

# MARCHE PUBLIC DE SERVICES

*AYANT POUR OBJET*

## RÉALISATION DE L'ÉTUDE COST OPTIMUM 2017 POUR LES BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS

*Référence - 2017F0559*

-

**Lot n°1 – volet 1**

-

*Version Commission EU - 2018 06 08*

## Contenu

Introduction .....	5
A. Objet du présent rapport.....	5
B. Usage d'abréviation .....	5
I. BÂTIMENTS DE RÉFÉRENCE .....	7
A. Sélection et description des bâtiments de référence .....	7
1. Approche .....	7
2. Description détaillée des différents bâtiments .....	7
B. Définition de la surface au sol de référence .....	8
C. Critères de sélection utilisés pour définir chaque bâtiment de référence (neuf et existant).....	8
D. Type de bâtiment de référence .....	9
E. Série des données de base pour le parc immobilier.....	9
F. Compte rendu des données concernant la performance énergétique des bâtiments de référence.....	10
II. SÉLECTION DES VARIANTES/MESURES/GROUPES.....	11
III. CALCUL DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE PRIMAIRE CORRESPONDANT AUX MESURES... 12	
A. Évaluation de la performance énergétique .....	12
1. Procédure de calcul de la performance énergétique .....	12
2. Références .....	12
3. Hypothèses liées aux données temporelles et climatiques .....	14
B. Calcul de la demande d'énergie.....	14
1. Résultat du calcul de la performance énergétique pour chaque mesure/groupe/variante et chaque bâtiment de référence.....	14
2. Facteurs de conversion en énergie primaire utilisés au niveau national	15
3. Énergie reçue de l'extérieur par vecteur énergétique .....	16
IV. CALCUL DU COÛT GLOBAL.....	17
A. Calcul du coût global pour chaque variante/groupe/mesure .....	17
B. Evolution des prix de l'énergie.....	17
C. Taux d'actualisation .....	19
D. Paramètres d'entrée utilisés pour calculer le coût global .....	19
1. L'investissement initial .....	19
2. Le coût de fonctionnement .....	19

3. Valeur résiduelle de l'investissement à la fin de la période de calcul considérée.....	20
E. Analyse de sensibilité.....	20
1. Généralité .....	20
2. Observation sur l'étude de sensibilité du taux d'actualisation. ....	20
3. Observation sur l'étude de sensibilité de l'évolution du prix d'énergie	21
4. Conclusion sur les études de sensibilités.....	21
V. NIVEAU OPTIMAL EN FONCTION DES COÛTS POUR LES BÂTIMENTS DE RÉFÉRENCE	22
A. Approche.....	22
B. Niveaux de performance énergétique évalués.....	22
C. Résultats des niveaux de performances énergétiques optimaux.....	22
VI. COMPARAISON .....	23
A. Résultat de l'écart entre le cost-optimum et la réglementation.....	23
B. Synthèse.....	23
C. Justification des écarts.....	23
VII. Annexe .....	24
A. Tableau 1.....	24
1. Tableau de base.....	24
2. Tableau annexe au tableau 1.....	25
B. Tableau 2.....	26
1. Tableau de base.....	26
2. Tableau annexe au tableau 2.....	27
C. Tableaux 3.....	28
D. Tableaux 4.....	31
1. Tableaux 4.1 : les mesures éco-énergétiques liées à l'architecture.....	31
2. Tableaux 4.2 : les mesures éco-énergétiques liées aux techniques.....	33
3. Tableaux 4.3 : les mesures/ groupe de variantes les plus importantes utilisées dans les tableaux 5 et 6. ....	39
E. Tableaux 5.....	45
1. Résultats .....	45
2. Tableau annexe aux tableaux 5 : durée de vie des équipements et à l'architecture.....	51
F. Tableaux 6.....	53

1. HI-A .....	53
2. HI-B .....	57
3. HI-C .....	61
4. AP-A .....	65
5. AP-B .....	69
6. AP-C .....	73
G. Tableaux 7 .....	77
H. Plans / coupes / façades des bâtiments de référence .....	79
1. Plans Rijwoning (HI-A + HI-B) .....	79
2. Plans Herenhuis (HI-C) .....	80
3. Plans Klein flatgebouw, nieuwbouw en renovatie (AP-A + AP-B) .....	82
4. Plans Groot flatgebouw (AP-C) .....	83
I. Graphiques des résultats .....	85
1. HI-A .....	85
2. HI-B .....	85
3. HI-C .....	86
4. AP-A .....	86
5. AP-B .....	87
6. AP-C .....	87
J. Graphiques de études de sensibilités .....	88
1. HI-A .....	88
2. HI-B .....	91
3. HI-C .....	94
4. AP-A .....	97
5. AP-B .....	100
6. AP-C .....	103

## Introduction

### A. Objet du présent rapport

Le présent rapport rend compte à la Commission Européenne de l'étude IBGE COST OPTIMUM conformément à l'article 5, paragraphe 2 de la directive 2010/31/UE et à l'article 6 du règlement 244/2012 associé à cette directive. Plus précisément, **il présente une mise à jour de l'étude Cost-optimum réalisée en 2013.**

Le canevas utilisé dans le présent rapport est conforme à l'annexe III du règlement précité.

La présente étude de cost-optimum:

- A été menée sur base des exigences PEB en vigueur au début de l'étude (novembre 2017) et sur base de la méthode de calcul y afférente. Il est à noter que depuis l'étude de 2013, plusieurs points de cette méthode de calcul ont été modifiés ;
- A considéré l'année 2018 comme année de départ pour les calculs économique (actualisation, durée de vie des équipements, etc);
- A respecté les indications de l'annexe I et II du règlement précité (entre autre pour les périodes de calculs, les catégories de coûts, etc) ;
- Pour chaque mesure éco-énergétique, a considéré un même niveau de confort pour les calculs d'énergie primaire et de coût;
- Ne porte que sur les bâtiments de type résidentiel.

### B. Usage d'abréviation

Certaines abréviations sont utilisées dans le présent rapport. Voici la signification de celles-ci :

- PEB : performance énergétique des bâtiments
- PER : méthode d'évaluation de la performance énergétique pour le secteur résidentiel
- PEN : méthode d'évaluation de la performance énergétique pour le secteur non résidentiel
- EP : énergie primaire
- CTA : coût total actualisé
- TVA : taxe sur la valeur ajoutée
- FP : front de Pareto
- ECS : eau chaude sanitaire
- SER : source d'énergie renouvelable
  - o PV : photovoltaïque
  - o CES : chauffe-eau solaire
- PAC : pompe à chaleur

- AGRBC : arrêté du gouvernement de la région Bruxelles Capitale
- RBC : Région Bruxelles Capitale
- RGPT : règlement général de la protection du travailleur
- CREG : Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz
- PME : petite et moyenne entreprise
- VAR : variante
- TRSI : temps de retour simple sur investissement
- ECS : eau chaude sanitaire

En outre, les terminologies suivantes sont utilisées ci-après et concernent :

- « la directive » : il s'agit de la directive 2010/31/UE du Parlement Européen et du Conseil du 19 mai 2010 ;
- « le règlement » : il s'agit du Règlement délégué (UE) n° 244/2012 du 16 janvier 2012 complétant la directive 2010/31/UE ;
- « l'avis de la commission » : il s'agit des orientations accompagnant le règlement délégué (UE) n° 244/2012 de la Commission.

## I. BÂTIMENTS DE RÉFÉRENCE

### A. Sélection et description des bâtiments de référence

#### 1. Approche

Les bâtiments utilisés comme références proviennent des études cost-optimum menées en 2005, 2007 et 2013 pour le compte de Bruxelles Environnement.

Afin de pouvoir comparer les études entre elles, il est entendu que tous les bâtiments (neufs ou existants) respectent les impositions légales et actuelles en termes de confort et de santé. Cela implique entre autre le respect des débits d'air neufs minimaux pour la ventilation.

Pour chaque typologie, un bâtiment neuf et deux bâtiments existants sont étudiés. Ces bâtiments ont été sélectionnés sur base des études et des documents repris au point C ci-dessous.

- *Pour plus de détails sur les bâtiments de référence existants, voir en annexe les tableaux 1*
- *Pour plus de détails sur les bâtiments de référence neufs, voir en annexe les tableaux 2*

#### 2. Description détaillée des différents bâtiments

- *Pour consulter les plans, coupes et façades des différents bâtiments, voir l'annexe H.*

##### a. Habitation individuelle neuve (référence HI-A)

L'habitation individuelle neuve se base sur le logement de l'étude 2005-2007 repris sous la référence « Rijwoning ». Il s'agit d'une petite maison mitoyenne possédant 2 étages (rez-de-chaussée plus deux niveaux). Le plancher du rez-de-chaussée est construit sur sol. Les versants de la toiture déterminent la partie supérieure du volume protégé.

##### b. Habitations individuelles existantes (références HI-B et HI-C)

L'habitation individuelle existante 1 se base également sur le logement de l'étude 2005-2007 repris sous la référence « Rijwoning ».

L'habitation individuelle existante 2 se base sur le logement de l'étude 2005-2007 repris sous la référence « Herenhuis ».

Il s'agit d'une importante maison mitoyenne de type maison de maître possédant 2 étages. Le plancher du rez-de-chaussée est construit sur une cave non comprise dans le volume protégé. Le plafond du deuxième étage définit la partie supérieure du volume protégé.

*c. Logement collectif neuf (référence AP-A)*

Le logement collectif neuf se base sur l'appartement du deuxième étage de l'étude 2005-2007 repris sous la référence « klein flatgebouw ».

Il s'agit d'un appartement mitoyen et traversant. La production de chaleur est distincte à chaque appartement.

*d. Logements collectifs existants (références AP-B et AP-C)*

La géométrie du logement collectif existant 1 se base également sur l'appartement du deuxième étage de l'étude 2005-2007 repris sous la référence « klein flatgebouw ».

Le logement collectif existant 2 se base sur l'appartement du premier étage de l'étude 2005-2007 repris sous la référence « groot flatgebouw ». Il s'agit d'un appartement qui possède trois façades (façades nord, est, sud). La production de chaleur est commune à tous les appartements de l'immeuble.

## **B. Définition de la surface au sol de référence**

La surface au sol de référence correspond à la totalité des planchers mis à couvert et offrant une hauteur libre d'au moins 2,20 m dans tous les locaux, à l'exclusion des locaux situés sous le niveau du sol qui sont affectés au parcage, aux caves, aux équipements techniques et aux dépôts.

Les dimensions des planchers sont mesurées au nu extérieur des murs des façades, les planchers étant supposés continus, sans tenir compte de leur interruption par les cloisons et murs intérieurs, par les gaines, cages d'escaliers et d'ascenseurs.

## **C. Critères de sélection utilisés pour définir chaque bâtiment de référence (neuf et existant)**

La sélection de chaque bâtiment de référence se base sur des analyses statistiques et selon l'utilisation, l'année de construction, la géométrie, les matériaux de construction et le type de techniques mises en œuvre.

Ces documents sont listés au point E ci-dessous et sont ceux déjà présentés dans l'étude de 2013.



Tous les bâtiments sont implantés dans un site urbain qui est caractéristique de la Région Bruxelles Capitale.

## D. Type de bâtiment de référence

Secteur	Type	Référence dans étude	Témoin ou virtuel
Habitations individuelles	Neuf	HI-A	Témoin
	Existant 1	HI-B	Témoin
	Existant 2	HI-C	Témoin
Logements collectifs – immeubles à appartements	Neuf	AP-A	Témoin
	Existant 1	AP-B	Témoin
	Existant 2	AP-C	Témoin

## E. Série des données de base pour le parc immobilier

Les données de base suivantes ont été utilisées pour définir les bâtiments de référence (idem étude 2013).

- INS, résultats statistiques du recensement concernant les logements, mars 1991
- INS, enquête 2001 : résultats concernant les logements, février 2005
- INS, publications mensuelles, Production industrielle et construction, 1999-2000, 2001, 2002, 2003, 2004, [www.statbel.fgov.be](http://www.statbel.fgov.be)
- Confédération de la construction, Bruxelles, rapport annuel 2001, le logement à Bruxelles, selon une approche qualitative.
- Confédération de la construction de Bruxelles, Construction et transformation de logements

Il est à noter que les études récentes suivantes confirment le choix des cas de référence :

- Economie Statistics Belgium » datée du 23/06/2017 : [http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/chiffres/economie/construction\\_industrie/parc/](http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/chiffres/economie/construction_industrie/parc/)
- Projet RetroCo -Brussels Retrofit XL Platform- <http://www.brusselsretrofitxl.be/wp-content/uploads/2016/07/post-war-building-materials.pdf>
- Retrotool : Etude-analyse du bâti Bruxellois des logements avant 1945 et développement d'un outil de pré-évaluation multi-échelle et multi-critères : <https://www.brusselsretrofitxl.be/projects/b%C2%B3-retrotool/>

## F. Compte rendu des données concernant la performance énergétique des bâtiments de référence

La performance énergétique des bâtiments de référence résulte de :

- Pour les bâtiments neufs :
    - o L'application de niveaux d'isolation respectant la réglementation actuelle PEB ;
    - o L'application de techniques courantes et usuelles en Région Bruxelles Capitale.
  - Pour les bâtiments existants :
    - o L'application de niveaux d'isolation usuels en Région Bruxelles Capitale et qui correspondent à la typologie des bâtiments étudiés ;
    - o L'application de techniques courantes et usuelles en Région Bruxelles Capitale.
- 
- ***Voir en annexe les tableaux 3 pour plus de détails.***

## II. SÉLECTION DES VARIANTES/MESURES/GROUPES

Pour chaque bâtiment, les différentes mesures éco-énergétiques sont présentées en annexe dans les tableaux suivants :

- **4.1 Les mesures éco-énergétiques liées à l'architecture**
- **4.2 Les mesures éco-énergétiques liées aux techniques**

Par rapport à l'étude de 2013, voici les mesures qui ont été modifiées et/ou ajoutées :

- mesures éco-énergétiques liées à l'architecture : renforcement de l'isolation (le cas échéant).
- mesures éco-énergétiques liées aux techniques :
  - [VH6] : ventilation double flux à la demande
  - [HP1 à HP12] : modifications légères des caractéristiques de base (comme certains rendements de production par exemple).
  - [HP13 à 16] : ajout de nouvelles mesures :
    - [HP13] : Chauffage électrique + boiler thermodynamique
    - [HP14] : Combilus avec stockage en sous-station + chaudière gaz condensation sol
    - [HP15] : Combilus avec échangeur à plaques en sous-station + chaudière gaz condensation sol
    - [HP16] : Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale

A priori, toutes les variantes sont combinées entre elles sauf si elles sont contradictoires, concurrentes entre elles ou redondantes (par exemple chauffe-eau solaire avec cogénération).

Pour rappel, chaque calcul se rapporte à un même niveau de confort fixé.

Les mesures/ groupes de variantes les plus importantes utilisées dans les tableaux 5 et 6 sont présentés **en annexe dans les tableaux 4.3.**

### III. CALCUL DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE PRIMAIRE CORRESPONDANT AUX MESURES

#### A. Évaluation de la performance énergétique

##### 1. Procédure de calcul de la performance énergétique

La procédure de calcul de la performance énergétique qui est appliquée aux bâtiments de référence et aux mesures/groupes de variantes adoptées est celle définie par la réglementation en vigueur en Région Bruxelles Capitale sur la Performance Energétique des Bâtiments (PEB).

Cette méthode de calcul est définie par des Arrêtés du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale portant plus précisément sur la « MÉTHODE PER POUR LES UNITES PEB HABITATIONS INDIVIDUELLES ».

##### 2. Références

Les références de la législation, de la réglementation et des normes applicables sont :

*a. Directives :*

- La directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments (refonte) ;
- La directive 2002/91/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments.

*b. Ordonnances :*

- Modifications introduites par l'Ordonnance du 14 mai 2009 à l'Ordonnance relative à la PEB et au climat intérieur du 7 juin 2007 (Version coordonnée officielle Bruxelles Environnement - Juin 2009) ;
- L'ordonnance du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 7 juin 2007 relative à la PEB.

*c. Arrêtés du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale :*

- Arrêté du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB (voir chapitre 1) - Annexe 1: "Subdivision du bâtiment" - Annexe 2 : "Code de mesurage"
- Arrêté du 10 octobre 2013 relatif à l'agrément des conseillers PEB - Arrêté abrogeant l'arrêté du 19 juin 2008 relatif à l'agrément des conseillers PEB- version coordonnée du 3 avril 2014

- Arrêté du 5 mars 2009 déterminant la procédure pour une méthode de calcul alternative pour les unités PEB neuves ou soumises à la certification PEB - Version coordonnée officielle du 3 avril 2014
- Arrêté du 19 juin 2008 déterminant le contenu de la proposition PEB et de l'étude de faisabilité technico-économique - Version coordonnée officielle du 3 avril 2014
- Arrêté du 19 juin 2008 fixant la procédure d'instruction et les critères d'octroi des requêtes de dérogation visée à l'article 7, § 2, de l'ordonnance du 7 juin 2007 relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments - Version coordonnée officielle du 3 avril 2014
- Arrêté du 19 juin 2008 déterminant la forme et le contenu de la notification du début des travaux, de la déclaration PEB et de la déclaration simplifiée - Version coordonnée officielle du 3 avril 2014
- Arrêté du 19 juin 2008 relatif au certificat de performance énergétique pour les bâtiments neufs affectés à l'habitation individuelle, aux bureaux et services et à l'enseignement - Version coordonnée officielle du 3 avril 2014
- Arrêté du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments (Annexes : I - II - III - IV - V - VI - VII - VIII - IX - X - XI - XII - XIII - XIV - XV - XVI)

d. *Arrêtés ministériels :*

- Du 28 novembre 2017 portant modification des annexes XII et XIII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments.
- Du 9 novembre 2017 portant modification et exécution des annexes XII et XIII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments (Annexes : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 ).
- Du 21 décembre 2016 modifiant l'arrêté ministériel du 6 mai 2014 portant exécution des annexes V, IX et X de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments (Annexes : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9)
- Modifiant l'arrêté ministériel du 24 juillet 2008 déterminant les règles pour le calcul des pertes thermiques par transmission - 26 novembre 2012 ;
- Déterminant les dispositions pour la prise en compte des déperditions de chaleur par ventilation résultant de l'ouverture des fenêtres, dans le calcul du risque de surchauffe dans la méthode de calcul PER - 29 août 2011 ;
- Déterminant les hypothèses énergétiques à prendre en considération lors des études de faisabilité technico-économique - 24 juillet 2008.

e. *Normes applicables :*

- Toutes les normes sur lesquelles la réglementation PEB se base ; entre autre : NBN D 50-001, EN 13779, EN 308, EN 12464-1, NBN B 62-002, NBN B 62-301, etc.

### 3. Hypothèses liées aux données temporelles et climatiques

- La durée de la période de calcul : conformément au règlement N°244/2012, elle est fixée à **30 ans** pour les bâtiments résidentiels.
- La périodicité des calculs est :
  - o Pour l'évaluation des consommations énergétiques : **mensuelle**
  - o Pour l'évaluation des coûts (charge, entretien, CO2...) : **annuelle**
- Les données climatiques utilisées par bâtiment de référence pour le secteur résidentiel sont issues de la méthode PER et sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Le numéro du jour, la longueur du mois, la température extérieure moyenne et l'ensoleillement total et diffus moyen sur une surface horizontale non ombragée

Mois	Jour caractéristique	Longueur du mois $t_m$ (Ms)	Température extérieure moyenne du mois $\theta_{e,m}$ (°C)	$I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m <sup>2</sup> )
janvier	15	2.6784	3.2	71.4	51.3
février	46	2.4192	3.9	127.0	82.7
Mars	74	2.6784	5.9	245.5	155.1
Avril	105	2.5920	9.2	371.5	219.2
Mai	135	2.6784	13.3	510.0	293.5
Juin	166	2.5920	16.2	532.4	298.1
juillet	196	2.6784	17.6	517.8	305.8
Août	227	2.6784	17.6	456.4	266.7
septembre	258	2.5920	15.2	326.2	183.6
octobre	288	2.6784	11.2	194.2	118.3
novembre	319	2.5920	6.3	89.6	60.5
décembre	349	2.6784	3.5	54.7	40.2

## B. Calcul de la demande d'énergie

### 1. Résultat du calcul de la performance énergétique pour chaque mesure/groupe/variante et chaque bâtiment de référence

Afin que les tableaux de résultats présentés en annexe soient lisibles, seuls les mesures/groupes de variantes les plus intéressants sont indiqués.

Ces mesures/groupes de variantes ont été sélectionnés parmi les configurations architecturales et techniques ayant un coût total actualisé minimal pour différents niveaux de consommation d'énergie primaire.

Cette approche est illustrée dans le graphique ci-dessous qui correspond au bâtiment « habitation individuelle neuve » (les points sélectionnés sont entourés par des carrés noir).

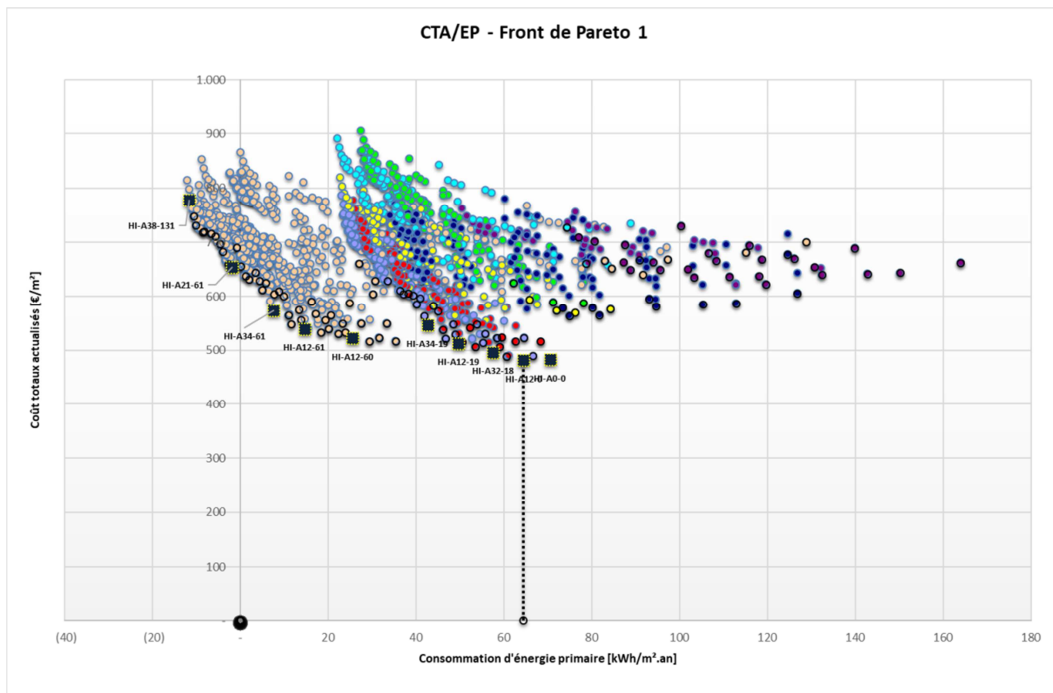


Figure 1: exemple du graphique CTA/EP

Pour établir ces tableaux, de nombreuses combinaisons de variantes ont été effectuées.

Le nombre de variantes étudiées varie selon les cas de références :

- Au niveau des variantes architecturales : +/- 160 variantes en moyenne dont 10 seront retenues pour leur appliquer les variantes techniques;
- Au niveau des techniques : +/- 250 variantes en moyenne.
  - soit, au final, +/-2500 variantes en moyenne par cas de référence

- ***Pour prendre connaissance des résultats des calculs de performance énergétique pour chaque mesure/groupe/variante, voir en annexe les tableaux 5.***

## 2. Facteurs de conversion en énergie primaire utilisés au niveau national

Les consommations en énergie primaire des bâtiments sont évaluées selon la méthode de calcul PEB en vigueur début 2018. Pour le logiciel PEB, il s'agit de la version 8.5.3.

Les facteurs de conversion en énergie primaire pris en compte dans cette étude sont ceux définis dans l'Arrêté du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB; à savoir :

- combustibles fossiles  $f_p = 1$ ;
- électricité :  $f_p = 2,5$ ;
- électricité autoproduite par une installation de cogénération ou photovoltaïque :  $f_p = 2,5$ ;
- biomasse :  $f_p = 1$ .

### 3. Energie reçue de l'extérieur par vecteur énergétique

- *Pour prendre connaissance de l'énergie reçue de l'extérieur, voir en annexe les tableaux 5.*



## IV. CALCUL DU COÛT GLOBAL

### A. Calcul du coût global pour chaque variante/groupe/mesure

Le coût global de chaque variante/groupe/mesure a été calculé.

- *Pour prendre connaissance des résultats, des échantillonnages obtenus pour ces variantes/groupes/mesures sont présentés dans les tableaux 6 repris en annexe.*
- *Pour prendre connaissance des résultats sous forme graphique, voir l'annexe I.*

Ces tableaux présentent la variabilité des résultats en fonction d'études de sensibilité effectuées sur base :

- d'un taux d'actualisation variable ;
- d'une évolution variable du prix de l'énergie.

Les études de coûts globaux ont été effectuées sur base d'une approche financière (ou dite « micro-économique »). En effet, c'est cette méthode qui avait été retenue en 2013 suite à la comparaison des résultats entre une approche micro et macro-économique. Rappelons que les études de sensibilités de 2013 avaient montré que les résultats entre l'approche micro-économique et l'approche macro-économique étaient assez similaires (c'est-à-dire que les cas de cost-optimum étaient les mêmes ou très proches).

En retenant une même approche pour l'évaluation des coûts, il est dès lors plus facile de comparer les études de 2013 et celles de 2018.

### B. Evolution des prix de l'énergie

L'évolution des prix de l'énergie est évaluée :

- pour le mazout, le gaz et l'électricité, l'étude se base sur le document « EU Reference Scenario – 2016 - Energy, transport and GHG emissions Trends to 2050 ». A partir de ce document et en considérant une période d'étude de 30 ans (de 2018 à 2048), l'augmentation moyenne des prix de l'énergie est la suivante :
  - o Gaz : 1.81%
  - o Mazout : 2.44%
  - o Electricité : 0.23%

Ces augmentations sont reprises sur les graphiques suivants. Sur ces mêmes graphiques, il a été ajouté en pointillés la courbe d'augmentation des coûts telle que indiquée dans l'Arrêté du 24 juillet 2008 qui avait été utilisée dans l'étude de 2013. Les projections sont clairement différentes.

