

Croissance et Energie....

2020 – 2030 – Dangereux virage ?

La croissance : un concept récent, le graal

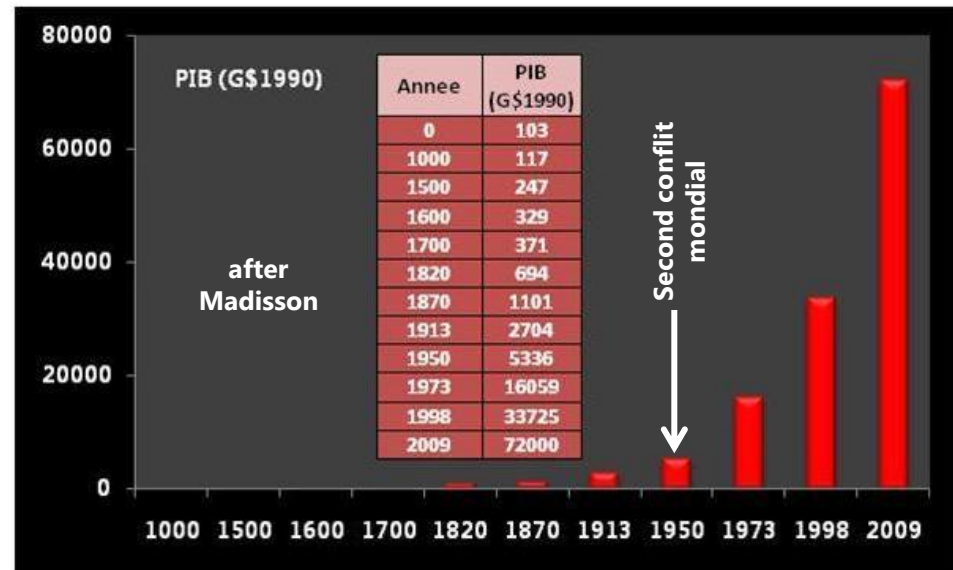
Une croissance
continue à 3%
par an



Une croissance de 3% c'est :

- le plein emploi,
- des recettes assurées pour l'état,
- la fin des déficits,
- la réduction rapide de la dette,
- une assurance maladie et des retraites en équilibre,
- financement de la recherche et de la culture,
- améliorer la productivité de l'outil
- la compétitivité des entreprises.

La croissance : un concept récent

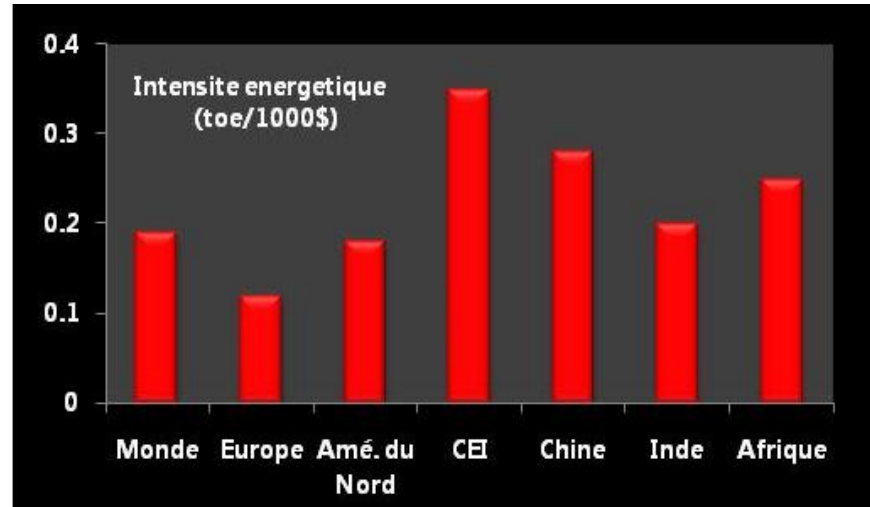
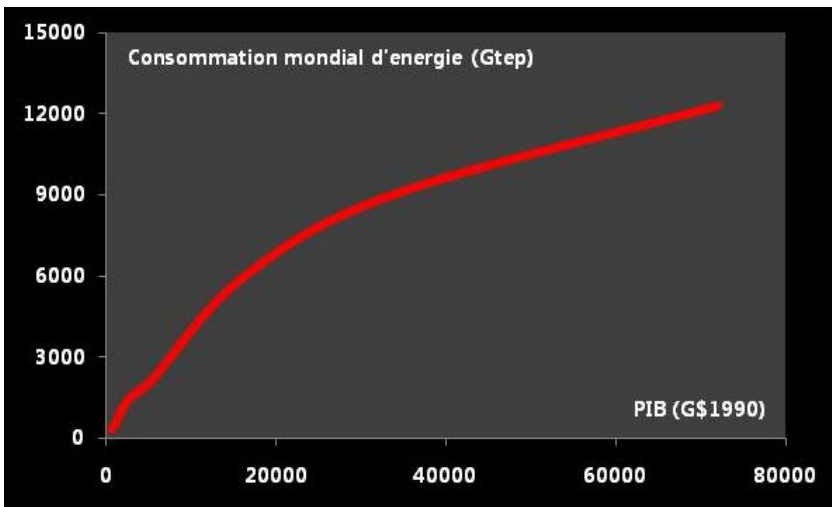
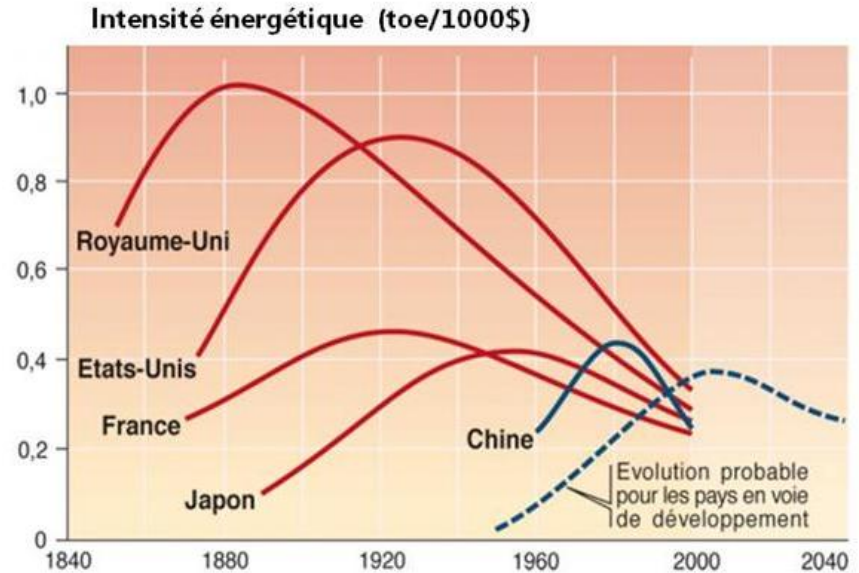


Les ingrédients de la croissance

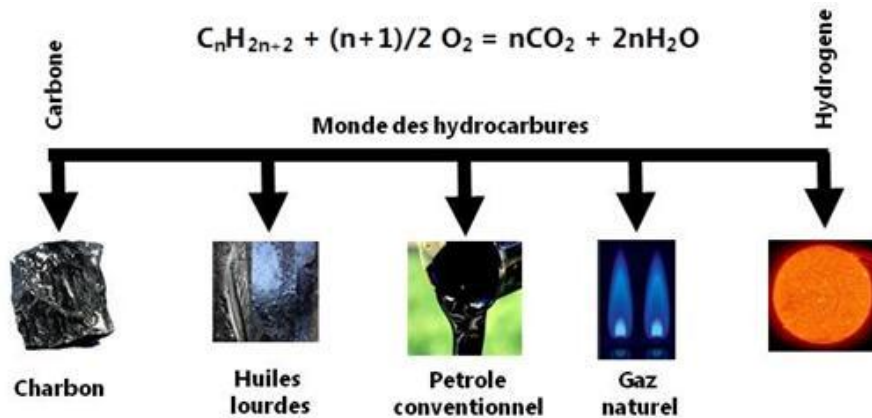
Un catalyseur endogene: l'innovation technologique



