

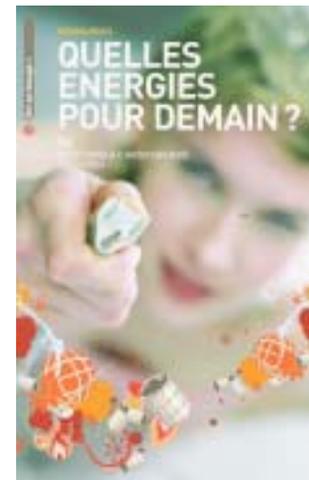
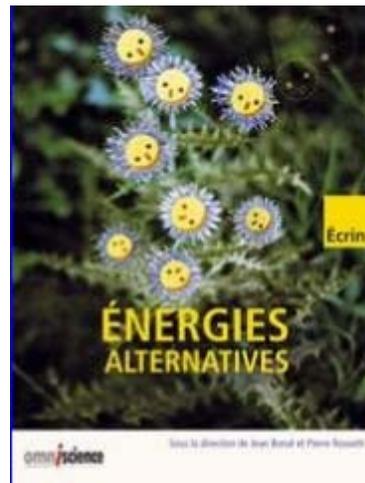
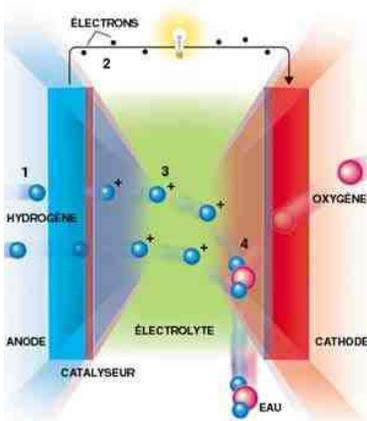
Énergies renouvelables et maîtrise de l'énergie

