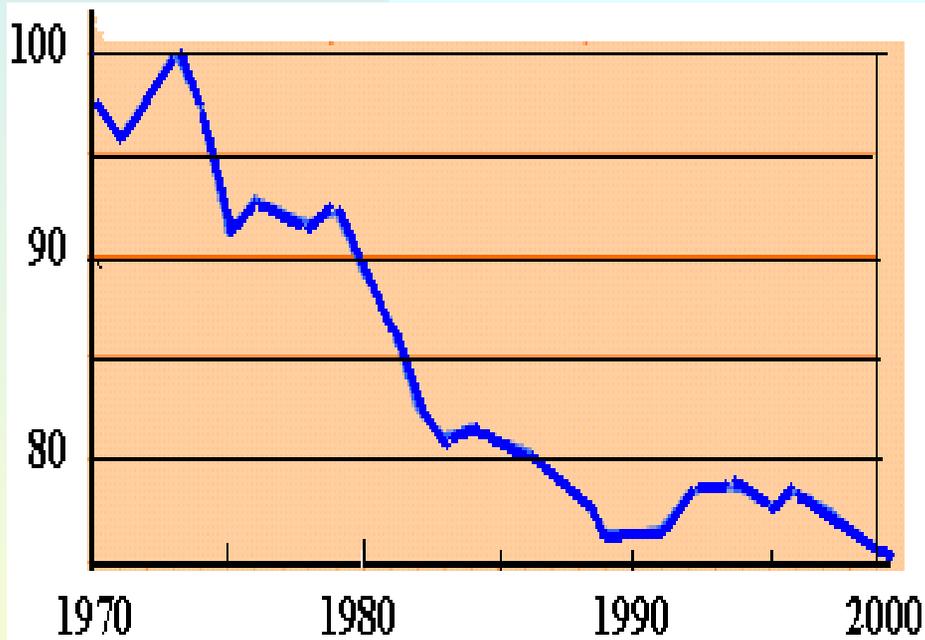


- Hab Tert + 1.2 % / an depuis 1990**
- Industrie + 0.8 % / an depuis 1990**
- Transport + 1.4 % / an depuis 1990**

# INDUSTRIE 23 % Cons totale

## Progrès depuis 1973 peut-on faire plus ?

1 tonne d'acier: 0.5 tep      1 tonne de plastique: 1.8 tep  
Importance recyclage



