



# Audit global partagé

Résidences Ponceau 1 et 2, 92320 Châtillon

Volet thermique

4 avril 2018

**DOUCET DEMANCHE**  
ARCHITECTURE URBANISME



**Oxalis** scop sa – 603 boulevard Wilson - 73100 Aix-les-Bains – +33 (0)4 50 24 44 55 – contact @oxalis-scop.org  
**Rémi Douchet** – HD architectes - 80, rue Botzaris 75019 Paris – 01 43 58 53 79 – contact@hdarchitectes.fr  
**Alexis Demanche** architecte – 17 rue Buzelin 75018 Paris - 06 38 82 29 99 – alexisdemanche@architectes.org  
**Energie Pulse** – 58 rue des Grands Champs – 09 72 56 02 85 – contact@energie-pulse.fr

## Sommaire

Préambule .....	3
1 Constats préalables.....	4
1.1.1 Organisation générale de la copropriété .....	4
1.1.2 Organisation des bâtiments.....	5
1.1.3 Constitution de l'enveloppe bâtie.....	6
1.2 Mesures de température en hiver.....	8
1.3 Enquête/questionnaire mené auprès des occupants et bailleurs.....	9
1.3.1 Profil des occupants.....	9
1.3.2 Confort thermique du logement.....	10
1.3.3 Eau chaude sanitaire .....	12
1.3.4 Ventilation.....	13
1.3.5 Eclairage.....	14
1.3.6 Vos préoccupations et attentes.....	14
1.4 Analyse des factures et relevés de consommation.....	16
1.4.1 Consommations de gaz pour le chauffage collectif et l'ECS .....	16
1.4.2 Electricité des parties communes .....	21
1.4.3 Synthèse des consommations totales .....	22
2 Installations techniques.....	23
2.1 Diagnostic de la chaufferie Ponceau 1 .....	23
2.1.1 Principe de fonctionnement de l'installation.....	23
2.1.2 Production de chaleur .....	25
2.1.3 Distribution/régulation du chauffage.....	26
2.1.4 Production d'eau chaude sanitaire (ECS) .....	29
2.1.5 Autres équipements de la chaufferie.....	30
2.2 Diagnostic de la chaufferie Ponceau 2 .....	31
2.2.1 Principe de fonctionnement de l'installation.....	31
2.2.2 Production de chaleur .....	33
2.2.3 Distribution/régulation du chauffage.....	34
2.2.4 Production d'eau chaude sanitaire (ECS) .....	37
2.2.5 Autres équipements de la chaufferie.....	39
3 Modélisation thermique de l'état existant .....	40
3.1 Calcul des besoins de chauffage.....	40
3.2 Hypothèses économiques .....	41
3.3 Bilan énergétique de l'existant .....	42
3.3.1 Ponceau 1 (bâtiments A et B).....	42
3.3.2 Ponceau 2 (bâtiment C).....	45
4 Préconisations de travaux.....	47
4.1 Améliorations énergétiques.....	47
4.1.1 Isolation des murs .....	47
4.1.2 Isolation du plancher haut des caves et des porches.....	48
4.1.3 Isolation des toitures.....	48
4.1.4 Remplacement des fenêtres .....	49
4.1.5 Ventilation des logements.....	50
4.1.6 Améliorations des installations techniques .....	51
4.1.7 Recours à des énergies renouvelables .....	53
4.1.8 Tableau de synthèse des améliorations énergétiques.....	56
4.2 Travaux non énergétiques .....	59
5 Propositions de scénarii de travaux.....	59
5.1 Synthèse des travaux recommandés pour l'entretien du bâti ainsi que son amélioration thermique et environnementale .....	59
5.2 Gains énergétiques détaillés des bouquets d'intervention.....	60
5.2.1 Ponceau 1 .....	61
5.2.2 Ponceau 2 .....	64
6 Conclusion / synthèse .....	67
Annexe – Réglementation thermique applicable .....	68

## Préambule

Ce document constitue le rapport d'étude présentant l'audit global partagé de la copropriété Le Ponceau à Châtillon (92).

L'objectif principal de cet audit est de caractériser l'état du bâti et des systèmes techniques, la performance énergétique des bâtiments, et après l'analyse de différentes pistes d'amélioration, de déterminer les programmes pluriannuels de travaux permettant de diminuer les consommations énergétiques, à améliorer le confort de leurs occupants et à résorber les désordres.

Cet audit comporte plusieurs documents :

- Le volet énergétique (le présent document)
- Le volet architectural
- Le volet financier
- Un document de synthèse

L'audit a été réalisé en dans le respect du **cahier des charges « audit global : rénovation architecturale et énergétique »** mis en place par l'ADEME, Mairie de Paris et Région Ile de France, dans sa version de février 2017.

# 1 Constats préalables

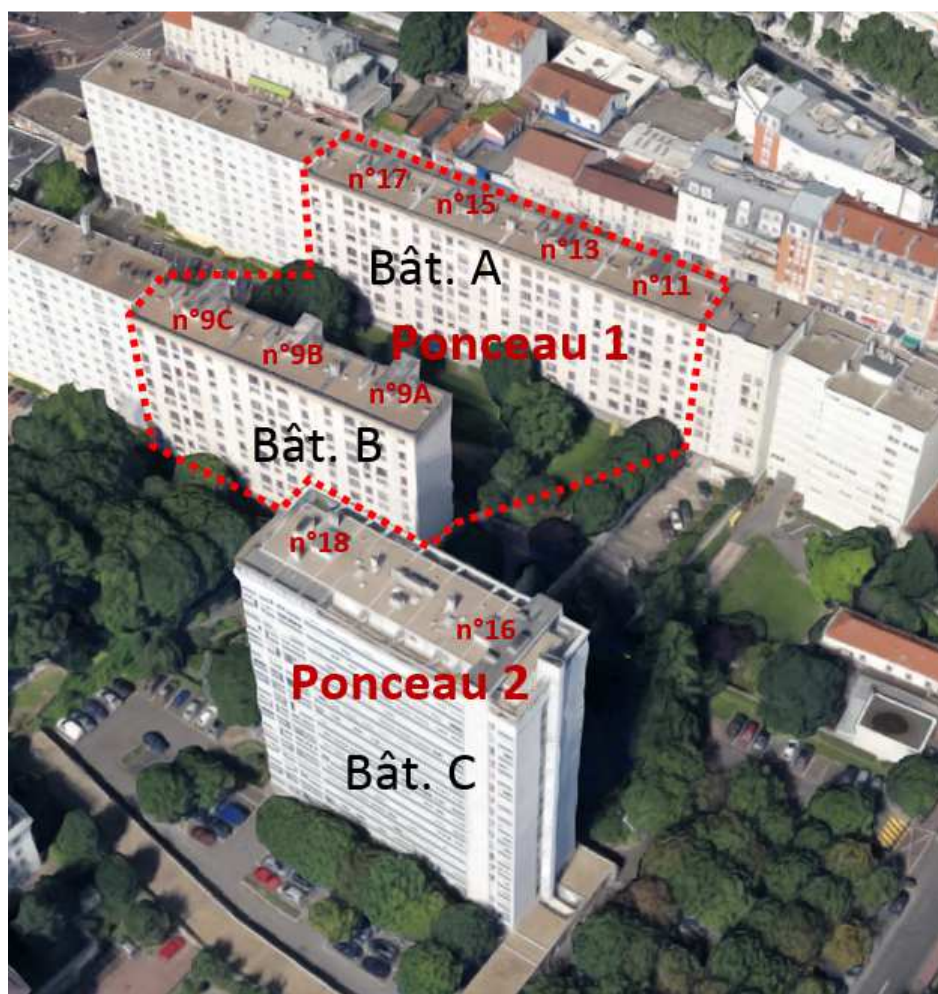
## 1.1.1 Organisation générale de la copropriété

La copropriété est composée de deux ensembles principaux :

- **Ponceau 1** comprenant deux bâtiments achevés en 1962
  - o **Bâtiment A** de 9 étages comprenant 72 appartements avec caves et 6 boutiques, desservi par 4 cages d'escalier adressées aux 11, 13, 15 et 17 rue Gabriel Péri.
  - o **Bâtiment B** de 10 étages comprenant 65 appartements avec caves et une chaufferie collective en sous-sol, desservi par 3 cages d'escalier A, B et C adressées au 9 rue Gabriel Péri.
- **Ponceau 2** comprenant le **bâtiment C** de 18 étages achevé en 1965 et comprenant 106 appartements avec caves, la loge et le logement du gardien et une chaufferie collective en sous-sol. L'immeuble est desservi par 2 cages d'escalier adressées aux 16 et 18 boulevard de la Liberté.

L'ensemble représente 19 000 m<sup>2</sup> de logements environ.

La copropriété comprend par ailleurs des espaces extérieurs (jardins, stationnements) et des boxes de stationnement privés.



Les charges sont réparties selon plusieurs clés :

- Charges générales
- Charges de chauffage dissociées entre Ponceau 1 et Ponceau 2
- Charges spécifiques par bâtiment (A, B ou C)

Dans la suite du rapport, nous veillerons donc à dissocier les éléments d'analyse entre les entités Ponceau 1 et Ponceau 2 qui ne présentent pas les mêmes caractéristiques constructives et ne partagent pas les installations techniques liées au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire.

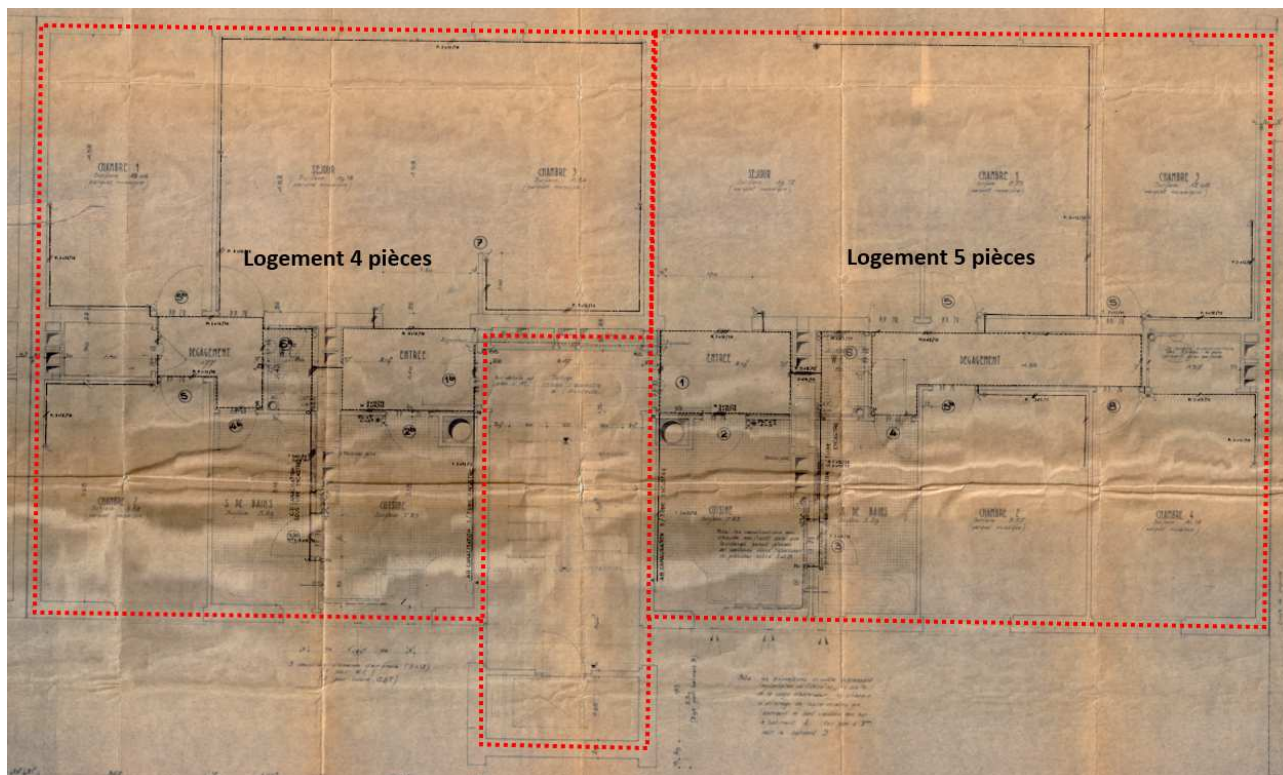


## 1.1.2 Organisation des bâtiments

Les plans parties de la copropriété nous ont été fournis, ils ont servi de base pour réaliser le modèle thermique.

### Ponceau 1

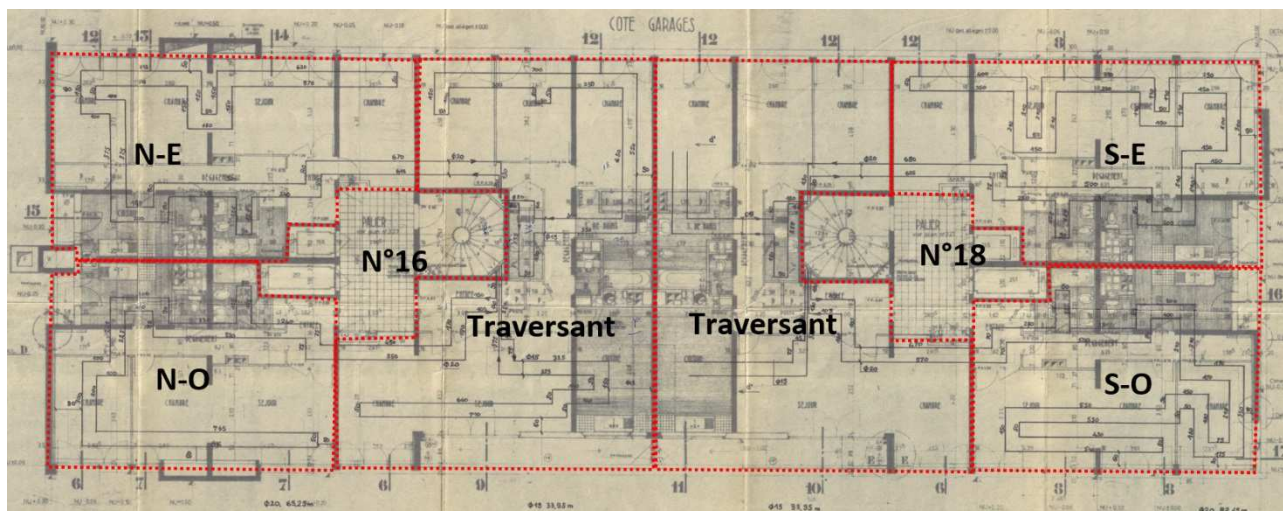
Chaque palier dessert deux appartements, principalement des 4 ou 5 pièces, avec ponctuellement des 6 pièces pour les cages N°11 et 17 du bâtiment A. Tous les logements sont traversants.



Plan d'une « cellule type », avec la cage d'escalier centrale desservant les logements

### Ponceau 2

Chacune des deux cages d'escalier du bâtiment C dessert 3 logements bénéficiant chacun d'une double exposition en angle ou traversante.



Plan d'un étage courant

### 1.1.3 Constitution de l'enveloppe bâtie

Le tableau suivant décrit et illustre les modes constructifs principaux :

#### Ponceau 1

##### Façades et structure de l'immeuble

Les bâtiments sont en structure porteuse béton armé, façades avec remplissage maçonnerie, sans isolation.

Le rez-de-chaussée des bâtiments présente un traitement de façade particulier, sans isolation également.



##### Planchers

Intermédiaires : Structure béton et hourdis terre cuite, sans isolation.

Deux porches sont présents, l'un sous le bâtiment A et l'autre sous le bâtiment B (parking scooters). Le plancher des logements au droit de ces porches ne sont pas isolés. De même, les planchers bas au droit des caves ne sont pas isolés.



##### Toitures

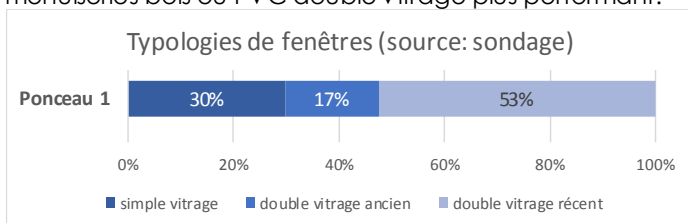
Structure béton, étanchéité protégée, non isolée.

Le bâtiment A comporte également une toiture au-dessus du débord des commerces, côté rue G. Péri (même composition à priori).



##### Menuiseries

Les menuiseries d'origine des logements sont en bois simple vitrage, avec des persiennes métalliques. Une partie des occupants a remplacé les menuiseries initiales par des menuiseries bois ou PVC double vitrage plus performant.



Les menuiseries des cages d'escalier sont métalliques sans rupture de ponts thermiques, avec simple vitrage armé.

##### Ventilation

La ventilation des cuisines, salles de bains et WC est assurée de manière naturelle, avec des grilles de ventilation sur conduits de ventilation, grilles d'entrée d'air en façade dans les cuisines.





### Emission de chaleur

L'émission de chaleur est assurée dans les logements par des planchers chauffants. Des vannes d'isolement sont situées dans les placards des logements. Les vannes anciennes ont majoritairement été remplacées par des vannes à bride. Un test de mise en place de vannes de réglage TA a également été effectué avec succès dans un logement, afin de permettre le réglage de la puissance d'émission.

Des radiateurs sont présents dans les commerces et cages d'escaliers.

Les pieds de colonnes sont équipés de vannes d'équilibrage.



A gauche : vannes d'isolement anciennes  
A droites, vannes TA

## **Ponceau 2**

### Façades et structure de l'immeuble

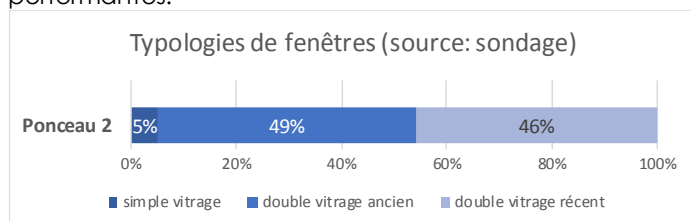
Les bâtiments sont en structure porteuse béton armé, façades avec remplissage maçonnerie, sans isolation. Présence de balcons en façade Ouest, et au niveau des cuisines en pignons Nord et Sud.

Le rez-de-chaussée des bâtiments présente un traitement de façade particulier avec une contrecloison brique, sans isolation également.