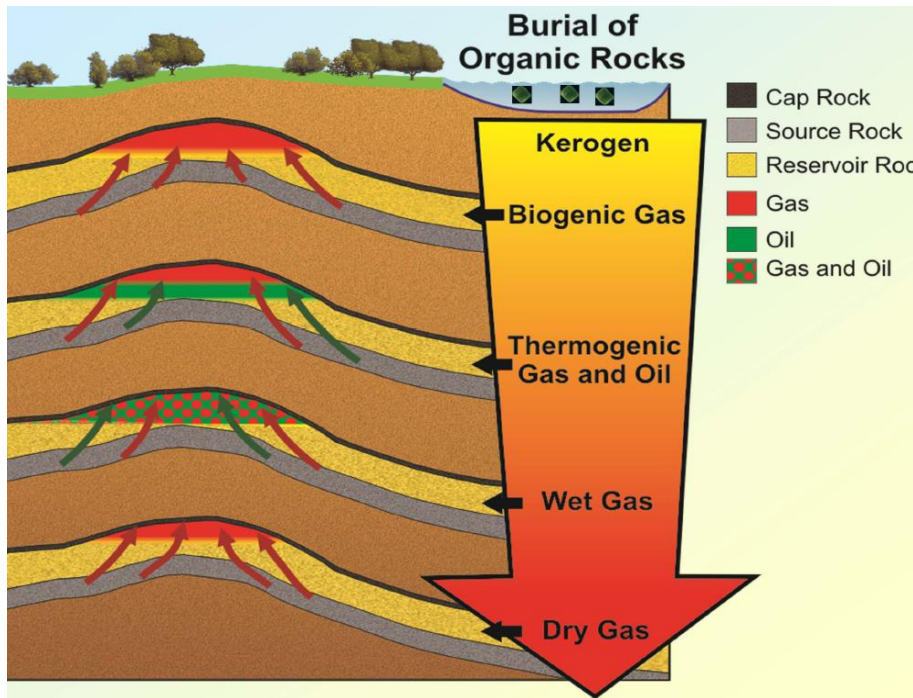
Un aliment exogene: l'énergie



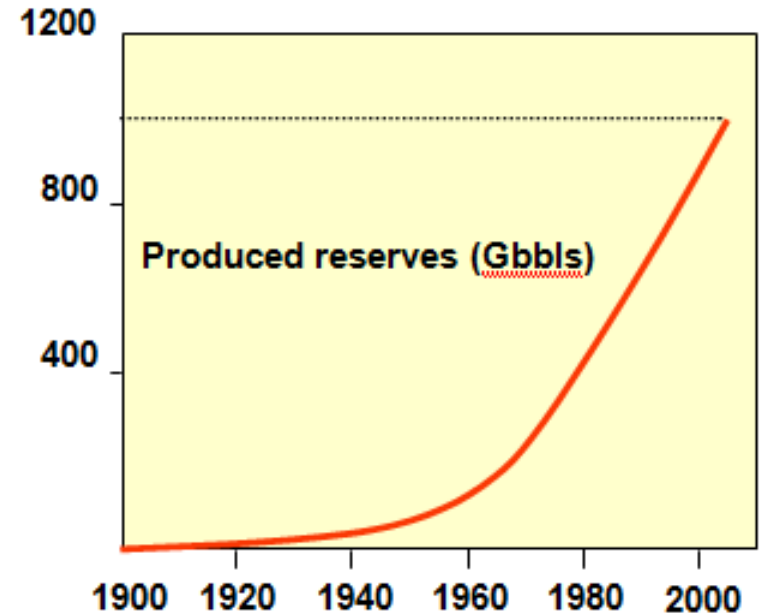
Le monde des hydrocarbures



Une fabrication tres lente

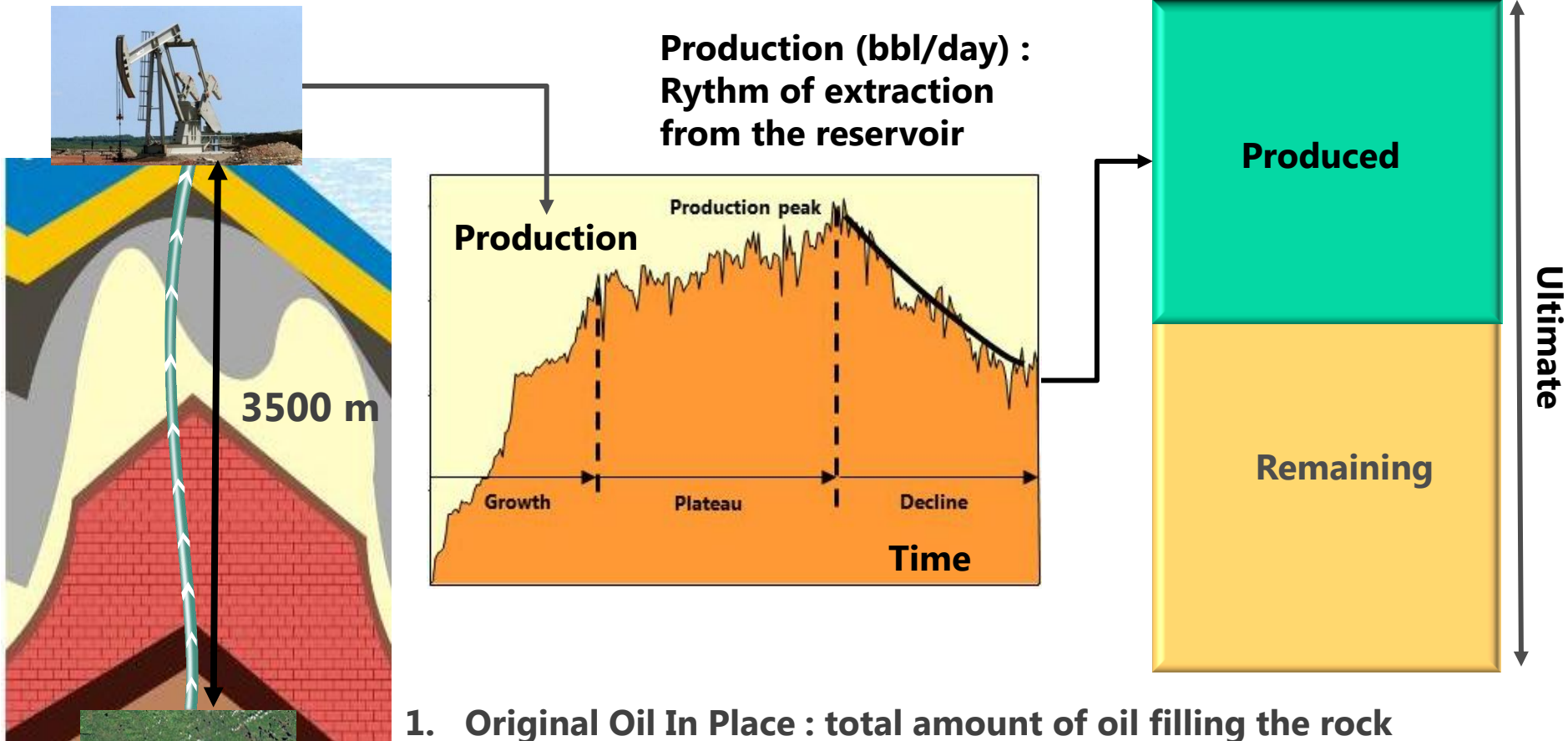


Une consommation tres rapide



Quel est l'etat reel du stock?