Christian Ngô

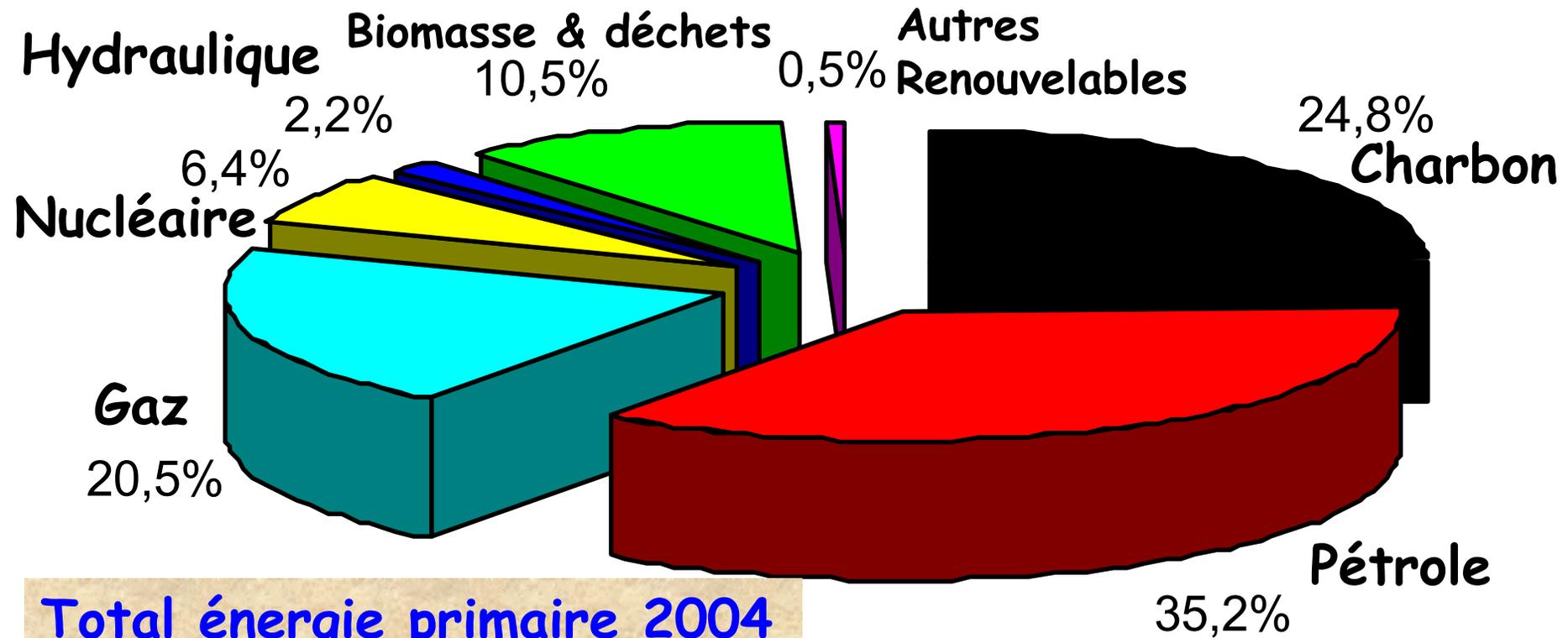
ngo@ecrin.asso.fr

ECRIN

www.ecrin.asso.fr



Un monde dominé par les combustibles fossiles



Total énergie primaire 2004
 ⇒ 11,2 Gtep (IEA)

Combustibles fossiles
 ⇒ > 80% de dépendance

Le pétrole est encore bon marché (On trouve de l'eau minérale à 140\$/baril)

