



Cerema

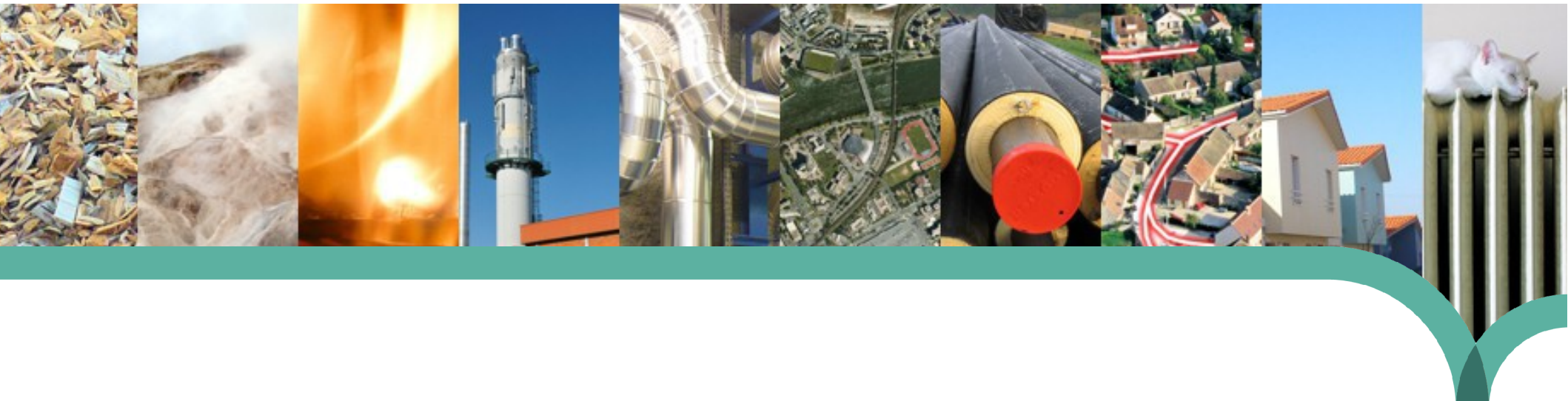
Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Ouest

Économie et finance des réseaux de chaleur

Le nerf de la guerre

Odile Lefrère – Pôle Réseaux de Chaleur | 13/06/14 | Formation CVRH Paris





Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Ouest

- Modèle économique d'un RdC
- Compétitivité des réseaux de chaleur

I. Modèle économique des RdC

La collectivité au centre des flux



Modèle économique des RdC

- Enjeux

Urgence climatique horizon 2020 et importance des RdC dans le challenge

- Nombreux avantages mais réticences des acteurs à se lancer

- Technologies peu connues
- Gros investissements
 - ✓ Méconnaissance des flux financiers
 - ✓ Pas de règle de succès
 - ✓ Inquiétude sur l'avenir des investissements à long terme

Je ne sais pas
combien ça coûte,
je ne sais pas
combien ça rapporte,
je ne connais pas
les risques financiers ...
restons sur ce
qu'on sait faire !



Modèle économique des RdC

- Un investissement capitalistique



RdC Ecoquartier Hoche Nanterre

1,6MW bois et 3,4MW
gaz

80 % EnR

~900 logements

-930 tonnes Co2/an

€€€€€ ?



Axonométrie générale.



Plan Masse.

L'écoquartier du Fort- Issy-les moulineaux

Doublet géothermique
basse T° (600m)

10 000MWh/an

78 % EnR

~1600 eq. Lgmt

-2000 tonnes Co2/an

€€€€€ ?



Aéroport d'Orly

10MW doublet
géothermique (1800m) et
38MW gaz

40 000MWh/an

-9000 tonnes Co2/an

€€€€€€ ?

Modèle économique des RdC

- Un investissement capitalistique



Axonométrie générale.



Plan Masse.



RdC Ecoquartier Hoche Nanterre

1,6MW bois et 3,4MW
gaz

80 % EnR

~900 logements

-930 tonnes Co2/an

3,45 millions d'€HT

L'écoquartier du Fort- Issy-les moulineaux

Doublet géothermique
basse T° (600m)

10 000MWh/an

78 % EnR

~1600 eq. Lgmt

-2000 tonnes Co2/an

8,4 millions d'€HT

Aéroport d'Orly

10MW doublet
géothermique (1800m) et
38MW gaz

40 000MWh/an

-9000 tonnes Co2/an

12,7 millions d'€HT

Modèle économique des RdC

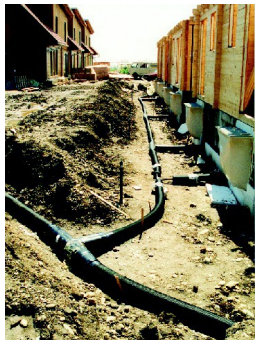
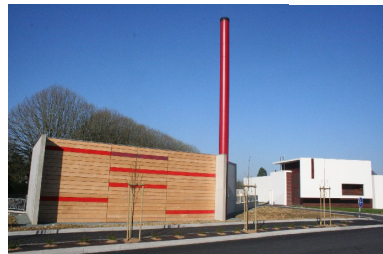
- Quelques ordres de grandeurs

Étude ADEME/Perdurance 2009 – Réseau de chaleur bois + appoint gaz



Coûts d'investissement HT et hors aides publiques

Attention – prudence – Écart type important !!!



**pe
tit**

qqs éq-
lgts –
dizaines
éq-lgts

puissance bois 250 kW à 1000€/kW
+ 125m de réseau à 300€/m
+ études/frais

**330
k€**

**mo
ye
n**

dizaines –
centaines
éq-lgts

puissance bois 1 MW à 650€/kW
+ 500m de réseau à 315€/m
+ études/frais

**880
k€**

**gr
os**

centaines
–
milliers
éq-lgts

puissance bois 4 MW à 500€/kW
+ 2km de réseau à 480€/m
+ études/frais

**330
0 k€**

Modèle économique des RdC

- Quels sont le prix pour l'utilisateur ?

Prix moyen de la chaleur en 2011 : **67,5€ HT/Mwh** (source : AMORCE)

- ✓ 62,7 €TTC/ MWh pour les réseaux « vertueux » (EnR>50%)
- ✓ 76,2 €TTC/MWh pour les réseaux « fossiles » (EnR<50%)



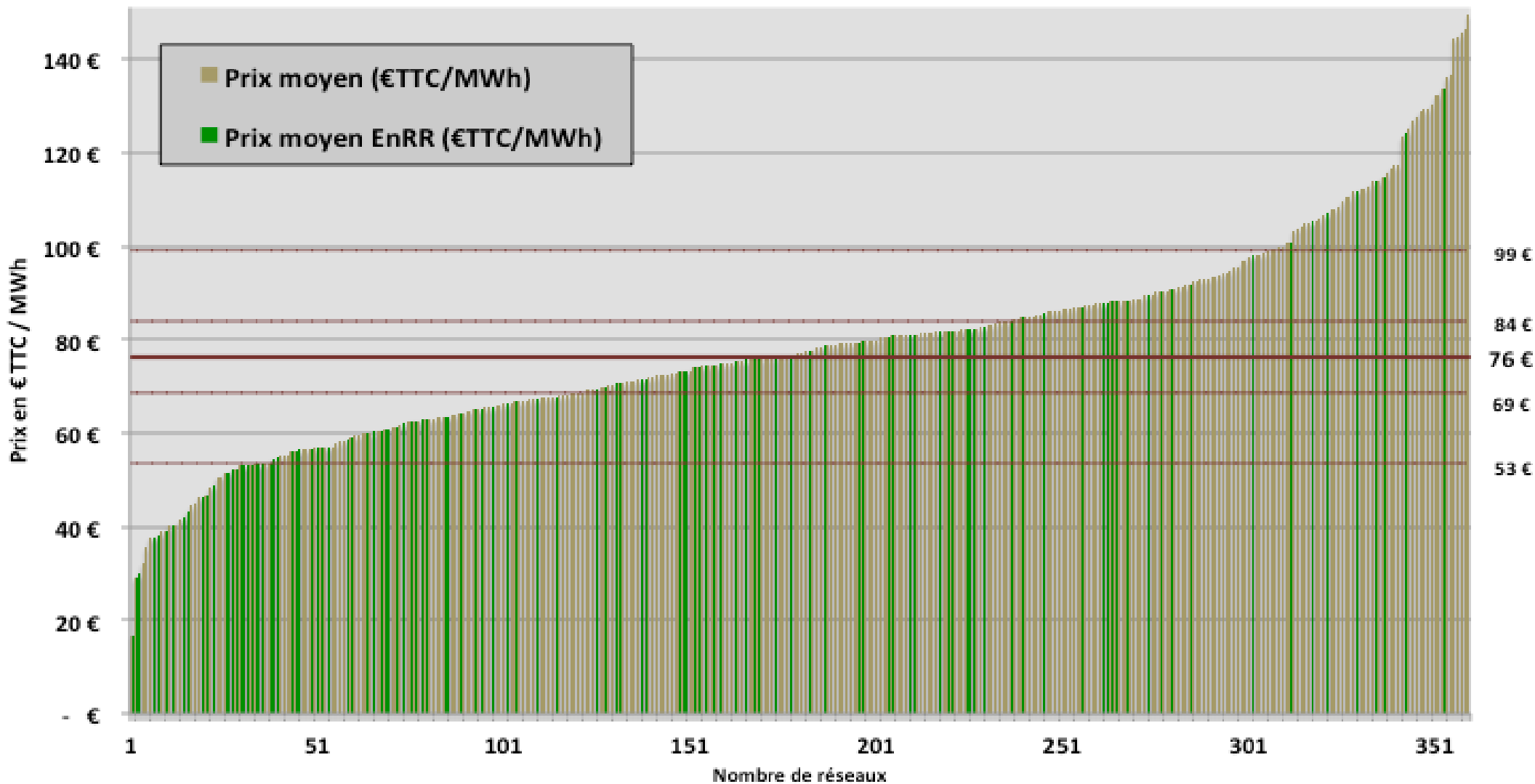
Modèle économique des RdC

- Quels sont le prix pour l'utilisateur ?