Reserves, huile/gaz en place et production



1. **Original Oil In Place** : total amount of oil filling the rock
2. **Reserves** = partie techniquement et économiquement recuperable
 - ✓ courantes : en production, en cours de développement
 - ✓ contingentes » ne faisant pas l'objet d'un plan développement
 - ✓ additionnelles » augmentation globale de récupération
 - ✓ prospectives » à découvrir

Reservoir

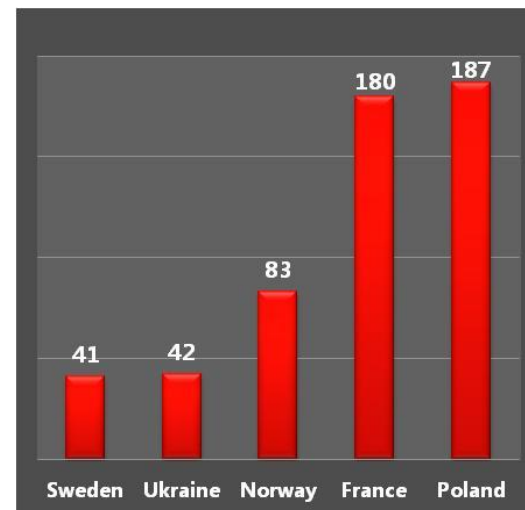
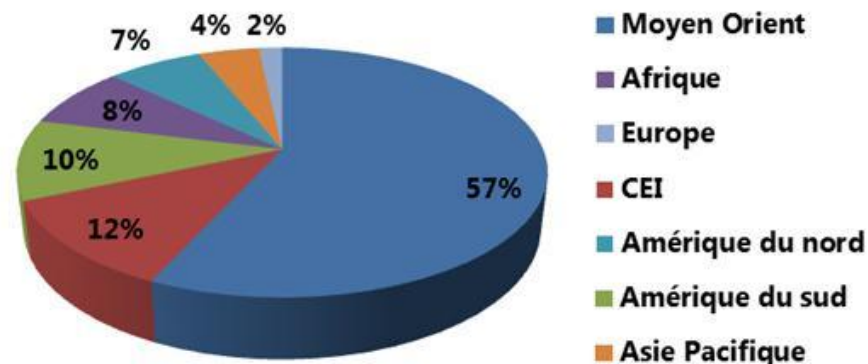
L'état du stock

Reserves	Gbbls	
	Mini	Maxi
Courantes	950	1050
Contingentes	190	195
Additionnelles	210	260
Prospectives	160	260
Total	1510	1765

Petrole

Country	%	TCF	Gbep
Moyen Orient	42%	2677	447
Former URSS	32%	2066	345
Asia Pacific	9%	572	95
Afrique	8%	520	87
Amerique Nord	5%	351	59
Amerique Sud	4%	262	44
Europe	3%	161	27
Total	100%	6448	1076

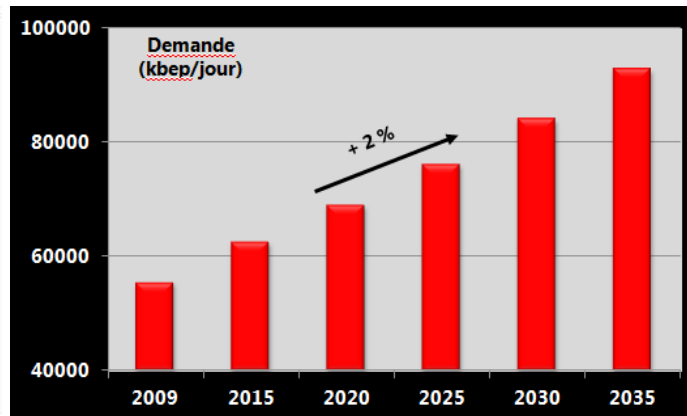
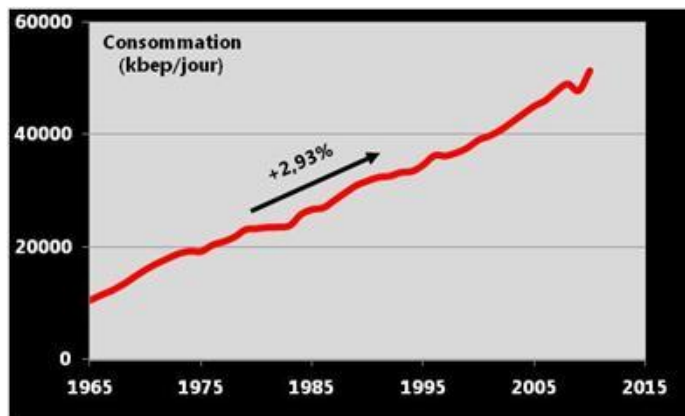
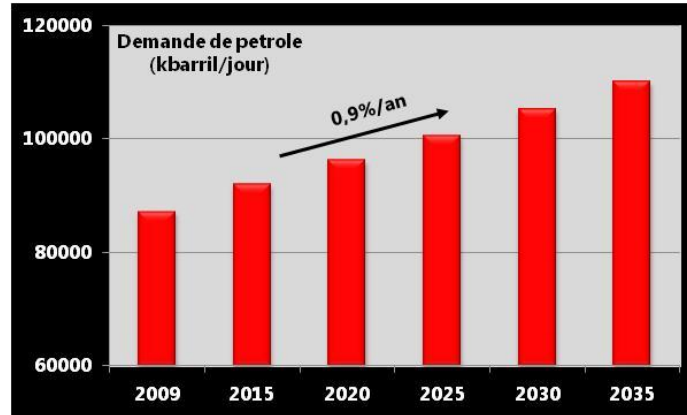
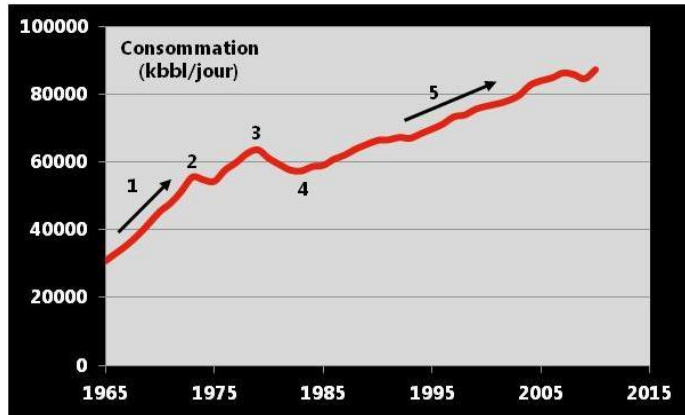
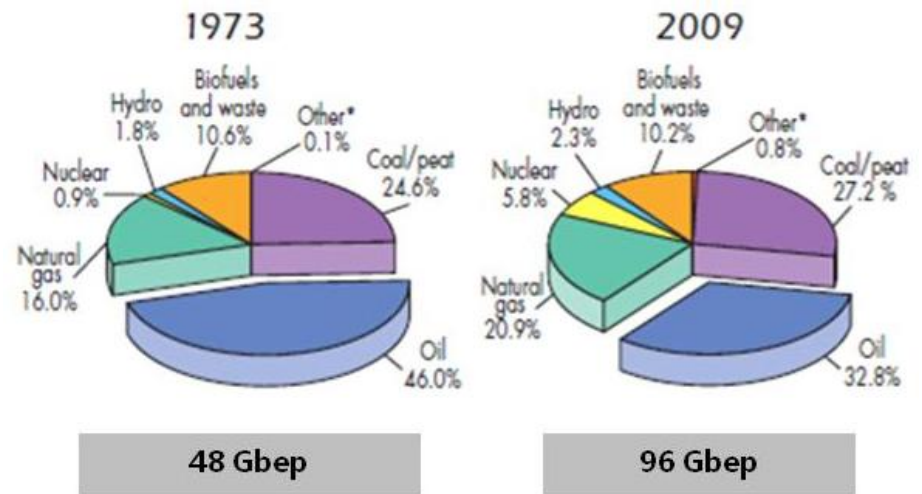
Gaz hors non conventionnel