⇒ Le charbon une énergie d'avenir

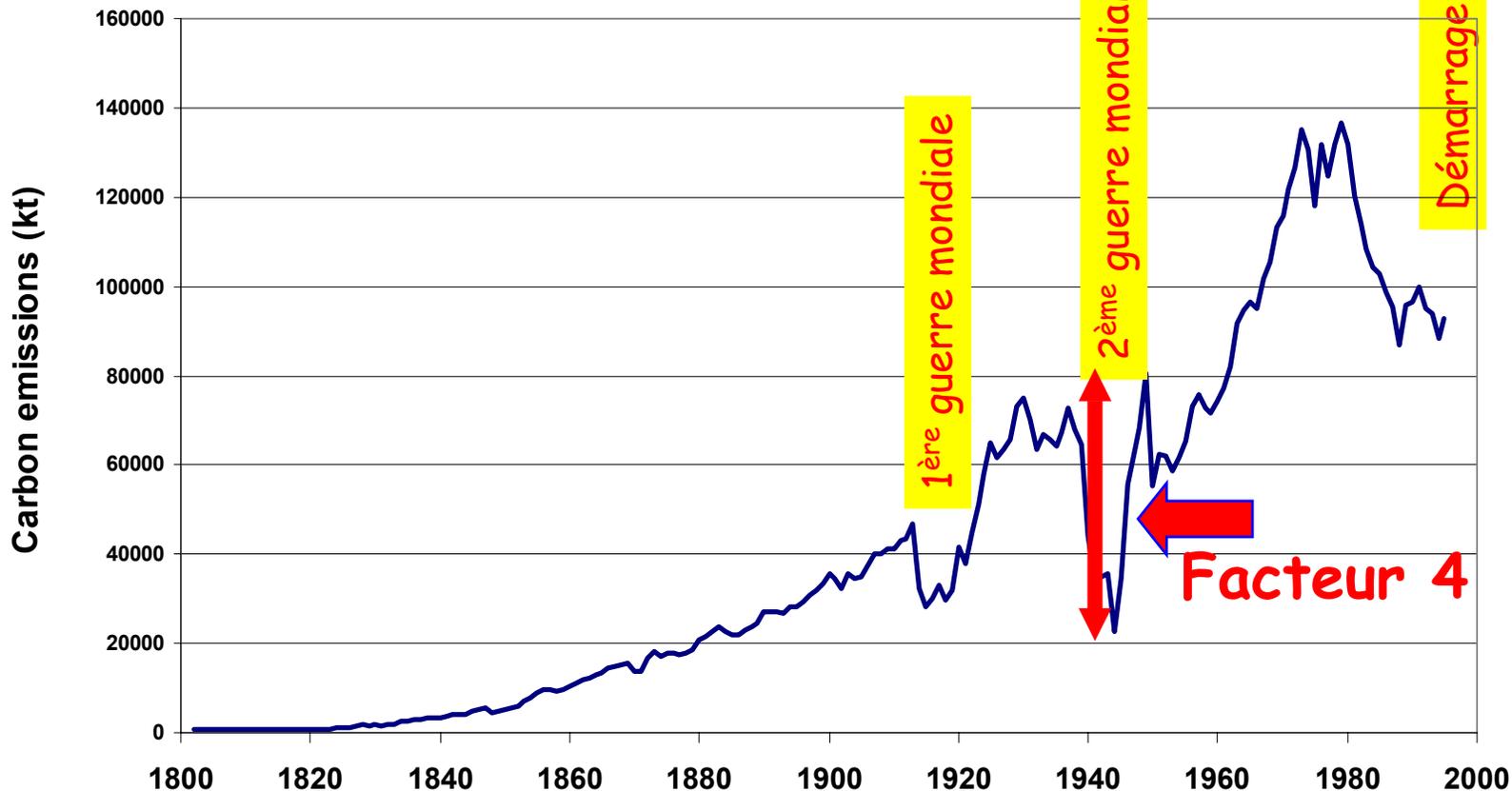
Sources d'énergie

	Charbon	Pétrole	Gaz	Nucléaire	Eau	Soleil	Vent	Géothermie	Biomasse
Électricité	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Chaleur	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Transports	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Utilisations possibles à échelle notable

