

Les modèles de prospective entre Capitoile et Roche  
Tarpéienne: vers la fin du dialogue manqué entre  
économistes et ingénieurs  
Séminaire du CFE du 4 avril 2007

Commentaires par  
Alain Bernard

# Introduction

- Difficile d'intervenir après Jean-Charles
  - Grand talent oratoire et faconde toute béarnaise
  - Comme Obélix, tombé tout petit dans la potion magique de la modélisation énergétique et du changement climatique
  - Ai aussi des lettres de noblesse dans la modélisation, puisque ai fait mes premières armes avec L. Stoléru et J. Mairesse, il y a 40 ans, sur un modèle de croissance optimale multi-sectoriel de l'économie française
- Il nous présente un projet ambitieux, au titre évocateur
  - En nous mettant bien en garde à l'égard des risques de chute
  - En visant à renouer le dialogue entre économistes et ingénieurs (ne peut que me séduire, étant censé appartenir à l'école française dite des « ingénieurs-économistes »)

# Introduction (suite)

- Pris connaissance des documents qui m'ont été envoyés (4 au total) et écouté attentivement son exposé
- Sentiment que pour l'instant IMACLIM-R est un modèle encore en développement, visant à faire le pont entre modèles bottom-up et top-down
- Que donc des remarques ou critiques de collègues sont « encore » les bienvenues
- Ai « tilté », de manière approbative ou interrogative, à des expressions rencontrées au cours de la lecture: recursivité, clay-clay; moteur de croissance, « Endogenous Structural Change induced interactions between demand and supply, and ITC mechanisms » (laissé en anglais car pas bien sûr de savoir traduire), diagramme de Kaya (crois avoir su, mais ne me rappelle pas)
- En fait 4 diapos principales décrivent, symboliquement ou réellement le projet:
  - La 23ème, Pour résumer: position du modèle idéal
  - La 26ème, Un programme basé sur le diagnostic des 4 limites de l'état de l'art actuel
  - La 27ème, Ce que nous voudrions représenter
  - La 28ème, Principaux principes de modélisation

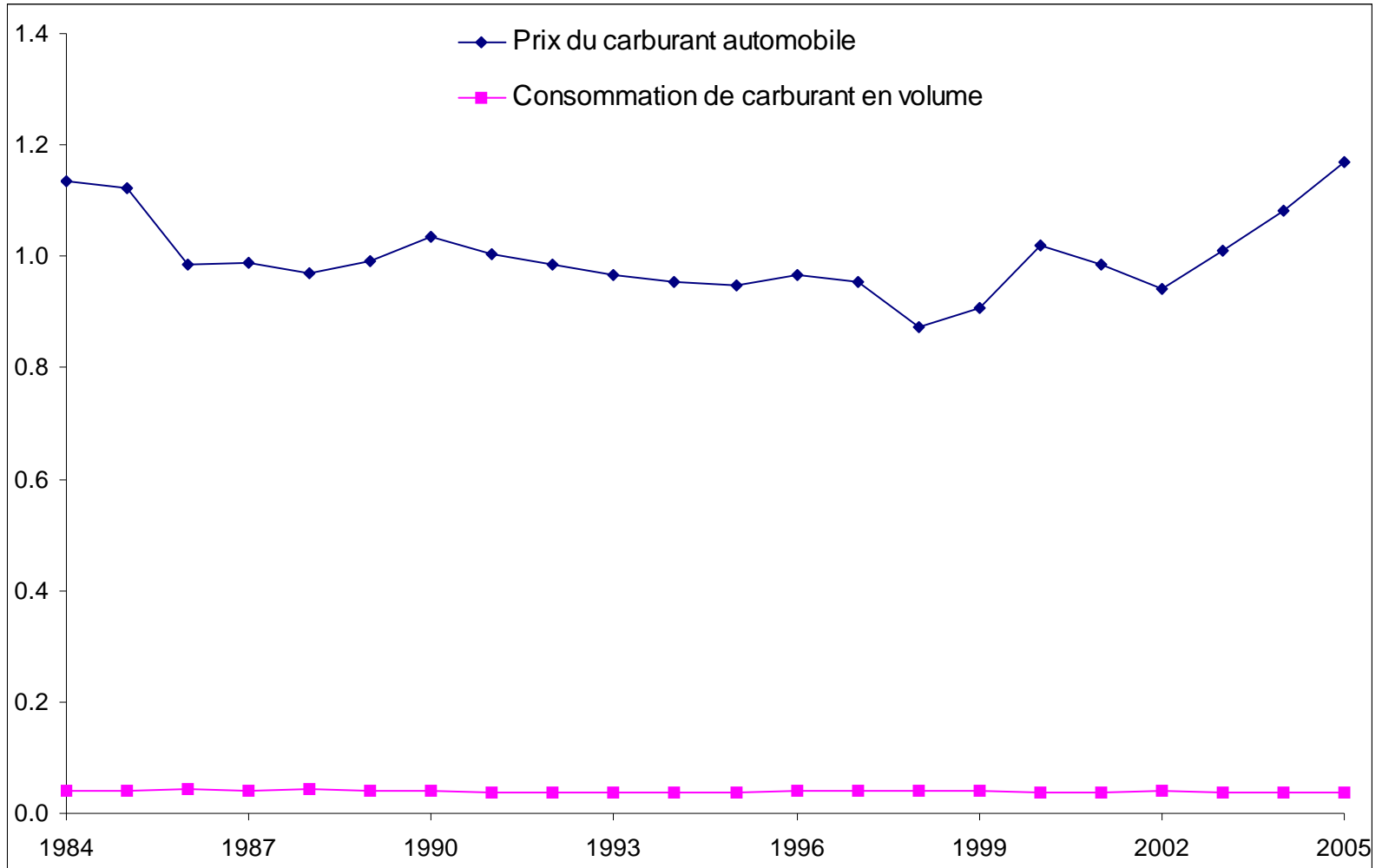
# Introduction (suite)

- Difficile de contester directement ces ambitions et ce programme
- Me placer davantage sur le terrain du réalisme
- Partir des enseignements de l'expérience passée
- Définir ce que l'on peut raisonnablement envisager pour l'avenir, compte tenu en particulier:
  - De ce que l'on veut éclairer par des modèles, en particulier selon l'horizon retenu
  - Des moyens disponibles, notamment dans le domaine de l'information économique et statistique

