



Le réseau de chaleur : un vecteur du développement du Bois-Energie

Sensibilité de la rentabilité d'un projet aux paramètres technico-économiques

CIBE – Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

Besançon, 24 mars 2011
Jean-Michel Servant



CIBE – Commission MOP
(Montage de Projets)

Mise en forme : G Lefrançois (Biomasse
Normandie) & JM Servant

© CIBE 2011



Problématique et finalité

- Analyse de sensibilité de la rentabilité des projets de chaufferies bois aux paramètres technico-économiques. Impacts sur les mécanismes de financement et d'aide.

- Principaux concepts et définitions (rappels)
 - Réseau de chaleur
 - Paramètres techniques clés
 - Montages de projets
 - Situation de référence
 - Rentabilité d'un projet

- Outil de simulation / paramètres variables

- Analyse de sensibilité
 - L'optimisation technique d'un projet de chaufferie bois
 - L'influence des paramètres d'ordre économique
 - L'influence du coût des énergies fossiles (de référence)
 - Application au fonds chaleur

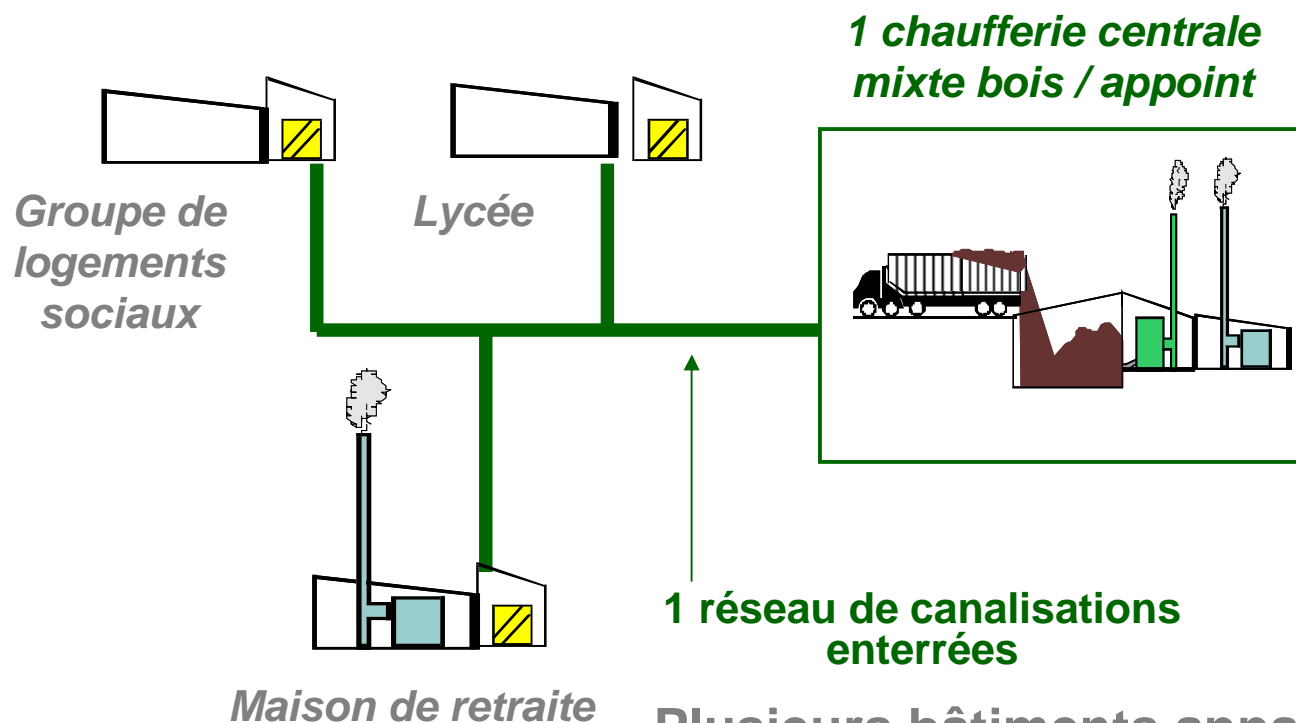
- Synthèse



Concepts et définitions

- Un réseau de chaleur

Une unique autorité organisatrice du service public

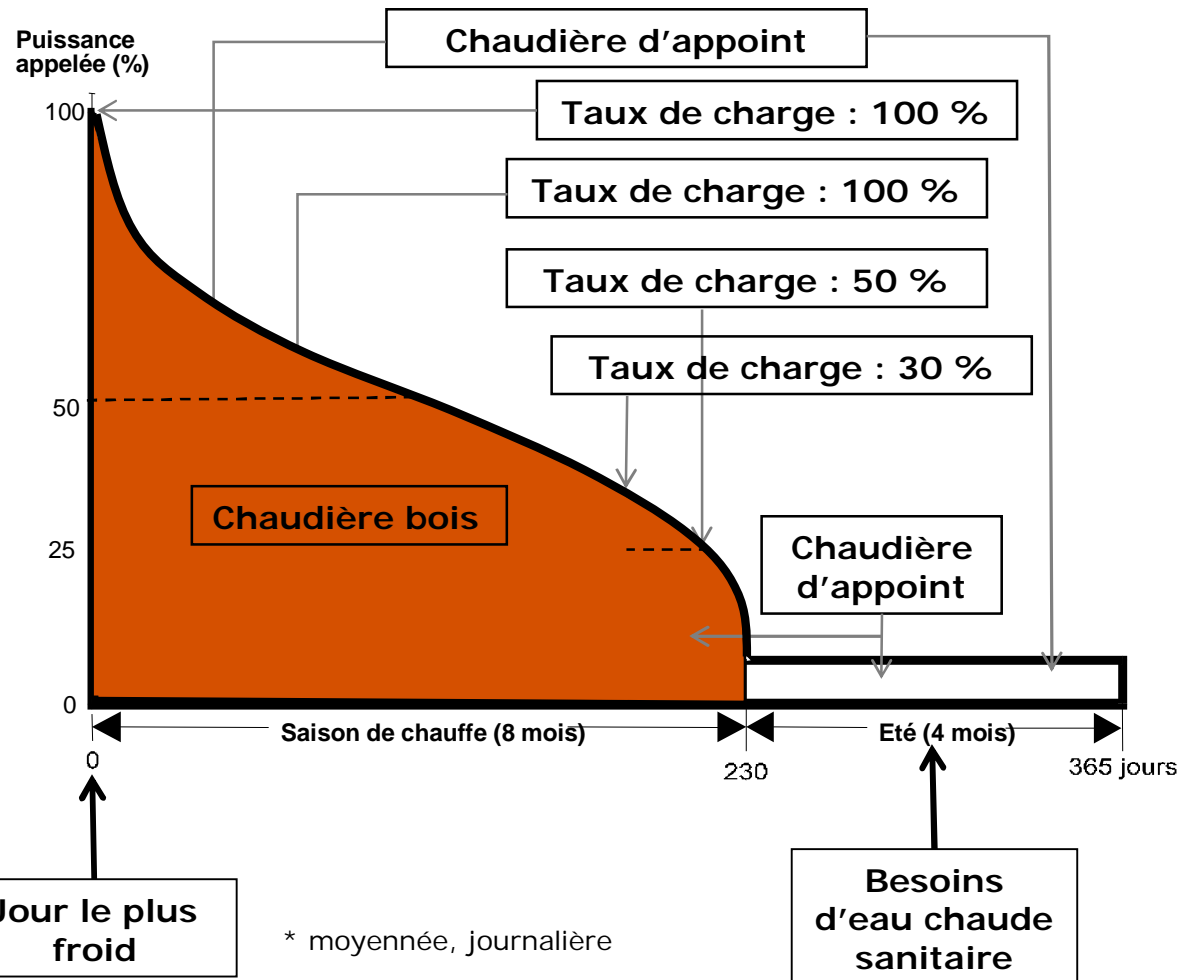


On appelle **densité thermique linéaire** le rapport entre la quantité d'énergie délivrée par un réseau et sa longueur (MWhutiles / ml)

Plusieurs bâtiments appartenant à des maîtres d'ouvrage différents

Concepts et définitions

- La courbe* des appels de puissance



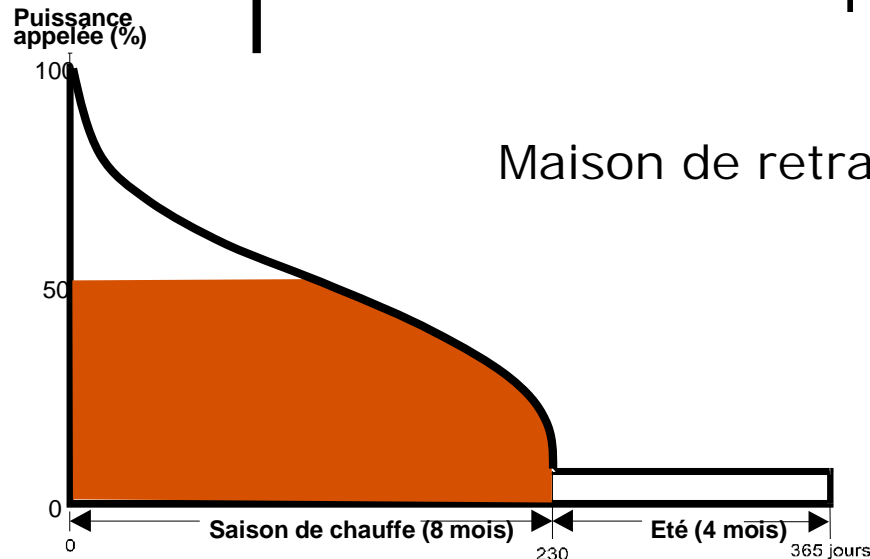
Le taux de charge de la chaudière bois est le rapport entre la puissance instantanée qu'elle délivre et sa puissance nominale.

