Utilisation des énergies renouvelables. Pourquoi? Quand? Comment?

UNIVERSITE PAUL SABATIER TOULOUSE III

Plan du module :

COURS	thème du jour	intervenants
20-janv-10	intro énergie	V. Boitier
27-janv-10	hydraulique	R. Baget
03-févr-10	solaire PV	V. B
10-févr-10	éolien	R. B
17-févr-10	cogénération	R. B
03-mars-10	stockage / pile à combustible	XX
10-mars-10	NRJ dans les transports	P. Bidan
17-mars-10	biogaz	M. Labeyrie
24-mars-10	solaire thermique	R. Fournier
31-mars-10	ENR dans la maison 1	R. F
07-avr-10	ENR dans la maison 2	R. F
21-avr-10	appli portable/récup NRJ ...	V. B

EXAMENS

28-avr-10 examens 1ère session QCM sous Moodle...

Module
2l6ov8m
V. Boitier
Janvier 2010

UE d’Ouverture L3, notations :

Note : compensation et mentions possibles
Comme tout les autres modules.

Utilisation des énergies renouvelables. Pourquoi? Quand? Comment?

UNIVERSITE PAUL SABATIER TOULOUSE III

« Développement durable » :
« un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs »(commission « Bruntland »)

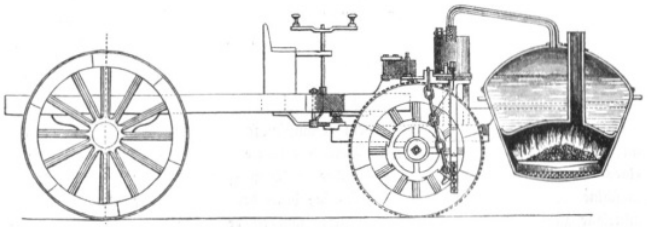
PLAN :

Sources d'énergie.
Le chemin de l'énergie
Conversion et Rendement
Energie-Puissance
Pétrole
Ressources non renouvelables
Production-Consommation
Tendances
Environnement

Conclusion

Quelles énergies …
pour un développement durable?

Les sources "primitives" d'énergie



- LE FEU à partir du bois ou d'huile

- LA FORCE ANIMALE (bœufs, chevaux, chiens...)
- L'EAU des rivières et des marées (moulins, forges...)
- LE VENT (pompes, moulins...)

Toutes des énergies renouvelables !

Les sources "modernes" d'énergie

LES COMBUSTIBLES FOSSILES
charbon, pétrole, gaz naturel

La FISSION ATOMIQUE

} ***Sources d'énergies primaires non renouvelables !***

et les vecteurs d'énergie : **ELECTRICITE**

Et peut-être bientôt : **HYDROGENE (P.a.C.)**

Durant, le 20ème siècle, prise de conscience planétaire :
- nos ressources sont limitées, notamment celles en énergie
- nous perturbons notre environnement

Le chemin de l'énergie

De l'énergie, pourquoi?

Ressource primaire
(renouvelable ou non)

Conditionnement
Transport et stockage éventuels
(électricité ne se stocke pas!)

Transformation (conversion) finale

Utile aux hommes pour :

- **cuisson, chauffage**
- **éclairage, réfrigération**
- **travail mécanique : machines**
- **procédés industriels**
- **traitement de l'information**
- **transports**

Service rendu

Une nouvelle définition du rendement :

$$\text{«Rendement»} = \frac{\text{Service rendu}}{\text{Energie consommée et rejets}}$$

Conversion d'énergie et rendement énergétique

L'énergie ne se perd pas: elle se transforme
lors de toute conversion, il y a dissipation.

Exemple : éclairage d'une lampe à incandescence

$\eta = 33\% \times 89\% \times 5\% = 1.4\%$

98.6% de l'énergie primaire utilisée pour nous éclairer est perdue en chaleur.

Source : La maison des néga-watts

Carburant → Centrale thermique ($\eta \approx 33\%$)

→ Réseau (pertes réseaux $\approx 11\% \Rightarrow \eta \approx 89\%$)

→ Lampe (conversion en lumière $\eta \approx 5\%$)

→ **Lumière**

Exemples de "cycles de vie de l'énergie"

réactions nucléaires de fusion d'hydrogène dans les étoiles

rayonnement transmis dans l'espace intercepté par la terre

Cycle de l'eau

photosynthèse

effet photo-électrique sur des cellules

Energie hydraulique (ex. **force motrice**)

Biomasse (ex. **combustion**)

Électricité (ex. **éclairage**)

CHALEUR (ré-émise dans l'espace)

Energie-Puissance

Energie :

1 joule = 1V × 1A × 1s

1 cal = 4.18 J ⇒ c'est la quantité d'énergie nécessaire pour faire passer 1g d'eau de 24 à 25°C

Puissance : la watt W

1 Watt = 1J / 1S

Energie = Puissance × Durée

Energie :

1 Wh = 1 W pendant 1h = **3600 J**

1 kWh = 1000 W pendant 1h = **3.6 MJ**

par convention **1Tep = 11700 kWh**

P(W) = F(N).V(ms^{-1}) **P(W) = C(Nm)Ω(rds^{-1})** **P(W) = U(V).I(A)** $E = \int_0^t P(t)dt$

Energie-Puissance

Consommation : Que fait-on avec 1kWh?

- 1,5 km seul en voiture essence (8 litres aux 100),
- 20 km en train (plein à 80%)
- 3,3 km en avion (plein à 80%, 3.6 litres aux 100/passager)
- réfrigérateur : 3 jours de fonctionnement (cl.A 120kWh/an),
- une soirée d'éclairage pour une maison,

- 200 à 500 grammes d'acier ou de carton, 100 à 200 grammes de plastique, ou quelques dizaines de grammes d'aluminium,
- 50 grammes de boeuf ou 300 grammes de porc.

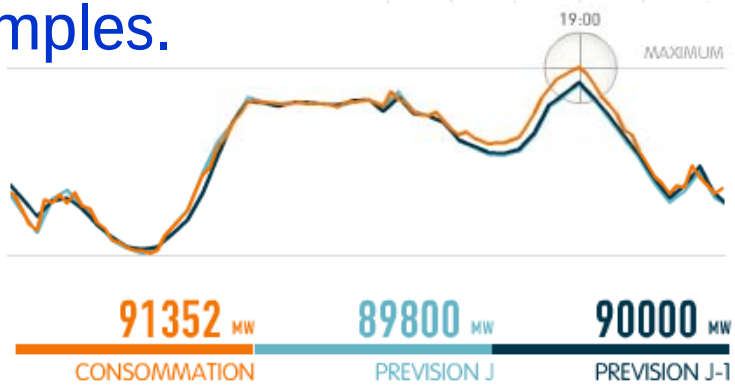
Energie-Puissance : attention aux chiffres!

- Pour chauffer 10 l d'eau de 15 °C à 100 °C :

  il faut : 1 kWh en 1 h : puissance : 1kW

  en 1 s : puissance : 3,6 MW

lundi 12/01/2010 à 19h
pic de consommation
91 352 MW



http://www.rte-france.com/fr

Puissance installée ... quelques exemples.

éolienne : 2 MW = 2000 kW,

centrale nucléaire : 1000 MW = 1GV

puissance mondiale (électricité):
3400 GW

Puissance... énergie produite... disponibilité de la ressource.

1 MW éolien fournit	environ	2 à 4 GWh	(2000 à 4000 h/an)
1 MW solaire	environ	0,8 à 1,5 GWh	(800 à 1500 h/an)
1 MW nucléaire	environ	7 GWh	(7000h/an)

(1 an = 8760 heures)

Le pétrole.