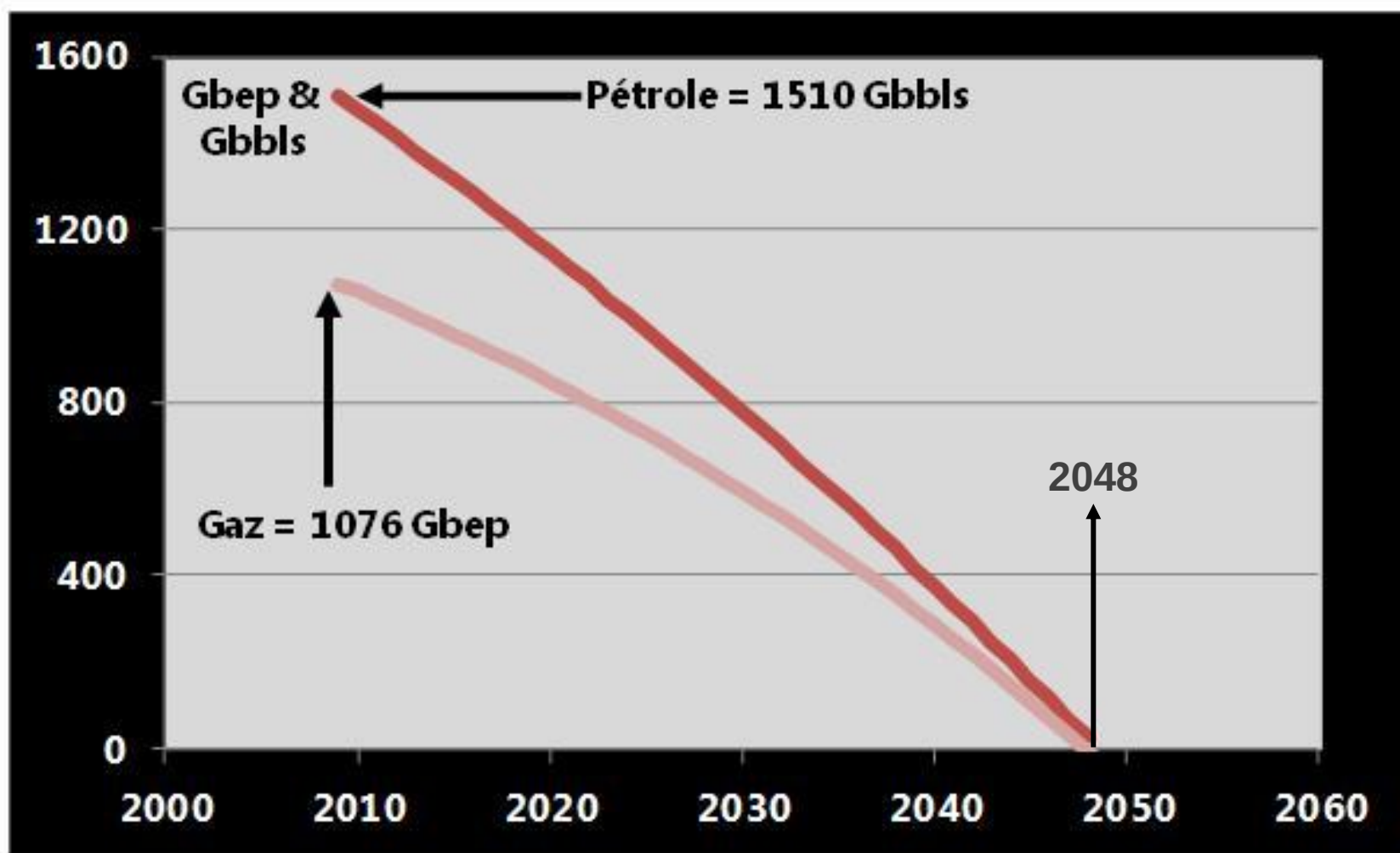
Gaz de schistes en Europe (TCF)

Consommation

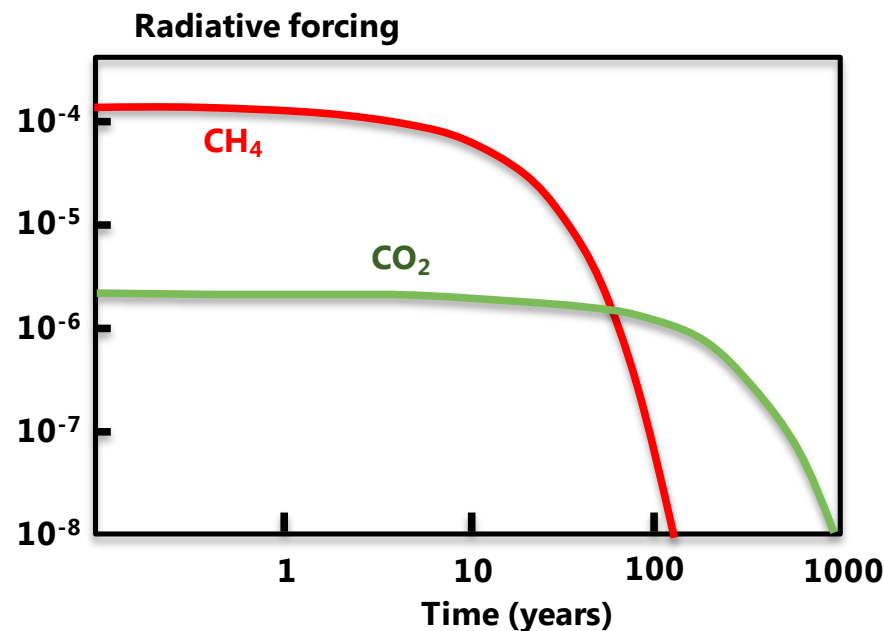
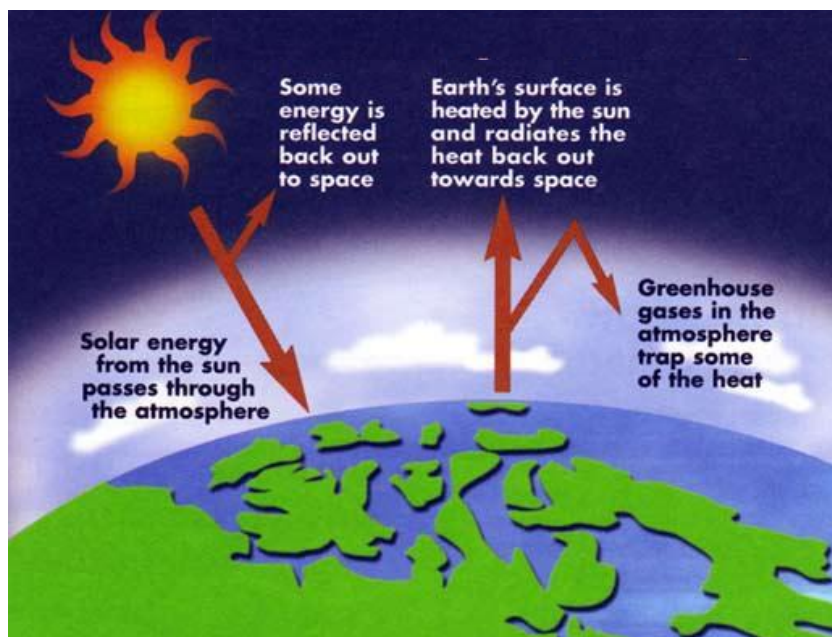
X2 en 40 ans



