

# « Potentiel et marché de la micro-cogénération en Belgique »

Sandrine Meyer

sous la direction du Professeur Walter Hecq

**CEESE-ULB**

# **Plan de la présentation**

- 1. Aspects offre : producteurs et alliances**
- 2. Aspects demande : potentiels estimés**
- 3. Obstacles et opportunités du développement de la micro-cogen**
  - techniques
  - économiques
  - environnementaux
- 4. Conclusion et remarques**

# 1. Aspects de l'offre <sup>(1)</sup>

- Micro-cogénération selon [ Cogen Europe : < 10 kW ⚡  
UK : < 3 kW ⚡

**or**, dans notre cadre étude, mode opératoire basé sur les besoins en chaleur client résidentiel

- Chaudière résidentielle selon Figaz-ARGB : < 35 kW 

**or**, besoins des ménages souvent  $\leq 25$  kW 

**Micro-cogen résidentielle = max 25 kW** 



# 1. Aspects de l'offre <sup>(2)</sup>

Technologies	1.1. Moteurs CI	1.2. Moteurs Stirling	1.3. Piles à combustible
Gamme de puissances	1 – 10 kW   3 – 25 kW	1 – 9 kW   4 – 24 kW	0,5 – 5 kW   1,5 – 7 kW (très modulable)
Tests	« early adopters »	En cours	En cours
Commercialisation	OK pour la plupart	Pas avant 2003-2004 (?)	Pas avant 2006-2008 (???)
Prix actuel d'un module (HTVA)	10.000 – 15.000 €	15.000 – 20.000 €	~ 125.000 € (3 kW  )
Maintenance	250 – 350 €/an (~ 0,015 €/kWh)	40% plus cher que chaudière (~ 0,02 €/kWh) ?	?



= électricité ;



= chaleur

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

# 1.1. Moteurs à combustion interne

- Principaux projets :

Producteur	Partenaires	Puissances	Certification UE
<b>Senertec (D)</b>	Fichtel & Sachs Gasunie ; enKEEP ; ... <b>B</b> : SA Meurer ; AEC-SNC	5,5 kW 12,5 kW	DWG, TUV et CE
<b>Ecopower (CH)</b>	Briggs et Stratton Butagaz ; ... <b>B</b> : SA Meurer ; AEC-SNC	4,7 kW 12,5 kW	CE
<b>Polar Power (USA)</b>	Kawasaki Télécom, militaires, ...	6,5 kW 19 kW	?
<b>EC-Power (DK)</b>	Lister Petter, CBD Statoil ASA	6 ou 9 kW 12 ou 17 kW	?
<b>Powerline GES (AU)</b>	Mitsui, TXU	4,5 kW 9 kW	?
<b>HONDA (J)</b>	Gastec	1 kW 3 kW	?

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 1.2. Moteurs Stirling

- Principaux projets :











Technologie	Producteur	Partenaires	Puissances	Certification UE
Cinématique	<b>Sigma (N)</b>	Baxi UK Limited ; Kockums ; EA Technology ; Ricardo Inc	3 kW  9 kW 	?
	<b>SOLO (D)</b>	SBP Baxi UK Limited, AGS, DLR,	9 kW  25 kW 	?
	<b>Whisper Tech (NZ)</b>	<b>Orion, Meridian Energy</b> Partenaires démonstration ; EA Technology	3 kW  6 kW 	?
Piston libre	<b>Stirling Technology Inc. (USA)</b>	Stirling Engine Co Techneco Energiesystemen ; JTW-Services	3,5 kW  25 kW 	?
	<b>ENATEC (NL)</b>	STC ; Magnetics Enterprise BV <b>ENECO ; ATAG ; ECN</b>	1 kW  6 – 24 kW 	?
	<b>Sunpower Inc. (USA)</b>	External Power LLC ; BG Technology (Advantica) ; EA Technology	1 ou 2,5 kW 	?

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 1.3. Piles à combustible (1)

- Principaux projets :

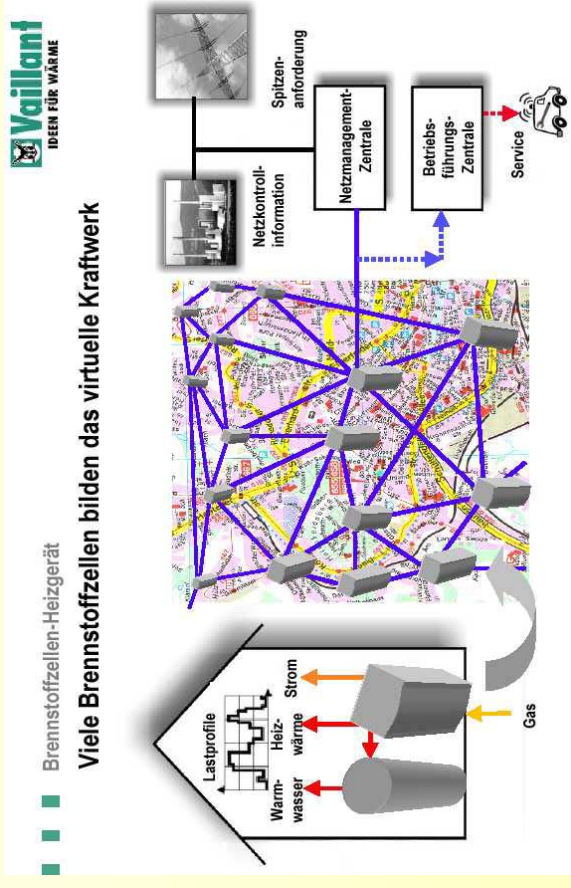
Technologie	Producteur	Partenaires	Puissances	Certification UE
PEM	Plug Power (USA)	General Electric, Gastec, Vaillant	4,6 kW 	ok
			5,7 kW 	
	H Power (USA)	Osaka Gas, Fortum Oy, Gaz de France	5 kW 	?
	DAIS Analytic (D)	EFC Gmbh/HGC	3 kW 	?
	Nuvera (I)	RWE	4 kW 	?
	SGL Carbon Sachsenring (D-USA)	Viessmann	2 kW 	?
SOFC	IFC (USA)	Buderus	5 kW 	?
	Sulzer-Hexis (CH)	divers fournisseurs de gaz dont Tokyo Gas et Gasunie	1 kW 	?
			2 kW 	
	Siemens (D)	FCT (CA)	5 kW 	?