Une densité d'énergie formidable .

1kg de pétrole contient 11,6kWh
soit l'équivalent de
2,22 kg de bois
300 kg de batteries Plomb-acide
110 kg de batteries Lithium
43 tonnes d'eau sur 100 m de chute
1 mg d'uranium
+10°C pour une Tonne d'eau (chaleur)

http://cache.20minutes.fr/img/photos/afp/

Prix du baril en US$
entre 2003 et 2010

http://prixdubaril.com/

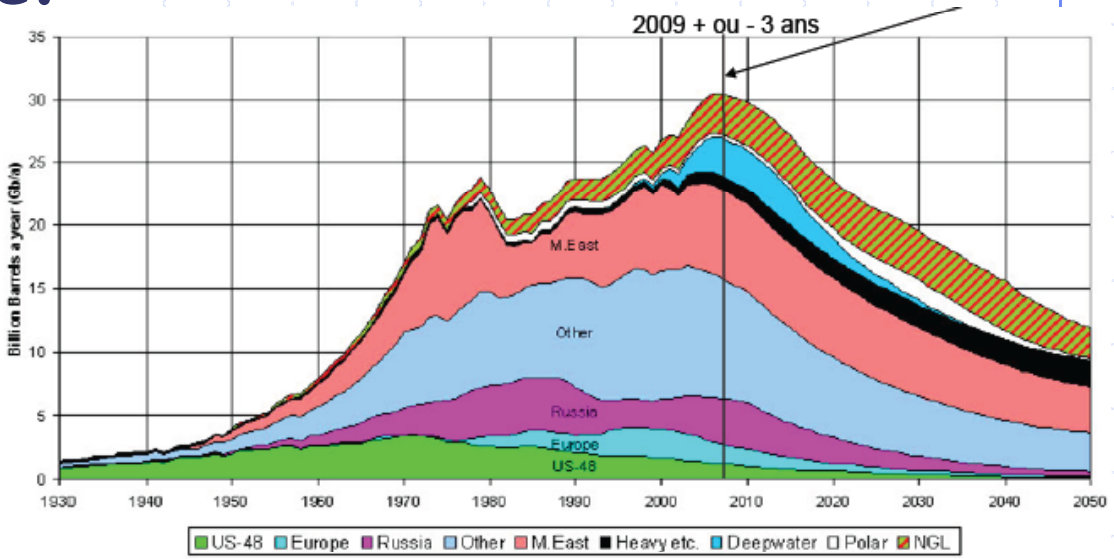
Janvier 2010 … 80$

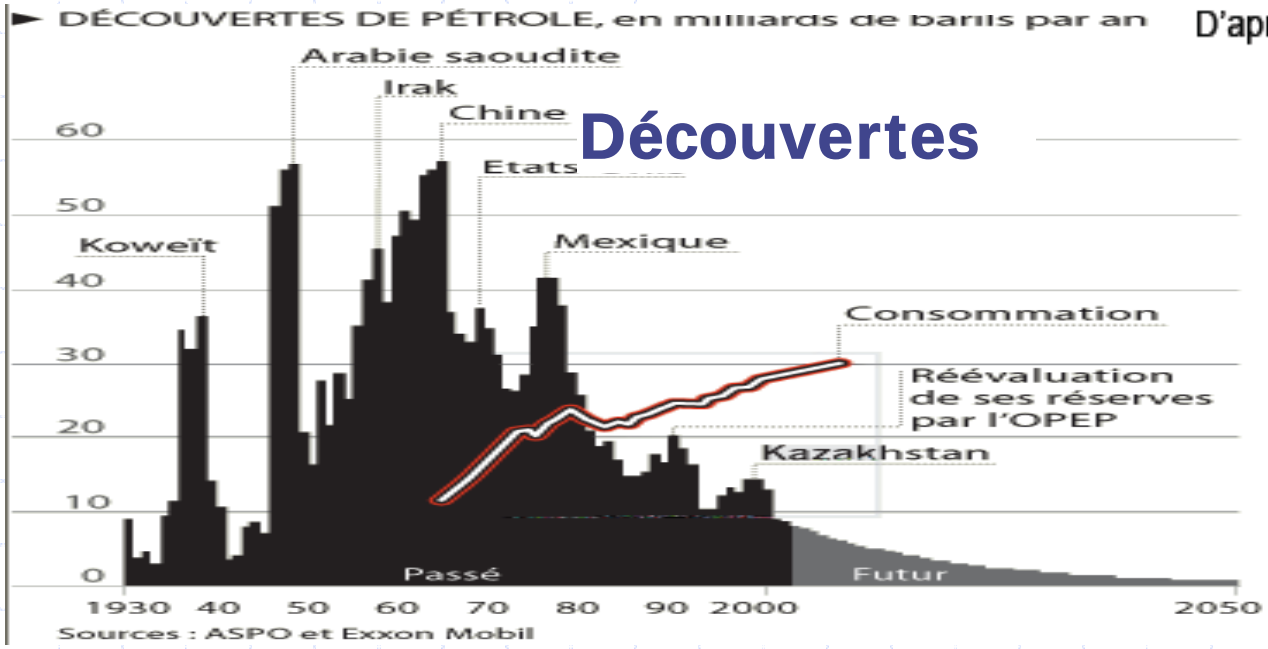
et demain…
moins cher : NON!

1 baril = 1700 kWh

Pétrole… no future.

