



Semaine départementale
(06, 10-13 et 21 septembre 2018)
Département Energie



- **3 nouveaux Parcours dans la formation FICM :**

- **Fluides**

- **Transition Energétique**

- **Procédés Environnement**

- **1 atelier ARTEM : Environnement Développement Durable**
- **1 spécialité de master M2 : Energie & Procédés**
- **4 Cours électifs**
- **Responsabilités de modules dans les formations FIGIM et FIIC, Formation continue**

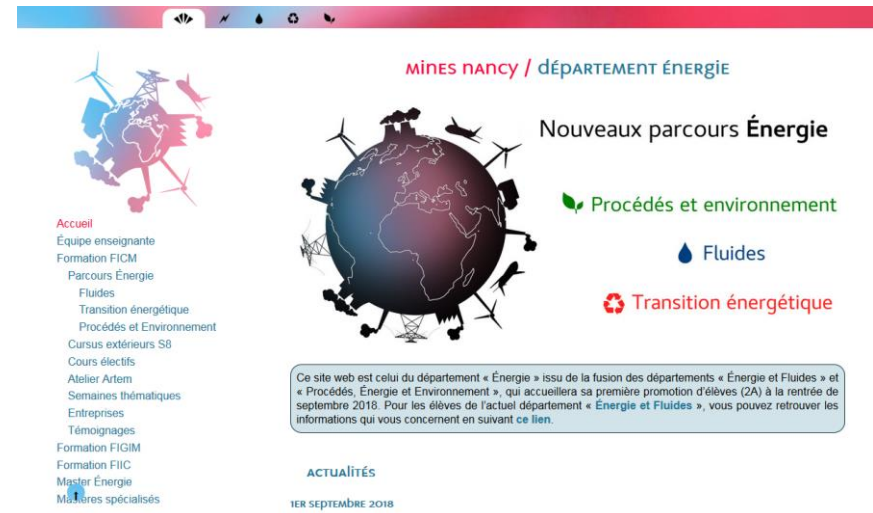
Jean-Pierre BELLOT, Hervé COMBEAU, Mathieu JENNY, Jean-Sébastien KROLL-RABOTIN, Olivier MIRGAUX, Fabrice PATISSON, Emmanuel PLAUT, Vincent SCHICK, Philippe SESSIECQ



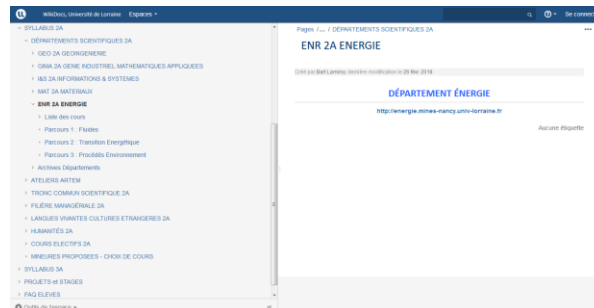
Site web du département **Energie** et syllabus des modules des **parcours Energie**

- Site web du département Energie (J.S. Kroll Rabotin)

<http://energie.mines-nancy.univ-lorraine.fr>



- Syllabus :



Sommaire

- Contexte et enjeux
- Energie
- Environnement
- Domaines concernés et débouchés
- Cursus 2A et 3A à l'école
- Rôle du responsable de département et des responsables de parcours



Des enjeux majeurs :

**Production et utilisation rationnelle
de l'énergie
et
protection de l'environnement**



Un cycliste peut-il produire assez d'énergie pour griller un toast à l'aide d'un grille-pain ?



<https://www.youtube.com/watch?v=S4O5voOCqAQ>

Notions caractérisant les performances d'une filière énergétique depuis l'amont (énergie primaire) jusqu'à l'aval (énergie utile).

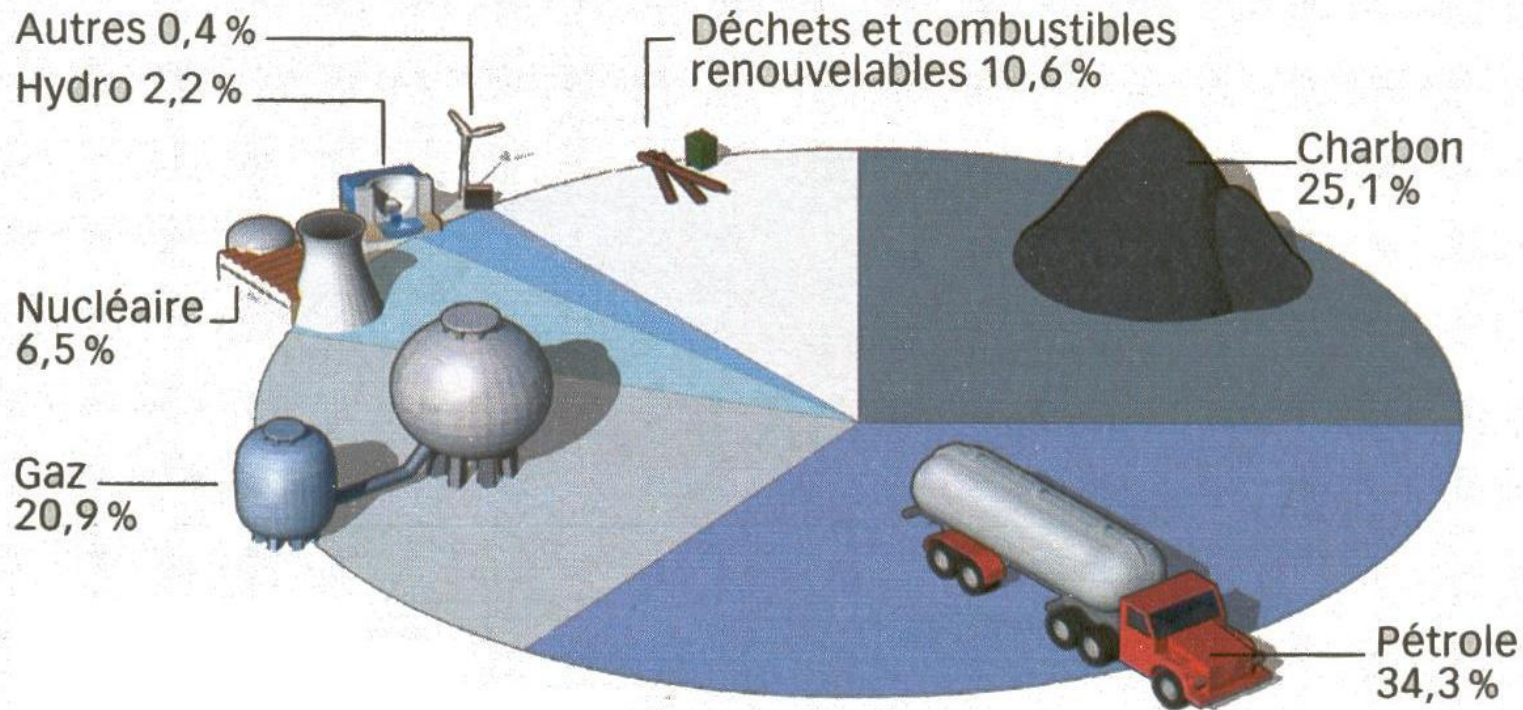
énergie primaire : énergie brute, c'est-à-dire à la source et non transformée (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, électricité d'origine hydraulique ou nucléaire) ; ce critère sert à mesurer le taux d'indépendance énergétique national ;

énergie finale (ou disponible chez l'utilisateur) : énergie qui se présente sous une forme « raffinée » pour sa consommation finale (essence à la pompe, fioul ou gaz « entrée chaudière », électricité aux bornes de l'appareil...) ; la consommation thermique finale est donnée avec ou sans correction du climat ;

énergie utile : énergie dont dispose effectivement l'utilisateur après la dernière conversion par ses propres appareils (rendement global d'exploitation).