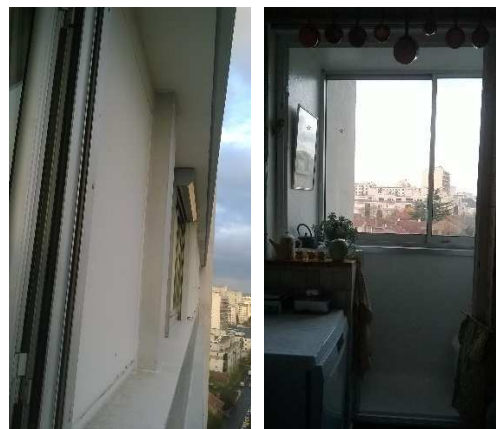
### Menuiseries

Les menuiseries d'origine des logements étaient en simple vitrage avec menuiseries métalliques. La plupart des occupants a remplacé les menuiseries initiales par des menuiseries aluminium ou PVC double vitrage plus performantes.



Des panneaux opaques fixes et non isolés ferment une partie du bandeau vitré dans certaines chambres.

Les façades Nord et Sud présentent de petits balcons au niveau des cuisines. Certains occupants les ont transformés en loggia.



A gauche : panneau opaque fixe  
A droite : balcon transformé en loggia

### Planchers intermédiaires

Intermédiaires : dalles béton armé.

### Toiture

Structure béton, étanchéité protégée, non isolée.

Le dernier étage également des terrasses accessibles sans isolation.



### Ventilation

La ventilation des cuisines, salles de bains et WC est assurée de manière naturelle, avec des grilles de ventilation sur conduits de ventilation de type Shunt, grilles d'entrée d'air en façade dans les cuisines.

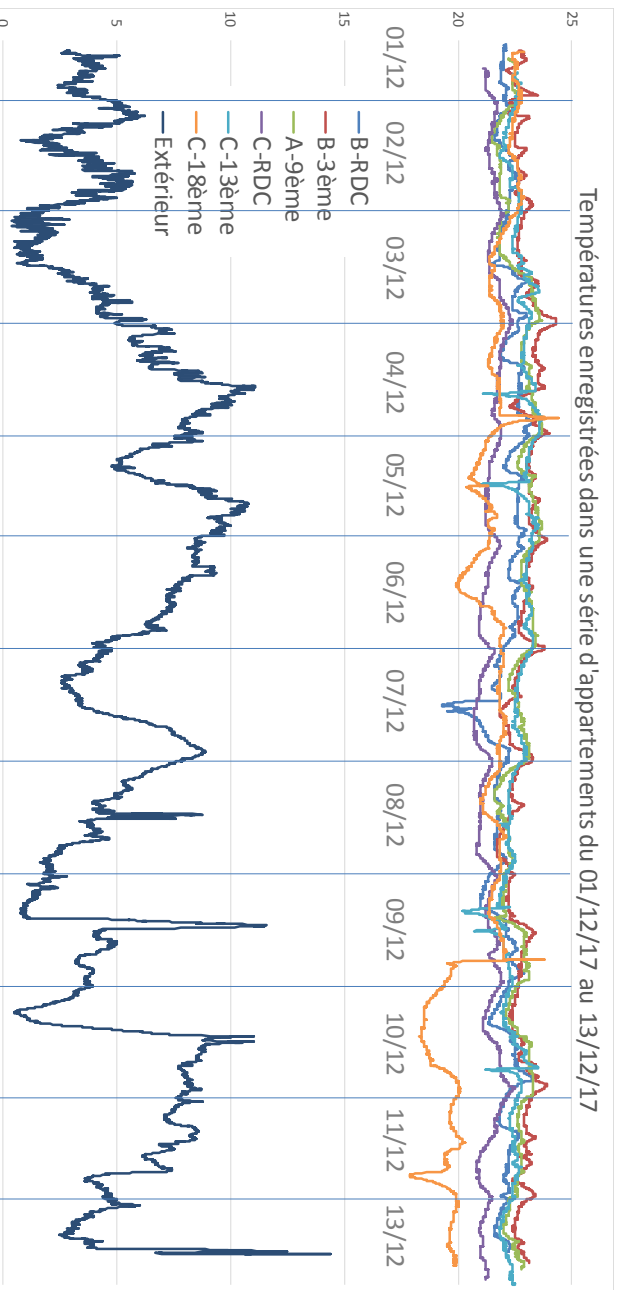
### Emission de chaleur

L'émission de chaleur est assurée dans les logements par des planchers chauffants. Des vannes de réglage sont situées dans des gaines accessibles depuis les escaliers. Des radiateurs sont présents au rez-de-chaussée (logement gardien).



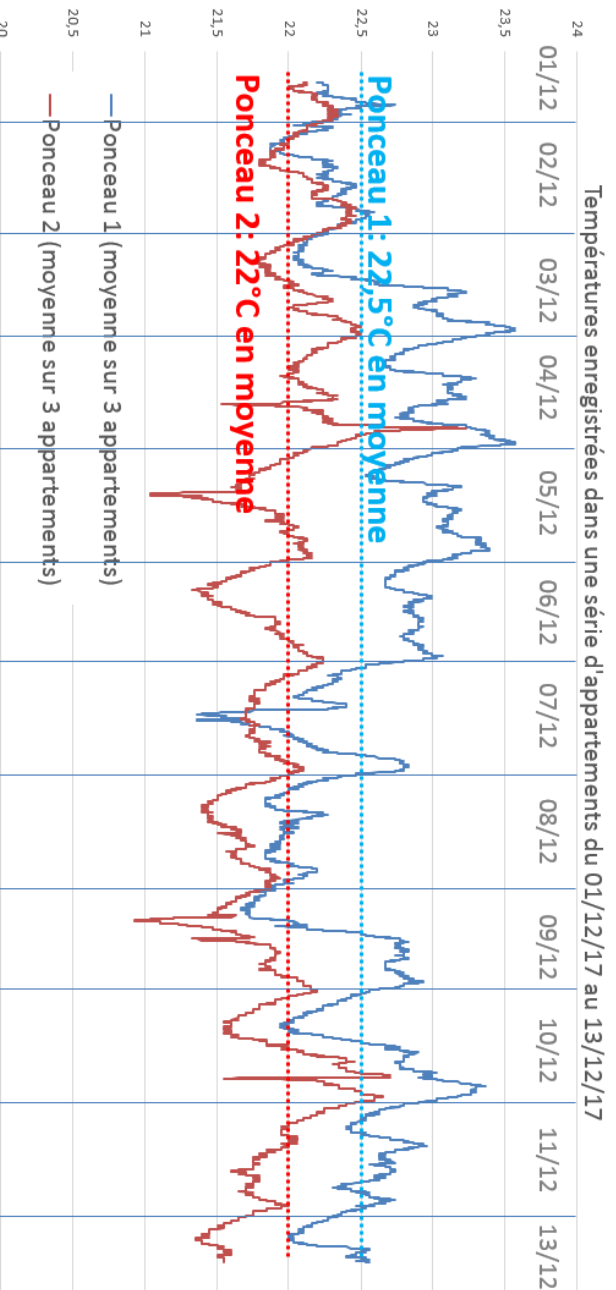
## 1.2 Mesures de température en hiver

Une série de mesures a été effectuée début décembre 2017 dans plusieurs logements, par une température extérieure comprise entre 0°C et 10°C environ.



Les températures enregistrées dans les appartements témoins montrent que les températures atteintes en moyenne dans les logements sont comprises entre 21,7°C dans le bâtiment C, et 22,5°C dans les bâtiments A et B (Ponceau 1).

La sonde du 18<sup>ème</sup> étage bâtiment C montre un décrochage des températures enregistrées à partir du 09/12, pouvant s'expliquer par la fermeture des radiateurs ou l'ouverture de fenêtres en l'absence des occupants. La fin de cette série de mesures ne sera donc pas prise en compte pour la suite.



Ces températures particulièrement élevées sont liées au manque de régulation terminale :

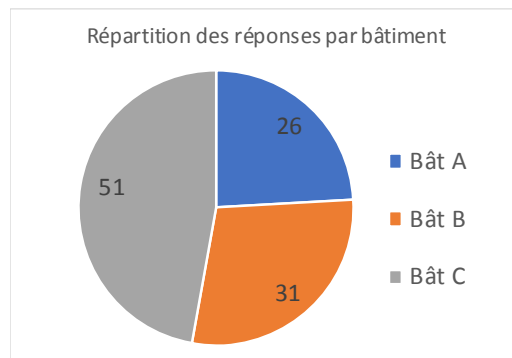
- vannes bridées dans Ponceau 1, ne permettant pas de réglage.
- Vannes TA dans Ponceau 2 permettant l'équilibrage par appartement, mais sans possibilité d'arrêter le chauffage lorsque la température souhaitée est atteinte.



## 1.3 Enquête/questionnaire mené auprès des occupants et bailleurs

Des questionnaires ont été distribués aux occupants des logements et aux propriétaires : 108 retours ont été enregistrés, soit un taux de retour de 45% sur l'ensemble de la copropriété.

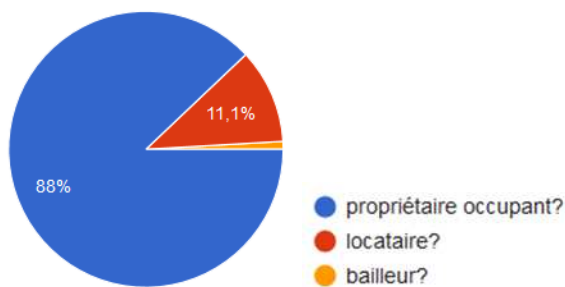
La répartition par bâtiment est relativement représentative de la taille de chaque bâtiment, avec toutefois un taux de retour relativement faible dans le bâtiment A qui comporte pourtant plus de logements que le B.



Un extrait des réponses est donné ci-après.

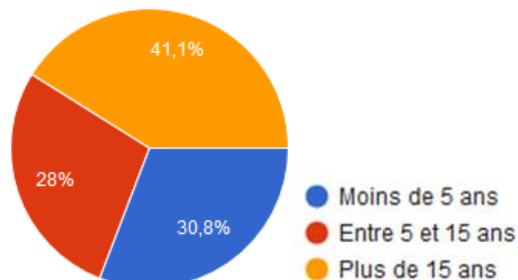
### 1.3.1 Profil des occupants

Êtes-vous...



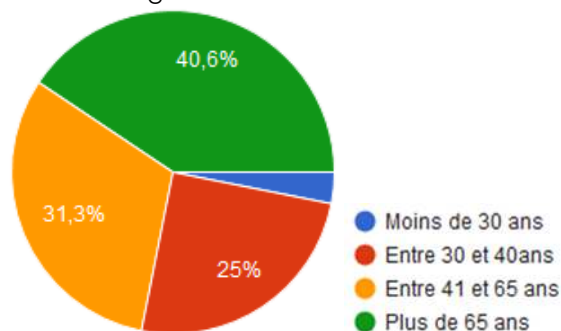
108 réponses

Depuis combien de temps occupez-vous le logement ?



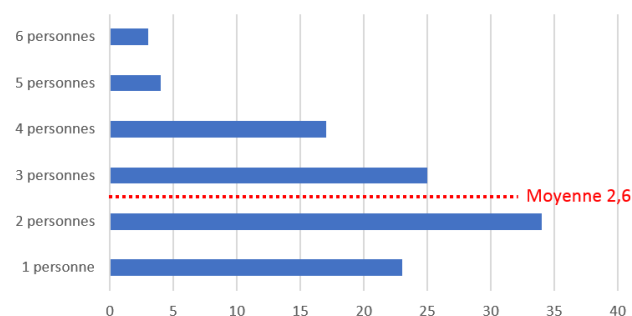
107 réponses

Tranche d'âge



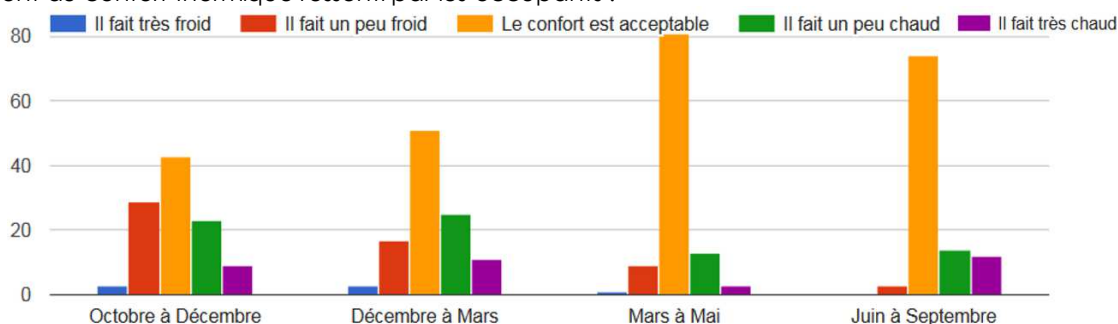
96 réponses

Taux d'occupation des logements



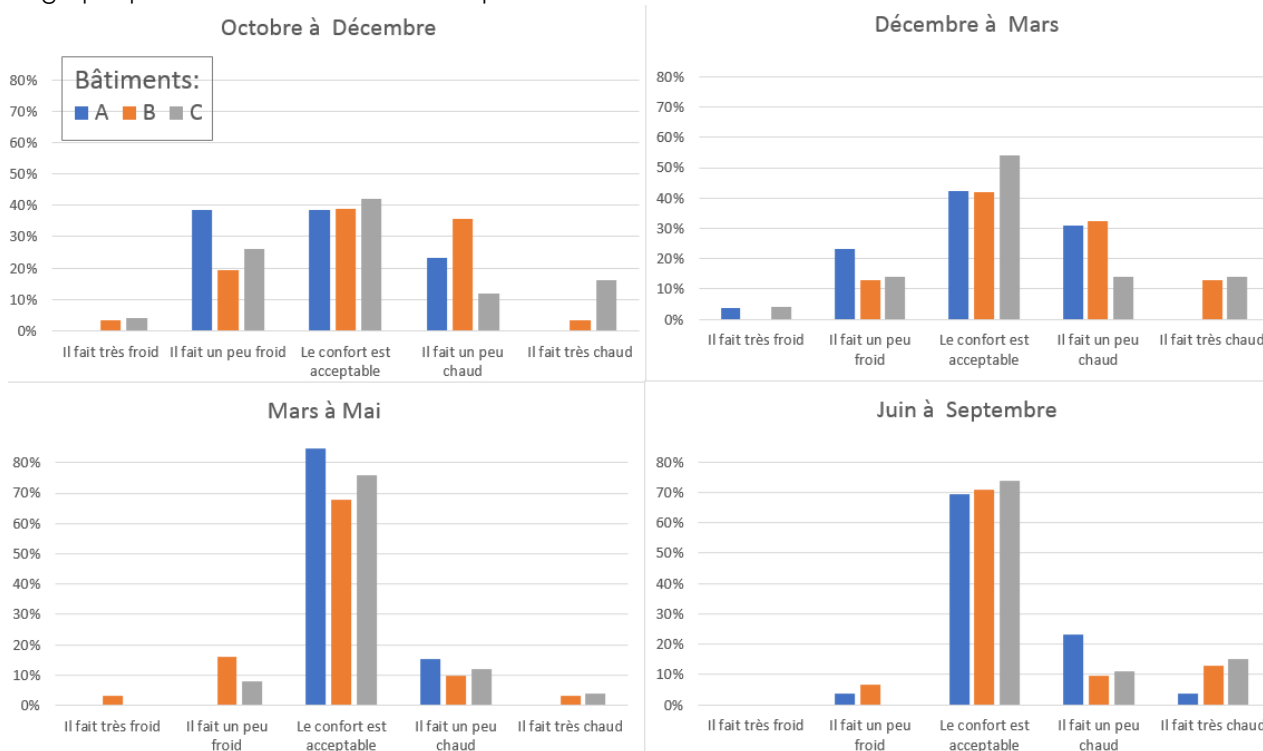
### 1.3.2 Confort thermique du logement

Jugement du confort thermique ressenti par les occupants :

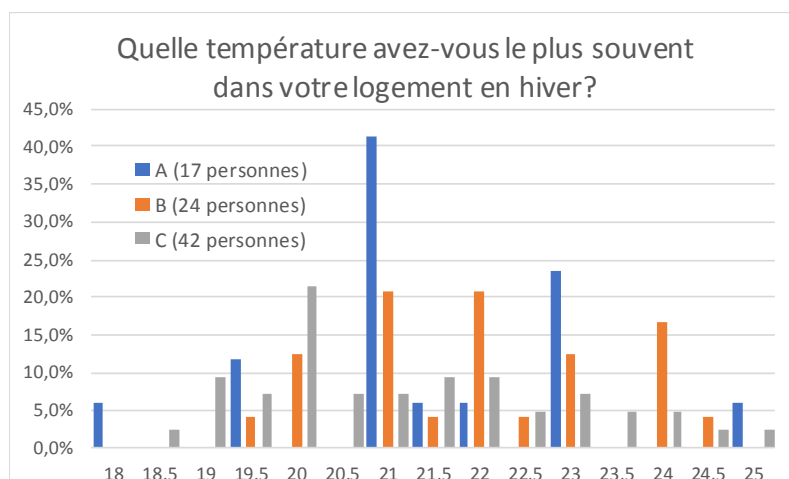


Le niveau de confort ressenti est globalement satisfaisant, avec en saison froide près de 10% de personnes qui déclarent avoir très chaud, et 3% avoir très froid.

Les graphiques suivants donnent le détail par bâtiment :



Indépendamment du «ressenti», les niveaux de température atteints dans les logements sont relativement élevés, avec une température moyenne déclarée de 21,5°C :



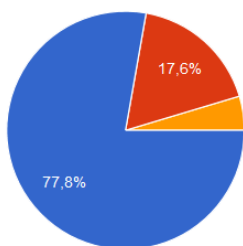
Plus de 80% des personnes déclarent avoir au moins 21°C dans les bâtiments A et B, et 50% dans le bâtiment C

	Part des personnes indiquant avoir une température au moins égale à...							
	18°C	19°C	20°C	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C
<b>Bâtiment A</b>	100%	94%	82%	82%	35%	29%	6%	6%
<b>Bâtiment B</b>	100%	100%	96%	83%	58%	33%	21%	0%
<b>Bâtiment C</b>	100%	98%	81%	52%	36%	21%	10%	2%

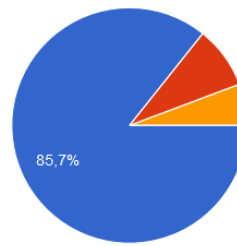
Utilisez-vous un appareil de chauffage d'appoint en hiver? Utilisez-vous un appareil de climatisation en été?