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 1.3. Piles à combustible (2)

- Stratégie : généralement vise les nouvelles constructions relativement bien isolées Vaillant : tests « centrale virtuelle »



- Faible puissance thermique  $\Rightarrow$  souvent adjonction d'un brûleur additionnel (caractéristiques ???)

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"



## **2. Aspects de la demande :** **marché potentiel**

### **2.1. Approche macro :**

- **FutureCogen (modèle Safire + Sigma)**

### **2.2. Approche micro :**

- **Estimations bureau d'étude**
- **Estimations Micromap**
- **Comparaison sur base du développement des chaudières à condensation**

### **2.3. Synthèse**

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 2.1. Estimations macro : FutureCogen 2001

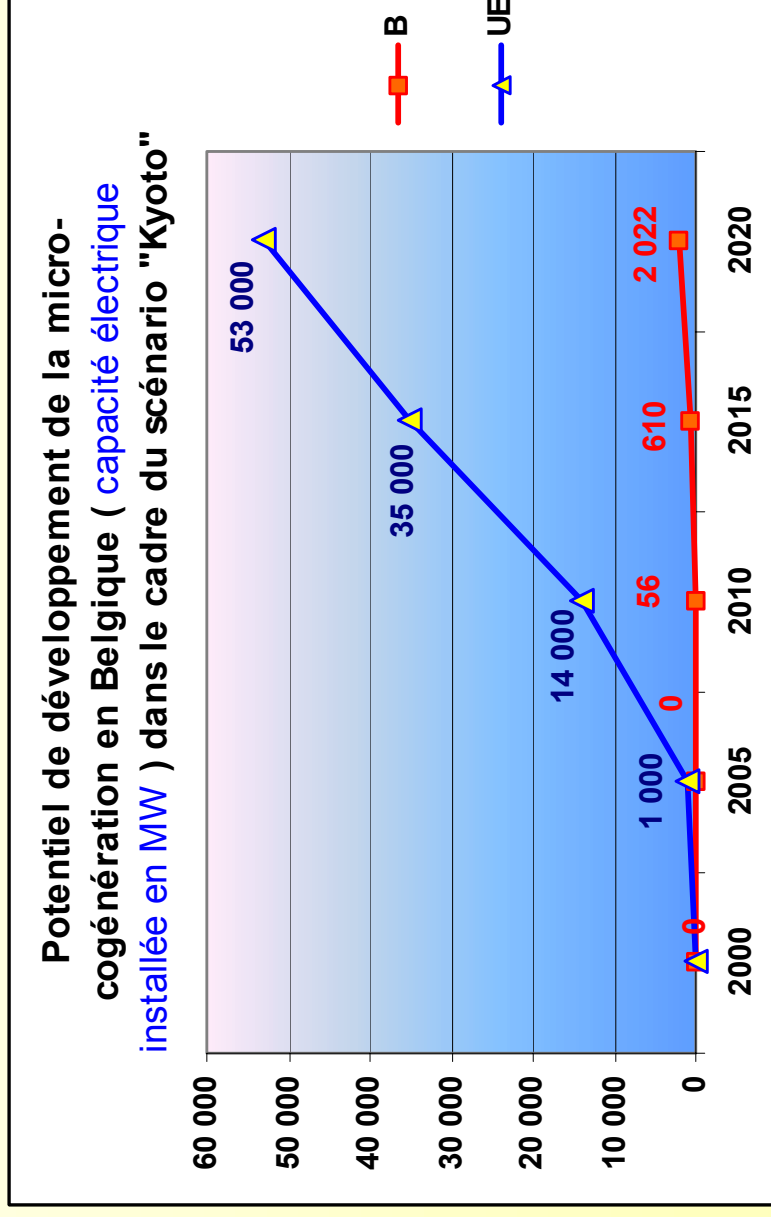
- Elaboration de scenarii de développement : libéralisation, actuel, environnemental, Kyoto
- Belgique : 5 ans de retard au démarrage

### Belgique :

si ~ 3,5 kW ⚡ /unité,

+/- 16.000 modules  
installés en 2005  
(0,4% UE)

et près de 580.000 en  
2020  
(3,8% UE)