Attention...forte disparité (qui s'atténue au fil des années)

Monotone des prix moyens de la chaleur en 2011 (en € TTC / MWh)

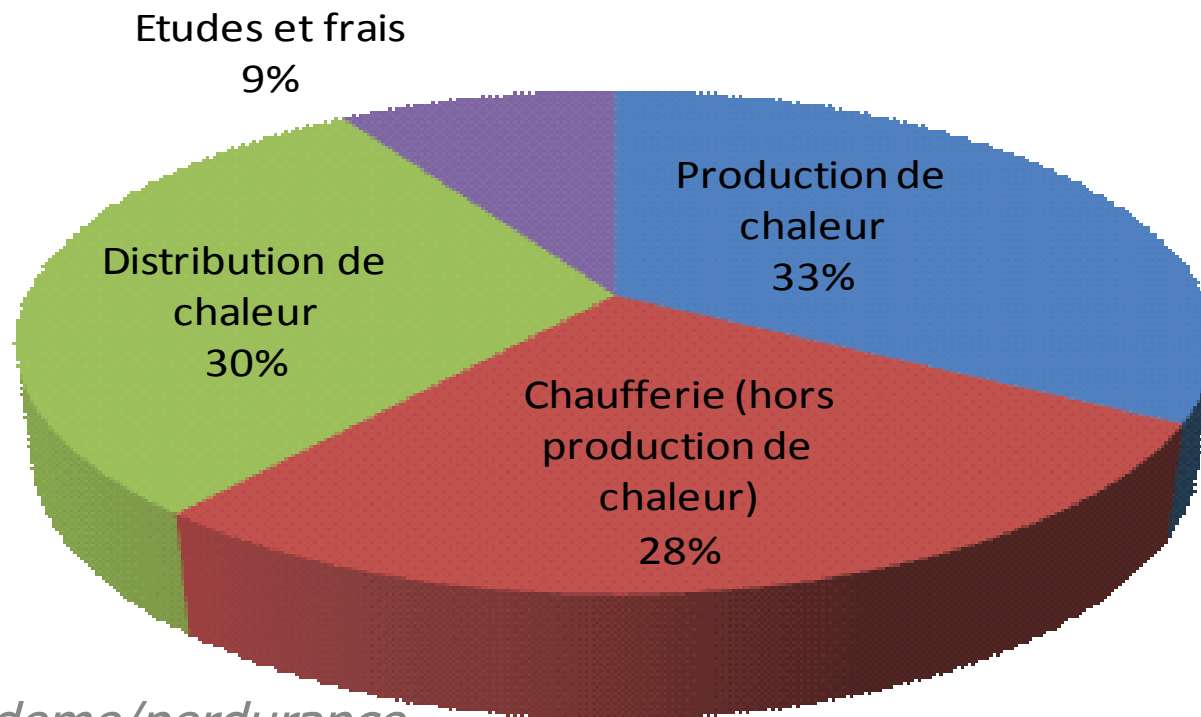
Source : Enquête annuelle de branche SNCU - Analyse AMORCE



Modèle économique des RdC

- Qui a-t-il dans le prix ?

Coûts d'investissement : répartition par poste



Source : Etude Ademe/perdurance
2009

Coûts HT et hors aides publiques

Modèle économique des RdC

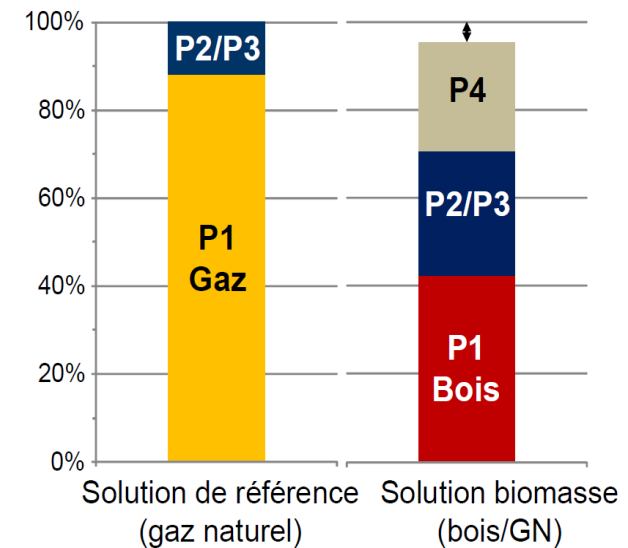
- Qui a-t-il dans le prix ?

Un prix **global** :

- Investissement initial
- Exploitation et redevances
- GER

Une facture **binomiale** :

- Part fixe : R2 (fonction de la puissance)
 - ✓ Exploitation (P2/P3)
 - ✓ Amortissement (P4)
- Part Variable : R1 (fonction de la conso)
 - ✓ Combustible (P1)



Modèle économique des RdC

- Focus sur la formation de la facture ?

R1 :	Exemple d'Indexation:
• R1 gaz	• R1g prix du gaz (STS)
• R1 bois	• R1b « prix du bois » attention à ne pas indexer le bois sur du fuel, voir des prix ici http://www.cibe.fr/travaux-cibe-combustibles_143_fr.html
• R1 fuel	
• R1 XXX	• R1f prix du fuel (FOD)

R1 global

- $R1 = a.R1g + b.R1b + c.R1f + d.R1x$
- Avec :
 - ✓ $a, b, c, d \in [0, 1]$ proportion du combustible associé dans le mix énergétique

Modèle économique des RdC

- Focus sur la formation de la facture ?

R2

- R21 coût de l'énergie électrique pour l'éclairage et le fonctionnement des installations de production
- R22 coût du petit entretien, frais administratifs, impôts, etc
- R23 coût du renouvellement et de modernisation des installations
- R24 annuité de financement de l'investissement initial

R2 global

- $R2 = (d.R21 + e.R22 + f.R23 + g.R24)$

Exemple d'Indexation:

- R21 prix électricité (EI)
- R22 prix de prestation de service (fSD2)
- R23 prix BTP (IME, BT40)

Attention

- Il s'agit d'exemples
- La formation du prix peut être différente
- Quoiqu'il en soit la collectivité doit être en mesure de la comprendre et de la contrôler
- L'abonné et l'utilisateur aussi...

Modèle économique des RdC

- Les paramètres aux impacts financiers forts

Investissement initial :

- Travaux GC, voirie, chaufferie...
- Dimensionnement
- Type d'énergie
- Technologie



Modèle économique des RdC

- Les paramètres aux impacts financiers forts

Investissement initial :

- Travaux GC, voirie, chaufferie...
- Dimensionnement
- Type d'énergie
- Technologique

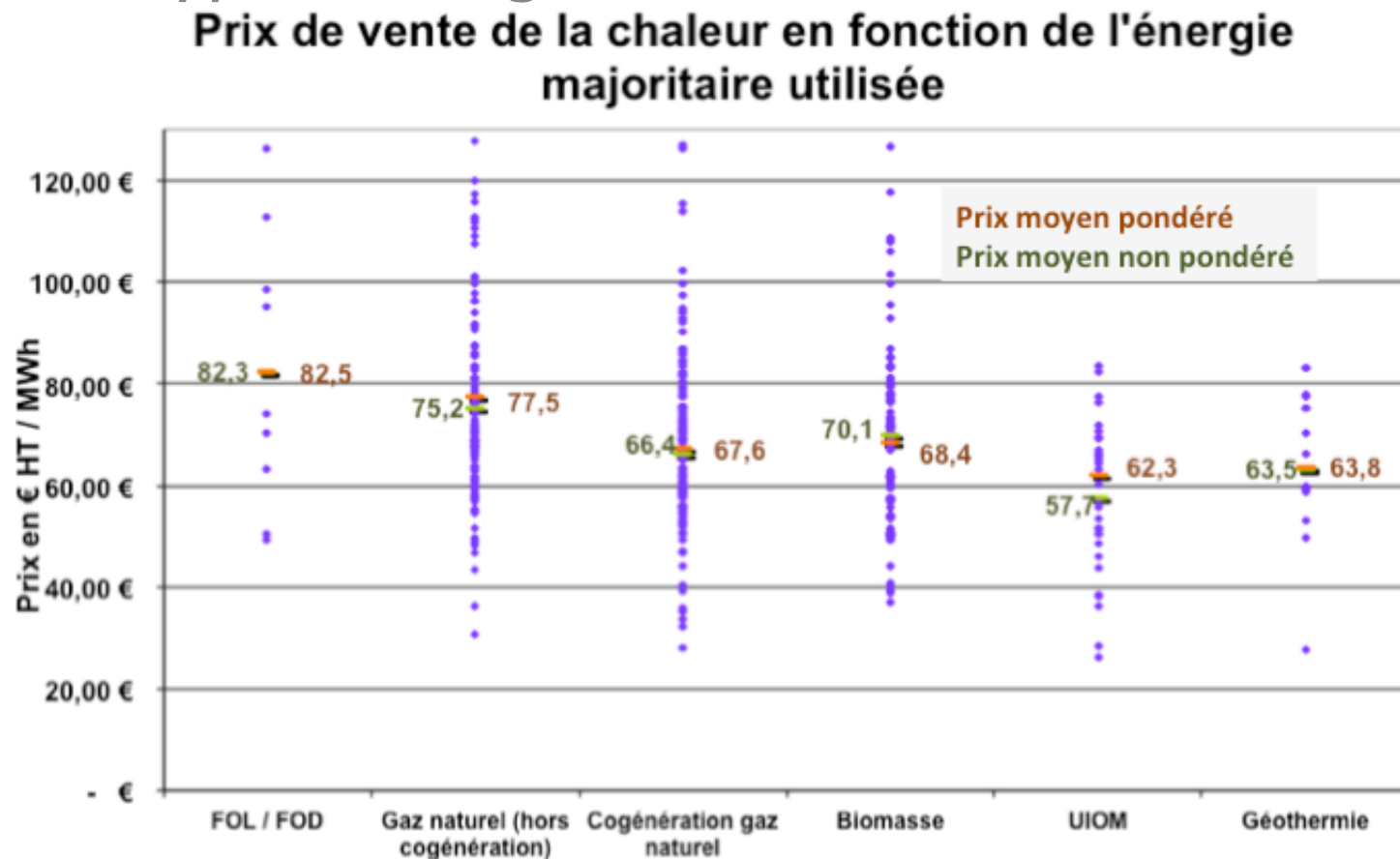
Les précautions :