Pour atteindre un optimum technico-économique, on dimensionne la chaudière bois entre 50 et 60 % de l'appel de puissance maximum. La chaufferie fonctionne **en bi-énergie**

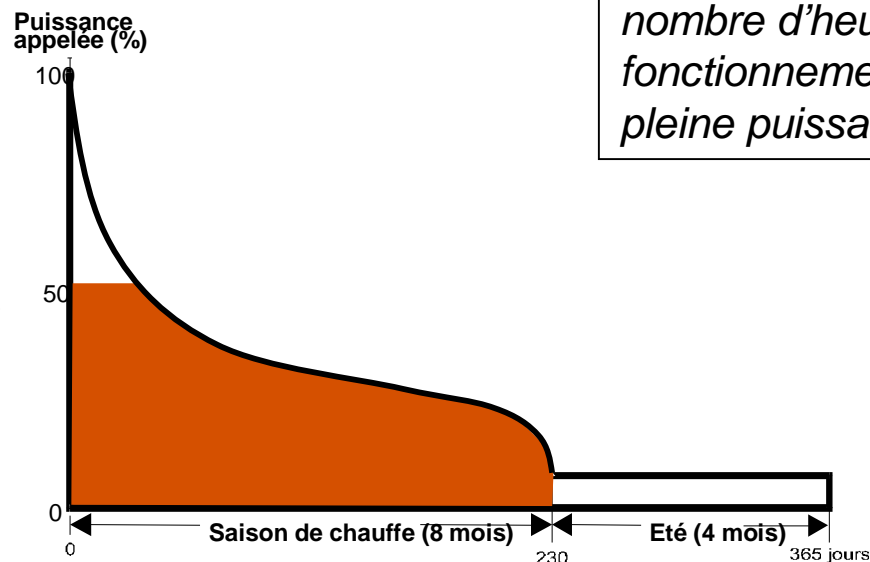
Le **taux de couverture** (%) est le rapport entre l'énergie délivrée par la chaudière bois et l'énergie totale délivrée (sortie chaudière)

Concepts et définitions

➤ La courbe des appels de puissance



Etablissement scolaire



Le rapport entre l'énergie totale délivrée et la puissance de la chaudière bois (E/Pbois) est lié au dimensionnement retenu et à l'intermittence d'usage des bâtiments (école, logement, maison de retraite). A taux de couverture constant, il peut être interprété comme le nombre d'heures de fonctionnement équivalent pleine puissance



Concepts et définitions

➤ Les aspects juridico-financiers

- Les cas de montages de projets considérés

	Réseau de chaleur		
	Régie	Concession de service public	Affermage
Financement des ouvrages	Collectivité	Entreprise	Collectivité
Responsabilité des travaux	Collectivité	Entreprise	Collectivité
Exploitation	Collectivité (et / ou Entreprise)	Entreprise	Entreprise
Durée des contrats	Sans objet	20 à 24 ans	6 à 15 ans



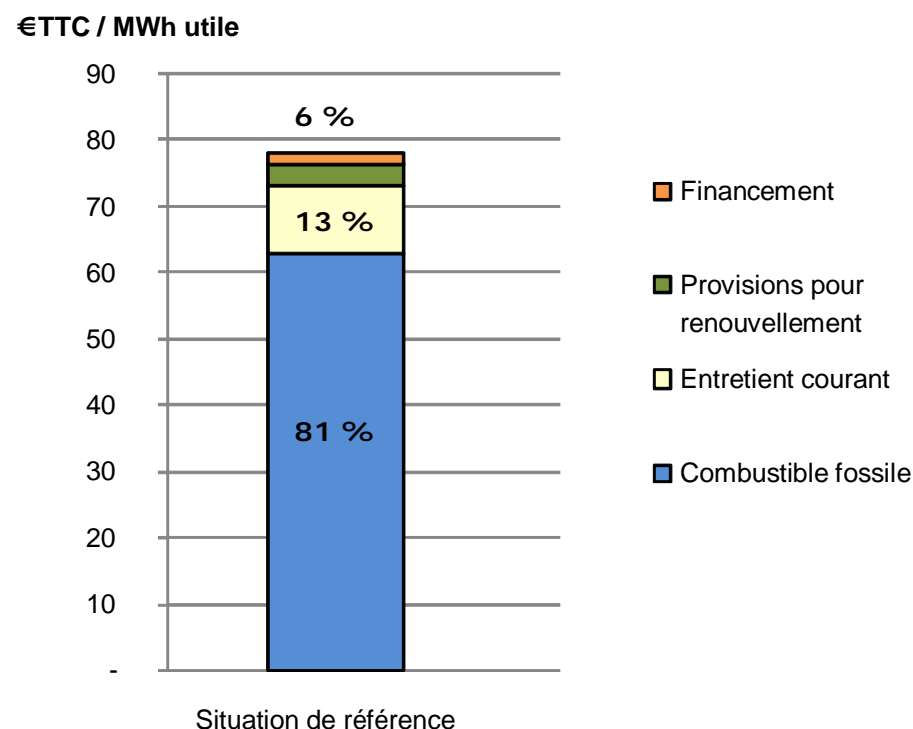
Concepts et définitions

- La facture énergétique « de référence »

La situation de référence correspond à la solution technique (existante ou en projet) qui serait adoptée par le maître d'ouvrage en alternative au projet bois

La facture énergétique en coût global* est généralement ramenée à l'unité de chaleur délivrée (€ TTC / MWh utile). Elle correspond à la somme des postes annuels de dépense liés :

- au combustible
- à l'entretien courant
- aux provisions pour renouvellement
- au financement des investissements**



* Coût global de la chaleur « pied d'immeuble » (hors secondaire)

** Poste inexistant dans le cas d'équipements récents

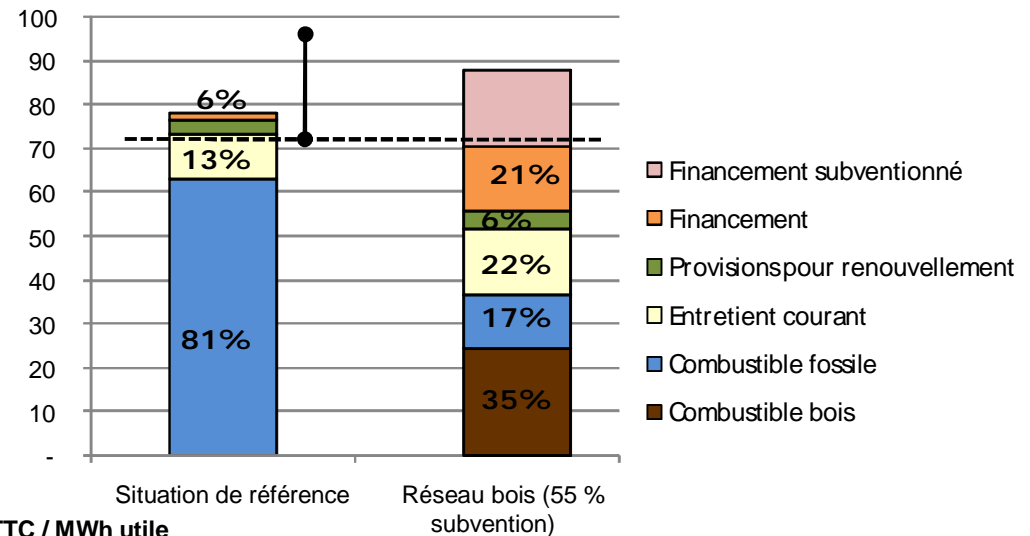


Concepts et définitions

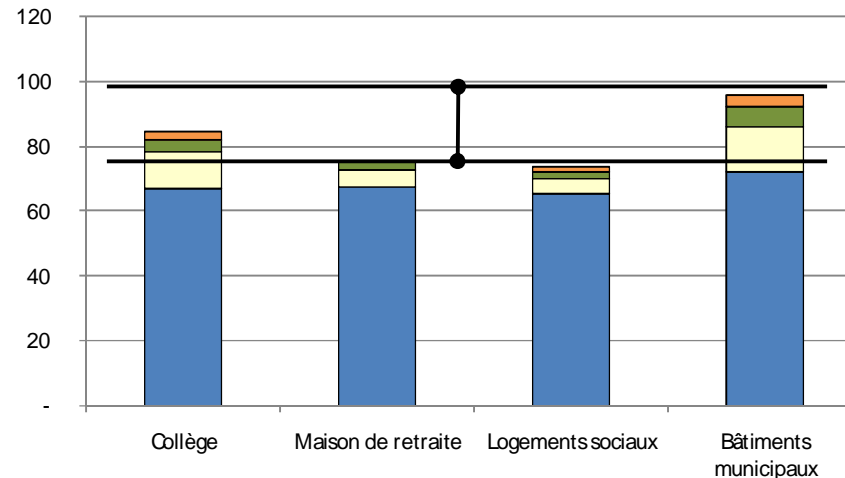
➤ La « rentabilité » d'un projet (1/2)

- **Le point de vue du maître d'ouvrage ou de la collectivité organisatrice**
 - La comparaison des factures énergétiques en **coût global moyen**
- **Le point de vue de chaque abonné**
 - La comparaison des factures énergétiques en **coût global**
- **Le point de vue de l'utilisateur final de la chaleur**
 - Le cas des charges dites récupérables (habitat locatif, enseignement...)