# Enseignements de l'expérience passée

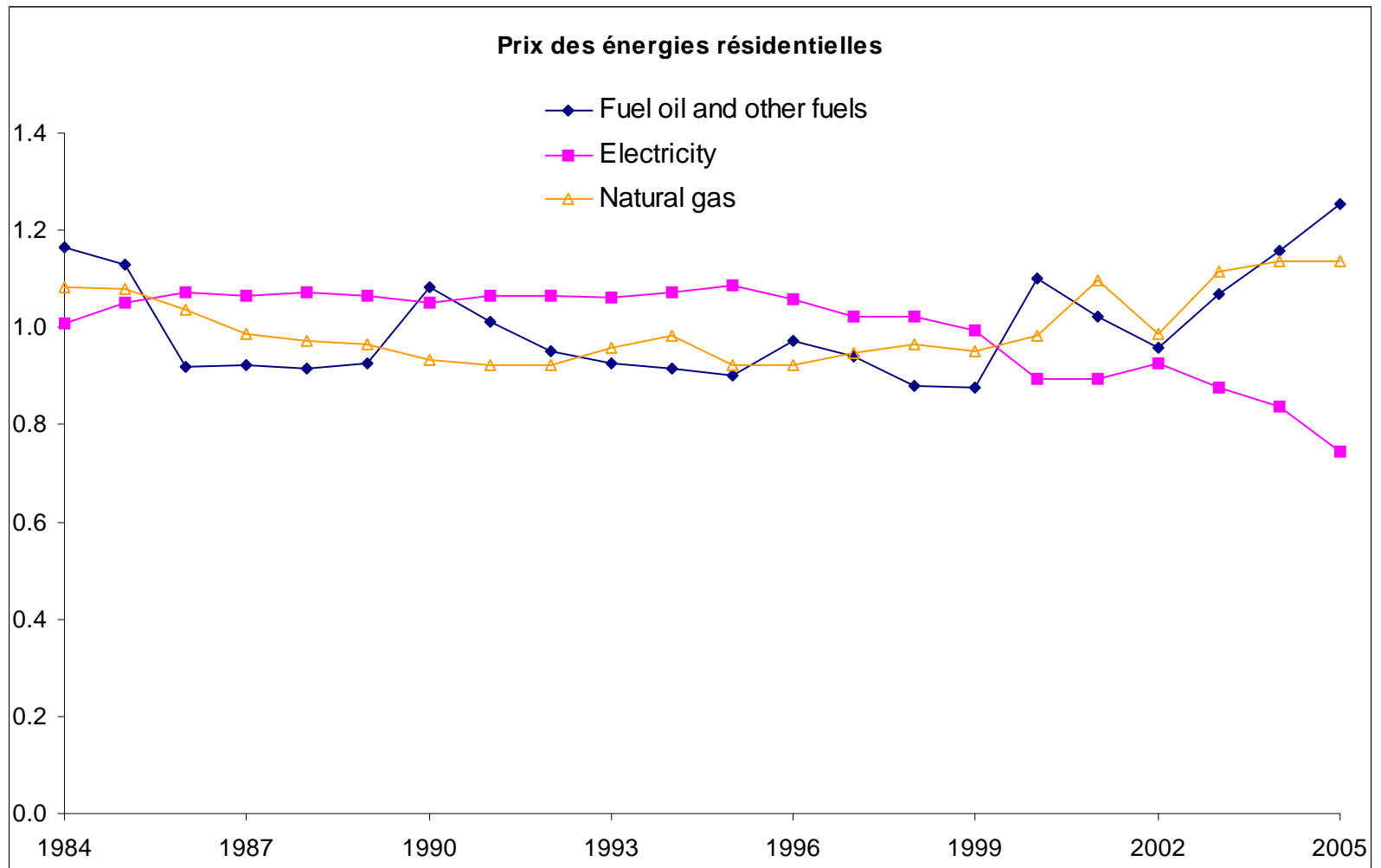
- Dans les applications au problème du changement climatique, deux types d'exercice
  - Exercice standard, pont aux ânes des modèles, qui est la simulation du protocole de Kyoto (horizon 2010, avec d'éventuels prolongements à 2020)
  - Exploration d'horizons plus lointains allant de 2050 à 2100 (EMF21)
- Dans le premier type, variation des prix de l'énergie qui se situe dans l'intervalle des fluctuations passées
- Dans le second type, on est très au-delà de sorte que l'on peut avoir des doutes sur le comportement des agents

# Illustration



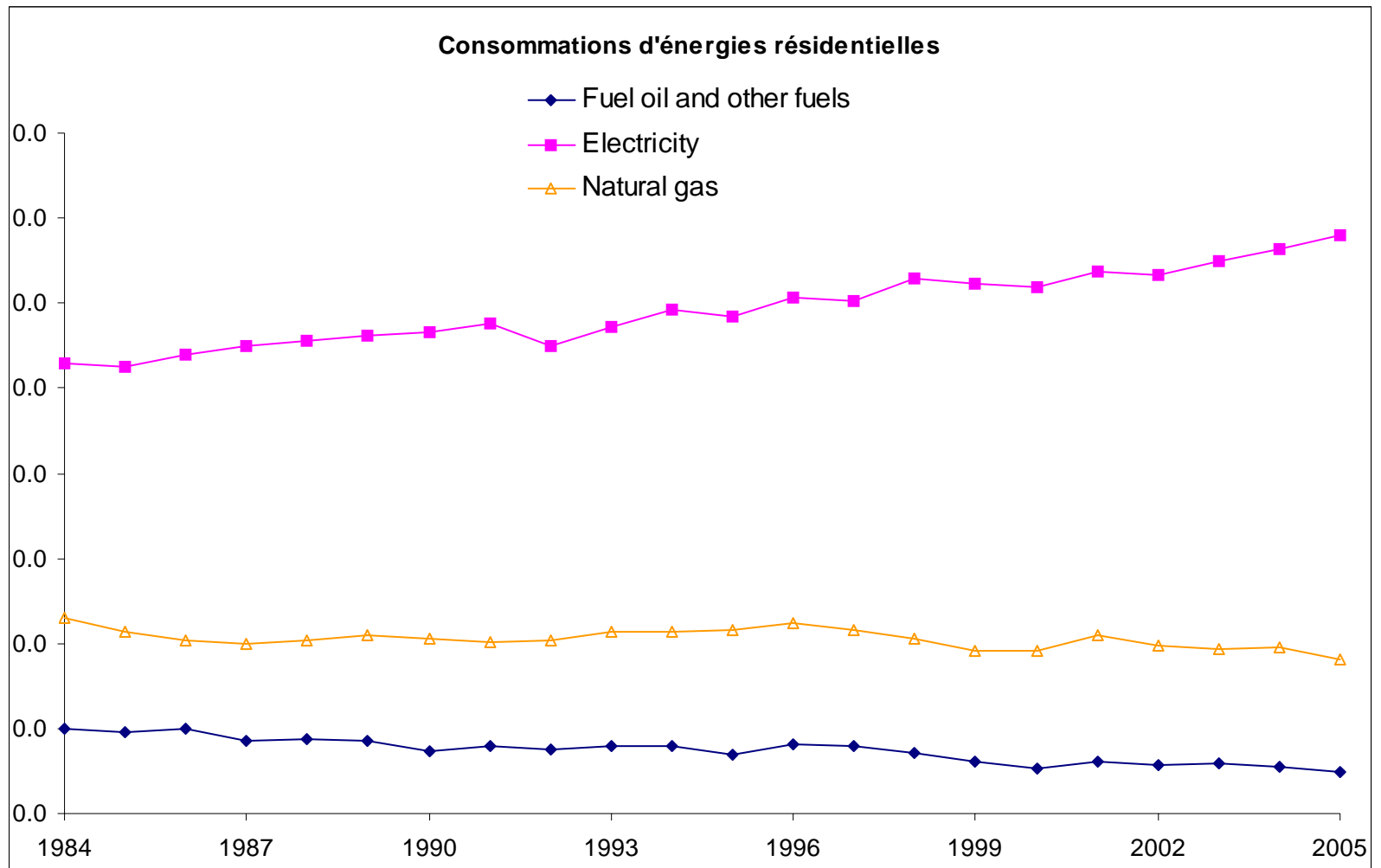
Source: Consumer Expenditure Survey (BLS)

# Illustration (suite)



Source: Consumer Expenditure Survey (BLS)

# Illustration (suite)



Source: Consumer Expenditure Survey (BLS)