- Mutualisation des travaux (autres réseaux, voiries)
- Dimensionnement (attention au surdimensionnement)
- Type d'énergie (connaître les ressources locales les plus disponibles et les moins chères)
- Avancées technologiques (nouvelles canalisations, chaufferies, etc)

Modèle économique des RdC

- Les paramètres aux impacts financiers forts

Focus sur le type d'énergie



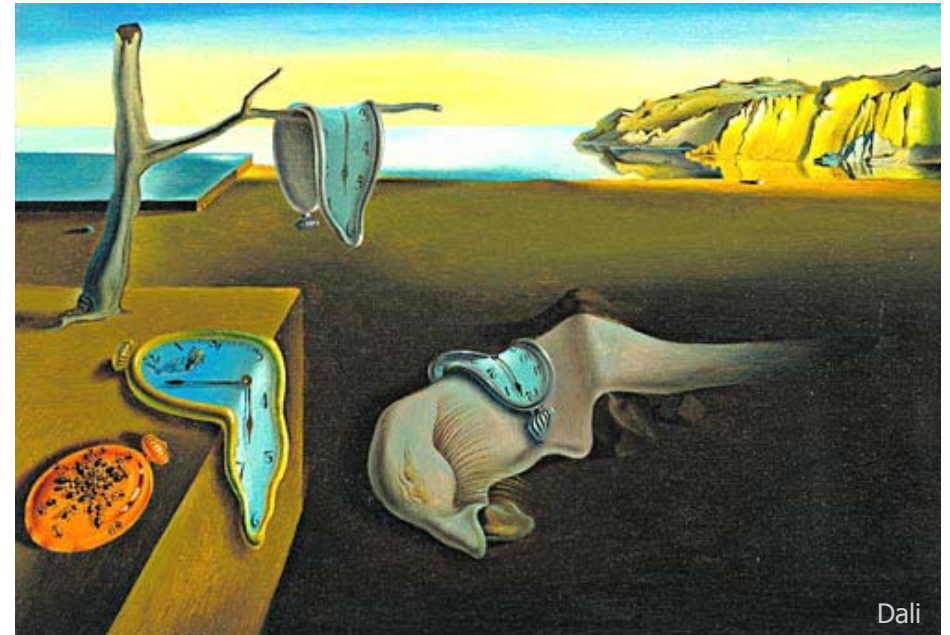
Source : amorce – prix de vente de la chaleur 2011

Modèle économique des RdC

- Les paramètres aux impacts financiers forts

Le temps

- Durée de l'engagement
- Durée des travaux
- Étalement des raccordements
- Durée du prêts



Modèle économique des RdC

- Les paramètres aux impacts financiers forts

Le temps

- Durée de l'engagement
- Durée des travaux
- Étalement des raccordements
- Durée du prêts

Les précautions :

- Lecture du contrat DSP et des business modèles
- Planification des travaux en adéquation avec les livraison des immeubles
- Chaudières mobiles (y compris biomasse)

Modèle économique des RdC

- Les paramètres aux impacts financiers forts

Le risque et l'incertitude

- Nombre de futurs abonnés
- Travaux d'efficacité énergétique
- Réseaux concurrents
- Consommations et puissances inconnues



FIX

Modèle économique des RdC

- Les paramètres aux impacts financiers forts

Le risque et l'incertitude

- Nombre de futurs abonnés
- Travaux d'efficacité énergétique
- Réseaux concurrents
- Consommations et puissances inconnues

Les précautions :

- Classement
- Schéma directeur du RdC
- Engagement des différents acteurs

Modèle économique des RdC

- Optimisation économique : le choix du bon candidat

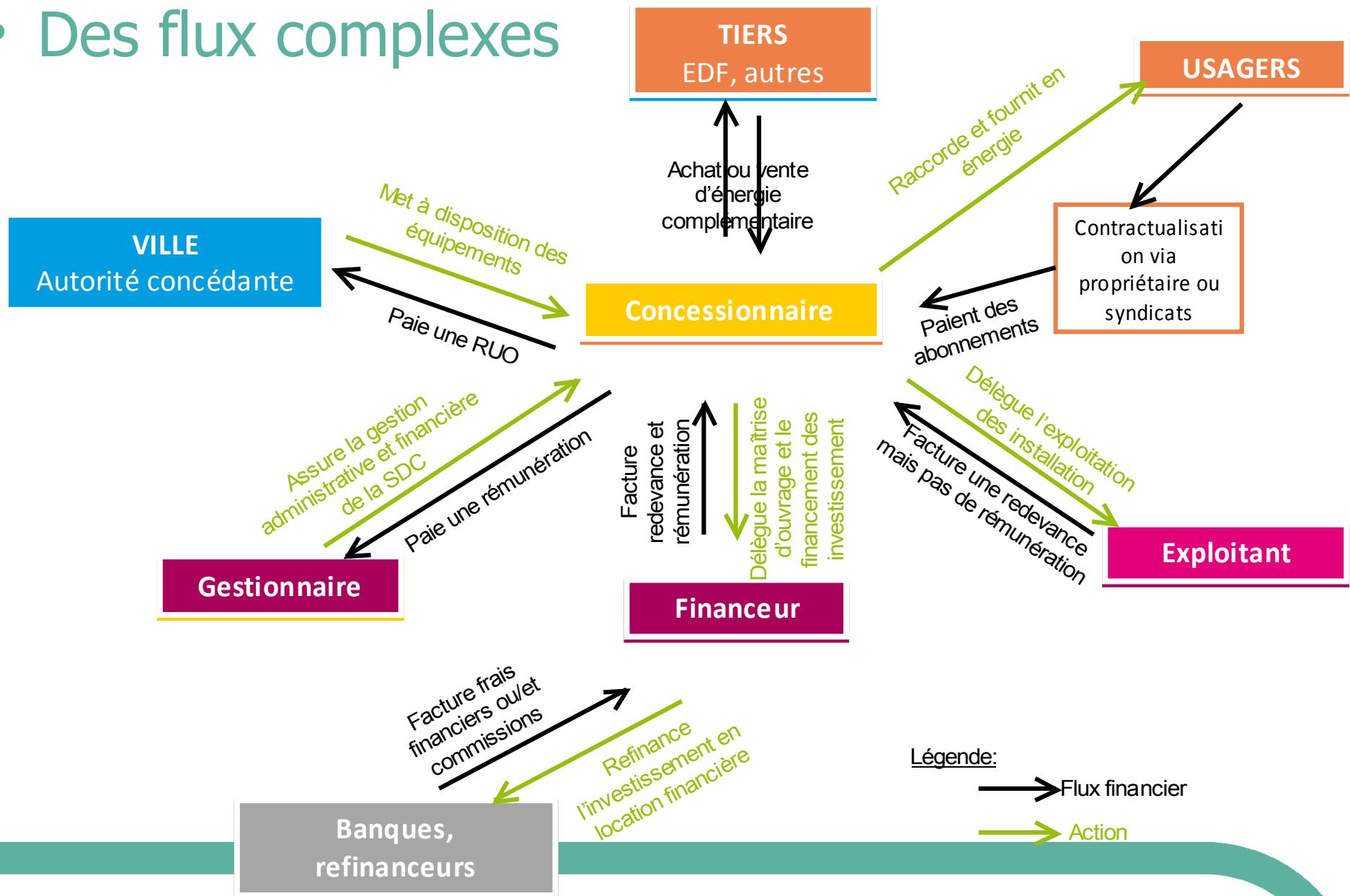
Un quartier :

- Dense
- Mixité d'usages (logements, bureaux, équipements, etc)
- Proximité source(s)
- Chaud et froid ?