€TTC / MWh utile



€TTC / MWh utile





Concepts et définitions

➤ La « rentabilité » d'un projet (2/2)

- **Le point de vue de l'opérateur financeur**

Le **TRI** (taux de rentabilité interne) d'une opération de création d'un réseau de chaleur au bois en concession sert à évaluer l'intérêt de l'investissement compte tenu de son risque.

- **Le point de vue des organismes publics (aides financières)**

Les organismes publics susceptibles de subventionner les projets bois-énergie peuvent exiger certaines conditions d'attribution, qui influencent la « rentabilité » du projet (pourcentage de plaquettes forestières, valeurs limites d'émission...)

Par convention, on considèrera dans la suite qu'un projet bois est **économiquement « rentable »** s'il présente :

- une économie en coût global moyen de 10 %
- un TRI* de 10 % pour les réseaux de chaleur en concession de service public
- un excédent de 5 % pour les installations gérées en régie

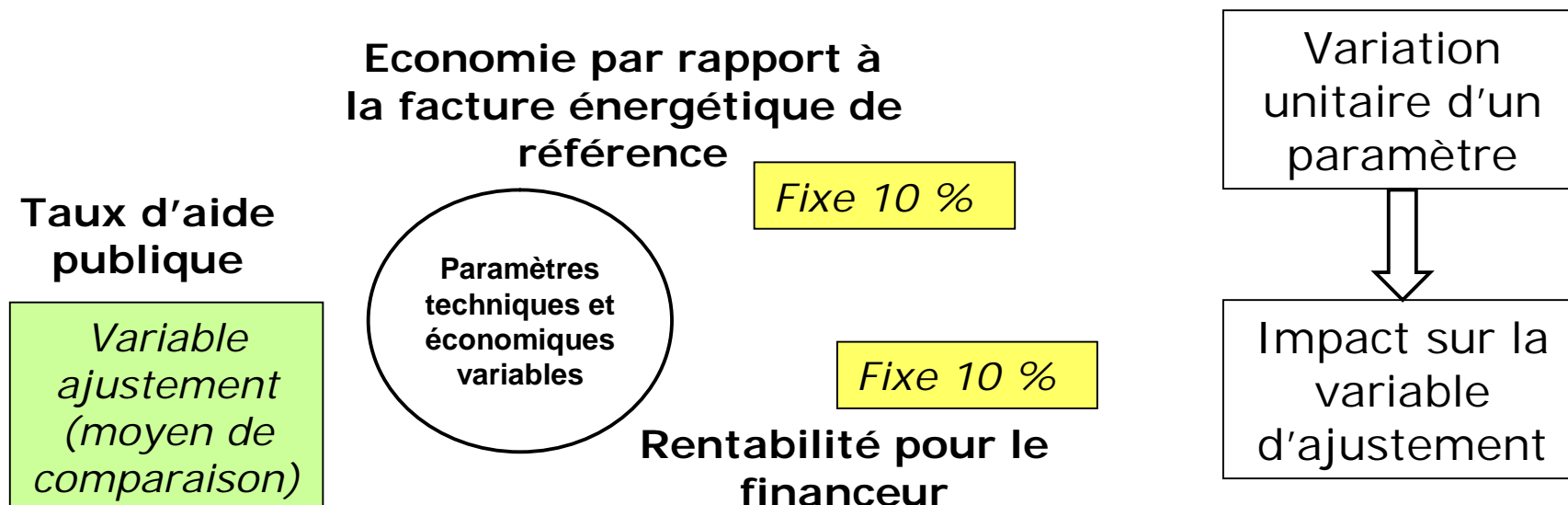
* « normatif » : calculé après impôt avec un financement sur fonds propre



Outil développé

➤ Le principe de base (comparer)

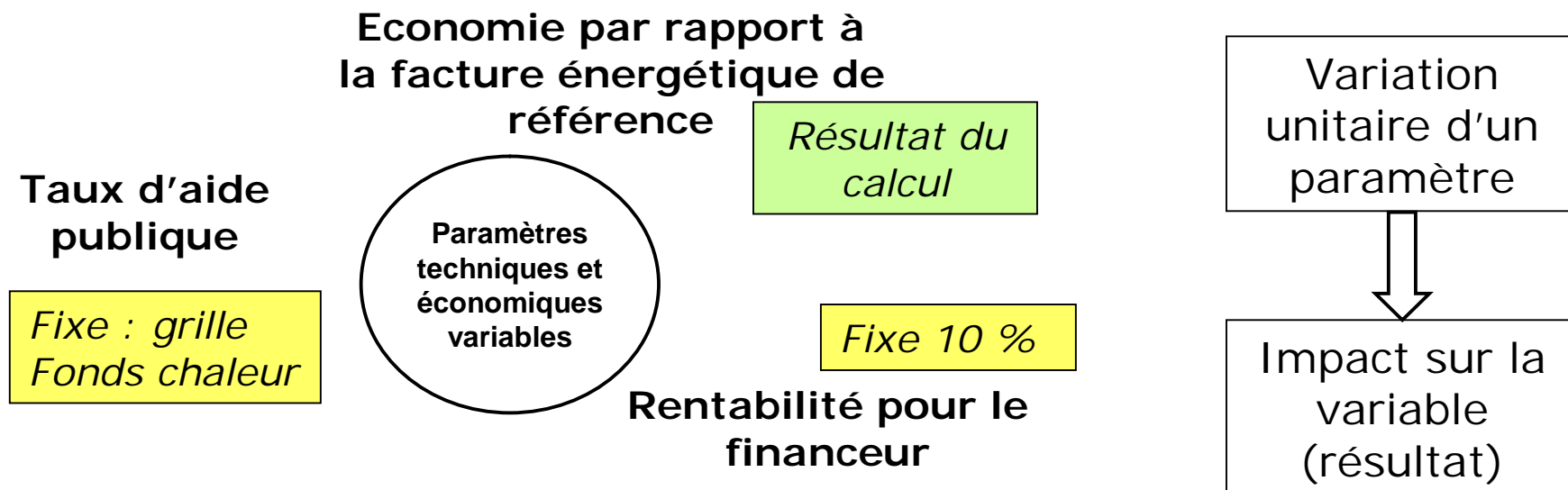
- Recueil de données techniques et économiques sur des cas réels « référents »
- Définition des paramètres techniques et économiques d'un cas moyen (**cas-type**) et de la plage de variation de ces paramètres (zone de pertinence)
- Simulations de l'influence de la variation d'un paramètre (tout autre paramètre étant fixe par ailleurs) sur le trinôme :





Outil développé

- Autre utilisation possible (par exemple)