# Estimations économétriques (consommation de carburant)

	Sans progrès technique	Avec progrès technique	MW Middle West	NE North East	S South	W West
<b>Rank 3</b>						
<i>All households</i>						
PT		0.79% (11.9)	1.25% (13.5)	0.91% (7.1)	1.24% (13.4)	0.90% (6.9)
Income elasticity Centre sample	0.0384 (86.7)	0.0385 (109.2)	0.0424 (96.9)	0.0389 (78.8)	0.0411 (85.9)	0.0378 (71.2)
Price elasticity (centre sample)	-0.178 (6.7)	-0.213 (10.0)	-0.220 (6.2)	-0.189 (3.7)	-0.157 (4.3)	-0.353 (6.8)
<i>All households except class 1</i>						
PT		0.73% (11.2)	1.17% (13.3)	0.77% (6.3)	1.21% (12.5)	0.73% (6.1)
Income elasticity (centre sample)	0.0365 (81.5)	0.0365 (102.6)	0.0411 (100.5)	0.0381 (78.1)	0.0392 (77.7)	0.0358 (70.5)
Price elasticity (centre sample)	-0.180 (6.8)	-0.209 (9.9)	-0.243 (7.4)	-0.185 (3.7)	-0.166 (4.4)	-0.308 (6.0)
<b>Rank 4</b>						
<i>All households</i>						
PT		0.67% (11.6)	1.12% (12.2)	0.83% (6.6)	1.10% (13.5)	0.73% (7.5)
Income elasticity (centre sample)	0.0381 (67.3)	0.0378 (81.8)	0.0438 (65.3)	0.0407 (57.1)	0.0417 (58.8)	0.0374 (48.2)
Price elasticity (centre sample)	-0.088 (2.5)	-0.140 (5.1)	-0.234 (4.8)	-0.183 (2.7)	-0.077 (1.6)	-0.173 (2.4)
<i>All households except class 1</i>						
PT		0.62% (10.8)	1.06% (11.8)	0.69% (5.9)	1.08% (12.4)	0.59% (6.6)
Income elasticity (centre sample)	0.0359 (57.8)	0.0356 (70.3)	0.0422 (58.8)	0.0396 (48.9)	0.0396 (48.0)	0.0351 (40.9)
Price elasticity (centre sample)	-0.097 (2.8)	-0.139 (5.1)	-0.251 (5.4)	-0.167 (2.5)	-0.084 (1.6)	-0.135 (1.9)

# Estimations économétriques (consommation de carburant)

	Generation (age of repr. person)						Size of household				
	Under25	25 to 34	35 to 44	45 to 54	55 to 64	65 or up	S1	S2	S3	S4	S5
<b>Rank 3</b>											
<i>All households</i>											
PT	0.61% (4.1)	0.75% (7.6)	0.84% (6.7)	1.29% (9.2)	1.71% (9.6)	1.74% (10.2)	1.44% (7.9)	0.94% (10.3)	0.95% (7.9)	0.55% (5.7)	1.17% (7.8)
Income elasticity Centre sample	0.0416 (46.7)	0.0373 (62.1)	0.0396 (51.5)	0.0407 (50.6)	0.0400 (51.5)	0.0328 (67.0)	0.0270 (50.4)	0.0354 (61.5)	0.0405 (53.4)	0.0386 (48.5)	0.0450 (48.6)
Price elasticity Centre sample	-0.080 (1.0)	-0.175 (3.9)	-0.205 (3.8)	-0.175 (3.1)	-0.278 (5.0)	-0.248 (4.4)	-0.331 (5.8)	-0.186 (4.7)	-0.198 (3.9)	-0.108 (2.2)	-0.264 (4.7)
<i>All households except class 1</i>											
PT	0.56% (3.5)	0.77% (7.8)	0.58% (5.8)	1.16% (10.8)	1.70% (9.6)	1.67% (9.6)	1.38% (7.7)	0.93% (9.6)	0.77% (7.8)	0.46% (4.8)	1.06% (7.9)
Income elasticity Centre sample	0.0406 (35.7)	0.0344 (62.6)	0.0377 (62.7)	0.0383 (64.5)	0.0376 (52.2)	0.0314 (61.5)	0.0258 (45.8)	0.0335 (61.4)	0.0383 (63.0)	0.0355 (48.1)	0.0416 (53.4)
Price elasticity Centre sample	-0.064 (0.8)	-0.197 (4.6)	-0.200 (4.5)	-0.172 (3.9)	-0.303 (5.7)	-0.257 (4.5)	-0.329 (5.8)	-0.217 (5.5)	-0.175 (4.0)	-0.127 (2.7)	-0.280 (5.6)
<b>Rank 4</b>											
<i>All households</i>											
PT	0.60% (4.1)	0.65% (8.2)	0.76% (5.8)	1.19% (8.6)	1.52% (9.5)	1.50% (10.8)	1.18% (8.5)	0.84% (10.4)	0.86% (7.5)	0.54% (5.4)	1.05% (7.9)
Income elasticity Centre sample	0.0398 (33.7)	0.0367 (46.0)	0.0395 (40.2)	0.0411 (40.8)	0.0404 (39.5)	0.0327 (46.3)	0.0259 (35.3)	0.0365 (48.4)	0.0405 (41.5)	0.0375 (38.0)	0.0443 (35.1)
Price elasticity Centre sample	-0.112 (1.1)	-0.012 (0.2)	-0.211 (2.8)	-0.150 (1.9)	-0.208 (2.9)	-0.152 (2.3)	-0.217 (3.2)	-0.095 (1.8)	-0.159 (2.3)	-0.164 (2.4)	-0.192 (2.5)
<i>All households except class 1</i>											
PT	0.53% (3.5)	0.66% (8.9)	0.51% (5.0)	1.06% (10.3)	1.50% (9.4)	1.40% (10.4)	1.06% (8.5)	0.83% (9.6)	0.69% (7.7)	0.46% (4.7)	0.97% (8.5)
Income elasticity Centre sample	0.0378 (27.7)	0.0335 (40.6)	0.0365 (42.0)	0.0382 (44.9)	0.0375 (34.8)	0.0311 (38.6)	0.0231 (30.0)	0.0346 (41.1)	0.0373 (42.0)	0.0341 (32.2)	0.0399 (32.3)
Price elasticity Centre sample	-0.111 (1.0)	-0.012 (0.2)	-0.210 (3.5)	-0.134 (2.2)	-0.234 (3.4)	-0.129 (1.9)	-0.197 (3.1)	-0.136 (2.5)	-0.119 (2.0)	-0.177 (2.7)	-0.186 (2.7)

# Estimations économétriques (transport privé)

All Households	Rank 3					Rank 4				
	0.6	0.8	1	1.2	1.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4
Relative Income										
<i>Engel coeff.</i>										
Vehicle purchase and insurance	0.1918 (40.3)	0.1733 (49.2)	0.1548 (67.8)	0.1364 (39.6)	0.1179 (25.2)	0.1847 (16.5)	0.1715 (26.6)	0.1567 (49.4)	0.1402 (22.7)	0.1221 (11.3)
Gasoline and motor oil	0.0521 (73.6)	0.0449 (86.0)	0.0377 (112.1)	0.0306 (59.8)	0.0234 (33.6)	0.0522 (31.3)	0.0447 (46.9)	0.0373 (79.8)	0.0300 (32.9)	0.0228 (14.1)
Other vehicle charges (maint. ,rent. , licen.)	0.0428 (43.2)	0.0424 (58.1)	0.0421 (89.5)	0.0417 (58.4)	0.0413 (42.4)	0.0405 (17.7)	0.0419 (32.0)	0.0428 (66.6)	0.0431 (34.4)	0.0430 (19.4)
Current good of the economy	0.7134 (147.8)	0.7394 (207.1)	0.7654 (331.0)	0.7914 (226.6)	0.8174 (172.1)	0.7226 (63.6)	0.7418 (113.6)	0.7632 (237.5)	0.7867 (125.7)	0.8122 (74.0)
<i>price elasticity</i>										
Vehicle purchase and insurance	-1.219 (1.8)	-1.117 (2.9)	-1.099 (4.3)	-1.113 (4.6)	-1.144 (4.9)	-1.223 (1.6)	-1.160 (2.8)	-1.150 (4.2)	-1.162 (4.6)	-1.190 (4.5)
Gasoline and motor oil	-0.033 (0.4)	-0.128 (2.7)	-0.188 (6.5)	-0.235 (7.2)	-0.278 (7.6)	0.019 (0.2)	-0.061 (1.0)	-0.102 (3.1)	-0.127 (3.1)	-0.143 (2.7)
Other vehicle charges (maint. ,rent. , licen.)	-2.959 (1.7)	-4.206 (4.5)	-4.847 (9.4)	-5.244 (9.5)	-5.519 (9.4)	-4.531 (1.9)	-3.602 (3.2)	-3.584 (6.1)	-3.942 (6.1)	-4.494 (5.8)
Current good of the economy	-0.198 (1.7)	-0.262 (3.3)	-0.301 (5.3)	-0.325 (6.0)	-0.340 (6.5)	-0.189 (1.6)	-0.225 (2.9)	-0.251 (4.5)	-0.271 (5.2)	-0.288 (5.4)
<i>Technical progress</i>										
Vehicle purchase and insurance	0.18%	(0.1)				0.85%	(0.3)			
Gasoline and motor oil	1.37%	(1.8)				1.09%	(4.3)			
Other vehicle charges (maint. ,rent. , licen.)	0.07%	(0.2)				0.32%	(0.3)			
Current good of the economy	-0.11%	(0.3)				-0.22%	(0.4)			