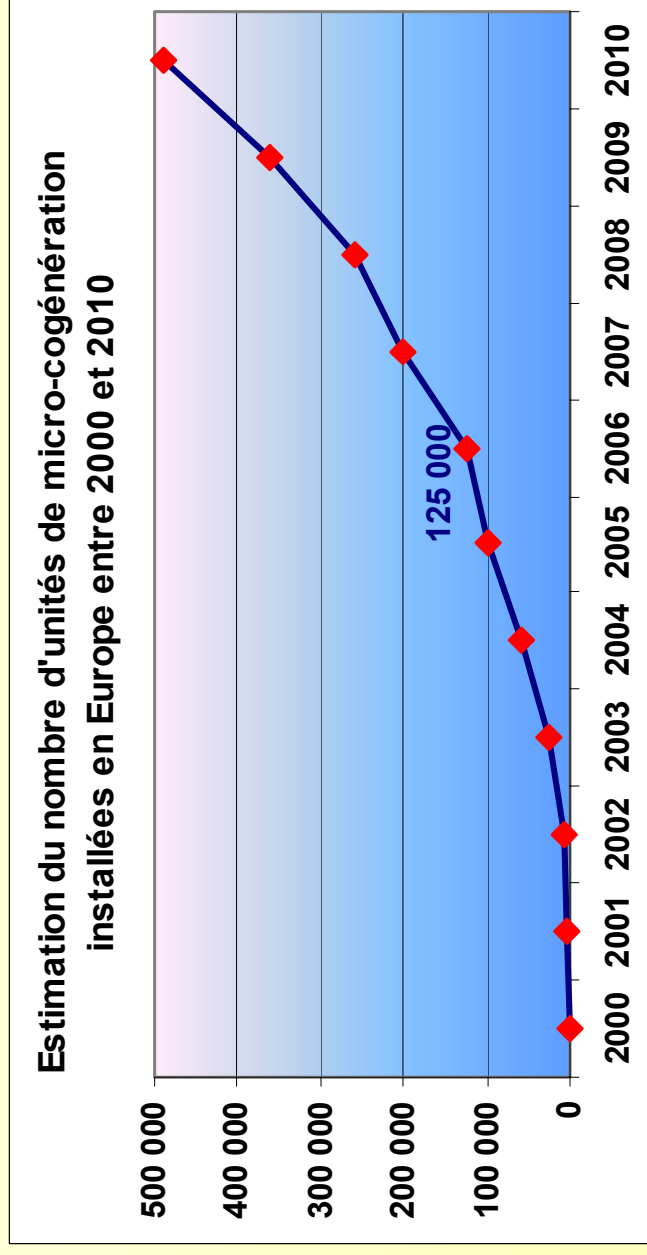
Source : Commission Européenne, FutureCogen, 2001

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 2.2. Estimations micro : Frost&Sullivan 2001 (1)

- Ventes estimées en Belgique en 2006 : 5.000 unités  
⇒ environ 4% du marché UE
- Horizon 2020 : micro-cogen > 1% capacité installée totale de production d'électricité en Belgique  
CH idem ; F < 0,41% ; D et UK entre 0,81 et 1% ; PB entre 0,6 et 0,81%



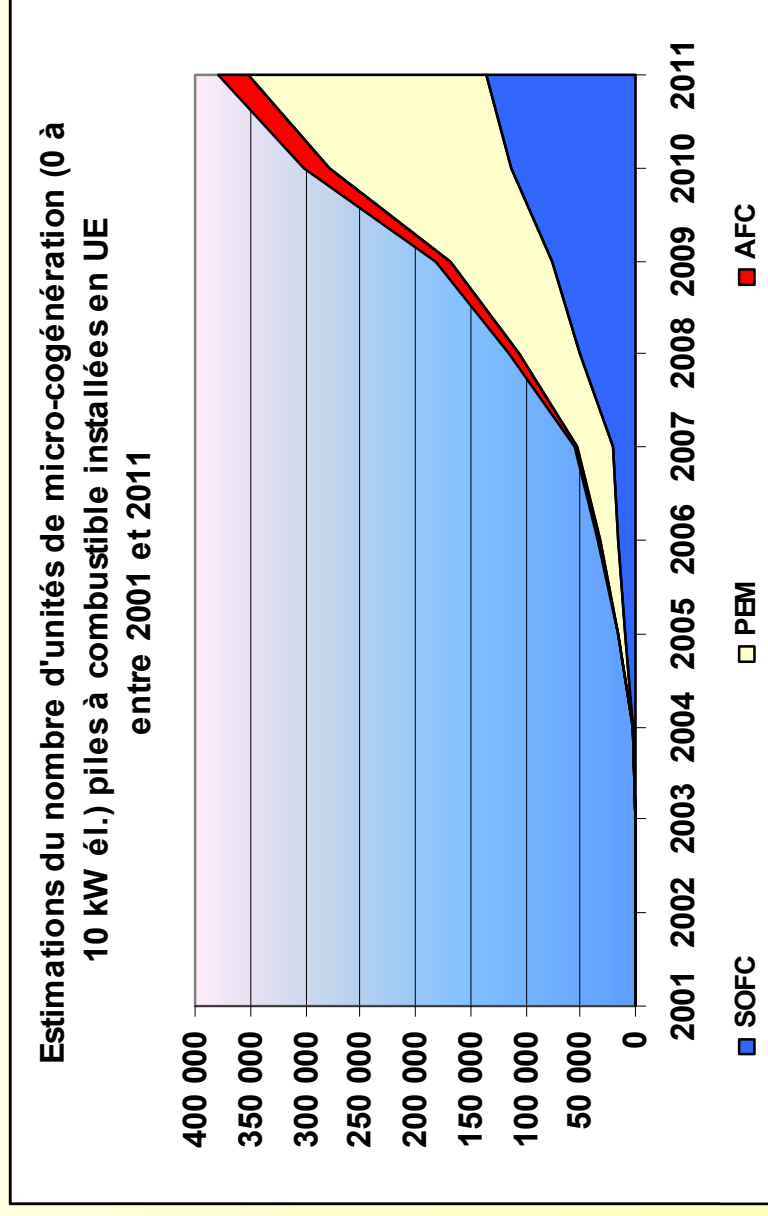
Source : Frost&Sullivan, European Micro Combined Heat and Power (CHP) Markets, June 2001

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 2.2. Estimations micro : Frost&Sullivan (2)

- Majorité du marché dominé par les piles à combustible SOFC et PEM à partir de 2009 (50% du parc installé)



Source : Frost&Sullivan, European Fuel Cells Markets, June 2001

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## **2.2. Estimations micro : Micromap 2002 <sup>(1)</sup>**