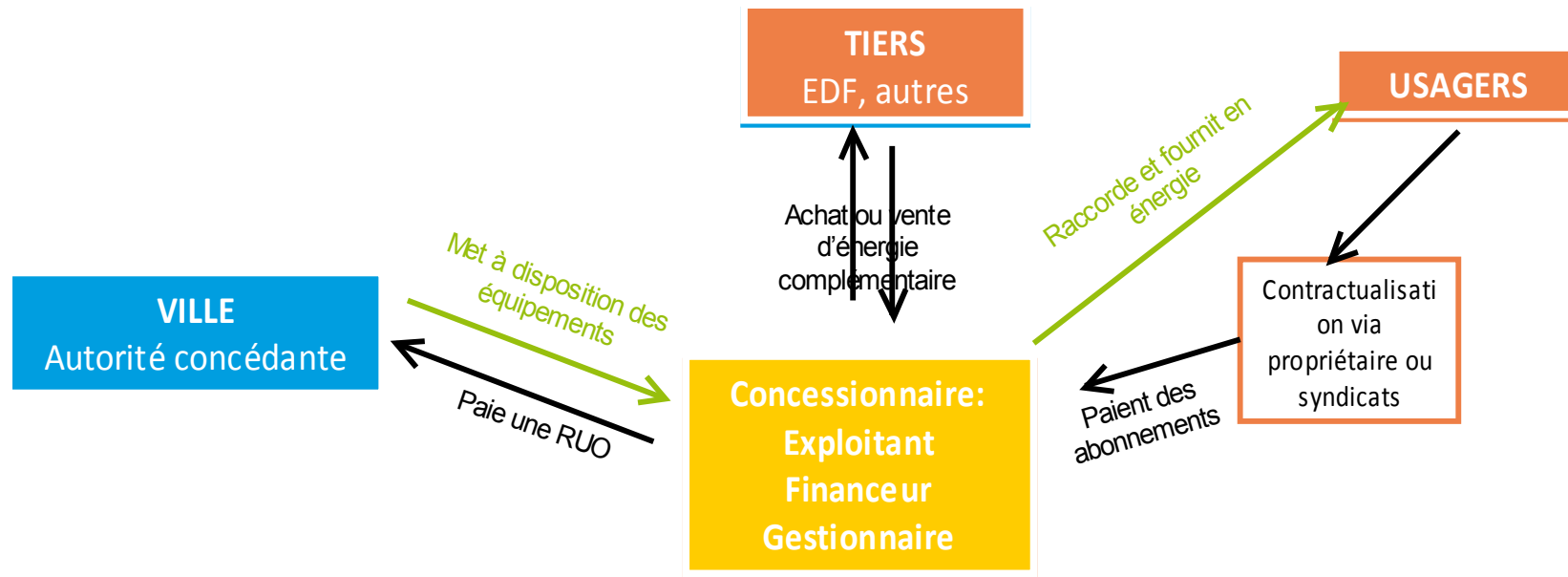
Modèle économique des RdC

- Des flux complexes



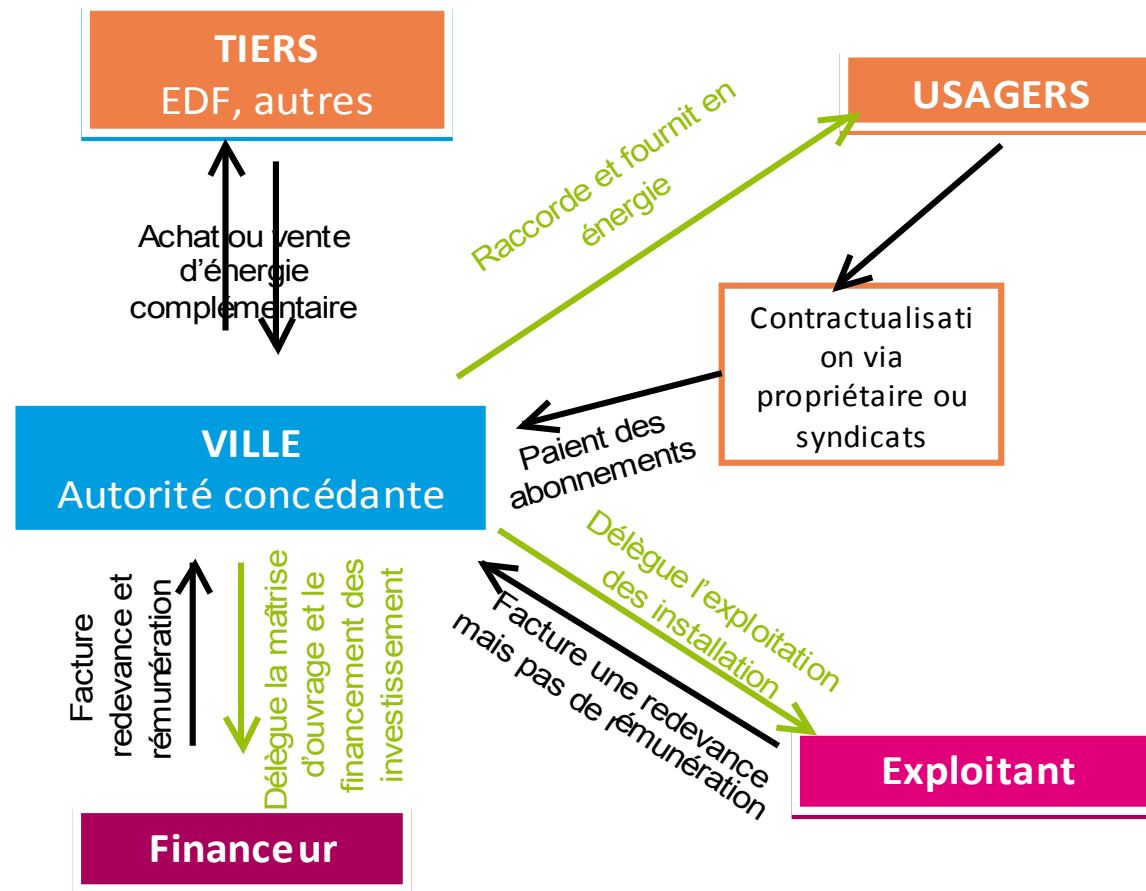
Modèle économique des RdC

- Des flux moins complexes : DSP classique



Modèle économique des RdC

- Des flux moins complexes : régie classique

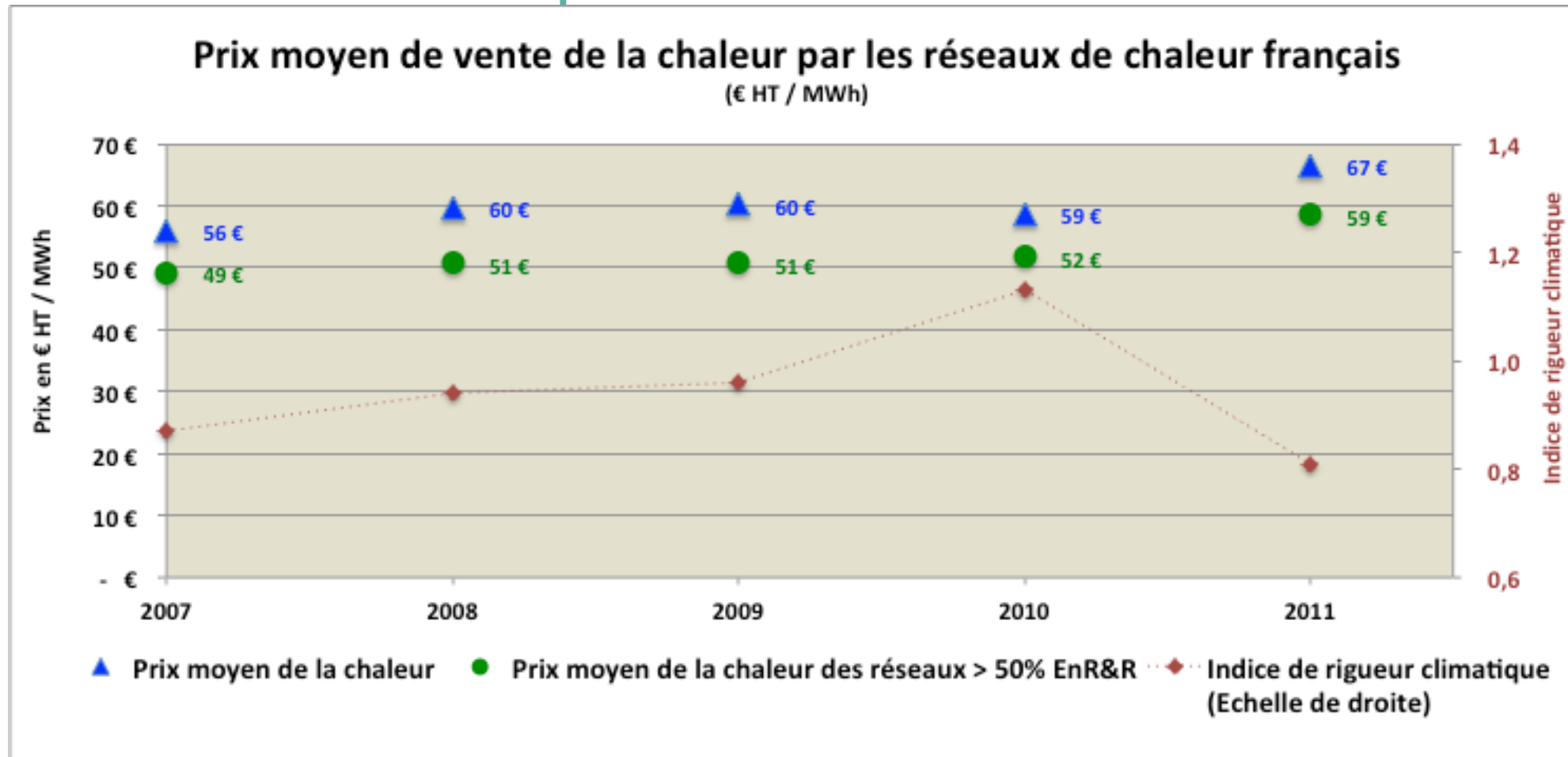


Légende:



Modèle économique des RdC

- L'évolution des prix

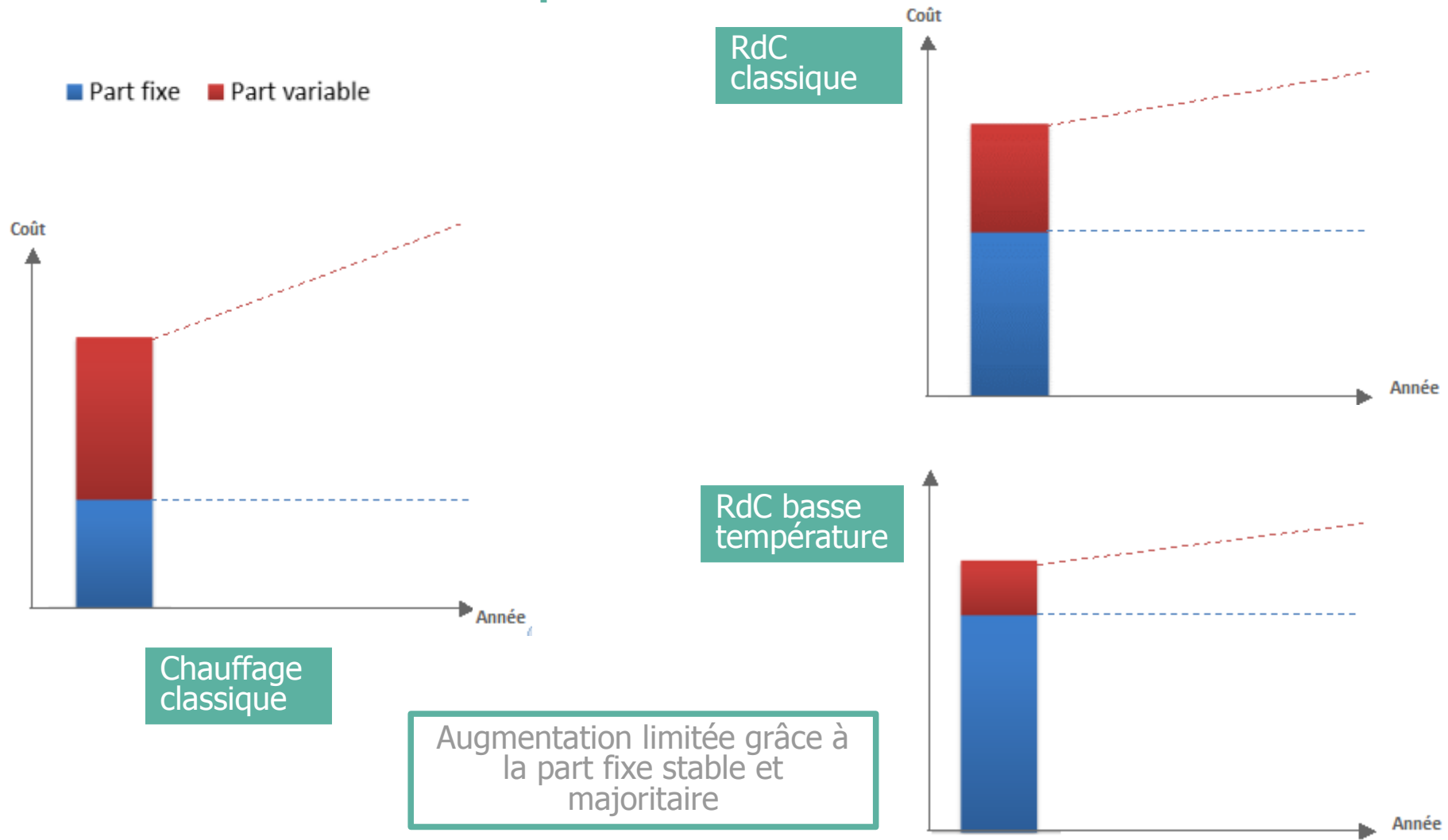


Augmentation en 4 ans : 20 %

Augmentation moyenne annuelle : 4,75 %

Modèle économique des RdC

- L'évolution des prix



Modèle économique des RdC

- L'évolution des prix

Ce qui peut sembler être un avantage (contrôle de la facture) peut être un inconvénient :

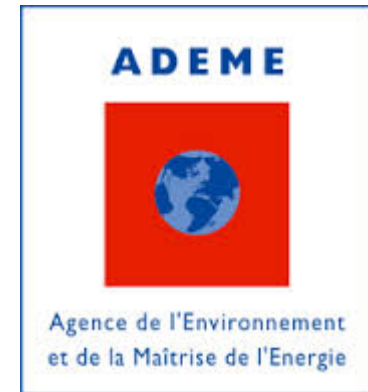
- Acceptation de l'usager d'un abonnement élevé
- Acceptation des autorités (politique de réduction et contrôle de sa consommation)

Modèle économique des RdC

- Les aides financières

Le fond chaleur

- Conditions
 - Au moins 50 % d'EnR
 - Densité thermique $> 1,5\text{Mwh/an/ml}$
 - Gros investissement
- Montant des aides
 - Taux d'aides maximum = 55 % de l'investissement
 - Niveau d'aide est calculé « toutes aides confondues »
 - Objectif de réduction de la facture de 5 %