# Estimations économétriques (énergies résidentielles)

All Households	Rank 3					Rank 4				
	0.6	0.8	1	1.2	1.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4
Relative Income										
<i>Engel coeff.</i>										
Fuel oil and other fuels	0.0019 (9.8)	0.0018 (12.6)	0.0017 (18.4)	0.0016 (11.3)	0.0015 (7.7)	0.0029 (5.8)	0.0020 (7.2)	0.0014 (10.4)	0.0011 (4.0)	0.0010 (2.1)
Electricity	0.0217 (29.6)	0.0198 (36.7)	0.0179 (51.7)	0.0160 (30.3)	0.0141 (19.6)	0.0275 (17.7)	0.0206 (23.2)	0.0155 (35.6)	0.0121 (14.2)	0.0106 (7.0)
Natural gas	0.0067 (903.3)	0.0066 (1229.8)	0.0064 (1921.0)	0.0063 (1264.1)	0.0061 (926.9)	0.0081 (405.2)	0.0067 (716.3)	0.0058 (1485.0)	0.0054 (752.8)	0.0054 (427.0)
Current good of the economy	0.9696 (20.5)	0.9718 (27.2)	0.9739 (41.3)	0.9761 (26.6)	0.9783 (19.0)	0.9616 (10.3)	0.9707 (15.0)	0.9773 (26.9)	0.9815 (12.5)	0.9831 (7.1)
<i>price elasticity</i>										
Fuel oil and other fuels	-0.351 (1.4)	-0.366 (2.1)	-0.381 (3.5)	-0.395 (2.8)	-0.410 (2.5)	-0.268 (0.7)	-0.306 (1.3)	-0.344 (2.5)	-0.382 (2.0)	-0.417 (1.6)
Electricity	-0.780 (3.8)	-0.714 (4.4)	-0.673 (5.2)	-0.647 (5.1)	-0.633 (5.0)	-0.783 (3.3)	-0.768 (4.8)	-0.733 (6.1)	-0.673 (5.2)	-0.584 (3.9)
Natural gas	-0.287 (2.1)	-0.272 (2.9)	-0.263 (4.0)	-0.256 (3.5)	-0.251 (3.2)	-0.269 (1.5)	-0.238 (2.2)	-0.223 (3.2)	-0.217 (2.5)	-0.216 (2.0)
Current good of the economy	-0.014 (1.6)	-0.012 (2.2)	-0.011 (3.2)	-0.010 (2.9)	-0.010 (2.6)	-0.017 (1.3)	-0.020 (2.8)	-0.018 (4.4)	-0.014 (3.0)	-0.008 (1.6)
<i>Technical progress</i>										
Fuel oil and other fuels	1.28%	(2.2)				2.18%	(14.3)			
Electricity	1.26%	(0.8)				0.61%	(0.5)			
Natural gas	-1.19%	(3.7)				-0.74%	(121.5)			
Current good of the economy	-0.03%	(0.7)				-0.02%	(0.5)			

# Quelques enseignements majeurs

## a) Meilleure compréhension des coûts

### Décomposition du coût de mise en œuvre du Protocole de Kyoto sans mécanisme de flexibilité en 2010

#### a. Etats-Unis

	EPPA	GEMINI-E3	POLES
Baisse d'émission (MtC)	540	517	476
Baisse d'émission (par rapport à la base 2010)	- 29,8%	- 28,9%	- 27,7%
Taxe sur le carbone (\$95)	229	161	145
Coût direct (Mds\$95)	- 45	- 30,7	- 29,6
Réduction du PIB (par rapport à la base 2010)	- 1,0%	- 0,4%	—
Effet sur les termes de l'échange(*)	+ 2,39%	0,7%	—
Pertes de surplus (variation équivalente, en pourcentage)	- 0,49%	—	—
Coût interne y compris distorsions fiscales (Mds\$95)	—	- 45,6	—
Gains des termes de l'échange (Mds\$95)	—	8,2	—
Surplus (Mds\$95)	- 49	- 37,4	

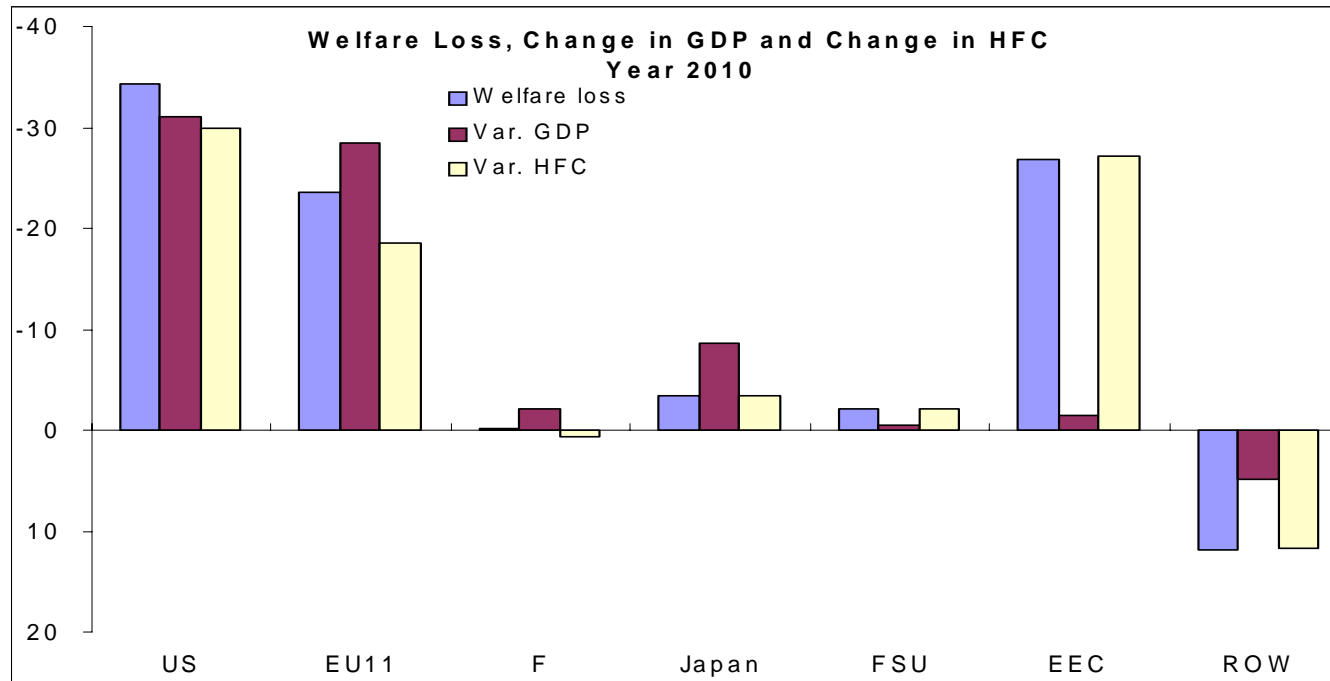
#### b. France

	EPPA	GEMINI-E3	POLES
Baisse d'émission (MtC)	20,3	19,2	17,0
Baisse d'émission (par rapport à la base 2010)	- 17,5%	- 15,8%	- 14,0%
Taxe sur le carbone (\$95)	136	237	185
Coût direct (Mds\$95)	- 1,23	- 1,9	- 1,35
Réduction du PIB (par rapport à la base 2010)	- 1,1%	- 0,2%	—
Effet sur les termes de l'échange(*)	+1,1%	+0,7%	—
Pertes de surplus (variation équivalente, en pourcentage)	- 0,67%	—	—
Coût interne y compris distorsions fiscales (Mds\$95)	—	- 3,3	—
Gains des termes de l'échange (Mds\$95)	—	2,6	—
Surplus (Mds\$95)	- 1,2	- 0,7	

