

# Quels modèles pour l'analyse de substitutions entre énergies ?

---

Alain Bousquet  
Université de Tours et LERNA TSE

# Modèle type de la demande d'énergie

---

1. Système complet de demande d'énergie
  - Formes d'énergies retenues Electricité, Gaz, Fioul-lourd, Charbon, ...
2. Hypothèses de séparabilité et de rendement d'échelle
  - Données sur le capital et l'output des entreprises...
3. Forme fonctionnelle d'une fonction de coût
  - Forme flexible Translog...

Demandes théoriques dérivées de la  
minimisation du coût de l'énergie

# Deux difficultés majeures

---

## 1. Endogénéité des prix

- Tarification non linéaire sous jacente
- Méthode des V.I. mais de sérieuses difficultés au niveau des informations disponibles

## 2. Modèle de choix discret/continu

- Sélection et détermination du niveau de demande par forme d'énergie retenue (mix énergétique)
- Rôle des prix à CT, régime de demande endogène...
- Parcimonie...

# Exemple : étude empirique

Coupe instantanée : EACEI 1996, observations 13000 établissements

---

## Fréquence d'utilisation et régimes de demande

Utilisation	Fréquence
Gaz	65%
Fioul	48%
Electricité	100%

Régimes de demande	Fréquence
Gaz + Fioul + Electricité	27%
Gaz + Electricité	38%
Fioul + Electricité	21%
Electricité	14%

# Hypothèses « drastiques » sur la technologie

---

## ■ **H1** les technologies sont « désignées » (équipement dédié)

- la diversité des régimes de demande découle de la diversité des techniques énergétiques i.e. les régimes de demande sont exogènes
- Modèle de demande simplifié (demandes conditionnelles aux régimes)

## ■ **H2** la technologie est flexible (équipement multi énergie)

- la diversité des régimes de demande découle des différences de prix relatifs des énergies i.e. les régimes de demande sont endogènes
- Modèle de demande complexe intégrant les choix discrets et continus.

# Elasticités (conditionnelles)

**H1**  
technologies  
spécifiques

	Gaz + Fioul +Elec.			Gaz + Elec.			Fioul+ lec.		
	Gaz	Fioul	Elec.	Gaz	Fioul	Elec.	Gaz	Fioul	Elec.
Gaz	-1.79	0.59	1.19	-1.42		1.42			
Fioul	1.57	-2.94	1.36					-1.47	1.47
Elec.	0.49	0.22	-0.72	0.64		-0.64		0.43	-0.43

**H2**  
technologie  
flexible

	Gaz + Fioul +Elec.			Gaz + Elec.			Fioul+ Elec.		
	Gaz	Fioul	Elec.	Gaz	Fioul	Elec.	Gaz	Fioul	Elec.
Gaz	-3.12	1.49	1.62	-4.92		4.92			
Fioul	3.50	-7.02	3.52					-1.94	1.94
Elec.	0.61	0.56	-1.18	0.72		-0.72		0.82	-0.82

# Simulation prix du CO<sub>2</sub> : 30 € t/CO<sub>2</sub>

	tC/tep	Prix	Technologies spécifiques	Technologie flexible
<b>Gaz</b>	0.65	+19%	-17%	-25%
<b>Fioul</b>	0.89	+26%	-24%	-45%
<b>Elec.</b>	0	0%	+8%	+11%
<b>Émissions CO<sub>2</sub></b>			<b>-20%</b>	<b>-33%</b>

Régime de demande	Gaz+ fioul+Elec	Fioul +Elec	Gaz+Elec	Elec.
<b>Initial</b>	11%	29%	51%	10%
<b>Après Taxe</b>	6%	24%	54%	16%

# Limites de l'approche qualitative:

3 facteurs 7 régimes de demande

14 technologies,

32 correspondances possibles entre régimes de demande et technologies

		Technologie flexible Cas intermédiaires						Technologies désignées							
		123	123	12-	123	1-3	123	-23	123	-23	1-3	12-	1--	-2-	--3
Régime de demande ex post	123														
	-23														
	1-3														
	12-														
	1--														
	-2-														
	--3														