Aujourd'hui : Production d'énergie primaire dans le monde

Les différentes sources d'énergie



Production totale : 13,6 Gtep en 2015
En France 0,14 Gtep en 2015

accroissement : +2,2% par an

Les énergies fossiles représentent 80,3% , l'énergie nucléaire 6,5% et les énergies « renouvelables » 13,2% (1 TEP = 11 600 kWh)
La production d'énergie primaire dans le monde a plus que doublé entre 1973 et 2012.

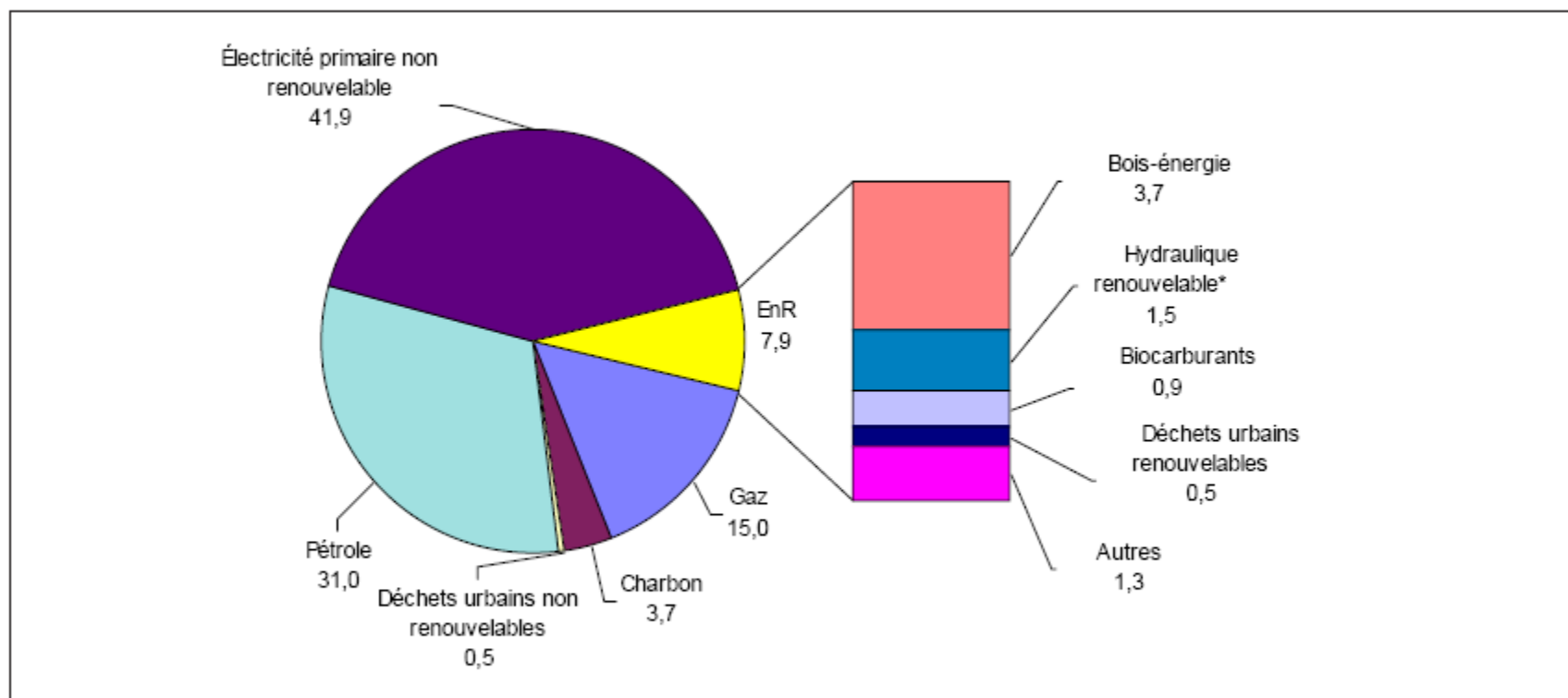
Consommation d'énergie primaire en France

Répartition de la consommation d'énergie primaire

Données corrigées des variations climatiques

(266,4 Mtep en 2011)

En %



Notes :

EnR : énergies renouvelables.

* Hydraulique hors pompage

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2011

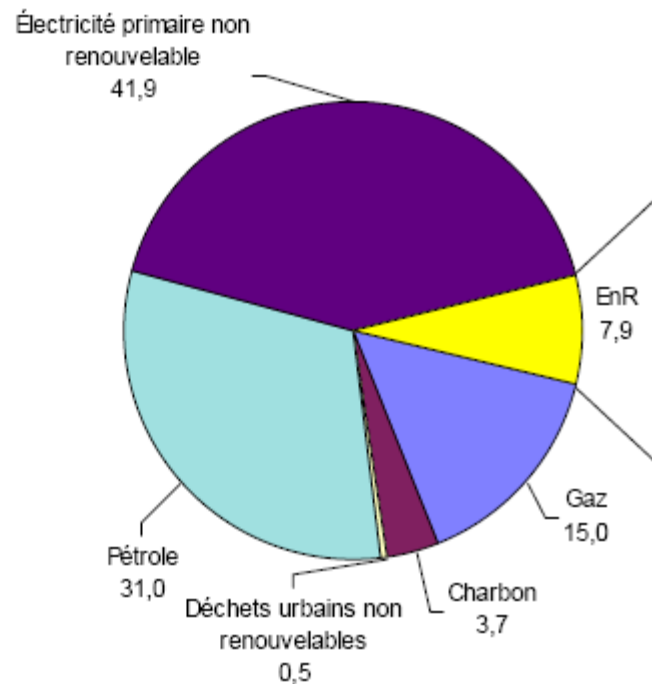
Consommation d'énergie primaire : France versus Chine

Répartition de la consommation d'énergie primaire

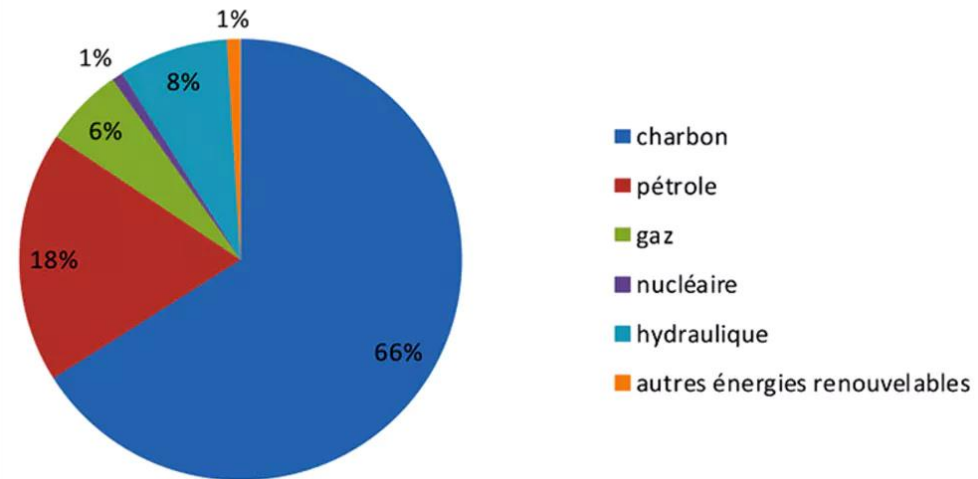
Données corrigées des variations climatiques