---

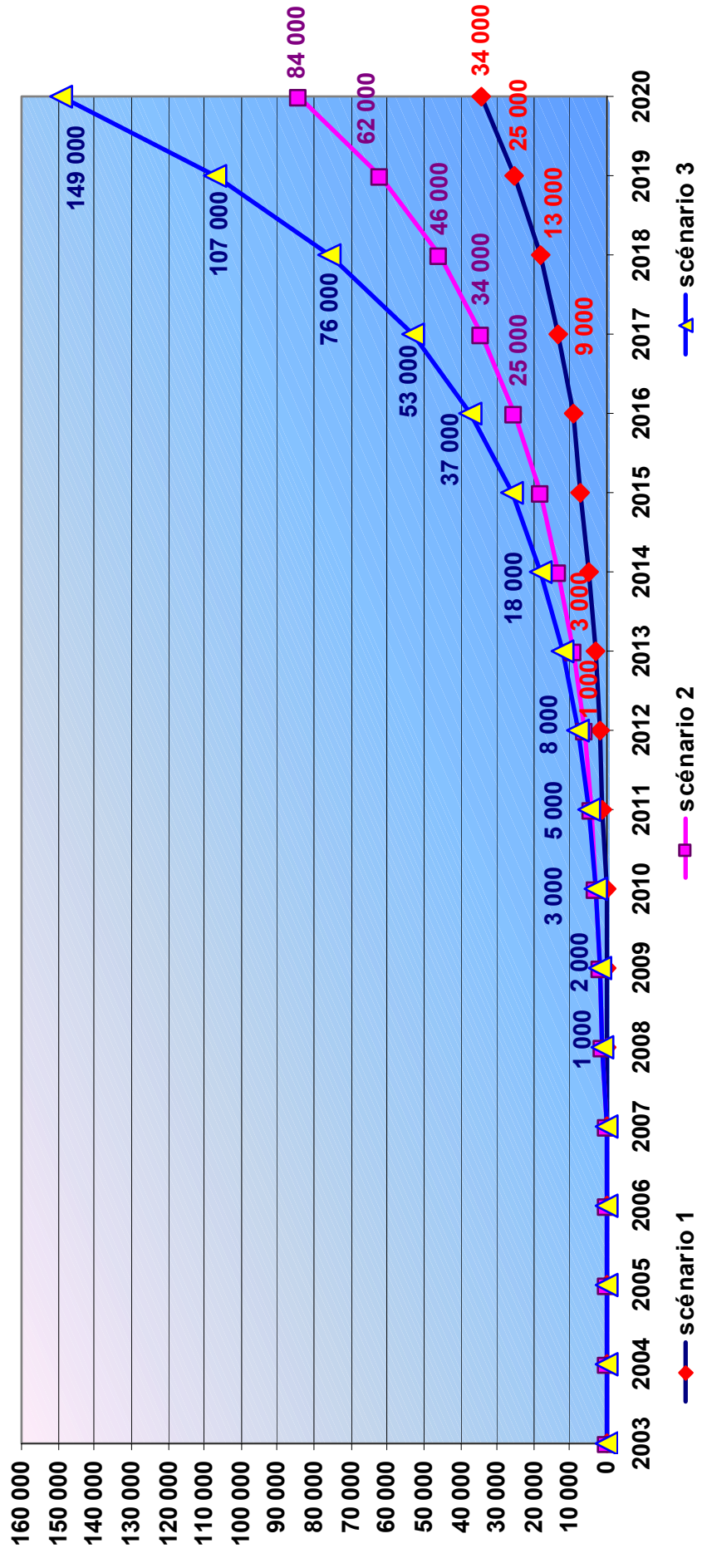
- **Trois scénarii envisagés**
- **Marché belge enregistre +/- 5 ans de retard**
- **Selon le scénario, la Belgique représente de 0,85% à 1,8% du marché européen**
- **Domination des solutions délivrant 1 kW électrique essentiellement moteurs Stirling**

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 2.2. Estimations micro : Micromap (2)

Estimations du nombre d'unités de micro-cogénération vendues en Belgique entre 2003 et 2020 selon le scénario de développement envisagé



Source : European Commission, Micromap project, 2002

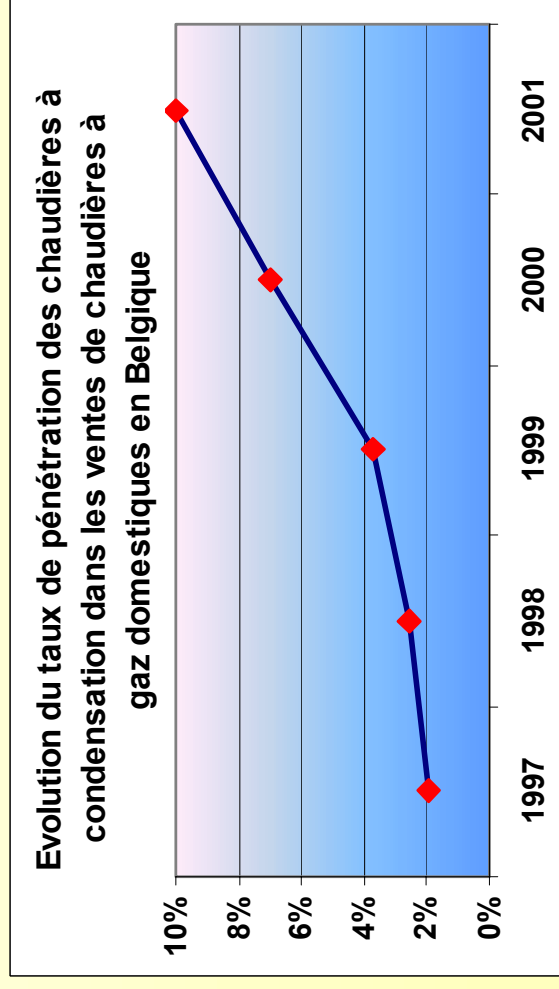
06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 2.2. Estimations micro :

### selon le marché des chaudières à condensation (1)

- **Marché très lent à démarrer : effet d'annonce trop rapide, manque d'information, manque d'installateurs formés, surcoût à l'achat / aide**
- **Belgique : 3 ans de retard ( taille marché, moins d'utilisation de gaz, peu d'aide à l'introduction)**