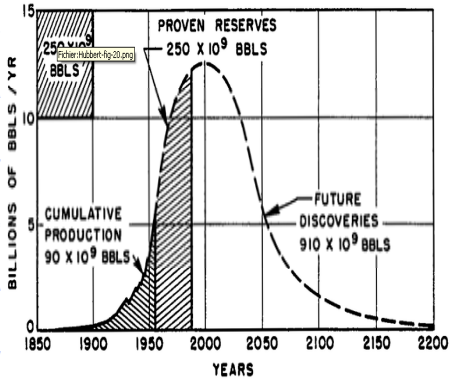
Consommation
>
Découvertes





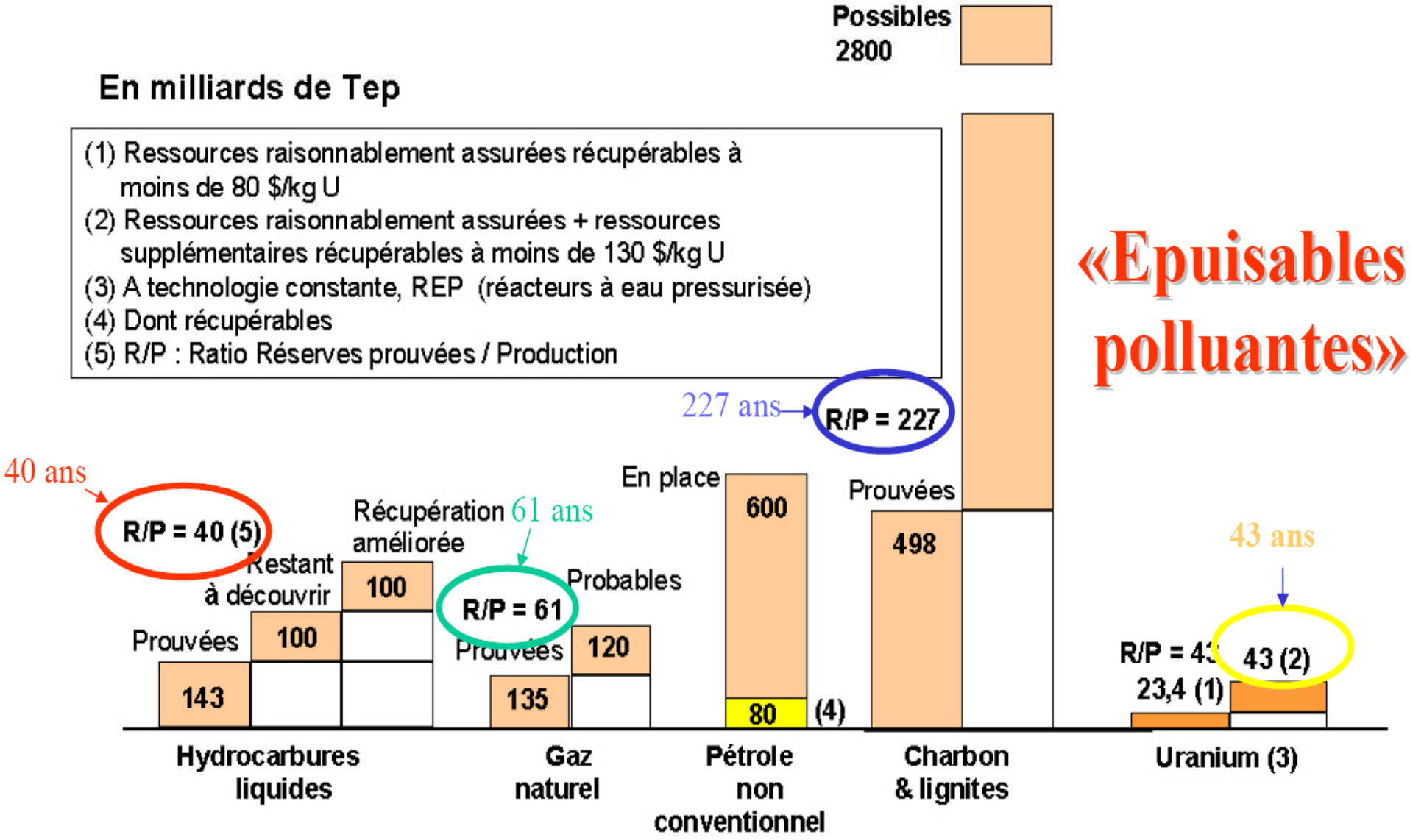
www.lemonde.fr/economie/infographie/2008

Pic de Hubbert



http://fr.wikipedia.org/wiki/Pic_de_Hubbert

Combien de temps encore?



Source : Enspm Fl d 'après BP Statistical Review, CEA, IFP/DSEP

Les ressources énergétiques non renouvelables

réserves exploitables durées au rythme actuel de consommation

Activités énergétiques humaines : ***140.10^{12} kWh***

FOSSILES

pétrole : 2.10^{15} kWh soit **40 à 50 ans**

charbon : 8.10^{15} kWh soit **200 ans**

gaz naturel : $1{,}6.10^{15}$ kWh soit < **60 ans**

hydrates de méthane : >10.10^{15} kWh ?

« Epuisables et polluantes» (rejet CO2 …)

NUCLÉAIRE

Fission (U 235): 400.10^{12} kWh soit 40 ans

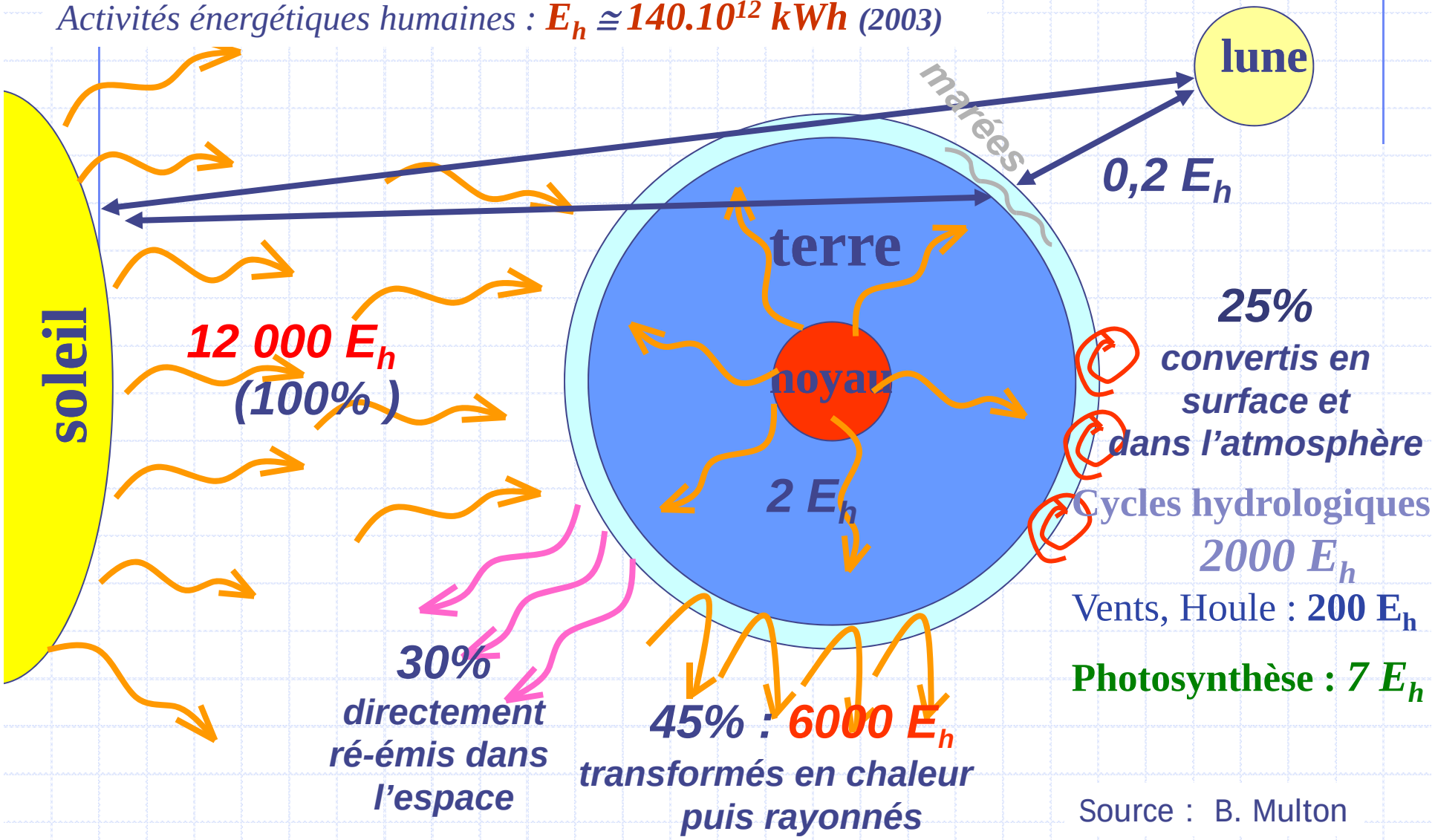
Surgénérateurs (U238): 80.10^{15} kWh (600 ans pour l'ensemble des besoins)

Fusion (deutérium et tritium): 80.10^{15} à 10^{21} kWh **Quasi-inépuisable**

mais encore très loin de la maturité industrielle…(ITER à Cadarache)

Les ressources renouvelables

(chiffres annuels)



