

LE SYSTEME ENERGETIQUE MONDIAL:

3 SCENARIOS « LONG TERME »

Bernard Lachal
Cuepe, Université de Genève.
Janvier 2005

Trois scénarios énergétiques mondiaux à long terme (2050 – 2100) ont été choisis, ils sont représentatifs de ce que l'on peut trouver dans la littérature.

1) Scénarios du Conseil mondial de l'énergie (CME)

Le conseil mondial de l'énergie (CME) est une organisation qui rassemble depuis 75 ans les grands acteurs de la scène énergétique (compagnies privées et publiques, gouvernements, institutions académiques, personnalités). Les scénarios ci-dessous ont été réalisés pour la CME par un institut (IIASA) et publiés en 2000.

Figure 1
Summary of the three cases in 2050 and 2100 compared with 1990

	Case		
	A High growth	B Middle course	C Ecologically driven
Population, billion			
1990	5.3	5.3	5.3
2050	10.1	10.1	10.1
2100	11.7	11.7	11.7
GWP, trillion US (1990) \$			
1990	20	20	20
2050	100	75	75
2100	300	200	220
Global primary energy intensity improvement, percent per year			
1990 to 2050	Medium	Low	High
1990 to 2100	-0.9	-0.8	-1.4
1990 to 2100	-1.0	-0.8	-1.4
Primary energy demand, Gtoe			
1990	9	9	9
2050	25	20	14
2100	45	35	21
Resource availability			
Fossil	High	Medium	Low
Non-fossil	High	Medium	High
Technology costs			
Fossil	Low	Medium	High
Non-fossil	Low	Medium	Low
Technology Dynamics			
Fossil	High	Medium	Medium
Non-fossil	High	Medium	High
Environmental taxes	No	No	Yes
CO ₂ emission constraint	No	No	Yes
Net carbon emissions, GtC			
1990	6	6	6
2050	9-15	10	5
2100	6-20	11	2
Number of scenarios	3	1	2

Abbreviations: GWP = gross world product; Gtoe = gigatons oil equivalent;
CO₂ = carbon dioxide; GtC = gigatons of carbon

Figure 2
Characteristics of the three cases for the world in 2050 compared with 1990

	Base year: 1990	A			B	C	
		(A1)	(A2)	(A3)		(C1)	(C2)
Primary energy, Gtoe	9	25	25	25	20	14	14
Primary energy mix, percent							
Coal	24	15	32	9	21	11	10
Oil	34	32	19	18	20	19	18
Gas	19	19	22	32	23	27	23
Nuclear	5	12	4	11	14	4	12
Renewables	18	22	23	30	22	39	37
Resource use 1990 to 2050, Gtoe							
Coal		206	273	158	194	125	123
Oil		297	261	245	220	180	180
Gas		211	211	253	196	181	171
Energy sector investment, trillion US\$	0.2	0.8	1.2	0.9	0.8	0.5	0.5
US\$/toe supplied	27	33	47	36	40	36	37
As a percentage of GWP	1.2	0.8	1.1	0.9	1.1	0.7	0.7
Final energy, Gtoe	6	17	17	17	14	10	10
Final energy mix, percent							
Solids	30	16	19	18	23	20	20
Liquids	39	42	36	33	33	34	34
Electricity	13	17	18	18	17	18	17
Other ^a	18	25	27	31	28	29	29
Emissions							
Sulfur, MTS	59	54	64	45	55	22	22
Net carbon, GtC ^b	6	12	15	9	10	5	5

Note: Subtotals may not add up due to independent rounding.
^aDistrict Heat, gas and hydrogen.
^bNet carbon emissions do not include feedstocks and other non-energy emissions or CO₂ used for enhanced oil recovery.

Figure 4
Global Primary Energy Use, Historical Development from 1850 to 1990 and in the three cases to 2100, in Gtoe. The insert shows global population growth, 1850 to 1990 and projections to 2100, in billion people. Source: Bos et al. 1992.