à accroître l'effet de serre

FRANCE - CO2 EMISSIONS



CO2DATABASE.XLS

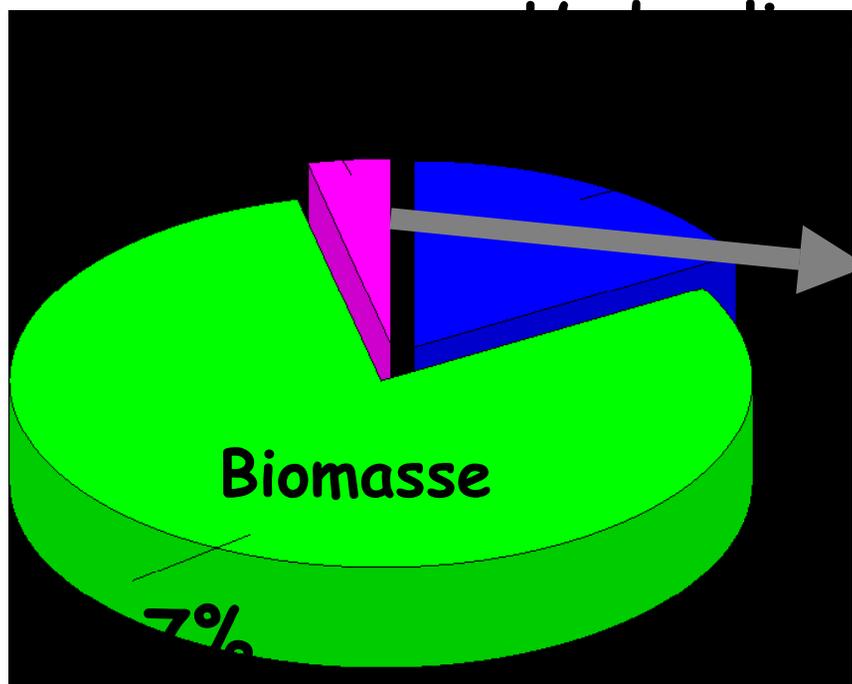
Source service d'études économiques du

Évolution des émissions de CO₂ au cours du temps

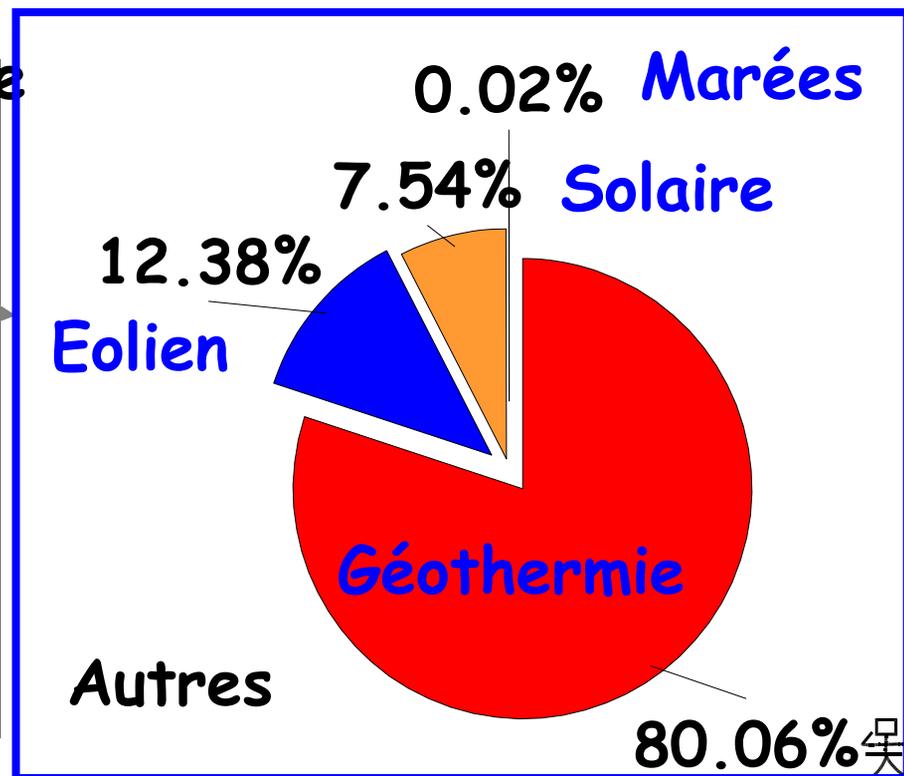
Les Réserves énergétiques

- ❑ **Durée de vie restante de la terre**
5 milliards d'années. Infini= 5 milliards d'années
 - ❑ **Combustibles fossiles**
Quelques centaines d'années
 - ❑ **Nucléaire**
Quelques dizaines de milliers d'années (réacteurs à neutrons rapides)
 - ❑ **Fusion thermonucléaire**
Quelques milliers d'années avec (d-t). Infinies avec (d-d)
 - ❑ **Energies renouvelables**
Infinies
-
- ❑ **Les énergies renouvelables ont assuré les besoins du passé**
 - ❑ **Elles assureront une partie des besoins du futur**

- ❑ En 1800 toute la planète utilisait la biomasse (1 Ghab)
- ❑ Maintenant la moitié de la planète (3 Ghab) utilisent encore la biomasse
- ❑ Les pays développés parlent beaucoup d'ENR mais utilisent majoritairement des combustibles fossiles alors que les pays en voie de développement utilisent des ENR et rêvent de combustibles fossiles



Energies renouvelables (ENR)



Les énergies renouvelables (ENR)

Exploitées depuis que l'homme maîtrise le feu

- ❑ Une production électrique dominée par l'hydraulique
- ❑ Une production de chaleur dominée par la biomasse
- ❑ La France premier producteur Européen d'ENR
- ❑ Utiliser les ENR pour diminuer la consommation de combustibles fossiles mais pas pour les remplacer
- ❑ Il n'y a pas que la technologie. L'éducation et la formation jouent un rôle important
- ❑ Les ENR demandent des investissements importants pour les particuliers (nouveaux mécanismes)
- ❑ Il faut exploiter les énergies renouvelables qui apportent un plus value à notre pays (biomasse...)

Intermittentes et diluées, souvent trop chères
Comment pallier à ces inconvénients ?



La plante permet de stocker l'énergie solaire tout en consommant du CO_2 .

Faible rendement énergétique ($\approx 1\%$ zones tempérées)

Le bois \Rightarrow 1/3 moins énergétique que le pétrole



Biocarburants : un **amplificateur d'énergie**

Peuvent contribuer à diminuer les besoins en pétrole mais

\Rightarrow **Rouler ou manger**

Futur : biocarburants de 2^{ème} génération (Énergie+ H_2 de l'extérieur) à partir de la biomasse lignocellulosique

Déchets

Déchets organiques très utilisés dans le monde (fiente de volaille, excréments de porcs...)

Stratégie du futur : **exploiter la plante entière**



Hydraulique, énergie des mers, géothermie



Grande hydraulique

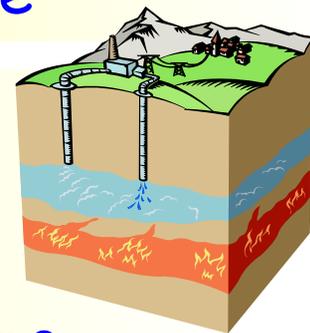
- Très rentable, presque complètement exploitée en France
- Pour la France 56% de la production électrique en 1960

Petite hydraulique, marées, vagues, courants, énergie thermique des océans.