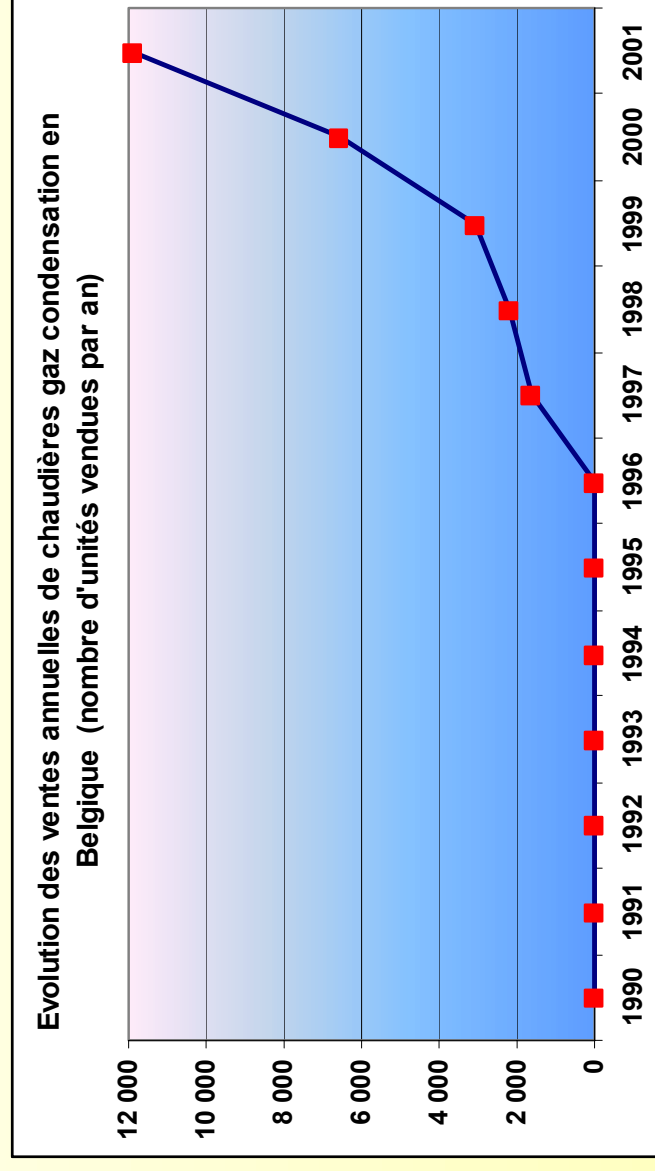


06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 2.2. Estimations micro : selon le marché des chaudières à condensation (2)

- Parc installé après 5 ans : 25.335 unités (essentiellement murales)



**Or, surcoût moindre que micro-cogénérateur malgré modification cheminée et taille plus acceptable**

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"



## 2.3. Synthèse

	Prévisions (nombre moyen d'unités installées)			
	2006		2020	
	UE	Belgique	UE	Belgique
<b>Future Cogen</b>	370.000 sous condition	16.000 (4,3%) sous condition	15.150.000 sous condition	580.000 (3,8%) sous condition
<b>Frost &amp; Sullivan</b>	125.000	5.000 (4%)	—	—
<b>Micromap</b>	63.291 à 79.038 selon scénario	0 tous les scenarii	3.973.000 à 9.090.000 selon scénario	34.000 à 149.000 (0,6 à 1,6%) selon scénario

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

# 3. Obstacles et opportunités

Notamment :

	Obstacles	Opportunités
Technique	Taille Raccordement électrique Complexité technologie	URE Energies renouvelables
Environnement	Maîtrise CH <sub>4</sub> ? Références	Réduction émissions CO <sub>2</sub> Réductions émissions NO <sub>x</sub> , CO, ...
Réglementation		Libéralisation, ≠ directives UE, Kyoto, aides, ...
Organisation		Timing, formation installateurs, stratégie, ...
Economie	Evolution prix énergies ? Prix rachat électricité ? Coût d'investissement	Réseaux de distribution } Learning curve Certificats verts
Sociologie	Adoption « nouvelle » technologie	Image

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 3.1. Aspects environnementaux

---

- Méthane : peu d'info et de mesures même au niveau chaudières **or** nettement plus « féroce » comme GES que le CO<sub>2</sub> (21x plus)
- Moteurs CI : équilibre à atteindre entre « low NO<sub>x</sub> » et production CO, système de post-traitement intégré (ex : catalyseur trois voies)
- Moteurs Stirling : rendements théoriques excellents **mais** réalité ?, flexibilité du combustible,
- Piles à combustible : pas d'émissions nocives sur place **mais** performances brûleur additionnel ?, recyclage





**Remarque :** tout dépend des référentiels de production séparée

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 3.2. Surcoût des micro-cogénérateurs (1)

- Exemple avec le moteur Ecopower : comparaison avec chaudière à condensation (104%) + achat d'électricité au réseau (= quantité auto-consommée, soit 80% production micro-cogen) ; point de vue du particulier