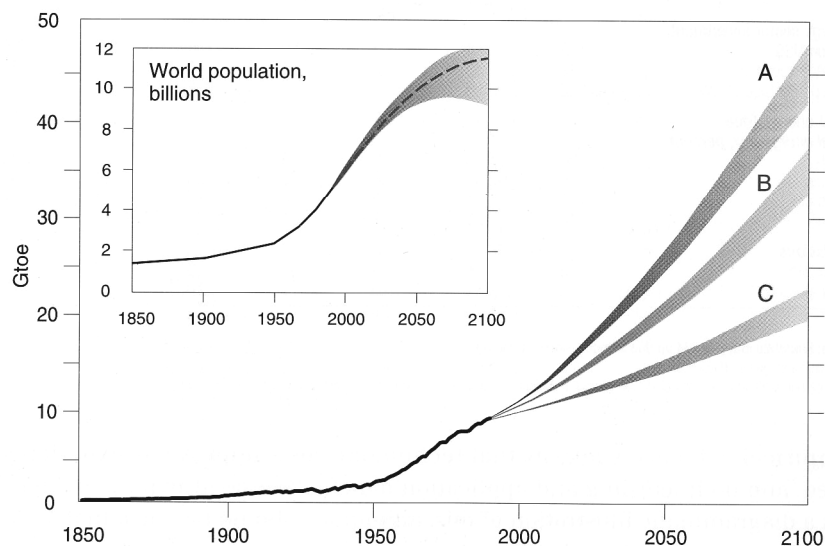


Figure 9
Global Carbon Emissions from Fossil Fuel Use, 1850 to 1990, and for scenarios to 2100, in GtC.
For each scenario, the range shows the difference between gross and net emissions.