(266,4 Mtep en 2011)

En %



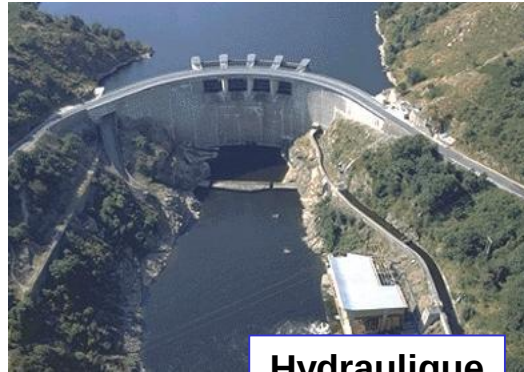
Consommation énergétique en Chine par type d'énergie en 2013 (en %)



1700 MTEP

21 % de la consommation mondiale

Les moyens de production électrique dans le monde



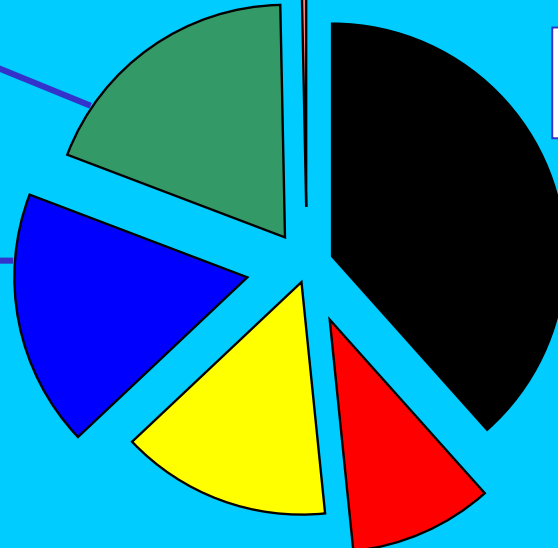
Hydraulique
15,9%

en baisse



Énergie renouvelable
1,9%

en hausse

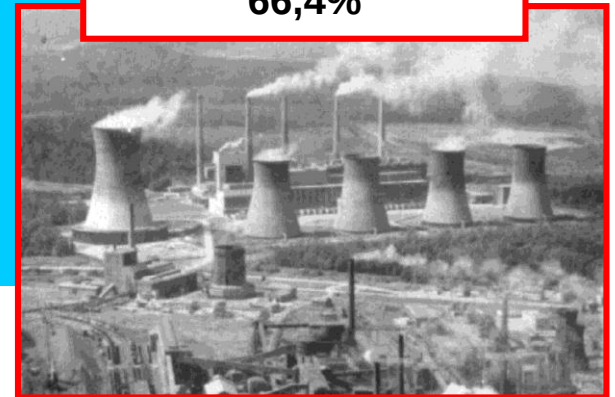


Charbon
40,1%

en hausse

en hausse

Thermique classique
66,4%



Nucléaire
15,8%

en baisse

Gaz naturel
19,4%

en hausse

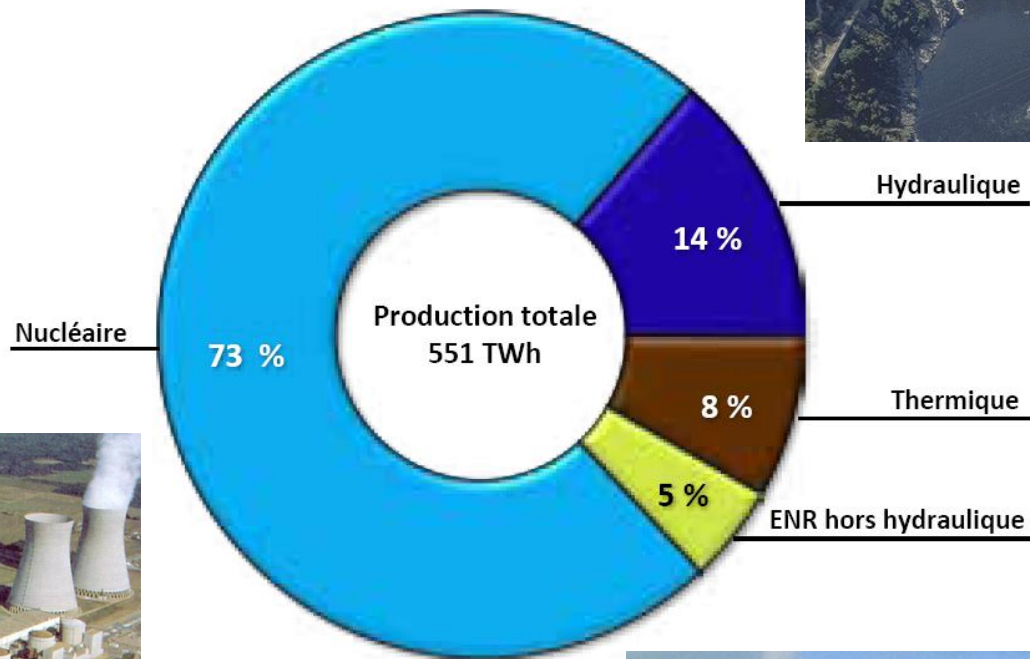
Pétrole
6,9%

en baisse

les énergies fossiles dominent largement...

Les moyens de production électrique en France (2014)