# Quelques enseignements majeurs

## b) Relations entre agrégats macroéconomiques

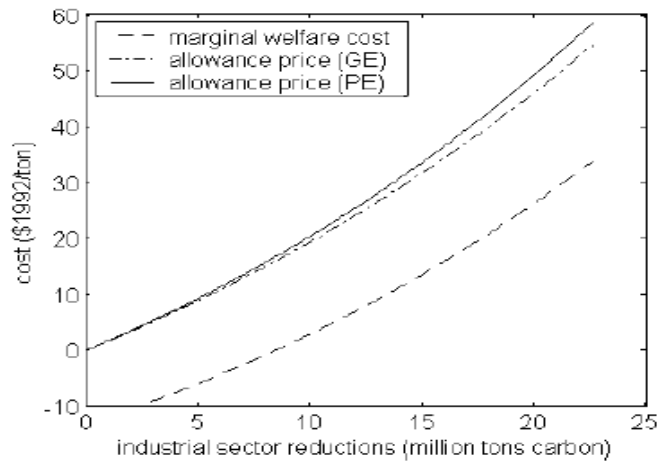
### La mesure du coût de mise en œuvre du protocole de Kyoto



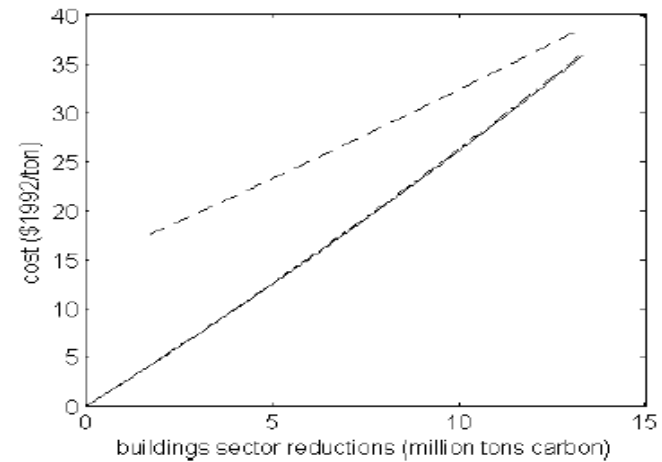
# Quelques enseignements majeurs

## c) Effets des distorsions fiscales (Source Pizer et alii, 2005)

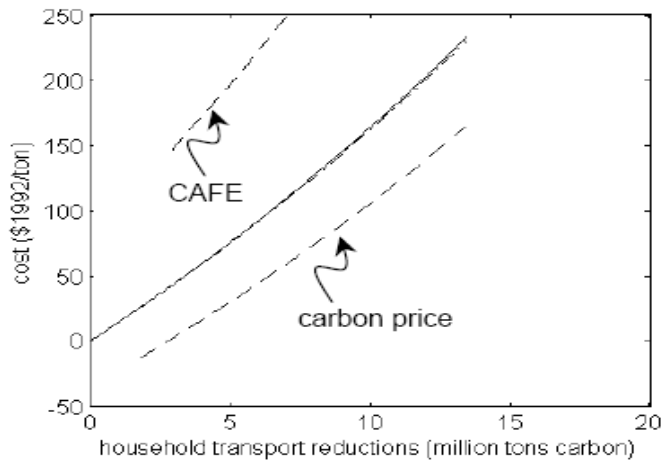
Figure 6: General and Partial Equilibrium Abatement Schedules and Welfare Cost



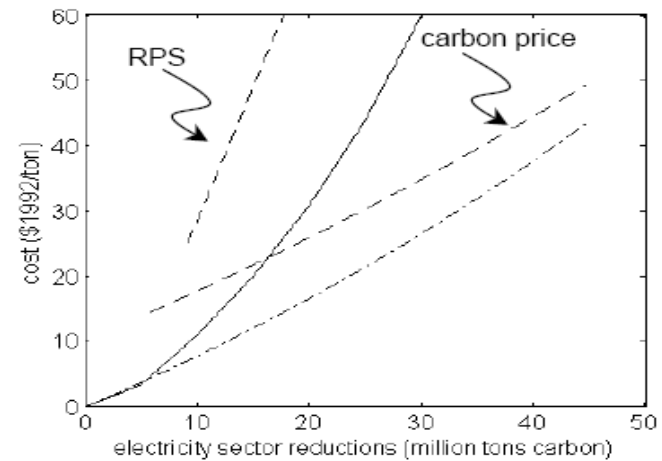
Industrial sector



Commercial buildings



Household transportation



Electricity

# Quelques enseignements majeurs

## d) Impacts des déséquilibres macroéconomiques (chômage classique)

### 1. Scénario Kyoto avec taxes nationales et redistribution par baisse de la TVA

	Scen4 kyoto_zone_euro_B_pcons_tva			Scen5 Kyoto_zone_euro_B_ppib_tva			Scen6 kyoto_zone_euro_B_pb_tva			
	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010
	EU15	FRA	Allemagne	EU15	FRA	Allemagne	EU15	FRA	Allemagne	
Volume										
GDP	0.0%	-0.1%	0.1%	-0.1%	-0.2%	0.1%	-0.2%	-0.3%	0.1%	
IMP	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.2%	0.4%	0.0%	-0.3%	0.9%	-0.1%	
CONS	0.1%	-0.1%	0.2%	0.0%	-0.1%	0.2%	-0.1%	-0.2%	0.2%	
GCVTOT	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	
INV	-0.1%	-0.1%	-0.5%	-0.2%	0.5%	-1.4%	-0.4%	0.9%	-2.3%	
EXP	-0.3%	-0.3%	0.2%	-0.3%	-0.4%	0.7%	-0.4%	-0.5%	1.2%	
Prix relatif										
CONS	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.2%	-0.1%	-0.1%	-0.2%	-0.1%	
Terms of Trade	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%	
W	-0.1%	-0.1%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.3%	
Interest rates										
Euro zone	0.01%			-0.02%			-0.06%			
GBR	-0.04%			-0.04%			-0.04%			
OEU	0.01%			-0.02%			-0.06%			
EMPLOI TOTAL	0.1%	-0.1%	0.2%	-0.1%	-0.2%	0.1%	-0.2%	-0.5%	0.0%	
CAPITAL TOTAL	0.0%	-0.1%	0.1%	0.0%	-0.2%	0.1%	-0.1%	-0.2%	0.2%	
Soldes commerciaux										
DEU	0.10%			0.24%			0.39%			
FRA	-0.04%			-0.15%			-0.28%			
GBR	0.00%			0.00%			0.00%			
ITA	-0.09%			-0.13%			-0.11%			
ESP	0.21%			0.34%			0.58%			
NLD	-0.61%			-1.79%			-3.07%			
BEL	-0.20%			-0.38%			-0.35%			
OEU	0.12%			0.39%			0.55%			