**FIGURE 50: PRICE OF ELECTRICITY BY SECTOR**

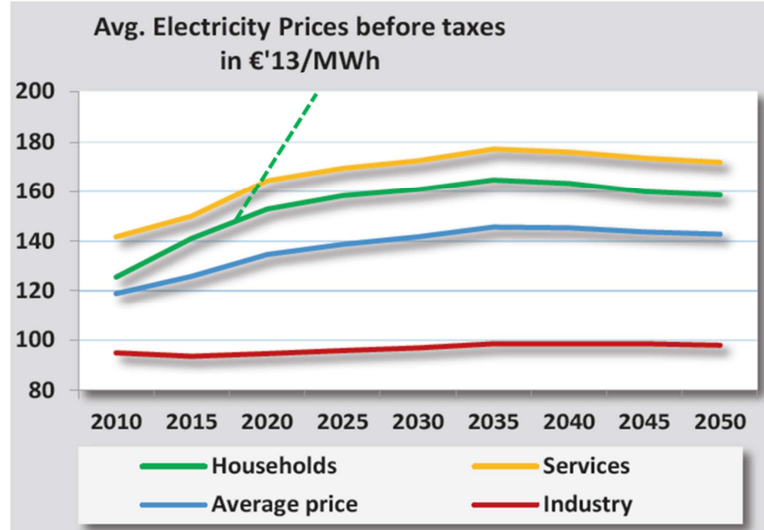


Figure 2: Augmentation du prix de l'électricité (voir courbe verte)

**FIGURE 8: FOSSIL FUEL IMPORT PRICES**

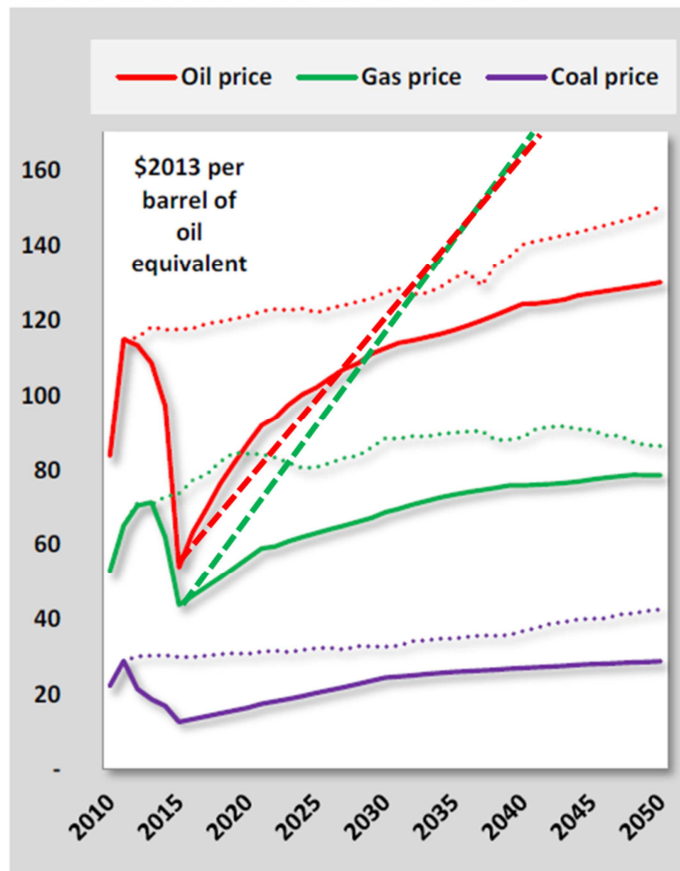


Figure 3 : augmentation du prix du gaz (courbe verte) et mazout (courbe rouge)

- Pour les vecteurs énergétiques bois et huile végétale, l'évolution des prix est évaluée sur base de statistiques tenues par des associations spécialisées dans le domaine à savoir :
  - o Pour le bois, source : Observatoire des prix : 0.00%
  - o Pour l'huile végétale, source : ASBL APPO et OIL World : 5.90%

## C. Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation est exprimé en termes réels, par conséquent, hors inflation.

Le taux pris en compte est celui requis en base dans le « règlement », à savoir 3%.

Dans l'étude de 2013, le taux d'actualisation était plus important et suivait l'AGRBC du 24 juillet 2008 (taux compris entre 4.5 et 6.5%/an). Depuis lors, il a été constaté que de tels taux étaient trop élevés et ne correspondait plus à la réalité post « crise économique ».

## D. Paramètres d'entrée utilisés pour calculer le coût global

Les coûts sont exprimés en terme réel, l'inflation n'est jamais prise en compte.

Le coût global prend en compte les coûts suivants :

### 1. L'investissement initial

Ces valeurs proviennent de :

- devis récents (2016-2018) de logements de type habitation individuelle ou appartements. Les logements repris dans ces devis sont de «standing» moyen, destinés à la classe « moyenne ».
- de banques de données de prix reconnues dans le secteur de la construction. Il s'agit des bordereaux de prix établis par l'UPA (version 2017) et l'ABEX (version janvier 2018).

Remarques pour la rénovation :

- Le coût de la dépose et de l'évacuation des éléments modifiés, tant architecturaux que techniques, est pris en compte. Par exemple, il peut s'agir du coût :
  - o de la dépose et de l'évacuation d'anciens châssis lors de la mise en place de fenêtres plus performantes,
  - o du démontage et de l'évacuation des anciennes chaudières lors d'une rénovation de chaufferie, etc.

### 2. Le coût de fonctionnement

Il s'agit de l'ensemble des coûts suivants :

- charges annuelles : coûts liés à la consommation même de vecteurs énergétiques ;
- coût de maintenance : évalué sur base annuelle en termes de % de l'investissement initial. Ce pourcentage est, entre autre, défini par la norme EN 15459 ;
- remplacement : évalué comme valeur totale ou partielle de l'investissement initial.

### 3. Valeur résiduelle de l'investissement à la fin de la période de calcul considérée

Cette valeur est évaluée sur base :

- d'une régression linéaire du coût d'investissement initial,
- au prorata de la durée de vie résiduelle à la fin de la période de calcul considérée.

En ce qui concerne les cas de rénovation, la durée de vie résiduelle des installations existantes est supposée identique à celle des installations neuves.

## E. Analyse de sensibilité

### 1. Généralité

Les analyses de sensibilités portent :

- Sur la définition de l'évolution du prix d'énergie
- Sur la définition du taux d'actualisation.

***Pour prendre connaissance de ces études, voir les tableaux 6 repris en annexe et les graphiques en annexe J.***

### 2. Observation sur l'étude de sensibilité du taux d'actualisation.

Pour chacun des cas de référence et pour leurs mesures éco-énergétiques associées, l'ensemble des coûts totaux actualisés a été recalculé avec des taux d'actualisation différents. Concrètement, il a été envisagé les variabilités suivantes :

	Base	variante 1	variante 2
CTA	3.00%	2.00%	4.00%

Sur base de ces études, **il a été observé que la consommation d'énergie primaire associée au cas de cost-optimum ne change pas ou peu, et ce pour la majorité des cas de référence étudiés.**

### 3. Observation sur l'étude de sensibilité de l'évolution du prix d'énergie

Pour chacun des cas de référence et pour leurs mesures éco-énergétiques associées, l'ensemble des coûts totaux actualisés a été recalculé avec des évolutions du coût de l'énergie variables. Concrètement, il a été envisagé les variabilités suivantes :

	Base	variante 1	variante 2
Gaz	1.81%	0.91%	5.87%
Mazout	2.44%	1.22%	3.26%
Electricité	0.23%	0.12%	5.87%
Bois	0.00%	0.00%	0.50%
Huile végétale	5.90%	2.95%	5.90%

- La variante 1 correspond aux taux de base divisé par 2.
- La variante 2 correspond aux taux de base de l'étude de 2013.

Sur base de ces études, **il a été observé que la consommation d'énergie primaire associée au cas de cost-optimum ne change pas ou peu, et ce pour la majorité des cas de référence étudiés.**

### 4. Conclusion sur les études de sensibilités

A la vue des études qui précèdent, les conclusions qui suivront (voir chapitre V. et VI.) restent stables même si on considère des taux d'actualisation et d'évolution du prix de l'énergie différents que ceux considérés en base.

Plus précisément, et cela est particulièrement visible sur les graphiques montrés en annexe J, **la consommation d'énergie primaire du cost-optimum est et reste supérieure aux consommations d'énergie primaire des cas qui respectent les exigences de la réglementation actuelle.**

## V. NIVEAU OPTIMAL EN FONCTION DES COÛTS POUR LES BÂTIMENTS DE RÉFÉRENCE

### A. Approche

Les niveaux de performance énergétique optimaux ont été évalués **sur base du calcul financier**.

### B. Niveaux de performance énergétique évalués

Tous les niveaux de performance énergétique imposés par la réglementation PEB actuelle ont été évalués.

Les niveaux de performance énergétique imposés sont :

	Bâtiments neufs	bâtiments existants
La consommation en énergie primaire	v	x
Les besoins nets de chaud	v	x
<i>La surchauffe (*)</i>	v	x
Les valeurs U	v	v

(\*) Cette exigence n'est pas prise en compte dans la présente étude car elle s'adresse uniquement à l'évaluation du confort et non à la performance énergétique.

### C. Résultats des niveaux de performances énergétiques optimaux

- Les résultats sont présentés en annexe, dans les tableaux 7.*

*Pour chaque performance énergétique, ces tableaux indiquent la valeur correspondante au cas de cost-optimum et celle exigée actuellement par la réglementation PEB.*

*Ensuite, l'écart entre ces deux valeurs est calculé en valeur réelle et en pourcentage. Enfin, la moyenne de ces écarts en % est calculée.*

## VI. COMPARAISON

### A. Résultat de l'écart entre le cost-optimum et la réglementation

- *Les résultats sont présentés en annexe, dans les tableaux 7 (voir explications détaillées ci-dessus).*

### B. Synthèse

Les écarts moyens des performances énergétiques entre les cas de cost-optimum et les valeurs réglementaires sont synthétisés dans le tableau suivant.

Exigence	Ecart
<b>Energie primaire</b>	<b>46%</b>
<b>Besoin net de chaud (BNC)</b>	<b>48%</b>
<b>Utoit</b>	<b>27%</b>
<b>Umur</b>	<b>37%</b>
<b>Rsol</b>	<b>141%</b>
<b>Uw</b>	<b>-4%</b>

La légende des couleurs utilisée est la suivante :

	Écart > 0%
	-15% < Écart < 0 %
	Écart < -15%

### C. Justification des écarts

Aucune justification n'est requise puisque les écarts sont tous supérieurs à -15%.

Notons en outre que la plupart des écarts sont nettement supérieur à 0%, comme c'était déjà le cas en 2013.

## VII. Annexe

### A. Tableau 1

#### 1. Tableau de base

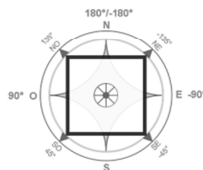
Pour les bâtiments existants	Ref étude	Géométrie	Proportion surface fenêtres	Surface au sol en m <sup>2</sup>	Description du bâtiment		Description de la technologie		Performance énergétique							
									U toit	U toit exigences actuelles	U mur	U mur exigences actuelles	R sol	R sol exigences actuelles	U w	Uw exigences actuelles
Habitation individuelle	HI-B	Voir tableau annexe 1	50%	173 m <sup>2</sup>	Année de construction	1970 – 2000	Valeurs U et surfaces	Voir tableau annexe 1	0.6	0.3	2.2	0.4	0.31	1	3	2.5
					Fenêtres : FS / Protection solaire		Simple flux à extraction mécanique									
					Type construction	Mur brique / toit à versant / dalle sur sol	Ventilation : type									
Habitation individuelle	HI-C	Voir tableau annexe 1	40%	220 m <sup>2</sup>	Année de construction	avant 1945	Valeurs U et surfaces	Voir tableau annexe 1	3.3	0.3	1.54	0.4	0.75	1	5.76	2.5
					Fenêtres : FS / Protection solaire		Simple flux à extraction mécanique									
					Type construction	Mur brique / toit à versant / dalle sur cave	Ventilation : type									
Immeuble à appartements	AP-B	Voir tableau annexe 1	75%	108 m <sup>2</sup>	Année de construction	1945 - 1970	Valeurs U et surfaces	Voir tableau annexe 1	-	sans objet	1.3	0.4	-	sans objet	5.76	2.5
					Fenêtres : FS / Protection solaire		Simple flux à extraction mécanique									
					Type construction	Mur brique	Ventilation : type									
Immeuble à appartements	AP-C	Voir tableau annexe 1	50%	88.2 m <sup>2</sup>	Année de construction	1945 - 1970	Valeurs U et surfaces	Voir tableau annexe 1	-	sans objet	1.3	0.4	-	sans objet	5.76	2.5
					Fenêtres : FS / Protection solaire		Simple flux à extraction mécanique									
					Type construction	Mur brique	Ventilation : type									



## 2. Tableau annexe au tableau 1

Nom	Description	SI	HI-B0	HI-C0	AP-B0	AP-C0
<b>Parois opaques</b>						
Toit		m <sup>2</sup>	71	108	0	0
	U	W/m <sup>2</sup> K	0.6	3.3	0.3	0.3
Façade avant		m <sup>2</sup>	20.6	30.9	8.5	11.29
	U	W/m <sup>2</sup> K	2.2	1.54	1.3	1.3
Façade arrière		m <sup>2</sup>	20.6	30.9	8.5	11.29
	U	W/m <sup>2</sup> K	2.2	1.54	1.3	1.3
Façade gauche		m <sup>2</sup>	0	0	0	0
	U	W/m <sup>2</sup> K	1	1	1	1
Façade droite		m <sup>2</sup>	0	0	0	22.58
	U	W/m <sup>2</sup> K	1	1	1	1.3
Plancher		m <sup>2</sup>	63	91	0	0
	R	m <sup>2</sup> k/W	0.31	0.75	2.50	2.50
<b>Fenêtres</b>						
Fenêtre avant		m <sup>2</sup>	20.6	20.6	25.5	11.29
	inclinaison	°	90	90	90	90
	orientation (1)	°	180	180	-90	180
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	3	5.76	5.76	5.76
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	2.8	5.7	5.7	5.7
	g	[0...1]	0.76	0.76	0.76	0.76
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	17.51	17.51	21.68	9.59
	type protection solaire	-	aucune	aucune	aucune	aucune
Fenêtre arrière		m <sup>2</sup>	20.6	20.6	25.5	11.29
	inclinaison	°	90	90	90	90
	orientation (1)	°	0	0	90	0
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	3	5.76	5.76	5.76
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	2.8	5.7	5.7	5.7
	g	[0...1]	0.76	0.76	0.76	0.76
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	17.51	17.51	21.68	9.59
	type protection solaire	-	aucune	aucune	aucune	aucune
Fenêtre gauche		m <sup>2</sup>	0	0	0	0
	inclinaison	°	90	90	90	90
	orientation (1)	°	-45	-45	-45	-45
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	1.2	1.2	1.2	1.2
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	1.0	1.0	1.0	1.0
	g	[0...1]	0.6	0.6	0.6	0.6
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	0	0	0	0
	type protection solaire	-	aucune	aucune	aucune	aucune
Fenêtre droite		m <sup>2</sup>	0	0	0	22.58
	inclinaison	°	90	90	90	90
	orientation (1)	°	135	135	135	-90
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	1.2	1.2	1.2	5.76
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	1.0	1.0	1.0	5.7
	g	[0...1]	0.6	0.6	0.6	0.76
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	0	0	0	19.19
	type protection solaire	-	aucune	aucune	aucune	aucune
<b>S/V</b>						
		1/m	<b>0.42</b>	<b>0.40</b>	<b>0.17</b>	<b>0.29</b>

(1) orientation:



## B. Tableau 2

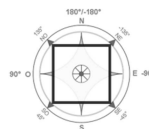
### 1. Tableau de base

Pour les bâtiments existants	Ref étude	Géométrie	Proportion surface fenêtres	Surface au sol en m <sup>2</sup>	Performance énergétique													
					Besoin Net en énergie pour le Chauffage (BNC)	BNC exigences actuelles	Consommation d'Énergie Primaire (CEP)	CEP exigences actuelles	Surchauffe	Surchauffe exigences actuelles	U toit	U toit exigences actuelles	U mur	U mur exigences actuelles	R sol	R sol exigences actuelles	U w	Uw exigences actuelles
Habitation individuelle	HI-A	Voir tableau annexe 2	50%	La méthode de calcul utilisée est celle définie par l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 5 mai 2011.	26.45	15	75.92	45	0.64%	max 5% du temps >25°C	0.3	0.3	0.3	0.4	2.5	1	1.6	2.5
Immeuble à appartements	AP-A	Voir tableau annexe 2	50%	Milieu urbain Présence de bâtiments à proximité: - ombrage: pas prise en compte - mitoyenneté: prise en compte	14.55	15	95.01	45	2.82%	max 5% du temps >25°C	0.3	0.3	0.25	0.4	2.5	1	1.2	2.5

## 2. Tableau annexe au tableau 2

Nom	Description	SI	HI-A0	AP-A0
<b>Parois opaques</b>				
Toit		m <sup>2</sup>	71	0
	U	W/m <sup>2</sup> K	0.3	0.3
Façade avant		m <sup>2</sup>	20.6	17
	U	W/m <sup>2</sup> K	0.3	0.25
Façade arrière		m <sup>2</sup>	20.6	17
	U	W/m <sup>2</sup> K	0.3	0.25
Façade gauche		m <sup>2</sup>	0	0
	U	W/m <sup>2</sup> K	0	0
Façade droite		m <sup>2</sup>	0	0
	U	W/m <sup>2</sup> K	0	0
Plancher		m <sup>2</sup>	63	0
	R	m <sup>2</sup> /W	2.50	0
<b>Fenêtres</b>				
Fenêtre avant		m <sup>2</sup>	20.6	17
	inclinaison	°	90	90
	orientation (1)	°	180	-90
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	1.6	1.2
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	1.1	1.0
	g	[0...1]	0.6	0.6
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	17.51	14.45
	type protection solaire	-	aucune	aucune
Fenêtre arrière		m <sup>2</sup>	20.6	17
	inclinaison	°	90	90
	orientation (1)	°	0	90
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	1.6	1.2
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	1.1	1.0
	g	[0...1]	0.6	0.6
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	17.51	14.45
	type protection solaire	-	aucune	aucune
Fenêtre gauche		m <sup>2</sup>	0	0
	inclinaison	°	0	90
	orientation (1)	°	0	-45
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	0	1.2
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	0.0	1.0
	g	[0...1]	0	0.6
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	0	0
	type protection solaire	-	aucune	aucune
Fenêtre droite		m <sup>2</sup>	0	0
	inclinaison	°	0	90
	orientation (1)	°	0	135
	Uw	W/m <sup>2</sup> K	0	1.2
	Ug	W/m <sup>2</sup> K	0.0	1.0
	g	[0...1]	0	0.6
	aire vue du vitrage	m <sup>2</sup>	0	0
	type protection solaire	-	aucune	aucune
<b>s/v</b>				
Compacité		m	0.42	0.17

(1) orientation:



### C. Tableaux 3

	unité	Quantité par type bâtiment							
		HI-A	HI-B	HI-C	AP-A	AP-B	AP-C		
Calcul	Méthode et out(s)	-	La méthode de calcul utilisée est celle définie par les Arrêtés du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale en ce qui concerne la réglementation PEB						
	Facteurs de conversion en énergie primaire	-	Selon l'Arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles Capital du 26 janvier 2017 : - combustibles fossiles : $\phi = 1$ - électricité : $\phi = 2,5$ - électricité autoproduite par une installation de cogénération ou photovoltaïque : $\phi = 2,5$ - biomasse : $\phi = 1$						
Conditions climatiques	Localisation	-	BRUSSELS, Belgium 50.85° N 4.352° E						
	Degrés-jours de chauffage	HDD	Sans objet_ voir point 3.1.3						
	Degrés-jours de refroidissement	CDD	Sans objet_ voir point 3.1.3						
	Source de la série de données climatiques	-	Sans objet_ voir point 3.1.3						
Description du terrain	-	Milieu urbain Présence de bâtiments à proximité: - ombrage: pas prise en compte - mbyenneté: prise en compte							
	-								
Géométrie du bâtiment	Longueur x largeur x hauteur (h sous corniche si toit à versants)	m x m x m	9 x 7 x 8.2	9 x 7 x 8.2	13 x 7 x 8.2	12 x 10 x 15	12 x 10 x 15	14 x 7 x 18	
	Nombre d'étages	-	3	3	3	5	5	6	
	Rapport surface/volume	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0.34	0.34	0.29	0.26	0.26	0.28	
	Rapport de la surface de fenêtre sur la surface totale de l'enveloppe du bâtiment	Sud	%	9.5	9.5	6.8	0	0	12.5
		Est	%	0	0	0	25	37.5	25
		Nord	%	9.5	9.5	6.8	0	0	12.5
		Ouest	%	0	0	0	25	37.5	0
Orientation : angle azimutal de la façade sud (déviaton de la façade orientée au sud par rapport à la direction du sud).	°	0	0	0	90	90	0		
Apports internes	Utilisation du bâtiment		Habitatons individuelles			Immeubles à appartements			
	Apport thermique moyen des occupants	W/m <sup>2</sup>	valeur attribuée de manière forfaitaire selon l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 5 mai 2011 :						
	Puissance électrique spécifique du système d'éclairage	W/m <sup>2</sup>	avec : $Q_{e,elec,s} = (0.67 + 220/V_{vol})V_{vol}t_e$ (163) V <sub>vol</sub> : le volume total de l'unité PEB, en m <sup>3</sup> , voir §2 V <sub>elec</sub> : le volume du secteur énergétique L, en m <sup>3</sup> t <sub>e</sub> : la longueur du mois considéré, en Mo, voir Tableau 1.						
	Puissance électrique spécifique de l'équipement électrique	W/m <sup>2</sup>							
Éléments de bâtiment	Valeur U moyenne des murs	W/m <sup>2</sup> K	0.3	2.2	1.54	0.25	1.3	1.3	
	Valeur U moyenne du toit	W/m <sup>2</sup> K	0.3	0.6	3.3	0	0	0	
	Valeur U moyenne du sol	W/m <sup>2</sup> K	0.4	3.23	1.34	0	0	0	
	Valeur U moyenne des fenêtres	W/m <sup>2</sup> K	1.6	3	5.76	1.2	5.76	5.76	
	Ponts thermiques	-	PEB conforme : impact forfaitaire sur les déperditions thermiques (entre autre majoration du niveau K de 3 points)						
	Capacité thermique par unité de surface	type de construction	-	M-lourd	M-lourd	M-lourd	M-lourd	M-lourd	M-lourd
		capacité thermique effective	JK	60138000	60138000	87399000	47736000	47736000	36977850
		capacité thermique par unité de surface chauffée	J/m <sup>2</sup> K	347618	347618	397268	442000	442000	419250
	Type de systèmes d'ombrage	-	Aucun système d'ombrage						
	Valeur g moyenne du	vitrage	-	0.6	0.76	0.76	0.6	0.76	0.76
vitrage + ombrage		-	0.6	0.76	0.76	0.6	0.76	0.76	
Taux d'infiltration (échanges d'air par heure) - pour une différence de pression intérieure/extérieure de 50 Pa	1/h	3.00	5.93	5.65	2.35	2.35	4.03		
Systèmes du bâtiment	Système de ventilation	Échanges d'air par heure	1/h	1.1	1.1	0.9	1.7	1.7	2.1
		Efficacité de récupération de chaleur	%	Pas de récupérateur					

		unité	Quantité par type bâtiment						
			HI-A	HI-B	HI-C	AP-A	AP-B	AP-C	
Systèmes du bâtiment	Rendements du système de chauffage	Production	%	92	76	68	92	76	65
		Distribution	%	100	100	100	100	100	95
		Émission	%	89	89	87	89	89	89
		Régulation	%	Compris dans émission					
	Rendements du système de refroidissement	Production	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Distribution	%	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Émission	%	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Régulation	%	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Rendements du système d'ECS	Production	%	98	81	75	98	81	67
		Distribution: rendement pour les baignoires et les douches	%	72	72	72	72	89	89
	Distribution: rendement pour les éviers et lavabo	%	24	24	24	24	76	76	
Consignes et horaires du bâtiment	Consigne de température	Hiver	°	18	18	18	18	18	18
		Été	°	23	23	23	23	23	23
		Consigne d'humidité	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Horaires et contrôles du fonctionnement	Occupation	-	-					
		Eclairage	-	-					
		Appareils	-	*TABLEAU 1. - fvent,m,j la fraction mensuelle du temps où le ventilateur j doit assurer uniquement la ventilation; - fheat,m,j la fraction mensuelle du temps où le ventilateur j doit être en service pour le chauffage des locaux					
		Ventilation	-	-					
		Système de chauffage	-	*TABLEAU 2. la constante de temps du secteur énergétique theat,seci en s					
		Système de refroidissement	-	-					
	Besoin/ consommation d'énergie du bâtiment	Apport d'énergie (thermique) dû aux principales stratégies passives mises en oeuvre		KWh/a	Valeurs indissociables des besoins pour les bâtiments de référence.				
Besoin net d'énergie pour le chauffage		KWh/a	voir tableaux 5.						
Besoin net d'énergie pour le refroidissement		KWh/a							
Besoin net d'énergie pour l'ECS		KWh/a							
Besoin d'énergie à une autre fin (humidification, déshumidification)		KWh/a							
Consommation d'énergie pour la ventilation		KWh/a							
Consommation d'énergie pour l'éclairage intérieur		KWh/a							
Consommation d'énergie à d'autres fins (appareils, éclairage extérieur, systèmes auxiliaires, etc.)		KWh/a							
Énergie produite sur le site du bâtiment	Énergie thermique provenant de SER (p. ex. capteurs solaires)		KWh/a	-	-	-	-	-	-
	Énergie électrique produite dans le bâtiment et utilisée sur site		KWh/a	-	-	-	-	-	-
	Énergie électrique produite dans le bâtiment et fournie à l'extérieur		KWh/a	-	-	-	-	-	-
Consommation d'énergie	Énergie reçue de l'extérieur	Électricité	KWh/a	voir tableaux 5.					
		Combustibles fossiles	KWh/a						
		Autres (biomasse, chauffage urbain/ refroidissement, etc.)	KWh/a						
	Énergie primaire		KWh/a						

\*TABLEAU 1

La fraction mensuelle du temps où un ventilateur j tourne en mode chauffage est donnée par :

$$f_{\text{heat},m,j} = \min \left[ 1; \sum_i Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec } i,m} / (1000 \cdot P_{\text{nom},j} \cdot t_m) \right]$$

avec :

- $Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec } i,m}$  : les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon 5.2.1, en MJ;
- $P_{\text{nom},j}$  : la puissance nominale de l'unité de production d'air chaud<sup>18</sup>, en kW;
- $t_m$  : la longueur du mois considéré, en Ms, voir [Tableau 1](#).

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i qu'un ventilateur j approvisionne en chauffage à air.

Si un ventilateur j chauffe également des locaux en-dehors de l'unité PEB considérée, le numérateur (c.-à-d. le besoin mensuel net en énergie) est multiplié par le rapport entre le volume total chauffé à l'aide du ventilateur j et le volume des secteurs énergétiques i situés à l'intérieur de l'unité PEB considérée chauffés à l'aide du ventilateur j.

La fraction mensuelle du temps où un ventilateur j tourne en mode ventilation est donnée par :

- si un ventilateur j sert uniquement au chauffage et n'assure pas une ventilation volontaire :
 
$$f_{\text{vent},m,j} = 0$$
- si un ventilateur j sert uniquement au chauffage mais assure aussi une ventilation volontaire :
 
$$f_{\text{vent},m,j} = 1 - f_{\text{heat},m,j}$$

\*TABLEAU 2

On suppose que la constante de temps du secteur énergétique i égale à :

$$\tau_{\text{heat,sec } i} = \frac{C_{\text{sec } i}}{H_{T,\text{heat,sec } i} - H_{V,\text{heat,sec } i}} \quad (\text{e})$$

avec :

- $C_{\text{sec } i}$  : la capacité thermique effective du secteur énergétique i, en J/K;
- $H_{T,\text{heat,sec } i}$  : le coefficient de transfert thermique par transmission du secteur énergétique i, en W/K, déterminé selon 7.7;
- $H_{V,\text{heat,sec } i}$  : le coefficient de transfert thermique par ventilation, en W/K, déterminé selon 7.3.

[7.9 Gains de chaleur interne mensuels]

**7.9 Gains de chaleur internes mensuels**

**7.9.1 Principe**

Les gains de chaleur internes sont égaux à toute la chaleur produite dans un secteur énergétique par des sources internes, à l'exception du système de chauffage des locaux; par exemple l'émission de chaleur des personnes, l'éclairage et les appareils. Dans le cadre de la réglementation, on établit leur valeur de manière forfaitaire. Dans les espaces adjacents non chauffés, les gains de chaleur internes sont par hypothèse égaux à zéro.

**7.9.2 Règle de calcul**

On détermine les gains de chaleur internes dans un secteur énergétique i pendant un mois donné comme suit :

$$Q_{i,\text{sec } i,m} = (0.67 + 220/V_{\text{LZW}}) V_{\text{sec } i} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

avec :

- $V_{\text{PEB}}$  : le volume total de l'unité PEB, en m<sup>3</sup>, voir [6](#);
- $V_{\text{sec } i}$  : le volume du secteur énergétique i, en m<sup>3</sup>;
- $t_m$  : la longueur du mois considéré, en Ms, voir [Tableau 1](#).