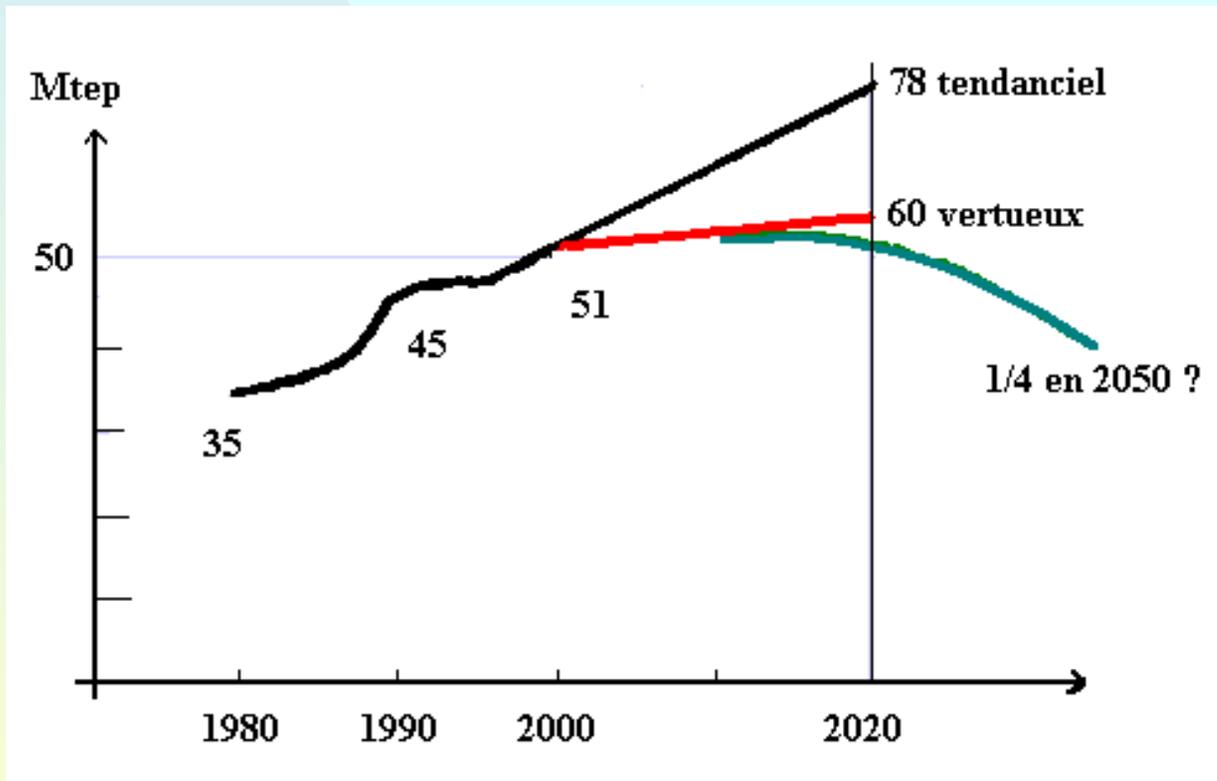
**Intensité énergétique**

- Mécanismes de marché ou réglementaires ?
- Droits à polluer, ou outils de limitation des rejets ?
- Le marché du Carbone
- Droits d'émissions et certificats d'économies d'énergies ( PNAQ)

# TRANSPORTS

24 % Cons totale 40% Rejets CO<sup>2</sup>

Vp 25, Vu 8, Pl 9, Av 6, Bat 2.5, Tr 2.5 )

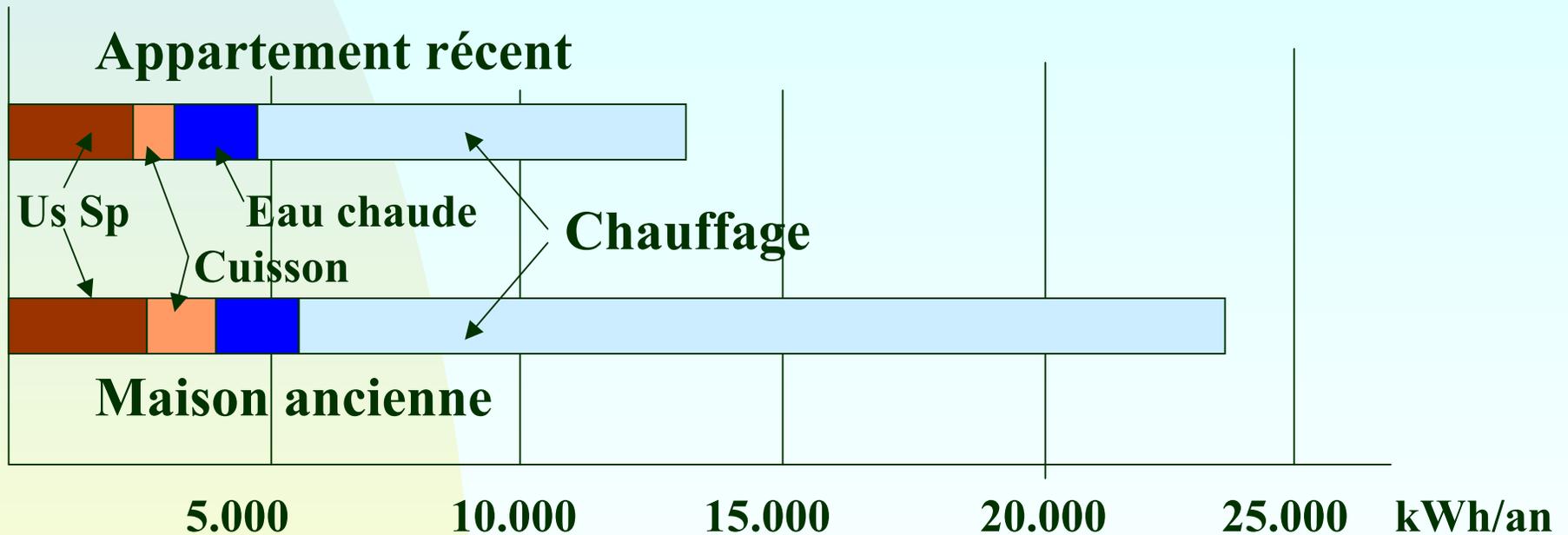


Évolution (continuité)  
Injection directe et HP  
Distribution variable  
Downsizing  
Hybridation  
Électrique 100 %  
Hydrogène et PAC  
Carburants alternatifs