# Quelques enseignements majeurs

## d) Impacts des déséquilibres macroéconomiques (chômage classique)

### 2. Scénario Kyoto avec taxes nationales et redistribution par baisse Cot. Soc.

	Scen7 kyoto_zone_euro_B_pcons_twx			Scen8 kyoto_zone_euro_B_ppib_twx			Scen9 kyoto_zone_euro_B_pb_twx			
	2010 EU15	2010 FRA	2010 Allemagne	2010 EU15	2010 FRA	2010 Allemagne	2010 EU15	2010 FRA	2010 Allemagne	2010
<b>Volume</b>										
GDP	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
IMP	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.2%	-0.1%	-0.1%	-0.2%	-0.1%	-0.1%
CONS	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
GCVTOT	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
INV	0.3%	0.3%	-0.1%	0.3%	0.1%	-0.1%	0.3%	0.1%	-0.1%	-0.1%
EXP	-0.2%	-0.2%	0.0%	-0.2%	-0.1%	0.1%	-0.2%	-0.1%	-0.1%	0.1%
<b>Prix relatif</b>										
CONS	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Terms of Trac	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
W	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.2%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Interest rates</b>										
Euro zone	0.03%			0.03%			0.04%			
GBR	-0.04%			-0.04%			-0.04%			
OEU	0.03%			0.03%			0.04%			
EMPLOI TOT	0.2%	0.3%	0.2%	0.2%	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
CAPITAL TOT	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Soldes commerciaux</b>										
DEU	0.05%			0.05%			0.06%			
FRA	0.01%			0.04%			0.04%			
GBR	0.00%			0.00%			0.00%			
ITA	-0.05%			-0.04%			-0.04%			
ESP	-0.09%			-0.11%			-0.08%			
NLD	-0.10%			-0.06%			0.01%			
BEL	-0.07%			-0.11%			-0.04%			
OEU	0.04%			-0.01%			-0.09%			

# Quelques enseignements majeurs

## d) Impacts des déséquilibres macroéconomiques (chômage classique)

### 3. Effort accru en France avec taxes nationales et redistribution par baisse TVA

	scen10bis kyoto_zone_euro_B_pcons_tva			scen11bis kyoto_zone_euro_B_ppib_tva			scen12bis kyoto_zone_euro_B_pb_tva			
	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	
	EU15	FRA	Allemagne	EU15	FRA	Allemagne	EU15	FRA	Allemagne	
Volume										
GDP	0.0%	-0.5%	0.1%	-0.1%	-0.7%	0.1%	-0.1%	-1.3%	0.1%	
IMP	-0.1%	-1.5%	0.1%	-0.1%	-2.1%	0.2%	-0.1%	-3.2%	0.2%	
CONS	0.0%	-0.4%	0.1%	0.0%	-0.7%	0.1%	-0.1%	-1.4%	0.2%	
GCVTOT	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
INV	-0.1%	-4.3%	1.1%	-0.2%	-6.3%	1.6%	-0.3%	-10.7%	2.7%	
EXP	-0.1%	0.5%	-0.5%	-0.1%	1.1%	-0.9%	-0.2%	2.5%	-1.5%	
Prix relatif										
CONS	-0.1%	-0.2%	0.0%	-0.1%	-0.2%	-0.1%	0.0%	-0.1%	-0.1%	
Terms of Trade	0.1%	0.2%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	
W	0.0%	-0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.5%	0.0%	
Interest rates										
Euro zone	0.0%			0.0%			0.0%			
GBR	0.0%			0.0%			0.0%			
OEU	0.0%			0.0%			0.0%			
EMPLOI TOTAL	0.0%	-0.4%	0.1%	0.0%	-0.6%	0.1%	-0.1%	-1.2%	0.1%	
CAPITAL TOTAL	0.0%	-0.3%	0.0%	0.0%	-0.4%	0.0%	0.0%	-0.7%	0.1%	
Soldes commerciaux										
DEU	-0.2%			-0.3%			-0.5%			
FRA	0.5%			0.8%			1.4%			
GBR	0.0%			0.0%			0.0%			
ITA	0.0%			0.0%			-0.1%			
ESP	-0.1%			-0.2%			-0.3%			
NLD	-0.3%			-0.3%			-0.6%			
BEL	-0.3%			-0.3%			-0.4%			
OEU	-0.2%			-0.3%			-0.5%			

# Quelques enseignements majeurs

## d) Impacts des déséquilibres macroéconomiques (chômage classique)

### 4. Effort accru en France avec taxes nationales et redistribution par baisse Cot. Soc.

	scen13bis kyoto_zone_euro_B_pcons_twx			scen14bis kyoto_zone_euro_B_ppib_twx			scen15bis kyoto_zone_euro_B_pb_twx			2010
	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010		
	EU15	FRA	Allemagne	EU15	FRA	Allemagne	EU15	FRA	Allemagne	
Volume										
GDP	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%
IMP	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%
CONS	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%
GCVTOT	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
INV	0.1%	0.5%	0.0%	0.1%	1.3%	-0.2%	0.1%	1.2%	-0.2%	-0.2%
EXP	-0.1%	-0.2%	0.0%	-0.1%	-0.3%	0.1%	-0.1%	-0.2%	-0.2%	0.1%
Prix relatif										
CONS	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Terms of trade	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
W	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Interest rates										
Euro zone	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
GBR	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
OEU	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
EMPLOI TOTAL	0.1%	0.5%	0.0%	0.1%	0.6%	0.0%	0.1%	0.6%	0.0%	0.0%
CAPITAL TOTAL	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Soldes commerciaux										
DEU	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
FRA	0.0%			-0.1%			-0.1%			-0.1%
GBR	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
ITA	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
ESP	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
NLD	-0.1%			0.0%			0.0%			0.0%
BEL	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%
OEU	0.0%			0.0%			0.0%			0.0%

# Exploration d'horizons plus lointains (WG EMF 21)

- Objet de l'exercice: prise en compte des autres gaz à effet de serre dans les politiques de mitigation
- Scénario de mitigation calé sur forçage radiatif de 4,5 W/m<sup>2</sup> en 2100 (comparé à état pré-industriel)
- Comparaison de politiques CO<sub>2</sub> seul et multigaz
- Participation de 18 équipes de modélisation (sectorielle, équilibre général)
- Simulations à l'horizon 2050 ou 2100 selon les équipes
- Evaluation de la dispersion des résultats

Table 1

Key characteristics of EMF 21 models

Model	Model type (a)	Representation of NCGG emission reduction options (b)	NCGG contribution method (c)	Solution concept (d)	Time horizon (e)	Group in this paper (f)
AMIGA	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2100	1
GTEM	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2030	1
GEMINI-E3	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2050	1
EU-PACE	MSGE	RFPF	GWPs	RD		1
EDGE	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2030	1
EPPA	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2100	1
IPAC	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2100	1
SGM	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2050	1
WIAGEM	MSGE	RFPF	GWPs	RD	2100	1
Combat	AGE	RFM	RF	INTOP	2100	2
FUND	AGE	RFM	RF	INTOP	2100	2
MERGE	AGE	RFM	RF	INTOP	2100	2
GRAPE	AGE	SM	RF	INTOP	2100	2
IMAGE	ISM <sup>a</sup>	SM	GWPs	RD	2100	3
MESSAGE	ISM	SM-2	GWPs	RD	2100	3
AIM	ISM	SM-2	GWPs	RD	2100	3
MiniCAM	ISM	SM-2	GWPs	RD	2100	3
POLES/AgriPol	ISM	SM	GWPs	RD	2030	3

# Principaux résultats

a) Scénario de référence (BaU)