108 réponses

105 réponses



● non  
● oui, mais je m'en sers peu  
● oui, et je m'en sers fréquemment

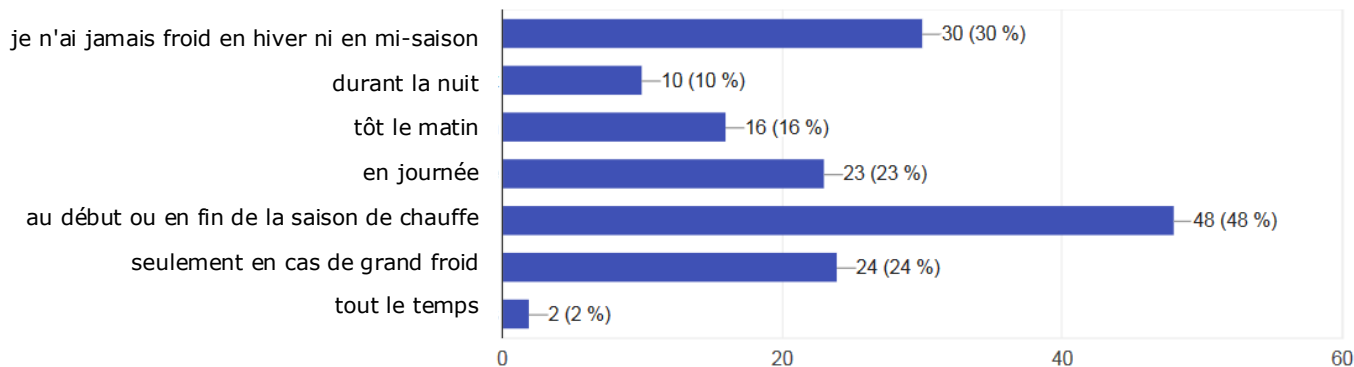


Les appareils de chauffage d'appoint sont essentiellement signalés dans les salles de bains, et dans une moindre mesure dans les chambres en angle du bâtiment C.

Pour les personnes ayant exprimé ressentir une sensation de froid cela se passe essentiellement en début ou en fin de saison (48%) :

**Dans votre logement, si vous avez froid, à quel moment particulier cela arrive-t-il?**

100 réponses

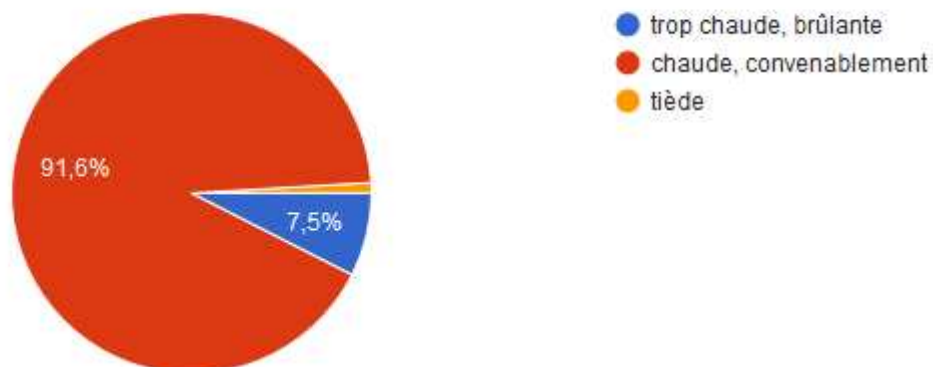




### 1.3.3 Eau chaude sanitaire

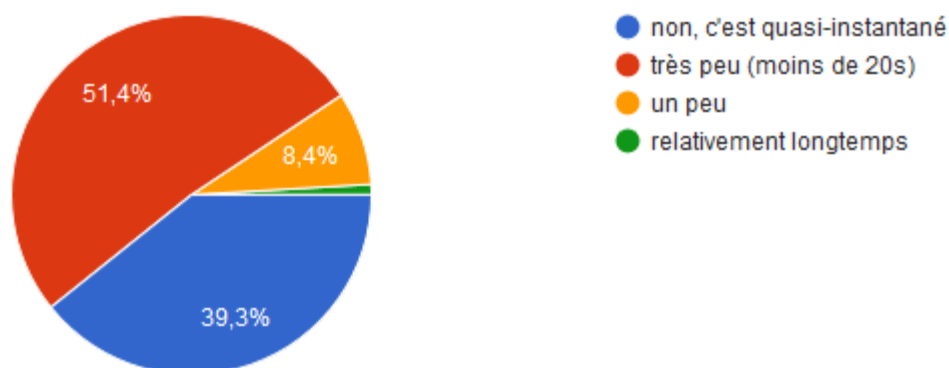
#### Quelle est la température de l'ECS en général?

107 réponses

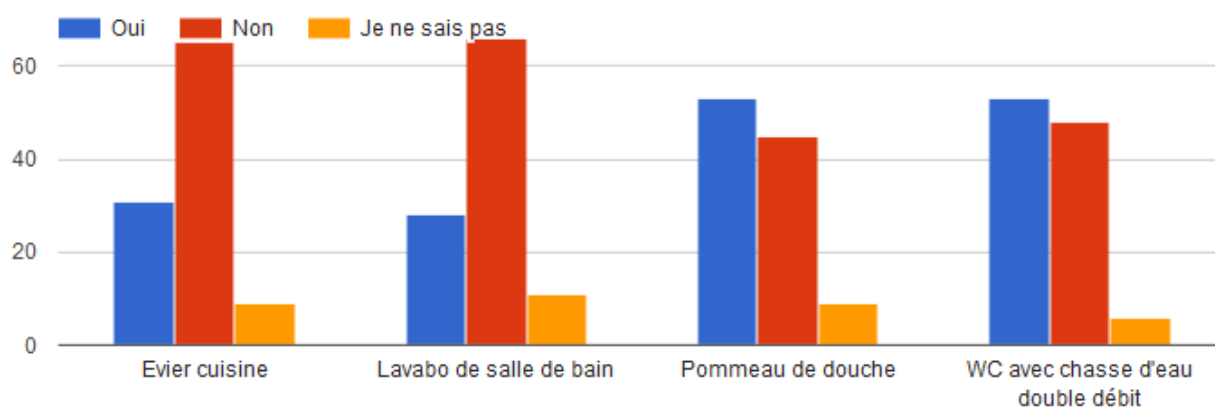


#### Devez-vous attendre longtemps pour avoir de l'ECS?

107 réponses



#### Vos points d'eau sont-ils équipés de réducteurs de débits (mousseurs aérateurs, pommeau de douche économe, etc.) ?



### 1.3.4 Ventilation

Peu de personnes déclarent avoir installé un système de ventilation mécanique (exception faite des hottes de cuisine, raccordées ou non)

104 réponses

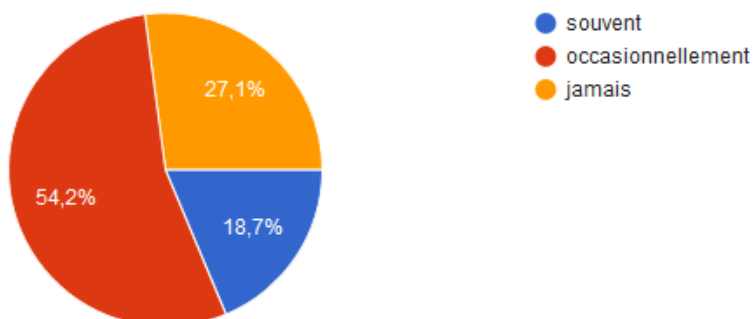


Remarque importante : la copropriété étant équipée de conduits shunts dans les pièces humides de tous les bâtiments, l'installation d'extracteurs mécaniques est à proscrire sur ces conduits. En effet une insufflation forcée dans les conduits entraîne un refoulement de l'air vicié vers les logements voisins.

Certains occupants signalent sentir des odeurs de cuisine dans leurs salles de bains et WC, ce qui peut être le symptôme d'un branchement inadéquat de ventilation mécanique sur un conduit shunt :

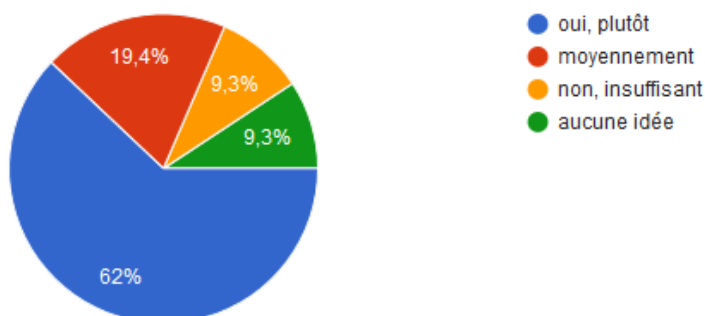
#### **Vous arrive-t-il de sentir chez vous des odeurs semblant venir d'un autre logement ou des parties communes ?**

107 réponses



#### **Au global, avez vous l'impression que la ventilation de votre logement est correcte et suffisante?**

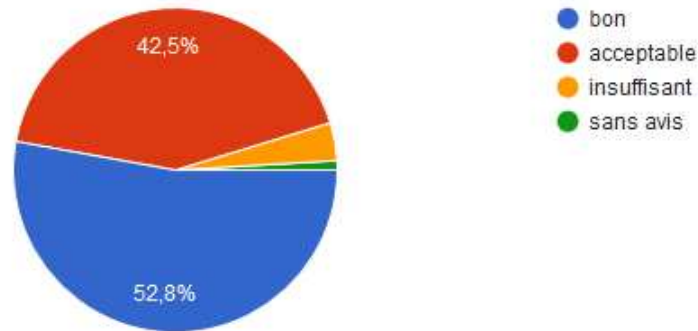
108 réponses



### 1.3.5 Eclairage

#### Comment jugez-vous l'éclairage des parties communes?

106 réponses

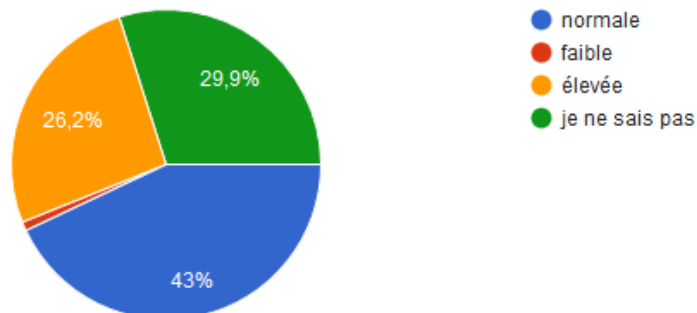


Dans la partie « expression libre » du questionnaire, de nombreux occupants signalent l'insuffisance de l'éclairage dans les espaces extérieurs.

### 1.3.6 Vos préoccupations et attentes

#### Diriez-vous que la part des dépenses liées à l'énergie dans votre budget est :

107 réponses



#### Souhaitez-vous vous engager dans une démarche de réduction de charges en chauffage et eau chaude ?

104 réponses





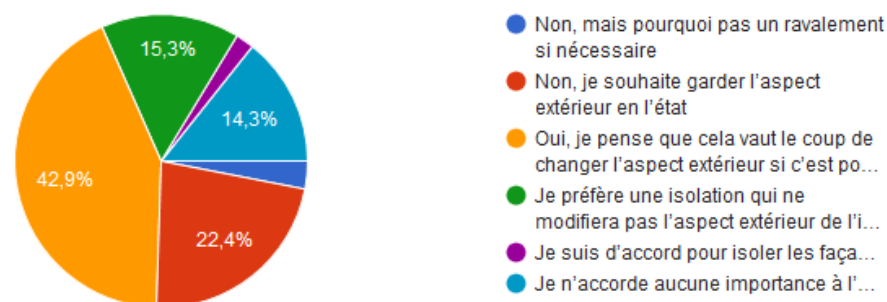
## Vous sentez-vous concerné(e) par l'amélioration énergétique de votre immeuble?

105 réponses



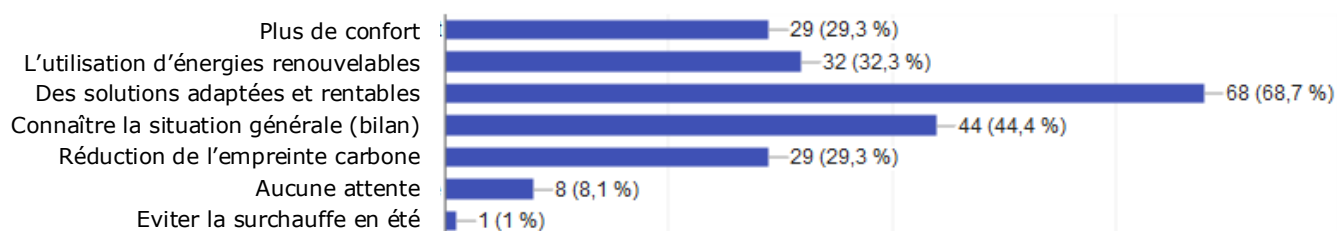
## Seriez-vous prêt à isoler les façades et murs pignons de l'immeuble pour améliorer le confort et réduire les consommations, et à éventuellement modifier l'esthétique de l'immeuble?

98 réponses



## Quelles sont vos attentes par rapport à des travaux dans la copropriété ?

99 réponses



## Que souhaitez-vous améliorer en priorité dans la copropriété?

Parmi les réponses recueillies reviennent souvent :

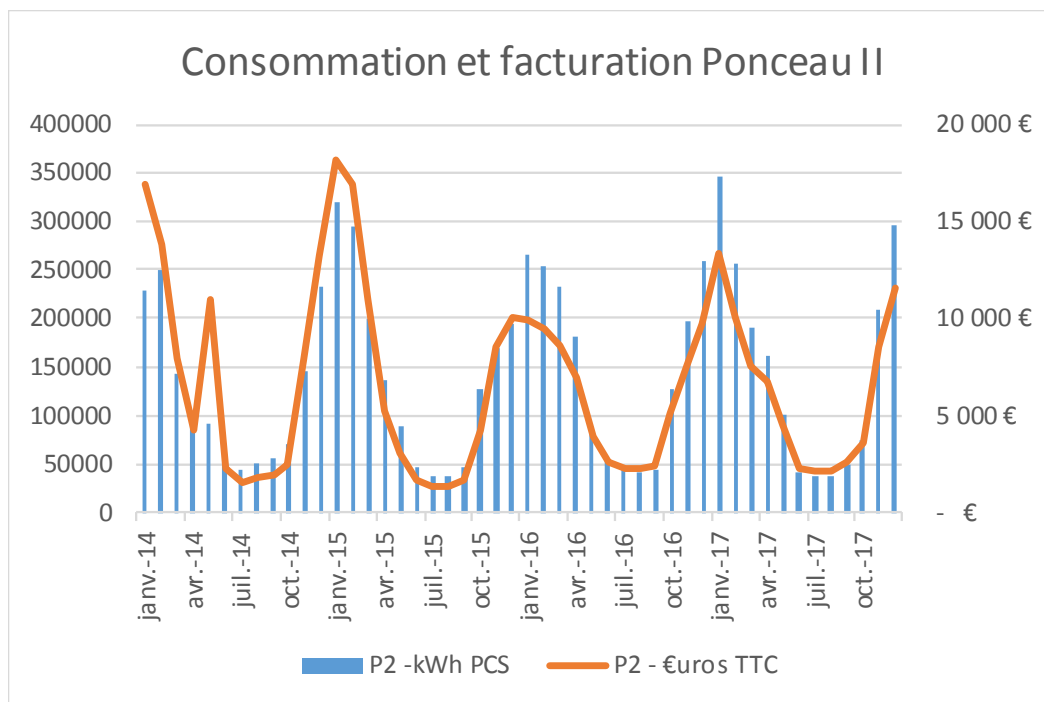
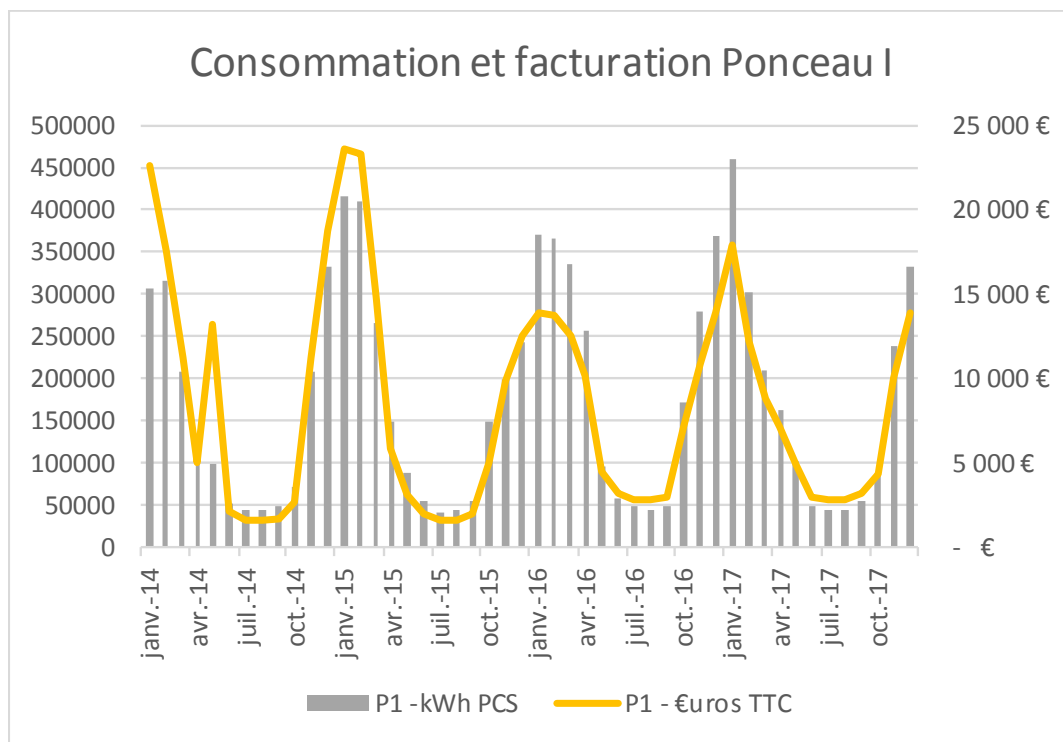
- L'amélioration de l'éclairage des espaces extérieurs
- L'amélioration du confort thermique (réduire les surchauffes)
- La possibilité d'éteindre l'éclairage des circulations dans le bâtiment C
- Améliorer l'efficacité du chauffage
- Réduire les consommations énergétiques / isolation

## 1.4 Analyse des factures et relevés de consommation

### 1.4.1 Consommations de gaz pour le chauffage collectif et l'ECS

Le gaz est utilisé pour le chauffage collectif et la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

Les données de consommation de gaz nous ont été fournies par le conseil syndical et par le syndic, sur une période de 4 ans.