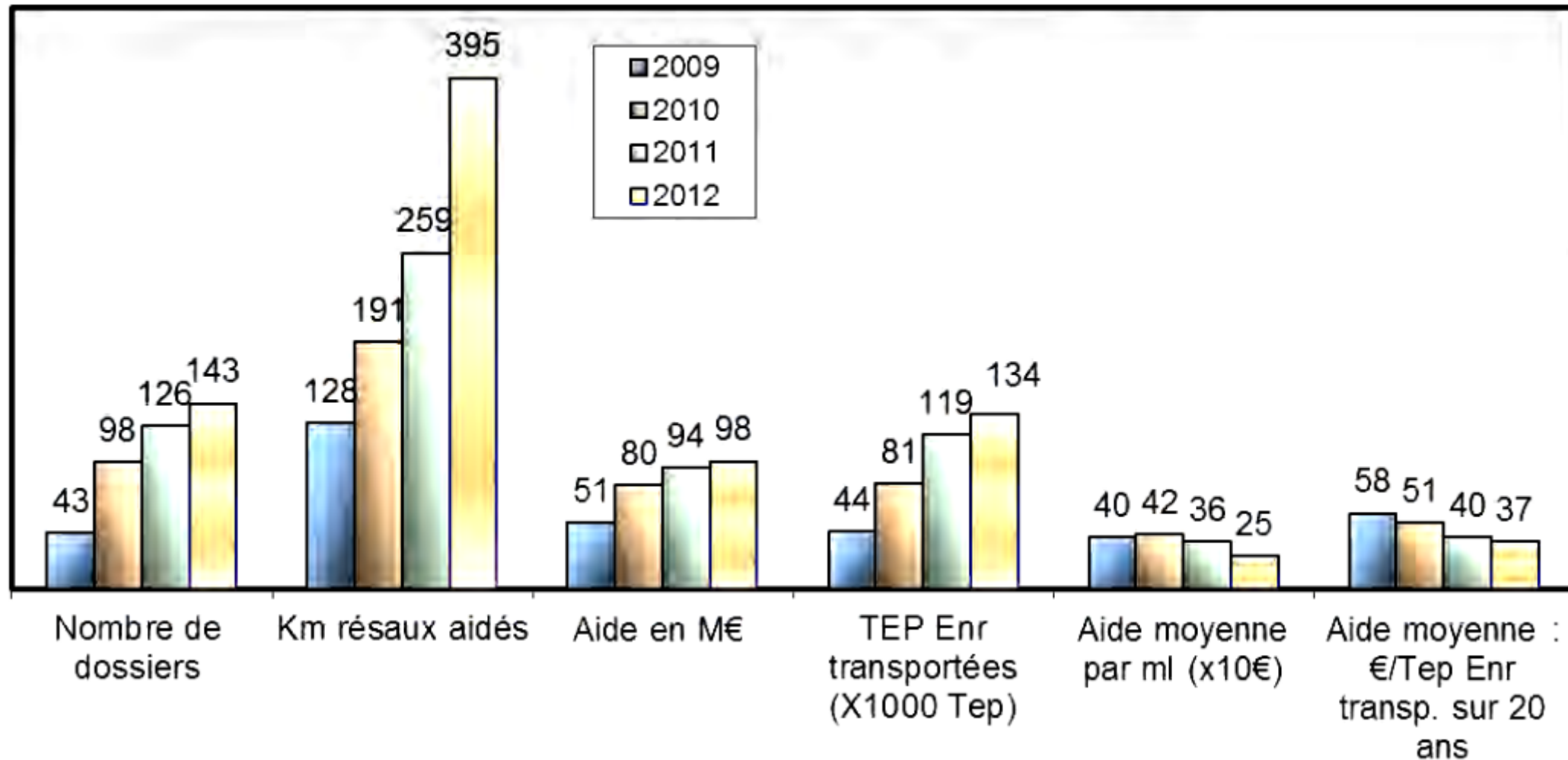
Modèle économique des RdC

- Les aides financières

Le fond chaleur, bilan d'un succès ardent

RESEAUX DE CHALEUR

EVOLUTION 2009 à 2012



Modèle économique des RdC

- Les aides financières

La commission titre 5 réseau et le RT2012

- Majoration de la consommation minimale à atteindre
 - ✓ +30 % pour un contenu CO₂ < 50g/kWh (13,3 % des RC)
 - ✓ +20 % pour un contenu CO₂ entre 50 et 100g/kWh (11,2 % des RC)
 - ✓ +10 % pour un contenu CO₂ entre 100 et 150g/kWh (6,3 % des RC)
- En cohérence avec l'utilisation obligatoire d'EnR



Modèle économique des RdC

- Les aides financières

La fiscalité

- Récupération de TVA (investissement et fonctionnement) uniquement en cas de vente à des tiers
- TVA sur les ventes aux usagers :
 - 5,5% sur le R2
 - 5,5% sur le R1 si le réseau est alimenté majoritairement par des énergies renouvelables ou de récupération
 - Pas de TVA sur les ventes si chiffre d'affaire < 80300€/an
 - ✓ pas de récupération de TVA dans ce cas
 - NB : la collectivité cliente du réseau paie la TVA sur sa facture de chauffage, non récupérable
 - ✓ En régie, cette redevance apparaît comme une charge du budget principal et comme une recette du budget annexe

II. La compétitivité des RdC



Le compétitivité des Rdc

- Retour sur l'étude Amorce

Hypothèse prix :

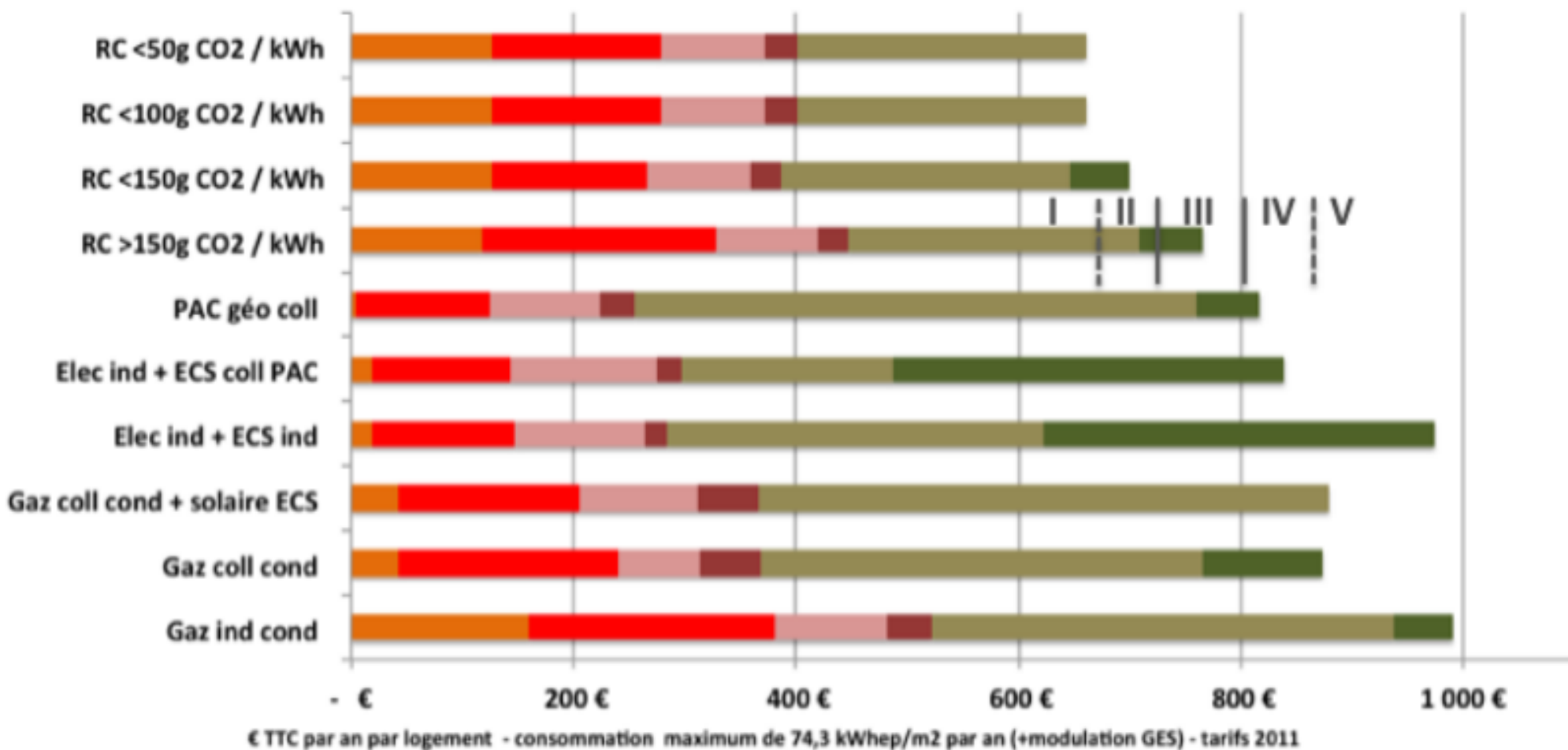
- Électricité :
 - ✓ TRV : ~150€HT/an et ~10,9 c€ TTC/kwh (HP) et 6,8 c€TTC/kwh (HC)
- Gaz :
 - ✓ TRV : ~150€HT/an et ~5,2 c€ TTC/kwh
- Sauf que le prix dans l'électricité et le gaz ne comprend pas la même chose qu'en réseau de chaleur
- D'où une comparaison en coût global (facture énergétique + petit entretien et électricité annexe + GES + amortissement)

Le compétitivité des Rdc

- Retour sur l'étude Amorce

Décomposition du coût global en 2011 - Chauffage & ECS Bâtiment RT 2012

■ R2 ou abonnement P1 ■ R1 ou consommation P1 ■ P'1 + P2 ■ P3 ■ P4 ■ Surcoût bâti

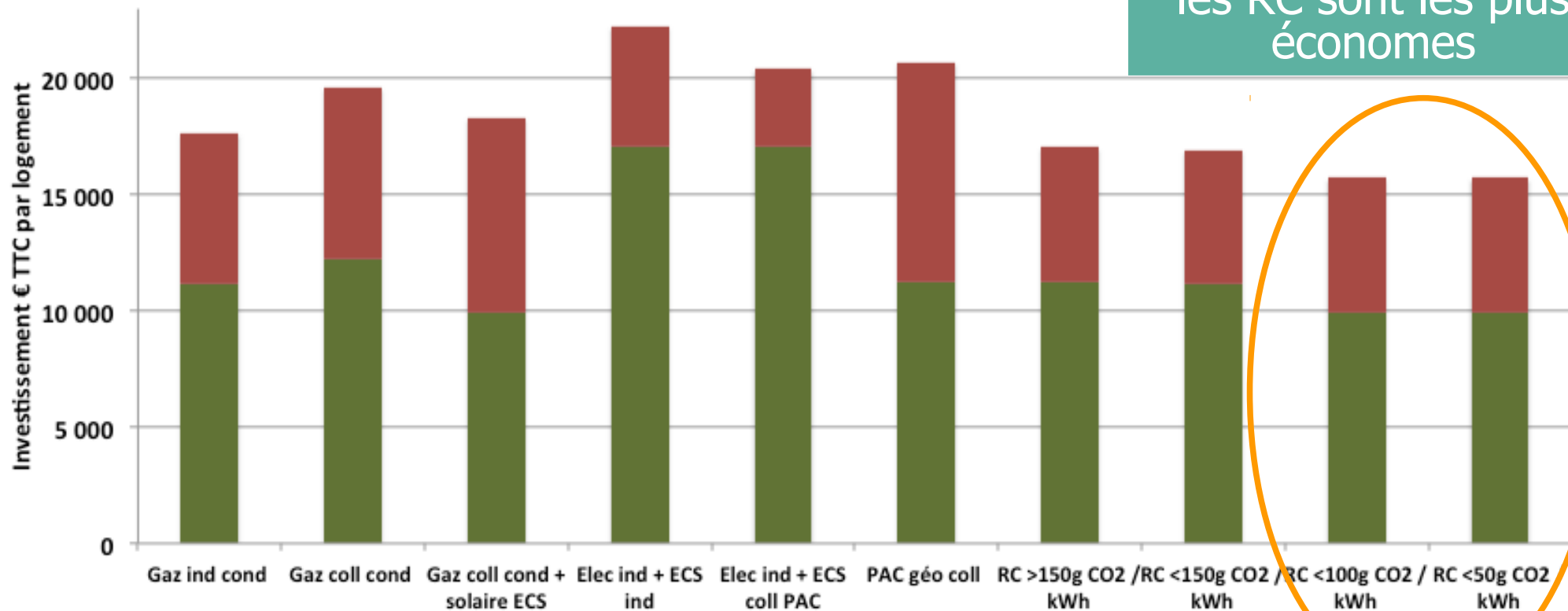


La compétitivité des RdC

- Retour sur l'étude Amorce

Investissement sur le couple *Système de chauffage + Enveloppe sur le bâti*
du point de vue du Maître d'ouvrage