Capacité de production totale : 130 GW



Hydraulique

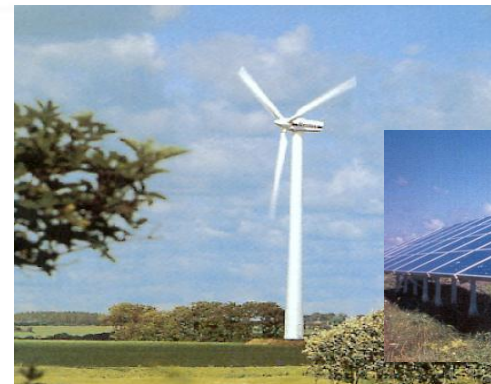


Thermique

Charbon Pétrole Gaz



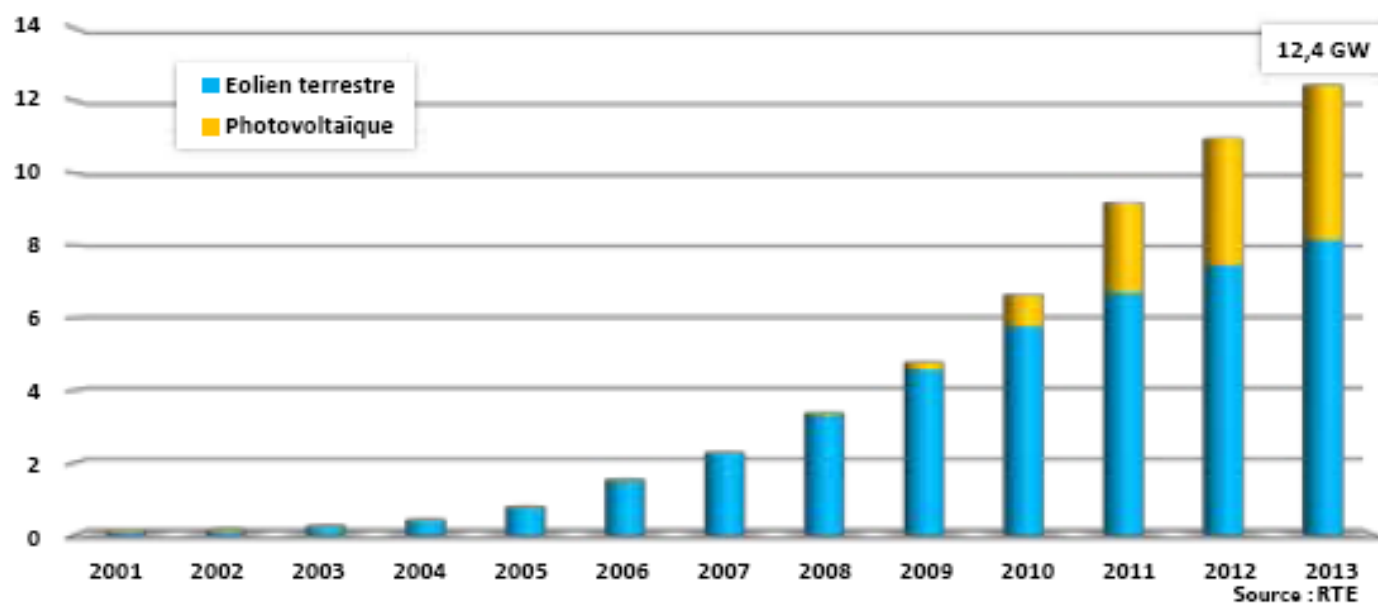
Nucléaire



ENR hors hydraulique

Evolution des capacités installées de photovoltaïque et d'éolien pour la production d'électricité

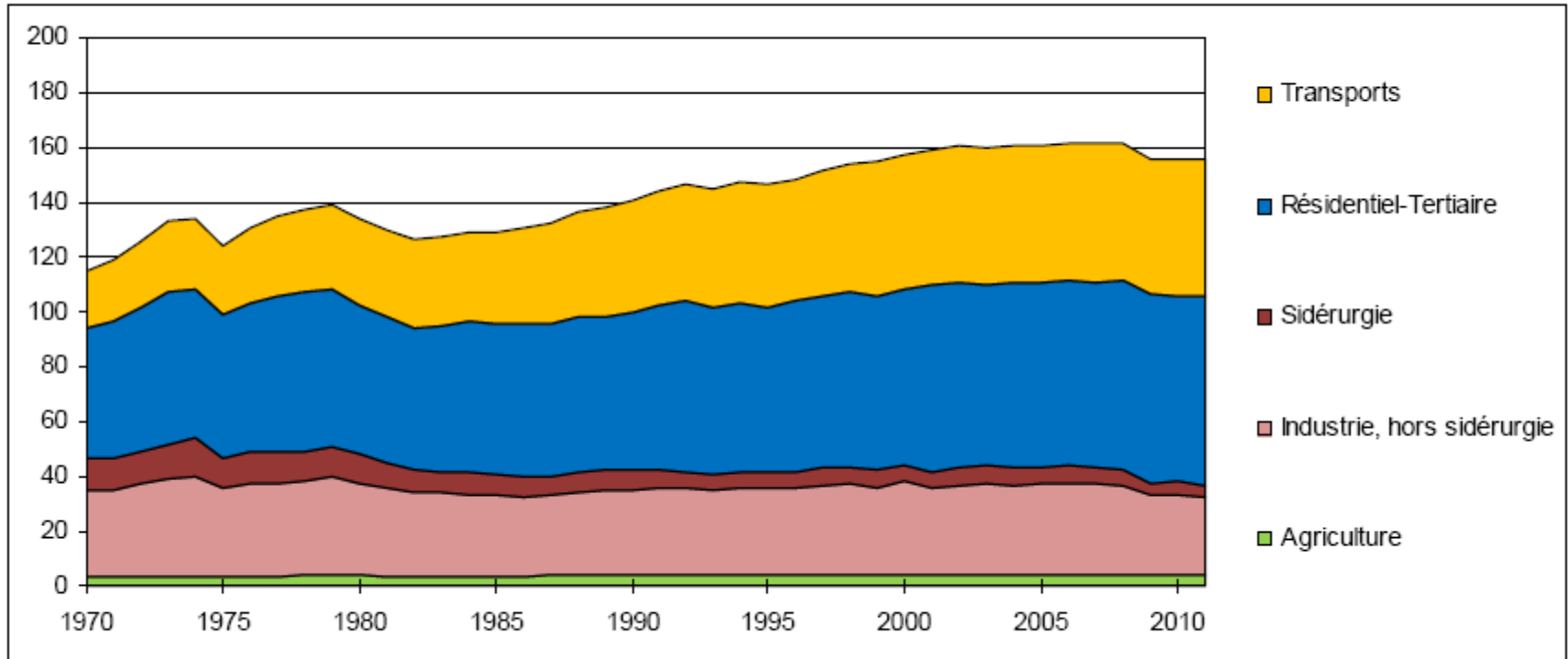
Capacités installées
en GW



Consommation finale d'énergie en France par secteur

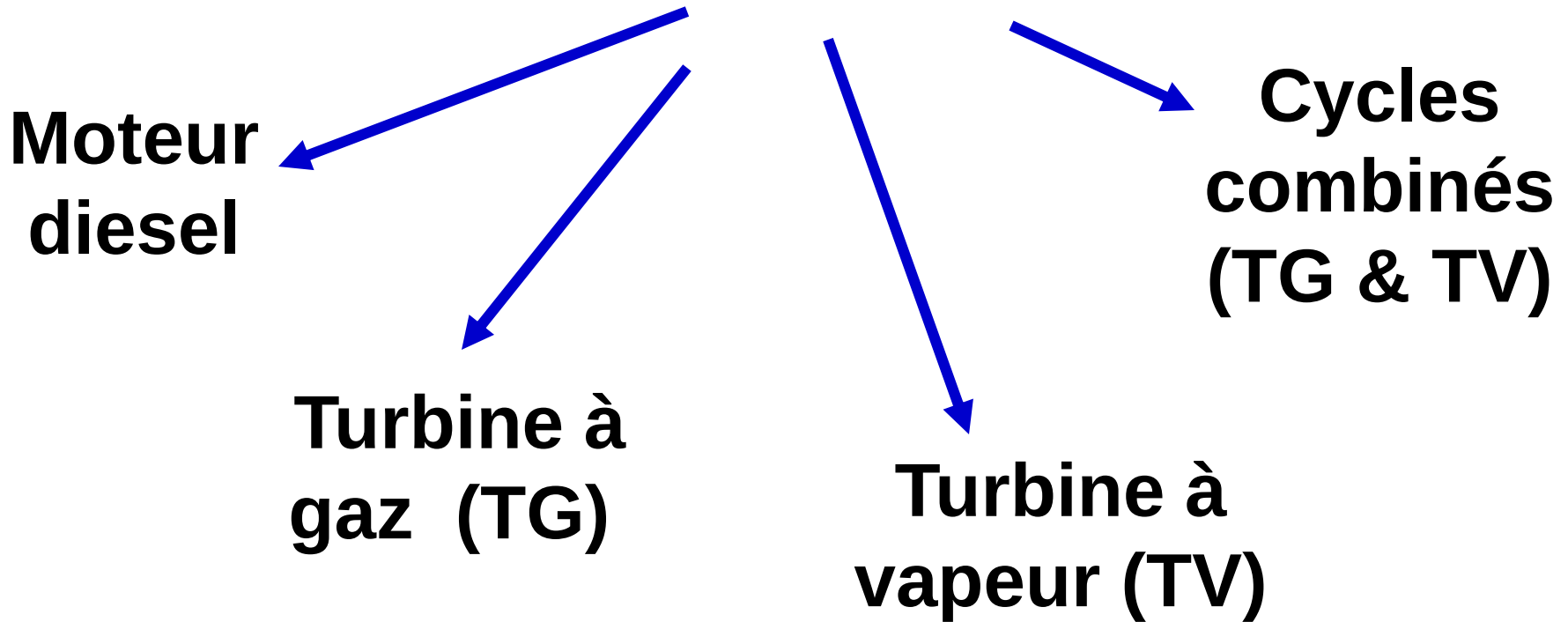
Évolution de la consommation finale d'énergie par secteur

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep



Source : SOeS, bilan de l'énergie 2011

Comment produit on l'énergie électrique à partir du charbon, du pétrole ou du gaz naturel?