# Modèle théorique de demande d'énergie et de dimensionnement des équipements énergétiques

## □ Modèle à deux périodes:

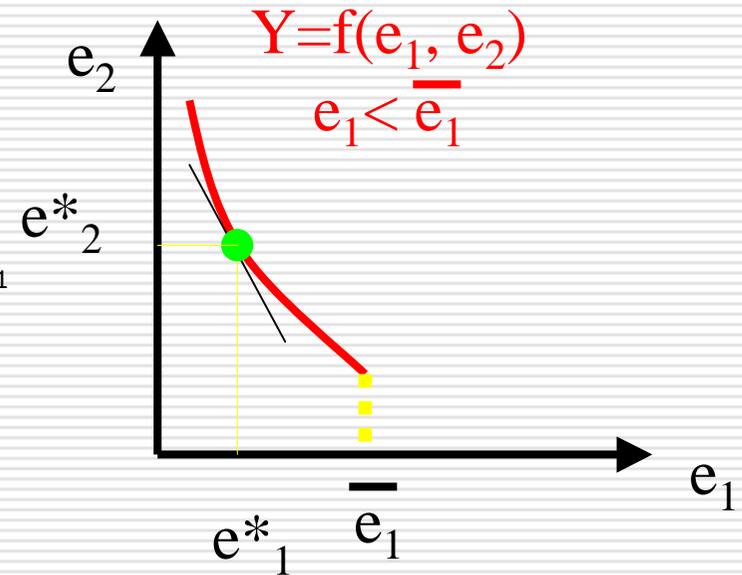
**t=1** : entreprise neutre envers le risque  
coût marginal de la capacité de l'équipement :  $c_1$   
 $Y$  connu et  $p_1$  aléatoire  $L(\mu, \sigma^2)$

■ choix de  $\bar{e}_1$

**t=2** :  $p_1$  connu

■ choix de  $e_1^*$  et  $e_2^*$

□ Statique comparative analyse  
de l'effet de l'incertitude



Une estimation « indirecte » du rôle de la taille des équipements sur les valeurs des élasticités de substitution

---

- Informations et données d'enquêtes
  - MECS DOE concept très proche
  - ...
- Déterminer et estimer la forme agrégée de la demande d'énergie sur données individuelles (tests économétriques)