\*TABLEAU 3

avec, comme constante de temps mensuelle pour le chauffage du secteur énergétique i,  $\tau_{\text{heat,sec } i,m}$  en h :

$$\tau_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{C_{\text{sec } i}}{3.6(H_{T,\text{heat,sec } i} + H_{V,\text{heat,sec } i})}$$

où :

- $a_{0,\text{heat}}$  : une constante, reprise au [Tableau 3](#) (-);
- $t_{0,\text{heat}}$  : une constante, reprise au [Tableau 3](#) (h);
- $C_{\text{sec } i}$  : la capacité thermique effective du secteur énergétique i, en KJ/K, déterminée selon [5.8](#);
- $H_{T,\text{heat,sec } i}$  : le coefficient de transfert thermique par transmission du secteur énergétique i, en W/K, déterminé selon [5.4](#);
- $H_{V,\text{heat,sec } i}$  : le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration et ventilation volontaire du secteur énergétique i, en W/K, déterminé selon [5.5](#).

\*TABLEAU 4

**Tableau 4 Fraction de temps pendant laquelle on ventile par convention**

Destination	$f_{\text{vent,heat},j}$	$f_{\text{vent,cool},j}$		
		ventilation naturelle	ventilation mécanique	
			avec fonctionnement automatique nocturne	sans fonctionnement automatique nocturne
Bureau	0.3	1.0	1.0	0.3
Ecole				

\*TABLEAU 5

**Tableau 5 Gains de chaleur internes résultant des appareils et fraction d'occupation réelle en fonction de la destination**

Destination	Charge de chaleur interne des équipements $Q_{i,\text{app}}$ (W/m <sup>2</sup> )	Fraction d'occupation réelle $f_{\text{real}}$ (-)
Bureau		
Ecole	3	0.30

\*TABLEAU 15

**Tableau 15 Valeur conventionnelle pour le calcul du nombre d'heures d'utilisation annuelles diurnes t<sub>day</sub> et nocturnes t<sub>night</sub>**

Destination	Heures d'utilisation diurnes t <sub>day</sub> (h)	Heures d'utilisation nocturnes t <sub>night</sub> (h)
Bureau		
Ecole	2200	150

## D. Tableaux 4

### 1. Tableaux 4.1 : les mesures éco-énergétiques liées à l'architecture

Chaque tableau s'organise de la sorte :

- Chaque ligne correspond à une mesure éco-énergétique ;
- La première colonne décrit les mesures étudiées ;
- La deuxième colonne indique la valeur de cette mesure considérée en base ;
- La troisième colonne et les colonnes suivantes indiquent les valeurs évaluées en variante.

Logt ind. Neuf	HI-A	var 1	var 2	var 3
Utoit	<b>0.24</b>	0.20	0.12	0.08
Umur	<b>0.24</b>	0.20	0.12	0.08
Rsol	<b>3.33</b>	5.00	8.33	12.50
Uw	<b>1.60</b>	0.85		
Ug	<b>1.10</b>	0.60		
v50	<b>6.07</b>	2.02	1.21	
n50	<b>3.00</b>	1.00	0.60	
inertie	<b>mi-lourd</b>	-		
surface vitrée	<b>50%</b>	25% au nord		
g	<b>60%</b>	-		
prot sol amov	<b>non</b>	protection solaire ext manuelle		

Hab. ind. Existant 1	HI-B	var 1	var 2	var 3	var 4
Utoit	<b>0.6</b>	0.40	0.24	0.12	0.08
Umur	<b>2.2</b>	0.60	0.24	0.12	0.08
Rsol	<b>0.31</b>	1.67	4.17	8.33	12.50
Uw	<b>3</b>	1.80	0.85		
Ug	<b>2.8</b>	1.10	0.6		
v50	<b>12</b>	6.07	2.02	1.21	
n50	<b>5.93</b>	3.00	1.00	0.60	
inertie	<b>mi-lourd</b>	-			
surface vitrée	<b>50%</b>	-			
g	<b>76%</b>	60%			
prot sol amov	<b>non</b>	protection solaire ext manuelle			

Hab. ind. Existant 2	HI-C	var 1	var 2	var 3	var 4
Utoit	<b>3.3</b>	0.40	0.24	0.12	0.08
Umur	<b>1.54</b>	0.60	0.24	0.12	0.08
Rsol	<b>0.75</b>	1.67	4.17	8.33	12.50
Uw	<b>5.76</b>	1.80	0.85		
Ug	<b>5.7</b>	1.10	0.60		
v50	<b>12</b>	6.30	2.10	1.26	
n50	<b>5.65</b>	3.00	1.00	0.60	
inertie	<b>mi-lourd</b>	-			
surface vitrée	<b>40%</b>	-			
g	<b>0.76</b>	0.60			
prot sol amov	<b>non</b>	protection solaire ext manuelle			

appart. Neuf	AP-A	var 1	var 2	var 3
Utoit	-	-	-	-
Umur	<b>0.24</b>	0.20	0.12	0.08
Rsol	-	-	-	-
Uw	<b>1.20</b>	0.85		
Ug	<b>1.00</b>	0.60		
v50	<b>12.00</b>	5.10	3.06	
n50	<b>2.35</b>	1.00	0.60	
inertie	<b>mi-lourd</b>	-		
surface vitrée	<b>50%</b>	25% à l'ouest		
g	<b>60%</b>	-		
prot sol amov	<b>non</b>	protection solaire ext manuelle		

appart. Existant 1	AP-B	var 1	var 2	var 3	var 4
Utoit	-	-	-	-	-
Umur	<b>1.30</b>	0.60	0.24	0.12	0.08
Rsol	-	-	-	-	-
Uw	<b>5.76</b>	1.80	0.85		
Ug	<b>5.70</b>	1.10	0.60		
v50	<b>12.00</b>	5.10	3.06		
n50	<b>2.35</b>	1.00	0.60		
inertie	<b>mi-lourd</b>	-			
surface vitrée	<b>75%</b>	25% facade est			
g	<b>76%</b>	60%			
prot sol amov	<b>non</b>	protection solaire ext manuelle			



appart. Existant 2	AP-C	var 1	var 2	var 3	var 4
Utoit	-	-	-	-	-
Umur	<b>1.30</b>	0.60	0.24	0.12	0.08
Rsol	-	-	-	-	-
Uw	<b>5.76</b>	1.80	0.85		
Ug	<b>5.7</b>	1.10	0.60		
v50	<b>12.00</b>	2.98	1.79		
n50	<b>4.03</b>	1.00	0.60		
inertie	<b>mi-lourd</b>	-			
surface vitrée	<b>50%</b>	25% facade nord			
g	<b>76%</b>	60%			
prot sol amov	<b>non</b>	protection solaire ext manuelle			

## 2. Tableaux 4.2 : les mesures éco-énergétiques liées aux techniques

### a. Tableau synoptique

Le tableau suivant indique :

- Les techniques étudiées (et leur code utilisé dans toute l'étude).
- Une brève description reprenant les caractéristiques principales des techniques étudiées.
- Les cas où les techniques sont envisagées avec le code couleur suivant :

■	technique du cas de référence
■	technique variante

Tech.	Sous-tech.	variable	code	Description	HI-A	HI-B	HI-C	AP-A	AP-B	AP-C
Ventilation										
		C	VH1	Type A non considéré car débit trop variable (solutions non comparables avec C et D). Type B non étudié comme dans étude 3E (très rare) mseci par défaut						
		C + ventilation volontaire	VH2	Fonctionnement par sonde hygrométrique mseci 1,25 - $F_{demande}$ 0,79						
		D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	VH5	Échangeur double plaque ou à roue mseci 1,24						
		D + régulation + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80%	VH6	Il s'agit d'ajouter à VH5 un module de régulation horaire permettant la réduction au débit minimal en dehors des heures d'occupation mseci 1,24 - $F_{demande}$ 0,93						

Chauffage										
Production										
		Chaudière mazout ou gaz sur sol	HP1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniquement existant / rendement = 80%/64,6% (chauff./ECS)/ maintenue en température / veilleuse pour vecteur gaz -/ pas veilleuse pour mazout / hors VP/ température 30% : 60°C</li> <li>- ECS: oui stockage 50L/800L</li> <li>- pour AP C : base = production centralisée 274 Kw</li> </ul>					K	
		Chaudière gaz HR sur sol	HP2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniquement existant / rendement = 90%/64,6% (chauff./ECS) / maintenue en température / pas de veilleuse / dans VP / température 30% : 45°C</li> <li>- ECS: oui stockage 50L/160L</li> <li>- Pour AP C : base = production centralisée 274kW</li> </ul>					K	
		Chaudière gaz condensation murale	HP3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniquement pour HI et AP en version décentralisé</li> <li>- Rendement = 107%/80% (chauff./ECS profil XL) / pas de veilleuse /température 30% : 45°C</li> <li>- ECS: pas stockage</li> </ul>						
		Chaudière gaz condensation sur sol	HP4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour HI et AP en version centralisée</li> <li>- Rendement = 104%/85%(chauf./ECS profil XXL) pas de veilleuse /température 30% : 45°C</li> <li>- ECS: oui stockage</li> </ul>				A	A	A
		Cogénération gaz + chaudière gaz condensation	HP5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniquement pour AP : en décentralisé micro cogen stirling sinon cogen bivalente avec gaz</li> <li>- Cogen : combustion interne / gaz / dimensionnement selon cogencalc</li> <li>- Chaudière gaz condensation : voir ci-avant</li> <li>- Ecart de température entre départ et retour: 20°C</li> <li>- Chauffage : oui stockage</li> <li>- ECS: oui stockage</li> <li>rendement ECS = celui du chauffage (rdt moyen dernière version de cogensim = 51.8%</li> </ul>				A / B	A / B	A / B
		Pompe à chaleur eau/eau (géothermie)	HP6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniquement HI-A (pas de forage sous maison actuelle)</li> <li>- Géothermie à circuit fermé / forage vertical / valeur par défaut pour les températures et la pompe côté évaporateur / COPtest = 4.3 (min selon directive 2007/742/CE) si radiateur ou chauffage par air et 4.6 si plancher rayonnant</li> <li>- Fluide: eau / sol</li> <li>- Ventilation non intégrée</li> <li>- Régulation électronique</li> <li>- Chauffage : oui stockage</li> <li>- ECS: non stockage</li> <li>- Rendement ECS = (source Pac logatherm Buderus) = 99%</li> </ul>						
		Pompe à chaleur eau/eau (géothermie) + chaudière gaz condensation	HP7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniquement neuf AP / BU / EC</li> <li>- Géothermie à circuit fermé / forage vertical / valeur par défaut pour les températures et la pompe côté évaporateur /COPtest = 4.3 (min selon directive 2007/742/CE) si radiateur ou chauffage par air et 4.6 si plancher rayonnant</li> <li>- Chaudière gaz condensation : voir ci-avant</li> <li>- Répartition puissance : 1/3 PAC et 2/3 chaudière gaz</li> <li>- Fluide: eau / eau souterraine: oui</li> <li>- Ventilation non intégrée</li> <li>- Régulation électronique par PAC</li> <li>- Chauffage : oui stockage</li> </ul>				A		

				- ECS: oui stockage - Rendement : 1,36 perte stockage intégré (source Pac logatherm Buderus considérant un mode chauffage à 55°C au départ)						
		Pompe à chaleur air/eau.	HP8	- Uniquement HI et AP (Puissance insuffisante pour BU et EC) - Valeur par défaut pour les températures /COPtest = 3.1 (min selon directive 2007/742/CE) si radiateur ou chauffage par air et 3.4 si plancher rayonnant - Fluide: eau / eau souterraine: non - Ventilation non intégrée - Régulation électronique - Chauffage : oui stockage - ECS: oui stockage - Rendement : 1,44 perte stockage intégré						
		Fourniture de chaleur externe	HP9	- Gaz / rendement 85% (selon ministre) - Pas dans HI - Uniquement pour neuf - ECS: oui stockage				A		
		Chaudière à eau avec combustible bois	HP10	- Bois = pellets - Rendement 90%/80% (chauff./ECS profil XL) (rendement minimum pour label Der Blaue Engel) - ECS: oui stockage				A	A	A
		Cogénération huile végétale + chaudière gaz condensation	HP11	- Uniquement pour AP/BU/EC - Cogen : combustion interne / huile végétale / dimensionnement selon cogencalc - Chaudière gaz condensation : voir ci-avant - Ecart de température entre départ et retour: 40° - ECS: oui stockage - Rendement ECS = 51.8%				A / B	A / B	A / B
		Chauffage électrique	HP12	- Uniquement logement passif - ECS: oui stockage 38% (non soumis Ecodesign)				I	I	I
		Chauffage électrique + boiler thermodynamique	HP13	- Uniquement logement passif - ECS: oui stockage - Rendement : 2,8 perte stockage intégré (source Atlantic )				I	I	I
		Combilus avec stockage en sous-station + chaudière gaz condensation sol	HP14	- Chaudière gaz condensation sol : voir ci-avant - ECS: oui stockage				A / B	A / B	A / B
		Combilus avec échangeur plaque en sous-station + chaudière gaz condensation sol	HP15	- Chaudière gaz condensation sol : voir ci-avant - ECS: NON stockage				A / B	A / B	A / B
		Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	HP16	- Récupérateur de chaleur instantané > uniquement pour douche						
Emission				Calcul émetteur simplifié						
		Radiateur / <del>ventilo-convecteur</del>	HE1	HI + AP = radiateur						
		Plancher rayonnant	HE2	Uniquement neuf						
		Chauffage par air	HE3	Uniquement avec $U_{moyen} \leq 0.12W/m^2K$ ET $U_w < 0.85W/m^2K$ ET $n50 \leq 1/h$	F	F	F	F	F	F
Régulation				Température retour par défaut						

		Pas de régulation local	HR1	Uniquement dans existant							
		Régulation local	HR2	= vanne thermostatique							
Distribution											
		Pompe à débit constant / pas de régulation	HD1	Jamais dans neuf							
		Pompe à débit variable / avec régulation	HD2								
ECS				Toujours deux points de puisage (1 douche et 1 évier)							
Production				Idem chauffage							
Distribution				- Uniquement dans AP - Si boucle alors segment = 6m / R= 2.099mK/W (soit 32mm isolant de lambda 0.045W/mK sur DN50)							
		Boucle pas présente	WD1								
		Boucle présente	WD2								
SER											
		Aucune	SER1								
		Panneaux photovoltaïques	SER2								
		Panneaux solaires thermiques	SER3								
		Photovoltaïque + chauffe-eau solaire	SER5								

A : uniquement en version centralisée (donc WD2 dès que production chauffage centralisée (sauf si combilus : système partagé))

B : pas cogénération et solaire thermique en même temps, pas de combilus et solaire thermique ensemble

C : uniquement évaluer avec chaudière gaz condensation sinon surinvestissement jamais rentabilisé ET VH de qualité

D : attention changer EER en fonction des unités terminales

E : que pour les projets déjà performants (nouvelle chaudière)

F : uniquement pour cas passif (sinon débit air insuffisant pour répondre à la puissance de chaud nécessaire)

I : uniquement en décentralisé donc pas avec SER

J : uniquement en décentralisé

K : de base en version centralisée

b. Présentation des variantes étudiées

Logt ind. Neuf	HI-A	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6	var 7
Ventilation	<b>VH</b>	VH2	VH5	VH6				
chauffage - Production	<b>HP</b>	HP3	HP6	HP8	HP10	HP12	HP13	HP16
chauffage - Emission	<b>HE</b>	HE1	HE2	HE3				
chauffage - Régulation	<b>HR</b>	HR2						
chauffage - Distribution	<b>HD</b>	HD2						
ECS - Production	<b>WP</b>	IDEM CHAUFFAGE (sauf HP13)						
ECS - Distribution	<b>WD</b>	X						
Energie renouvelable	<b>SER</b>	SER1	SER2	SER3	SER5			

Hab. ind. Existant 1	HI-B	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6
Ventilation	<b>VH</b>	VH1	VH2	VH5	VH6		
chauffage - Production	<b>HP</b>	HP2	HP3	HP8	HP10	HP12	HP13
chauffage - Emission	<b>HE</b>	HE1	HE3				
chauffage - Régulation	<b>HR</b>	HR2					
chauffage - Distribution	<b>HD</b>	HD1	HD2				
ECS - Production	<b>WP</b>	IDEM CHAUFFAGE (sauf HP13)					
ECS - Distribution	<b>WD</b>	X					
Energie renouvelable	<b>SER</b>	SER1	SER2	SER3	SER5		

Hab. ind. Existant 2	HI-C	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6	var 7
Ventilation	<b>VH</b>	VH1	VH2	VH5	VH6			
chauffage - Production	<b>HP</b>	HP1	HP3	HP8	HP10	HP12	HP13	
chauffage - Emission	<b>HE</b>	HE1	HE3					
chauffage - Régulation	<b>HR</b>	HR2						
chauffage - Distribution	<b>HD</b>	HD1	HD2					
ECS - Production	<b>WP</b>	IDEM CHAUFFAGE (sauf HP13)						
ECS - Distribution	<b>WD</b>	X						
Energie renouvelable	<b>SER</b>	SER1	SER2	SER3	SER5			

<b>appart. Neuf</b>	<b>AP-A</b>	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6	var 7	var 8	var 9	var 10	var 11	var 12
Ventilation	<b>VH</b>	VH2	VH5	VH6									
chauffage - Production	<b>HP</b>	HP3	HP4	HP5	HP7	HP8	HP9	HP10	HP11	HP12	HP13	HP14	HP15
chauffage - Emission	<b>HE</b>	HE1	HE2	HE3									
chauffage - Régulation	<b>HR</b>	HR2											
chauffage - Distribution	<b>HD</b>	HD2											
ECS - Production	<b>WP</b>	IDEM CHAUFFAGE (sauf HP13)											
ECS - Distribution	<b>WD</b>	WD1	WD2										
Energie renouvelable	<b>SER</b>	SER1	SER2	SER3		SER5							

<b>appart. Existant 1</b>	<b>AP-B</b>	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6	var 7	var 8	var 9	var 10
Ventilation	<b>VH</b>	VH1	VH2	VH5	VH6						
chauffage - Production	<b>HP</b>	HP2	HP3	HP4	HP5	HP10	HP11	HP12	HP13	HP14	HP15
chauffage - Emission	<b>HE</b>	HE1	HE3								
chauffage - Régulation	<b>HR</b>	HR2									
chauffage - Distribution	<b>HD</b>	HD1	HD2								
ECS - Production	<b>WP</b>	IDEM CHAUFFAGE (sauf HP13)									
ECS - Distribution	<b>WD</b>	WD1	WD2								
Energie renouvelable	<b>SER</b>	SER1	SER2	SER3	SER5						

<b>appart. Existant 2</b>	<b>AP-C</b>	var 1	var 2	var 3	var 4	var 5	var 6	var 7	var 8	var 9	var 10
Ventilation	<b>VH</b>	VH1	VH2	VH5	VH6						
chauffage - Production	<b>HP</b>	HP1	HP3	HP4	HP5	HP10	HP11	HP12	HP13	HP14	HP15
chauffage - Emission	<b>HE</b>	HE1	HE3								
chauffage - Régulation	<b>HR</b>	HR2									
chauffage - Distribution	<b>HD</b>	HD1	HD2								
ECS - Production	<b>WP</b>	IDEM CHAUFFAGE (sauf HP13)									
ECS - Distribution	<b>WD</b>	WD1	WD2								
Energie renouvelable	<b>SER</b>	SER1	SER2	SER3	SER5						

### 3. Tableaux 4.3 : les mesures/ groupe de variantes les plus importantes utilisées dans les tableaux 5 et 6.

#### a. HI-A

référence mesure / groupe de mesure	Utoit	Umur	Rsol	Uw fen	g	n50	protec	reduct	Chauf.	Chauf.	Chauf.	ECS	Ventilation	CES	PV
	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K	%	1/h	solaire	fac	production	distribution	émission	distribution		kWh/an	kWh/an
HI-A0-0	0,24	0,24	3,33	1,60	0,60	3,00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0,00	0,00
HI-A12-0	0,20	0,24	3,33	1,60	0,60	1,00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0,00	0,00
HI-A32-18	0,12	0,24	3,33	1,60	0,60	0,60	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0,00	0,00
HI-A12-19	0,20	0,24	3,33	1,60	0,60	1,00	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	0,00
HI-A34-19	0,12	0,12	8,00	1,60	0,60	0,60	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	0,00
HI-A12-60	0,20	0,24	3,33	1,60	0,60	1,00	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0,00	2430,11
HI-A12-61	0,20	0,24	3,33	1,60	0,60	1,00	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	2430,11
HI-A34-61	0,12	0,12	8,00	1,60	0,60	0,60	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	2430,11
HI-A21-61	0,12	0,12	8,00	0,85	0,60	1,00	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	2430,11
HI-A38-131	0,08	0,08	12,50	0,85	0,60	0,60	non	non	Récupérateur chaleur sur ECS + chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + régulation + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	920,01	2430,11

b. HI-B

réf. / groupe de mesure	Utoit	Umur	Rsol	Uw fen	g	n50	protec	reduct	Chauf.	Chauf.	Chauf.	ECS	Ventilation	CES	PV
	W/m²K	W/m²K	m²K/W	W/m²K	%	1/h	solaire	fac	production	distribution	émission	distribution		kWh/an	kWh/an
HI-B0-0	0.60	2.20	0.31	3.00	0.76	5.93	non	non	chaudière gaz HR sur sol	sans régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C	0.00	0.00
HI-B21-4	0.60	0.24	0.31	3.00	0.76	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C	0.00	0.00
HI-B24-4	0.24	0.24	4.17	3.00	0.76	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C	0.00	0.00
HI-B21-28	0.60	0.24	0.31	3.00	0.76	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C	0.00	2430.11
HI-B24-28	0.24	0.24	4.17	3.00	0.76	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C	0.00	2430.11
HI-B24-29	0.24	0.24	4.17	3.00	0.76	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0.00	2430.11
HI-B43-106	0.12	0.12	8.33	3.00	0.76	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0.00	2430.11
HI-B44-106	0.12	0.12	8.33	1.80	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0.00	2430.11
HI-B45-106	0.12	0.12	8.33	0.85	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0.00	2430.11
HI-B45-146	0.12	0.12	8.33	0.85	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	1069.21	2430.11



c. HI-C

référence mesure / groupe de mesure	Utoit	Umur	Rsol	Uw fen	g	n50	protec	reduct	Chauf.	Chauf.	Chauf.	ECS	Ventilation	CES	PV
	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K	%	1/h	solaire	fac	production	distribution	émission	distribution		kWh/an	kWh/an
HI-C0-0	3.30	1.54	0.75	5.76	0.76	5.65	non	non	chaudière mazout sur sol	sans régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	C	0.00	0.00
HI-C19-4	0.40	0.60	1.67	1.80	0.60	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	C	0.00	0.00
HI-C19-28	0.40	0.60	1.67	1.80	0.60	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	C	0.00	2430.11
HI-C19-29	0.40	0.60	1.67	1.80	0.60	3.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0.00	2430.11
HI-C44-28	0.12	0.12	8.33	1.80	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	C	0.00	2430.11
HI-C37-4	0.24	0.24	4.17	5.76	0.76	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	C	0.00	0.00
HI-C44-29	0.12	0.12	8.33	1.80	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	sans régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0.00	2430.11
HI-C44-106	0.12	0.12	8.33	1.80	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0.00	2430.11
HI-C44-146	0.12	0.12	8.33	1.80	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	1212.91	2430.11
HI-C45-146	0.12	0.12	8.33	0.85	0.60	1.00	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo-convecteur	Sans boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	1212.91	2430.11

d. AP-A

référence mesure / groupe de mesure	Utoit	Umur	Rsol	Uw fen	g	n50	protec	reduct	Chauf.	Chauf.	Chauf.	ECS	Ventilation	CES	PV
	W/m²K	W/m²K	m²K/W	W/m²K	%	1/h	solaire	fac	production	distribution	émission	distribution		kWh/an	kWh/an
AP-A0-0	-	0,24	-	1,20	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz condensation murale	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C + ventilation à la demande	0,00	0,00
AP-A0-15	-	0,24	-	1,20	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	C + ventilation à la demande	0,00	0,00
AP-A0-16	-	0,24	-	1,20	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	0,00
AP-A0-66	-	0,24	-	1,20	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	C + ventilation à la demande	0,00	1620,07
AP-A0-67	-	0,24	-	1,20	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-A14-67	-	0,24	-	1,20	0,60	0,60	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-A44-67	-	0,24	-	1,20	0,60	2,35	oui	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-A50-67	-	0,24	-	1,20	0,60	1,00	oui	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-A61-67	-	0,20	-	0,85	0,60	0,60	oui	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-A61-91	-	0,20	-	0,85	0,60	0,60	oui	non	Pompe à chaleur eau/eau (géothermie) + chaudière gaz condensation	avec régul	plancher rayonnant	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07

e. AP-B

référence mesure / groupe de mesure	Utoit	Umur	Rsol	Uw fen	g	n50	protec	reduct	Chauf.	Chauf.	Chauf.	ECS	Ventilation	CES	PV
	W/m²K	W/m²K	m²K/W	W/m²K	%	1/h	solaire	fac	production	distribution	émission	distribution		kWh/an	kWh/an
AP-B0-0	-	1,30	-	5,76	0,76	2,35	non	non	chaudière gaz HR sur sol	sans régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	C	0,00	0,00
AP-B4-600	-	0,24	-	5,76	0,76	2,35	non	non	Combilus avec stockage en sous-station + chaudière gaz condensation sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Sans boucle	C	0,00	1620,07
AP-B2-140	-	1,30	-	1,80	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	C	0,00	1620,07
AP-B3-136	-	0,60	-	1,80	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz HR sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	C	0,00	1620,07
AP-B3-138	-	0,60	-	1,80	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz HR sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-B3-142	-	0,60	-	1,80	0,60	2,35	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-B22- 143	-	0,60	-	1,80	0,60	0,60	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + régulation + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-B15- 142	-	0,24	-	0,85	0,60	1,00	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-B35- 142	-	0,24	-	0,85	0,60	2,35	oui	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07
AP-B57- 142	-	0,12	-	0,85	0,60	0,60	oui	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec régul	radiateur / ventilo- convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1620,07

f. AP-C

référence mesure / groupe de mesure	Utoit	Umur	Rsol	Uw fen	g	n50	protec	reduct	Chauf.	Chauf.	Chauf.	ECS	Ventilation	CES	PV
	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K	%	1/h	solaire	fac	production	distribution	émission	distribution		kWh/an	kWh/an
AP-C0-0	-	1,30	-	5,76	0,76	4,03	non	non	chaudière mazout sur sol	sans réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	C	0,00	0,00
AP-C0-148	-	1,30	-	5,76	0,76	4,03	non	non	Chaudière à eau avec combustible bois	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	C	0,00	1053,05
AP-C14-140	-	0,24	-	5,76	0,76	1,00	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	C	0,00	1053,05
AP-C2-140	-	1,30	-	1,80	0,60	4,03	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	C	0,00	1053,05
AP-C2-142	-	1,30	-	1,80	0,60	4,03	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1053,05
AP-C3-142	-	0,60	-	1,80	0,60	4,03	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1053,05
AP-C23-142	-	0,60	-	1,80	0,60	0,60	non	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1053,05
AP-C23-146	-	0,60	-	1,80	0,60	0,60	non	non	Cogénération gaz + chaudière gaz condensation	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1053,05
AP-C46-142	-	0,24	-	0,85	0,60	1,00	oui	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	D + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	0,00	1053,05
AP-C46-223	-	0,24	-	0,85	0,60	1,00	oui	non	chaudière gaz condensation sur sol	avec réglul	radiateur / ventilo-convecteur	Avec boucle	D + régulation + récupérateur chaleur rendement EN 308: 80% + SFP 3	695,43	810,04