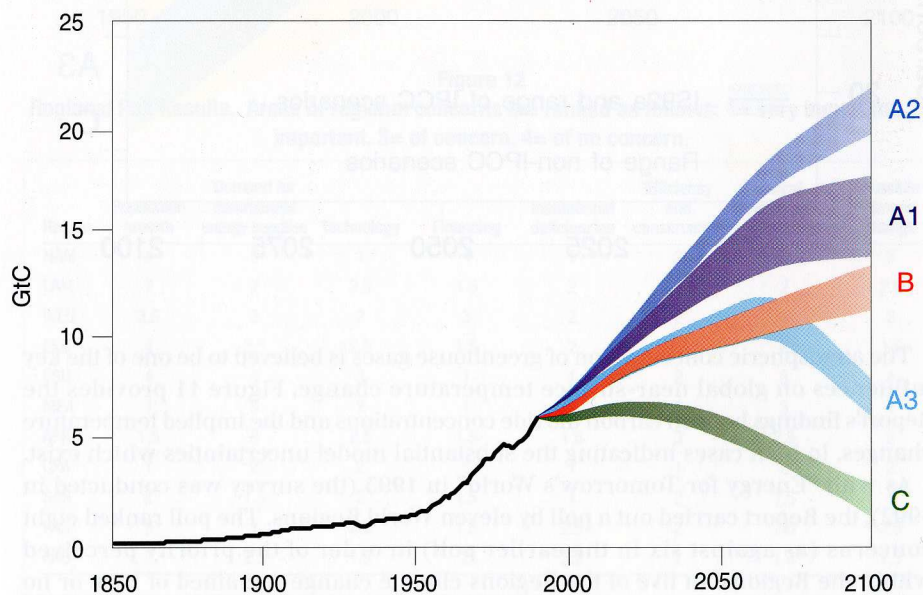
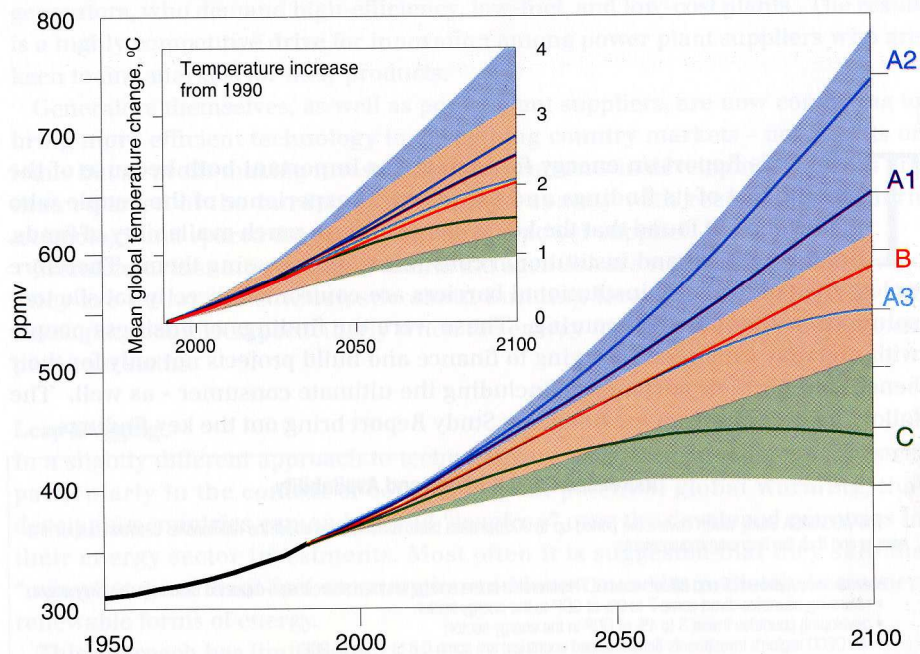
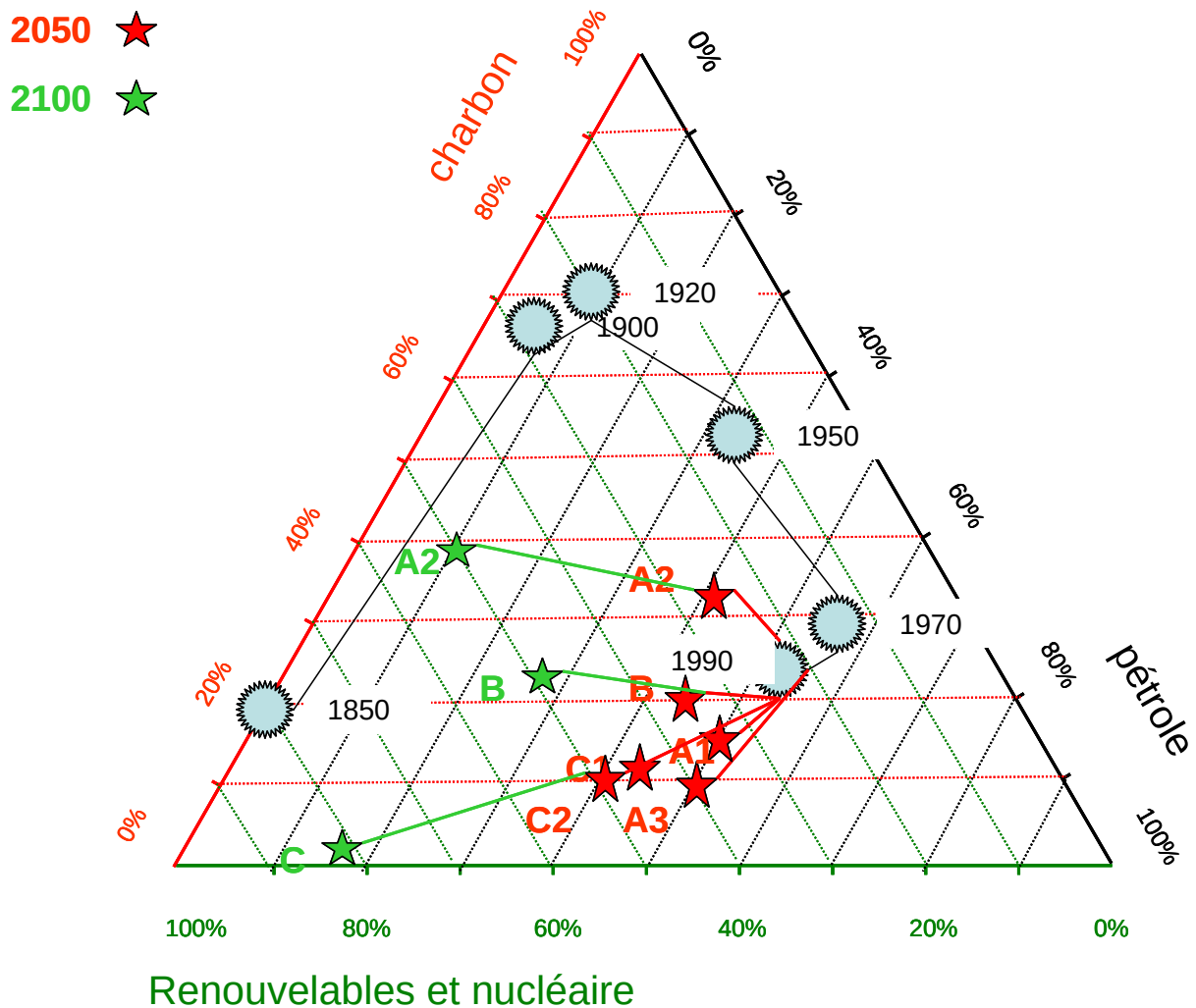