Vagues et courants ⇒ Bon potentiel en France

La géothermie

- Origine : radioactivité terrestre
 - Un gros potentiel à long terme
- 99 % de la planète a une température > à 200°C
Ressources de basse à haute température



Le solaire



→ Le solaire thermique

Capteurs solaires (une source à développer)

Eau chaude sanitaire, planchers chauffants

Centrales solaires

On concentre l'énergie du soleil ($T > 1000^{\circ}\text{C}$) \Rightarrow électricité

→ Le solaire photovoltaïque

Très cher pour le connecté réseau

(0,45 €/kWh > 10 fois le prix du kWh conventionnel)

Encore plus cher en autonome (1,5 €/kWh) mais rentable dans les **pays en voie de développement**

Technologie actuelle : beaucoup d'énergie pour fabriquer les cellules (4-5 ans de fonctionnement pour récupérer l'énergie)

□ **L'avenir : les couches minces**

L'éolien

- ❑ 2 à 3 fois plus cher que le kWh standard
- ❑ Allemagne 2003 \Rightarrow 14 GW installés \Rightarrow 18,6 TWh (15%)
 \Rightarrow L'éolien nécessite une centrale thermique en complément lorsqu'il n'y a pas de vent (France + de pollution, Danemark - de pollution)
 \Rightarrow Production de l'éolien Allemand < consommation des veilles des appareils électroniques
- ❑ Surtout un bon placement financier grâce au tarif de rachat
- ❑ Éolien off-shore



Mieux valoriser la chaleur perdue (basse température)

La pompes à chaleur

Un amplificateur d'énergie

Coefficient de performance
 $Q =$ rapport entre la chaleur
fournie et l'électricité
consommée

Typiquement de l'ordre de 3-4

Source froide

- Air
- Eau
- Sol



- Stockholm qui utilise la mer Baltique
- Tokyo qui utilise les eaux usées



2006

50 000 pompes à
chaleur installées
en France

Le stockage de l'énergie le point faible de la filière énergétique

Matériau	Pour avoir 1 kWh
Essence	70g = 0,07kg
Batteries au plomb	25 kg



Hydrogène \Rightarrow rendement max \approx 30%

L'énergie la plus propre est celle que l'on ne consomme pas

>18 TWh/an <7 TWh/an

Veilles \Rightarrow Télévision (80 W) pour 3h \rightarrow 240 Wh
veille (15W) pour 21h \rightarrow 315 Wh

Alimentation \Rightarrow
1 kg de fraises en hiver \rightarrow Jusqu'à 5l de pétrole

Urbanisme et bâtiments

- ❑ Le secteur du bâtiment
 - 43% de l'énergie utilisée en France
 - 21% des gaz à effet de serre
- ❑ Renouvellement du parc immobilier \approx 100 ans
- ❑ Répartition de la consommation d'énergie : 1/3 tertiaire, 2/3 résidentiel (1/3 collectif, 2/3 individuel)
- ❑ **Transports** associés à l'urbanisme (travail, courses, etc.)
 - \Rightarrow **On peut être plus efficace**

	Bâtiments construits avant 1975	Bâtiments neufs (RT 2000)	Objectif indicatif à atteindre
Chauffage (kWh/m ² /an)	328	80 à 100	50
Eau chaude sanitaire (kWh/m ² /an)	36	40	10
Electricité à usage spécifique	1000	1000	250

Gains possibles en CO₂ (et en énergie) pour la France

On aura besoin de plus d'électricité décarbonée (pompes à chaleur, véhicules hybrides rechargeables...)

Maîtrise de l'énergie et modification des usages sont indispensables

❑ **Pertes** → On peut améliorer certains rendements mais on ne peut pas violer des lois physiques

→ gain 15 à 25%

❑ **Electricité** (renouvelables + nucléaire) → gain 10% des émissions

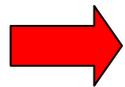
❑ **Transports** (hybrides rechargeables + biocarburants de 2^{ème} génération) → gain 50% des émissions

❑ **Chaleur** (pompes à chaleur, chauffe-eau solaire...) → gain 75% (facteur 4)

❑ **Au total** pour la France → facteur 2.1 sur l'énergie finale et 1,7 pour l'énergie primaire à l'horizon 2050. Ceci avec beaucoup d'innovations.

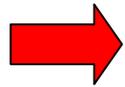
Conclusion

- ❑ L'énergie va devenir plus chère
- ❑ On aura besoin de plus d'électricité



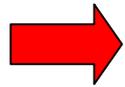
Faire des économies

En utilisant la technologie et l'éducation



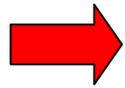
Trouver le meilleur panachage énergétique

Il dépend de chaque pays, de la région, du logement...



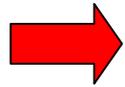
Utiliser toutes les sources d'énergies

Ce sera nécessaire pour satisfaire les besoins



La loi des grands nombres

Il vaut mieux gagner 20% sur un 10^5 logements que 100% sur 10 logements



La recherche est importante

Ce n'est pas un crime de consommer de l'énergie mais cela peut en être un pour certaines formes (fossiles)