■ Invest bâti € TTC/lgt ■ Invest système € TTC/lgt



En coût global
enveloppe+chauffage
les RC sont les plus
économiques

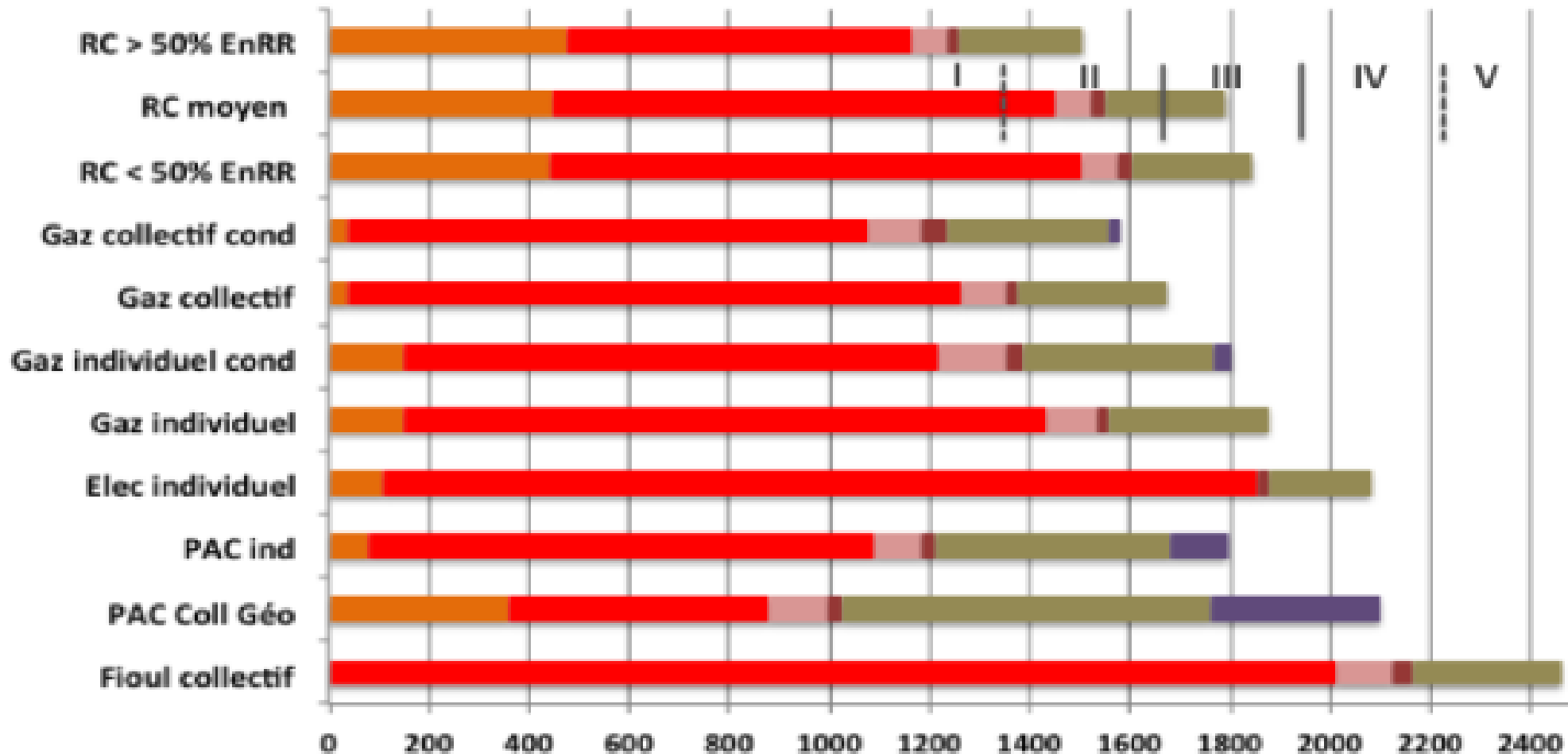
Le compétitivité des Rdc

- Retour sur l'étude Amorce

Décomposition du coût global en 2011 - Chauffage & ECS

Bâtiment peu performant - 300 kWh/m2 par an

■ R2 ou abonnement P1 ■ R1 ou consommation P1 ■ P'1+P2 ■ P3 ■ P4 ■ Crédit d'impôts



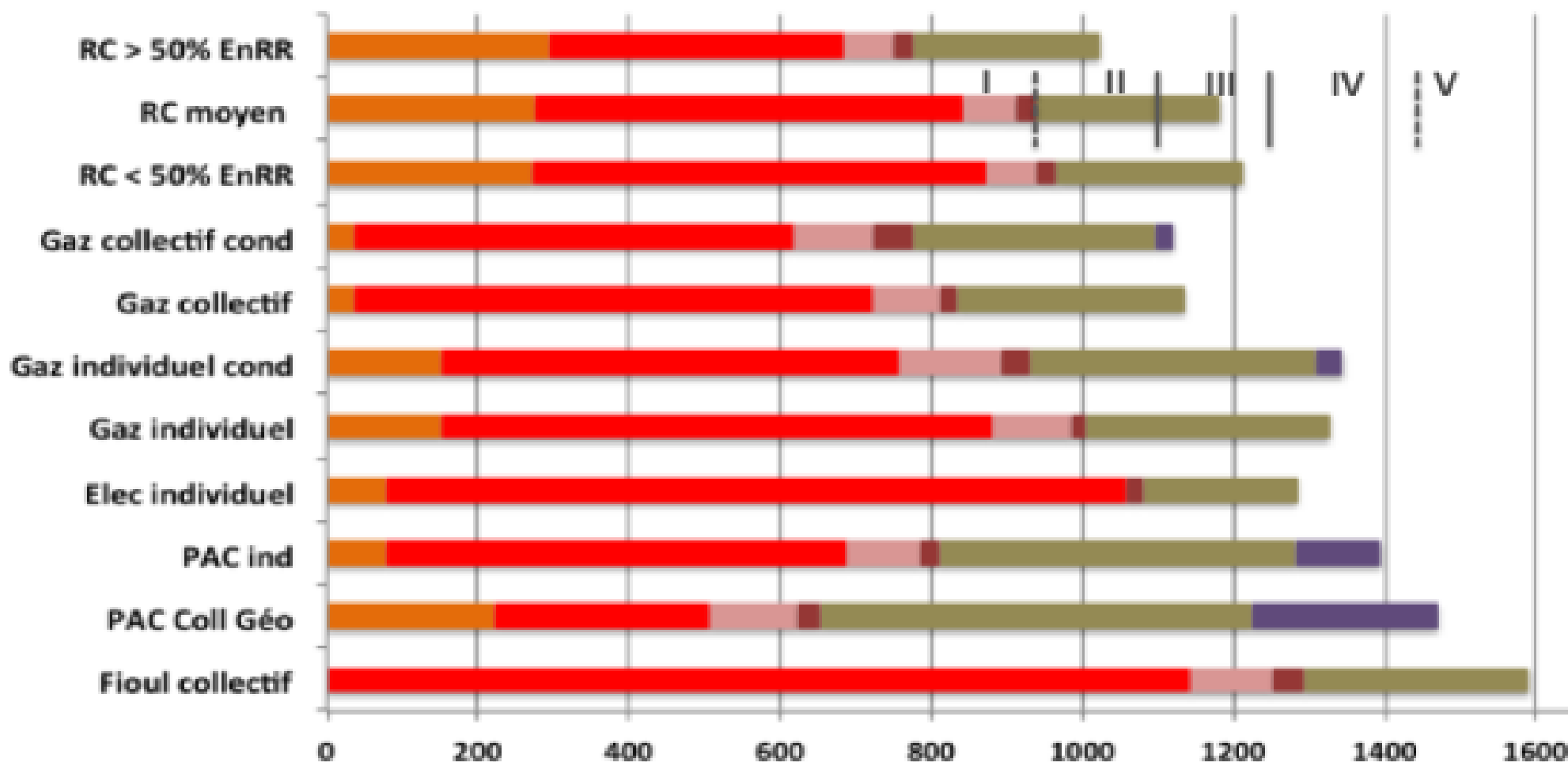
Le compétitivité des Rdc

- Retour sur l'étude Amorce

Décomposition du coût global en 2011 - Chauffage & ECS

Parc social moyen - 170 kWh/m2 par an

■ R2 ou abonnement P1 ■ R1 ou consommation P1 ■ P'1+P2 ■ P3 ■ P4 ■ Crédit d'impôts