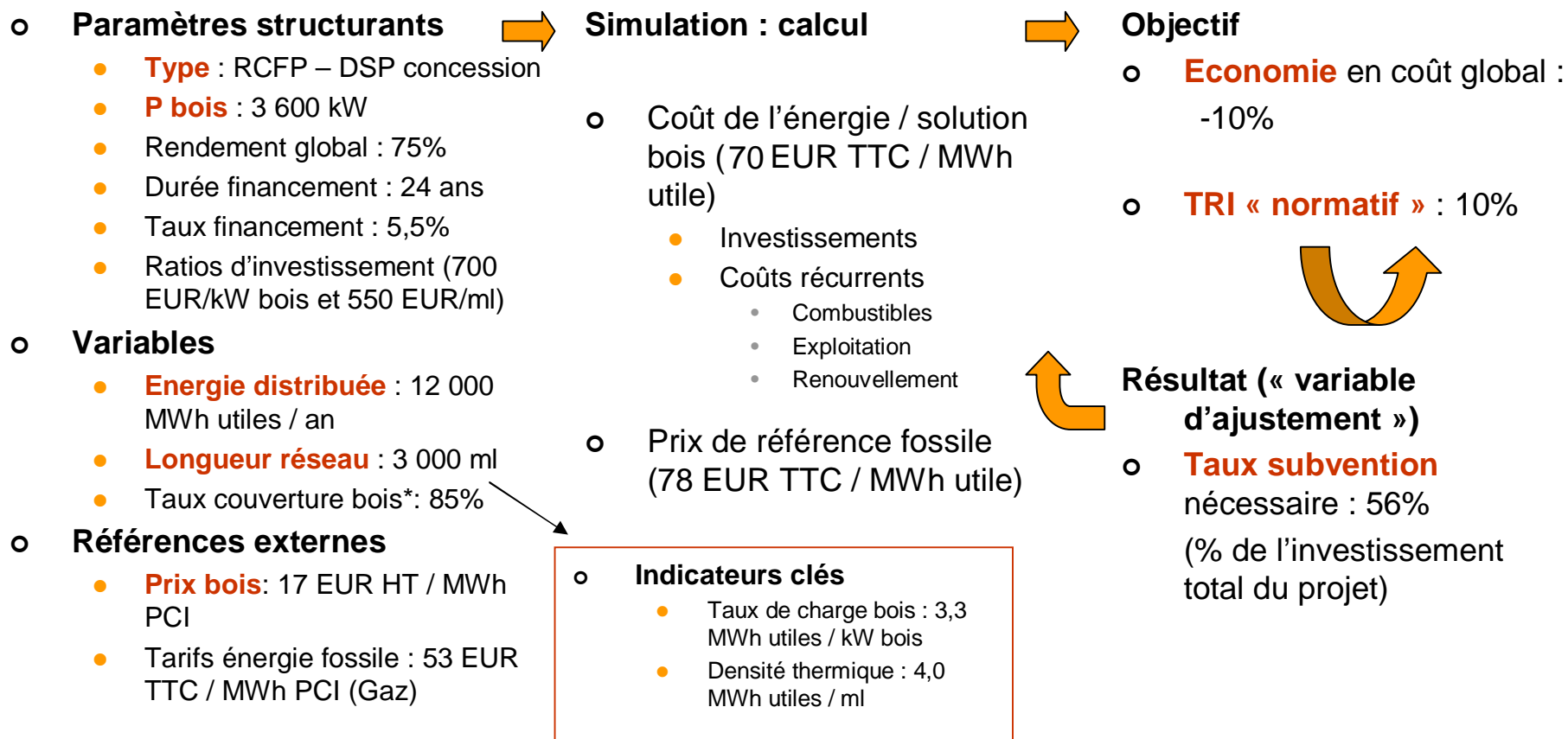


Outil développé Avertissement

- Les simulations qui suivent ont été établies dans le cadre du rôle "d'expertise technique" du CIBE
- Les simulations étudient les niveaux d'aide nécessaires pour atteindre
 - un TRI « normatif » de 10%
 - et une économie en coût global de 10% pour l'utilisateur
- Ces valeurs sont celles actuellement constatées dans des cas « moyens »
- Elles ne préjugent pas d'une position de principe du CIBE sur ce que devrait être le TRI ou l'économie pour l'utilisateur

Principe des simulations

Illustration : RCFP « cas type »



* Homogène pour les besoins de la comparaison (optimisation possible)

Analyse de sensibilité

L'optimisation technique d'un projet

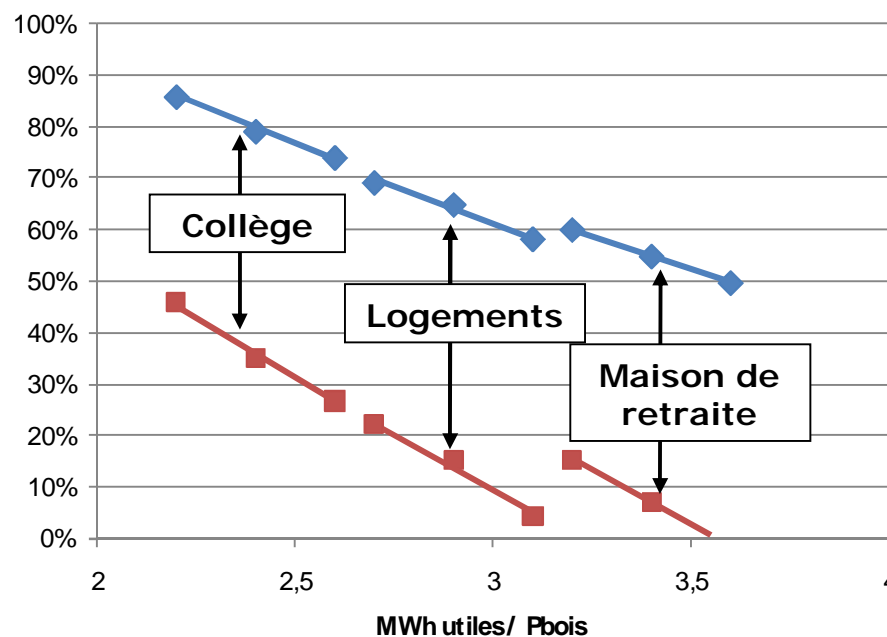
- Le profil des besoins thermiques des bâtiments raccordés

Simulation : évolution du niveau d'aide nécessaire pour assurer la « rentabilité » d'un projet de chaufferie dédiée de petite ou moyenne puissance (700 kW)

Paramètre variable : Energie totale délivrée / Pbois (nombre d'heures de fonctionnement équivalent à pleine puissance)

Les cibles les plus évidentes pour le développement du chauffage collectif au bois sont les bâtiments de taille significative et de faible intermittence

Taux d'aide



◆ Niveau d'aide face au gaz naturel ■ Niveau d'aide face au fioul domestique



Analyse de sensibilité

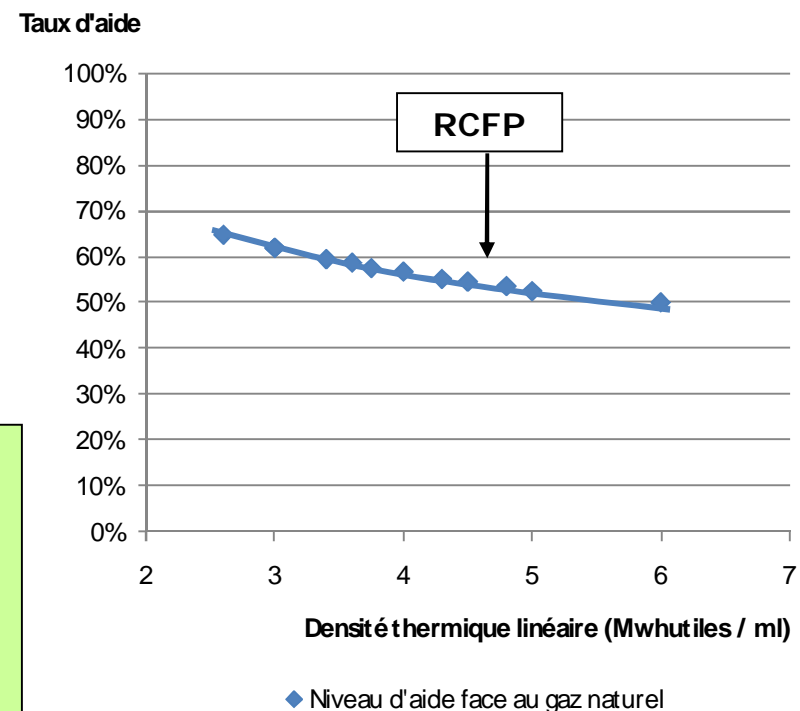
L'optimisation technique d'un projet

➤ La densité du réseau

Simulation : évolution du niveau d'aide nécessaire pour assurer la « rentabilité » d'un projet de réseau de chaleur de forte puissance (3 600 kW)

Paramètre variable : linéaire de réseau à quantité d'énergie délivrée constante (densité thermique linéaire)

L'augmentation de la densité thermique du réseau permet d'atteindre plus facilement l'équilibre économique. Le raccordement de bâtiments excentrés et de petite taille dégrade cette densité thermique





Analyse de sensibilité

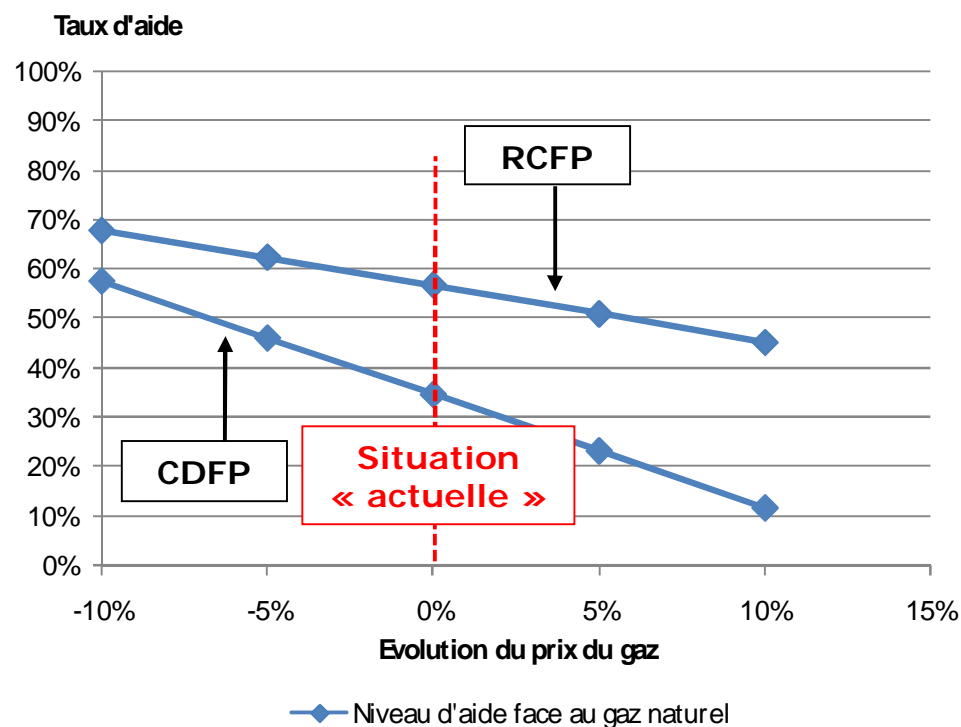
L'influence des paramètres économiques

➤ Le prix des énergies fossiles

Simulation : évolution du niveau d'aide nécessaire pour assurer la « rentabilité » d'un projet de réseau de chaleur de forte puissance (3 600 kW) et de chaufferie dédiée de forte puissance (3 200 kW)