Figure 11
Atmospheric CO₂ Concentrations, in ppmv, historical development from 1950 to 1990 and in scenarios to 2100. Insert shows global mean temperature change compared with 1990, in degrees Celsius. The (substantial) model uncertainties are also indicated.





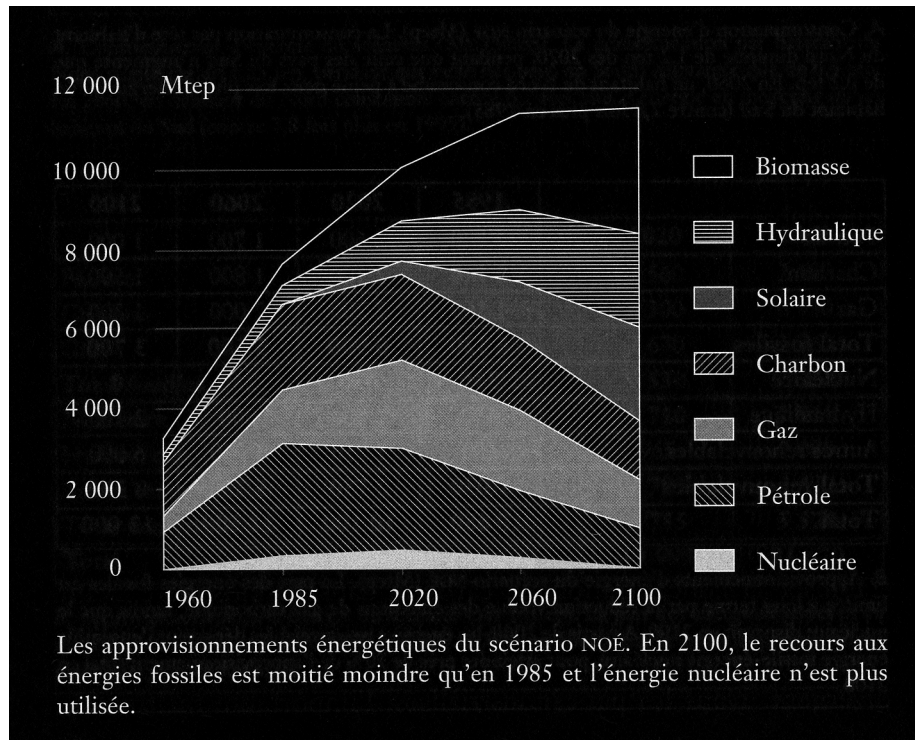
Répartition de l'énergie primaire dans le monde selon 3 pôles : charbon, pétrole/gaz et non fossiles (renouvelables et nucléaires) : évolution historique et distributions obtenues par les différents scénarios (d'après CME).