Le second principe nous dit que pour convertir de la chaleur en travail, une partie de cette chaleur doit être perdue

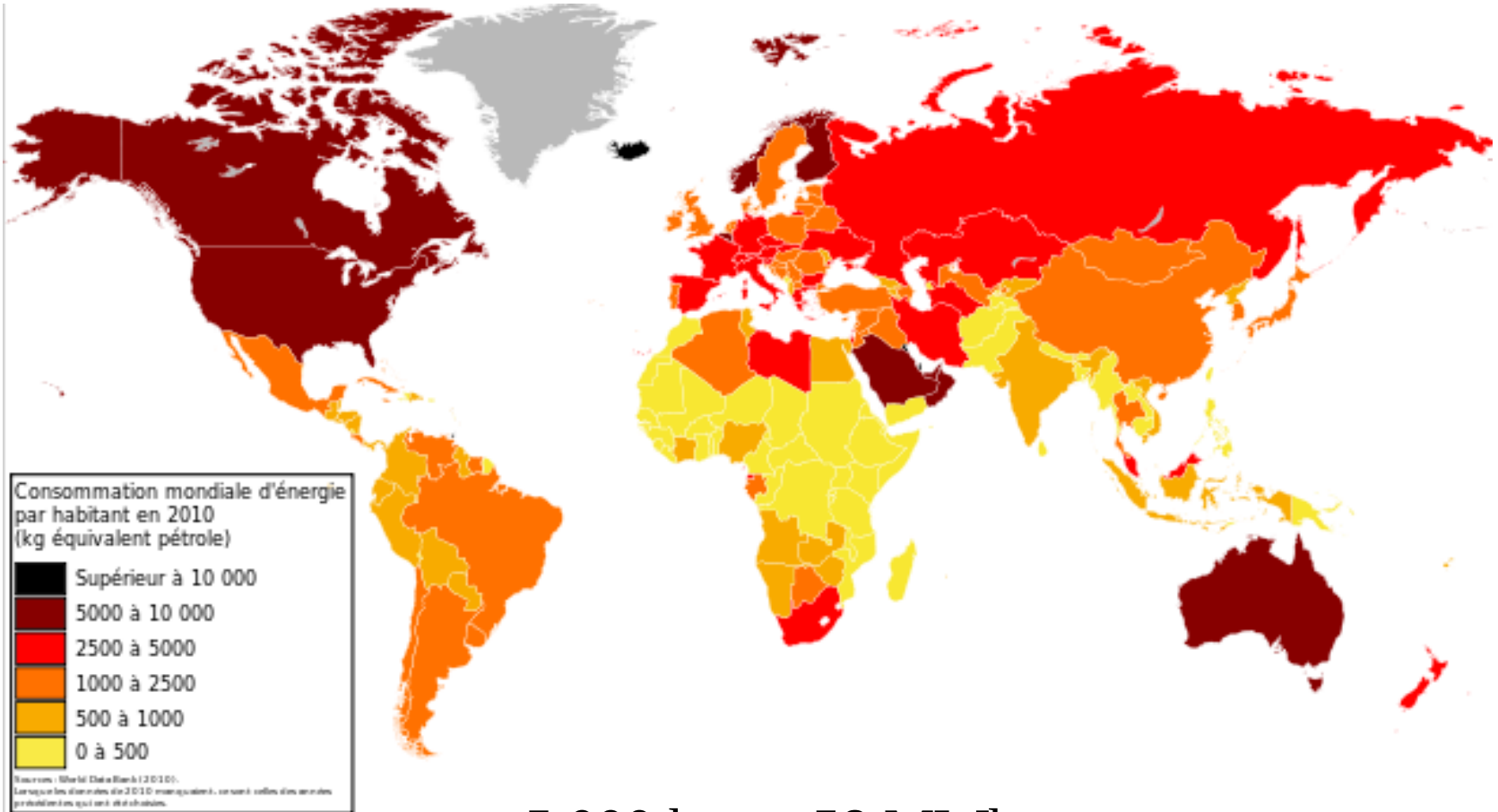
Type de convertisseur d'énergie	Taille (MW)	Energie perdue (MW)
Moteur Diesel	10 - 30	7 – 22
Turbine à gaz	50 - 100	36 – 78
Turbine à vapeur	200 - 800	120 – 560
Cycle combiné (TG & TV)	300 - 600	150 – 380
CNPE (BWR & PWR)	500 - 1100	330 – 760

L'énergie perdue dans une centrale thermique ou nucléaire peut être utilisée pour des applications de chauffage domestique ou industriel

Il s'agit de la **cogénération** qui peut augmenter l'efficacité énergétique jusqu'à 80% d'une unité de production d'électricité.

La consommation d'énergie aujourd'hui

Qui consomme (dans le monde) ?



$$5\,000 \text{ kep} = 58 \text{ MWh}$$

On constate une très forte disparité entre les continents...