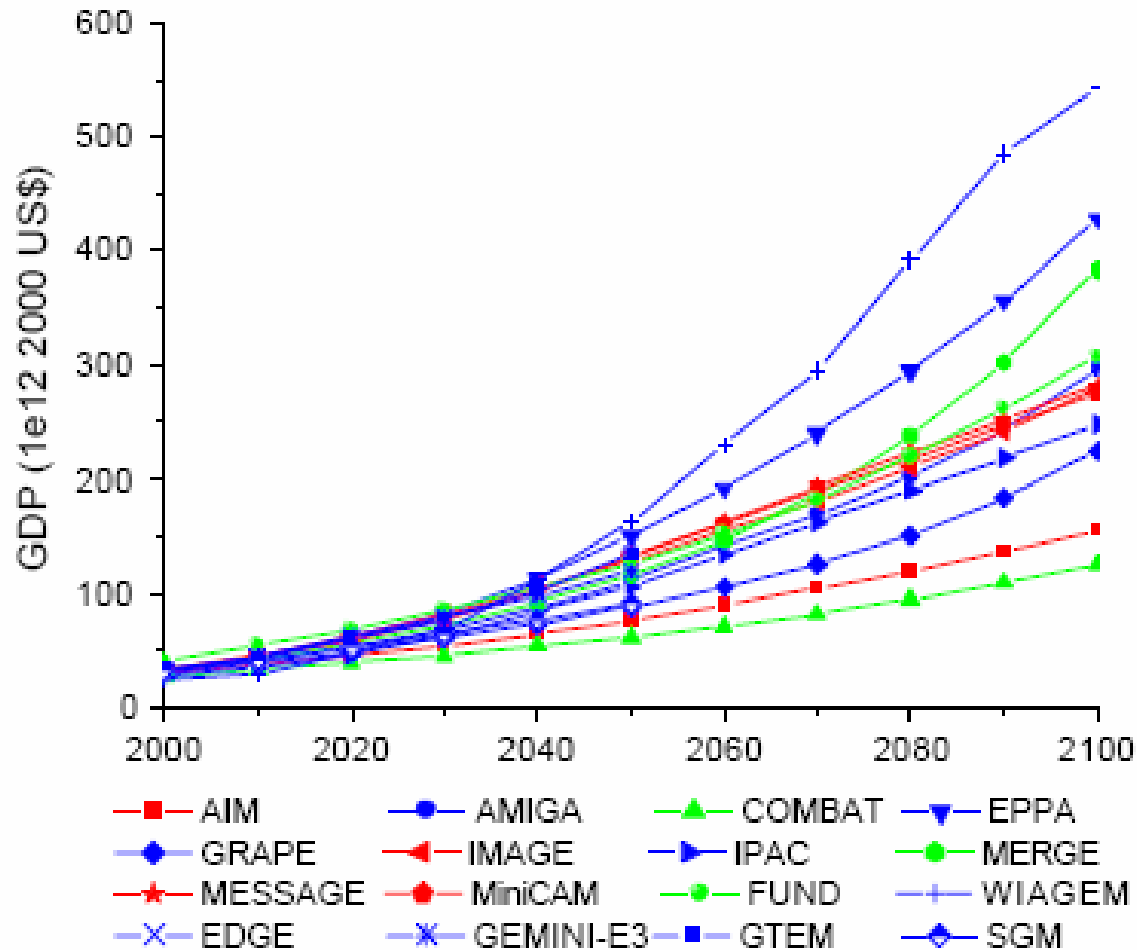
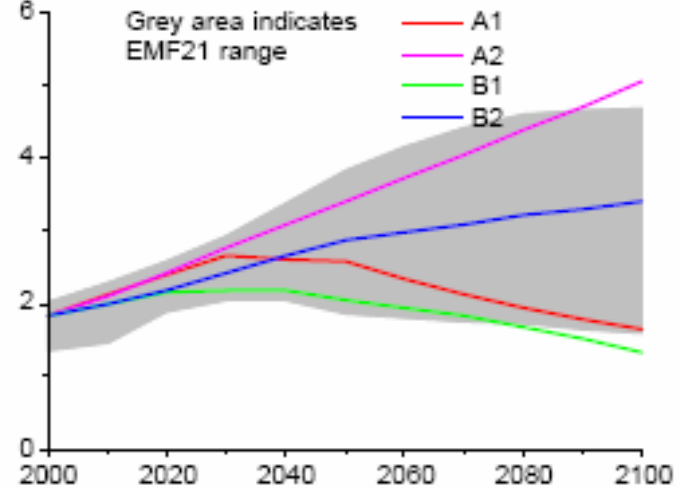
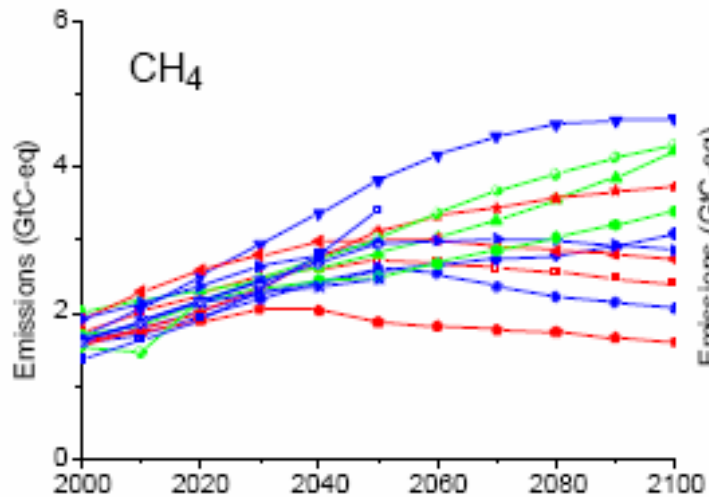
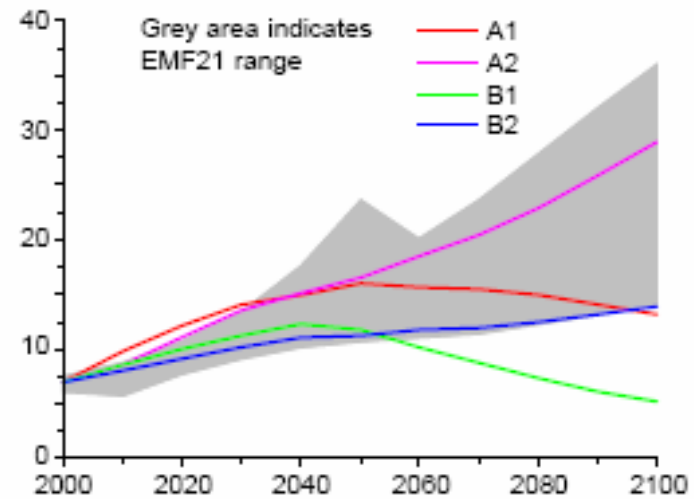
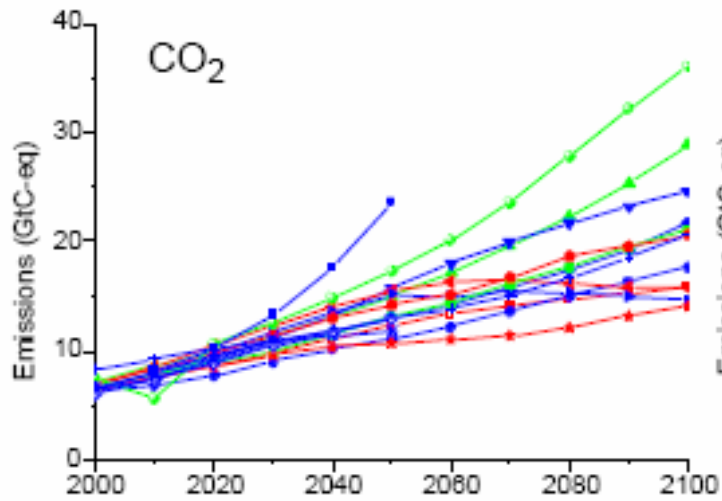


Fig. 1. GDP trajectories in the EMF-21 scenarios.