## E. Tableaux 5

### 1. Résultats

#### a. HI-A

référence mesure / groupe de mesure (tel que décrit dans les tableaux 4.3)	Besoin d'énergie		Consommation d'énergie [kWh énergie finale/an]				Énergie reçue de l'extérieur spécifiée par source [kWh énergie finale/an]				Demande d'énergie primaire en kWh/m <sup>2</sup> /an	Réduction des besoins en énergie primaire par rapport au bâtiment de référence
	pour le chauffage	pour le refroidissement	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	ECS	électricité	fossile	réseau de chaleur	biomasse		
HI-A0-0	41	0	8362	0	1471	2362	589	10724	0	0	70	0
HI-A12-0	36	0	7356	0	1435	2362	574	9718	0	0	64	6
HI-A32-18	33	0	6815	0	1417	1704	567	8519	0	0	57	13
HI-A12-19	23	0	4815	0	2073	1704	829	6519	0	0	50	21
HI-A34-19	18	0	3627	0	2036	1704	814	5331	0	0	43	28
HI-A12-60	36	0	7356	0	1434	1704	0	9060	0	0	26	45
HI-A12-61	23	0	4815	0	2073	1704	0	6519	0	0	15	56
HI-A34-61	18	0	3627	0	2036	1704	0	5331	0	0	7	63
HI-A21-61	10	0	2062	0	1986	1704	0	3766	0	0	-2	72
HI-A38-131	7	0	1522	0	1967	554	0	2076	0	0	-12	82

b. HI-B

référence mesure / groupe de mesure (tel que décrit dans les tableaux 4.3)	Besoin d'énergie		Consommation d'énergie [kWh énergie finale/an]				Énergie reçue de l'extérieur spécifiée par source [kWh énergie finale/an]				Demande d'énergie primaire en kWh/m <sup>2</sup> /an	Réduction des besoins en énergie primaire par rapport au bâtiment de référence
	pour le chauffage	pour le refroidissement	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	ECS	électricité	fossile	réseau de chaleur	biomasse		
HI-B0-0	124	0	31634	0	2457	4339	983	35974	0	0	222	0
HI-B21-4	88	0	18059	13	2440	2362	989	20421	0	0	132	90
HI-B24-4	69	1	14073	47	2431	2362	1019	16435	0	0	110	112
HI-B21-28	88	0	18059	13	2440	2362	0	20421	0	0	97	125
HI-B24-28	69	1	14073	47	2431	2362	0	16435	0	0	75	148
HI-B24-29	57	0	11664	34	1975	2362	0	14026	0	0	58	164
HI-B43-106	34	1	6950	52	2131	2362	0	9312	0	0	32	190
HI-B44-106	21	0	4241	0	2057	2362	0	6603	0	0	15	207
HI-B45-106	10	0	2051	0	1987	2362	0	4413	0	0	2	220
HI-B45-146	10	0	2051	0	1987	1026	0	3076	0	0	-6	228

c. HI-C

référence mesure / groupe de mesure (tel que décrit dans les tableaux 4.3)	Besoin d'énergie		Consommation d'énergie [kWh énergie finale/an]				Énergie reçue de l'extérieur spécifiée par source [kWh énergie finale/an]				Demande d'énergie primaire en kWh/m <sup>2</sup> /an	Réduction des besoins en énergie primaire par rapport au bâtiment de référence
	pour le chauffage	pour le refroidissement	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	ECS	électricité	fossile	réseau de chaleur	biomasse		
HI-C0-0	231	0	85657	0	3183	5430	1273	91087	0	0	429	0
HI-C19-4	65	0	16948	0	3077	3260	1231	20209	0	0	106	323
HI-C19-28	65	0	16948	0	3077	3260	0	20209	0	0	78	350
HI-C19-29	54	0	14002	0	2416	3260	0	17262	0	0	62	367
HI-C44-28	39	0	10178	0	3061	3260	0	13439	0	0	47	381
HI-C37-4	89	0	23110	0	3092	3260	1237	26370	0	0	134	295
HI-C44-29	28	0	7399	0	2400	3260	0	10660	0	0	32	397
HI-C44-106	17	0	4445	0	2793	3260	0	7706	0	0	20	408
HI-C44-146	17	0	4445	0	2793	1744	0	6190	0	0	13	415
HI-C45-146	9	0	2260	0	2740	1744	0	4005	0	0	3	425

d. AP-A

référence mesure / groupe de mesure (tel que décrit dans les tableaux 4.3)	Besoin d'énergie		Consommation d'énergie [kWh énergie finale/an]				Énergie reçue de l'extérieur spécifiée par source [kWh énergie finale/an]				Demande d'énergie primaire en kWh/m <sup>2</sup> /an	Réduction des besoins en énergie primaire par rapport au bâtiment de référence
	pour le chauffage	pour le refroidissement	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	ECS	électricité	fossile	réseau de chaleur	biomasse		
AP-A0-0	33	14	4196	683	1180	1954	1155	6150	0	0	84	0
AP-A0-15	33	14	4546	683	1061	2657	1108	7204	0	0	92	-9
AP-A0-16	17	14	2289	689	1588	2657	1325	4946	0	0	76	7
AP-A0-66	33	14	4546	683	1061	2657	0	7204	0	0	55	29
AP-A0-67	17	14	2289	689	1588	2657	0	4946	0	0	39	45
AP-A14-67	13	14	1794	677	1577	2657	0	4451	0	0	34	50
AP-A44-67	17	5	2289	256	1588	2657	0	4946	0	0	29	55
AP-A50-67	14	5	1905	248	1580	2657	0	4562	0	0	25	59
AP-A61-67	8	7	1057	325	1562	2657	0	3714	0	0	19	65
AP-A61-91	8	7	419	325	1627	1717	916	281	0	0	9	75



e. AP-B

référence mesure / groupe de mesure (tel que décrit dans les tableaux 4.3)	Besoin d'énergie		Consommation d'énergie [kWh énergie finale/an]				Énergie reçue de l'extérieur spécifiée par source [kWh énergie finale/an]				Demande d'énergie primaire en kWh/m <sup>2</sup> /an	Réduction des besoins en énergie primaire par rapport au bâtiment de référence
	pour le chauffage	pour le refroidissement	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	ECS	électricité	fossile	réseau de chaleur	biomasse		
AP-B0-0	187	13	31441	616	1758	4720	1320	36160	0	0	365	0
AP-B4-600	177	14	24395	686	1615	1982	0	26377	0	0	238	128
AP-B2-140	78	21	10789	988	1518	2332	0	13121	0	0	121	244
AP-B3-136	71	23	11994	1108	1510	3533	92	15527	0	0	146	219
AP-B3-138	38	20	6380	968	1641	3533	4	9914	0	0	92	273
AP-B3-142	38	20	5264	968	1641	2332	4	7597	0	0	70	295
AP-B22-143	33	20	4600	955	1627	2332	0	6932	0	0	64	301
AP-B15-142	11	34	1510	1628	1570	2332	636	3843	0	0	50	315
AP-B35-142	13	15	1855	700	1578	2332	0	4187	0	0	32	333
AP-B57-142	9	15	1305	707	1566	2332	0	3638	0	0	27	338

f. AP-C

référence mesure / groupe de mesure (tel que décrit dans les tableaux 4.3)	Besoin d'énergie		Consommation d'énergie [kWh énergie finale/an]				Énergie reçue de l'extérieur spécifiée par source [kWh énergie finale/an]				Demande d'énergie primaire en kWh/m <sup>2</sup> /an	Réduction des besoins en énergie primaire par rapport au bâtiment de référence
	pour le chauffage	pour le refroidissement	Chauffage	Refroidissement	Ventilation	ECS	électricité	fossile	réseau de chaleur	biomasse		
AP-C0-0	232	15	39239	598	1089	4022	1033	43261	0	0	520	0
AP-C0-148	232	15	29585	598	1043	2186	0	0	0	31771	359	161
AP-C14-140	190	21	21533	818	1028	2058	176	23590	0	0	272	247
AP-C2-140	112	26	12733	1003	999	2058	350	14791	0	0	178	342
AP-C2-142	75	22	8513	880	1149	2058	287	10571	0	0	128	392
AP-C3-142	55	32	6207	1253	1134	2058	654	8265	0	0	112	408
AP-C23-142	47	32	5329	1240	1126	2058	637	7387	0	0	102	418
AP-C23-146	47	32	6633	1240	1157	2608	0	9242	0	0	89	431
AP-C46-142	15	37	1718	1434	1097	2058	820	3776	0	0	66	454
AP-C46-223	15	37	1643	1434	1097	1240	1063	2883	0	0	63	457

## 2. Tableau annexe aux tableaux 5 : durée de vie des équipements et à l'architecture

### TECHNIQUE

Code de la technique	durée de vie moyenne	pourcentage de maintenance %
<b>Chauffage production</b>		
HP1	20	1.50%
HP2	20	1.50%
HP3	20	2.00%
HP4	20	2.00%
HP5	12	6.00%
HP6	15	1.65%
HP7	15	1.50%
HP8	15	4.00%
HP9	0	0.00%
HP10	20	1.50%
HP11	12	6.00%
HP12	17	2.00%
HP13	17	2.50%
HP14	20	2.00%
HP15	20	2.00%
HP16	20	2.00%
<b>Chauffage distribution</b>		
HD1	15	2.00%
HD2	12	1.75%
<b>Chauffage émission</b>		
HE1	35	1.50%
HE2	30	2.00%
HE3	17	3.00%
<b>Chauffage régulation</b>		
HR2	20	1.50%
<b>ECS production (stockage inclus)</b>		
= HP	∞	0.00%
<b>ECS distribution</b>		
WD1	∞	0.00%
WD2	∞	0.00%
<b>ECS émission</b>		
rien	∞	0.00%
<b>ECS régulation</b>		
rien	∞	0.00%
<b>Ventilation</b>		
VH1	17	4.00%
VH2	15	6.00%
VH3	17	4.00%
VH4	15	6.00%
VH5	15	6.00%
VH6	15	6.00%
<b>Système solaire thermique</b>		
SER3	20	0.50%
<b>Système photovoltaïque</b>		
SER2	25	1.00%
<b>Système éolienne</b>		
SER4	20	2.50%

**ARCHITECTURE**

isolation	$\infty$	0.00%
protection solaire	20	1.00%
étanchéité air	$\infty$	0.00%

## F. Tableaux 6

### 1. HI-A

#### a. Étude de sensibilité – taux d'actualisation

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]	
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile							
HI-A0-0	46480	509	832	30							0,00	-4119				482,60	
HI-A12-0	48100	509	764	30							0,00	-4119				481,74	
HI-A32-18	51698	535	685	30							0,00	-4773				496,38	
HI-A12-19	51909	686	619	30							0,00	-4773				513,03	
HI-A34-19	59868	686	539	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-4773	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans coût investissement	547,02	
HI-A12-60	55940	601	583	30							0,00	-10000					522,80
HI-A12-61	58443	751	420	30							0,00	-10000					539,68
HI-A34-61	66402	751	343	30							0,00	-10000					574,10
HI-A21-61	82873	751	242	30							0,00	-10000					654,07
HI-A38-131	101044	859	134	30							0,00	-14516					777,58

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-A0-0	46480	509	832	30							0,00	-4119	2,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	513,42
HI-A12-0	48100	509	764	30							0,00	-4119				511,02
HI-A32-18	51698	535	685	30							0,00	-4773				524,65
HI-A12-19	51909	686	619	30							0,00	-4773				543,31
HI-A34-19	59868	686	539	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-4773				575,49
HI-A12-60	55940	601	583	30							0,00	-10000				551,37
HI-A12-61	58443	751	420	30							0,00	-10000				568,39
HI-A34-61	66402	751	343	30							0,00	-10000				601,06
HI-A21-61	82873	751	242	30							0,00	-10000				678,72
HI-A38-131	101044	859	134	30							0,00	-14516				804,67

approche	microéconomique
taux actualisation	2,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-A0-0	46480	509	832	30							0,00	-4119	4,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	456,95
HI-A12-0	48100	509	764	30							0,00	-4119				457,36
HI-A32-18	51698	535	685	30							0,00	-4773				472,77
HI-A12-19	51909	686	619	30							0,00	-4773				487,71
HI-A34-19	59868	686	539	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-4773				523,18
HI-A12-60	55940	601	583	30							0,00	-10000				498,83
HI-A12-61	58443	751	420	30							0,00	-10000				515,52
HI-A34-61	66402	751	343	30							0,00	-10000				551,38
HI-A21-61	82873	751	242	30							0,00	-10000				633,24
HI-A38-131	101044	859	134	30							0,00	-14516				754,45

approche	microéconomique
taux actualisation	4,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

*b. Étude de sensibilité – évolution prix d'énergie*

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-A0-0	46480	509	832	30							0,00	-4119	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	482,60
HI-A12-0	48100	509	764	30							0,00	-4119				481,74
HI-A32-18	51698	535	685	30							0,00	-4773				496,38
HI-A12-19	51909	686	619	30							0,00	-4773				513,03
HI-A34-19	59868	686	539	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-4773				547,02
HI-A12-60	55940	601	583	30							0,00	-10000				522,80
HI-A12-61	58443	751	420	30							0,00	-10000				539,68
HI-A34-61	66402	751	343	30							0,00	-10000				574,10
HI-A21-61	82873	751	242	30							0,00	-10000				654,07
HI-A38-131	101044	859	134	30							0,00	-14516				777,58

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-A0-0	46480	509	832	30							0,00	-4119	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	470,30
HI-A12-0	48100	509	764	30							0,00	-4119				470,58
HI-A32-18	51698	535	685	30							0,00	-4773				486,57
HI-A12-19	51909	686	619	30							0,00	-4773				505,35
HI-A34-19	59868	686	539	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-4773				540,68
HI-A12-60	55940	601	583	30							0,00	-10000				512,62
HI-A12-61	58443	751	420	30							0,00	-10000				532,36
HI-A34-61	66402	751	343	30							0,00	-10000				568,12
HI-A21-61	82873	751	242	30							0,00	-10000				649,84
HI-A38-131	101044	859	134	30							0,00	-14516				775,25

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	1,22%
gaz	0,91%
électricité	0,12%
bois	0,00%
chaleur externe	0,91%
huile	2,95%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]		
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile								
HI-A0-0	46480	509	832	30							0,00	-4119				592,79		
HI-A12-0	48100	509	764	30							0,00	-4119				583,13		
HI-A32-18	51698	535	685	30							0,00	-4773				587,65		
HI-A12-19	51909	686	619	30							0,00	-4773				597,76		
HI-A34-19	59868	686	539	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-4773	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	621,44		
HI-A12-60	55940	601	583	30							0,00	-10000						597,17
HI-A12-61	58443	751	420	30							0,00	-10000						593,20
HI-A34-61	66402	751	343	30							0,00	-10000						617,86
HI-A21-61	82873	751	242	30							0,00	-10000						684,99
HI-A38-131	101044	859	134	30							0,00	-14516						794,62

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	3,26%
gaz	5,87%
électricité	5,87%
bois	0,50%
chaleur externe	5,87%
huile	5,90%



## 2. HI-B

### a. Étude de sensibilité – taux d'actualisation

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-B0-0	0	288	2553	30							0.00	-3989				432.58
HI-B21-4	13571	339	1553	30							0.00	-4632				368.29
HI-B24-4	21975	339	1303	30							0.00	-4632				378.93
HI-B21-28	19295	396	1315	30							0.00	-9211				383.88
HI-B24-28	27699	396	1058	30							0.00	-9211				393.63
HI-B24-29	32500	553	903	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-8439	3.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	424.75
HI-B43-106	44729	733	599	30							0.00	-8704				483.97
HI-B44-106	64467	733	425	30							0.00	-8704				571.66
HI-B45-106	80119	733	284	30							0.00	-8704				640.80
HI-B45-146	88031	772	198	30							0.00	-12660				694.13

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-B0-0	0	288	2553	30							0.00	-3989	2.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	496.75
HI-B21-4	13571	339	1553	30							0.00	-4632				410.71
HI-B24-4	21975	339	1303	30							0.00	-4632				415.58
HI-B21-28	19295	396	1315	30							0.00	-9211				423.85
HI-B24-28	27699	396	1058	30							0.00	-9211				427.72
HI-B24-29	32500	553	903	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-8439				459.18
HI-B43-106	44729	733	599	30							0.00	-8704				516.37
HI-B44-106	64467	733	425	30							0.00	-8704				600.07
HI-B45-106	80119	733	284	30							0.00	-8704				665.97
HI-B45-146	88031	772	198	30							0.00	-12660				720.22

approche	microéconomique
taux actualisation	2.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-B0-0	0	288	2553	30							0.00	-3989	4.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	379.76
HI-B21-4	13571	339	1553	30							0.00	-4632				333.21
HI-B24-4	21975	339	1303	30							0.00	-4632				348.55
HI-B21-28	19295	396	1315	30							0.00	-9211				350.70
HI-B24-28	27699	396	1058	30							0.00	-9211				365.26
HI-B24-29	32500	553	903	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-8439				396.07
HI-B43-106	44729	733	599	30							0.00	-8704				456.84
HI-B44-106	64467	733	425	30							0.00	-8704				547.81
HI-B45-106	80119	733	284	30							0.00	-8704				619.59
HI-B45-146	88031	772	198	30							0.00	-12660				671.92

approche	microéconomique
taux actualisation	4.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

b. Étude de sensibilité – évolution prix d'énergie

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-B0-0	0	288	2553	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-3989	3.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	432.58
HI-B21-4	13571	339	1553	30							0.00	-4632				368.29
HI-B24-4	21975	339	1303	30							0.00	-4632				378.93
HI-B21-28	19295	396	1315	30							0.00	-9211				383.88
HI-B24-28	27699	396	1058	30							0.00	-9211				393.63
HI-B24-29	32500	553	903	30							0.00	-8439				424.75
HI-B43-106	44729	733	599	30							0.00	-8704				483.97
HI-B44-106	64467	733	425	30							0.00	-8704				571.66
HI-B45-106	80119	733	284	30							0.00	-8704				640.80
HI-B45-146	88031	772	198	30							0.00	-12660				694.13

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-B0-0	0	288	2553	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-3989	3.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	391.76
HI-B21-4	13571	339	1553	30							0.00	-4632				344.93
HI-B24-4	21975	339	1303	30							0.00	-4632				360.03
HI-B21-28	19295	396	1315	30							0.00	-9211				360.94
HI-B24-28	27699	396	1058	30							0.00	-9211				375.17
HI-B24-29	32500	553	903	30							0.00	-8439				409.00
HI-B43-106	44729	733	599	30							0.00	-8704				473.51
HI-B44-106	64467	733	425	30							0.00	-8704				564.25
HI-B45-106	80119	733	284	30							0.00	-8704				635.85
HI-B45-146	88031	772	198	30							0.00	-12660				690.67

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	1.22%
gaz	0.91%
électricité	0.12%
bois	0.00%
chaleur externe	0.91%
huile	2.95%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-B0-0	0	288	2553	30							0.00	-3989				764.89
HI-B21-4	13571	339	1553	30							0.00	-4632				573.16
HI-B24-4	21975	339	1303	30							0.00	-4632				552.20
HI-B21-28	19295	396	1315	30							0.00	-9211				551.51
HI-B24-28	27699	396	1058	30							0.00	-9211				528.54
HI-B24-29	32500	553	903	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-8439	3.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	539.89
HI-B43-106	44729	733	599	30							0.00	-8704				560.41
HI-B44-106	64467	733	425	30							0.00	-8704				625.87
HI-B45-106	80119	733	284	30							0.00	-8704				677.03
HI-B45-146	88031	772	198	30							0.00	-12660				719.38

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	3.26%
gaz	5.87%
électricité	5.87%
bois	0.50%
chaleur externe	5.87%
huile	5.90%

### 3. HI-C

#### a. Étude de sensibilité – taux d’actualisation

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-C0-0	0	295	6186	30							0.00	-4235				837.04
HI-C19-4	43517	339	1597	30							0.00	-4632				429.72
HI-C19-28	49241	396	1301	30							0.00	-9211				436.36
HI-C19-29	54042	553	1111	30							0.00	-8439				456.72
HI-C44-28	67070	396	865	30							0.00	-9211				465.54
HI-C37-4	32224	339	1995	30							0.00	-4632				425.73
HI-C44-29	71871	553	686	30							0.00	-8439				487.18
HI-C44-106	75336	733	496	30							0.00	-8704				507.39
HI-C44-146	83248	772	398	30							0.00	-12660				547.95
HI-C45-146	98900	772	258	30							0.00	-12660				602.36

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-C0-0	0	295	6186	30							0.00	-4235	2.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	966.92
HI-C19-4	43517	339	1597	30						0.00	-4632	463.60				
HI-C19-28	49241	396	1301	30						0.00	-9211	467.55				
HI-C19-29	54042	553	1111	30						0.00	-8439	487.55				
HI-C44-28	67070	396	865	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-9211				488.87
HI-C37-4	32224	339	1995	30							0.00	-4632				466.78
HI-C44-29	71871	553	686	30							0.00	-8439				510.35
HI-C44-106	75336	733	496	30							0.00	-8704				531.00
HI-C44-146	83248	772	398	30							0.00	-12660				572.08
HI-C45-146	98900	772	258	30							0.00	-12660				623.95

approche	microéconomique
taux actualisation	2.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-C0-0	0	295	6186	30							0.00	-4235	4.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	730.86
HI-C19-4	43517	339	1597	30						0.00	-4632	401.69				
HI-C19-28	49241	396	1301	30						0.00	-9211	410.47				
HI-C19-29	54042	553	1111	30						0.00	-8439	431.09				
HI-C44-28	67070	396	865	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-9211				446.07
HI-C37-4	32224	339	1995	30							0.00	-4632				391.84
HI-C44-29	71871	553	686	30							0.00	-8439				467.82
HI-C44-106	75336	733	496	30							0.00	-8704				487.58
HI-C44-146	83248	772	398	30							0.00	-12660				527.53
HI-C45-146	98900	772	258	30							0.00	-12660				584.01

approche	microéconomique
taux actualisation	4.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

b. Étude de sensibilité – évolution prix d'énergie

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-C0-0	0	295	6186	30							0.00	-4235	3.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	837.04
HI-C19-4	43517	339	1597	30						0.00	-4632	429.72				
HI-C19-28	49241	396	1301	30						0.00	-9211	436.36				
HI-C19-29	54042	553	1111	30						0.00	-8439	456.72				
HI-C44-28	67070	396	865	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-9211				465.54
HI-C37-4	32224	339	1995	30							0.00	-4632				425.73
HI-C44-29	71871	553	686	30							0.00	-8439				487.18
HI-C44-106	75336	733	496	30							0.00	-8704				507.39
HI-C44-146	83248	772	398	30							0.00	-12660				547.95
HI-C45-146	98900	772	258	30							0.00	-12660				602.36

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	2.44%
gaz	1.81%
électricité	0.23%
bois	0.00%
chaleur externe	1.81%
huile	5.90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-C0-0	0	295	6186	30							0.00	-4235	3.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	717.92
HI-C19-4	43517	339	1597	30							0.00	-4632				411.46
HI-C19-28	49241	396	1301	30							0.00	-9211				418.51
HI-C19-29	54042	553	1111	30							0.00	-8439				441.47
HI-C44-28	67070	396	865	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-9211				453.67
HI-C37-4	32224	339	1995	30							0.00	-4632				402.02
HI-C44-29	71871	553	686	30							0.00	-8439				477.77
HI-C44-106	75336	733	496	30							0.00	-8704				500.58
HI-C44-146	83248	772	398	30							0.00	-12660				542.48
HI-C45-146	98900	772	258	30							0.00	-12660				598.82

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	1.22%
gaz	0.91%
électricité	0.12%
bois	0.00%
chaleur externe	0.91%
huile	2.95%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
HI-C0-0	0	295	6186	30							0.00	-4235				971.01
HI-C19-4	43517	339	1597	30							0.00	-4632				596.61
HI-C19-28	49241	396	1301	30							0.00	-9211				566.81
HI-C19-29	54042	553	1111	30							0.00	-8439				568.15
HI-C44-28	67070	396	865	30							0.00	-9211				552.29
HI-C37-4	32224	339	1995	30	0.053	0.053	0.199	0.050	0.053	0.108	0.00	-4632	3.00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	632.56
HI-C44-29	71871	553	686	30							0.00	-8439				555.99
HI-C44-106	75336	733	496	30							0.00	-8704				557.13
HI-C44-146	83248	772	398	30							0.00	-12660				587.90
HI-C45-146	98900	772	258	30							0.00	-12660				628.21

approche	microéconomique
taux actualisation	3.0%
évolution prix énergie	
mazout	3.26%
gaz	5.87%
électricité	5.87%
bois	0.50%
chaleur externe	5.87%
huile	5.90%



#### 4. AP-A

##### a. Étude de sensibilité – taux d’actualisation

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-A0-0	34128	459	674	30							0,00	-4154	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	605,80
AP-A0-15	31417	400	731	30						0,00	-2654	571,33				
AP-A0-16	32685	486	638	30						0,00	-2525	582,85				
AP-A0-66	35289	439	464	30						0,00	-5752	567,45				
AP-A0-67	36557	525	318	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5622				568,70
AP-A14-67	39762	524	286	30							0,00	-5591				590,21
AP-A44-67	46246	622	318	30							0,00	-10466				708,08
AP-A50-67	48593	621	294	30							0,00	-10443				723,48
AP-A61-67	64595	619	239	30							0,00	-10386				857,61
AP-A61-91	79035	847	239	30							0,00	-8017				1105,77

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-A0-0	34128	459	674	30							0,00	-4154	2,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	647,17
AP-A0-15	31417	400	731	30							0,00	-2654				611,58
AP-A0-16	32685	486	638	30							0,00	-2525				622,72
AP-A0-66	35289	439	464	30							0,00	-5752				602,20
AP-A0-67	36557	525	318	30							0,00	-5622				601,65
AP-A14-67	39762	524	286	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5591				621,93
AP-A44-67	46246	622	318	30							0,00	-10466				747,96
AP-A50-67	48593	621	294	30							0,00	-10443				762,41
AP-A61-67	64595	619	239	30							0,00	-10386				894,42
AP-A61-91	79035	847	239	30							0,00	-8017				1159,65

approche	microéconomique
taux actualisation	2,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-A0-0	34128	459	674	30							0,00	-4154	4,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	571,27
AP-A0-15	31417	400	731	30							0,00	-2654				537,87
AP-A0-16	32685	486	638	30							0,00	-2525				549,62
AP-A0-66	35289	439	464	30							0,00	-5752				538,42
AP-A0-67	36557	525	318	30							0,00	-5622				541,06
AP-A14-67	39762	524	286	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5591				563,58
AP-A44-67	46246	622	318	30							0,00	-10466				674,29
AP-A50-67	48593	621	294	30							0,00	-10443				690,48
AP-A61-67	64595	619	239	30							0,00	-10386				826,35
AP-A61-91	79035	847	239	30							0,00	-8017				1060,14

approche	microéconomique
taux actualisation	4,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

b. Étude de sensibilité – évolution prix d'énergie

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-A0-0	34128	459	674	30							0,00	-4154	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	605,80
AP-A0-15	31417	400	731	30						0,00	-2654	571,33				
AP-A0-16	32685	486	638	30						0,00	-2525	582,85				
AP-A0-66	35289	439	464	30						0,00	-5752	567,45				
AP-A0-67	36557	525	318	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5622				568,70
AP-A14-67	39762	524	286	30							0,00	-5591				590,21
AP-A44-67	46246	622	318	30							0,00	-10466				708,08
AP-A50-67	48593	621	294	30							0,00	-10443				723,48
AP-A61-67	64595	619	239	30							0,00	-10386				857,61
AP-A61-91	79035	847	239	30							0,00	-8017				1105,77

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-A0-0	34128	459	674	30							0,00	-4154	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	594,03
AP-A0-15	31417	400	731	30							0,00	-2654				557,70
AP-A0-16	32685	486	638	30							0,00	-2525				573,12
AP-A0-66	35289	439	464	30							0,00	-5752				554,56
AP-A0-67	36557	525	318	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5622				559,84
AP-A14-67	39762	524	286	30							0,00	-5591				582,24
AP-A44-67	46246	622	318	30							0,00	-10466				699,22
AP-A50-67	48593	621	294	30							0,00	-10443				715,32
AP-A61-67	64595	619	239	30							0,00	-10386				850,96
AP-A61-91	79035	847	239	30							0,00	-8017				1104,66

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	1,22%
gaz	0,91%
électricité	0,12%
bois	0,00%
chaleur externe	0,91%
huile	2,95%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-A0-0	34128	459	674	30							0,00	-4154	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	756,34
AP-A0-15	31417	400	731	30						0,00	-2654	732,85				
AP-A0-16	32685	486	638	30						0,00	-2525	727,77				
AP-A0-66	35289	439	464	30						0,00	-5752	662,18				
AP-A0-67	36557	525	318	30						0,00	-5622	633,73				
AP-A14-67	39762	524	286	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5591				648,73
AP-A44-67	46246	622	318	30							0,00	-10466				773,11
AP-A50-67	48593	621	294	30							0,00	-10443				783,46
AP-A61-67	64595	619	239	30							0,00	-10386				906,45
AP-A61-91	79035	847	239	30							0,00	-8017				1164,69