Source : B. Multon

ENR : part exploitable

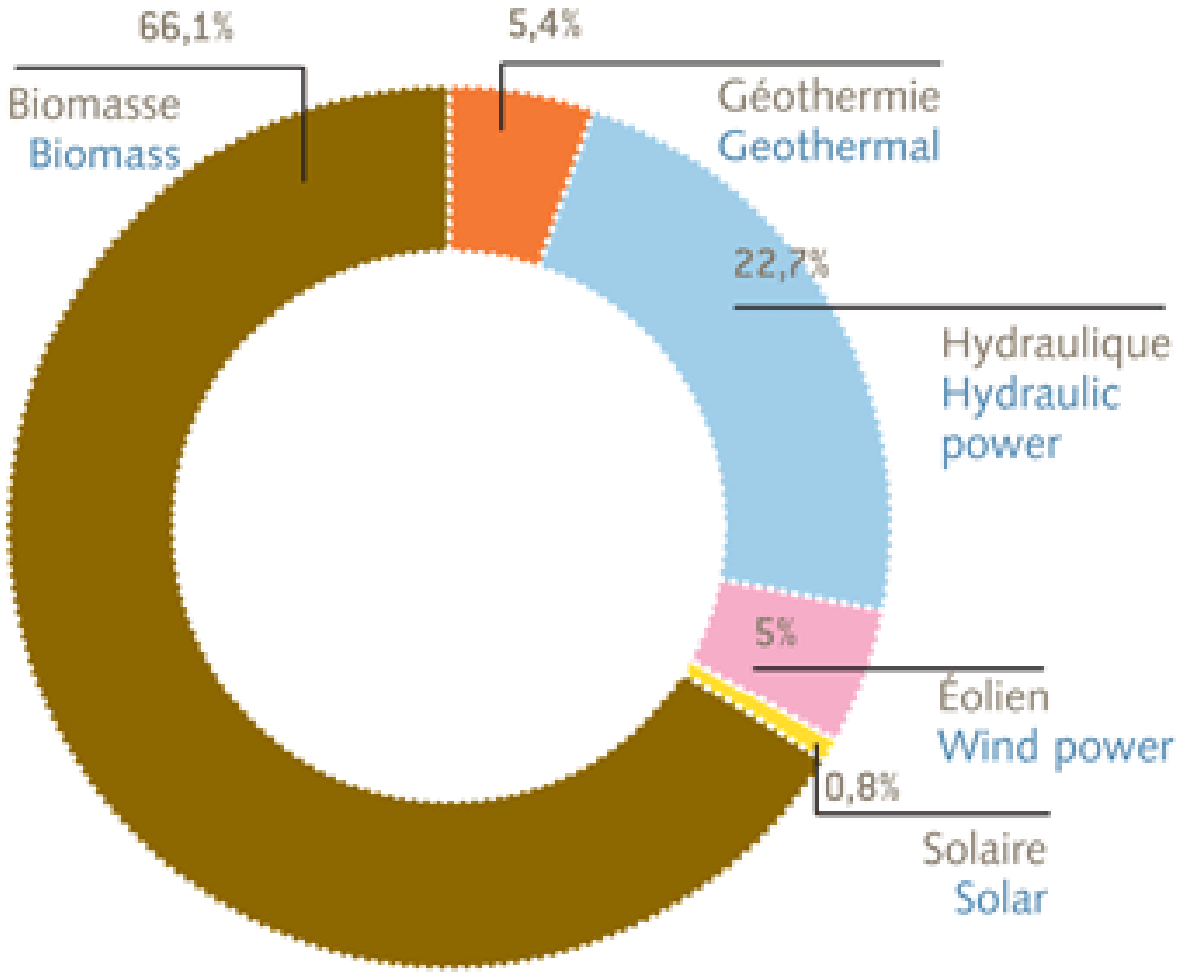
Ratio sur la consommation humaine

- Soleil (1% des 720e^{15} kWh rayonné) 5000%
- Hydraulique 15%
- Vent terrestre 40%
- Houle 0,07%
- Biomasse 50% à 700% (?)
- Géothermie 0,03% à 0,2%
- Marée 0,2%

⇒Que du renouvelables?
.... NON!

Parlement européen : "paquet Énergie-Climat" 12/2008. l'objectif fixé pour 2020 :
*20% d'amélioration de l'**efficacité énergétique**, 20%de réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux chiffres de 1990, et **20 % d'énergies renouvelables** dans l'approvisionnement énergétique de l'Union européenne.*

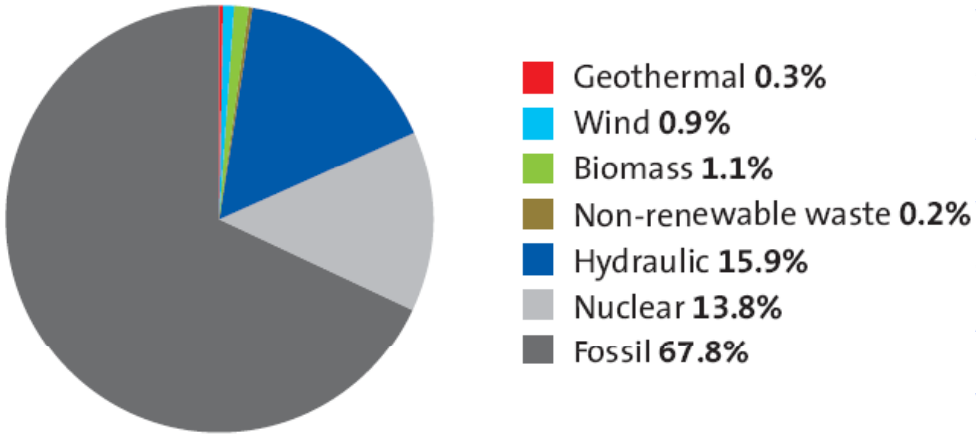
Production d'énergie primaire renouvelable en UE en 2008



Source : http://www.energies-renouvelables.org/

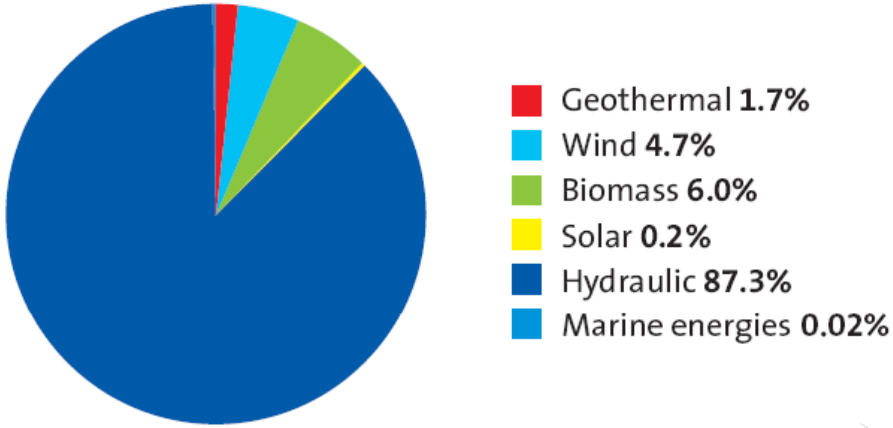
Production **électrique** mondiale 2007.

Structure of electricity production – 2007



Total production électrique mondiale en 2007 d'origine renouvelable:
3 604 TWh
soit **18 %** de la production totale d'électricité (**19 825** TWh).