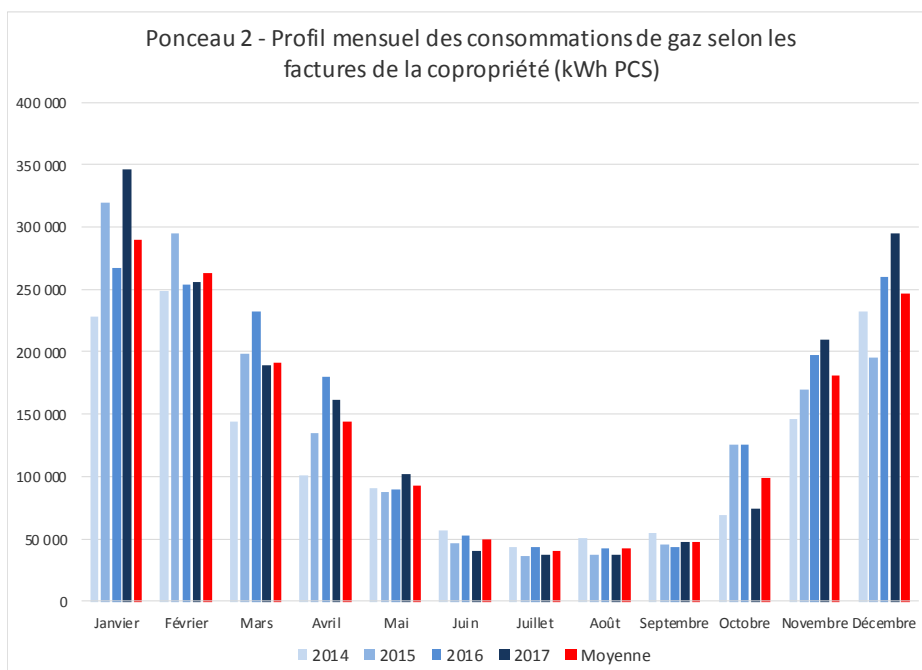
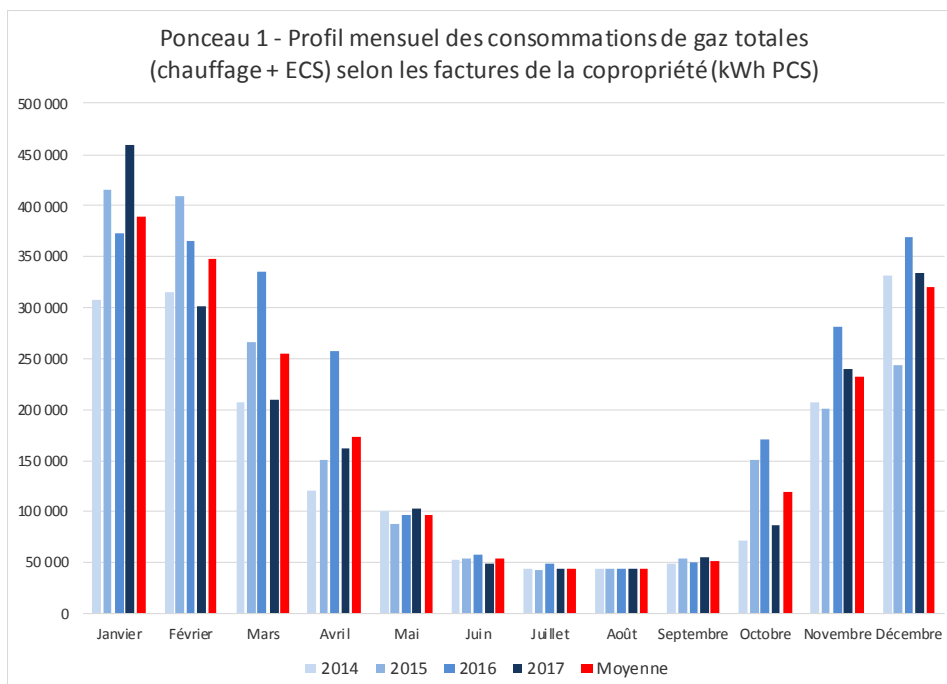
Source des graphiques : Conseil syndical sur la base des relevés et factures du fournisseur gaz

Les tableaux et graphiques suivants présentent les consommations de gaz mensuelles, avec le calcul de la moyenne sur les 4 dernières années.

Ponceau 1	2014	2015	2016	2017	Moyenne
Janvier	307 186	414 877	372 370	459 793	388 557
Février	314 643	408 703	365 685	300 733	347 441
Mars	206 745	265 638	334 930	209 891	254 301
Avril	121 343	150 568	257 851	162 496	173 065
Mai	100 393	88 003	96 297	102 618	96 828
Juin	53 199	54 134	58 353	49 084	53 693
Juillet	43 543	42 199	48 618	44 921	44 820
Août	43 619	43 933	45 078	44 974	44 401
Septembre	49 037	54 198	50 586	54 978	52 200
Octobre	72 592	150 296	170 406	86 744	120 010
Novembre	206 982	200 300	280 416	239 180	231 720
Décembre	331 199	244 222	368 839	333 533	319 448
<b>TOTAL</b>	<b>1 850 481</b>	<b>2 117 071</b>	<b>2 449 429</b>	<b>2 088 945</b>	<b>2 126 482</b>

Ponceau 2	2014	2015	2016	2017	Moyenne
Janvier	228 534	320 009	267 022	345 900	290 366
Février	248 737	294 954	253 659	255 612	263 241
Mars	143 553	198 808	232 130	189 475	190 992
Avril	100 982	135 257	180 593	161 720	144 638
Mai	91 614	87 842	89 865	101 942	92 816
Juin	57 714	46 415	52 738	40 762	49 407
Juillet	43 566	36 313	43 793	37 359	40 258
Août	50 275	37 661	42 372	37 679	41 997
Septembre	54 925	45 954	43 932	48 260	48 268
Octobre	69 274	125 737	126 233	74 445	98 922
Novembre	145 991	170 328	197 244	210 122	180 921
Décembre	232 543	195 256	259 931	295 582	245 828
<b>TOTAL</b>	<b>1 467 708</b>	<b>1 694 534</b>	<b>1 789 512</b>	<b>1 798 858</b>	<b>1 687 653</b>

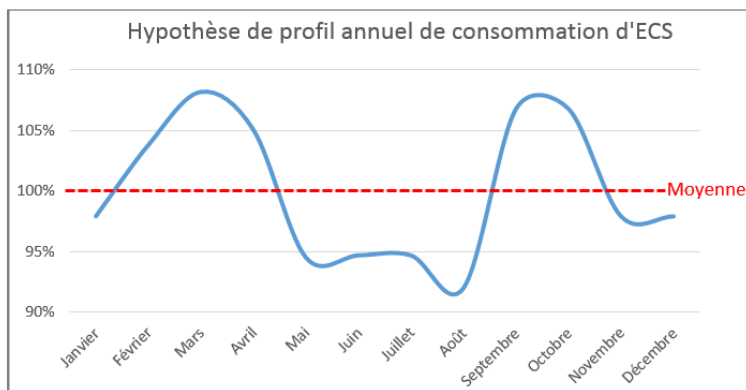
Profil mensuel des consommations de gaz totales (chauffage + ECS) (kWh PCS)





Les données précédentes permettent d'observer le talon de consommation de gaz en été, pour la production d'ECS et le maintien en température de la boucle de distribution.

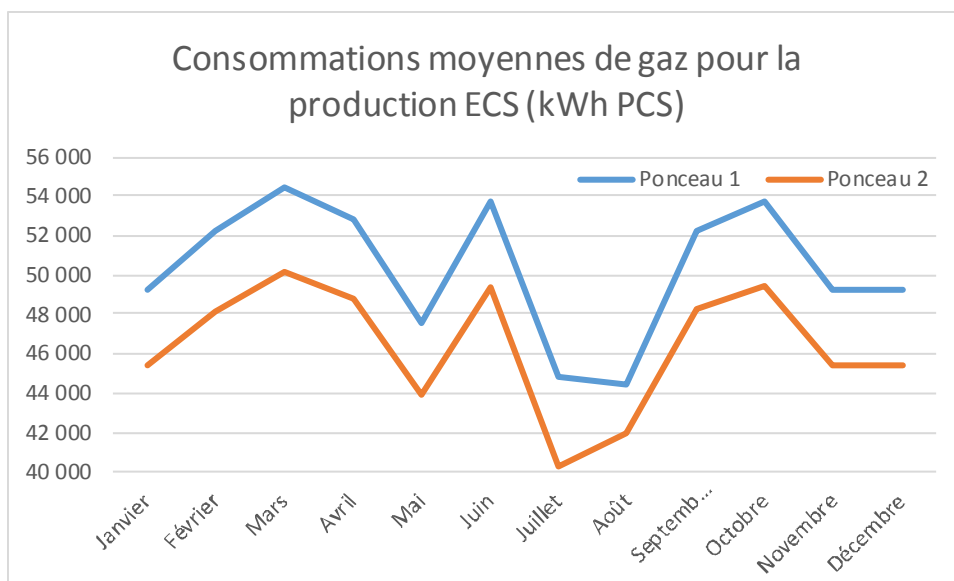
Le volume d'ECS consommé est variable d'un mois à l'autre selon le taux d'occupation des logements. Le graphique ci-dessous montre le profil de consommation d'ECS observé sur des immeubles en copropriété en Ile de France :



Ces données permettent d'extrapoler les consommations mensuelles de gaz pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) :

Ponceau 1	2014	2015	2016	2017	Moyenne	Ponceau 2	2014	2015	2016	2017	Moyenne
Janvier	47 852	49 013	51 239	48 867	49 243	Janvier	52 145	41 938	46 295	41 281	45 415
Février	50 721	51 952	54 311	51 797	52 195	Février	55 272	44 452	49 071	43 756	48 137
Mars	52 854	54 137	56 596	53 976	54 391	Mars	57 597	46 322	51 135	45 596	50 162
Avril	51 331	52 577	54 965	52 420	52 823	Avril	55 937	44 987	49 661	44 282	48 717
Mai	46 196	47 317	49 466	47 176	47 539	Mai	50 341	40 487	44 693	39 852	43 843
Juin	53 199	54 134	58 353	49 084	53 693	Juin	57 714	46 415	52 738	40 762	49 407
Juillet	43 543	42 199	48 618	44 921	44 820	Juillet	43 566	36 313	43 793	37 359	40 258
Août	43 619	43 933	45 078	44 974	44 401	Août	50 275	37 661	42 372	37 679	41 997
Septembre	49 037	54 198	50 586	54 978	52 200	Septembre	54 925	45 954	43 932	48 260	48 268
Octobre	52 173	53 439	55 866	53 280	53 690	Octobre	56 854	45 725	50 476	45 008	49 516
Novembre	47 852	49 013	51 239	48 867	49 243	Novembre	52 145	41 938	46 295	41 281	45 415
Décembre	47 852	49 013	51 239	48 867	49 243	Décembre	52 145	41 938	46 295	41 281	45 415
<b>TOTAL</b>	<b>586 229</b>	<b>600 924</b>	<b>627 555</b>	<b>599 207</b>	<b>603 479</b>	<b>TOTAL</b>	<b>638 917</b>	<b>514 130</b>	<b>566 755</b>	<b>506 396,2</b>	<b>556 550</b>

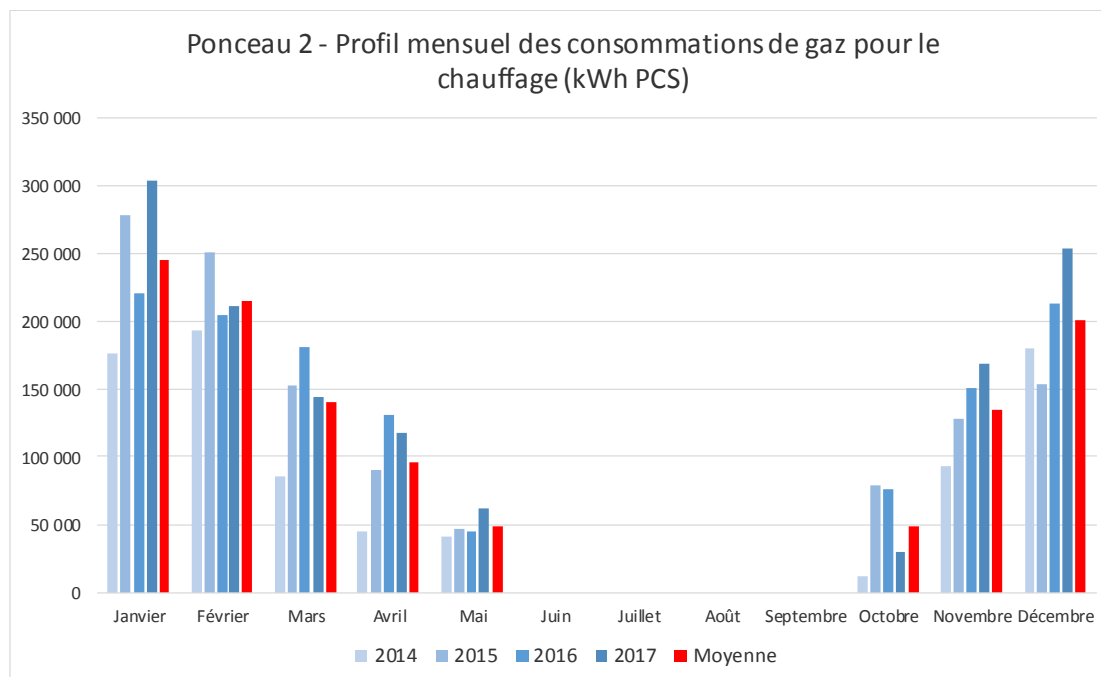
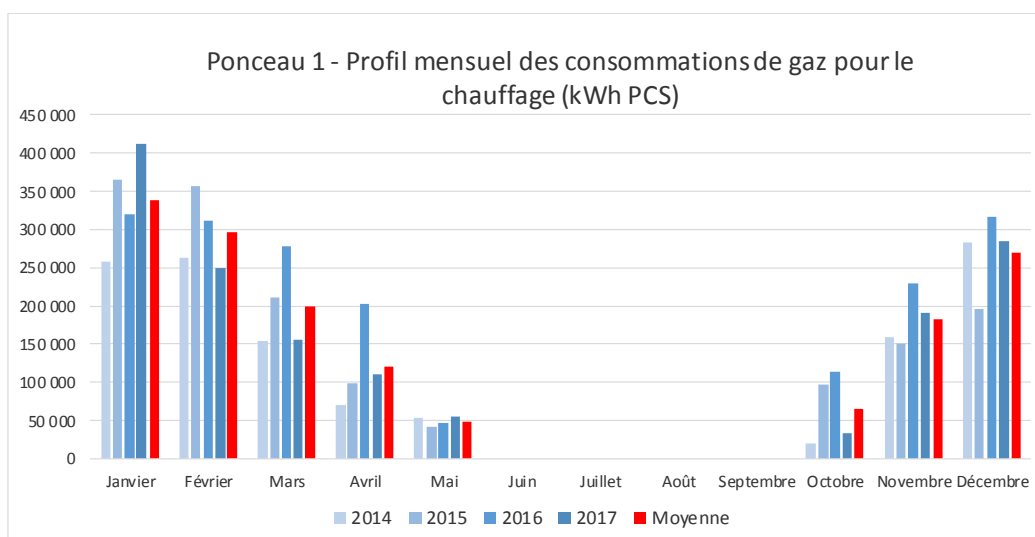
Profil mensuel des consommations de gaz (ECS seulement) (kWh PCS)

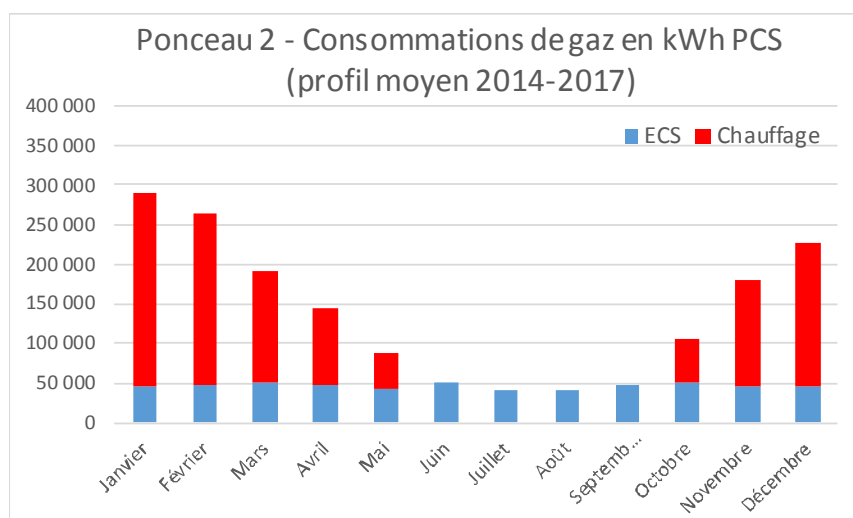
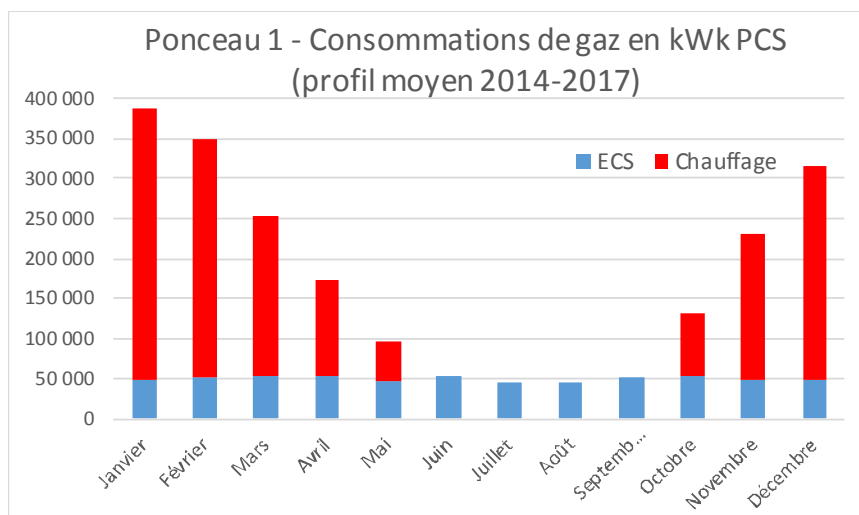


Les consommations de gaz liées au seul chauffage sont déduites en retranchant la part liée à l'ECS de la consommation totale :