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	3,26%
gaz	5,87%
électricité	5,87%
bois	0,50%
chaleur externe	5,87%
huile	5,90%

## 5. AP-B

### a. Étude de sensibilité – approche financière

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-B0-0	0	248	2646	30							0,00	-3463				704,06
AP-B4-600	11622	330	1698	30							0,00	-6948				621,13
AP-B2-140	33005	304	845	30							0,00	-6296				603,09
AP-B3-136	29648	279	1022	30							0,00	-6243				608,80
AP-B3-138	35875	521	639	30							0,00	-5471				642,50
AP-B3-142	40042	536	490	30							0,00	-5272				646,48
AP-B22-143	45668	590	446	30							0,00	-5240				703,58
AP-B15-142	63070	528	401	30							0,00	-5072				828,18
AP-B35-142	75182	682	270	30							0,00	-12750				994,44
AP-B57-142	81236	681	234	30							0,00	-12716				1041,44

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-B0-0	0	248	2646	30							0,00	-3463	2,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	808,68
AP-B4-600	11622	330	1698	30							0,00	-6948				697,36
AP-B2-140	33005	304	845	30							0,00	-6296				646,70
AP-B3-136	29648	279	1022	30							0,00	-6243				658,01
AP-B3-138	35875	521	639	30							0,00	-5471				687,65
AP-B3-142	40042	536	490	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5272				686,35
AP-B22-143	45668	590	446	30							0,00	-5240				744,09
AP-B15-142	63070	528	401	30							0,00	-5072				862,91
AP-B35-142	75182	682	270	30							0,00	-12750				1036,83
AP-B57-142	81236	681	234	30							0,00	-12716				1082,46

approche	microéconomique
taux actualisation	2,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-B0-0	0	248	2646	30							0,00	-3463	4,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	617,99
AP-B4-600	11622	330	1698	30							0,00	-6948				558,15
AP-B2-140	33005	304	845	30							0,00	-6296				566,84
AP-B3-136	29648	279	1022	30							0,00	-6243				567,99
AP-B3-138	35875	521	639	30							0,00	-5471				604,88
AP-B3-142	40042	536	490	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5272				613,18
AP-B22-143	45668	590	446	30							0,00	-5240				669,73
AP-B15-142	63070	528	401	30							0,00	-5072				799,10
AP-B35-142	75182	682	270	30							0,00	-12750				958,35
AP-B57-142	81236	681	234	30							0,00	-12716				1006,46

approche	microéconomique
taux actualisation	4,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

b. Étude de sensibilité – évolution prix d'énergie

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-B0-0	0	248	2646	30							0,00	-3463	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	704,06
AP-B4-600	11622	330	1698	30							0,00	-6948				621,13
AP-B2-140	33005	304	845	30							0,00	-6296				603,09
AP-B3-136	29648	279	1022	30							0,00	-6243				608,80
AP-B3-138	35875	521	639	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5471				642,50
AP-B3-142	40042	536	490	30							0,00	-5272				646,48
AP-B22-143	45668	590	446	30							0,00	-5240				703,58
AP-B15-142	63070	528	401	30							0,00	-5072				828,18
AP-B35-142	75182	682	270	30							0,00	-12750				994,44
AP-B57-142	81236	681	234	30							0,00	-12716				1041,44

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-B0-0	0	248	2646	30							0,00	-3463	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	638,10
AP-B4-600	11622	330	1698	30							0,00	-6948				573,68
AP-B2-140	33005	304	845	30							0,00	-6296				579,48
AP-B3-136	29648	279	1022	30							0,00	-6243				580,80
AP-B3-138	35875	521	639	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5471				624,66
AP-B3-142	40042	536	490	30							0,00	-5272				632,81
AP-B22-143	45668	590	446	30							0,00	-5240				691,11
AP-B15-142	63070	528	401	30							0,00	-5072				820,83
AP-B35-142	75182	682	270	30							0,00	-12750				986,91
AP-B57-142	81236	681	234	30							0,00	-12716				1034,89

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	1,22%
gaz	0,91%
électricité	0,12%
bois	0,00%
chaleur externe	0,91%
huile	2,95%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-B0-0	0	248	2646	30							0,00	-3463				1259,13
AP-B4-600	11622	330	1698	30							0,00	-6948				967,98
AP-B2-140	33005	304	845	30							0,00	-6296				775,63
AP-B3-136	29648	279	1022	30							0,00	-6243				818,52
AP-B3-138	35875	521	639	30							0,00	-5471				773,11
AP-B3-142	40042	536	490	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-5272	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	746,62
AP-B22-143	45668	590	446	30							0,00	-5240				794,74
AP-B15-142	63070	528	401	30							0,00	-5072				917,05
AP-B35-142	75182	682	270	30							0,00	-12750				1049,51
AP-B57-142	81236	681	234	30							0,00	-12716				1089,27

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	3,26%
gaz	5,87%
électricité	5,87%
bois	0,50%
chaleur externe	5,87%
huile	5,90%



## 6. AP-C

### a. Étude de sensibilité – approche financière

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-C0-0	0	275	3034	30							0,00	-4390				994,99
AP-C0-148	13447	365	1684	30							0,00	-8566				697,02
AP-C14-140	14277	268	1561	30							0,00	-4748				721,30
AP-C2-140	26658	252	1036	30							0,00	-4354				696,82
AP-C2-142	31375	419	750	30							0,00	-3400				721,53
AP-C3-142	34655	414	690	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-3296	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	734,12
AP-C23-142	38642	413	629	30							0,00	-3255				760,86
AP-C23-146	39567	550	595	30							0,00	-3717				826,88
AP-C46-142	69887	541	441	30							0,00	-9845				1138,58
AP-C46-223	73625	608	442	30							0,00	-11101				1212,49

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-C0-0	0	275	3034	30							0,00	-4390	2,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	1143,29
AP-C0-148	13447	365	1684	30							0,00	-8566				771,09
AP-C14-140	14277	268	1561	30							0,00	-4748				804,35
AP-C2-140	26658	252	1036	30							0,00	-4354				754,84
AP-C2-142	31375	419	750	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-3400				774,89
AP-C3-142	34655	414	690	30							0,00	-3296				783,48
AP-C23-142	38642	413	629	30							0,00	-3255				807,45
AP-C23-146	39567	550	595	30							0,00	-3717				881,88
AP-C46-142	69887	541	441	30							0,00	-9845				1187,59
AP-C46-223	73625	608	442	30							0,00	-11101				1265,77

approche	microéconomique
taux actualisation	2,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-C0-0	0	275	3034	30							0,00	-4390	4,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	872,99
AP-C0-148	13447	365	1684	30							0,00	-8566				634,97
AP-C14-140	14277	268	1561	30							0,00	-4748				652,79
AP-C2-140	26658	252	1036	30							0,00	-4354				648,82
AP-C2-142	31375	419	750	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-3400				677,27
AP-C3-142	34655	414	690	30							0,00	-3296				693,12
AP-C23-142	38642	413	629	30							0,00	-3255				722,14
AP-C23-146	39567	550	595	30							0,00	-3717				781,18
AP-C46-142	69887	541	441	30							0,00	-9845				1097,06
AP-C46-223	73625	608	442	30							0,00	-11101				1167,24

approche	microéconomique
taux actualisation	4,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

b. Étude de sensibilité – évolution prix d'énergie

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-C0-0	0	275	3034	30							0,00	-4390	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans coût investissement	994,99
AP-C0-148	13447	365	1684	30							0,00	-8566				697,02
AP-C14-140	14277	268	1561	30							0,00	-4748				721,30
AP-C2-140	26658	252	1036	30							0,00	-4354				696,82
AP-C2-142	31375	419	750	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-3400				721,53
AP-C3-142	34655	414	690	30							0,00	-3296				734,12
AP-C23-142	38642	413	629	30							0,00	-3255				760,86
AP-C23-146	39567	550	595	30							0,00	-3717				826,88
AP-C46-142	69887	541	441	30							0,00	-9845				1138,56
AP-C46-223	73625	608	442	30							0,00	-11101				1212,49

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	2,44%
gaz	1,81%
électricité	0,23%
bois	0,00%
chaleur externe	1,81%
huile	5,90%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul (1) 20, 30 ans	Coût de l'énergie (2) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile						
AP-C0-0	0	275	3034	30							0,00	-4390	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans coût investissement	898,82
AP-C0-148	13447	365	1684	30							0,00	-8566				697,02
AP-C14-140	14277	268	1561	30							0,00	-4748				669,19
AP-C2-140	26658	252	1036	30							0,00	-4354				663,94
AP-C2-142	31375	419	750	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-3400				698,00
AP-C3-142	34655	414	690	30							0,00	-3296				715,36
AP-C23-142	38642	413	629	30							0,00	-3255				744,05
AP-C23-146	39567	550	595	30							0,00	-3717				806,52
AP-C46-142	69887	541	441	30							0,00	-9845				1129,56
AP-C46-223	73625	608	442	30							0,00	-11101				1205,24

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	1,22%
gaz	0,91%
électricité	0,12%
bois	0,00%
chaleur externe	0,91%
huile	2,95%

Variante/ groupe/ mesure telle qu'indiquée dans le tableau 5	Coût d'investissement initial (rapporté à l'année de départ)	Coût annuel du fonctionnement [€]		Période de calcul ( 1 ) 20, 30 ans	Coût de l'énergie ( 2 ) par combustible [€]						Coût des émissions de gaz à effet de serre [€]	Valeur résiduelle [€]	Taux d'actualisation	Durée de vie économique estimée	Coût d'élimination (le cas échéant) [€]	Coût global calculé [€]		
		Coût annuel de la maintenance	Coût d'exploitation		mazout	gaz	électricité	bois	chaleur externe	huile								
AP-C0-0	0	275	3034	30							0,00	-4390				1767,84		
AP-C0-148	13447	365	1684	30							0,00	-8566				723,08		
AP-C14-140	14277	268	1561	30							0,00	-4748				1114,10		
AP-C2-140	26658	252	1036	30							0,00	-4354				960,80		
AP-C2-142	31375	419	750	30	0,053	0,053	0,199	0,050	0,053	0,108	0,00	-3400	3,00%	selon technique utilisée. Voir tableau annexe 5	compris dans cout investissement	912,91		
AP-C3-142	34655	414	690	30							0,00	-3296						915,47
AP-C23-142	38642	413	629	30							0,00	-3255						926,83
AP-C23-146	39567	550	595	30							0,00	-3717						975,68
AP-C46-142	69887	541	441	30							0,00	-9845						1259,92
AP-C46-223	73625	608	442	30							0,00	-11101						1337,37

approche	microéconomique
taux actualisation	3,0%
évolution prix énergie	
mazout	3,26%
gaz	5,87%
électricité	5,87%
bois	0,50%
chaleur externe	5,87%
huile	5,90%

## G. Tableaux 7

### Consommation énergie primaire (CEP)

Typologie bâtiments	neuf/réno	Ref. bâtiment	EP optimum	EP exigences actuelles	Ecart	Ecart	Facteur de pondération	Ecart en pourcent pondéré
			kWh/m <sup>2</sup> .an	kWh/m <sup>2</sup> .an	kWh/m <sup>2</sup> .an	%		%
Habitation individuelle	NEUF	HI-A	64.47	45.00	19.47	30%	100%	30%
	EXIST 1	HI-B	132.34	54.00	78.34	59%	100%	59%
	EXIST 2	HI-C	105.85	54.00	51.85	49%	100%	49%
Appartements	NEUF	AP-A	54.84	45.00	9.84	18%	100%	18%
	EXIST 1	AP-B	120.91	54.00	66.91	55%	100%	55%
	EXIST 2	AP-C	177.61	58.51	119.10	67%	100%	67%

moyenne 46%

### Besoin net de chaud (BNC)

Typologie bâtiments	neuf/réno	Ref. bâtiment	BNC optimum	BNC exigences actuelles	Ecart	Ecart	Facteur de pondération	Ecart en pourcent pondéré
			kWh/m <sup>2</sup> .an	kWh/m <sup>2</sup> .an	kWh/m <sup>2</sup> .an	%		%
Habitation individuelle	NEUF	HI-A	21.97	15.00	6.97	32%	100%	32%
	EXIST 1	HI-B	60.61	18.00	42.61	70%	100%	70%
	EXIST 2	HI-C	39.30	18.00	21.30	54%	100%	54%
Appartements	NEUF	AP-A	14.55	15.00	-0.45	-3%	100%	-3%
	EXIST 1	AP-B	41.63	18.00	23.63	57%	100%	57%
	EXIST 2	AP-C	72.66	18.00	54.66	75%	100%	75%

moyenne 48%

### Utoit

Typologie bâtiments	neuf/réno	Ref. bâtiment	Utoit optimum	Utoit exigences actuelles	Ecart	Ecart	Facteur de pondération	Ecart en pourcent pondéré
			W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	%		%
Habitation individuelle	NEUF	HI-A	0.20	0.24	-0.04	-20%	100%	-20%
	EXIST 1	HI-B	0.60	0.24	0.36	60%	100%	60%
	EXIST 2	HI-C	0.40	0.24	0.16	40%	100%	40%
Appartements	NEUF	AP-A						
	EXIST 1	AP-B			sans objet			
	EXIST 2	AP-C						

moyenne 27%

### Umur

Typologie bâtiments	neuf/réno	Ref. batiment	Umur optimum	Umur exigences actuelles	Ecart	Ecart	Facteur de pondération	Ecart en pourcent pondéré
			W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	%		%
Habitation individuelle	NEUF	HI-A	0.24	0.24	0.00	0%	100%	0%
	EXIST 1	HI-B	0.24	0.24	0.00	0%	100%	0%
	EXIST 2	HI-C	0.60	0.24	0.36	60%	100%	60%
Appartements	NEUF	AP-A	0.24	0.24	0.00	0%	100%	0%
	EXIST 1	AP-B	1.30	0.24	1.06	82%	100%	82%
	EXIST 2	AP-C	1.30	0.24	1.06	82%	100%	82%

moyenne 37%

### Rsol

Typologie bâtiments	neuf/réno	Ref. batiment	Rsol optimum	Rsol exigences actuelles	Ecart	Ecart	Facteur de pondération	Ecart en pourcent pondéré
			m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W	%		%
Habitation individuelle	NEUF	HI-A	3.33	1.75	-1.58	-47%	100%	-47%
	EXIST 1	HI-B	0.31	1.75	1.44	465%	100%	465%
	EXIST 2	HI-C	1.67	1.75	0.08	5%	100%	5%
Appartements	NEUF	AP-A						
	EXIST 1	AP-B			sans objet			
	EXIST 2	AP-C						

moyenne 141%

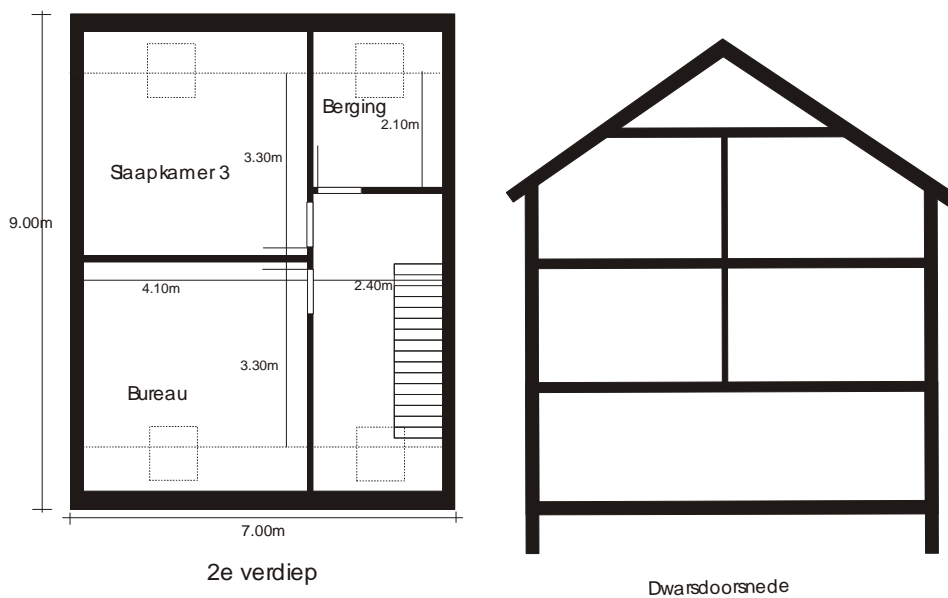
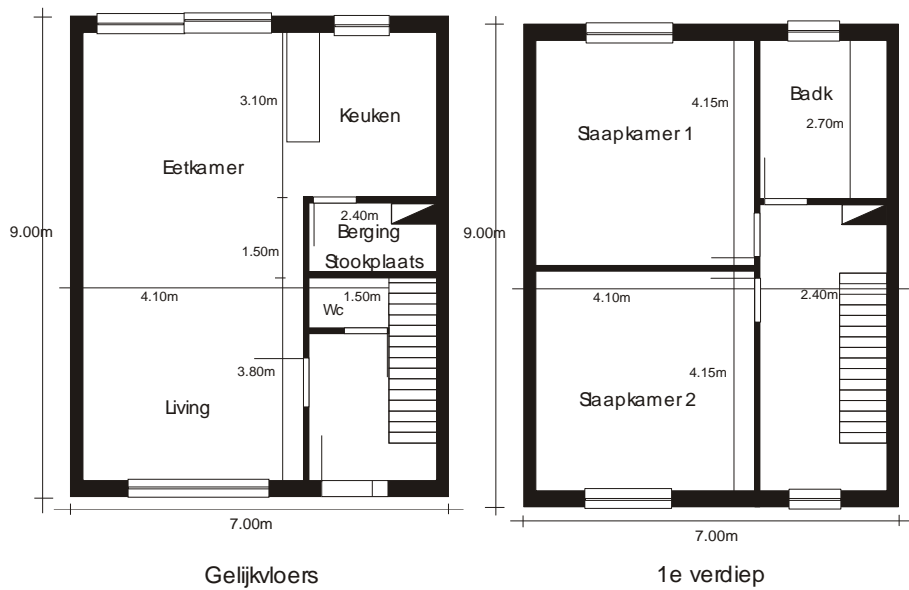
### Uw

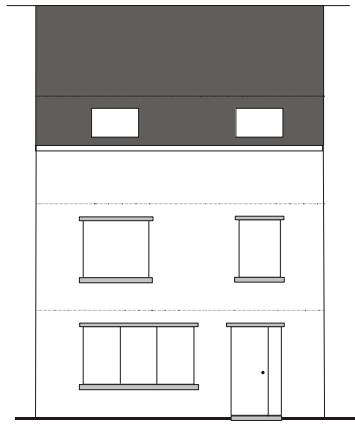
Typologie bâtiments	neuf/réno	Ref. batiment	Uw optimum	Uw exigences actuelles	Ecart	Ecart	Facteur de pondération	Ecart en pourcent pondéré
			W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	%		%
Habitation individuelle	NEUF	HI-A	1.60	1.8	-0.20	-13%	100%	-13%
	EXIST 1	HI-B	3.00	1.8	1.20	40%	100%	40%
	EXIST 2	HI-C	1.80	1.8	0.00	0%	100%	0%
Appartements	NEUF	AP-A	1.20	1.8	-0.60	-50%	100%	-50%
	EXIST 1	AP-B	1.80	1.8	0.00	0%	100%	0%
	EXIST 2	AP-C	1.80	1.8	0.00	0%	100%	0%

moyenne -4%

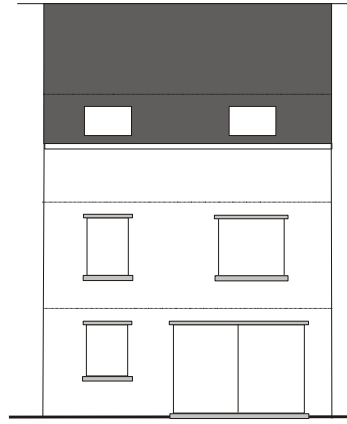
## H. Plans / coupes / façades des bâtiments de référence

### 1. Plans Rijwoning (HI-A + HI-B)



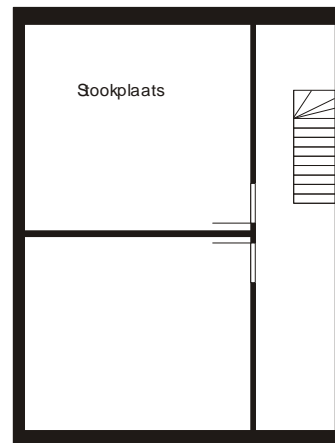
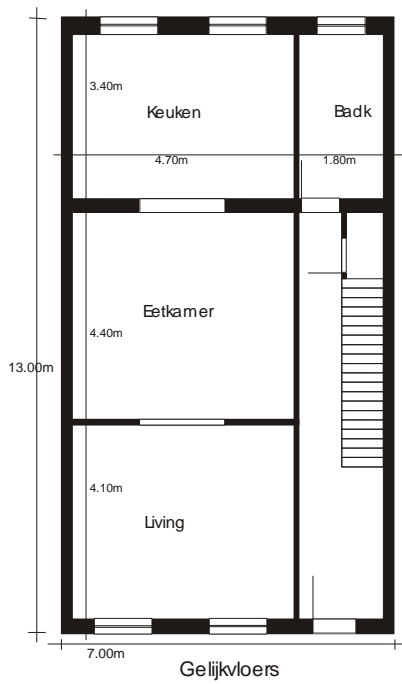


Vorgevel



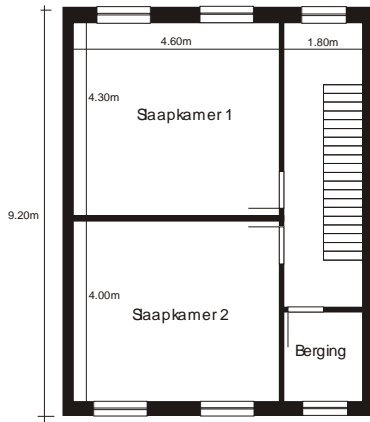
Achtergevel

## 2. Plans Herenhuis (HI-C)

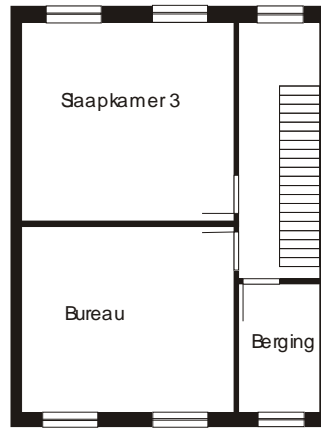


Kelder verdiep

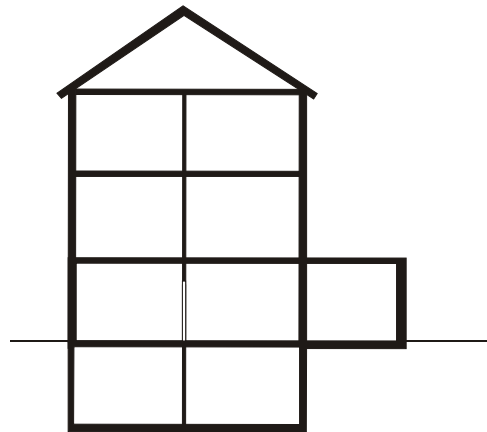




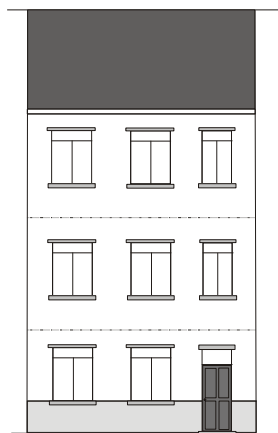
1e verdiep



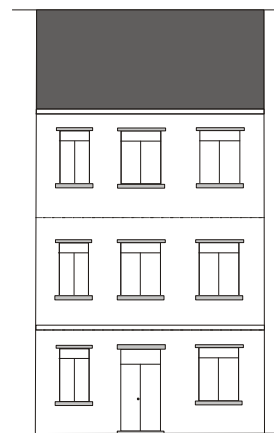
2e verdiep



Dwarsdoorsnede

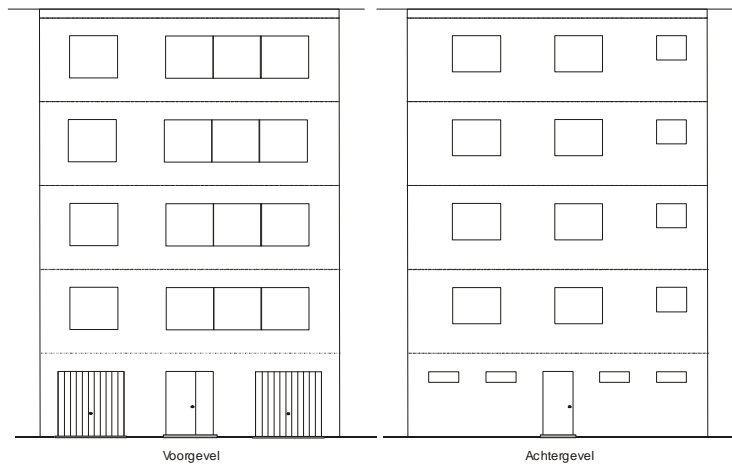
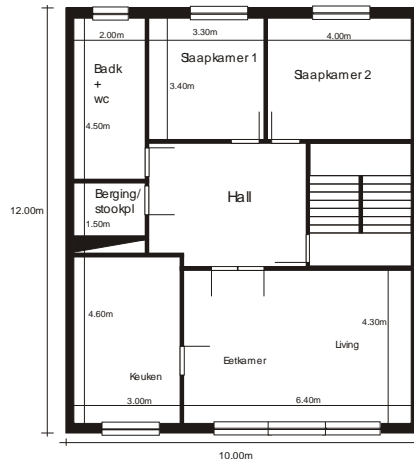


Vorgevel

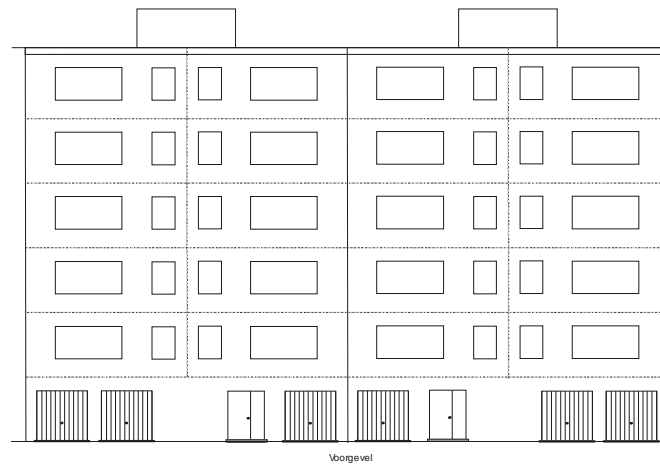
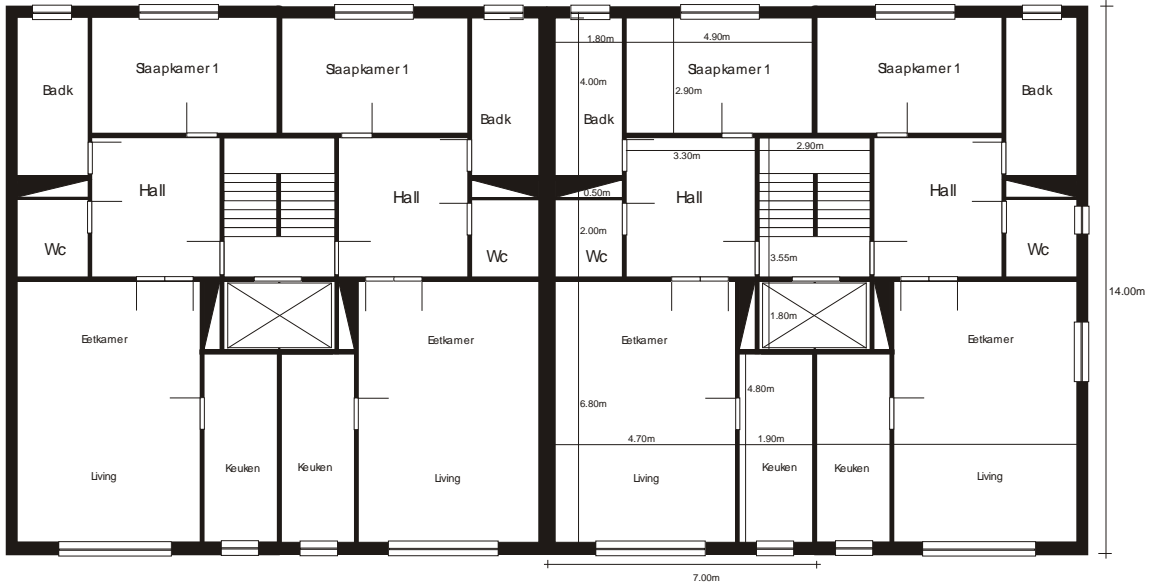