# RESIDENTIEL – TERTIAIRE

## 46 % Cons totale

Chauffage eau chaude 72 % Autres 28 %



# LES RENOUVELABLES en 2004

<b>Électricité</b>	<b>74 TWh</b>	<b>14% du total</b>	<b>525 TWh</b>
<b>Chaleur</b>	<b>12 Mtep</b>	<b>16% du total</b>	<b>73 Mtep</b>
<b>Mobilité</b>	<b>0.4 Mtep</b>	<b>0.9% du total</b>	<b>53 Mtep</b>

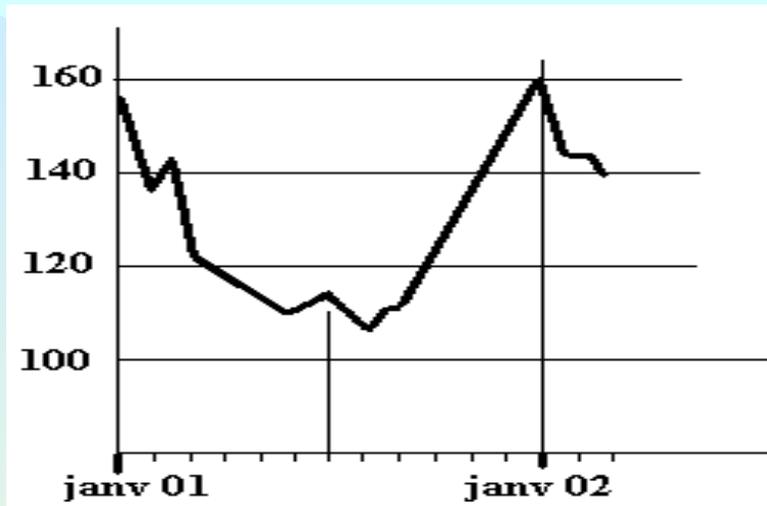
## LES ANCIENS

<b>Hydraulique</b>	<b>70 TWh</b>	<b>( 15 ou 6 Mtep !)</b>	<b>stabilisation</b>
<b>Forêt, bois</b>	<b>9 Mtep</b>		<b>croissance</b>

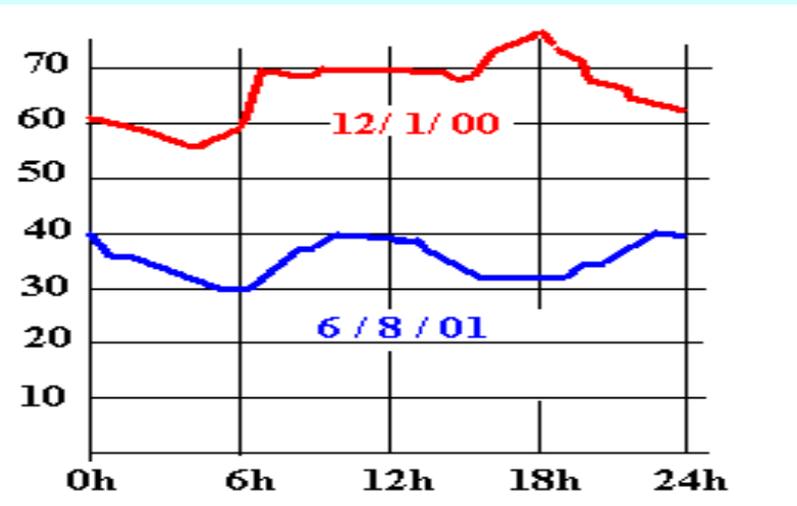
## LES NOUVEAUX

<b>Éolien</b>	<b>0.6 TWh</b>		<b>forte croissance</b>
<b>Solaire</b>	<b>0.03 Mtep</b>	<b>et 0.027 TWh</b>	<b>forte croissance</b>
<b>Biocarburants</b>	<b>0.4 Mtep</b>		<b>forte croissance</b>