Ponceau 1	2014	2015	2016	2017	Moyenne
Janvier	259 334	365 864	321 131	410 926	339 314
Février	263 922	356 751	311 374	248 936	295 246
Mars	153 891	211 501	278 334	155 915	199 910
Avril	70 012	97 991	202 886	110 076	120 241
Mai	54 197	40 686	46 831	55 442	49 289
Juin	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0
Septembre	0	0	0	0	0
Octobre	20 419	96 857	114 540	33 464	66 320
Novembre	159 130	151 287	229 177	190 313	182 477
Décembre	283 347	195 209	317 600	284 666	270 206
<b>TOTAL</b>	<b>1 264 252</b>	<b>1 516 147</b>	<b>1 821 874</b>	<b>1 489 738</b>	<b>1 523 003</b>

Ponceau 2	2014	2015	2016	2017	Moyenne
Janvier	176 389	278 071	220 727	304 619	244 952
Février	193 465	250 502	204 588	211 856	215 103
Mars	85 956	152 486	180 995	143 879	140 829
Avril	45 045	90 270	130 932	117 438	95 921
Mai	41 273	47 355	45 172	62 090	48 972
Juin	0	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0
Septembre	0	0	0	0	0
Octobre	12 420	80 012	75 757	29 437	49 406
Novembre	93 846	128 390	150 949	168 841	135 507
Décembre	180 398	153 318	213 636	254 301	200 413
<b>TOTAL</b>	<b>828 791</b>	<b>1 180 404</b>	<b>1 222 757</b>	<b>1 292 462</b>	<b>1 131 103</b>





Le tableau ci-dessous récapitule les volumes annuels moyens :

	Nombre de logements	Surface m²	Consommation de chauffage			Consommation d'ECS			Coût annuel moyen 2014-2017		
			kWh PCS	kWh/logt	kWh/m²	kWh PCS	kWh/logt	kWh/m²	€ TTC	€/logt	€/m²
<b>Ponceau 1</b>	137	9 759	1 529 134	11 162	157	603 479	4 405	62	101 402	740	10
<b>Ponceau 2</b>	107	9 190	1 115 425	10 425	121	556 550	5 201	61	78 979	738	9

La consommation annuelle moyenne sur la période est donc de l'ordre de :

- Ponceau 1 : 1529 MWh/an pour le chauffage collectif, soit environ 157kWh/m².an
- Ponceau 2 : 1115 MWh/an pour le chauffage collectif, soit environ 121kWh/m².an

Ce niveau de consommation est élevé mais conforme aux niveaux de consommations observés pour les immeubles e logements de cette période. Cela s'explique par deux raisons principales :

- le manque d'isolation de l'enveloppe bâtie
- la faible efficacité du système de chauffage (rendement de la production, manque de régulation)

On note également une forte consommation d'eau chaude sanitaire (ECS), pouvant s'expliquer par :

- le manque d'isolation des réseaux et stockages tampons
- la faible efficacité du système de production (faible rendement des chaudières en sous-régime en mi-saison et été)



## 1.4.2 Electricité des parties communes

Sur la base des données fournies par le syndic, nous avons pu identifier la consommation électrique par poste des parties communes :

**Consommation d'électricité des parties communes(kWh)**

	2015	2016	Moyenne
DEPENSES GENERALES 100000	7 833	8 298	8 066
Boxes	17	14	16
DEPENSES BATIMENT B 10	5 921	6 148	6 035
DEPENSES ASC. 9A G. PE	1 642	385	1 014
DEPENSES ASC. 9B G. PE	805	866	836
DEPENSES ASC. 9C G. PE	812	901	857
DEPENSES BATIMENT A 10	6 977	7 351	7 164
DEPENSES ASC. 11 G. PE	1 522	1 443	1 483
DEPENSES ASC. 13 G. PE	784	810	797
DEPENSES ASC. 15 G. PE	1 091	1 135	1 113
DEPENSES ASC. 17 G. PE	959	856	908
DEPENSES BATIMENT C 10	40 572	38 493	39 533
DEPENSES ASC. 16 LIBER	6 447	5 748	6 097
DEPENSES ASC. 18 LIBER	7 557	5 378	6 467
DEPENSES CHAUFFAGE A ET B 1074	57 086	63 772	60 429
DEPENSES CHAUFFAGE BAT. C 1000	44 466	50 621	47 544
<b>Total</b>	<b>184 491</b>	<b>192 219</b>	<b>188 355</b>

Source: Valeurs issues du relevé général des dépenses fourni par Foncia

Sur la base de ces éléments, nous avons pu évaluer la répartition par poste des consommations électriques :

	Consommation d'électricité (kWh)	
	Ponceau 1	Ponceau 2
Ascenseurs	7 006	12 565
Auxiliaires de chaufferie	60 429	47 544
Eclairage et consommations diverses	13 199	39 533
Eclairage extérieur et consommations diverses	8 066	

La forte disparité d'éclairage entre Ponceau 1 et Ponceau 2 peut s'expliquer par :

- La présence d'éclairage naturel des paliers ascenseurs sur Ponceau 1
- L'obligation pour Ponceau 2 de maintenir un éclairage permanent des circulations (immeuble de grande hauteur)

### Détail du poste ascenseurs

	Consommation moyenne	Nombre d'étages	NB logements desservis	Ratio de conso (kWh/logt)
DEPENSES ASC. 9A G. PE	1 014	10	20	51
DEPENSES ASC. 9B G. PE	836	10	20	42
DEPENSES ASC. 9C G. PE	857	10	20	43
DEPENSES ASC. 11 G. PE	1 483	9	18	82
DEPENSES ASC. 13 G. PE	797	9	18	44
DEPENSES ASC. 15 G. PE	1 113	9	18	62
DEPENSES ASC. 17 G. PE	908	9	18	50
DEPENSES ASC. 16 LIBER	6 097	18	52	117
DEPENSES ASC. 18 LIBER	6 467	18	52	124
<b>Total Ponceau 1</b>	<b>7 006</b>			
<b>Total Ponceau 2</b>	<b>12 565</b>			
<b>Total Ponceau 1+2</b>	<b>19 570</b>			

### Commentaires :

Pour Ponceau 1, la consommation moyenne est entre 50 et 80kWh/logement selon les cages d'escalier. Ce ratio relativement faible peut s'expliquer par le faible taux d'occupation des logements, et la desserte par demi-niveaux qui peut inciter certains occupants à préférer l'escalier.

Pour Ponceau 2, la consommation moyenne est de l'ordre de 120 kWh/logement. Ce ratio reste faible par rapport au ratio de 160 kWh/logement issu des campagnes de mesure commandées par l'ADEME.

### 1.4.3 Synthèse des consommations totales

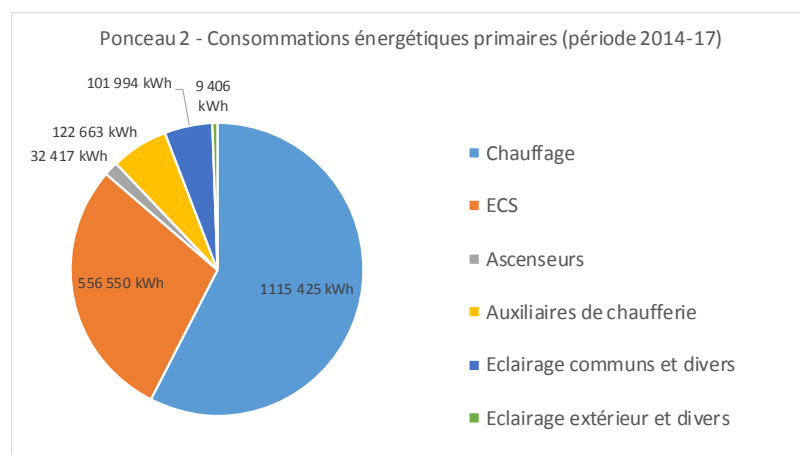
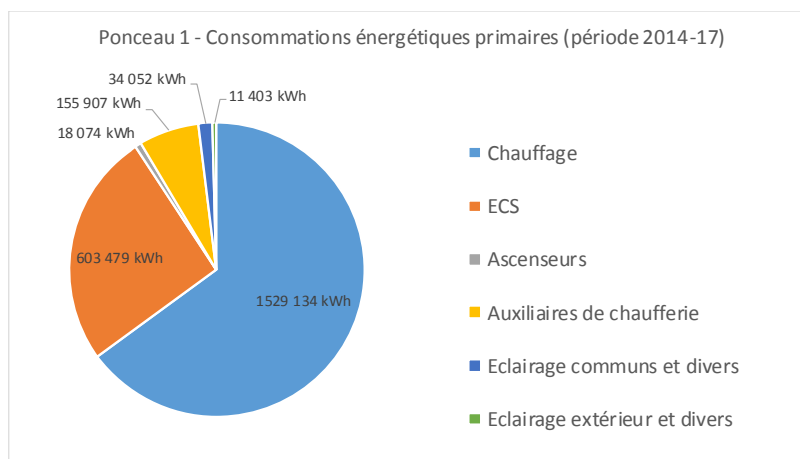
Le tableau ci-dessous récapitule les consommations par poste pour Ponceau 1 et 2 en **énergie finale**, c'est-à-dire l'énergie apparaissant au compteur (facturée par le fournisseur).

Consommations énergétiques (période 2014-2017) - énergie finale						
	Ponceau 1			Ponceau 2		
	Total	137 logements	9 759 m <sup>2</sup>	Total	107 logements	9 190 m <sup>2</sup>
<b>Chauffage</b>	1 529 134 kWh	11 162 kWh/Igt	156,7 kWh/m <sup>2</sup>	1 115 425 kWh	10 425 kWh/Igt	121,4 kWh/m <sup>2</sup>
<b>ECS</b>	603 479 kWh	4 405 kWh/Igt	61,8 kWh/m <sup>2</sup>	556 550 kWh	5 201 kWh/Igt	60,6 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Ascenseurs</b>	7 006 kWh	51 kWh/Igt	0,7 kWh/m <sup>2</sup>	12 565 kWh	117 kWh/Igt	1,4 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Auxiliaires de chaufferie</b>	60 429 kWh	441 kWh/Igt	6,2 kWh/m <sup>2</sup>	47 544 kWh	444 kWh/Igt	5,2 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Eclairage communs et divers</b>	13 199 kWh	96 kWh/Igt	1,4 kWh/m <sup>2</sup>	39 533 kWh	369 kWh/Igt	4,3 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Eclairage extérieur et divers</b>	4 420 kWh	32 kWh/Igt	0,5 kWh/m <sup>2</sup>	3 646 kWh	34 kWh/Igt	0,4 kWh/m <sup>2</sup>

Le tableau suivant donne la conversion en **énergie primaire**, c'est-à-dire la ressource énergétique effectivement prélevée dans la nature.

Pour la conversion entre énergie finale et primaire, un coefficient de 2.58 est utilisé pour l'électricité, en effet, la production d'électricité en centrale thermique ou nucléaire engendre une perte de près de deux-tiers de la chaleur générée par fission ou combustion.

Consommations énergétiques (période 2014-2017) - énergie primaire						
	Ponceau 1			Ponceau 2		
	Total		137 logements	Total		107 logements
<b>Chauffage</b>	1 529 134 kWh	65,0%	11 162 kWh/Igt	1 115 425 kWh	57,5%	10 425 kWh/Igt
<b>ECS</b>	603 479 kWh	25,7%	4 405 kWh/Igt	556 550 kWh	28,7%	5 201 kWh/Igt
<b>Ascenseurs</b>	18 074 kWh	0,8%	132 kWh/Igt	32 417 kWh	1,7%	303 kWh/Igt
<b>Auxiliaires de chaufferie</b>	155 907 kWh	6,6%	1 138 kWh/Igt	122 663 kWh	6,3%	1 146 kWh/Igt
<b>Eclairage communs et divers</b>	34 052 kWh	1,4%	249 kWh/Igt	101 994 kWh	5,3%	953 kWh/Igt
<b>Eclairage extérieur et divers</b>	11 403 kWh	0,5%	83 kWh/Igt	9 406 kWh	0,5%	88 kWh/Igt



## 2 Installations techniques

Cette partie a été réalisée par notre partenaire AlterEne :

**AlterEne**  
L'ALTERNATIVE ENERGÉTIQUE

AlterEne (fait partie d'Alter-Bâtir)  
11, rue de l'Escaut  
75019 Paris

**RGE**  
**OPQIBi**  
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE  
CERTIFICAT  
N° 15 04 2945

06 23 76 08 33  
pascal.yerro@alterene.fr  
<http://www.alterene.net>

### 2.1 Diagnostic de la chaufferie Ponceau 1

La chaufferie, située sous-sol, fait l'objet d'un contrat d'exploitation P2/P3 régissant les prestations de la société ENGIE depuis le 1/10/2010. Le contrat arrive à terme le 1/10/2020.



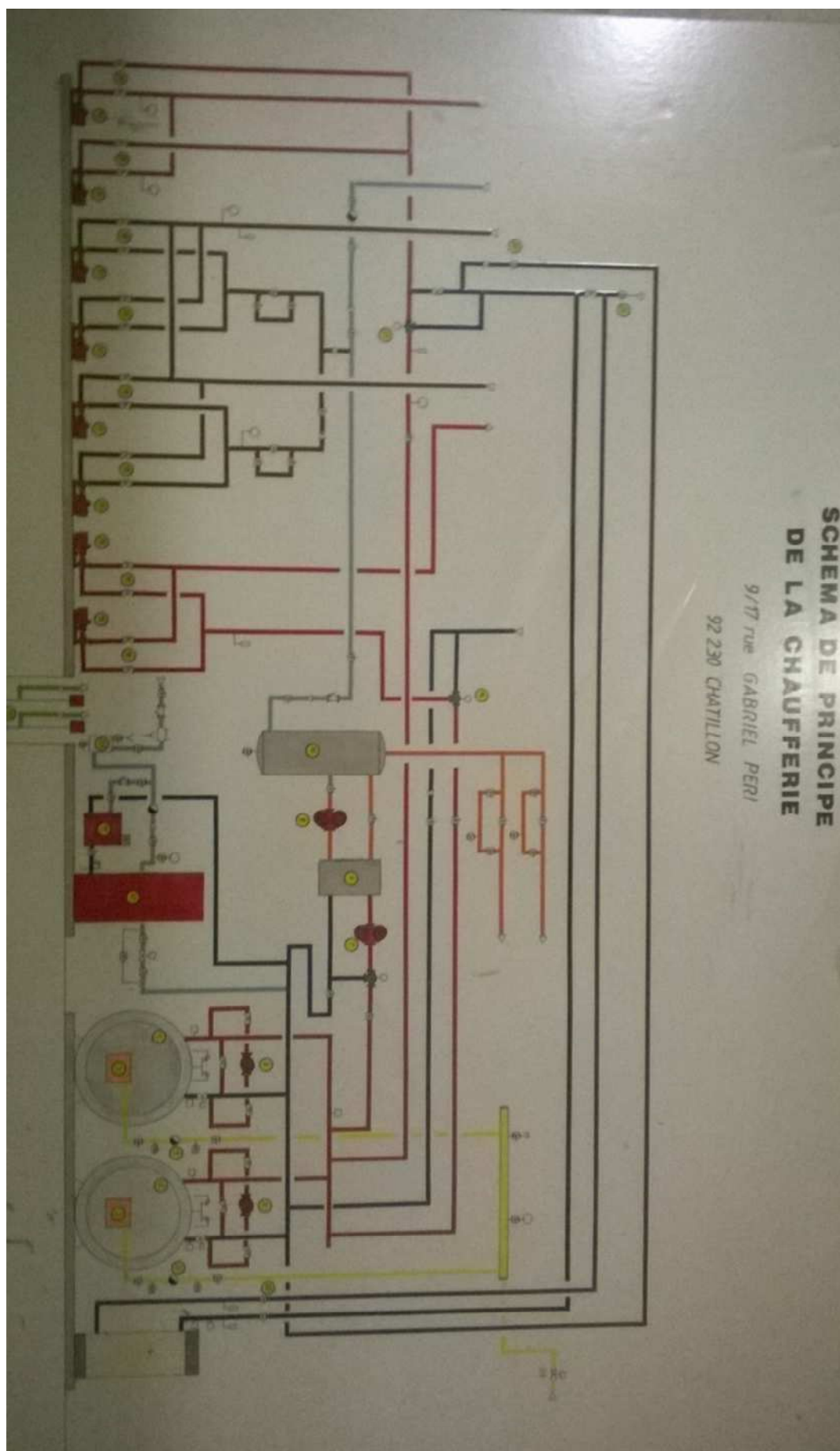
#### 2.1.1 Principe de fonctionnement de l'installation

Le principe de fonctionnement de la chaufferie est présenté par le schéma de la page suivante.

La production de chaleur se fait à partir de 2 chaudières gaz en fonte. Ces chaudières réchauffent une boucle primaire à 75°C destinée à :

- 2 circuits de distribution de chauffage (le circuit « planchers chauffants » des logements de Ponceau 1 et le circuit des radiateurs des commerces) régulés en fonction de la température extérieure, chacun à l'aide d'un régulateur qui lui est propre.
- une boucle primaire ECS pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

Un condenseur récupère l'énergie des fumées et l'injecte dans le circuit de chauffage « planchers chauffants ».



## 2.1.2 Production de chaleur

### 2.1.2.1 Les chaudières gaz

Marque : DE DIETRICH

Type : GT 530 – 13

Quantité : 2

Année : 2007 et 2008

Puissance unitaire nominale : 754 kW

Il s'agit de chaudières basse température, en fonte, équipées chacune d'un brûleur gaz de marque CUENOD.



Les 2 chaudières sont en bon état. Chaque chaudière est équipée d'une pompe de recyclage (SALMSON, C1210N) destinée à lui garantir un débit minimal.

Les chaudières ne fonctionnent pas en cascade car elles ne sont pas équipées des modules de régulation adéquats.

Il manque un thermomètre sur le départ de l'une des chaudières.

**Nous préconisons la mise en place d'un module de régulation de cascades des chaudières**

### La combustion des chaudières

Un test de combustion a été effectué par l'exploitant durant l'été 2017. Les résultats de ces tests indiquent des taux de CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> satisfaisants. Le rendement de chaque chaudière est de 94%, ce qui est correct.

Au moins 4 contrôles de combustion devraient être faits durant une saison de chauffe.

**Note :** à chaque remise en marche de la chaudière, et au moins tous les trois mois pendant la période de fonctionnement, l'exploitant est tenu de calculer le rendement caractéristique de la chaudière dont il a la charge. En outre, il doit vérifier les autres éléments permettant d'améliorer l'efficacité énergétique de celle-ci. (Article R. 224-28 du Code de l'Environnement)

### Le surdimensionnement des chaudières

Pour rappel, le surdimensionnement d'une chaudière provoque :

- Un nombre important de cycles marche/arrêt responsable d'une usure prématurée des organes de la chaudière (bloc gaz, extracteur, kit d'allumage etc.).
- Des émissions de gaz imbrûlé dans l'atmosphère à chaque démarrage (d'où des surconsommations d'énergie et donc un rendement dégradé de la chaudière).