Duree de vie du stock

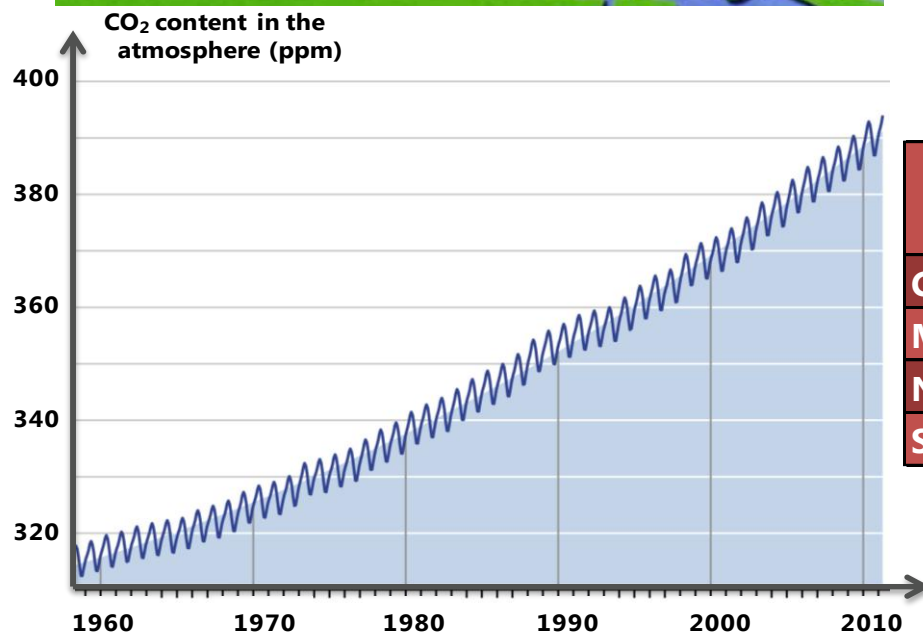


L'augmentation en CO2 et l'effet de serre



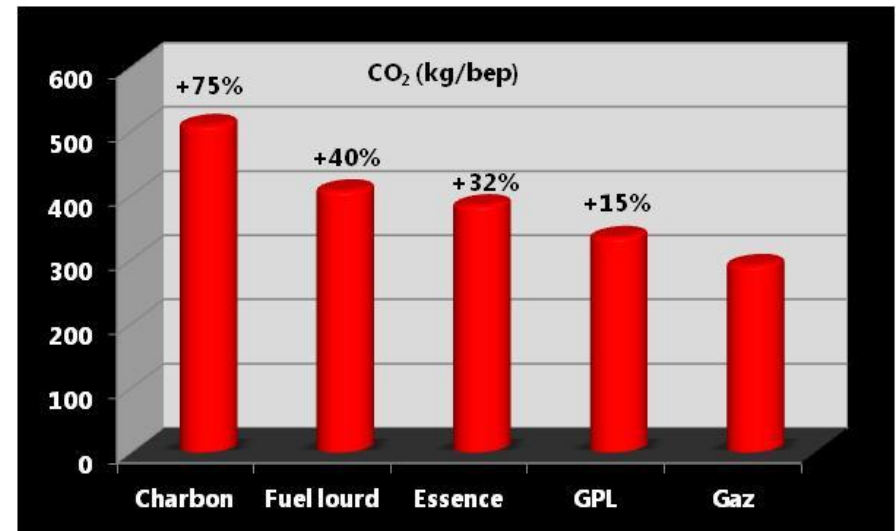
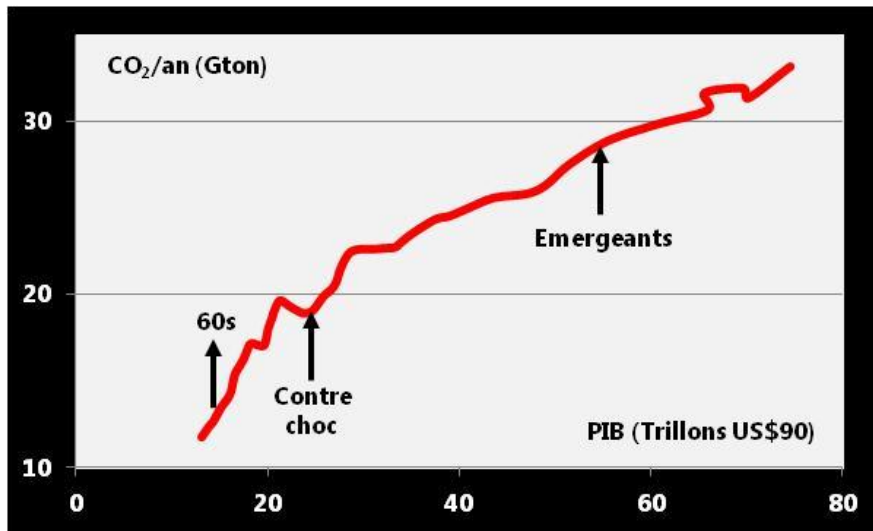
Radiative forcing + lifetime

Gas name	Chemical formula	Lifetime (years)	100 years GWP
Carbon dioxide	CO ₂	30–95	1
Methane	CH ₄	12	25
Nitrogen protoxyd	N ₂ O	120	298
Sulfur hexafluor	SF ₆	3200	22800



La croissance un processus entropique

- Phenomene irreversible (consommation >>>>> fabrication)
- Hydrocarbures a basse entropie CO₂ a haute entropie



Decroissant

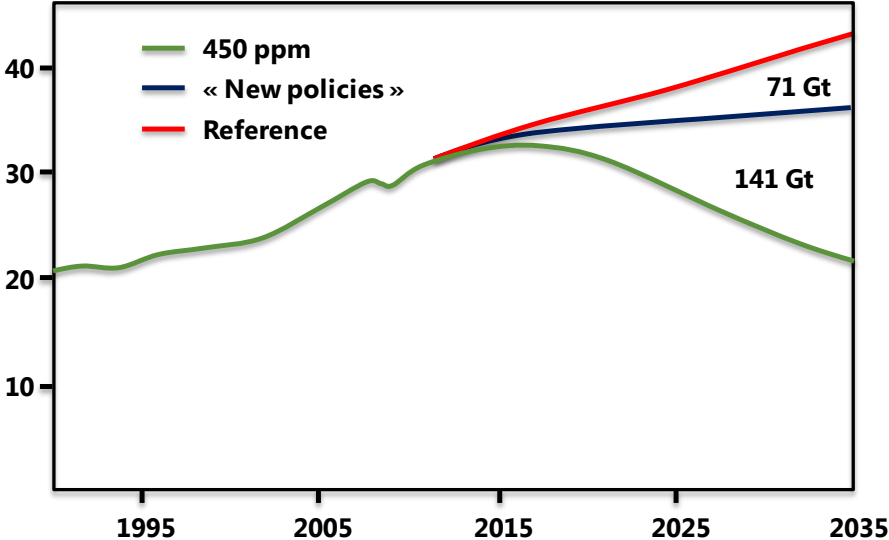
Croissant

$$CO_2 = \underbrace{\frac{CO_2}{TEP}}_1 * \underbrace{\frac{TEP}{PIB}}_2 * \underbrace{\frac{PIB}{POP}}_3 * \underbrace{POP}_4$$