CARTE DU MONDE



Consommation mondiale d'énergie primaire en 2006

$$\approx 11. \text{ GTep} = 127.6 \times 10^{12} \text{ kWh}$$

Population mondiale en 2006 $\approx$ **6.56 milliards**

Consommation mondiale d'énergie primaire par personne en 2006

$$\approx \frac{127.6 \times 10^{12} \text{ kWh}}{6.56 \times 10^9}$$

$$\approx 17.5 \times 10^3 \text{ kWh/an ou } 1.5 \text{ Tep/an}$$

Source : International Energy Annual 2006

<http://www.eia.doe.gov/iea/>

Évolution probable des besoins énergétiques mondiaux

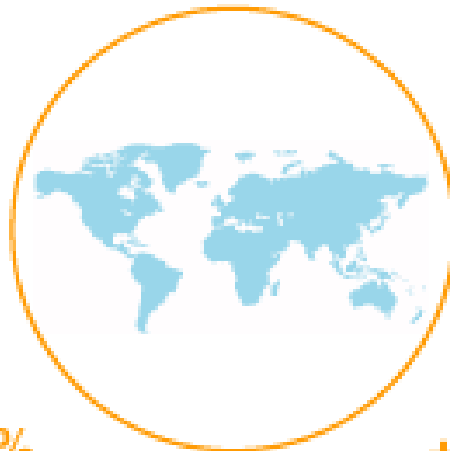
■ Croissance énergétique

3.7 milliards hab
5 milliards tep



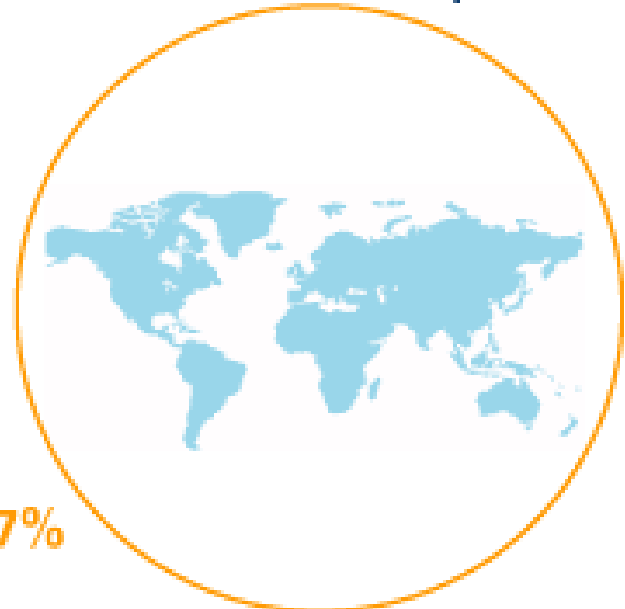
+11%

6 milliards hab
9.2 milliards tep



+27%

8.2 milliards hab
15.3 milliards tep



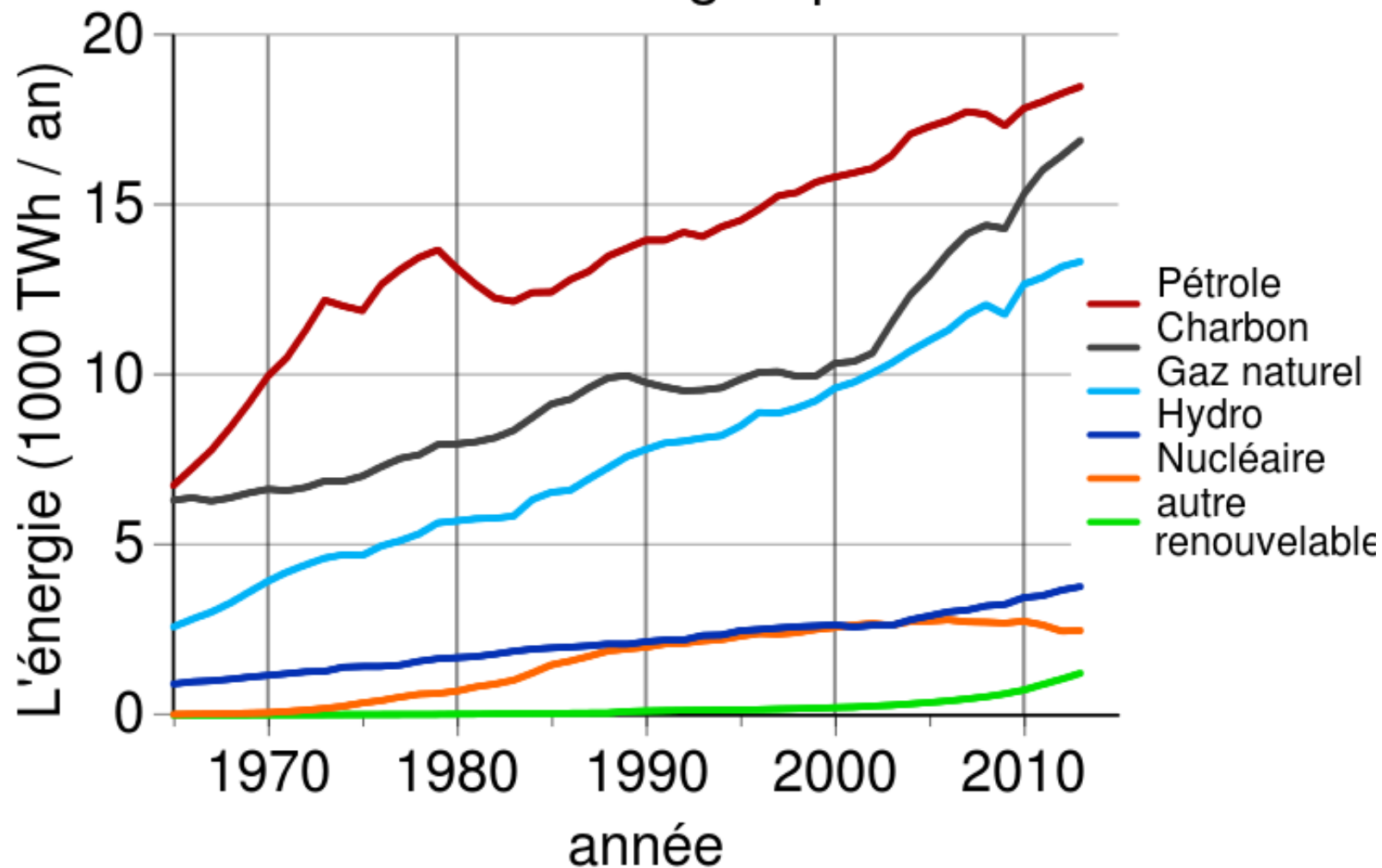
1970
1.35 tep/hab

2000
1.5 tep/hab

2030
1.9 tep/hab

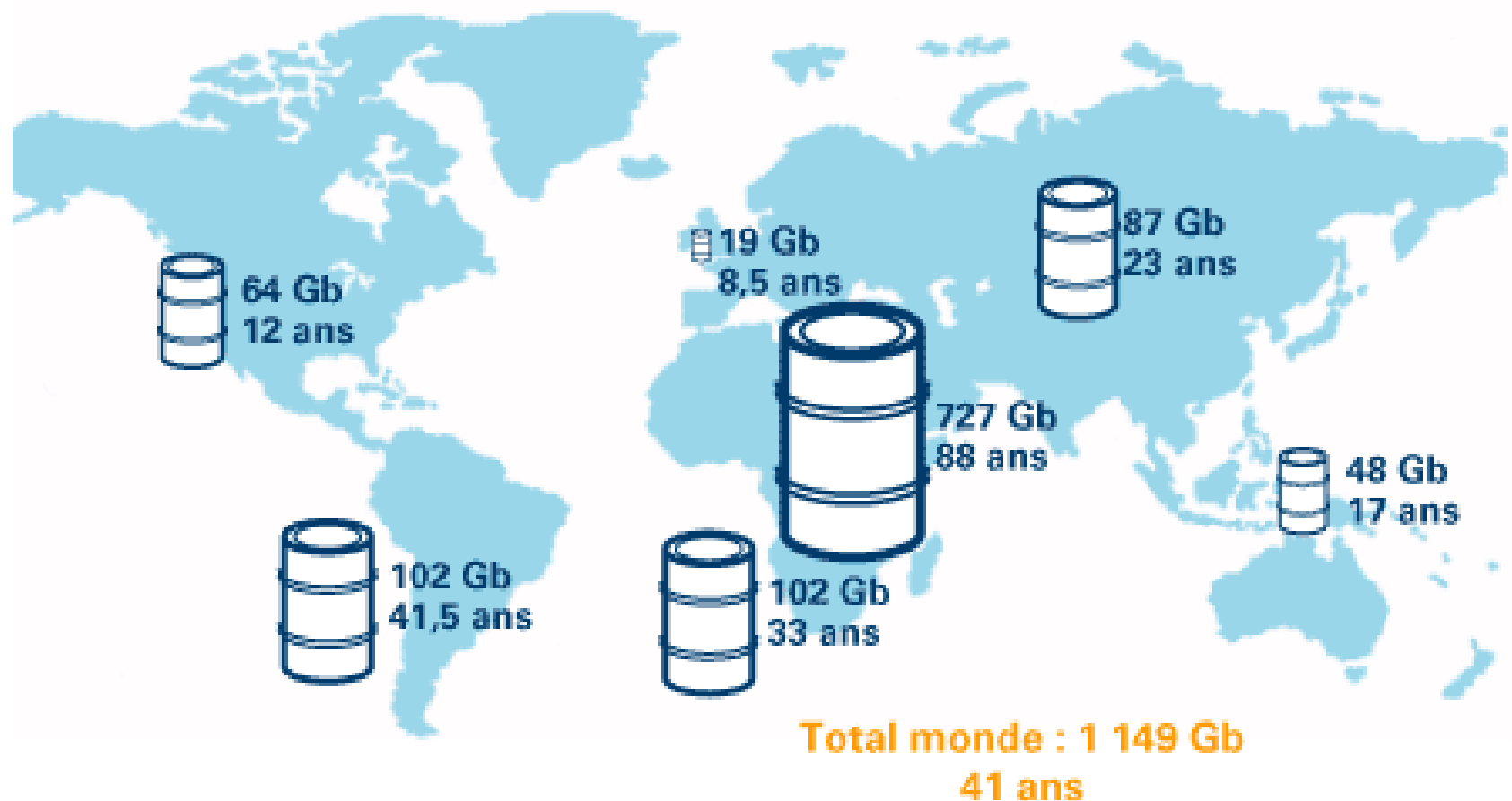
Source : AIE/BP stat review

Consommation énergétique mondiale



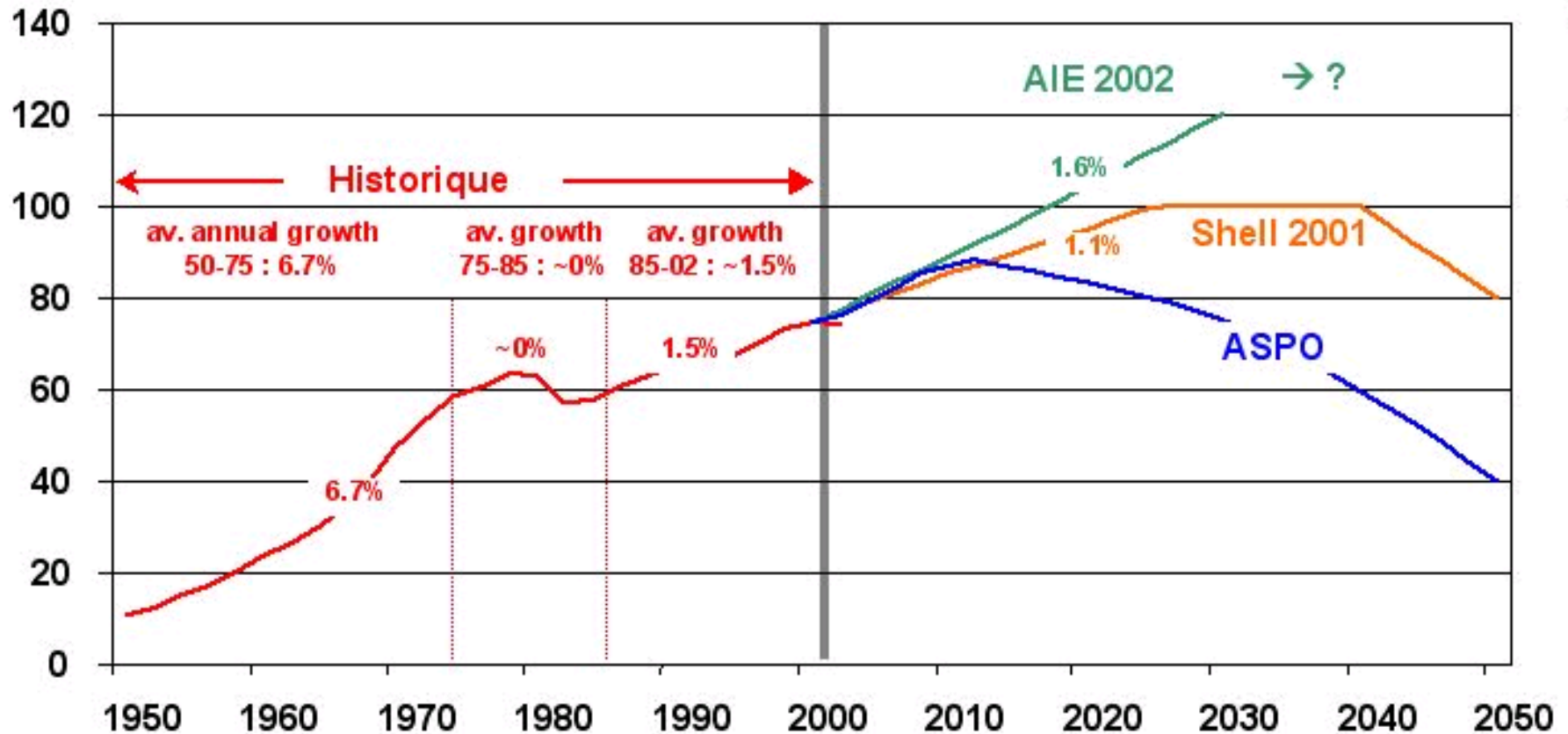
■ Réserves pétrolières et ratio réserves/production 2003