Le nombre d'heures équivalent de fonctionnement annuel des chaudières est un indicateur qui définit la durée de fonctionnement de la chaudière si elle avait dû fonctionner à pleine charge 100% du temps (=rapport des consommations totales de gaz / la puissance installée des chaudières).

Cet indicateur est d'environ 1600 h/an pour l'ensemble des 2 chaudières qui semblent être surdimensionnées.

**Note :** une chaudière correctement dimensionnée a un ratio d'au moins 3000 h. Plus ce ratio est faible et plus la chaudière est surdimensionnée.



### 2.1.2.2 Le récupérateur d'énergie

Un condenseur raccordé au retour du circuit de chauffage «planchers chauffants» (retour basse température) permet la récupération d'énergie latente de condensation de la vapeur d'eau contenue dans le circuit d'évacuation des fumées provenant des chaudières.

Marque : DE DIETRICH  
Type : RCI 400  
Puissance : 35 à 105 kW.

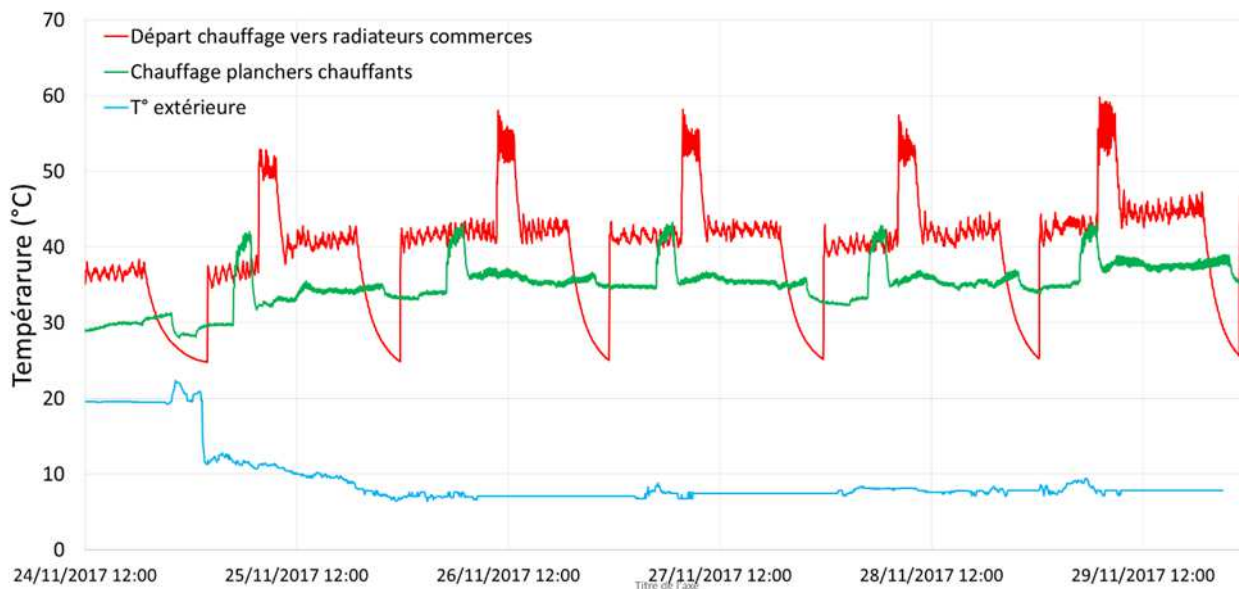


En mi-saison, lorsque le circuit «planchers chauffants» fonctionne en recyclage, il est réchauffé inutilement par l'énergie fournie par le récupérateur. En effet, celui-ci est raccordé sur le retour du circuit «planchers chauffants». Afin de limiter ce phénomène, le débit de ce circuit devra être réduit en cas d'arrêt de la demande de chauffage (remplacement des pompes du circuit «planchers chauffants» à prévoir).

### 2.1.3 Distribution/régulation du chauffage

La chaufferie de Ponceau 1 alimente 2 circuits de chauffage :

- Le circuit «planchers chauffants» desservant les deux bâtiments
- Le circuit «radiateurs» desservant les deux bâtiments (cages d'escalier, commerces)



### 2.1.3.1 Le circuit «plancher chauffant »

**Il est mis en mouvement à l'aide de deux pompes horizontales sur socle fonctionnant en permutation.**

Marque : SALMSON

Type : NRG

L'une des pompes semble vétuste.

La régulation de ce circuit est assurée par un régulateur de marque SIEMENS, RVL470.

La loi d'eau afférente est définie par les deux points suivants :

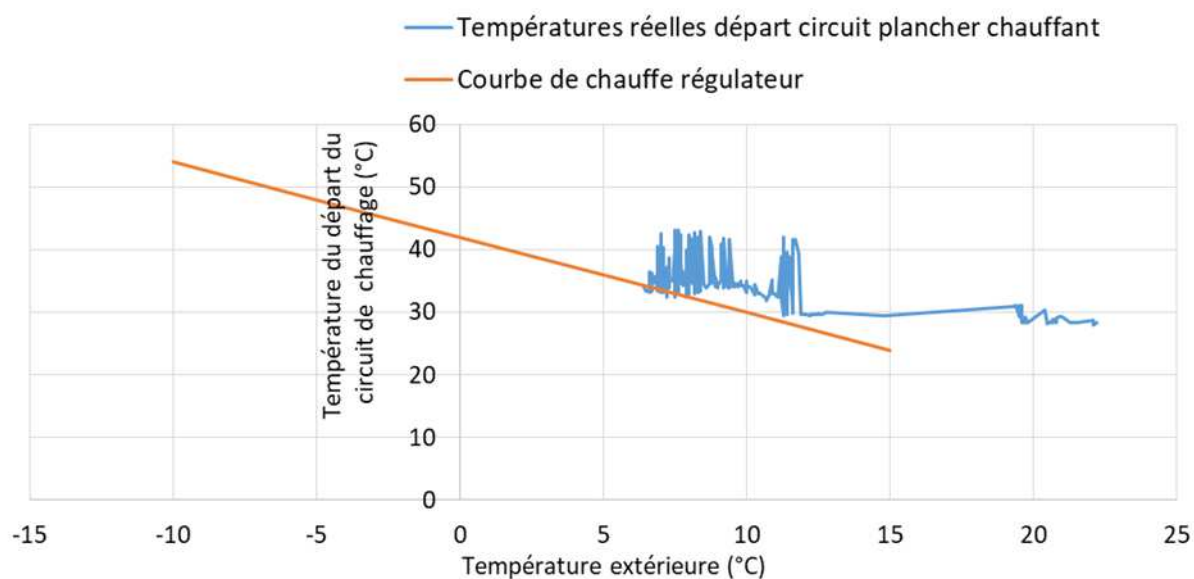
- 1) Pour une température extérieure de  $-5^{\circ}\text{C}$ , la température du départ chauffage doit être de  $50^{\circ}\text{C}$
- 2) Pour une température extérieure de  $15^{\circ}\text{C}$ , la température du départ chauffage doit être de  $22^{\circ}\text{C}$ .

Un réduct de nuit est programmé à 22h et la relance matinale à 5h.

L'organe permettant la régulation du circuit est une vanne 3 voies muni d'un servomoteur Landis & Gyr SKC 31.61 (entourée par un cercle jaune sur la photo ci-contre).



Le graphique ci-dessous montre bien que les températures réellement obtenues sont supérieures aux températures prévues par la régulation. Le phénomène est encore plus préjudiciable quand la température extérieure est élevée.



Le palier observé peut s'expliquer par des fuites au niveau de la vanne 3 voies, un problème sur le servomoteur, ou encore un dysfonctionnement du régulateur.

#### Nous préconisons :

- une vérification de l'ensemble vanne trois voies/servomoteur afin d'aboutir à une régulation plus fiable ; le cas échéant le système devra être remplacé
- le remplacement des pompes existantes par des pompes à vitesse variable

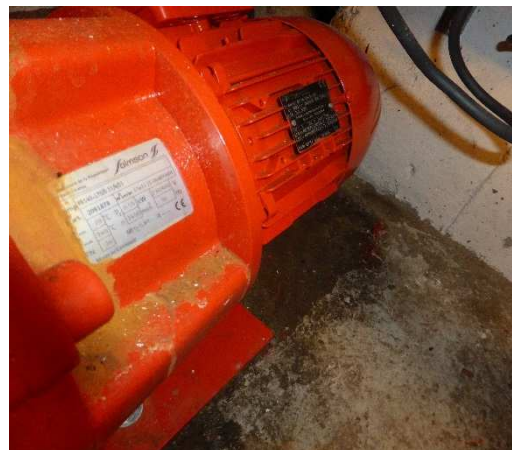
### 2.1.3.2 Le circuit «radiateurs commerces et escaliers»

#### Il est mis en mouvement à l'aide de deux pompes

Marque : SALMSON  
Type : PBS 40-170/0,55/4/15

L'une de ces pompes présente des traces de fuites provenant d'un manque d'étanchéité des brides.

L'une des pompes est à l'arrêt pendant que l'autre fonctionne (permutation).



La régulation de ce circuit est assurée par un régulateur de marque SIEMENS, RVL470.

La loi d'eau afférente est définie par les deux points suivants :

- 1) Pour une température extérieure de -5°C, la température du départ chauffage doit être de 70°C
- 2) Pour une température extérieure de 15°C, la température du départ chauffage doit être de 33°C

L'organe de réglage permettant la régulation est une vanne 3 voies munie d'un servomoteur Landis & Gyr, SQL 83.00.



Les enregistrements montrent une anomalie de la régulation du circuit « radiateurs commerces » :

- La programmation horaire entraîne à 18h40 un arrêt de la fourniture de chauffage
- En-deçà d'un certain niveau de température de l'eau du circuit de chauffage, une remise en chauffe est effectuée conformément aux consignes de la courbe de chauffe ; cette reprise du chauffage s'effectue donc en pleine nuit (à 23h50 ou à 1h45 etc.).

Une relance matinale s'effectue vers 7h40 pendant 2h (à 10h40 le dimanche).

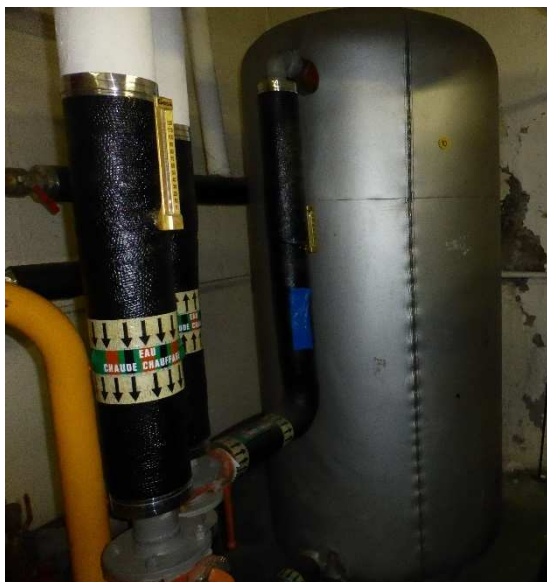
#### Nous préconisons :

- une modification de la programmation du circuit « radiateurs commerces » de telle sorte que l'arrêt du chauffage soit effectif jusqu'au matin
- le remplacement des pompes existantes par des pompes à vitesse variable

## 2.1.4 Production d'eau chaude sanitaire (ECS)

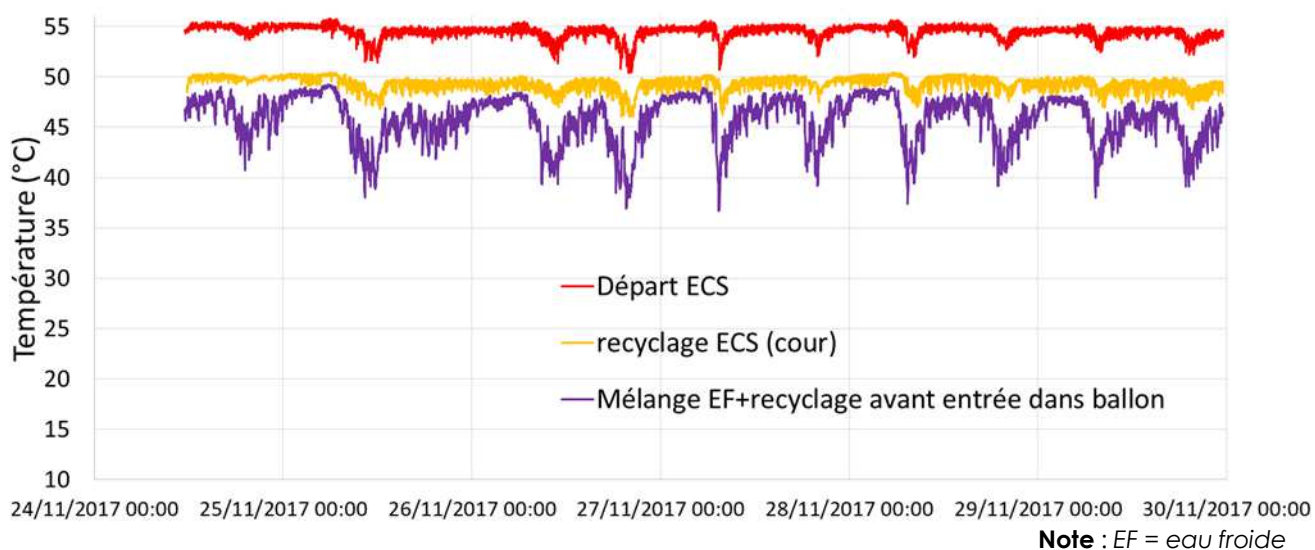
La production d'ECS se fait en semi-accumulation. L'ECS est réchauffée dans un échangeur avant d'être stockée dans un ballon de 750 litres à partir duquel part le réseau ECS qui dessert les logements de Ponceau 1.

La température de l'ECS est régulée au niveau de l'échangeur (URANUS, modèle SMART) en fonction de la température de consigne (56°C), par un thermostat agissant sur une vanne trois voies. Cette vanne 3 voies est montée en mélange sur la boucle primaire ECS avant son entrée dans l'échangeur.



- La circulation du fluide primaire dans l'échangeur est assurée par une pompe double GRUNDFOS, UPC 50-120 (en bon état apparent).
- La chaleur est cédée au ballon par une boucle secondaire réchauffée par l'échangeur. Cette boucle est animée par un circulateur GRUNDFOS, UPS 40-80.
- Le départ de l'ECS vers les appartements se fait à partir du ballon de 750 litres.

Le graphique suivant présente l'évolution des températures de la production ECS pendant 6 jours :





Le graphique montre que :

- Le départ ECS subit des chutes de températures (jusqu'à 5°C) imputables aux périodes pointe de puisage (une le matin vers 7h et l'autre aux alentours de 18h/18h30)
- Le recyclage ECS a une température généralement de l'ordre de 50°C sauf lors des périodes pointe de puisage où l'on observe des chutes d'environ 3 à 4°C.
- La température du mélange eau froide/recyclage avant entrée dans le ballon subit des baisses importantes directement dues aux soutirages d'eau chaude dans les logements ; ces baisses de température sont elles-mêmes directement responsables des baisses de températures du départ ECS et du recyclage.

Les trois courbes montrent bien que, **lors des périodes de pointe de soutirage d'eau chaude, la capacité du ballon de stockage et la puissance de l'échangeur ne sont pas suffisantes pour garantir une température de départ et de retour du bouclage stables.**

**Pour rappel** : l'arrêté du 30/11/2005 impose une température en tous points du réseau ECS au moins égale à 50°C.

**Nous préconisons :**

- **une vérification de l'état des plaques de l'échangeur (les dépôts de tartre réduisent sensiblement l'efficacité énergétique de l'échangeur) et les nettoyer**
- **le remplacement des plaques de l'échangeur si nécessaire**
- **la pose d'une coque isolante sur l'échangeur**
- **l'augmentation de la puissance de l'échangeur** (afin de faire face au pic de consommation matinal)

## 2.1.5 Autres équipements de la chaufferie

### 2.1.5.1 Le maintien de pression

Un système composé d'un vase pilote (PNEUMATEX, Transero) et d'un second vase (PNEUMATEX, EGX 900) assure à la fois le maintien de pression et le dégazage de l'installation.

Le système fonctionne avec deux pompes dont l'une est HS.



### 2.1.5.2 Le circuit d'arrivée d'eau froide

Le filtre à tamis est mal monté (la vidange doit être tournée vers le bas et non vers le haut).

Certaines brides présentent des traces de rouilles.



### 2.1.5.3 Le traitement d'eau

Le réseau ECS bénéficie d'un traitement d'eau.

Le traitement de l'ECS est assuré par un système avec pompe doseuse de filmogène.

L'entreprise AGUHA est en charge de l'exploitation du système

**Nous préconisons :**

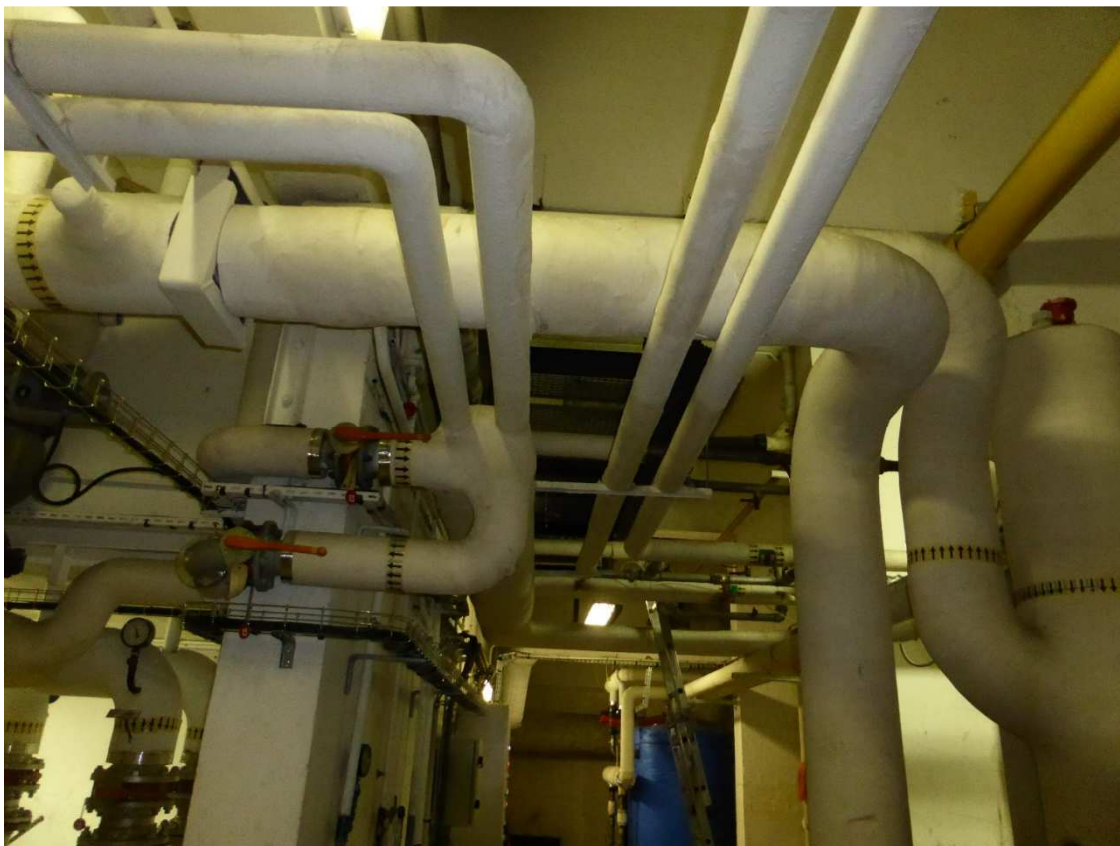
- **le remplacement de la pompe HS du vase Transero**
- **l'installation du filtre à tamis dans les règles de l'art**

**Par ailleurs, nous recommandons à la Copropriété de faire effectuer un désembouage des réseaux primaires (chauffage/ECS) de Ponceau 1 et Ponceau 2.**



## 2.2 Diagnostic de la chaufferie Ponceau 2

Cette chaufferie est située sous-sol de la résidence Ponceau 2. Elle est également exploitée par la société ENGIE depuis le 1/10/2008 (contrat arrivant à terme le 1/10/2018).