- ✓ Contenu en CO₂
- ✓ Intensite energetique
- ✓ Revenu par habitant
- ✓ Population

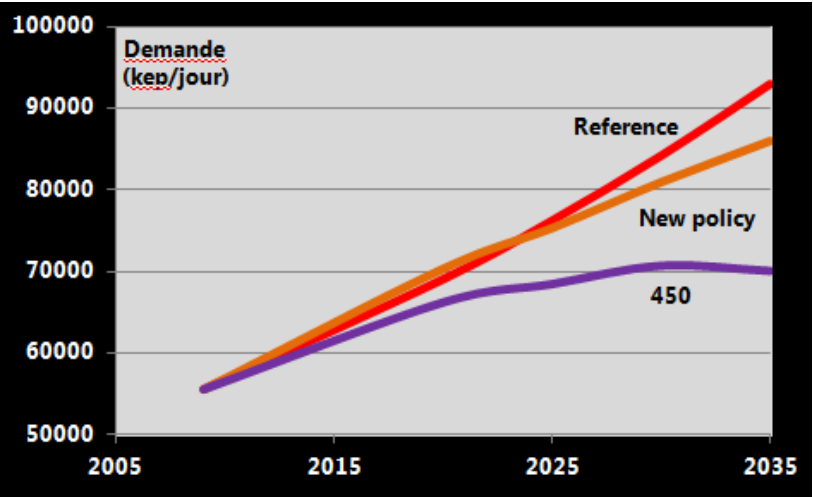
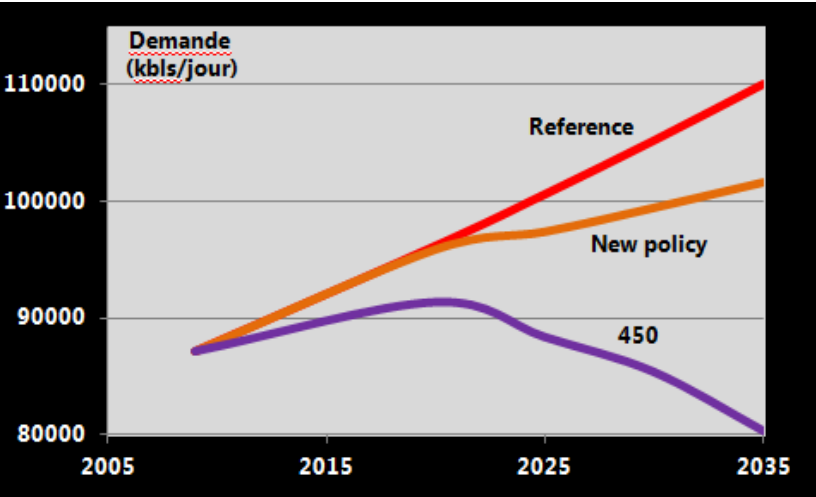
Copenhagen -50% : mythe ou realite ?

CO₂ emissions
(Gtons/year)



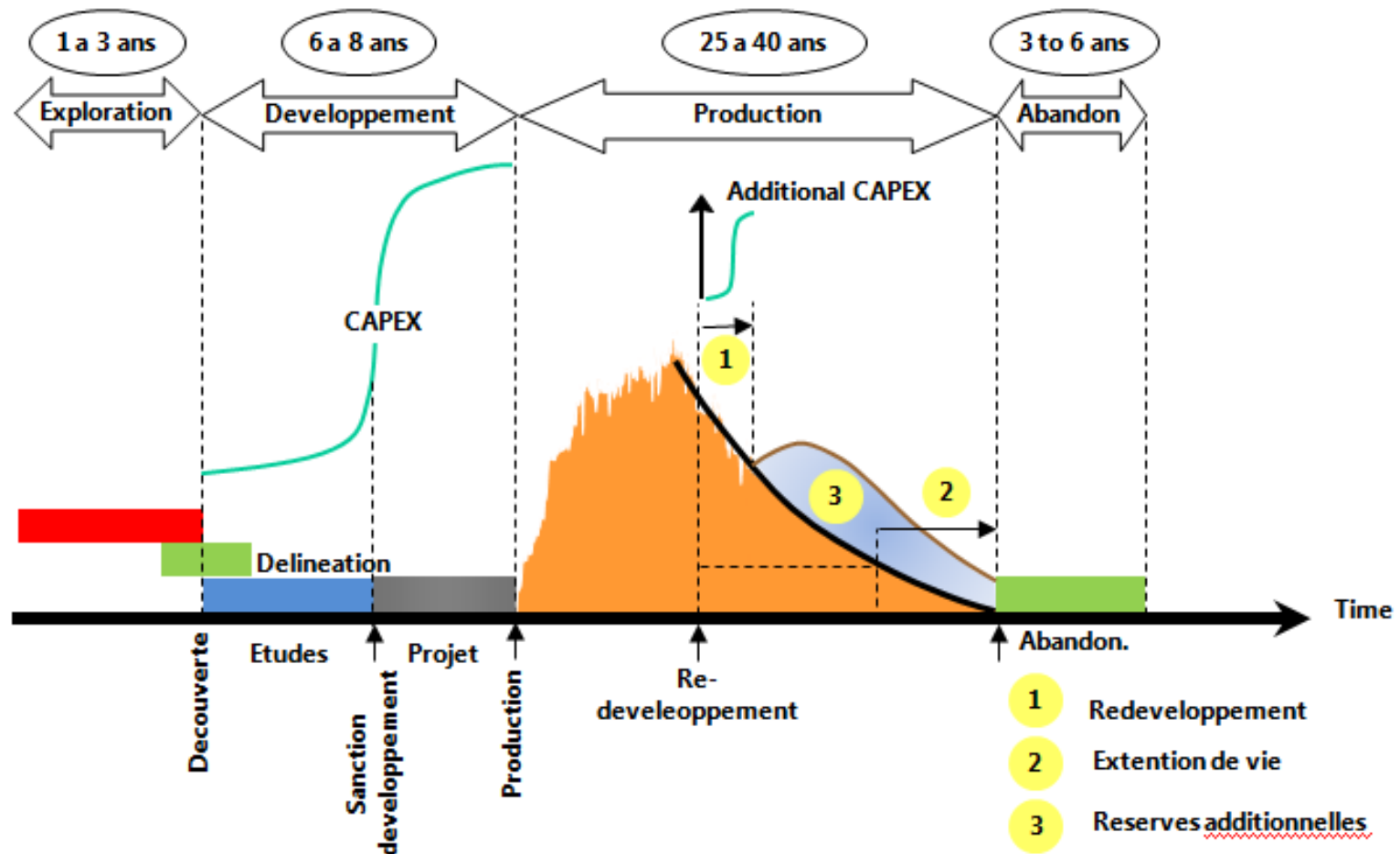
2035

Source primaire	Reference			Scenario 450		
	Gbep	Part		Gbep	Part	
Petrole	146	27%	80%	118	25%	62%
Gaz		23%			22%	
Charbon		29%			16%	
Bois & biofuels		9%	20%		16%	38%
Nucleaire		6%			11%	
Hydro		2%			3%	
Renouvelables		3%			8%	