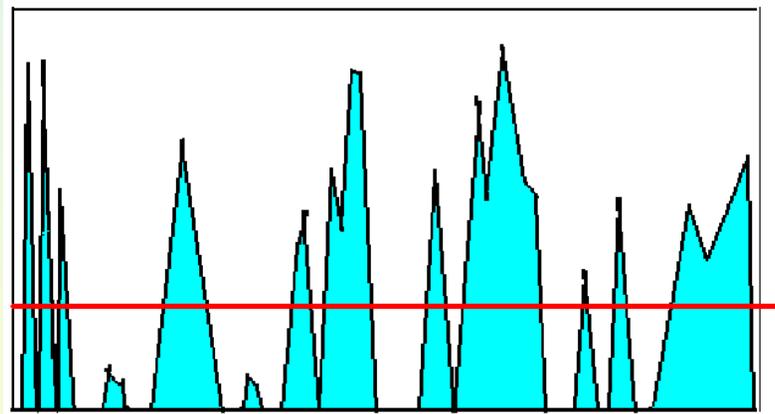
# ELECTRICITE INTERMITTENCE



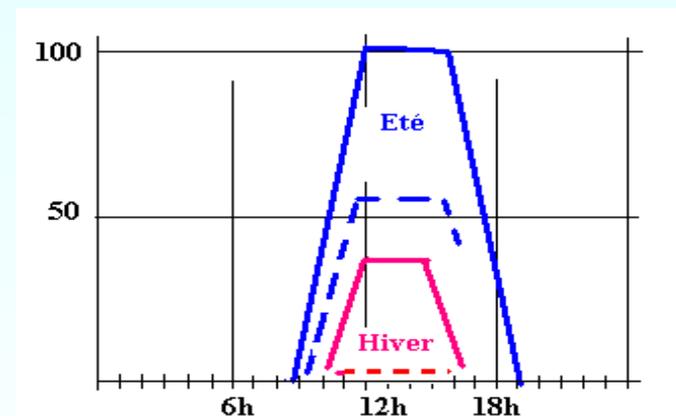
Appel réseau Mensuel



Appel réseau journalier



Éolien sur un mois



PhotoVolt sur la journée

# RENOUVELABLES PERSPECTIVES 2050

<b>A ce jour</b>	<b>29 Mtep (12 %)</b>	<b>Obj. 2050 x 2 à 3</b>
◆Hydraulique	16 Mtep (70 TWh )	≅ 16 Mtep
◆Bois Déchets	12 Mtep	24 Mtep
◆Biocarburants	0.5 Mtep	5 à 15 Mtep
◆Solaire thermique		6 Mtep
◆Géothermie		9 Mtep
◆Éolien		5 à 20 Mtep (22 à 88 TWh ) <i>10.000 à 40.000 MWe P.inst</i>