2) Scénario NOE

Benjamin Dessus et François Pharabot, ingénieur et physicien, sont des ardents défenseurs de l'utilisation rationnelle de l'énergie. Ils sont auteurs de nombreuses études sur l'énergie, dont le scénario NOE.

Les hypothèses retenues sont :

- Même démographie que le CME
- Déconnexion entre le PIB et la consommation énergétique (entre 1990 et 2050, le PIB par habitant des pays riches est multiplié par 2.6 alors que la consommation énergétique est divisée par 2)
- Système productif basé sur le renouvelable et abandon progressif du nucléaire.
- Limitation du CO₂ émis.



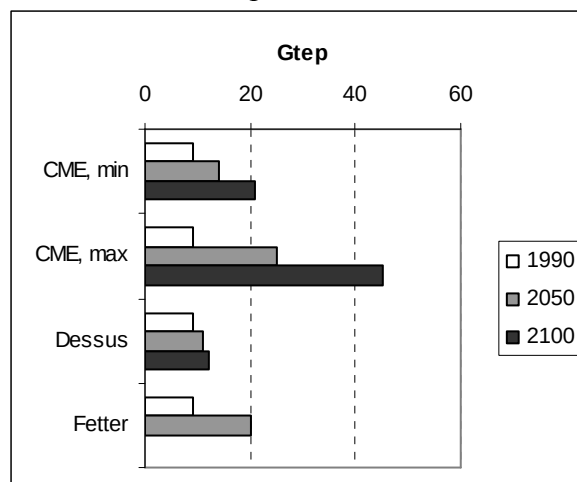
3) Scénario de Fetter

Ce scénario de Steve Fetter est paru dans « The Bulletin of the Atomic Scientists ». Il est caractérisé par une demande en 2050 double de celle de 2000 (soit 20 GTep au lieu de 10) et une limitation des émissions de CO₂. Les contributions sont les suivantes :

Charbon : 10%, soit 2 GTep
 Pétrole : 15%, soit 3 GTep
 Gaz : 20%, soit 4 GTep, (soit au total pour le fossile 9 GTep, actuellement : 8GTep)
 Nucléaire : 15%, soit 3 GTep (environ 2000 réacteurs au lieu de 400 actuellement)
 Renouvelable : 40%, soit 8 GTep (5 fois la production actuelle)