# Principaux résultats

## b) Emissions



# Principaux résultats

## b) Emissions (suite)

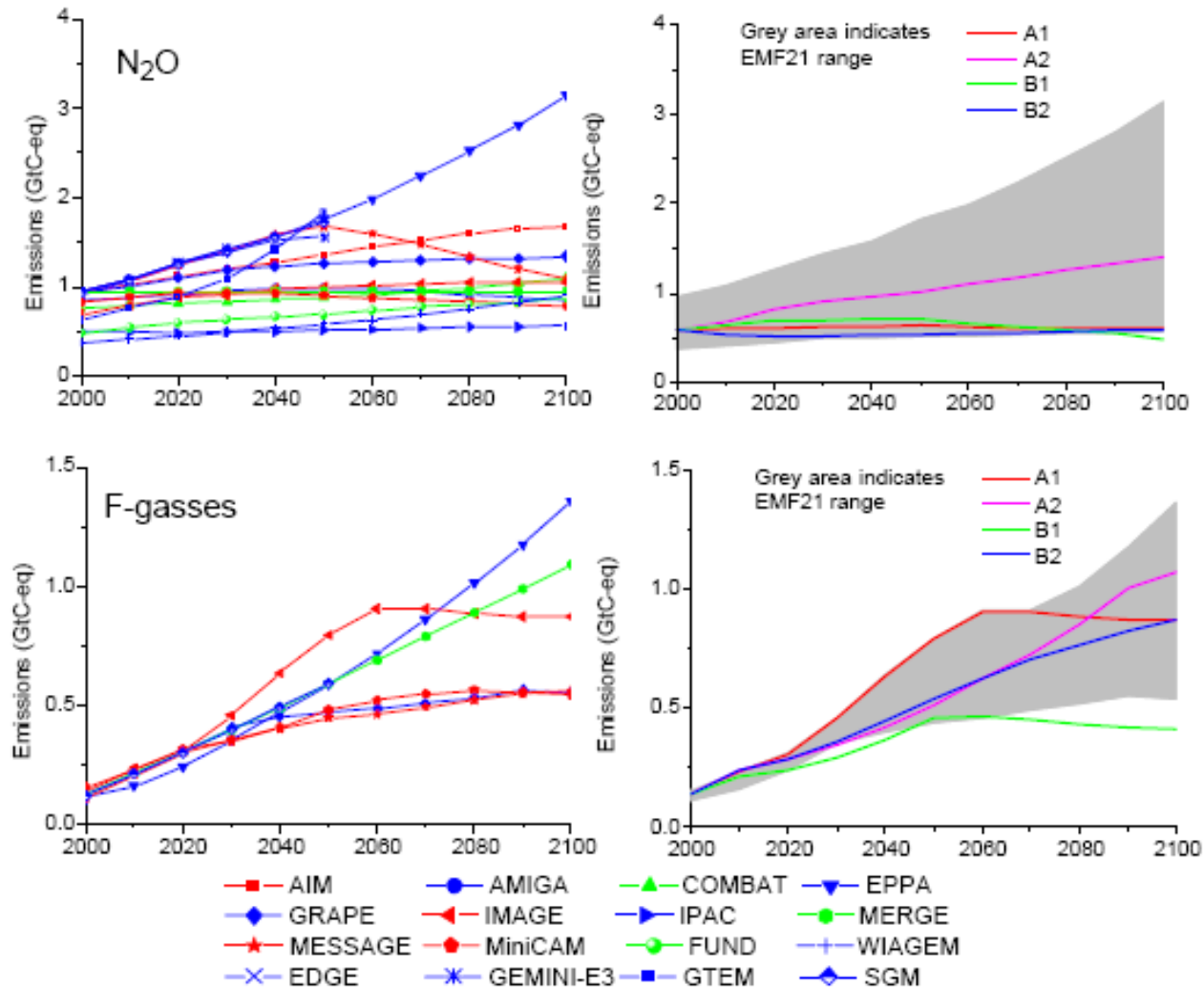


Fig. 2. Baseline emission development in the EMF-21 scenarios (left) and comparison to the SRES scenarios (right).



# Principaux résultats

## c) Taxes et coûts comparatifs des 2 stratégies

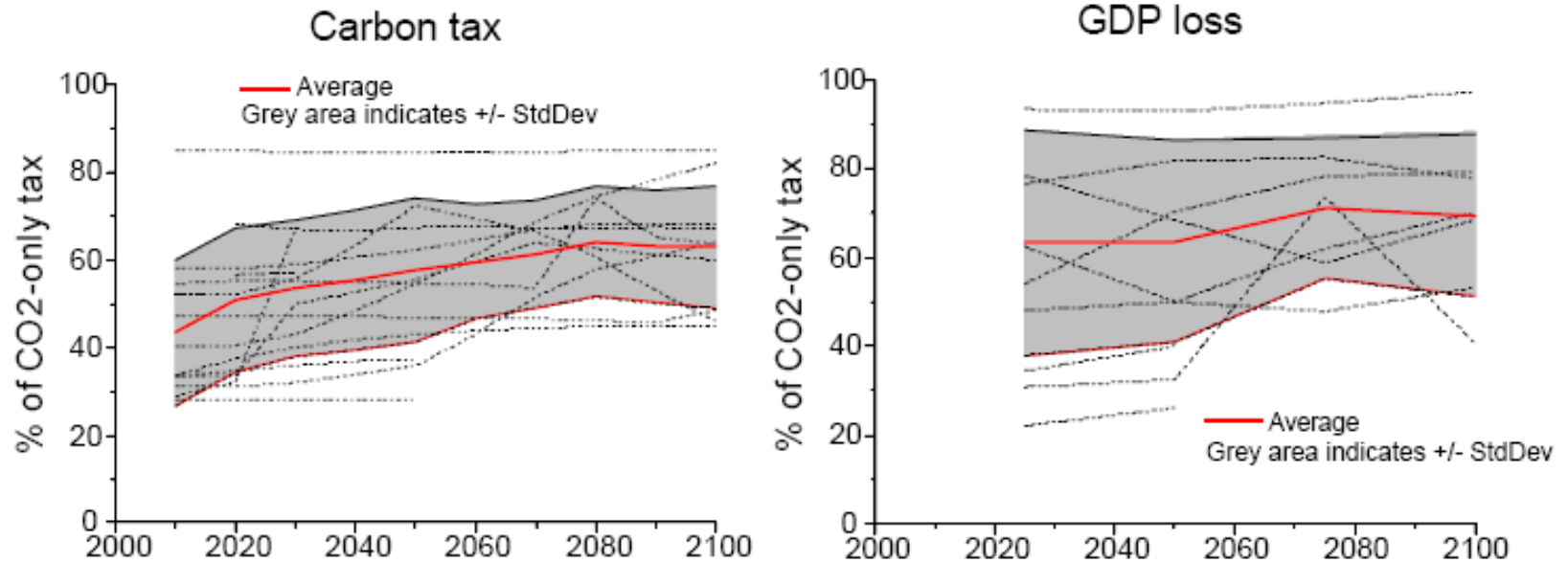


Fig. 6. Costs of stabilising radiative forcing at  $4.5 \text{ W/m}^2$ , ratio of costs in the multi-gas case to the  $\text{CO}_2$ -only case (grey area indicates standard deviation).

# Enseignements tirés de l'expérience passée

- Vertus pédagogiques des exercices réalisés avec les outils de modélisation, en particulier les outils bouclés (équilibre général calculable)
  - Clarification des concepts et des coûts (en particulier mesure et signification)
  - Compréhension des interactions entre politiques sectorielles et contraintes macroéconomiques (rôle des distorsions et des déséquilibres)
  - Mais très grande dispersion des résultats obtenus dès lors qu'on explore des horizons dépassant 15 à 20 ans
- Diagnostic clair des insuffisances de l'information statistique, notamment macroéconomique
  - Base de données quasiment unique (GTAP) qui ne fournit qu'une année (année de référence, actuellement 2001)
  - Qualité médiocre de la base pour les pays en développement
  - Faible détail dans la description de la fiscalité

# Quelques orientations pour l'avenir

- Eclairage d'horizons plus longs que ceux des phases successives d'engagement du Protocole de Kyoto nécessaire (2050 devient incontournable)
- Rôle majeur que devra jouer le progrès technologique (possibilités liées à la substitution, sous toutes ses formes, seront limitées voire épuisées)
- Nécessité de disposer de modèles sectoriels détaillés dans les principaux domaines de consommation énergétique
- Moindre prégnance des objectifs et contraintes de régulation macroéconomique mais nécessité d'assurer la cohérence des évaluations et des politiques sectorielles. A ce titre il faut saluer et soutenir le programme ambitieux que représente IMACLIM-R, même si d'autres approches sont possibles et doivent être aussi encouragées
- Nécessité d'asseoir la modélisation macroéconomique sur un système statistique fiable et développé (séries longues)
- Le recours à des modèles nationaux, éventuellement régionaux (Union Européenne) paraît le mieux adapté aux contraintes de l'information statistique et sans doute conforme à l'évolution que pourrait suivre la négociation internationale sur le climat (« peer competition » plus que fixation d'objectifs quantitatifs)