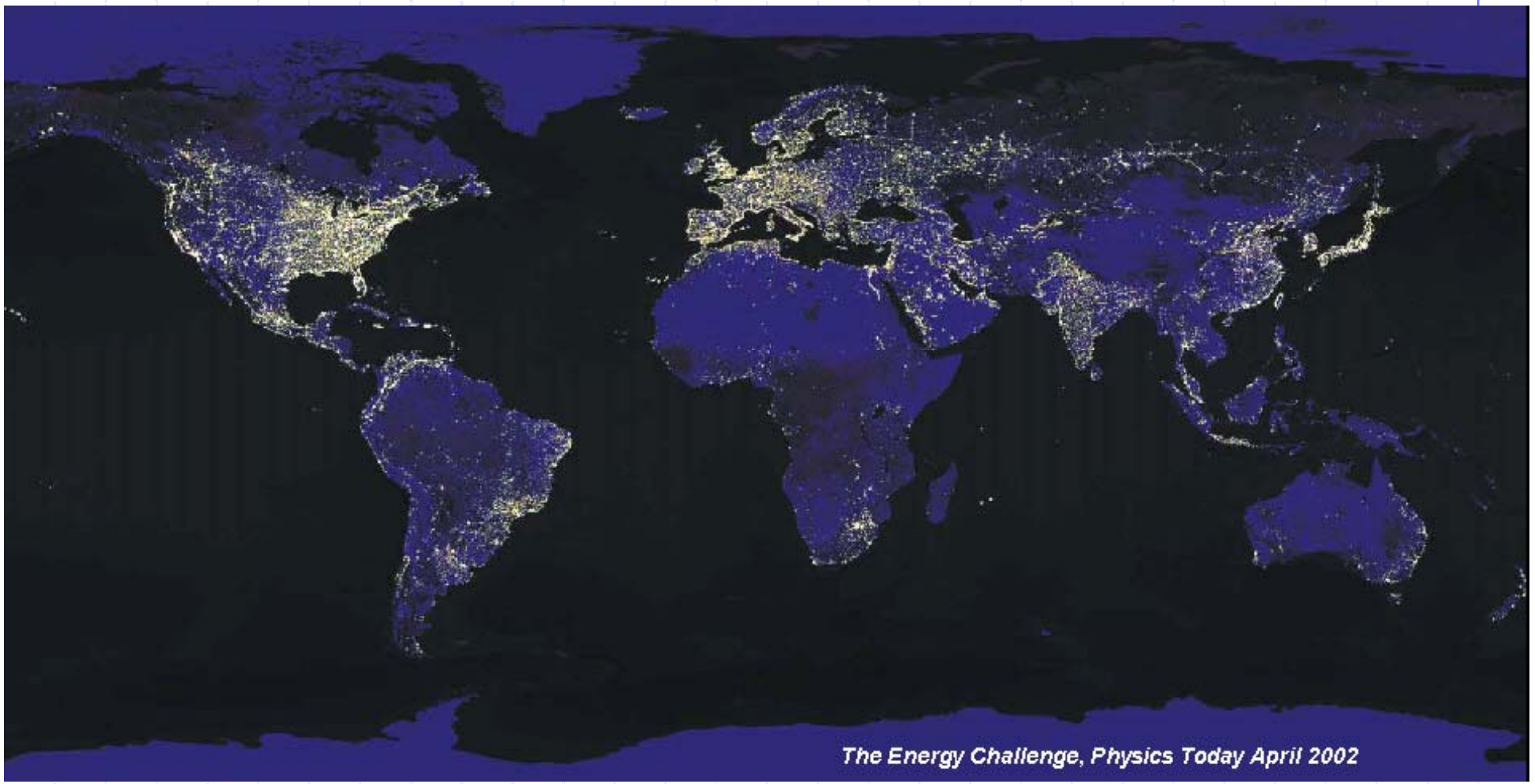
Structure of electricity production from renewable sources – 2007



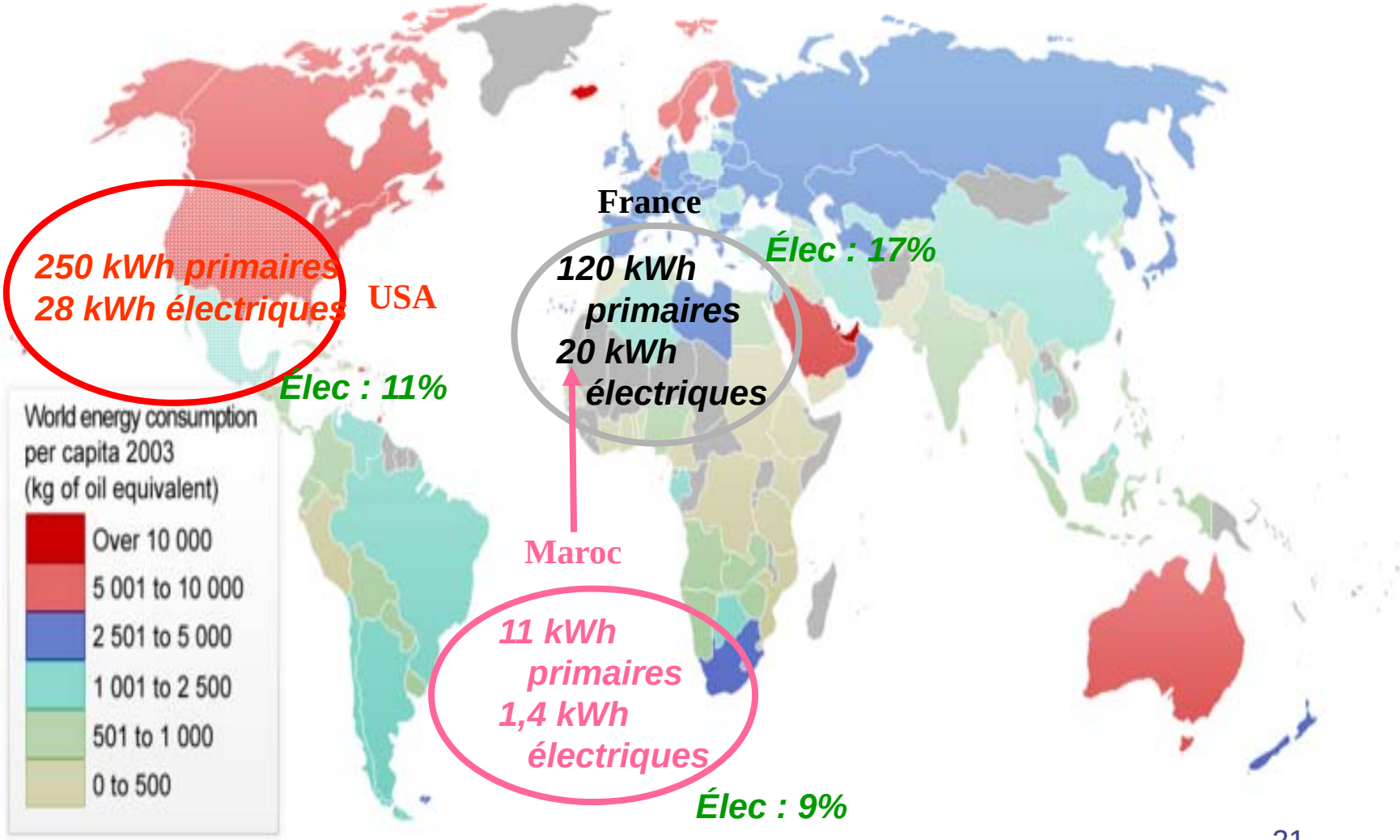
Electricité d'origine renouvelable :
88% hydraulique,
6% biomasse,
4,7% éolien
1,7% géothermie
0,2% solaire