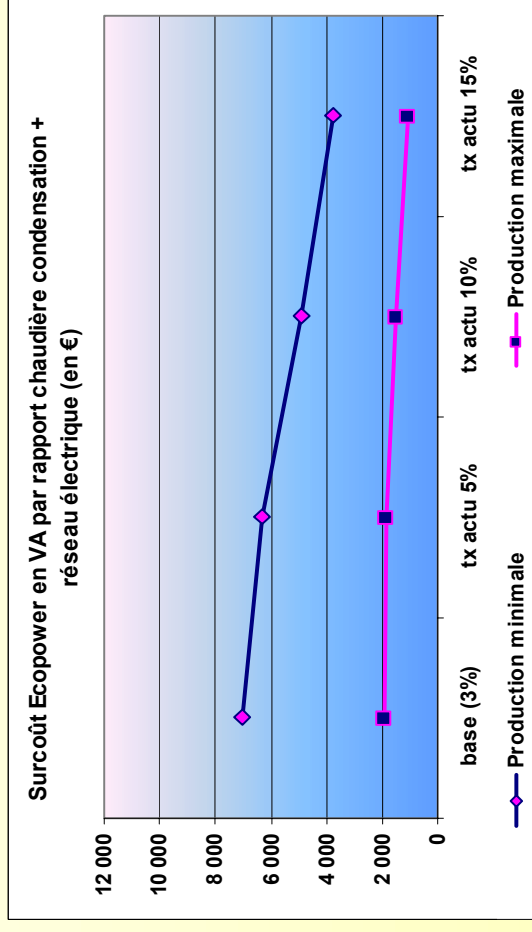
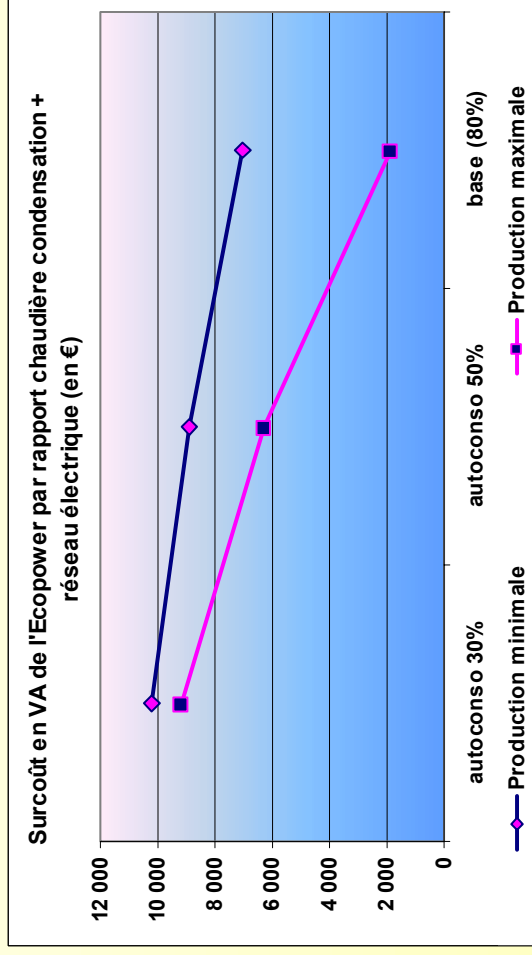
	2.500 heures de fonctionnement/an pour l'Ecopower	
	Production minimale (12.985 kWh  + 5.000 kWh  )	Production maximale (30.515 kWh  + 11.750 kWh  )
Valeur actuelle coûts chaudière pour production thermique équivalente	14.715 €	21.068 €
VA coûts achat quantité équivalente d'électricité sur réseau	9.090 €	20.059 €
VA coûts et recettes ECOPOWER	30.828 €	43.009 €
<b>Surcoût ECOPOWER</b>	<b>7.023 €</b>	<b>1.882 €</b>

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 3.2. Surcoût des micro-cogénérateurs (2)

- Analyse de sensibilité de l'exemple :
  - intérêt à auto-consommer au maximum l'électricité produite



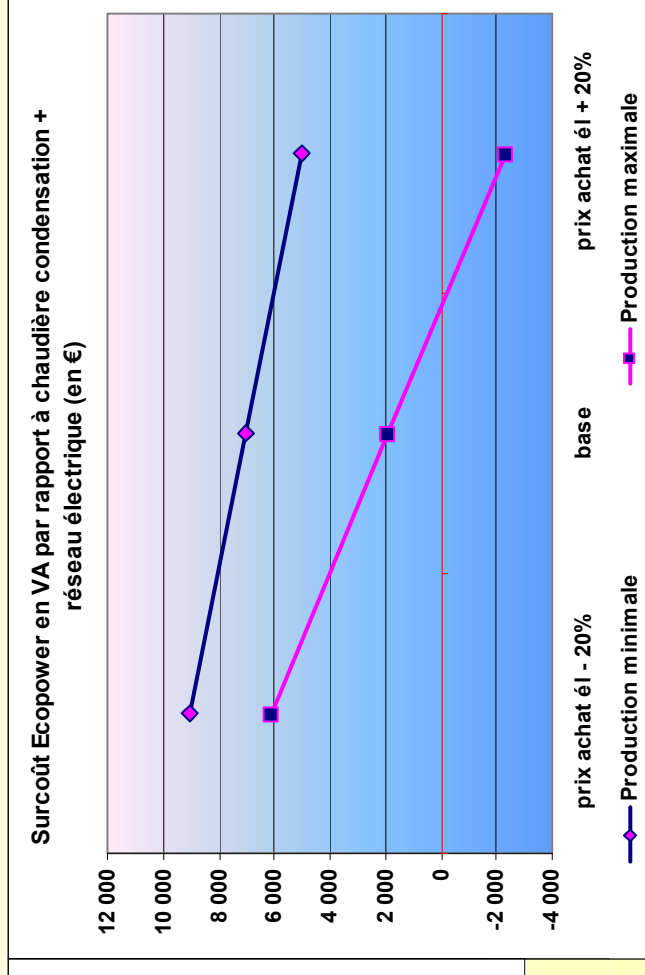
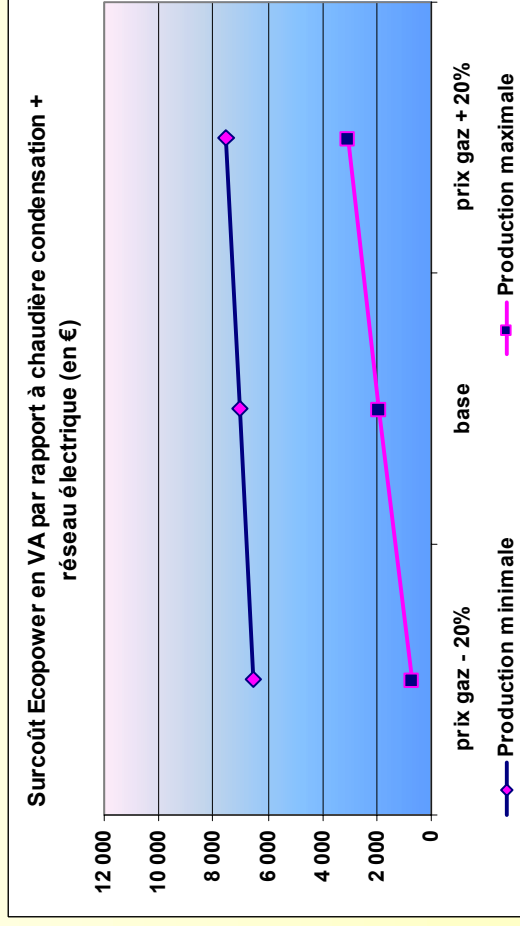
– influence du taux d'actualisation utilisé