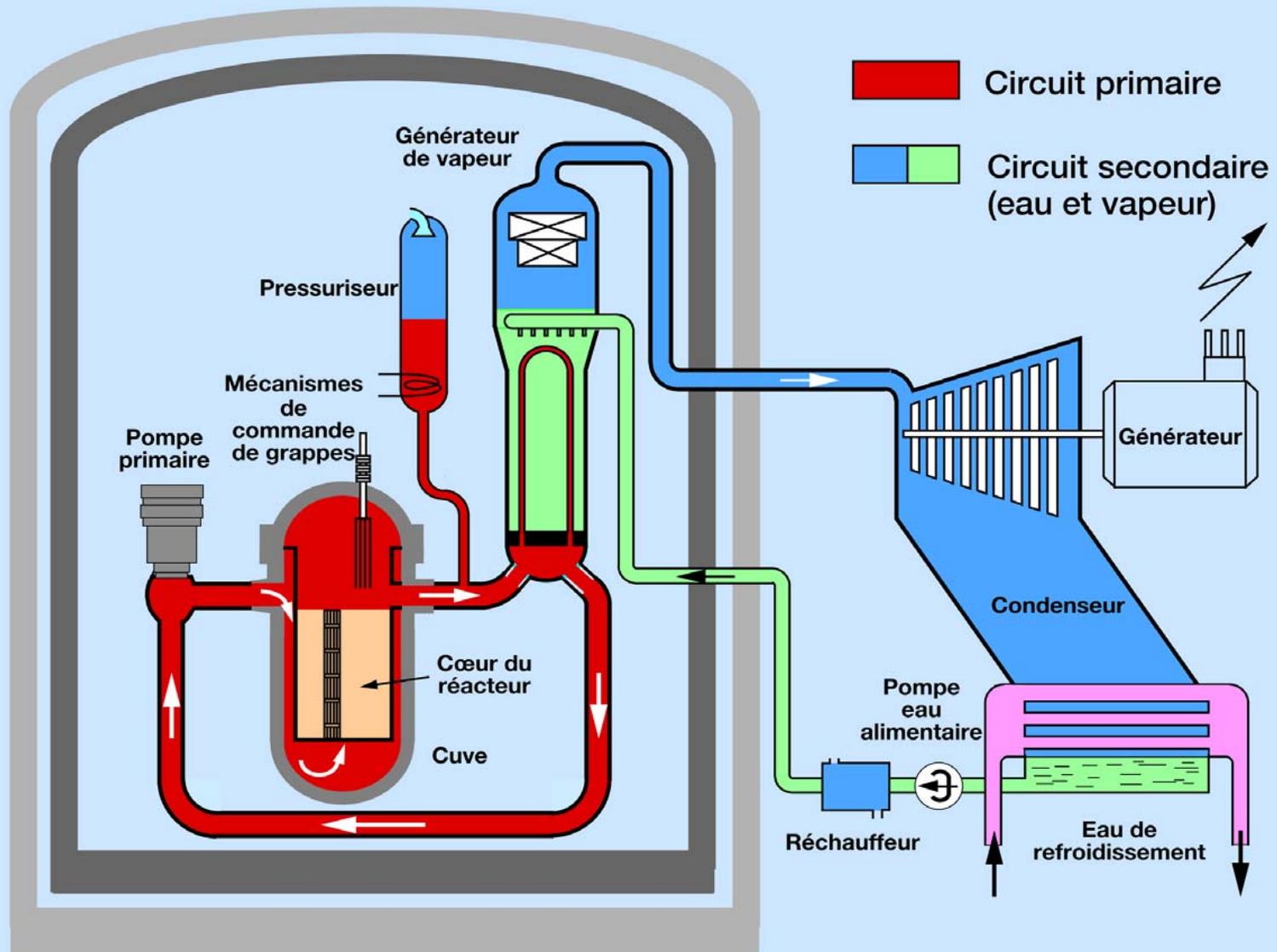
*Mtep : Millions de tonne ~ pétrole*

*TWh : Tera Watt heure : 1.000 Milliards de Wh*

*Hydraulique 1 TWh = 0.222 Mtep et non 0.086*



# SCHEMA DE PRINCIPE REACTEUR A EAU PRESSURISEE



# **EPR 3° GENERATION**

## **EPR Génération 3 + : continuité ( N4 et Konvoi ) et évolution**

**Puissance accrue : 1630 MWe net ( 4.500 MWth)**

**Sûreté améliorée**

**Enceinte renforcée : béton précontraint 1.3 m  
béton armé 1.3 m + peau acier**