Paramètre variable : prix du gaz naturel

Le développement des projets bois-énergie est largement dépendant du prix (variable) des énergies fossiles



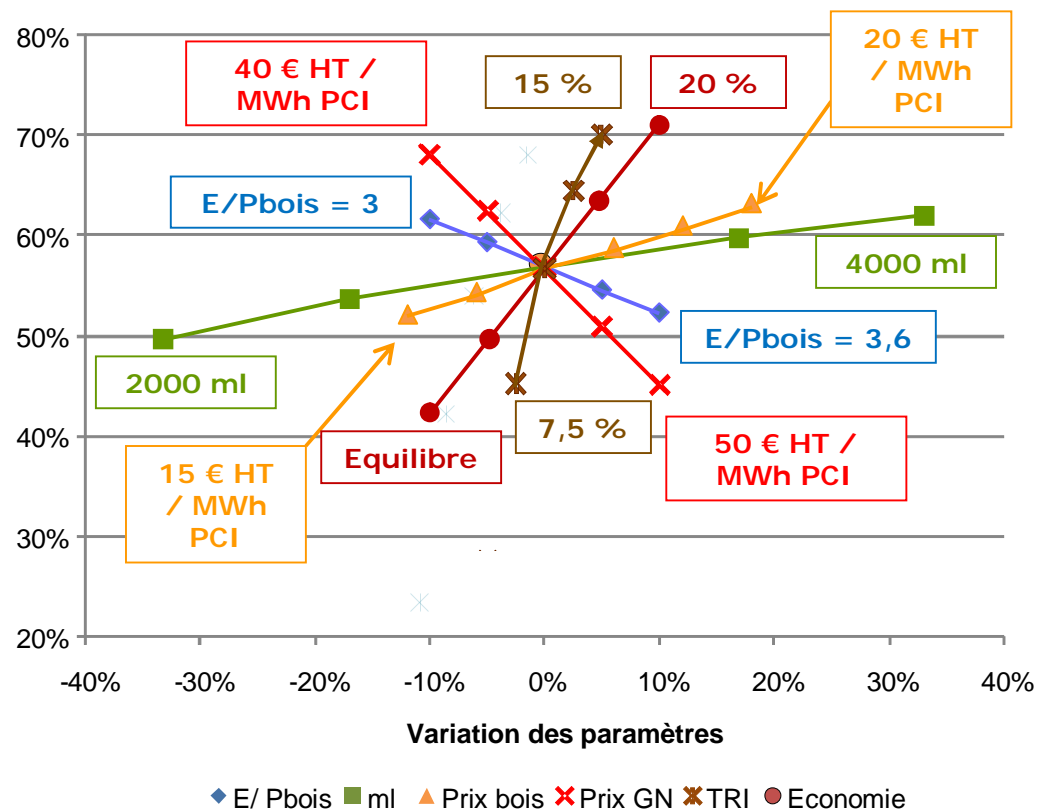
Sensibilité aux principaux paramètres Impact de leur variation unitaire sur la rentabilité (synthèse)

- L'influence comparée des différents paramètres

Simulation : évolution du niveau d'aide nécessaire pour assurer la rentabilité économique d'un projet de réseau de chaleur de forte puissance (3 600 kW)

Paramètres variables : Energie totale délivrée / Pbois, linéaire de réseau à quantité d'énergie constante, prix du gaz naturel, prix du bois, TRI, économie en coût global

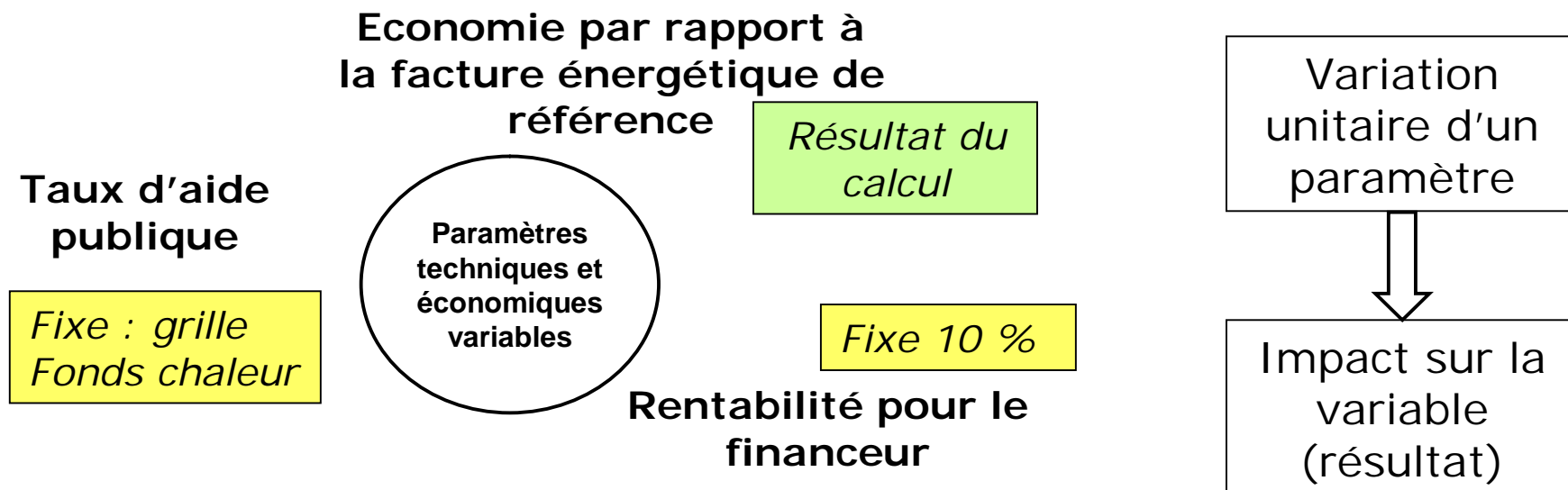
Taux d'aide





Outil développé

- Autre utilisation possible (par exemple)



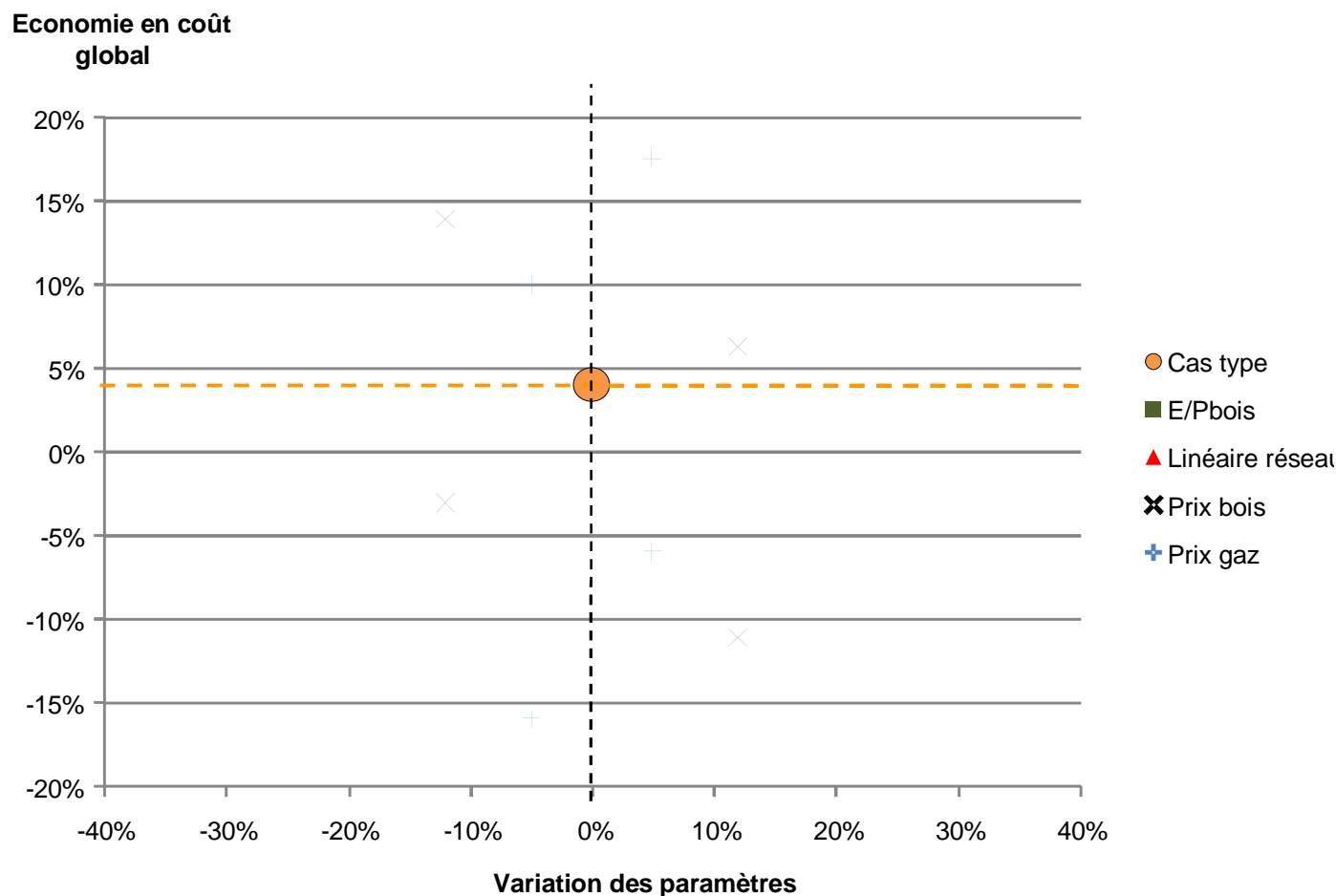


Fonds chaleur

Ex : RCFP

- Une grande variabilité des projets (1/5)