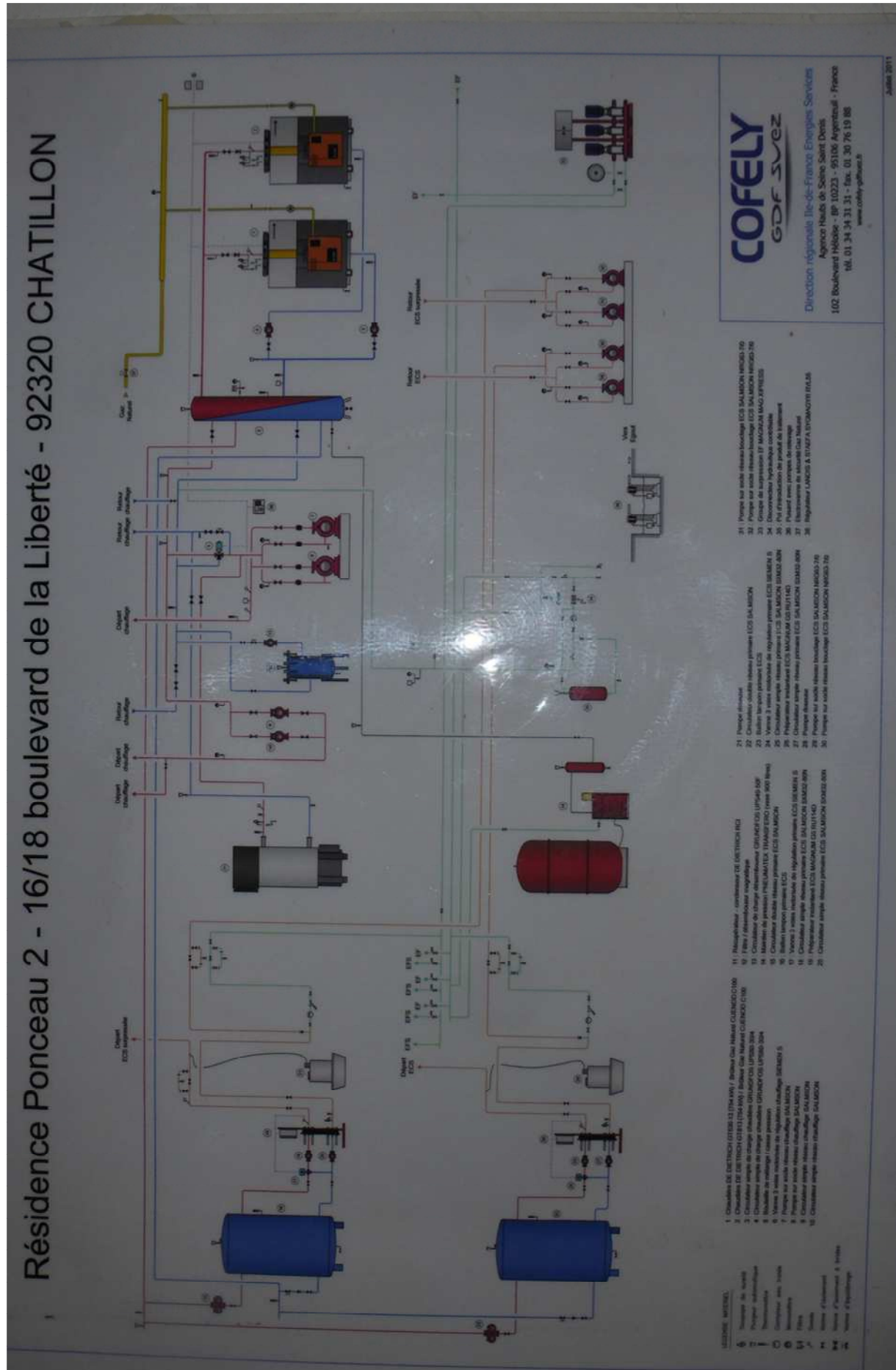


### 2.2.1 Principe de fonctionnement de l'installation

Le principe de fonctionnement de la chaufferie est présenté par le schéma de la page suivante.

La production de chaleur se fait à partir de 2 chaudières en fonte fonctionnant au gaz. Les chaudières réchauffent une boucle primaire à 75°C qui alimente une bouteille de découplage hydraulique. De cette bouteille partent

- Un réseau secondaire à partir duquel sont piqués 2 circuits de distribution de chauffage : le circuit basse température « planchers chauffants » régulé en fonction de la température extérieure et un circuit non régulé haute température pour les radiateurs des logements du gardien et du 18<sup>ème</sup> étage,
- une boucle primaire ECS qui alimente deux réservoirs de stockage primaire montés en parallèle ; chaque ballon permet la production d'une eau chaude sanitaire (ECS surpressée pour l'un et ECS normale pour l'autre).



## 2.2.2 Production de chaleur

### 2.2.2.1 Les chaudières gaz

Chaudière 1  
Marque : DE DIETRICH  
Type : GT 530 – 13  
Année : 2007  
Puissance unitaire nominale : 754 kW

Chaudière 2 :  
Marque : DE DIETRICH  
Type : GT 813  
Année : 1998  
Puissance unitaire nominale : 754 kW

Il s'agit de chaudières basse température, en fonte, équipées chacune d'un brûleur gaz CUENOD, C 100.

Les 2 chaudières sont en bon état.  
Comme pour la chaufferie Ponceau 1, le ratio puissance/consommation montre un surdimensionnement de l'installation.  
Chaque chaudière est munie d'une pompe de recyclage de marque GRUNDFOS, type UPS 80-30 F en bon état.  
Le thermomètre de la chaudière 2 est HS.



#### Nous préconisons :

- la mise en place d'un module de régulation de cascades des chaudières.
- le remplacement de la chaudière de 1998 par une chaudière à condensation (dans un délai de 5 ans)

### 2.2.2.2 Le récupérateur d'énergie

Un condenseur connecté au retour du circuit de chauffage «planchers chauffants» (retour basse température) permet la récupération d'énergie latente de condensation de la vapeur d'eau contenue dans le circuit d'évacuation des fumées provenant des chaudières.

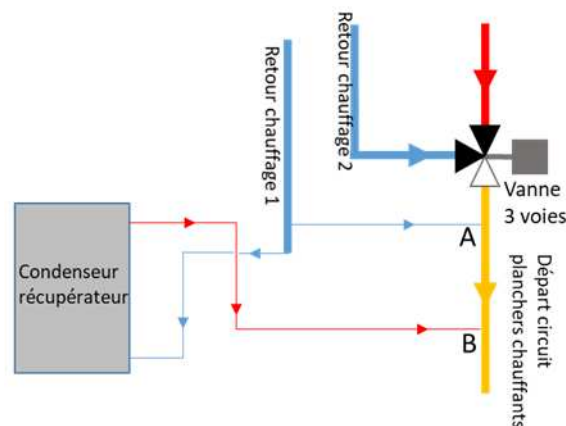
Marque : DE DIETRICH  
Type : RCI 400  
Puissance : 35 à 105 kW.



**Le condenseur/récupérateur d'énergie et l'un des retours des circuits de chauffage sont mal raccordés.**

Notre petit schéma ci-après illustre bien cette double anomalie :

- 1) Une partie des retours chauffage se pique en A après le mélange, au risque de refroidir et/ou d'annihiler le niveau de température souhaité par la régulation et le mélange dans la vanne 3 voies
- 2) L'autre partie de ces retours est, en théorie, réchauffée par le récupérateur puis va se piquer en B sur le départ circuit chauffant. Là aussi, au risque d'annihiler le niveau de température souhaité par la régulation.



Par ailleurs, le ventilateur générant le tirage de fumée dans le condenseur n'a jamais semblé fonctionner lors de notre passage dans la chaufferie. Ce point devra être vérifié par l'Exploitant.



## 2.2.3 Distribution/régulation du chauffage

La chaufferie de Ponceau 2 alimente 2 circuits de chauffage dédiés aux logements de la tour :

- Le circuit « planchers chauffants »
- Le circuit « radiateurs » desservant les logements du gardien et du 18<sup>ème</sup> étage.

### 2.2.3.1 Le circuit «plancher chauffant »

**Il est mis en mouvement à l'aide de deux pompes horizontales sur socle fonctionnant en permutation.**

Marque : SALMSON

Type : NRG 122

Les pompes sont dans un état moyen.

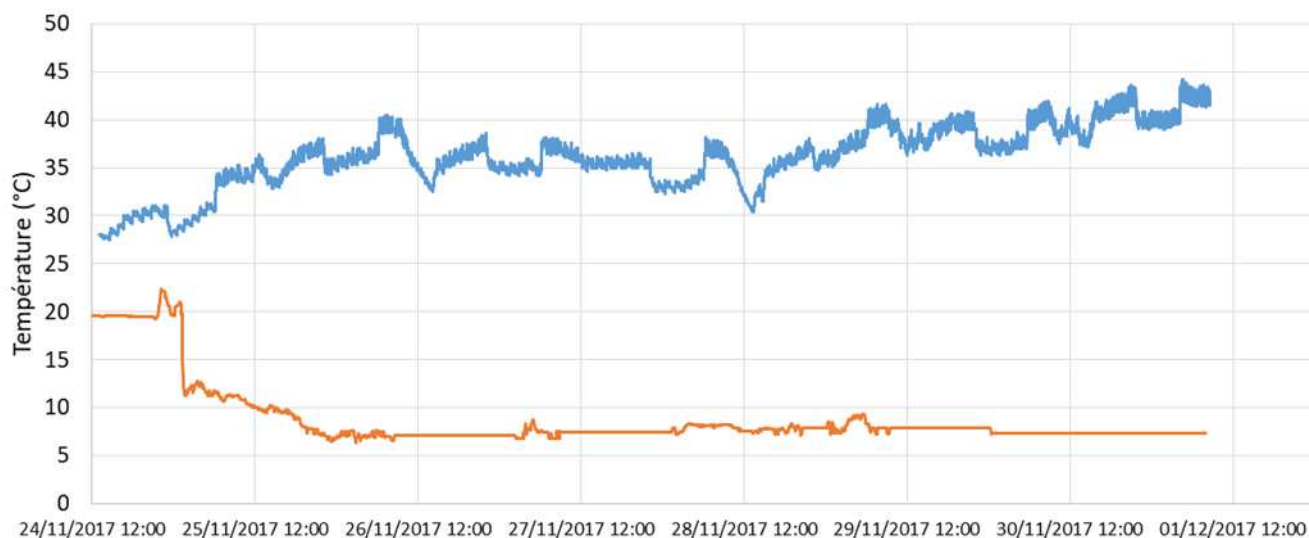


La régulation de ce circuit est assurée par un régulateur de marque SIEMENS, RVL480.

La loi d'eau afférente est définie par les deux points suivants :

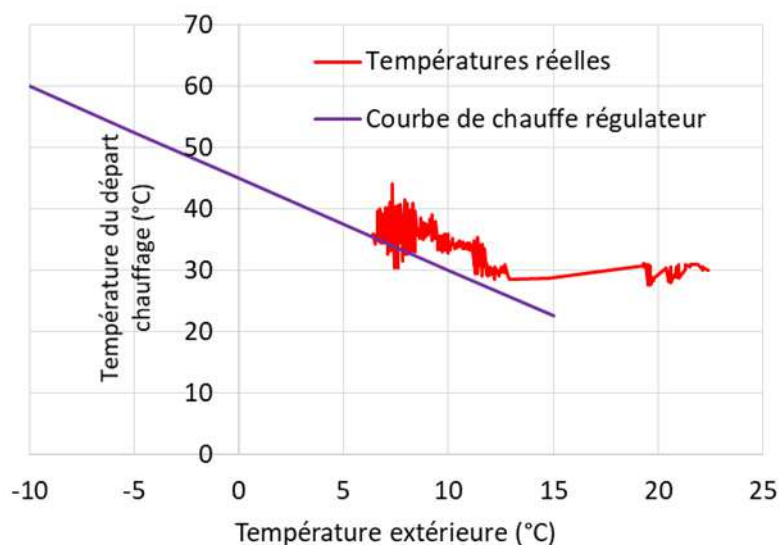
- 1) Pour une température extérieure de -5°C, la température du départ chauffage doit être de 53°C.
- 2) Pour une température extérieure de 15°C, la température du départ chauffage doit être de 22°C.





Un réducteur de nuit est programmé à 22h et la relance matinale à 6h.

L'enregistrement des températures de départ du circuit de chauffage « planchers chauffants » permet de comparer les niveaux de températures réellement obtenues à la courbe de chauffe entrée au régulateur. Le graphique suivant montre bien que les températures réellement obtenues sont supérieures aux températures prévues par la régulation. Le phénomène est encore plus préjudiciable quand la température extérieure est élevée.



Le raccordement, en aval de la vanne 3 voies de régulation, du circuit de retour du récupérateur est en partie responsable de ce manque de fiabilité de la régulation.

**Nous recommandons :**

- le remplacement des pompes existantes par des pompes à vitesse variable,
- une modification du piquage du circuit de retour du récupérateur et une modification du piquage du retour du circuit de chauffage
- la vérification de la vanne trois voies et son servomoteur afin d'aboutir à une régulation plus fiable ; le cas échéant le système devra être remplacé.



### 2.2.3.2 Le circuit «radiateurs gardien et 18<sup>ème</sup> étage »

**Il est mis en mouvement à l'aide de deux pompes fonctionnant en permutation.**

Pompe 1 (celle de droite)

Marque : SALMSON

Type : Priux Master 65-90

Caractéristique : vitesse variable

Pompe 2

Marque : SALMSON

Type : C1220

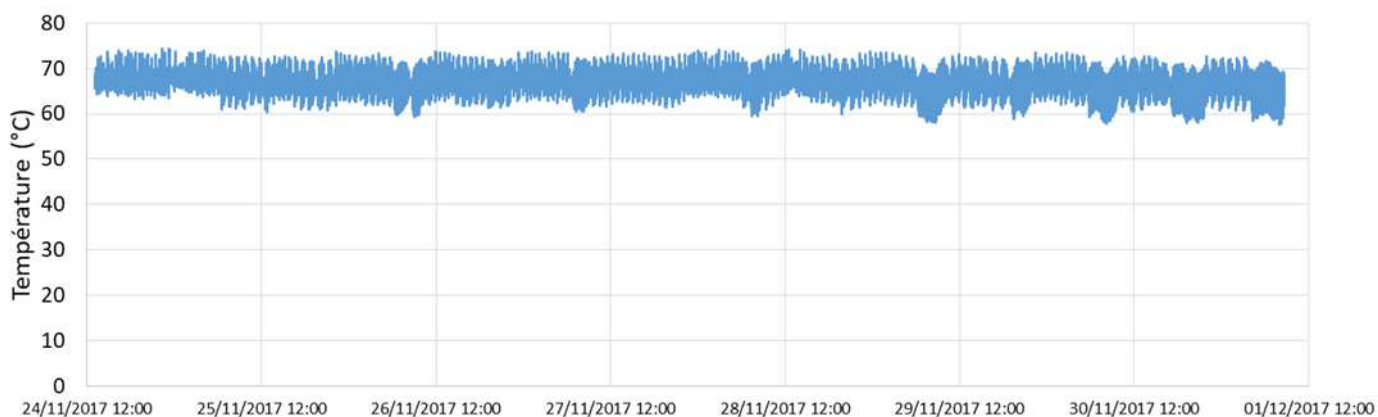
Caractéristique : vitesse constante

Le bloc moteur de cette pompe a été remplacé.

Lors de notre passage c'est la pompe à vitesse variable située à droite qui fonctionnait (l'autre était à l'arrêt).



Les enregistrements confirment bien que le circuit «radiateurs» n'est pas régulé.



On observe toutefois des chutes de températures de l'ordre de 5°C du départ de ce circuit coïncidant avec les périodes de pointe de puisage d'ECS le matin et en début de soirée : cela s'explique par le «refroidissement» de la bouteille de découplage hydraulique lors des pics d'appels de puissance des ballons de stockage ECS lors des périodes de pointe.

**Nous préconisons :**

- la mise en place d'une régulation de ce circuit en fonction de la température extérieure,
- le remplacement de la pompe à vitesse constante par une pompe à vitesse variable.

## 2.2.4 Production d'eau chaude sanitaire (ECS)

La production d'ECS se fait en mode instantané.

### 2.2.4.1 La partie primaire

La bouteille de découplage hydraulique alimente en parallèle 2 réservoirs de stockage primaire de 1500 litres :

- Un premier réservoir de stockage réchauffe, via un échangeur à plaques, une boucle secondaire d'eau chaude surpressée qui dessert une partie des logements de la tour (l'alimentation en eau froide surpressée est fournie par un groupe de surpresseurs)
- Un second réservoir réchauffe, via un autre échangeur à plaques, une boucle secondaire d'eau chaude normale (non surpressée) dédiée à l'autre partie des logements



Chaque réservoir de stockage est alimenté en eau chaude primaire par une pompe double à vitesse constante (DXM32-50 pour le réservoir dédié au réseau ECS surpressé et DXM40-45 pour l'autre).