Source : Observ'ER Observatoire des énergies renouvelables

Consommation, une certaine disparité …



Consommation d'énergie par habitant

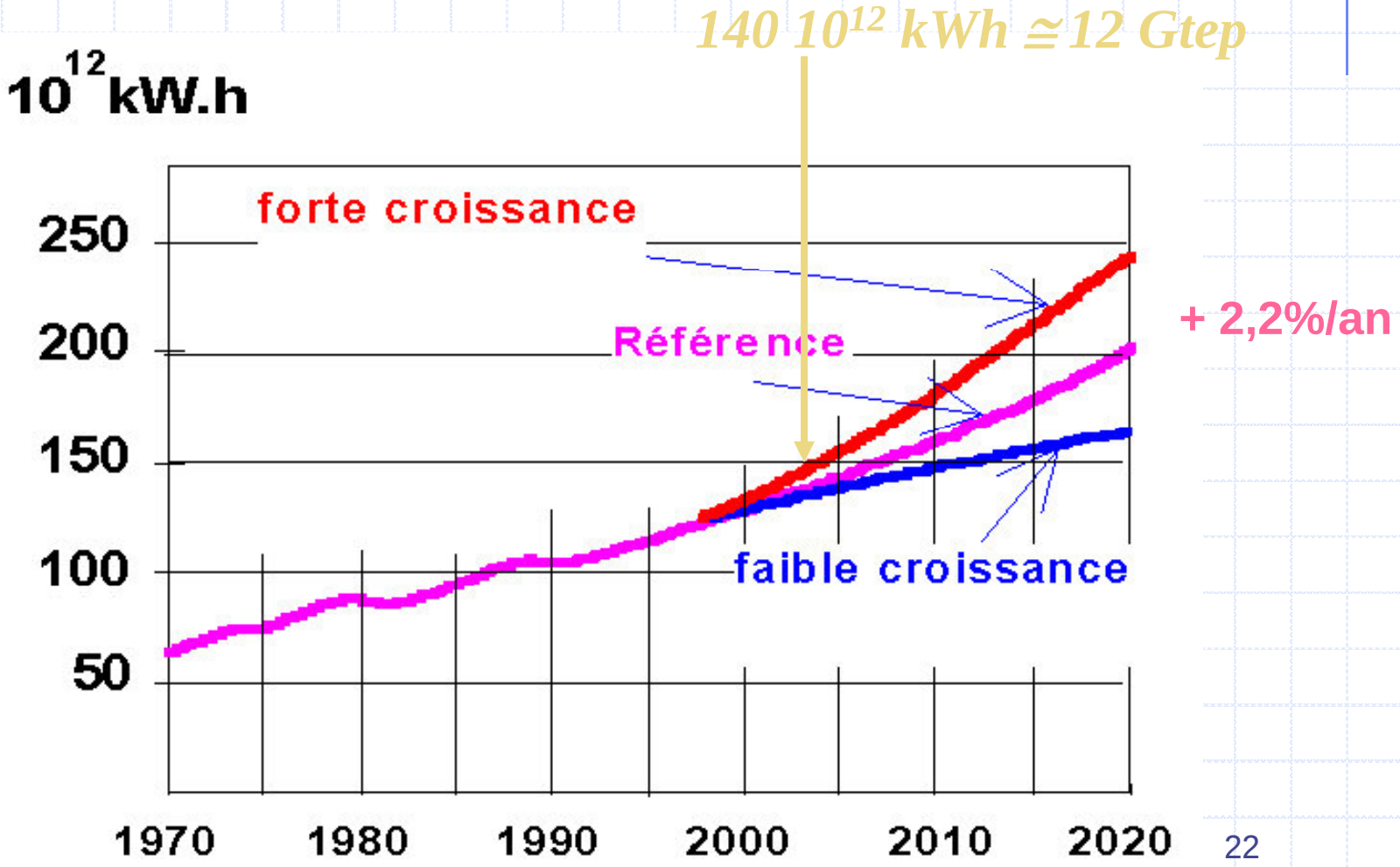


1 tep/an/hab= 31 kWh/jour/hab

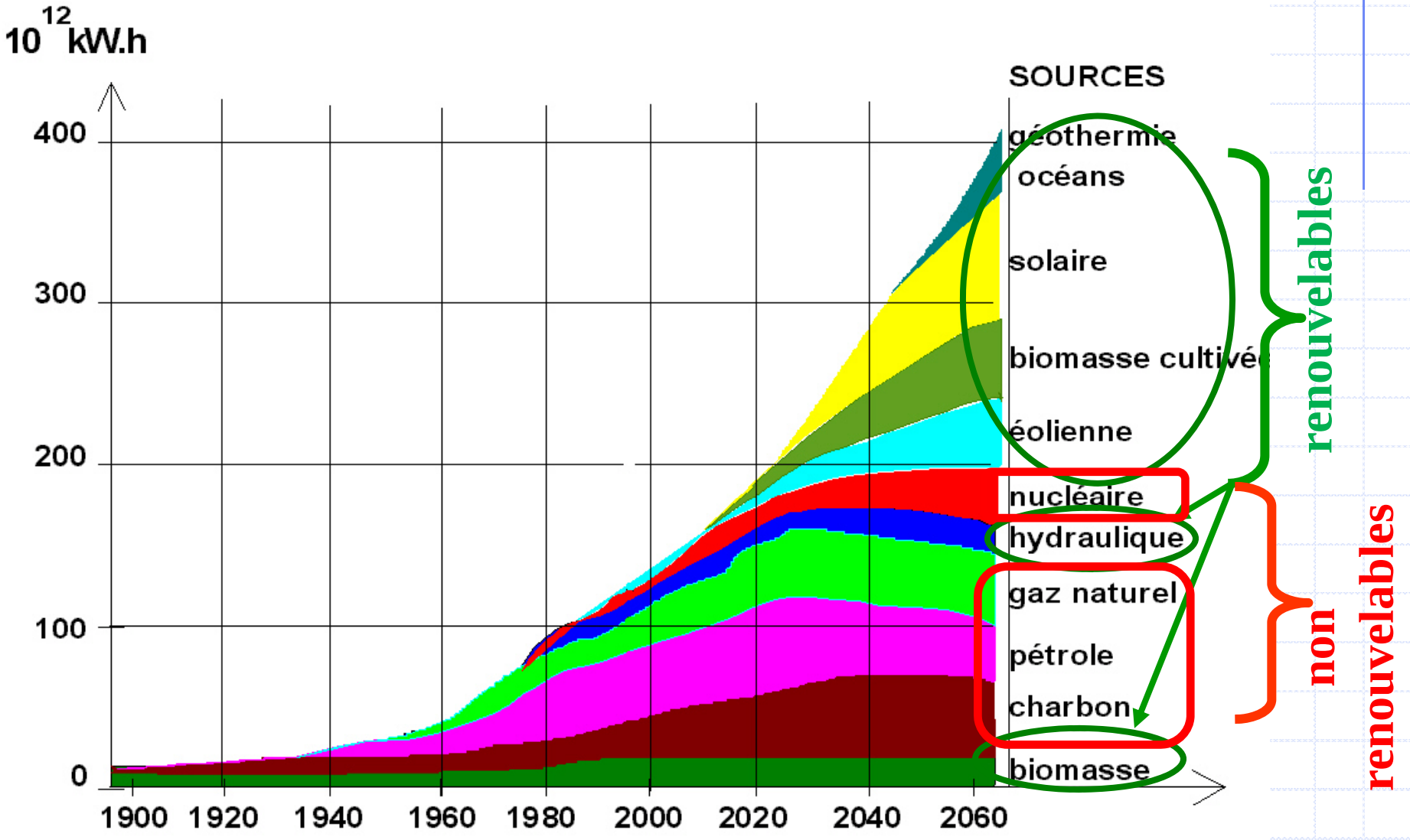
http://fr.wikipedia.org/wiki/Ressources_et_consommation_%C3%A9nerg%C3%A9tiques_mondiales

Croissance de la consommation globale d'énergie primaire

source : Agence Internationale de l 'Energie + compl.