Simulation :
 évolution du niveau
 d'économie moyen
 en coût global pour
 un taux d'aide fixe
**Paramètres
 variables :**





Fonds chaleur

Ex : RCFP

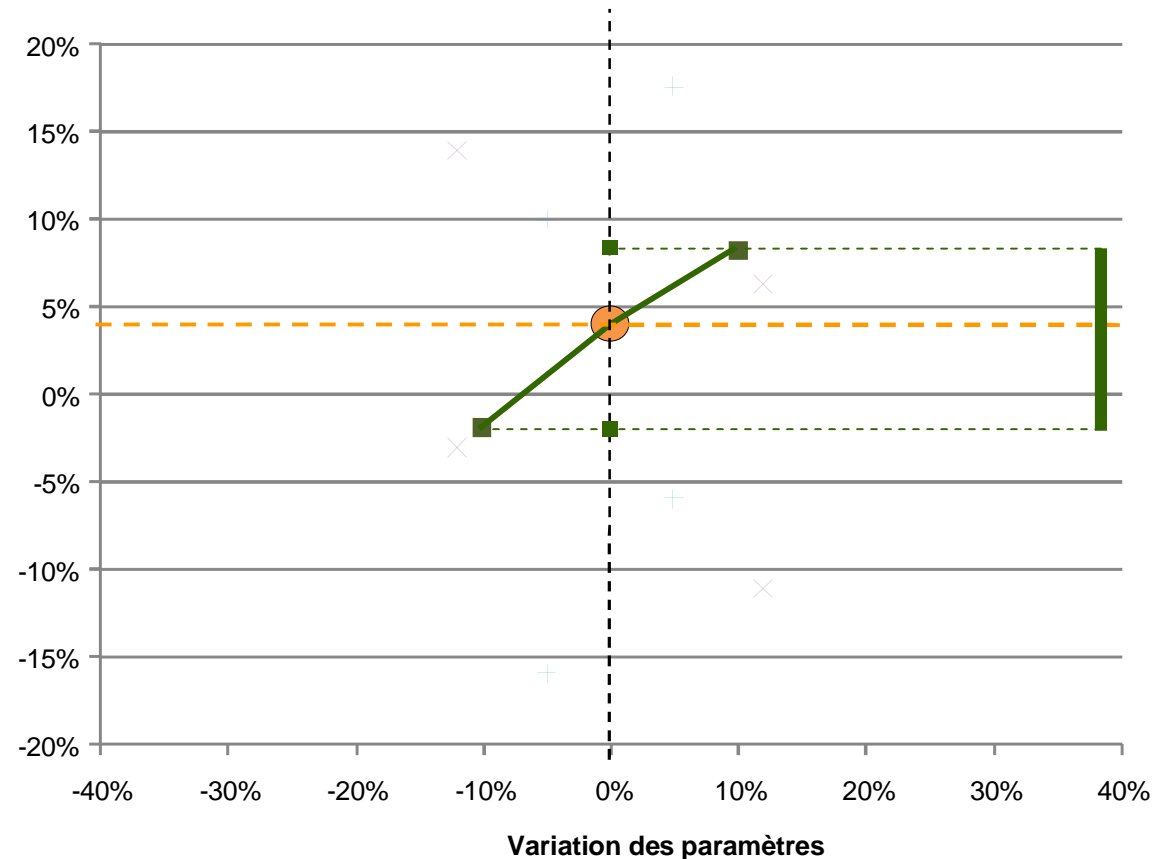


➤ Une grande variabilité des projets (2/5)

Simulation :
évolution du niveau
d'économie moyen
en coût global pour
un taux d'aide fixe

**Paramètres
variables :** Ratio
énergie totale
délivrée / Pbois

Economie en coût
global



- Cas type
- E/Pbois
- ▲ Linéaire réseau
- ✕ Prix bois
- + Prix gaz



Fonds chaleur

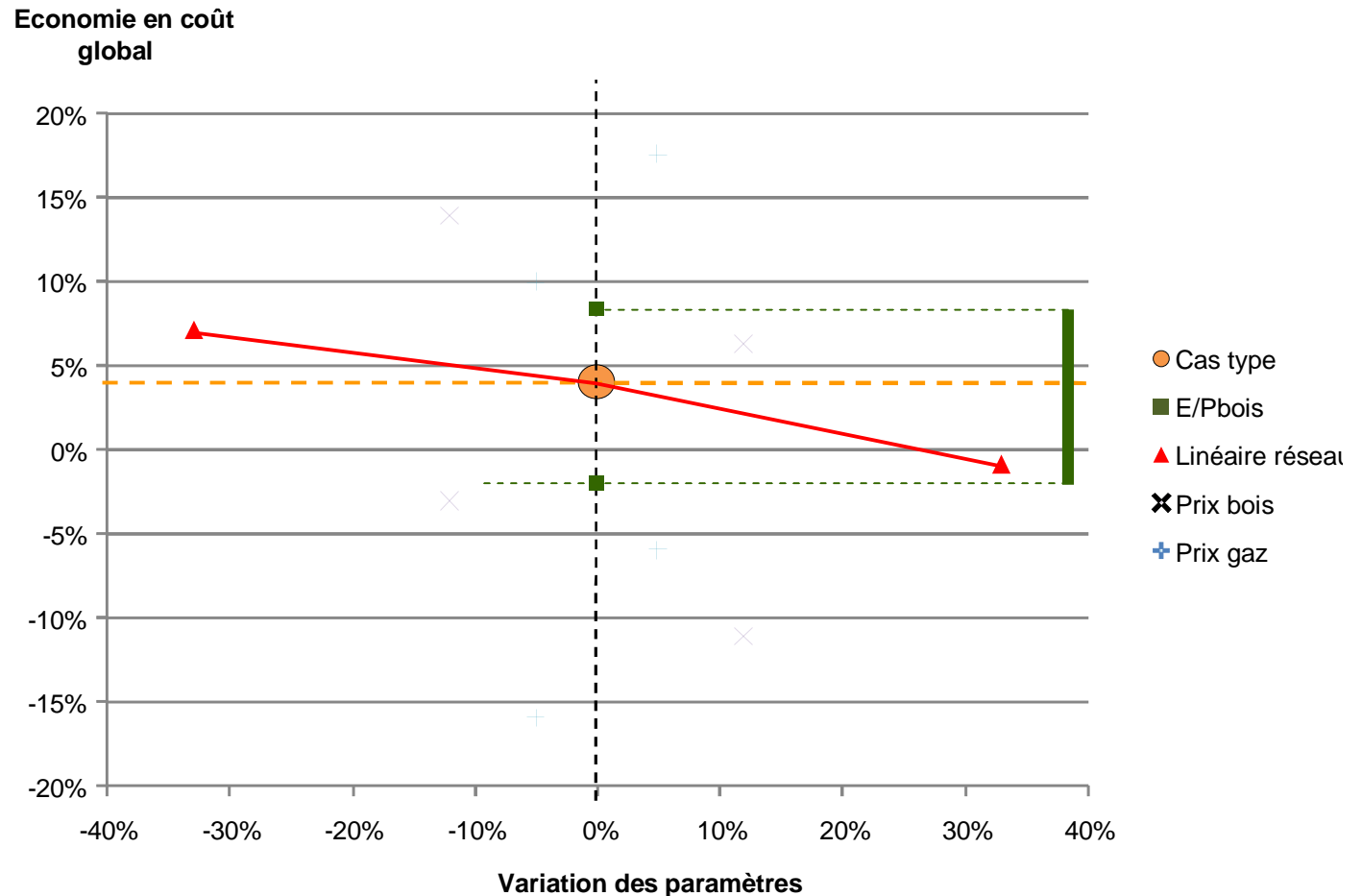
Ex : RCFP



- Une grande variabilité des projets (3/5)

Simulation :
évolution du niveau
d'économie moyen
en coût global pour
un taux d'aide fixe