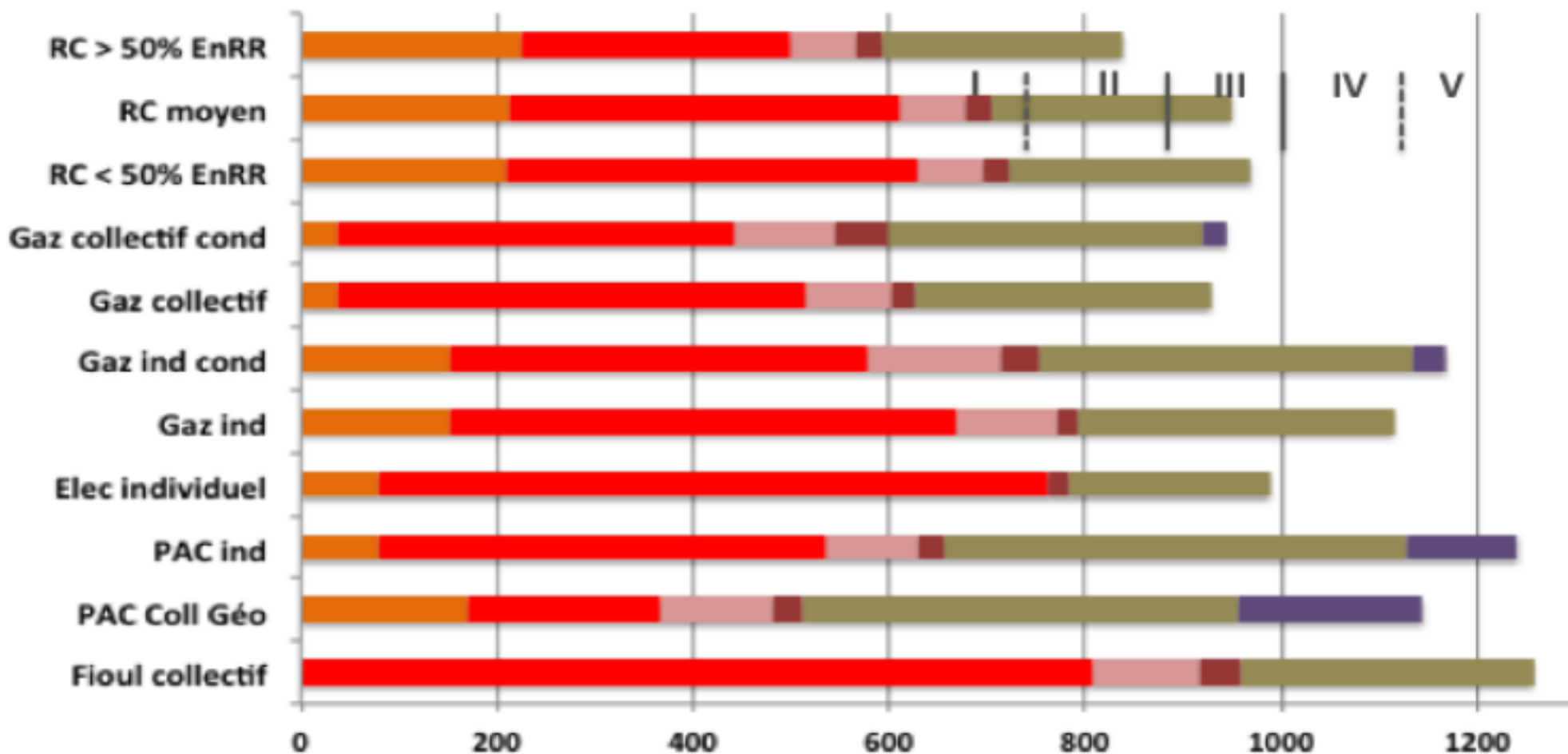
Le compétitivité des Rdc

- Retour sur l'étude Amorce

Décomposition du coût global en 2011 - Chauffage & ECS

Bâtiment RT 2005 - 120 kWh/m2 par an

■ R2 ou abonnement P1 ■ R1 ou consommation P1 ■ P'1+P2 ■ P3 ■ P4 ■ Crédit d'impôts



Le compétitivité des Rdc

- Dans le temps

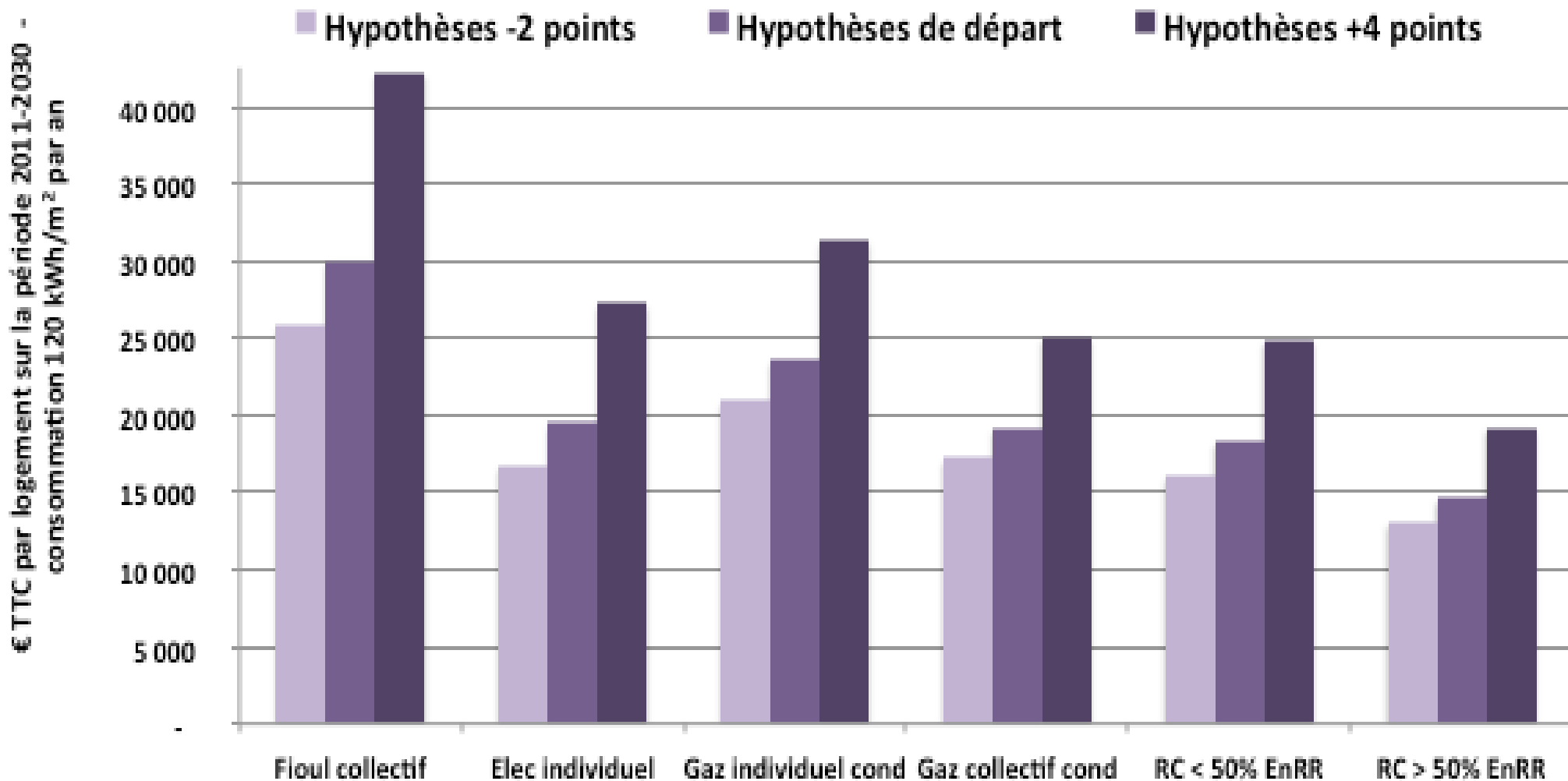
Souvenez-vous :

- Prix de vente de la chaleur
 - Augmentation en 4 ans de 20 %
 - Augmentation moyenne annuelle de 4,75 %
- Prix de vente du gaz (TRV)
 - Augmentation en 4 ans de 39 %
 - Augmentation moyenne annuelle de 9,2 %

Le compétitivité des Rdc

- Dans le temps

Etude du coût global sur 20 ans : Etude de sensibilité des hypothèses d'augmentation du prix des énergies



Le compétitivité des Rdc

- Les coûts des différents combustibles

Combustibles (source : IESF)

- Charbon : 8-19€HT/MWh
- Gaz : 52-70 €HT/MWh
- Bois (pour chaufferie) : 12-22 €HT/MWh
- Géothermie : 5€HT/MWh (source : rapport CG Mines 2006)
- UIOM : 9€HT/MWh (source : rapport CG Mines 2006)

Les RdC, un coût aujourd'hui, des économies demain

- **Une vision globale** : pour comprendre l'intérêt économique des réseaux de chaleur, il faut changer nos échelles : du logement au quartier et du présent au futur.
- **Des EnR pas chères** : compétitives à un coût réduit pour l'état





Odile Lefrère

Chargée d'études RdC

odile.Lefrere@cerema.fr

Pôle Réseaux de Chaleur

reseaux-chaleur@cerema.fr

Retrouvez toutes nos publications sur

www.reseaux-chaleur.fr →