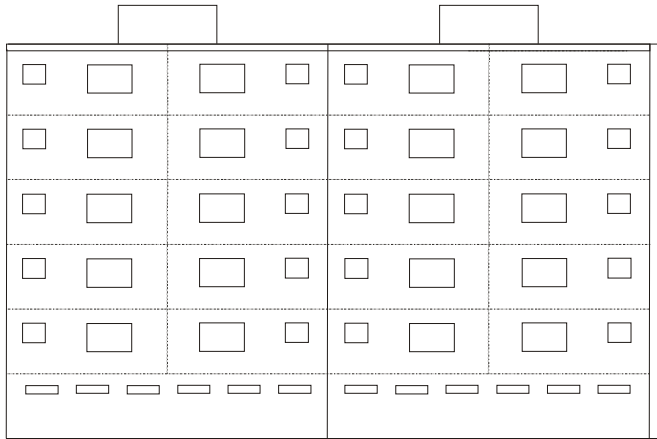
Achtergevel

### 3. Plans Klein flatgebouw, nieuwbouw en renovatie (AP-A + AP-B)

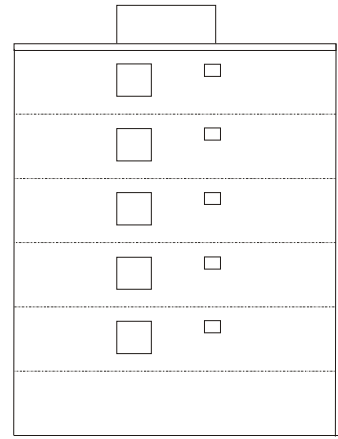


#### 4. Plans Groot flatgebouw (AP-C)





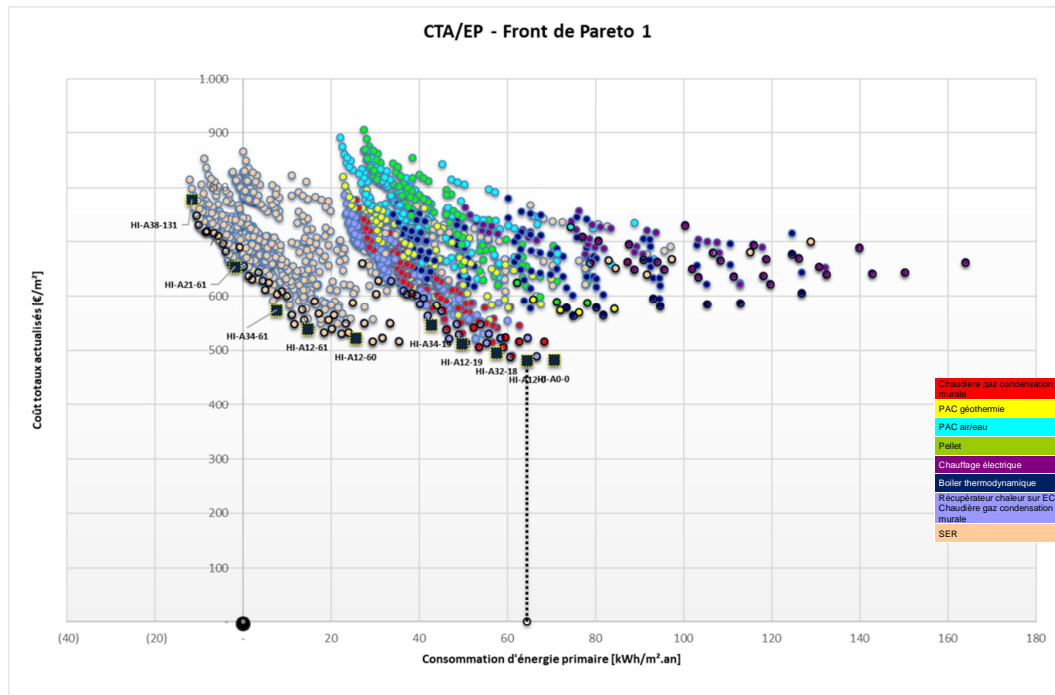
Achtergevel



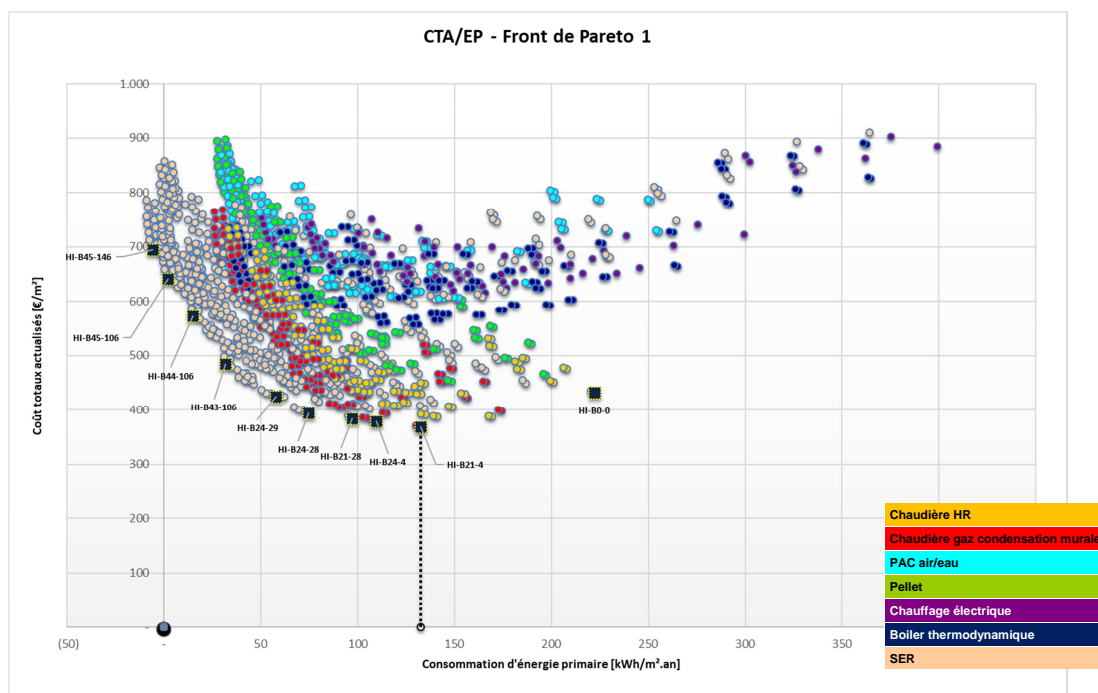
Zijgevel

# I. Graphiques des résultats

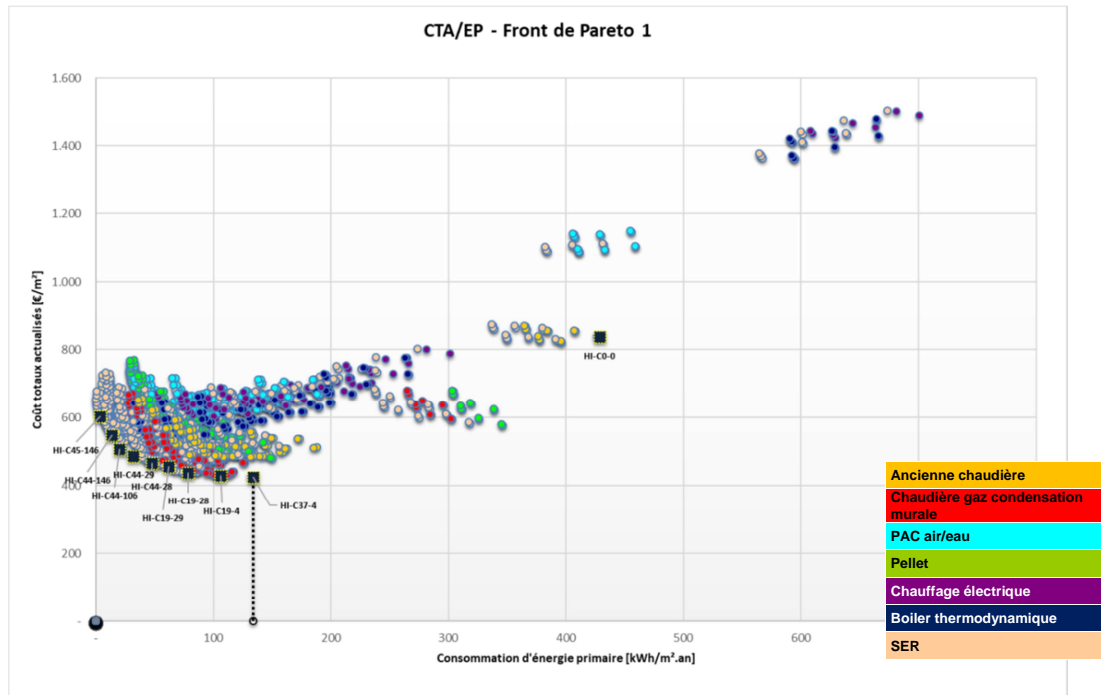
## 1. HI-A



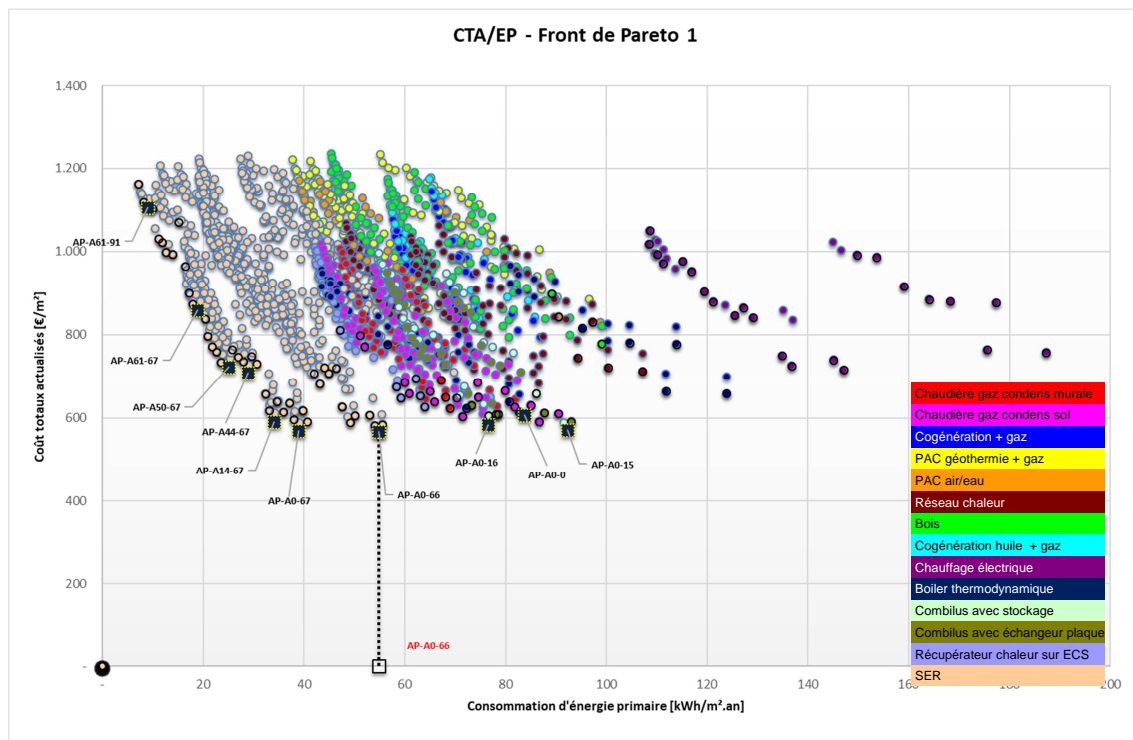
## 2. HI-B



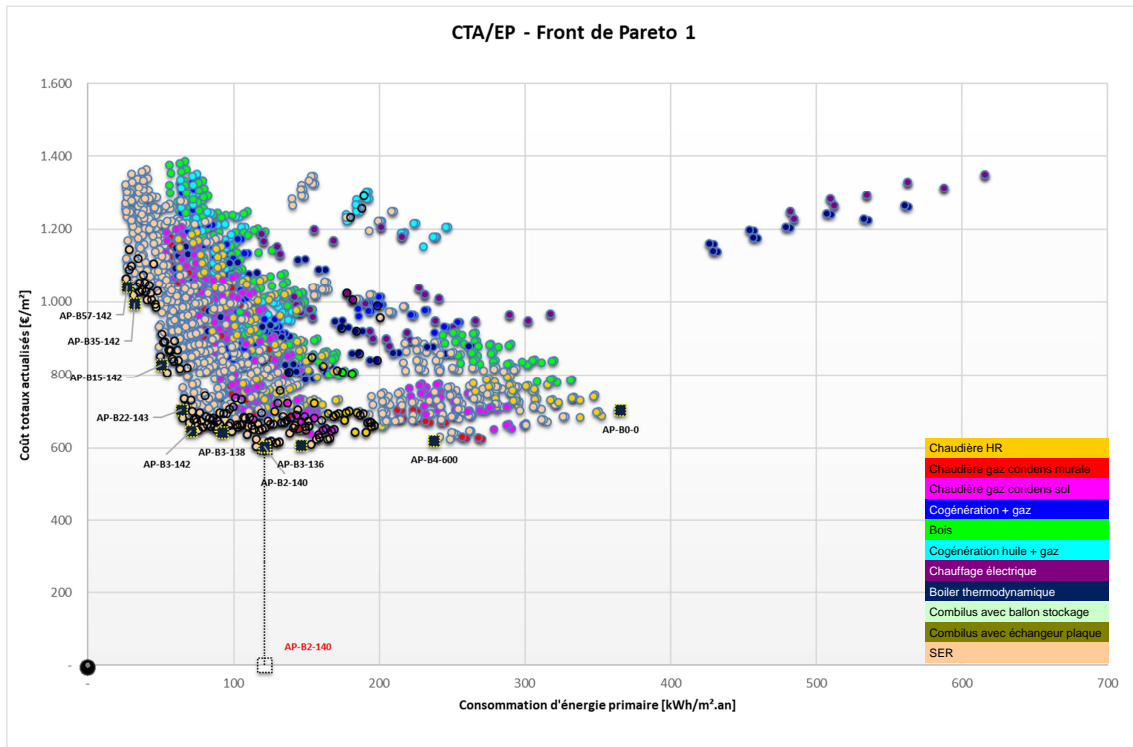
### 3. HI-C



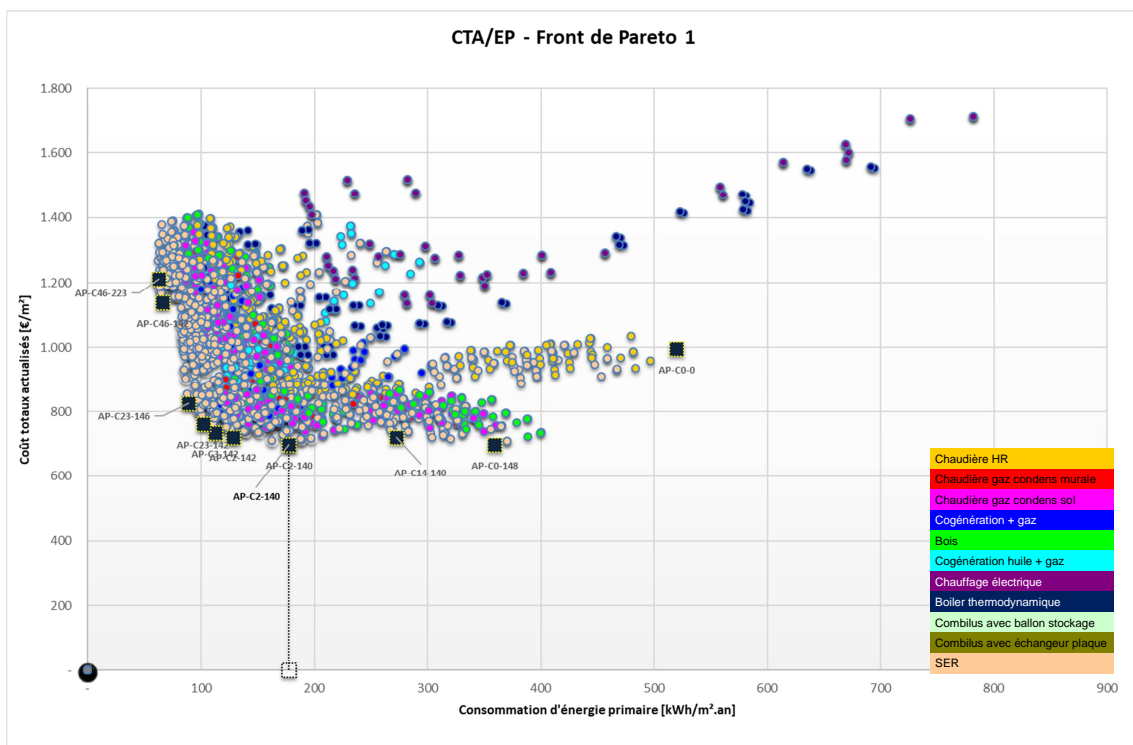
### 4. AP-A



### 5. AP-B



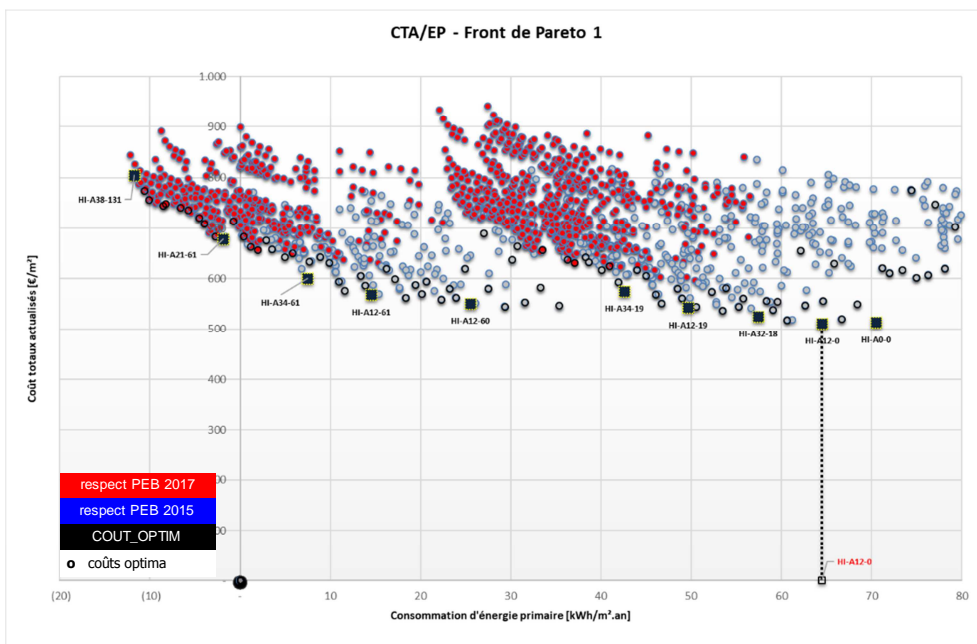
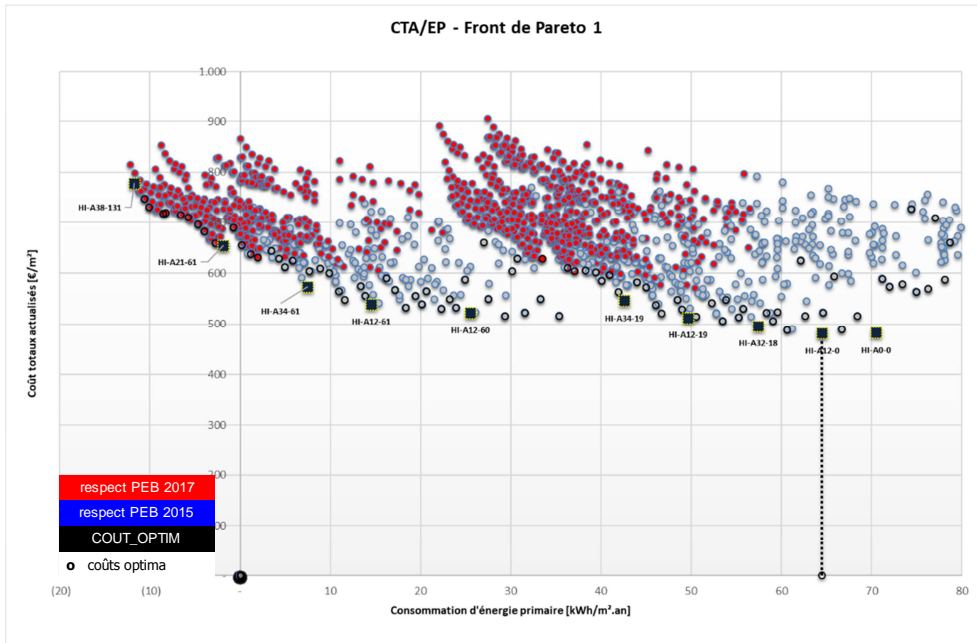
### 6. AP-C



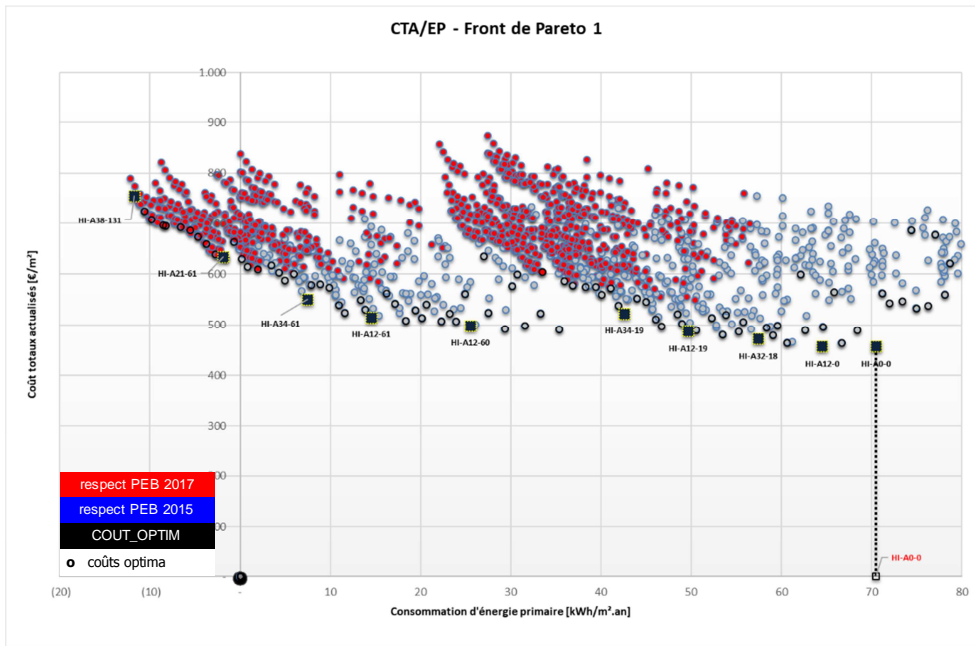
## J. Graphiques de études de sensibilités

### 1. HI-A

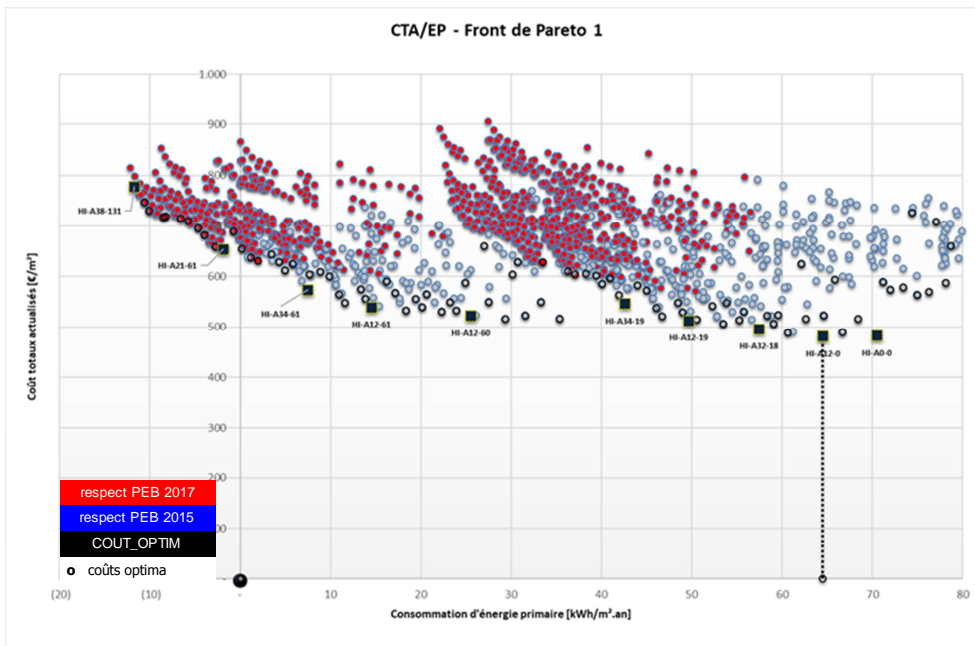
#### a. Taux d'actualisation

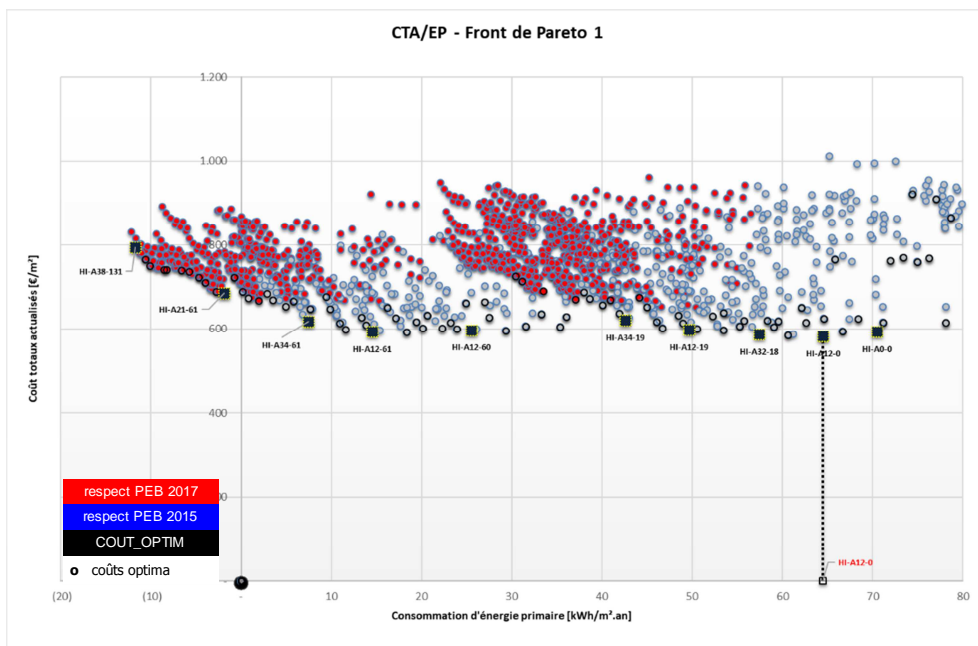
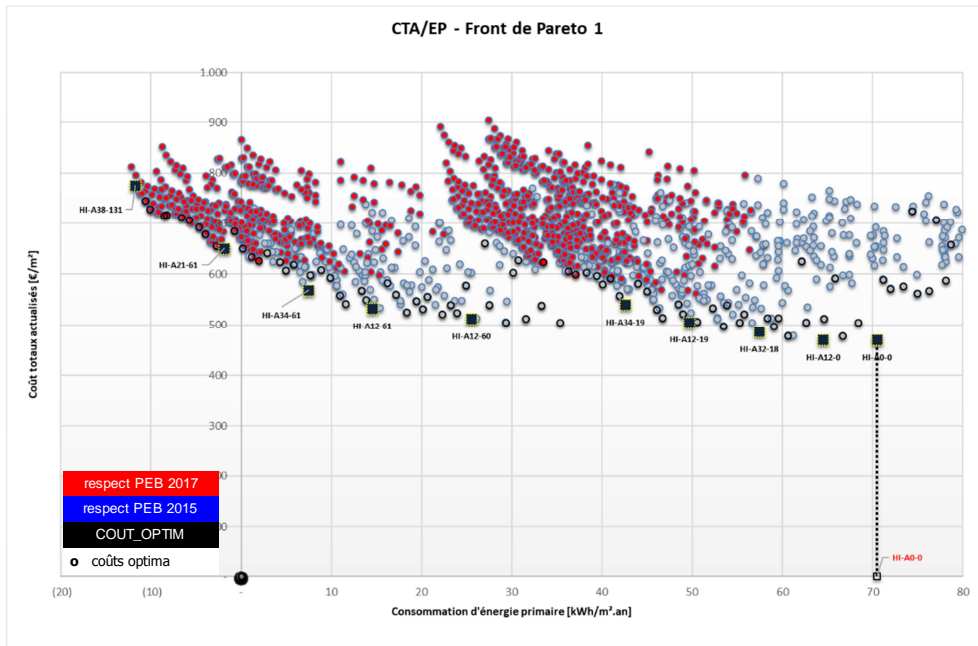