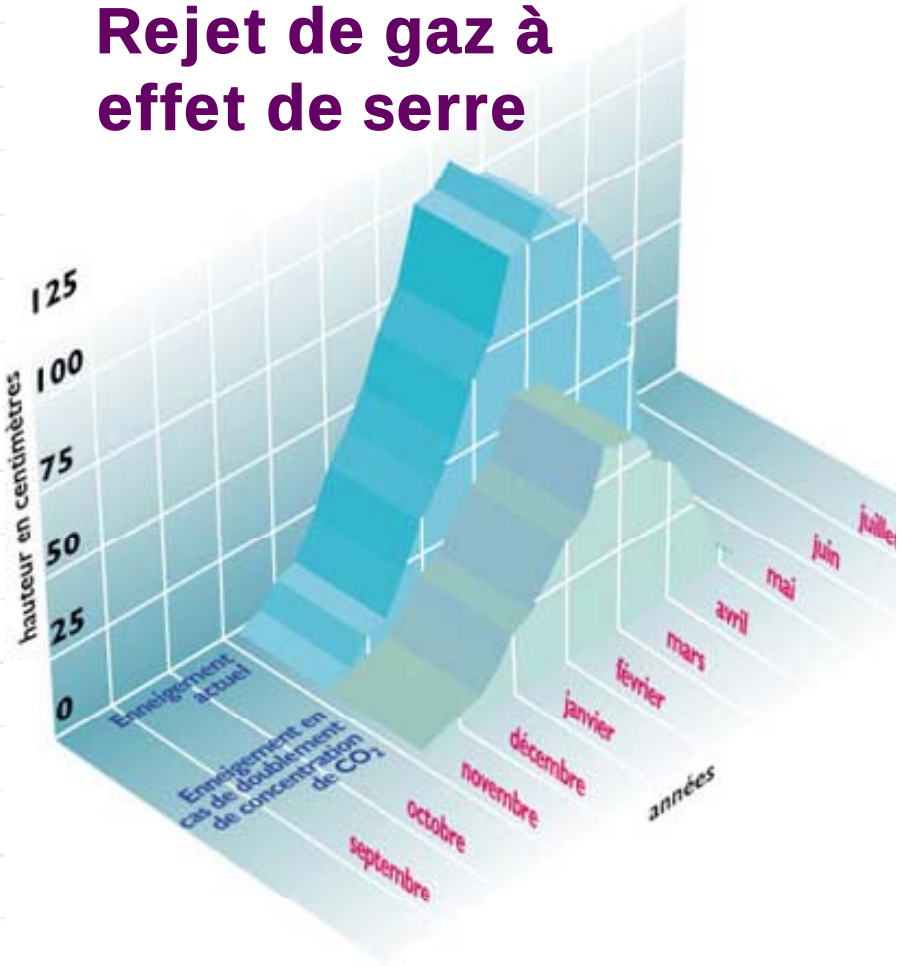
Prévision de la production future

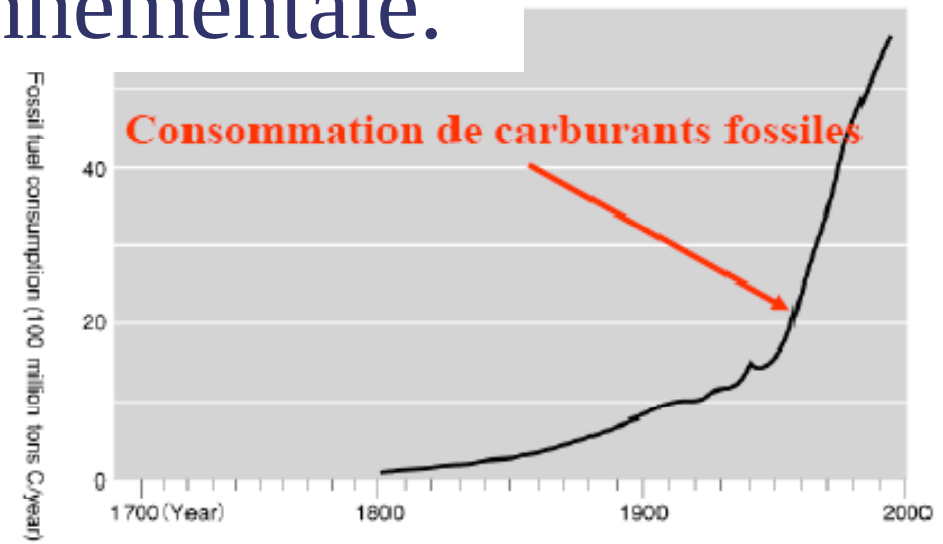


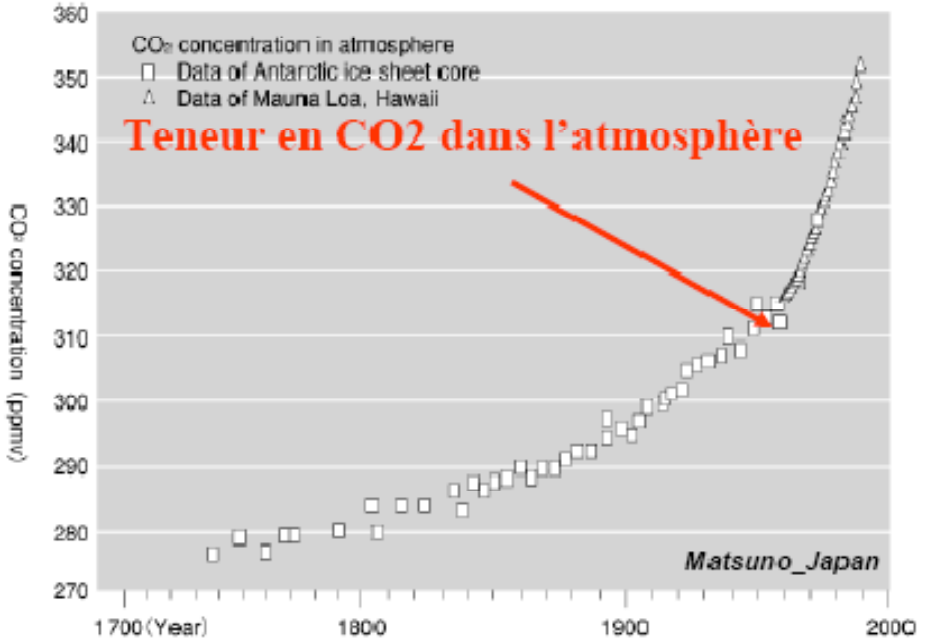
Prévisions d'un pétrolier (Shell) !

Problématique environnementale.

Rejet de gaz à effet de serre







- GES=>réchauffement climatique

Problématique environnementale.