**Paramètres
variables :** linéaire
de réseau à
quantité d'énergie
constante





Fonds chaleur

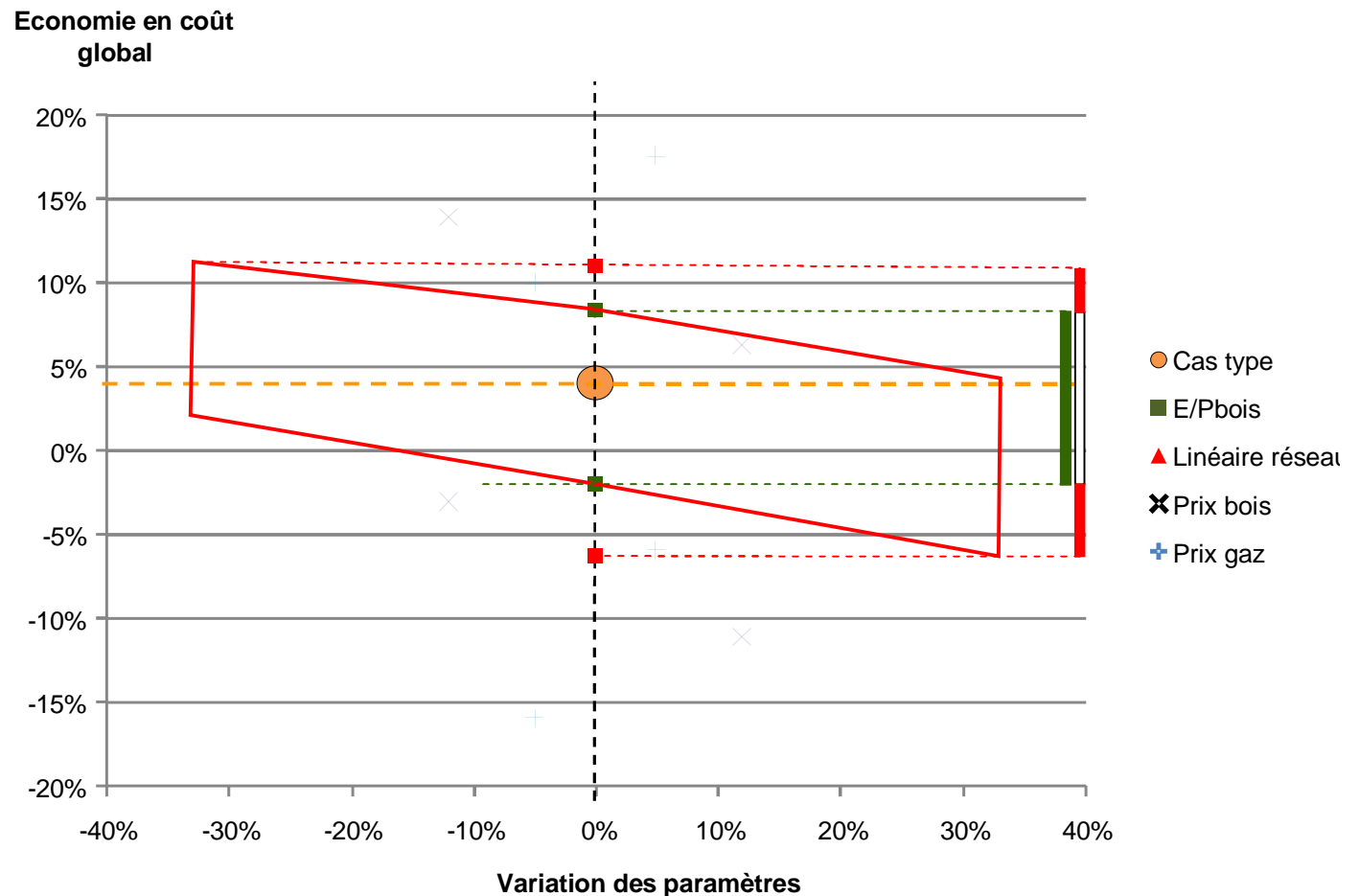
Ex : RCFP



- Une grande variabilité des projets (4/5)

Simulation :
évolution du niveau
d'économie moyen
en coût global pour
un taux d'aide fixe

**Paramètres
variables :** Ratio
énergie totale
délivrée / Pbois,
linéaire de réseau à
quantité d'énergie
constante





Fonds chaleur

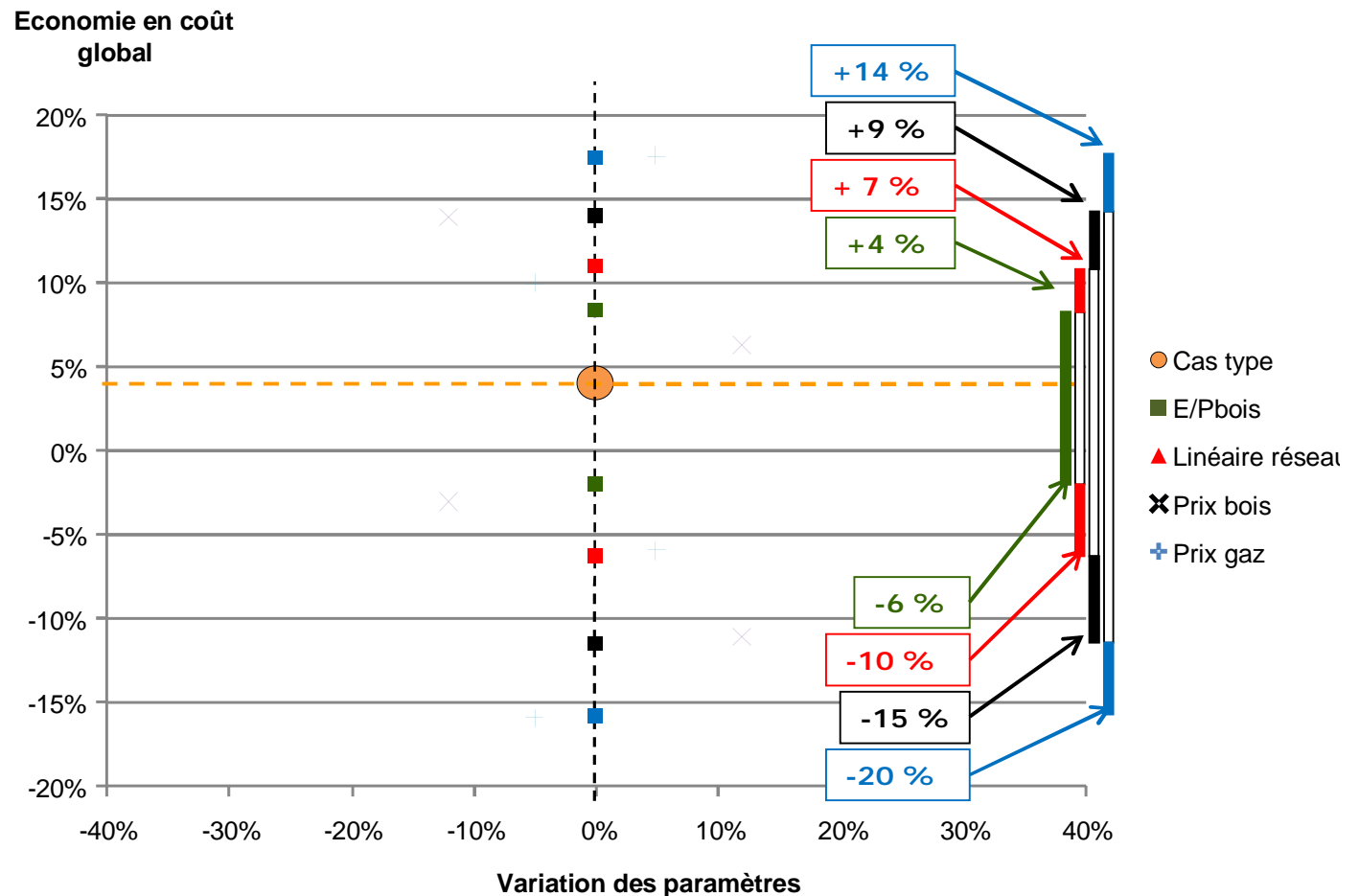
Ex : RCFP



➤ Une grande variabilité des projets (5/5)

Simulation :
évolution du niveau
d'économie moyen
en coût global pour
un taux d'aide fixe

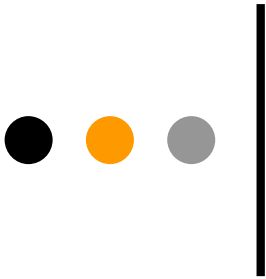
**Paramètres
variables :** Ratio
énergie totale
délivrée / Pbois,
linéaire de réseau à
quantité d'énergie
constante, prix du
bois, prix du gaz
naturel





Synthèse

- L'influence des **paramètres économiques** est prépondérante par rapport à celle des paramètres techniques, même s'ils permettent une optimisation limitée (qui doit être recherchée)
- Le **prix des énergies fossiles** constitue une variable non maîtrisée qui surdétermine les autres
- La pertinence relative des projets devrait s'apprécier **indépendamment de la conjoncture**
 - Le lancement des projets bois risque d'être différé voire abandonné quand le cours des énergies fossiles est bas
 - Une politique volontariste et régulière doit permettre de compenser les effets de cycle pour réduire l'usage des énergies fossiles
 - Le calage de la **situation de référence** doit être réalisé le plus objectivement possible

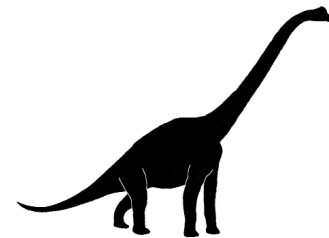


o Merci de votre attention



www.cibe.fr

Fossile tu
parles...