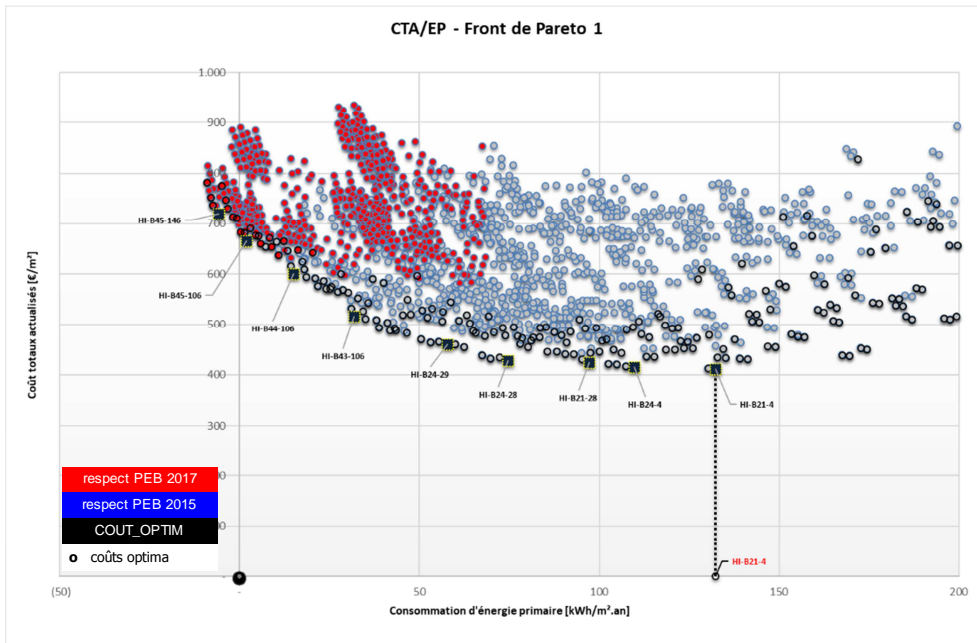
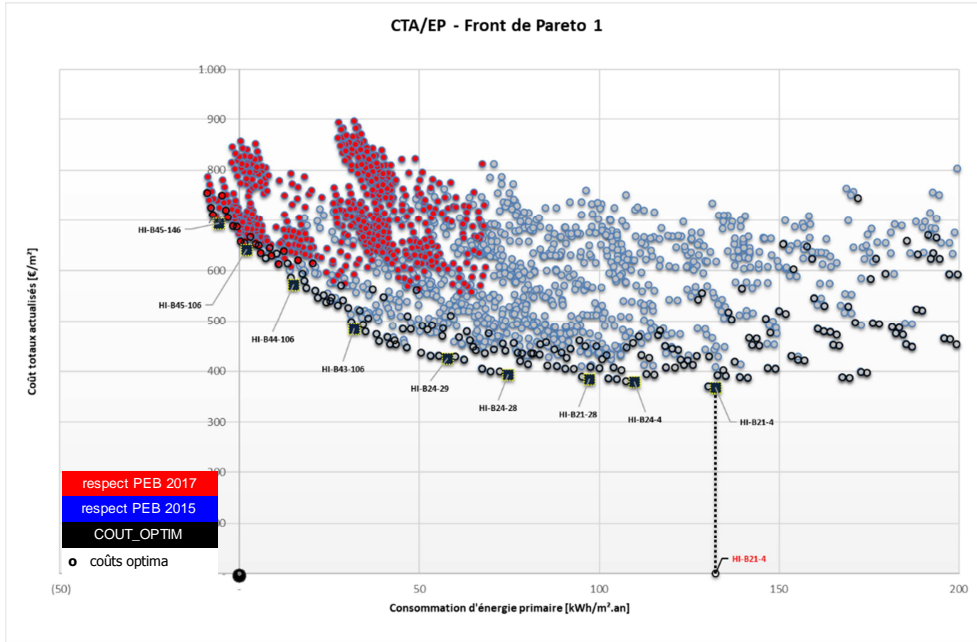
*b. Évolution des prix de l'énergie*

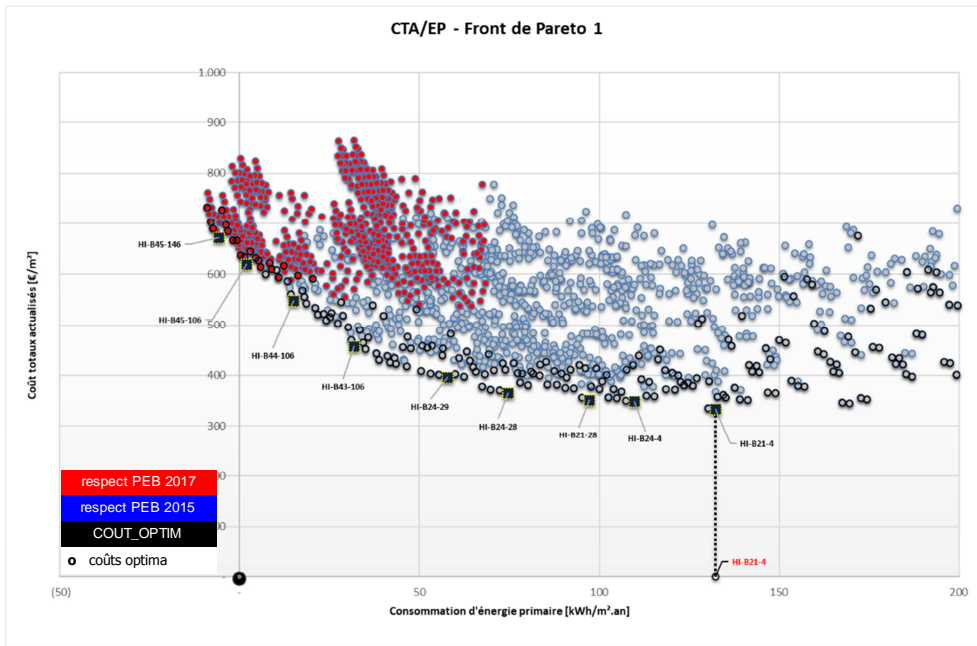




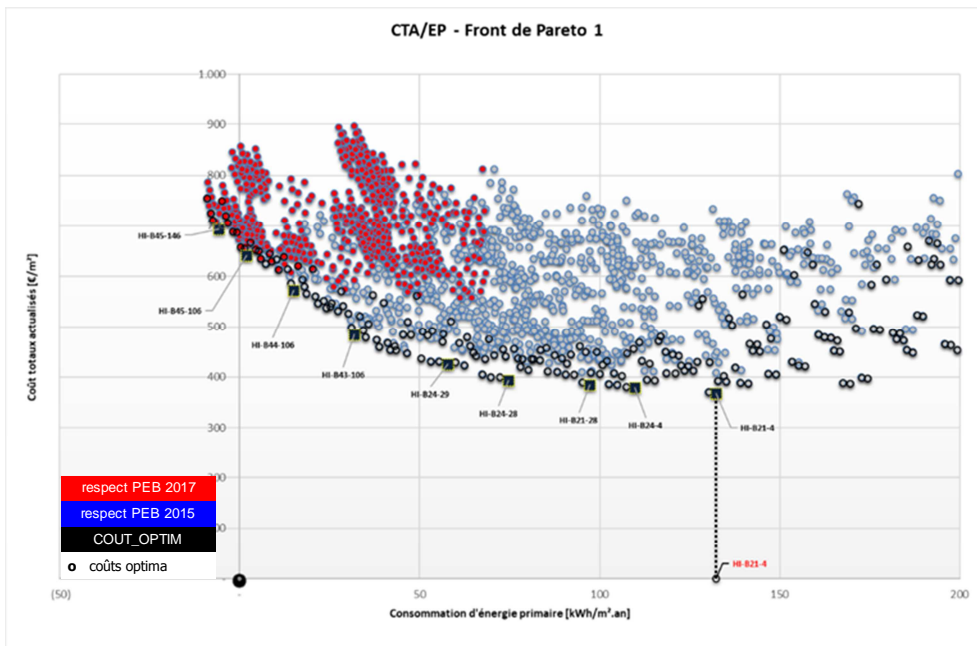
## 2. HI-B

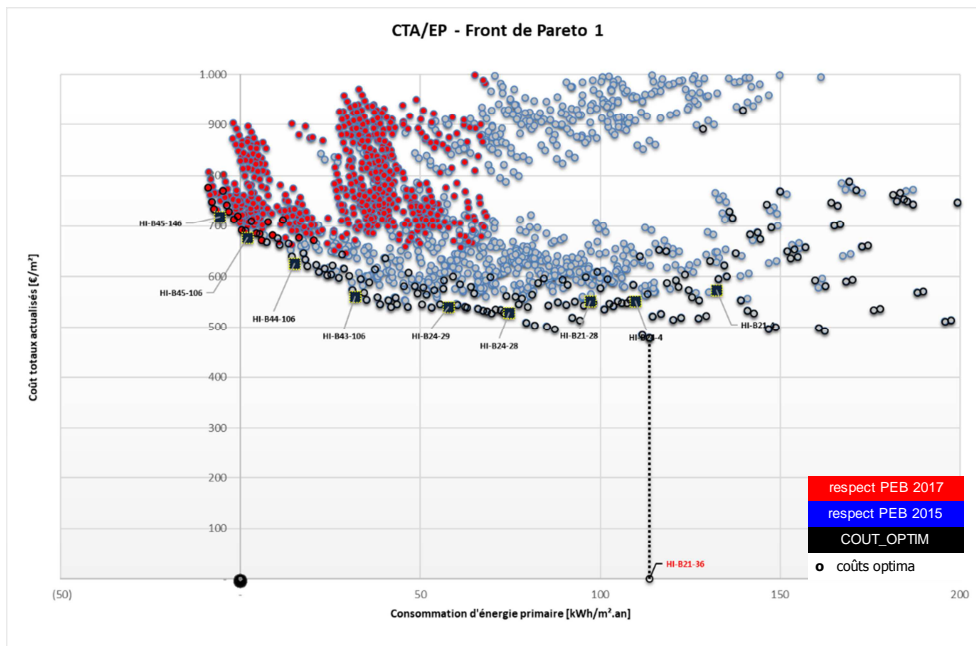
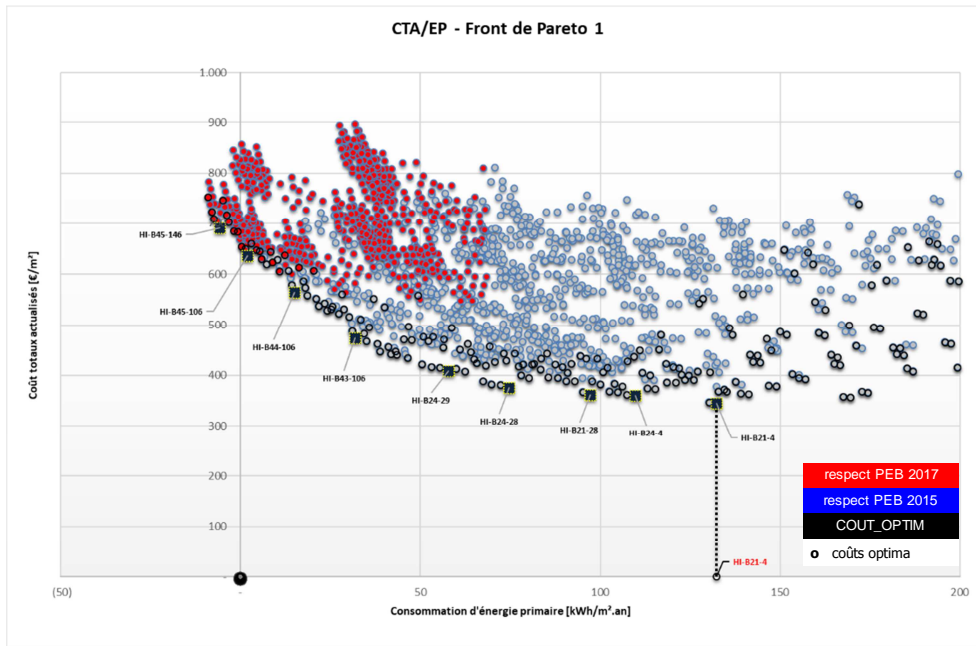
### a. Taux d'actualisation





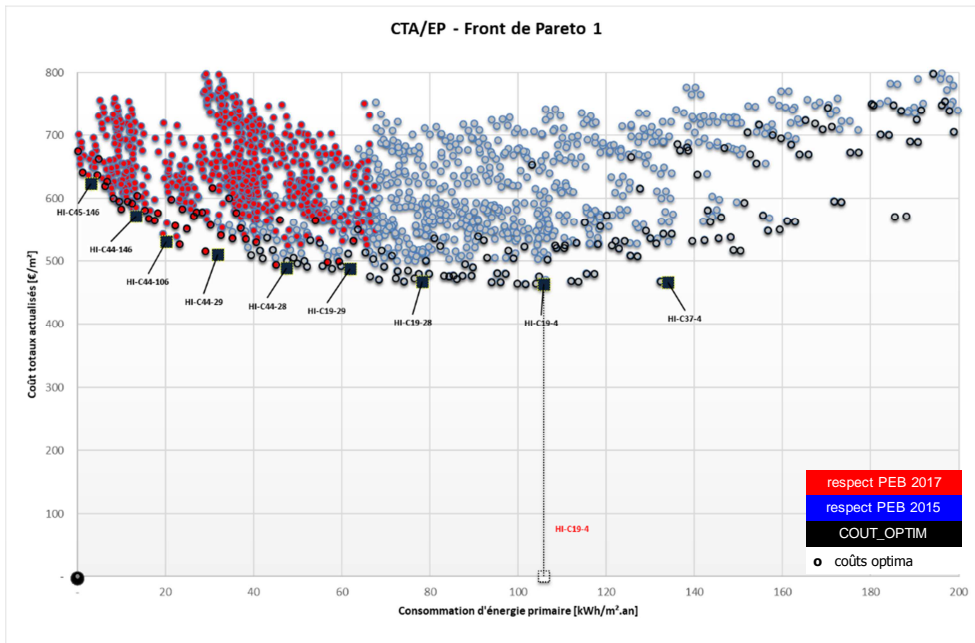
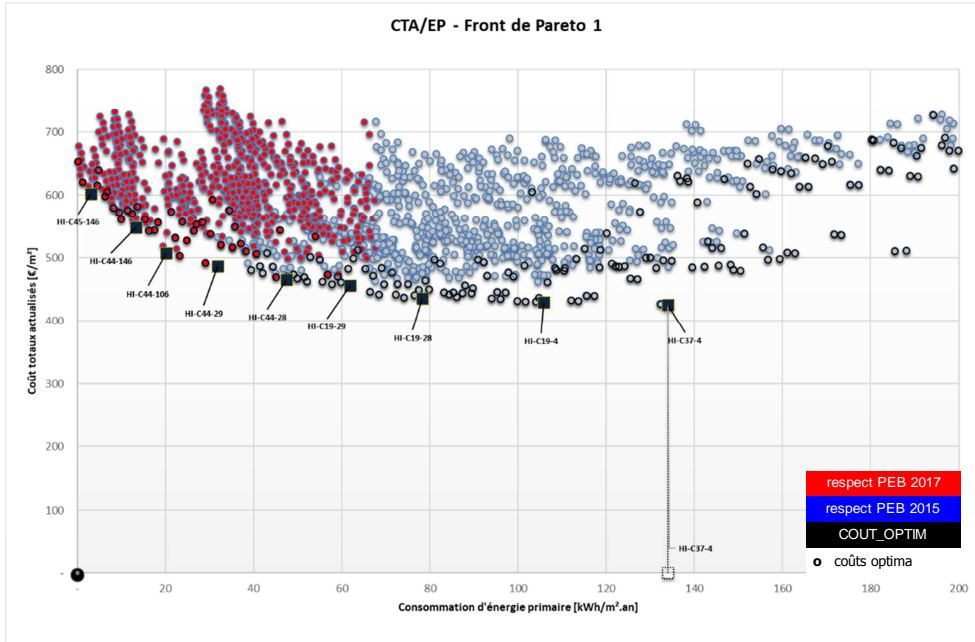
*b. Évolution des prix de l'énergie*

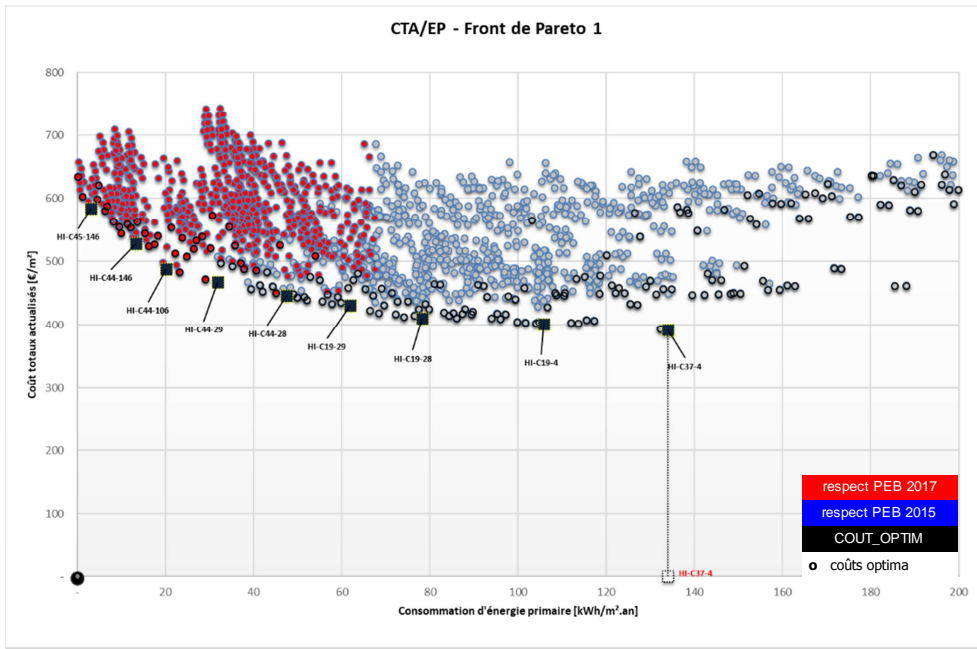




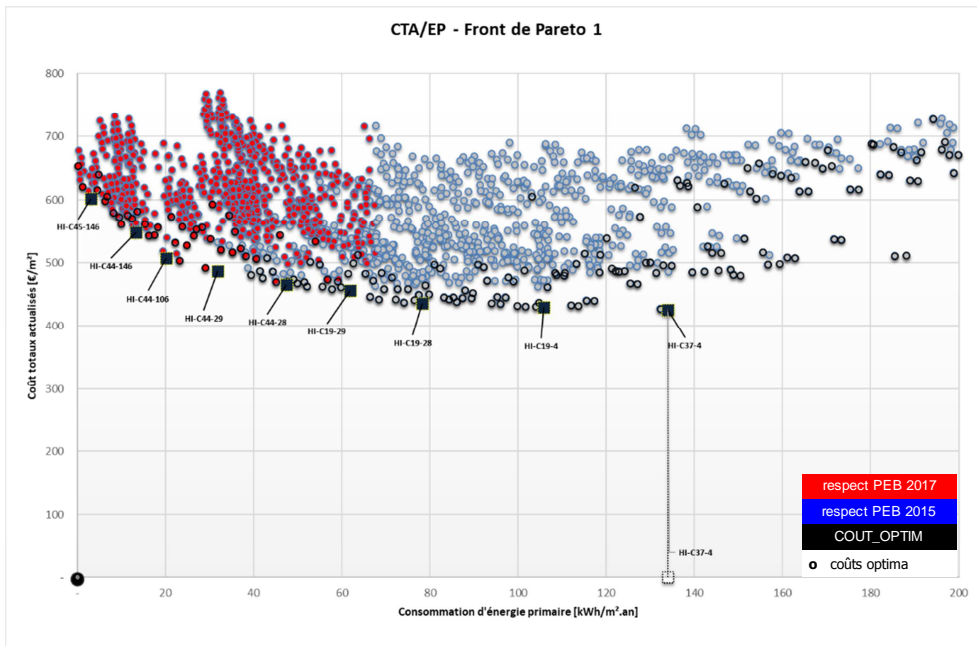
### 3. HI-C

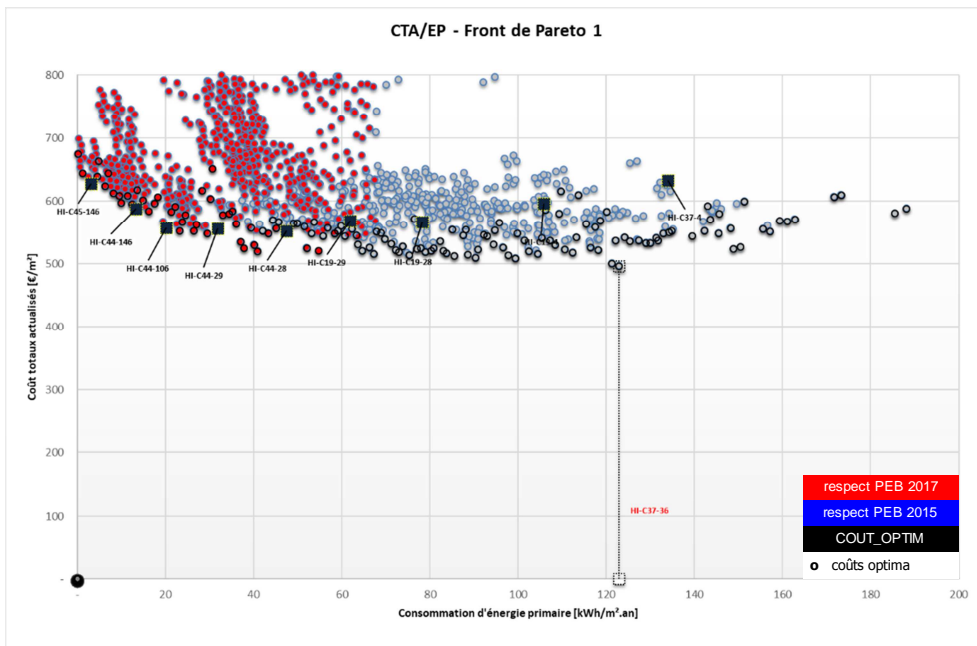
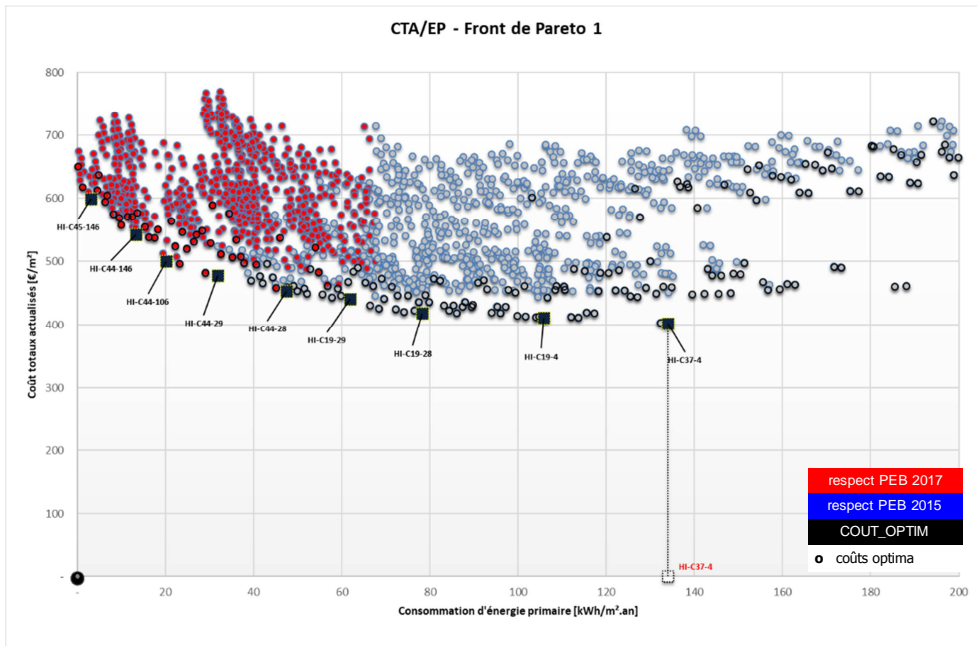
#### a. Taux d'actualisation





*b. Évolution des prix de l'énergie*

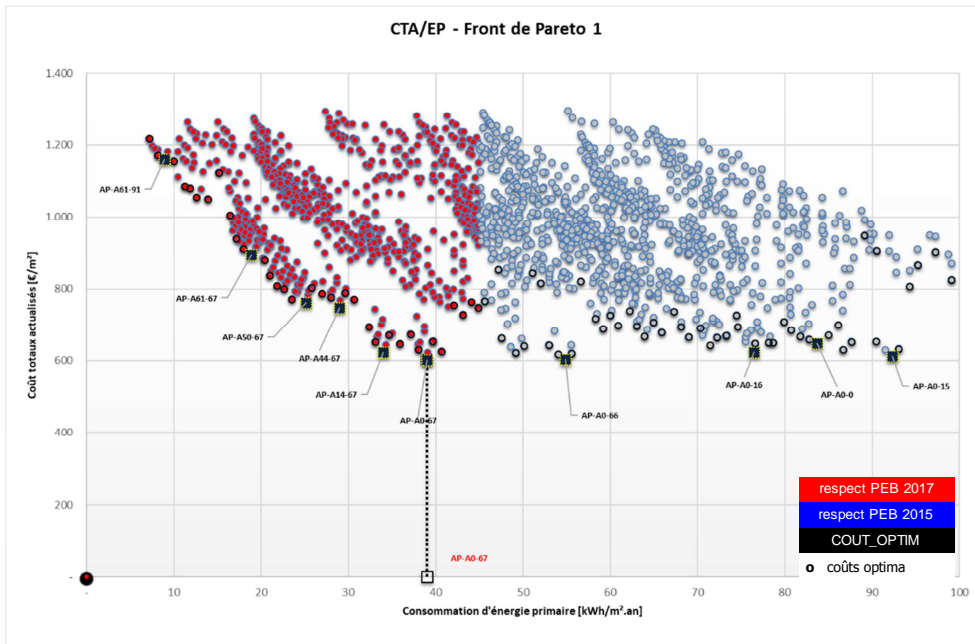
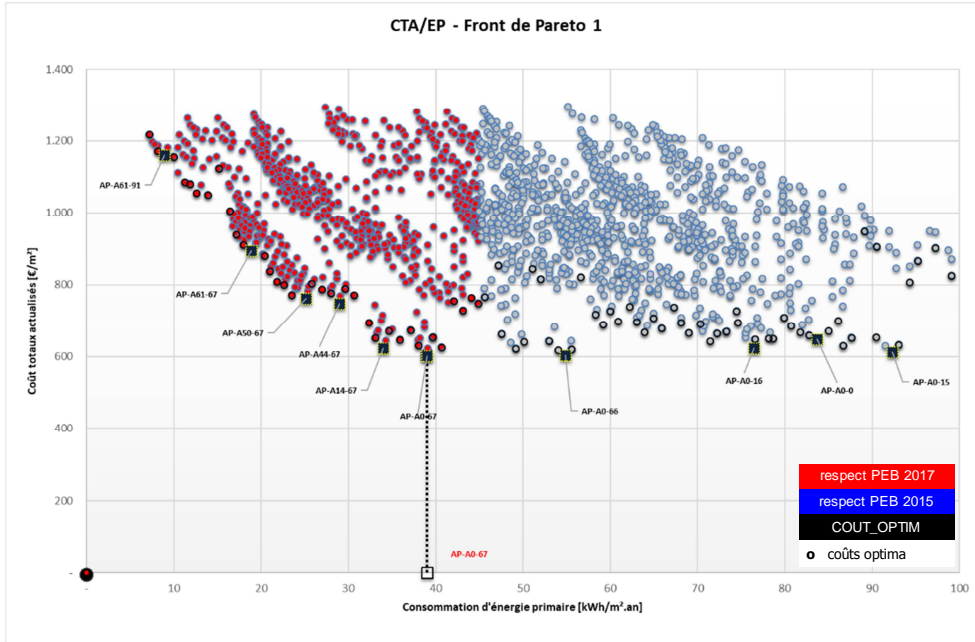