**Récupération cœur fondu**

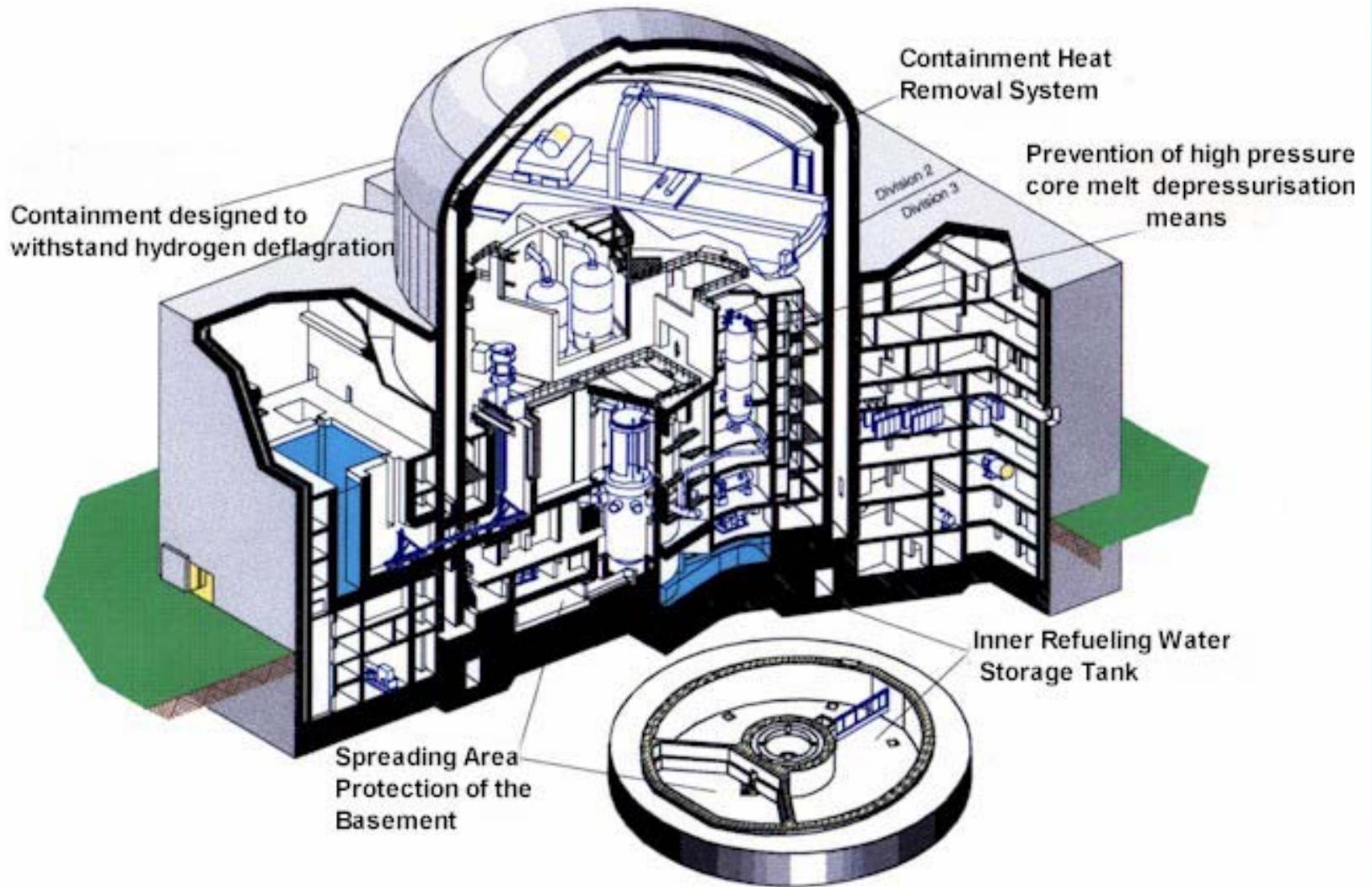
**4 trains indépendants**

**Compétitivité économique - 10%**

**Consommation réduite de combustible (-22%)  
réduction déchets**

**Durée de vie 60 ans**

# EPR ENSEMBLE CHAUDIERE



# **NUCLEAIRE**

## **ACCEPTATION SOCIALE**

### **LES PLUS**

- **Indépendance énergétique, sécurité d'approvisionnement**
- **Maîtrise et stabilité coût électricité ( coût le plus faible)**
- **Pas de rejet CO<sup>2</sup> ( arme contre réchauffement climatique)**