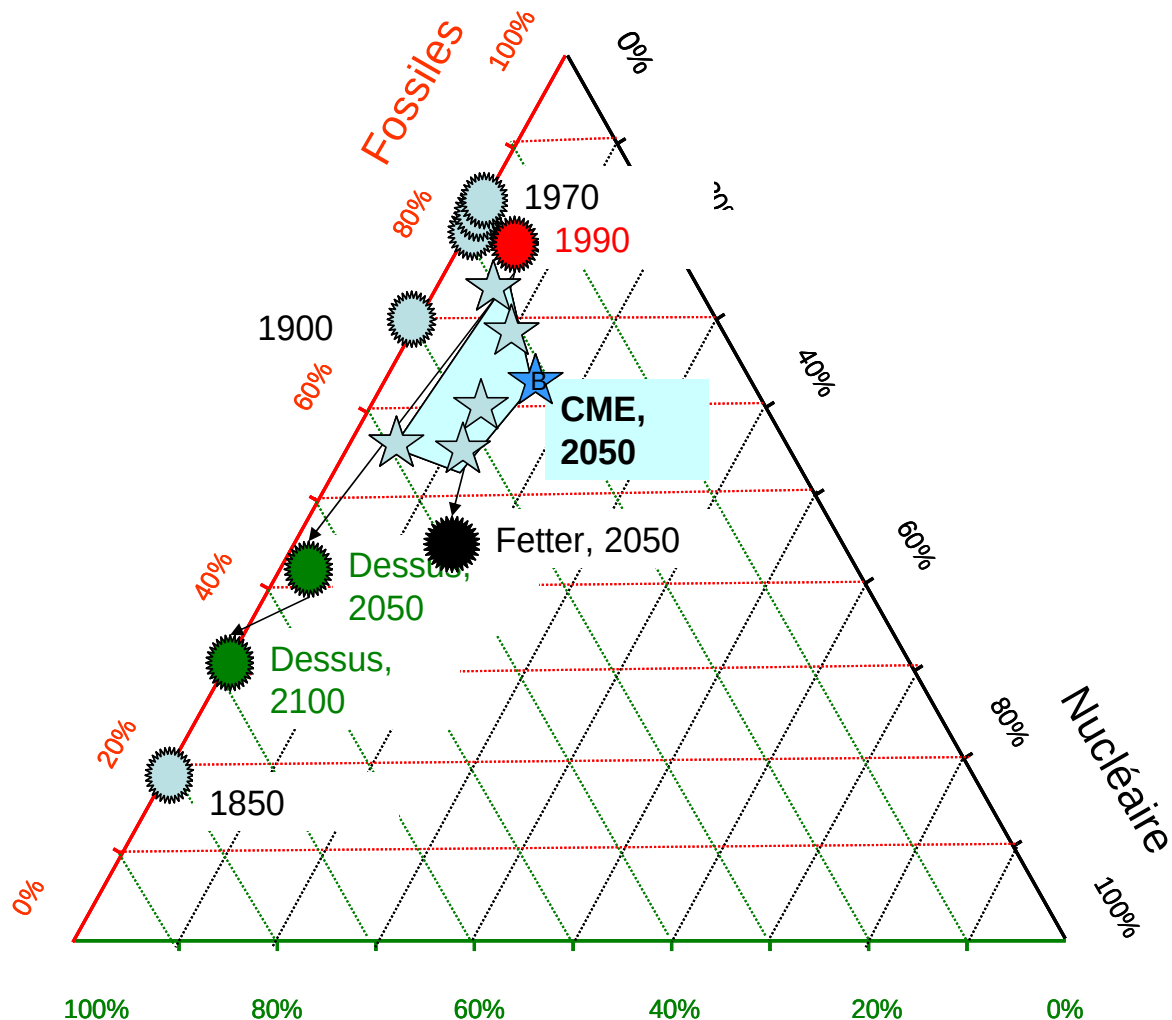
4) Comparaisons

La plus grande différence entre scénarios provient de la consommation totale d'énergie :



Dans tous les cas :

- les énergies fossiles continuent à être largement employées,
- le nucléaire ne dépasse pas 15%
- et la contribution des renouvelables varie fortement (entre un 20% et 50%).



Renouvelables

La grande contribution du renouvelable dans le scénario Noe de Dessus et Pharabot est possible grâce à la stabilisation de la consommation d'énergie obtenue par une utilisation très rationnelle de celle-ci.

5) Bibliographie

Conseil Mondial de l'Energie, *Energie for tomorrow's world – Acting now*, WEC Statement 2000

Benjamin Dessus, *Energie, un défi planétaire*, Belin, 1996

Steve Fetter, *Energy 2050*, The Bulletin of the Atomic Scientists, July/August 2000, p28 - 38.