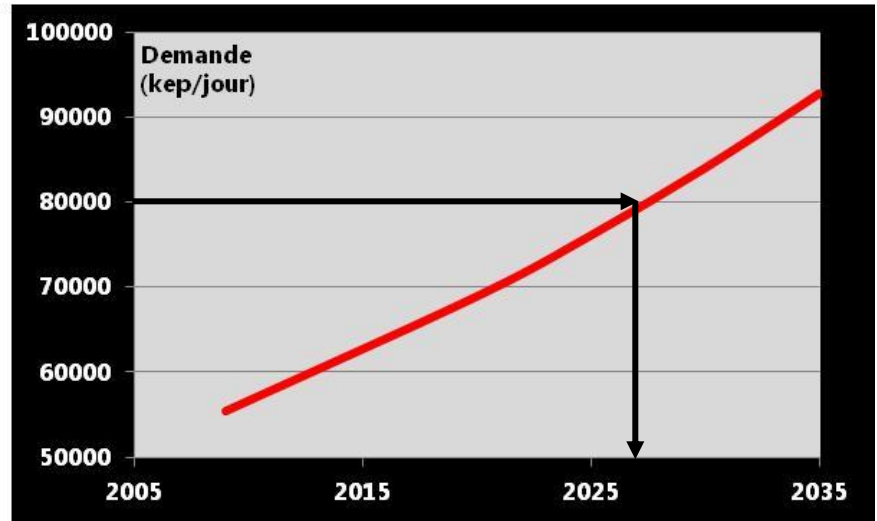
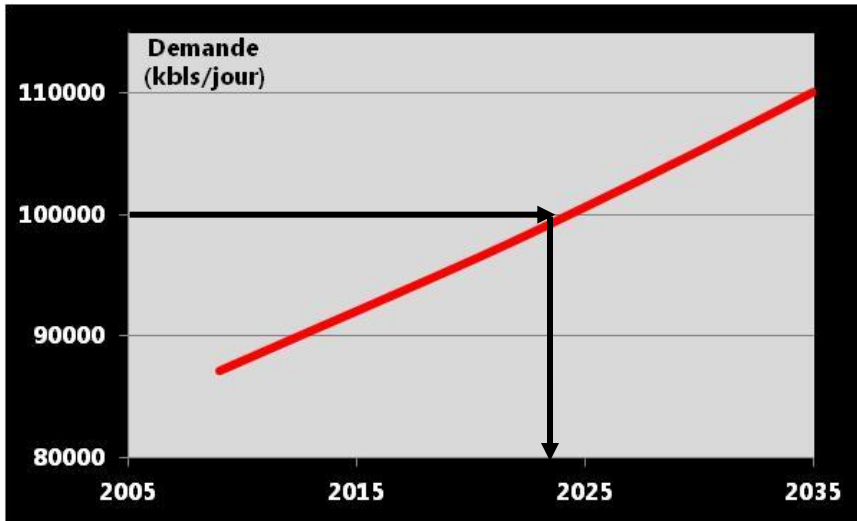


Reserve ne veut pas dire production

- Reserves (3500 m) ne veut pas dire production (dans votre voiture)
- Transformer les reserves en production demande 6 to 10 ans...ou plus
- Transformer les reserves en production coute 15 \$ a 90 \$ par baril



100 Mbbs/ jour petrole et 80 Mbep/jour de gaz



1. Challenges techniques

- **Déclin du socle et ressources techniquement plus difficiles**

2. Challenges politico économiques

- Instabilité des pays producteurs
- Difficultés contractuelles IOC, NOC et pays producteurs
- Instabilité des cours du pétrole et du gaz

3. Challenges développement durable et humains

- Regulations HSE de plus en plus sévères
- Workforce limitée et vieillissante, demandes en local content
- **Influence croissante des stakeholders (autorités, ONG, media...)**

Exemples de champs techniquement difficiles

Kashagan : petrole, mer Caspienne

HP reservoir 15 % H_2S at pressure at 750 bars

Shallow waters frozen 5 month/year

Very sensitive environment, endemic species

Landlocked area, limited waterways



Stockman : gaz, mer de Barents

Temperatures $-50^{\circ}C$ to $+33^{\circ}C$, icebergs to 1 Mtons

Winds over 30 m/s & wave up to 27 m

Unique and vulnerable environment

Remote production from shoreline



Kashagan : developpement “iles artificielles”



Gaz de schistes : geosciences, development “drivers” acceptability consequences

Geoscience drivers

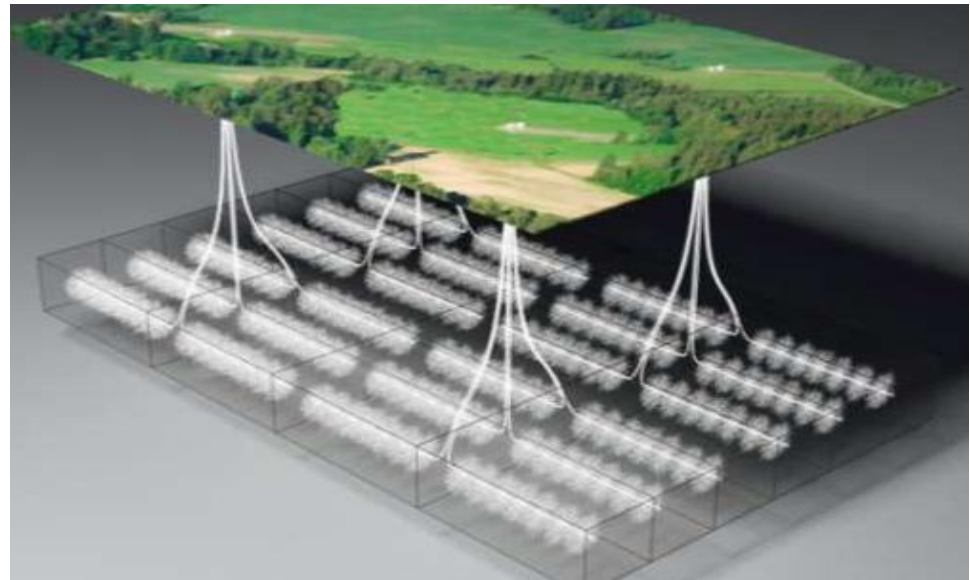
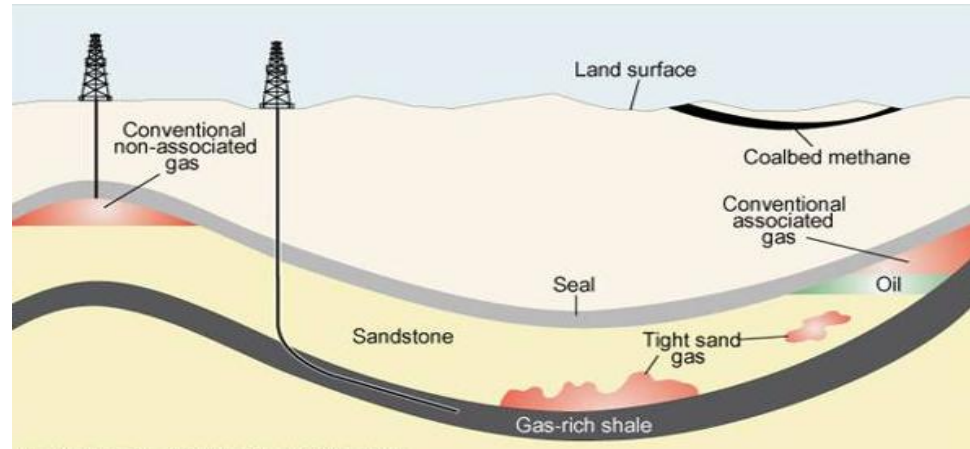
1. Extremely heterogeneous rocks
2. Complex production mechanisms
3. Ultra low permeabilities
4. Very large play extension
5. No trapping mechanism