i



Source : BP Stat Review 2004

Evolution de la production mondiale de pétrole en millions de barils par jour

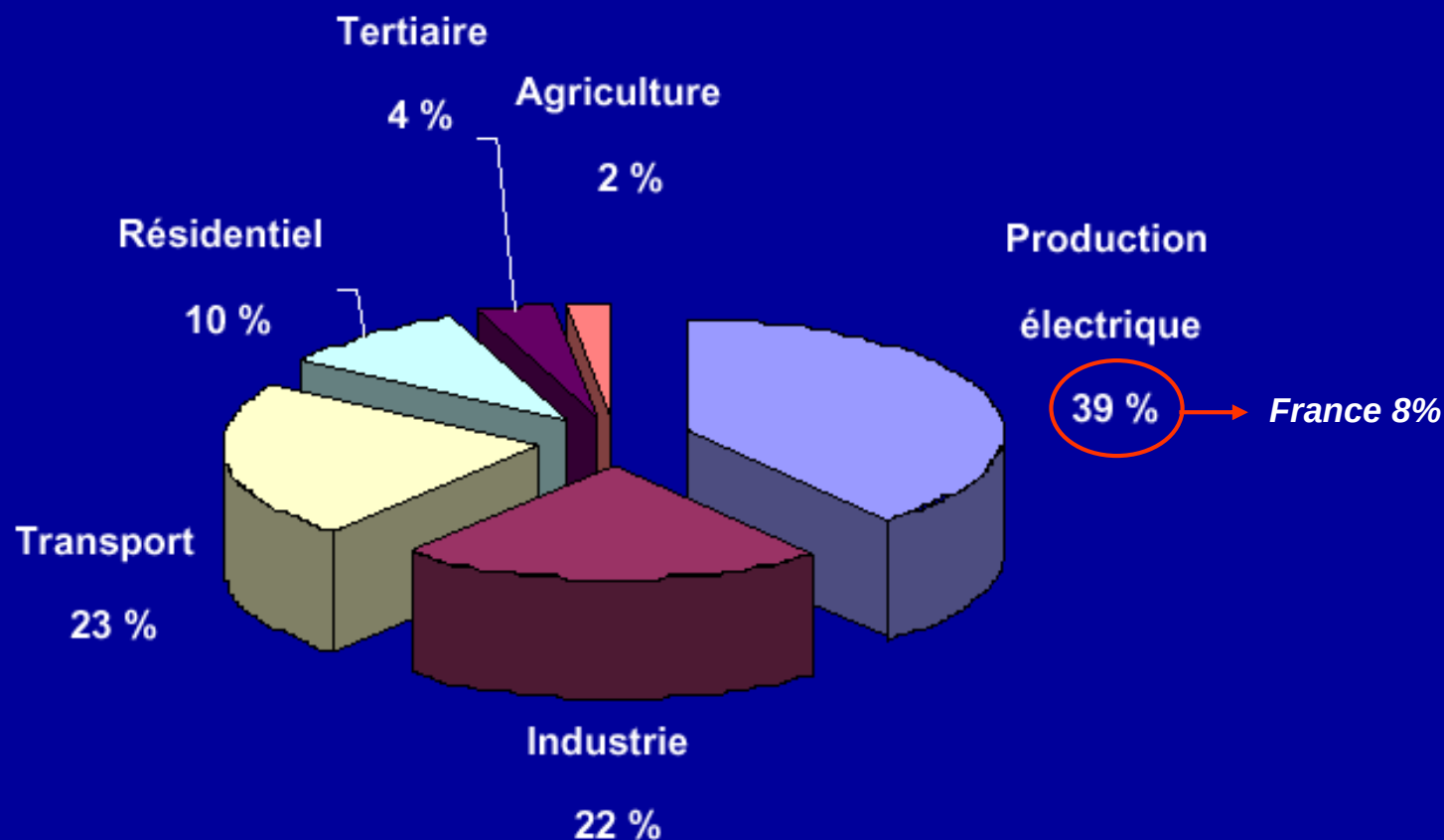


La question des économies d'énergie

- 1 litre pétrole = 25000 heures de travail d'un homme en puissance musculaire
- Pour faire 10 km tiré par un vélo paierai t'on seulement 0.2 € le cycliste ce que cela nous coûte en essence?

<http://www.manicore.com/> page de Jean-Marc Jancovici

Répartition par secteur des émissions de CO₂ dans le monde



Sources d'émission de CO₂ supérieures à 100 000 t/an (selon le rapport de l'IPCC 2005)

Carburants fossiles	nb de sources	Émissions MtCO ₂ /an
Centrales thermiques	4 942	10 539
Cimenterie	1 175	932
Raffineries	638	798
Industries métallurgiques	269	646
Industries pétrochimiques	470	379
Production de gaz pétrole	?	50
Autres sources	90	33
Biomasse		
Bioéthanol, bioénergie	303	91
Total	7 887	13 466

En 2016 émission mondiale de CO₂ en Mt : 36 400

La température gagnera 3 degrés dans le bâtiment de 39 étages du siège new-yorkais des Nations unies, afin de réduire les émissions de CO₂. Mais seulement les week-end d'août.



**Economie de 1 million de dollars
et de l'émission de 2800 tonnes de CO₂**

Un autre enjeu environnemental et sociétal : l'eau



Un autre enjeu environnemental et sociétal : l'eau

Quantité d'eau nécessaire :

- 400 à 11 000 m³ / t de rayonne (viscose)
- 300 à 600 m³ / t d'acier
- 500 m³ / t de papier
- 300 à 400 m³ / t de sucre
- 60 à 400 m³ / t de carton
- 35 m³ / t de ciment

Des défis ...

**Faire face à la demande croissante d'énergie
en gérant les ressources énergétiques existantes ou nouvelles
et en respectant l'environnement**

Des questions sérieuses ...

des économies d'énergie sont-elles possibles ?

réserve des énergies fossiles ?

le charbon : énergie de l'avenir ?

l'avenir des énergies renouvelables ?

la renaissance de l'énergie nucléaire ?

les gaz à effet de serre, que faire du CO₂ ?

ENERGIE **les solutions**

Diversifier les ressources en combustible

- Fissile (nucléaire) / question du retraitement, nouveaux réacteurs (HTR...)
- Fossile (pétrole, gaz, charbon, carburants de synthèse)
- Biomasse, biogaz, biocarburants
- Hydrogène

Développer les énergies renouvelables

- Champs éolien, hydrolien
- Solaire thermique et photovoltaïque

Réviser les grandes filières industrielles et développer de nouvelles filières

- Réduire la consommation énergétique
- S'adapter à de nouveaux vecteurs énergétiques

Augmenter l'efficacité énergétique

- Habitat
- Transport
- Industrie

ENVIRONNEMENT A préserver

Contraintes sur les émissions de gaz

- Limitation des gaz à effet de serre CO₂, CH₄
Réchauffement climatique
- Limitation des Composés Organiques Volatils (COV) *Santé publique*
- Elimination des poussières *Santé publique*

Contraintes sur les effluents liquides

- Traitement des eaux usées
- Potabilisation, alimentation en eau

Contraintes sur les déchets

- Dangérosité et quantité



Déconstruction, tri, valorisation
énergétique et matière

Besoin de jeunes ingénieurs capables de relever ces défis !!!



☐ Fluides

Les fluides au service de l'énergie – Les énergies « fluides »

☐ Transition Energétique

Des connaissances et des outils pour piloter la transition

☐ Procédés Environnement

Un lien fort entre l'énergie, les procédés et l'environnement

Le premier semestre de 2A (S7) est un tronc commun aux trois parcours, **le choix du parcours s'opère en fin de S7.**

Semestre 7		
S7.1	S7.2	S7.3
Phénomène de Transport	Mécanique des Fluides I	Méthodes numériques
Couches limites et Rayonnement	Mécanique des Fluides II	Projet

Structure matricielle des trois parcours S8

Parcours :			
	Fluides	Transitions	Procédés et Environnement
Semestre 8			
S8.1	S8.2	S8.3	
Systèmes fluides pour la conversion énergétique	Génie électrique	Turbomachines hydrauliques et éoliennes	
Approche systémique des réacteurs	Traitement de l'eau et des déchets	Évaluation des impacts environnementaux	

Pour un parcours, si une colonne comprend un cours de la couleur correspondante au parcours, il est obligatoire. Sinon l'étudiant choisit un des deux cours.

Possibilité d'un cursus en S8 à

Structure matricielle des trois parcours S9

Parcours :	Fluides	Transitions	Procédés et Environnement
-------------------	---------	-------------	---------------------------

Semestre 9 - 1er trimestre -			Semestre 9 - 2ème trimestre -		
S9.1	S9.2	S9.3	S9.4	S9.5	S9.6
Transition to turbulence	Marchés de l'énergie et de l'environnement	Analyse environnementale des filières énergétiques	Transferts thermiques avancés	Optimisation énergétique	Electric energy management
Combustion	Open Codes for Fluid Dynamics	Transferts en écoulements multiphasiques	Biomasse énergie	Turbulence and wind energy	Comportement des phases dispersées

Pour un parcours, si une colonne comprend un cours de la couleur correspondante au parcours, il est obligatoire. Sinon l'étudiant choisit

Le rôle des responsables de parcours

- Interface avec l'école
- Animation pédagogique du parcours
- Mise en place des projets 2A et 3A
- Organisation des semaines dédiées : rentrée, technique et visite
- Interlocuteur privilégié avec vous pour l'élaboration de votre : projet de formation et professionnel, 3ème année à l'extérieur de l'école, poursuite d'étude

Election d'un représentant des élèves pour le département pour la fin de la semaine prochaine