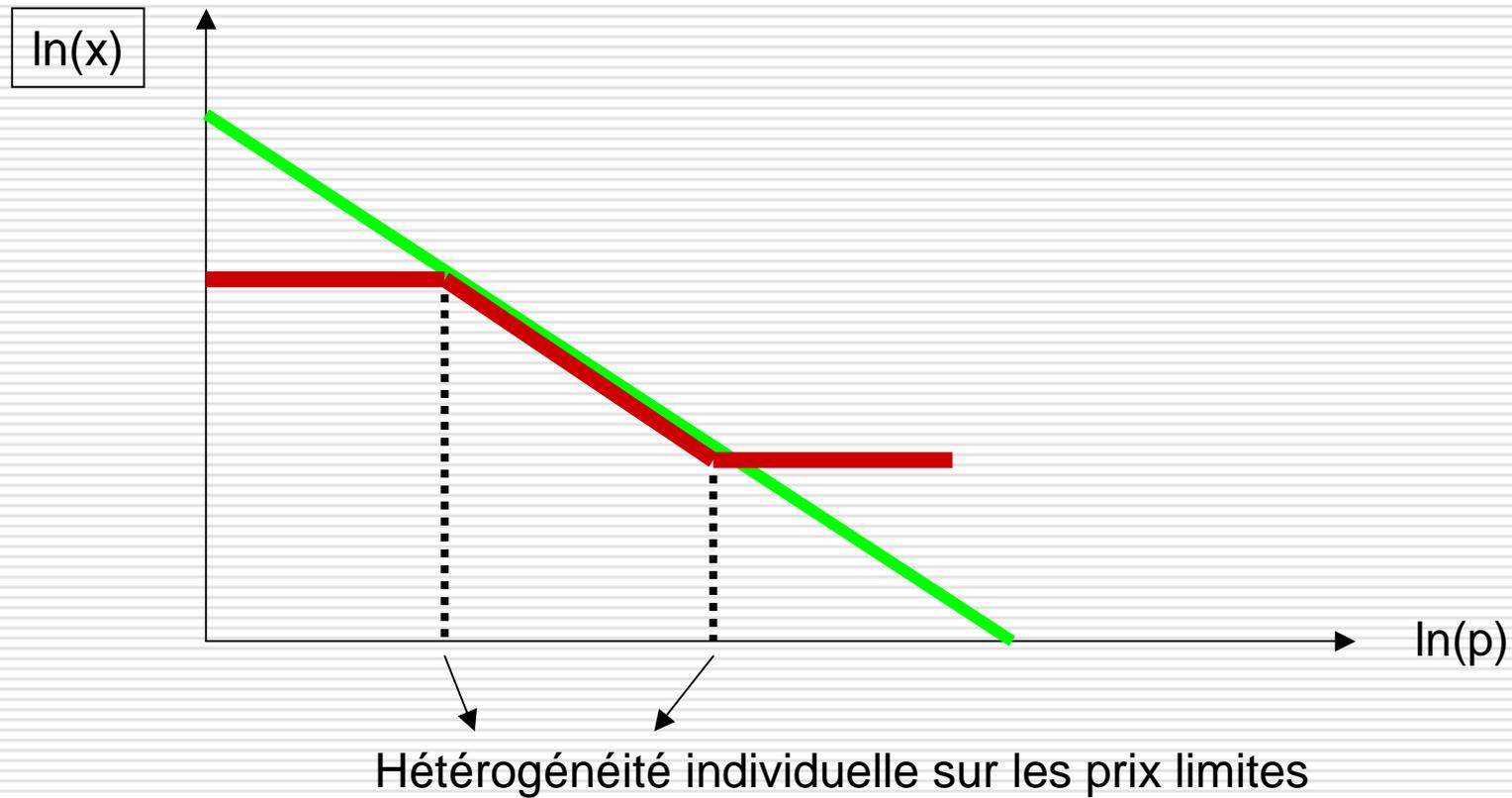
# Un modèle simple

---

- Forme CES
- 2 énergies
  - Modèle non contraint
    - Forme log linéaire (demande relative & prix relatif)
  - Modèle contraint
    - Demande agrégée de forme logistique