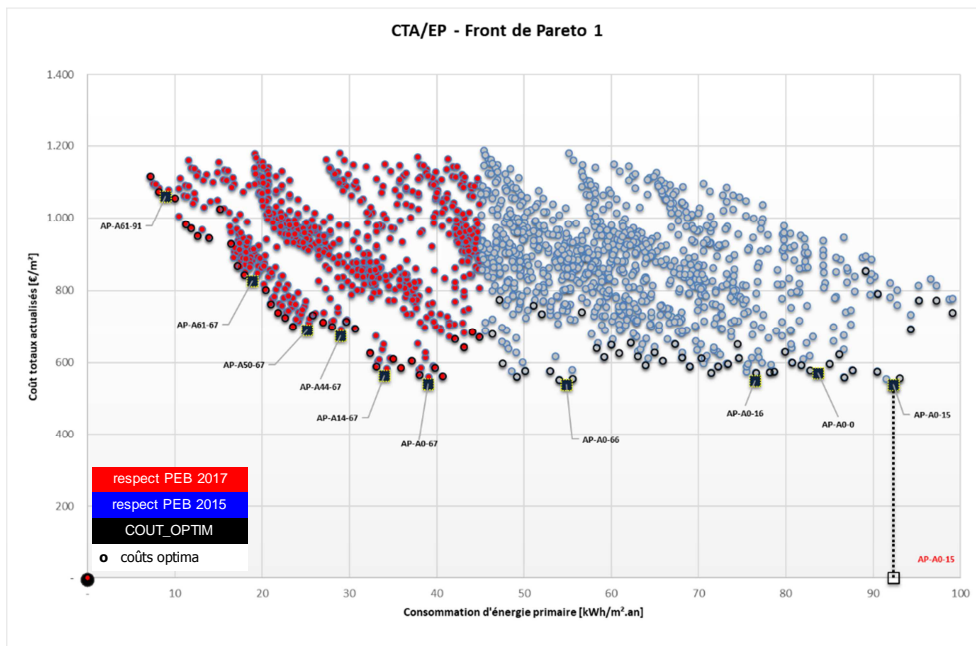




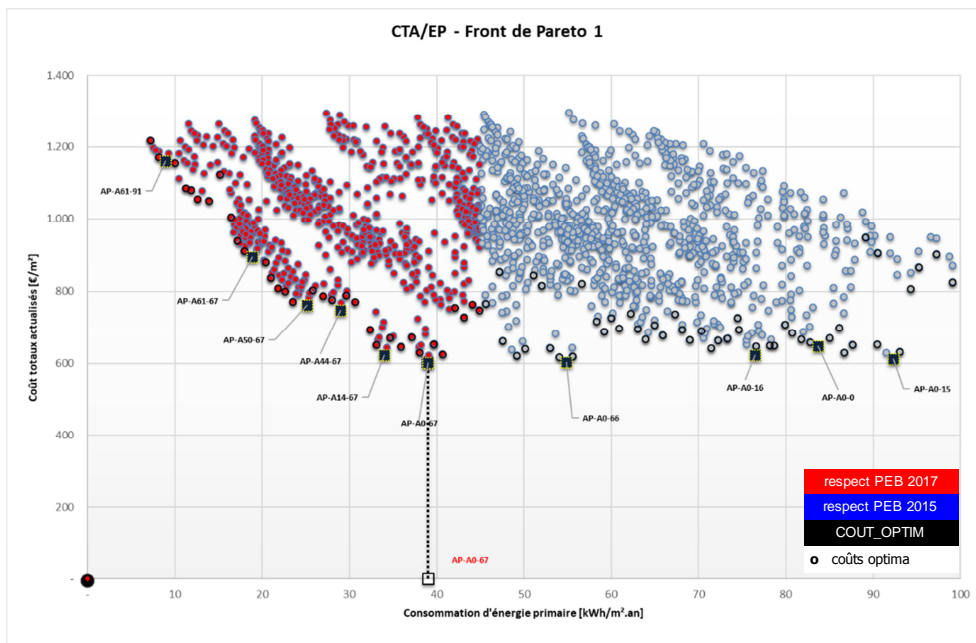
## 4. AP-A

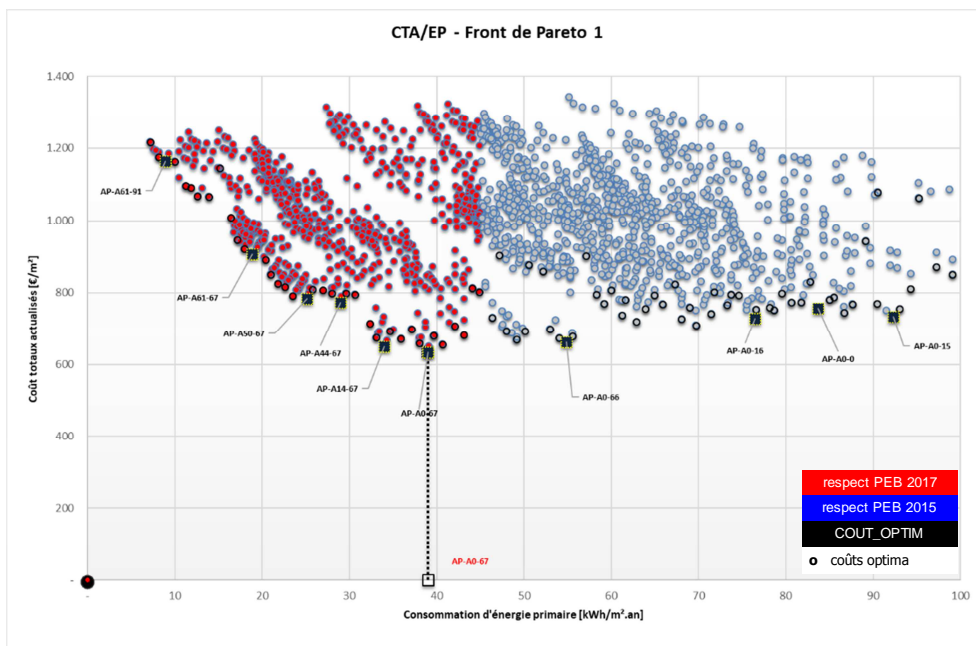
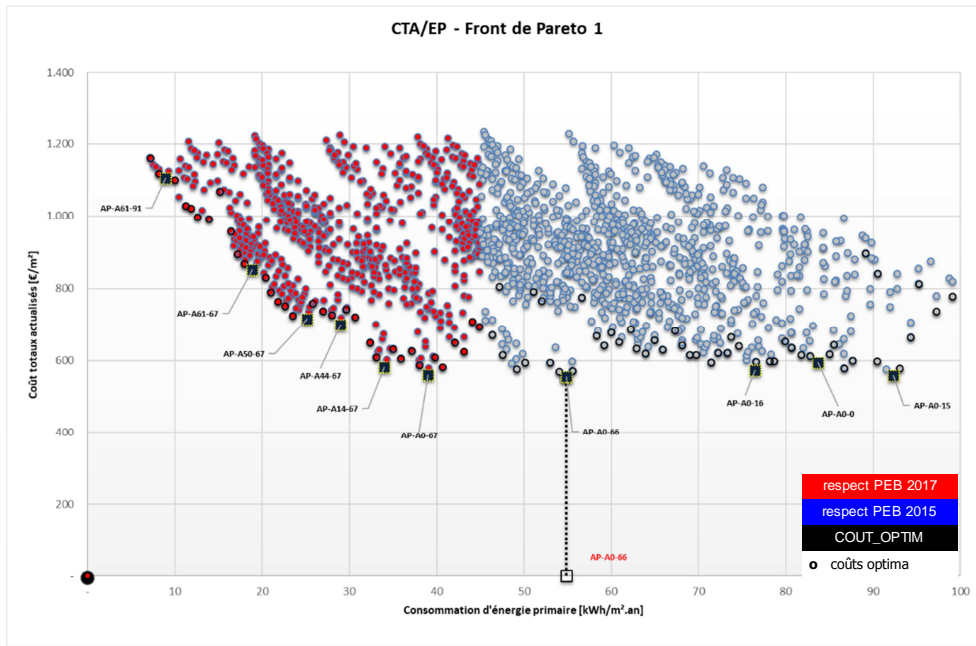
### a. Taux d'actualisation





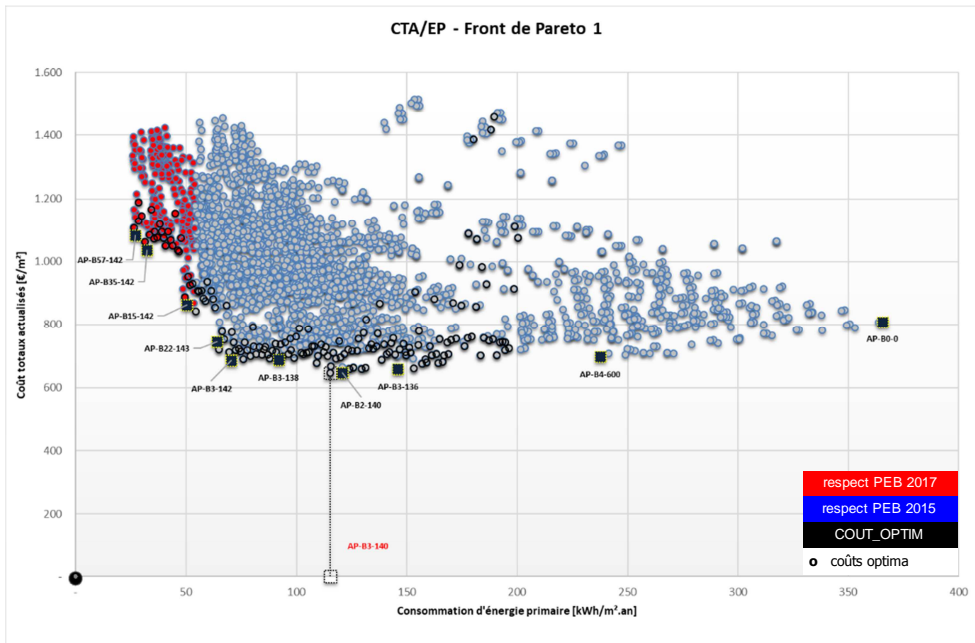
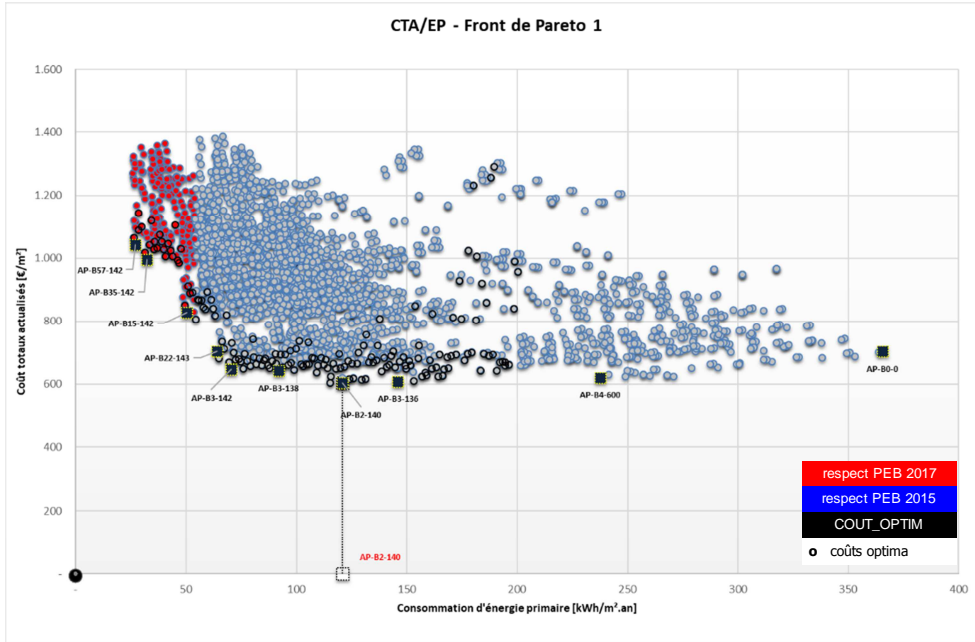
*b. Évolution des prix de l'énergie*

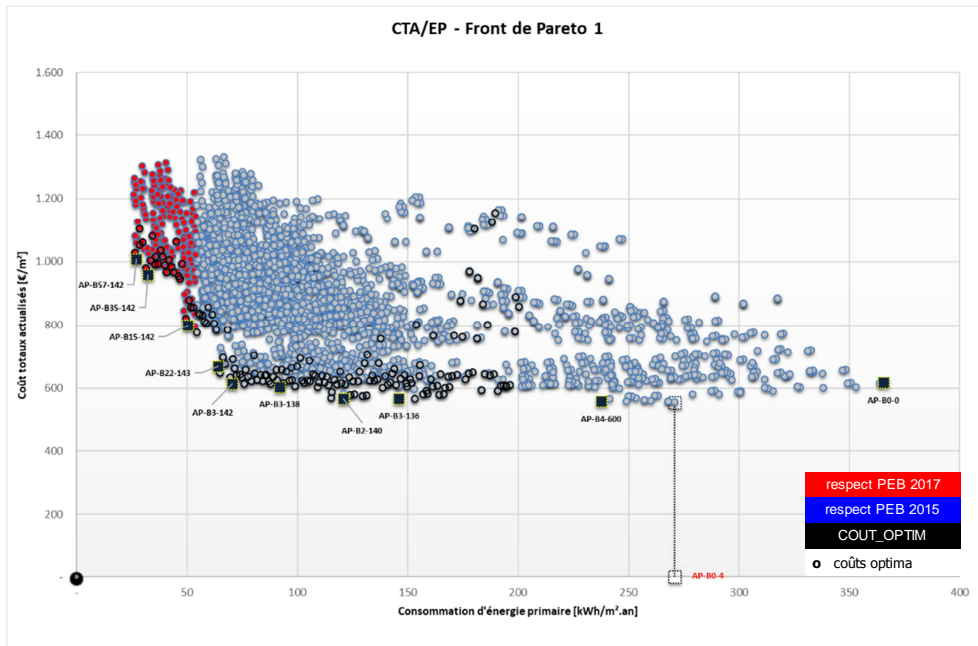




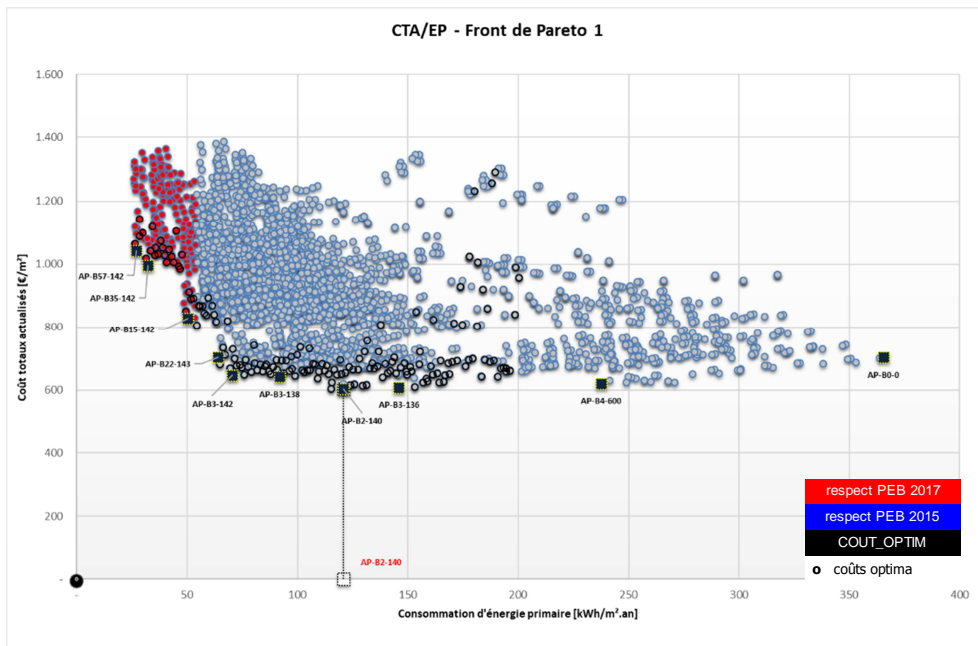
## 5. AP-B

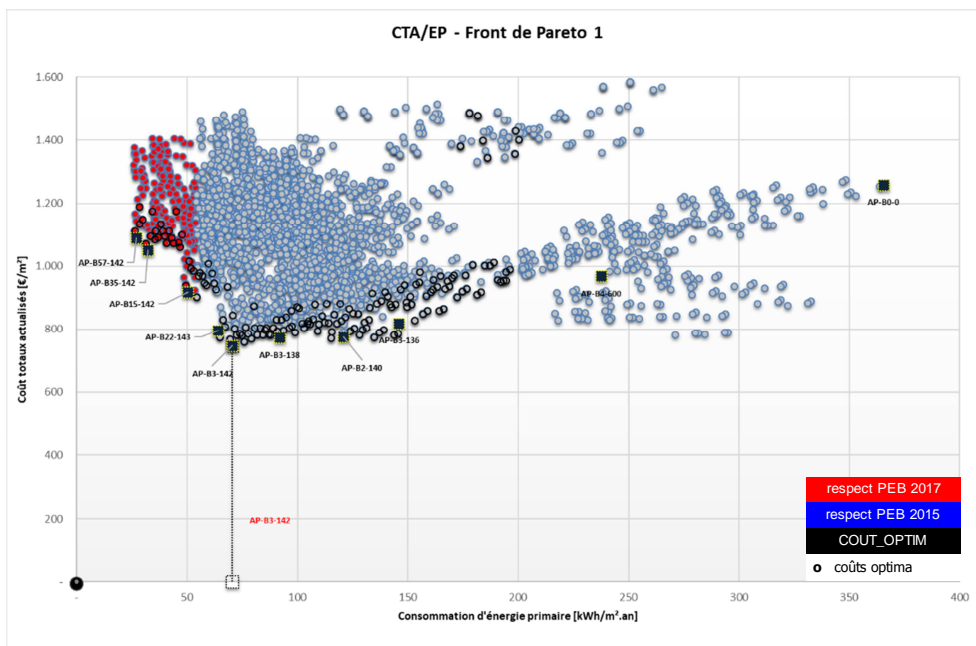
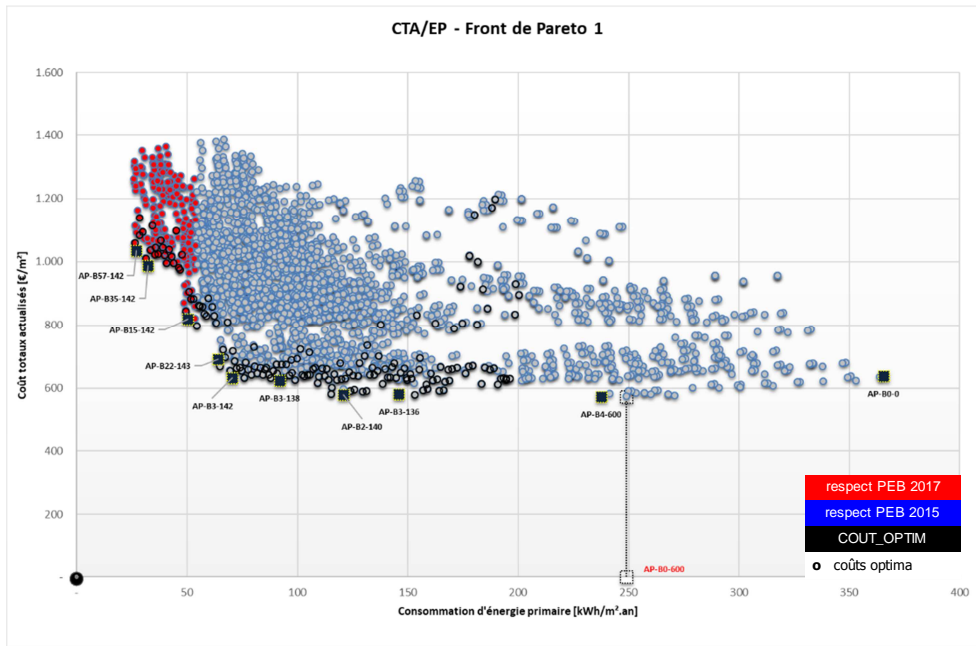
### a. Taux d'actualisation





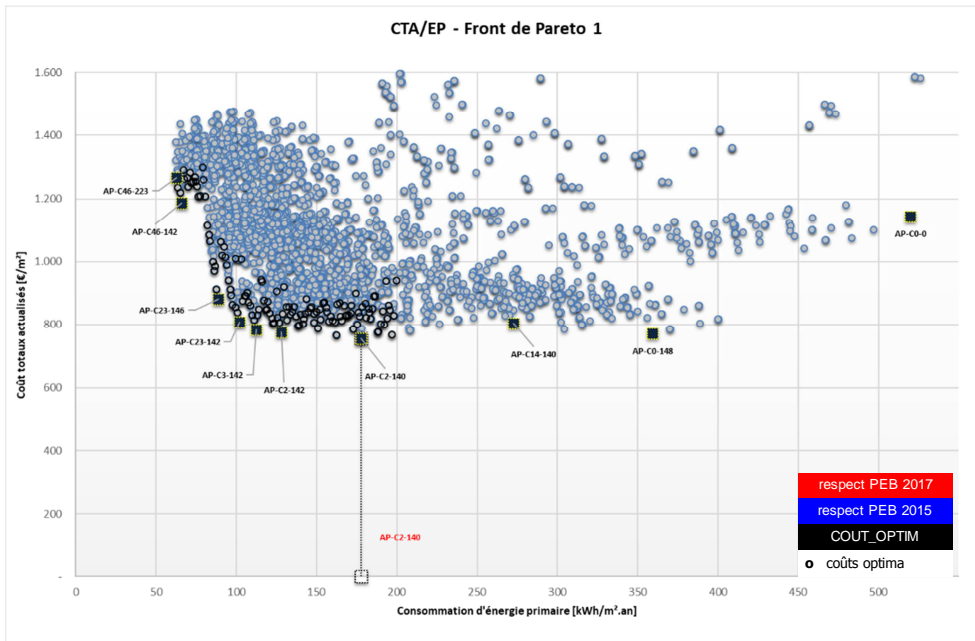
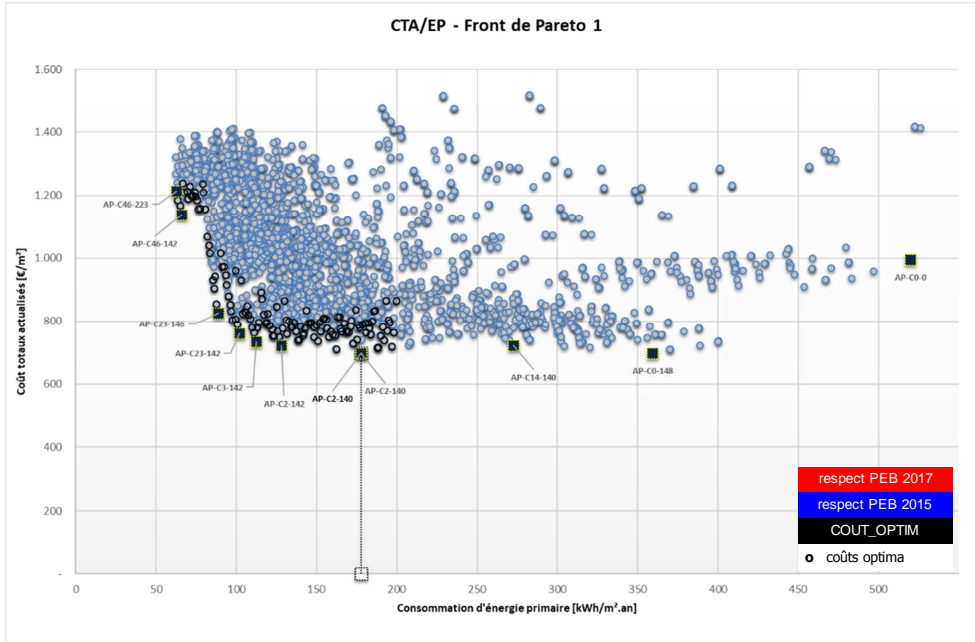
*b. Évolution des prix de l'énergie*

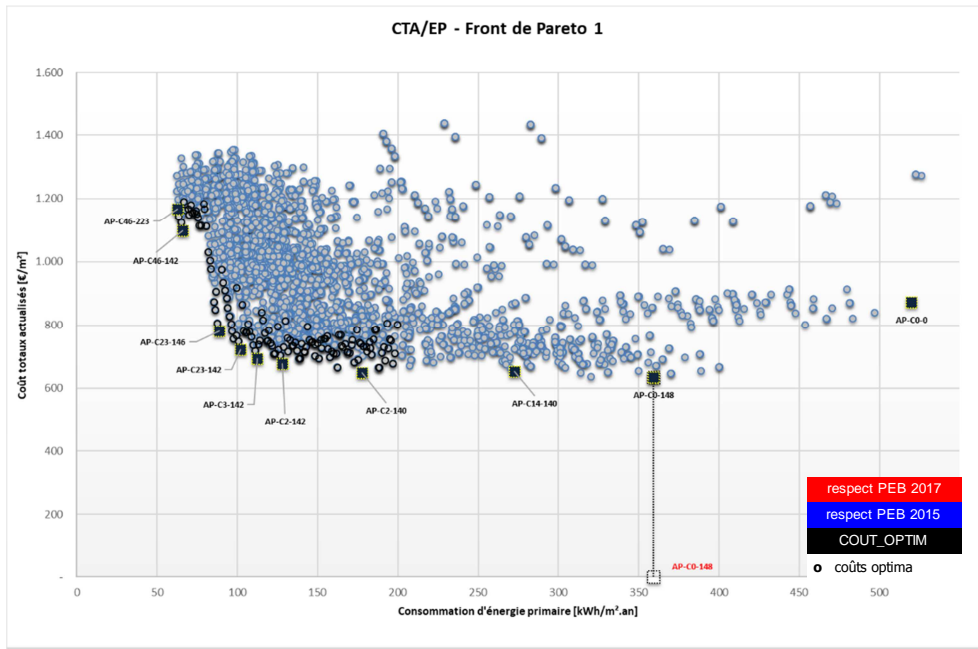




## 6. AP-C

### c. Taux d'actualisation





*d. Évolution des prix de l'énergie*