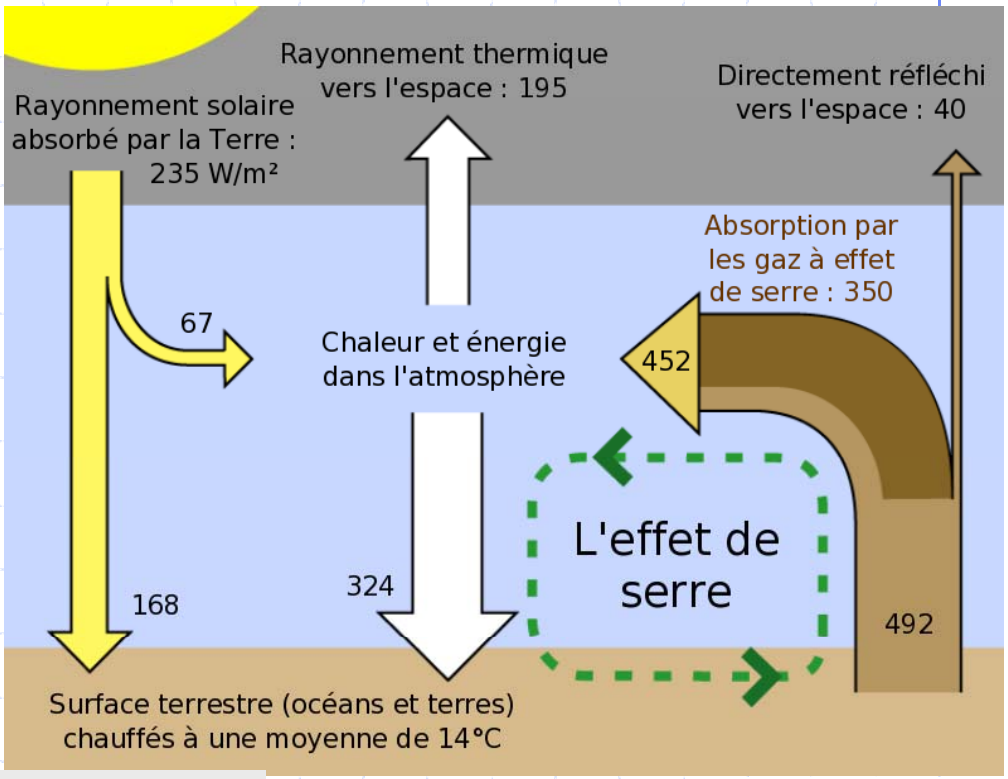
Effet de serre

Contributions approximatives à l'effet de serre :

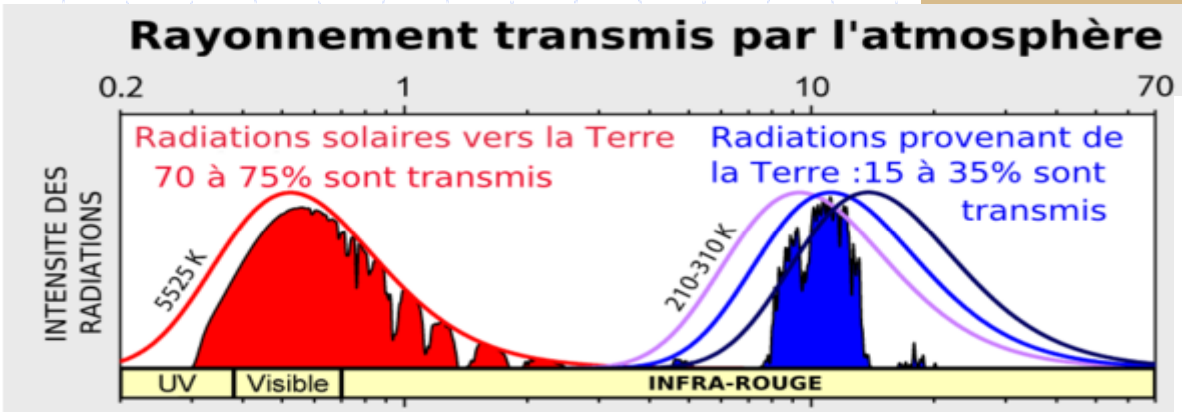
Vapeur d'eau : 55 %

Nuages : 17%

Autres gaz 28 % (CO_2, …)



Source wikipedia



Source wikipedia

Problématique environnementale.

Cycle de vie du carbone

Cycle court : **24h**, un arbre respire, **émission** de CO2 et **stocke** du CO2 (photosynthèse).

Cycle **50 ans** : on brûle un arbre qui a mis 50 ans à pousser : bilan nul en terme de **carbone stocké**.

Cycle de fabrication du pétrole : **300 000** ans ou plus ⇒

En à peine plus de **200 ans** (1850-2050) nous aurons rejeté dans l'atmosphère le carbone que la nature avait mis **600 millions d'années** à piéger. ⇒ quelle perturbation!

Utilisation des énergies renouvelables. Pourquoi? Quand? Comment?

Pourquoi? ...

car on va dans le mur (réserves finies, réchauffement, pollutions).

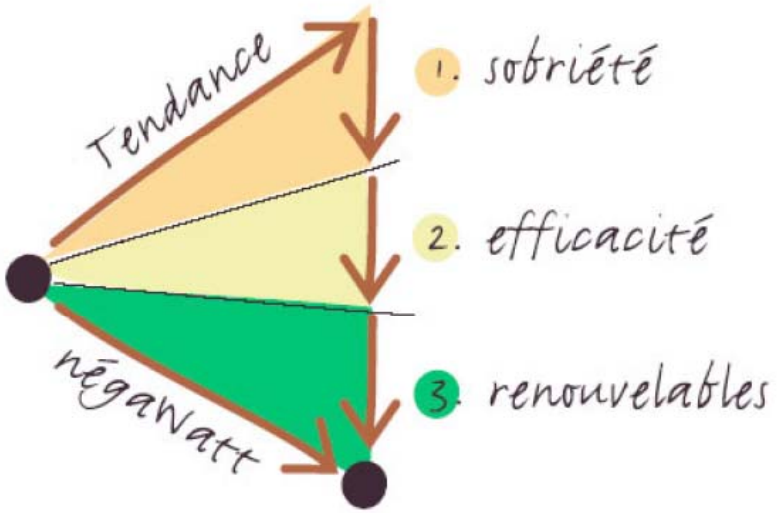
Quand?

Le plus vite possible.

Comment?

démarche négawatt.

politique volontariste.



Problèmes :

ressources variables (soleil, éolie..., du

stockage nécessaire

industrialisation (technologies matures)

coût

On ne manque pas d'énergie, mais il faut des idées !

… et le courage de prendre vite de bonnes décisions sachant que les changements dans le domaine énergétique demandent du temps et ne sont pas sans conséquences...

Bibliographie non exhaustive

Remerciements sincères à **Bernard Multon** de l'ENS de Cachan, antenne de Rennes. Beaucoup de ces articles sont disponibles directement sur le web.

Sites web :

http://www.energies-renouvelables.org/
http://www.negawatt.org/
http://www.manicore.com/ site de Jean Marc Jancovici
http://www.cler.org/info/
http://fr.wikipedia.org/wiki/Portail:%C3%89nergie
http://www.agores.org/
http://www.iea.org/
http://www.techno-science.net/
http://www.enerzine.com/

http://www.chine-informations.com/membres/photos/user_124.html
http://velomobile.free.fr/consommation_au_km.html
http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/key_stats_2009.pdf
http://cache.20minutes.fr/img/photos/afp/2008-03/2008-03-13/article_CPS.HLY68.130308162256.photo00.photo.default-512x327.jpg
http://www.supportscoursenligne.sciences-po.fr/2007_2008/enjeux_scientifiques/seance11.pdf
http://www.lemonde.fr/economie/infographie/2008/05/23/petrole-de-moins-et-moins-de-decouvertes_1048983_3234.html