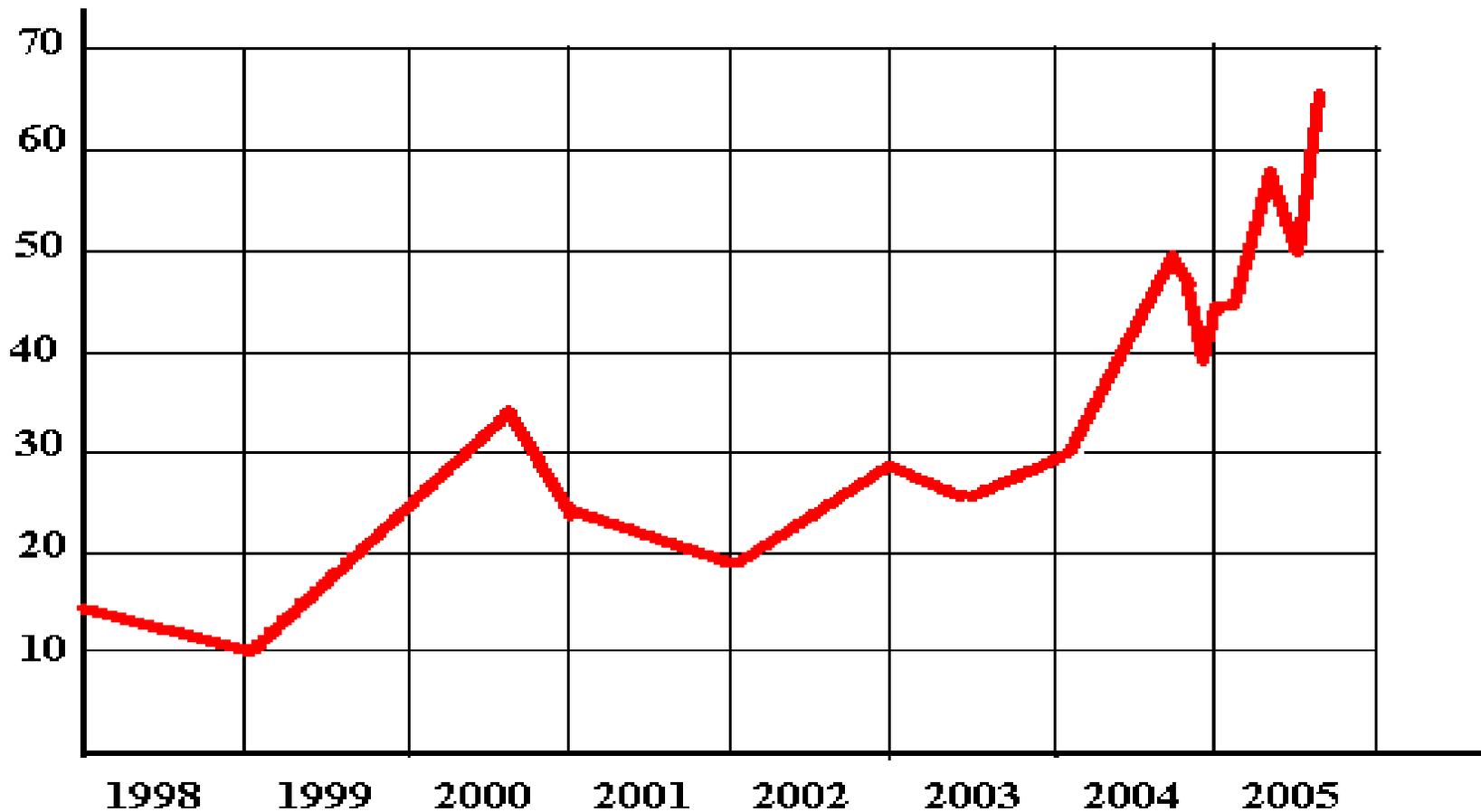
### **LES QUESTIONS, INQUIETUDES**

- **Déchets: volumes réduits: par Français 1 kg/an  
dont 10 g vie longue et très radioactifs vitrifiés**
- **Accidents: Hors Tchernobyl 440 réacteurs 10.000 ans  
Seul accident Three Mile Island 0 conséquence sanitaire**
- **Rayonnements faibles doses + 0.1 % du rayonnement naturel**

# LA FACTURE ENERGETIQUE

## La dépendance

\$/baril



**Facture énergétique pétrole gaz 40 Md € , 2.5% PIB (2005)**

# LES COÛTS ( 2004 )

## ELECTRICITE

€ / MWh + *Coûts externes*  
à la production

Charbon	33		39	(CO <sup>2</sup> 27)
Gaz (combiné)	48	↗	16	(CO <sup>2</sup> 12)
Nucléaire	30		2.5	(0.3 act.)
Éolien	83	↘	1	
Biomasse	86		8	