# Illustration

---

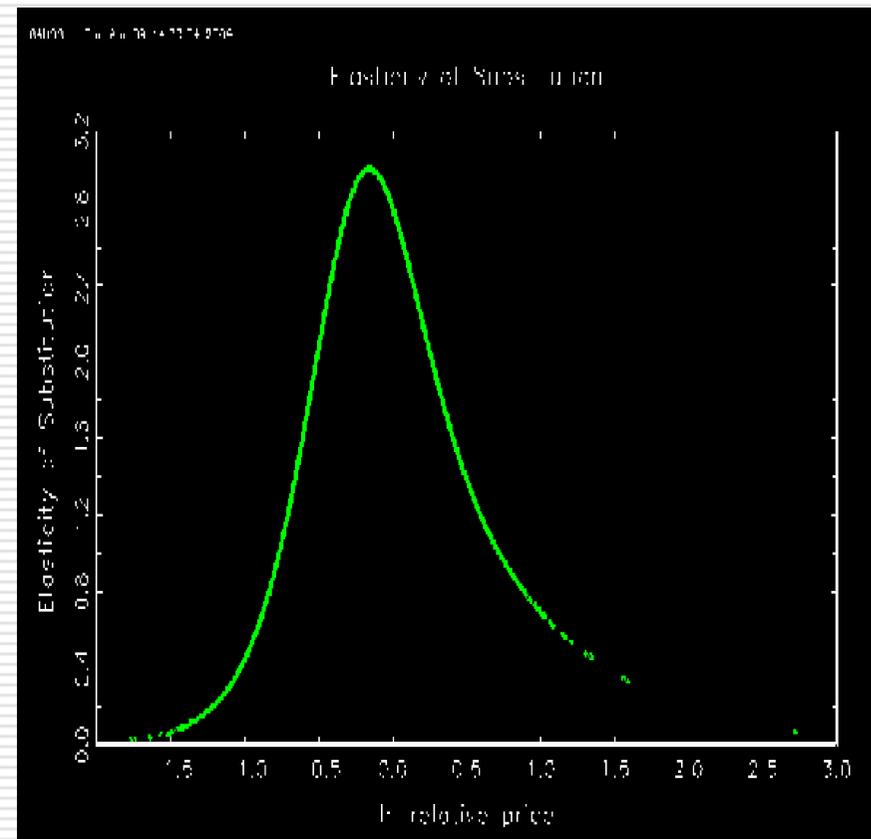
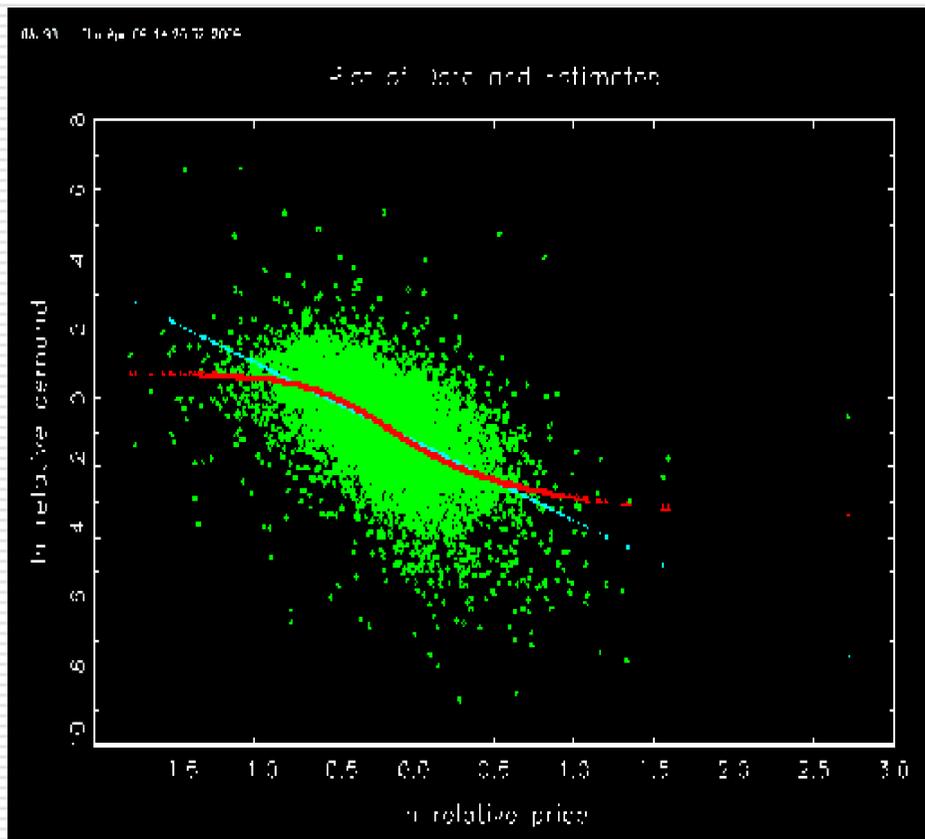


# Résultats

---

- forme CES (modèle non contraint)
  - $\sigma=2.28$
- forme logistique à 5 paramètres (modèle non contraint)
  - $\sigma=2.4$  (moyenne)

Mais....



# Conclusion

---

- ❑ Les test économétriques (test de Vuong notamment) conduisent à rejeter le modèle CES standard
- ❑ Nécessité de valider ce résultat sur différents secteurs, pour d'autres formes d'énergie
- ❑ Déclinaison: tarification, prix du CO2