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 3.2. Surcoût des micro-cogénérateurs (3)

- Analyse de sensibilité de l'exemple :
  - influence prix du gaz



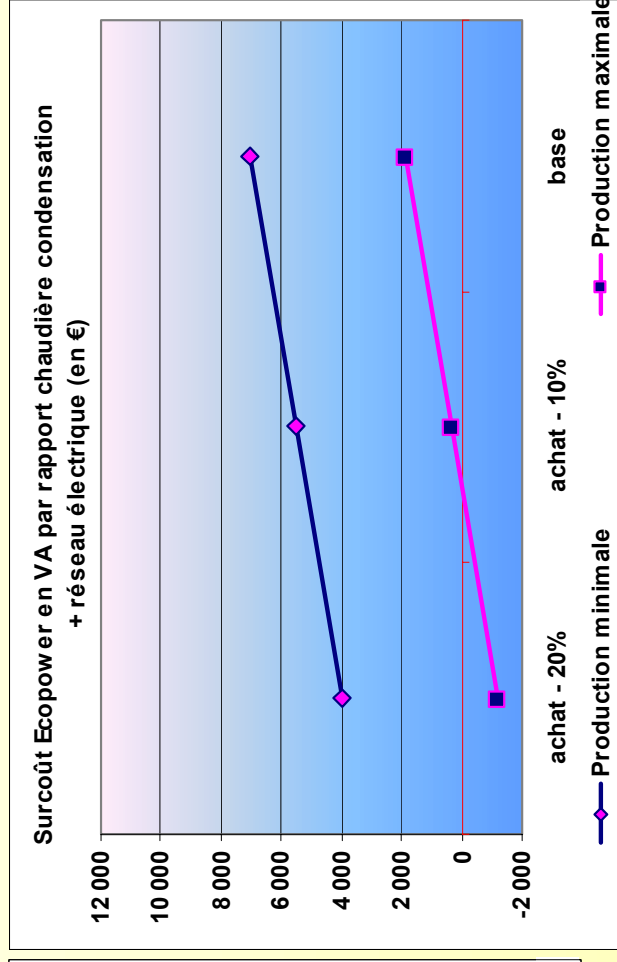
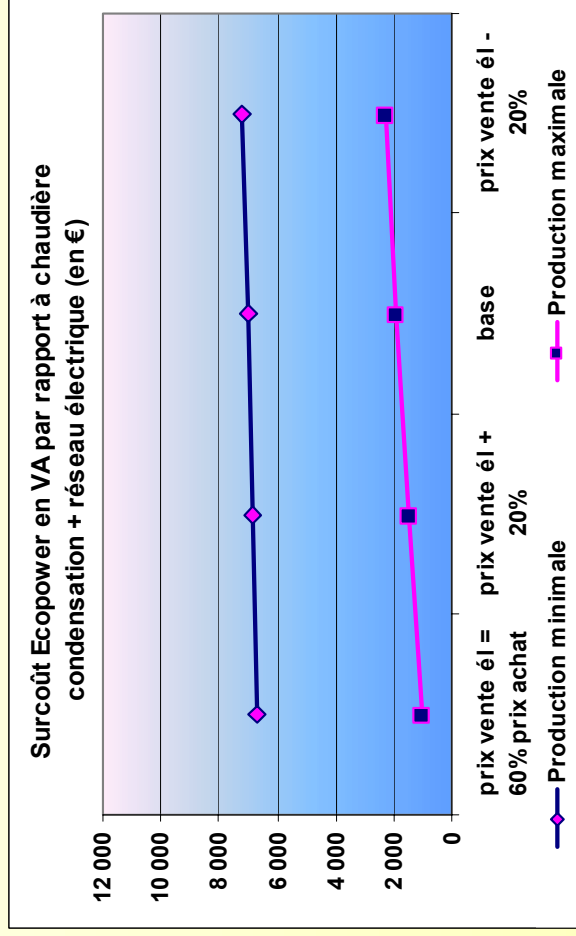
- influence prix achat électricité au réseau

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 3.2. Surcoût des micro-cogénérateurs (4)

- Analyse de sensibilité de l'exemple :
  - influence prix de revente électricité produite au réseau



- influence prix d'achat module micro-cogen

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

### 3.3. Aspects « learning curve »

---

Surcoût + nécessité de convaincre car  
« nouvelles » technologies et nouveaux marchés à conquérir