Development drivers

1. Several 10's of explo/appr wells
2. Several 1000's of dev wells
3. Long ERD horizontals
4. Systematic multistage fracturing
5. Restricted to on-shore (today)

Acceptability consequences

1. Surface footprint
2. Water use & waste management
3. Pollution of water
4. Seismic events



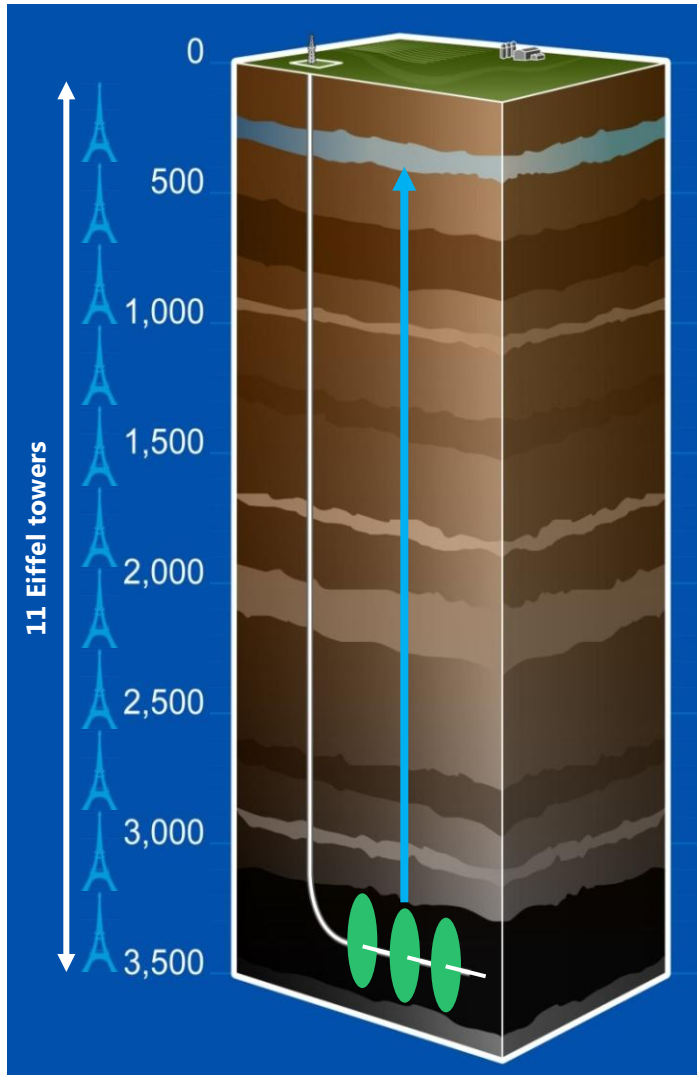
✓ Drillex = 70% to 90% CAPEX

✓ GIP not translated “naturally” into reserves

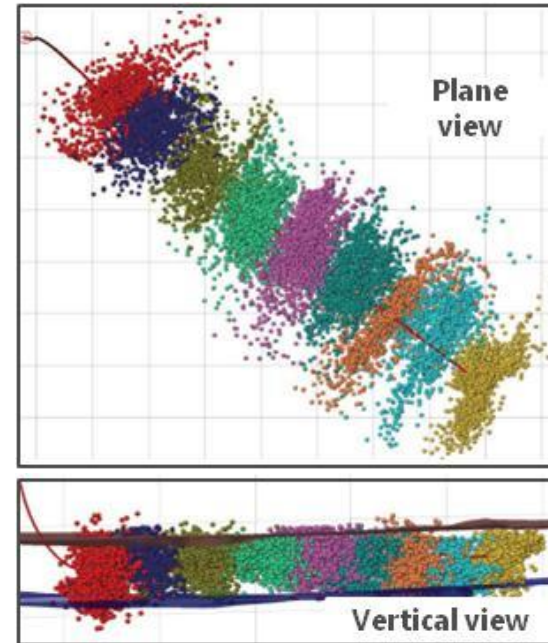


TOTAL

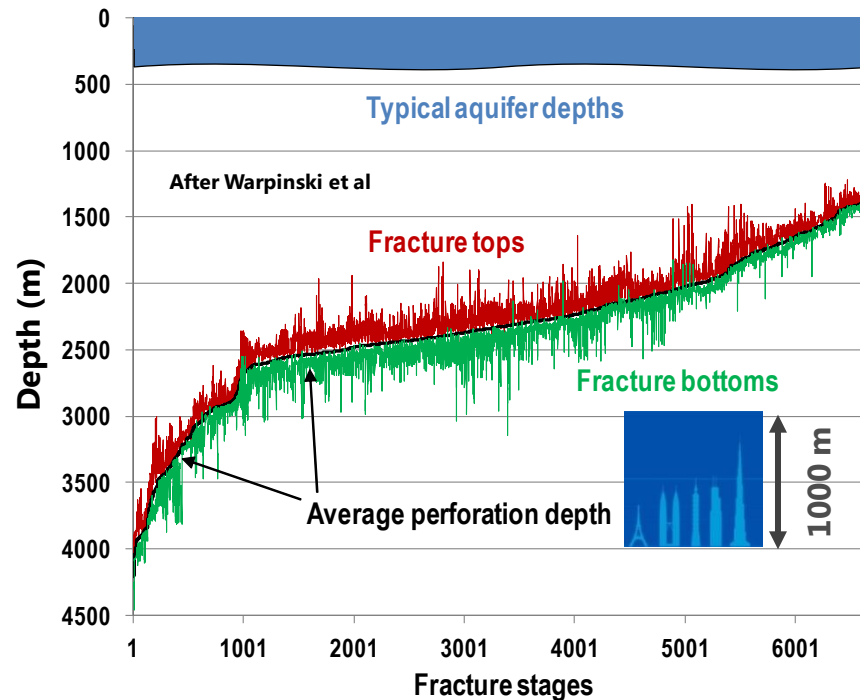
Myth : fresh water contamination by hydraulic fracturing



**Reservoir several
thousand meters below
the fresh aquifer**



**Fracture can
be mapped
real time
monitoring
microseismic
activity**



**Among
thousand of
Fractures
performed
in US no one
contaminates
fresh aquifer**

Conclusions

■ Le scenario de référence

- + 50% de demande énergétique supplémentaire
- Pas vraiment de changement dans la répartition (80% de fossiles)
- Dépasser les 100 Mbbls/jour de pétrole et les 80 Mbep/jour de gaz en 2025
- > 40 Gtonnes d'émissions annuelles

■ Le scenario 450

- +20% de demande énergétique supplémentaire
- Un changement radical dans la répartition
 - Lever le verrou du nucléaire (il doit doubler)
 - Des investissements massifs (500 G\$ par an) dans les renouvelables
 - + 8% de bio fuels
- 20 Gtonnes/an d'émissions annuelles

- La realite proche du scenario de reference mais difficulte de depasser les 100 Mbbls/jour de petrole et les 80 Mbep/jour de gaz

**2020 – 2030 – Dangereux virage
Conséquences du rechauffement +
risque de recession structurelle**