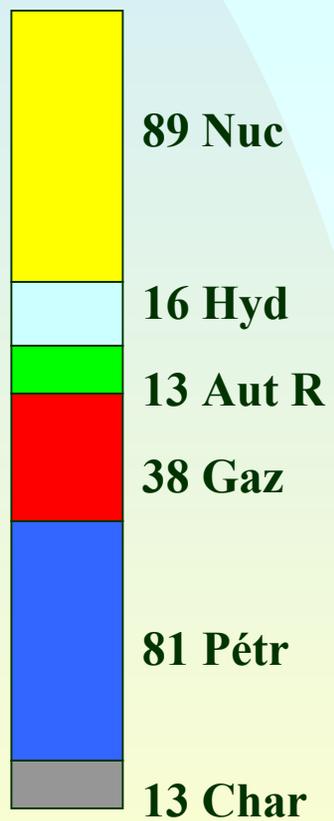
## CHALEUR HABITAT

Combustible seul € / MWh th

Électricité	104 à 63
Fioul	47 ↗
Gaz	29 ↗
Bois	17 à 31

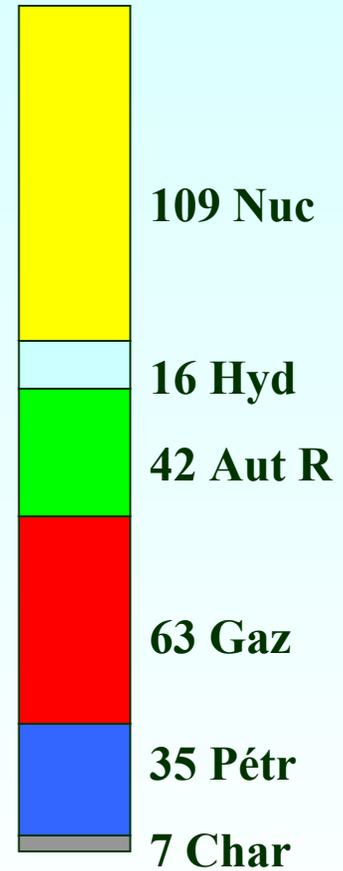
# SCENARIOS

**2000**  
**250 Mtep**



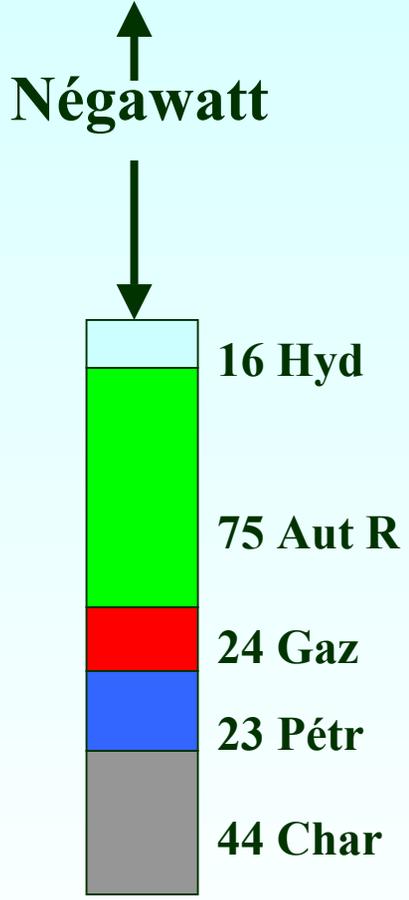
**C: 115 Mt/an**

**2050 TB**  
**272 Mtep**



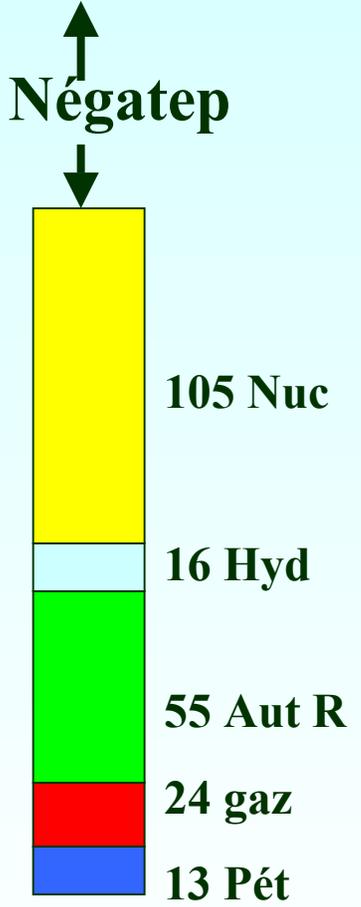
**85 Mt/an**

**2050 Sn**  
**182 Mtep**



**89 Mt/an**

**2050 Sf**  
**213 Mtep**



**29 Mt/an**

# **CONCLUSION**

## **Retour sur la loi Énergie**

### **Les 4 grands objectifs**

**Indépendance énergétique , sécurité d'approvisionnement**

**Préserver l'environnement ( le facteur 4 )**

**Prix compétitif**

**Cohésion sociale et territoriale accès de tous à l'énergie**

### **Les grands axes**

**Maîtrise consommation habitat , transports**

**Bouquet énergétique**

**Option nucléaire maintenue ( EPR )**

**Développement des renouvelables**