**Possibilités de réduction coûts et « appréhension » :**

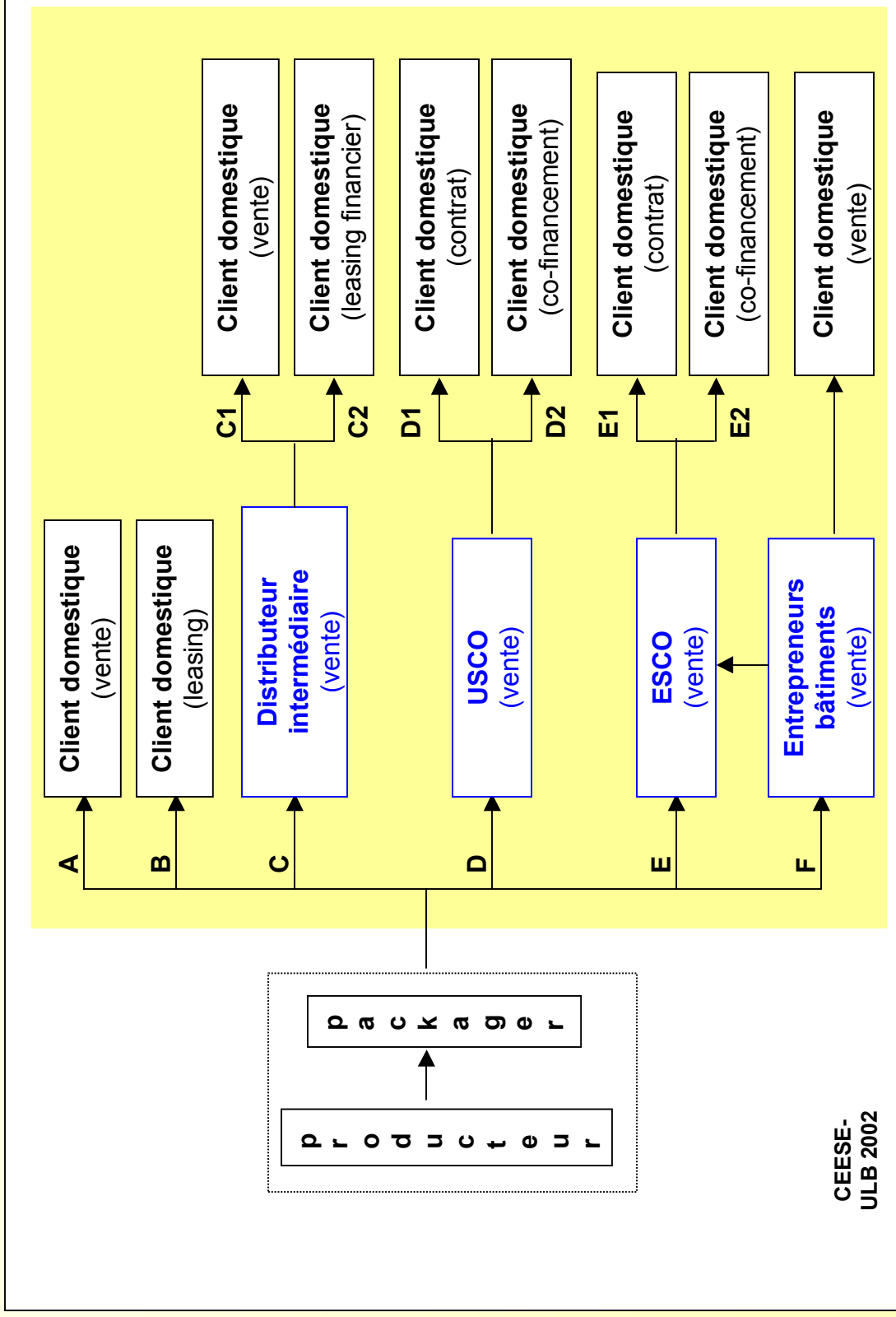
- Améliorations techniques (variable selon technologie et composants)  
⇒ tests, recherche
- Prouve que cela fonctionne + potentiel d'améliorations techniques  
⇒ projets de démonstration
- Effets d'échelle et d'apprentissage par augmentation des ventes  
⇒ importance filières de distribution et promotion (ex : certif. verts)

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage  
domestique à haut rendement"



# 3.3.1. Réseaux de distribution



06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 3.3.2. Certificats verts en RW

- Selon calculs et références CWaPE (déc. 2002 ; chaudière 90%, TGV 55%),  
taux d'économie de CO<sub>2</sub> =

Moteurs CI		Moteurs Stirling			Piles à combustible	
Ecopower	Senertec	ENATEC	Solo 161	Sigma	Sulzer-Hexis	Vaillant
30,5%	23,04%	?	27,63%	17,90%	34,87%	?

Calcul CV ne tient pas compte des pertes de réseau (~ 4,5%)

- Gain / CV : 65 € (?) – 100 €

**MAIS**

- Coût procédure ( inscription CWaPE, certification installation + compteurs, contrôle annuel du certificateur)
- Autres régions ???

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 4. Conclusion et remarques

---

- **Variété de technologies et de possibilités**
- **Potentiel relativement élevé mais très variable selon le contexte**
- **Moteurs CI seraient plus une technologie de transition mais ...**
- **Importance de négocier prix de revente électricité au réseau et de simplifier / harmoniser la procédure des CV pour les très petites installations comme la micro-cogen**
- **Une des conditions essentielles au développement = que l'écart de prix d'achat entre le gaz et l'électricité ne s'amenuise pas**
- **Problème de l'œuf et de la poule entre les réductions de coûts micro-cogen et les filières de distribution (rôle du tertiaire ?)**

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"

## 5. Quelques références

---

- **CWaPE :** [www.cwape.be](http://www.cwape.be)
- **Cogen Europe :** [www.cogen.org](http://www.cogen.org)
- **DB Energie-cités (projets de démonstration dans les villes UE) :**  
[www.energie-cites.org.latoilerie.net/4dlink1/ec|recherche](http://www.energie-cites.org.latoilerie.net/4dlink1/ec|recherche)

06 déc 2002

"La microcogénération : le chauffage domestique à haut rendement"