Annexes





Outil développé

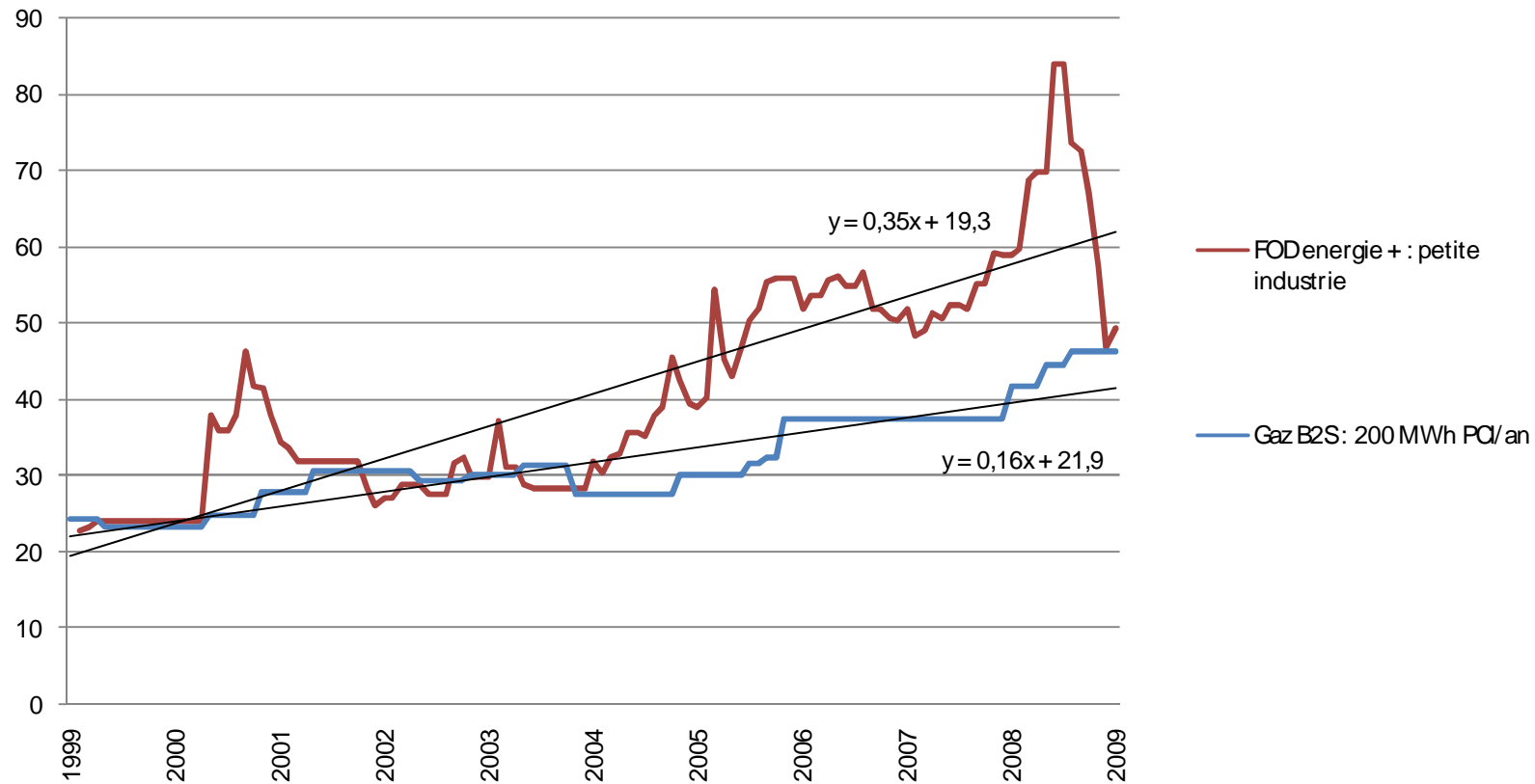
- Les cas-type et les paramètres variables

			Puissance chaudière bois (Pbois)	Energie totale délivrée (E)	E/Pbois	Linéaire de réseau (L)	Densité thermique linéaire (E/L)
			kW	MWh utiles	MWh utiles /kW*	ml	MWh utiles / ml
Chaufferie Dédiée	Petite et Moyenne Puissance	CDPMP	500 700 1 000	1 300 2 000 2 800	2,4 2,9 3,3	300	-
	Forte Puissance	CDFP	2 400 3 200 4 000	6 000 8 000 10 000	- 2,5 3,0	600	-
Réseau de Chaleur	Petite Puissance	RCPD	300 400 500	700 1 000 1 200	2,0 2,5 3,0	300 600 1 000	1,0 1,7 2,5
	Moyenne Puissance	RCMP	900 1 200 1 600	2 300 3 000 4 000	2,0 2,5 3,0	1 000 1 800 3 000	1,0 1,7 2,5
	Forte Puissance	RCFP	2 100 3 600 4 500	7 000 12 000 15 000	2,9 3,3 3,6	2 000 3 000 4 000	2,5 4,0 6,0

* Homogène à des milliers d'heures



Energies fossiles





Energies fossiles

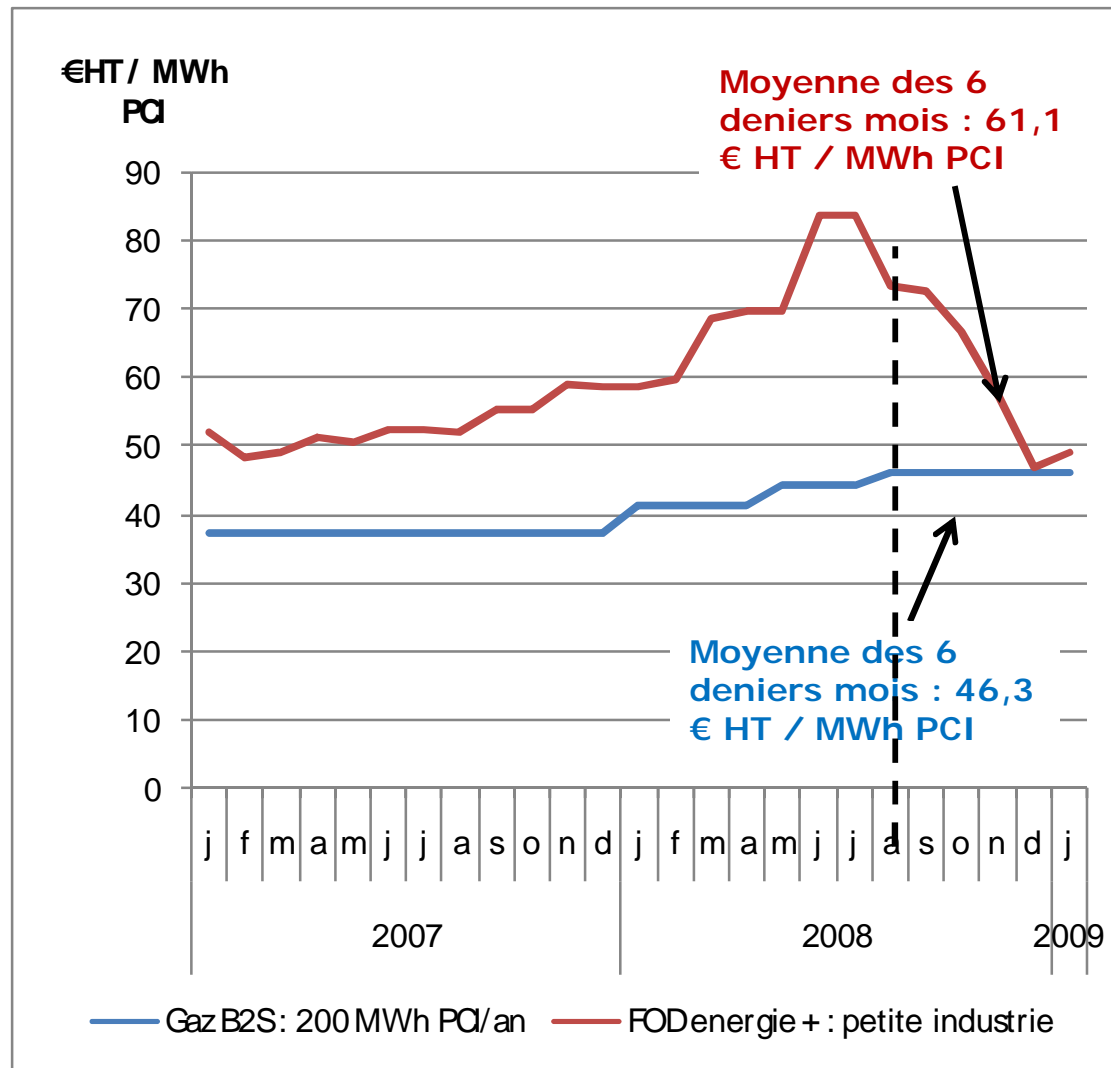


Illustration des diapositives 7, 14 et 16