**Nous préconisons le remplacement des actuelles pompes de charge des ballons par des circulateurs à vitesse variable.**

### 2.2.4.2 La partie secondaire

Il y a deux réseaux ECS : un réseau ECS surpressé et un réseau ECS normal.

Chaque réseau dispose d'un échangeur à plaques. Chaque échangeur est alimenté par le ballon de stockage primaire qui lui est propre à l'aide de deux circulateurs SALMSON, type SXM. Ces circulateurs sont en bon état.

Les deux échangeurs sont de marque ATLANTIC GUILLOT, Type : Rubis 122S.



Les deux pompes de droite sont dédiées au réseau ECS surpressé et les deux de gauche au réseau ECS normal.

Les pompes de recyclage sont des pompes horizontales sur socle SALMSON, type NRG.

Les 4 pompes sont dans un état passable.

Par ailleurs, les parties non calorifugées des tuyaux du réseau de recyclage au voisinage des pompes ne sont pas en bon état (traces de rouilles visibles).

Certaines des vannes d'arrêt sont dans un état vétuste.

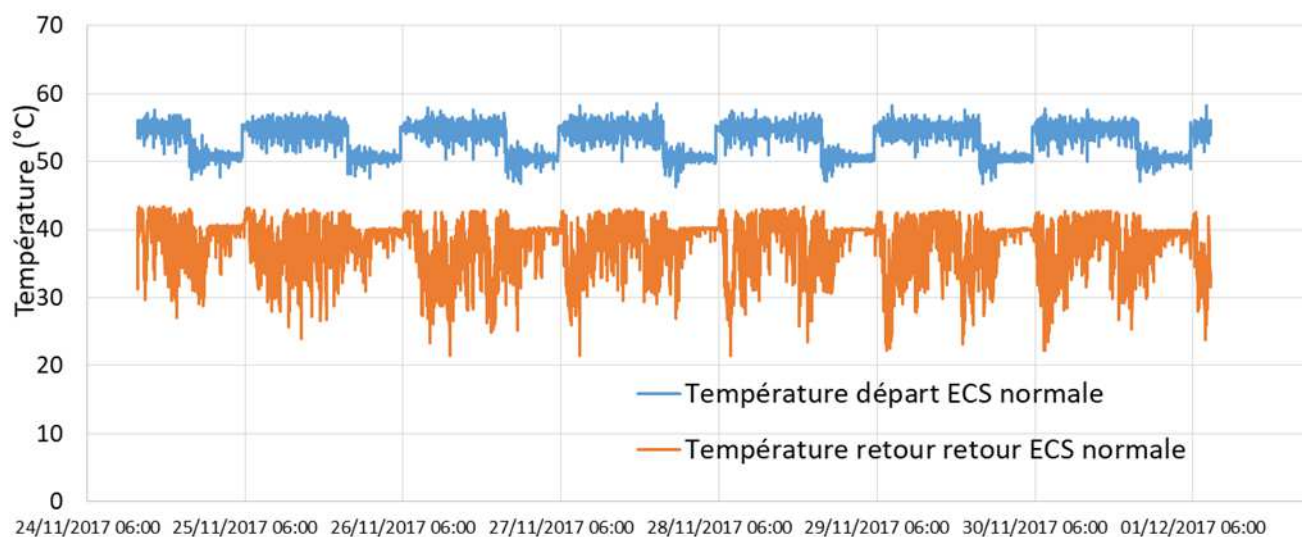


**Nous préconisons :**

- **une vérification et un nettoyage des plaques de l'échangeur**
- **le remplacement des plaques de l'échangeur si nécessaire**
- **la pose d'une coque isolante sur chaque échangeur**
- **le remplacement des vannes vétustes**

Nous avons procédé aux enregistrements des températures départ/retour du réseau normal (non surpressé).

**Note :** le retour à l'échangeur correspond au mélange du retour de bouclage (ECS recyclée) et de l'apport d'eau froide découlant des soutirages d'ECS dans les appartements.



Ces enregistrements montrent que :

- un réduit de nuit est programmé de 21h30 à 5h30
- durant la nuit, les températures de retour à l'échangeur correspondent aux températures du recyclage (lorsqu'il n'y a pas de soutirages)
- **les températures de recyclage sont trop basses et non conformes à l'arrêté du 30/11/2005<sup>1</sup>**
- **L'écart entre la température de recyclage et le départ ECS est trop important (10°C) ce qui traduit un niveau de pertes en lignes très important (et peut-être, en plus, une insuffisance de débits de recyclage).**

**Les pertes en lignes étant causées par un linéaire important de conduites non calorifugées, nous recommandons l'isolation de tous tronçons de réseaux ECS cheminant dans des gaines en appartements.**

<sup>1</sup> L'arrêté du 30/11/2005 impose une température en tous points du réseau ECS au moins égale à 50°C.

## 2.2.5 Autres équipements de la chaufferie

### 2.2.5.1 Le maintien de pression

Un système composé d'un vase pilote (PNEUMATEX, Transero) et d'un second vase (PNEUMATEX, EGX 900) assure à la fois le maintien de pression et le dégazage de l'installation. Le système est dans un état correct.

### 2.2.5.2 La filtration

L'installation bénéficie d'un filtre désemboueur magnétique. Le filtre magnétique est équipé d'une pompe à vitesse constante (marque GRUNDFOS, type UPS 40-50 F 250). Le filtre magnétique et sa pompe sont dans un état correct.



### 2.2.5.3 Le traitement d'eau

Chaque réseau ECS (surpressé et normal) bénéficie d'un traitement d'eau.

Le traitement de l'ECS est assuré par un système de pompe doseuse de filmogène.



### 2.2.5.4 Le groupe de surpresseurs

Les trois pompes du système sont dans un état correct.

### 2.2.5.5 La fumisterie

La fumisterie est dans un état moyen.





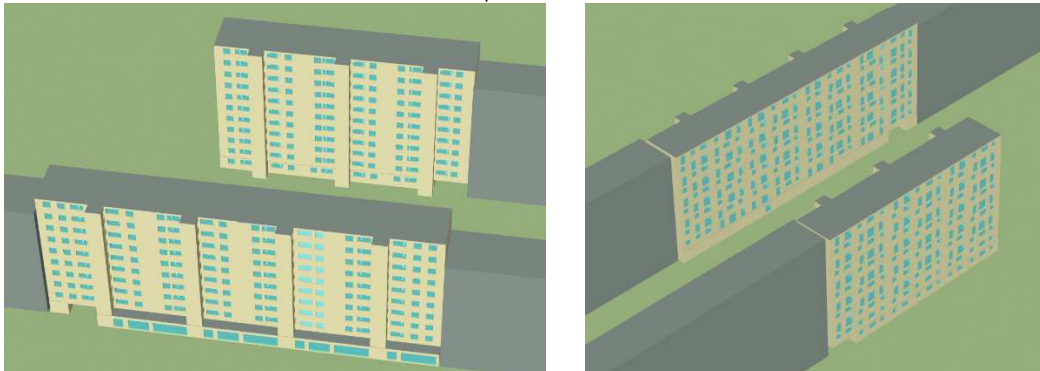
### 3 Modélisation thermique de l'état existant

#### 3.1 Calcul des besoins de chauffage

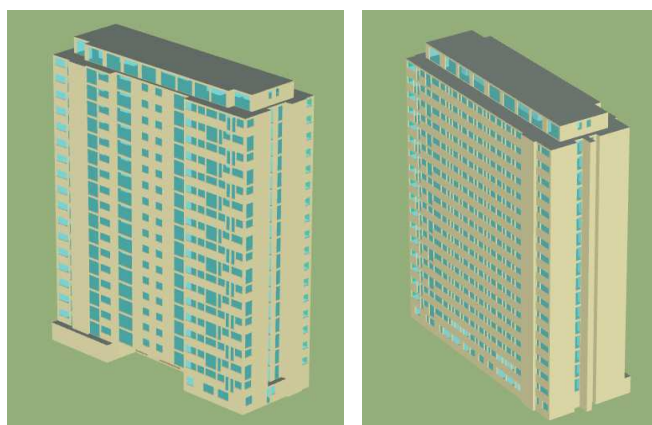
Sur la base des données collectées, une simulation thermique a été réalisée au moyen de la suite logicielle de la société Izuba, Alcyone + Comfie Pléiades.

Afin de rendre ce rapport plus lisible, les hypothèses faites pour la simulation ne sont pas développées dans le corps du rapport, mais données en annexe.

Les images ci-dessous montrent les modèles thermiques en 3D.



Modèle thermique de l'ensemble Ponceau 1

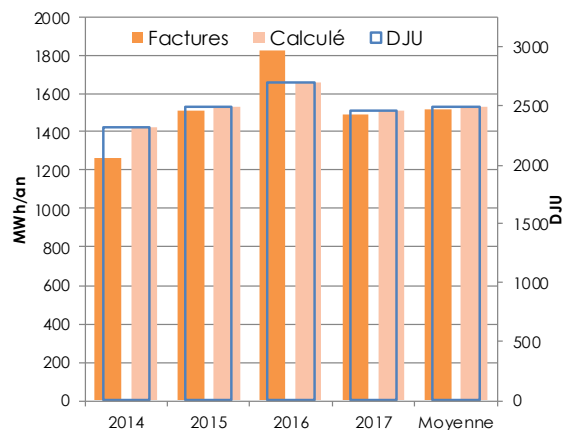


Modèle thermique de l'ensemble Ponceau 2

Ce modèle a permis de calculer les besoins de chauffage théoriques pour la résidence, qui ont été comparés aux consommations de chauffage réelles, corrigées par rapport aux DJUs de l'année concernée.

##### Ponceau 1 :

Année	DJU	Facteur correction	Consommations annuelles de gaz (kWh)		
			Calculé	Factures	Ecart
2014	2314	0,89	1 426 669	1 264 252	12,8%
2015	2489	0,96	1 534 308	1 516 147	1,2%
2016	2687	1,03	1 656 680	1 821 874	-9,1%
2017	2457	0,95	1 514 642	1 489 738	1,7%
Moyenne	2497	0,96	1 533 075	1 523 003	0,7%
Base	2599	1,00	1 601 936	-	-

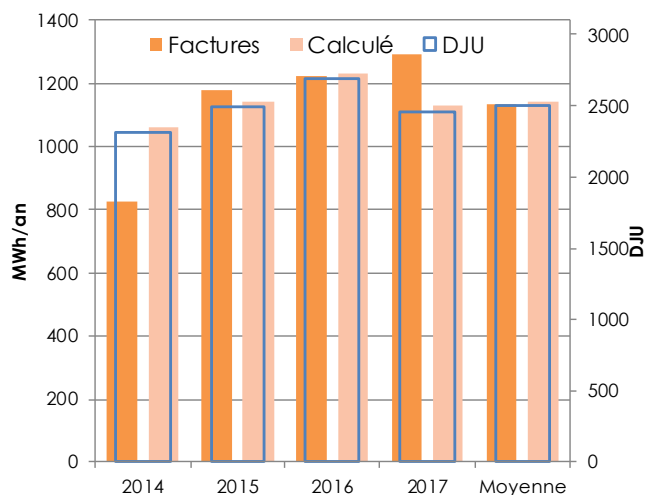


Comparaison des consommations issues du modèle et des factures de gaz



## Ponceau 2 :

Consommations annuelles de gaz (kWh)					
Année	DJU	Facteur correction	Calculé	Factures	Ecart
2014	2314	0,89	1 062 964	828 791	28,3%
2015	2489	0,96	1 143 161	1 180 404	-3,2%
2016	2687	1,03	1 234 337	1 222 757	0,9%
2017	2457	0,95	1 128 509	1 292 462	-12,7%
Moyenne	2497	0,96	1 142 243	1 131 103	1,0%
Base	2599	1,00	1 193 549	-	-



Comparaison des consommations issues du modèle et des factures de gaz

Les deux modèles sont ainsi calibrés avec un écart de moins de 10% par rapport aux consommations réelles, conformément au cahier des charges établi par l'ADEME.

## 3.2 Hypothèses économiques

### Coûts des énergies

Gaz naturel :

- 3,6 c€ TTC/kWh hors abonnement et frais fixes (sur la base des factures 2017 de la copropriété)
- Coût annuel des abonnements, taxes et contributions diverses : 14 300 €TTC/an pour Ponceau 1, et 9 700 €TTC/an pour Ponceau 2

Electricité : 13 c€ TTC/kWh

### Augmentation des coûts de l'énergie

Même s'il est très probable que les énergies subissent de fortes hausses de prix dans les années à venir, il est difficile de l'affirmer ou de prédire l'ampleur de ces hausses. C'est pourquoi nous avons fait plusieurs hypothèses concernant ces futures hausses pour calculer le temps de retour sur investissement des travaux proposés :

- Aucune hausse (TRI Brut)
- Une hausse de 6% au-delà de l'inflation (TRI 6%)

### 3.3 Bilan énergétique de l'existant

Les grandeurs énergétiques et les indicateurs environnementaux sur la base du calcul STD (simulation thermique dynamique) sont présentés dans le tableau ci-dessous.  
Ce cadre servira de référence pour comparaison avec les améliorations proposées dans la suite du rapport.

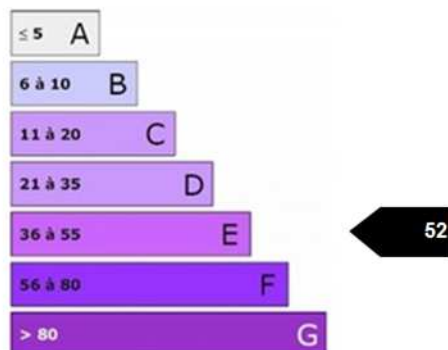
#### 3.3.1 Ponceau 1 (bâtiments A et B)

	Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles							Calcul "règle-	
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	Coût TTC [€/An]	Bât. A [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire	Bât. B
Chauffage	1539,2	1539,2	157,7	157,7	37	0,0	71 226	134,2	144,0
ECS	603,5	603,5	61,8	61,8	14,47	0	27 925	27,7	31,4
Eclairage	17,6	45,5	1,8	4,7	0,15	0,108	2 290	6,5	7,2
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0	0,0
Auxiliaires	60,4	155,9	6,2	16,0	0,52	0,372	7 856	4,1	4,3
<b>total</b>	<b>2221</b>	<b>2344</b>	<b>228</b>	<b>240</b>	<b>52</b>	<b>0,480</b>	<b>109 297</b>	<b>173</b>	<b>187</b>

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

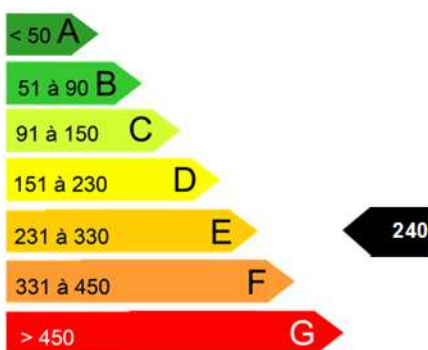
#### Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an]



#### Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]



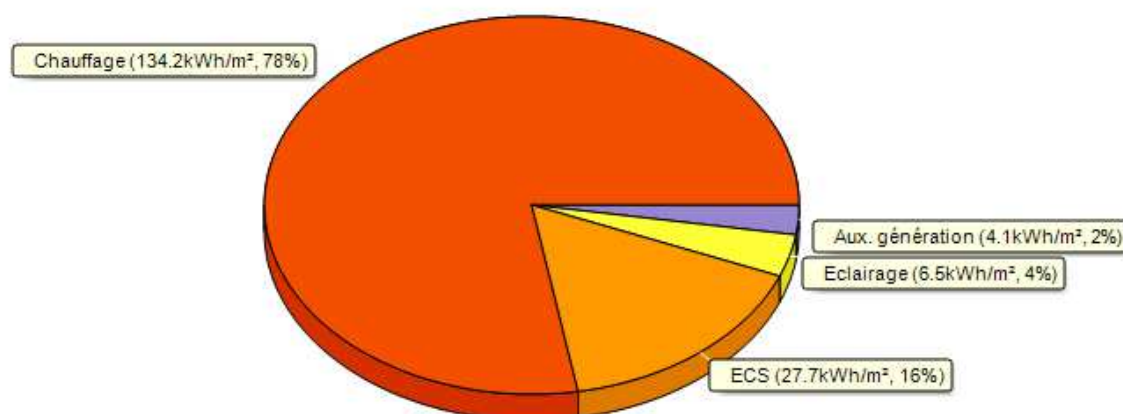
Quelques clarifications sur les termes :

- **Energie finale** : énergie facturée par le fournisseur
- **Energie primaire** : ressource énergétique effectivement prélevée dans la nature. Pour l'électricité, un coefficient de 2.58 est utilisé pour passer de l'énergie finale à l'énergie primaire : en effet, la production d'électricité en centrale thermique ou nucléaire engendre une perte de près de deux-tiers de la chaleur générée par fission ou combustion.
- **GES** : Gaz à effet de serre
- **ECS** : Eau Chaude Sanitaire
- **Les auxiliaires** concernent les équipements électriques nécessaires au chauffage (principalement les pompes de circulation).

A titre indicatif, les résultats obtenus selon la méthode de calcul "réglementaire" ThCE-ex est donnée dans le graphique ci-dessous :

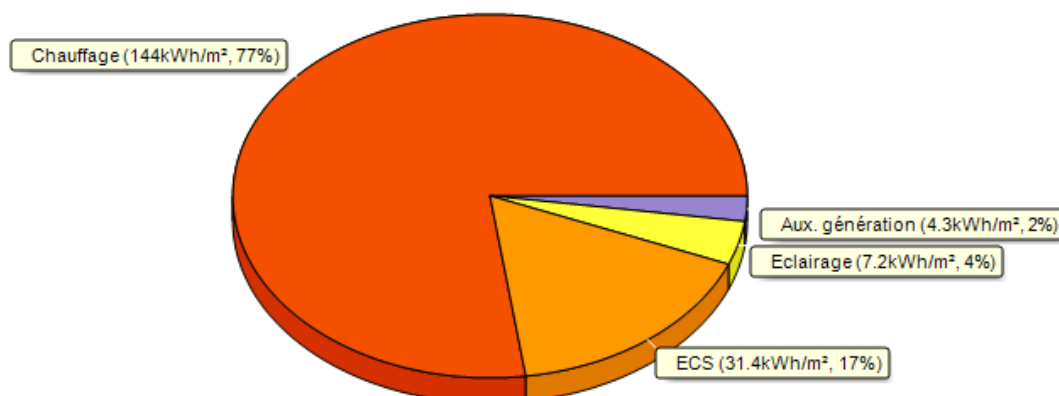
### Bâtiment A

#### Décomposition du Cep (hors prod. ENR) Initial: 172.47 kWhEP/m<sup>2</sup>.an

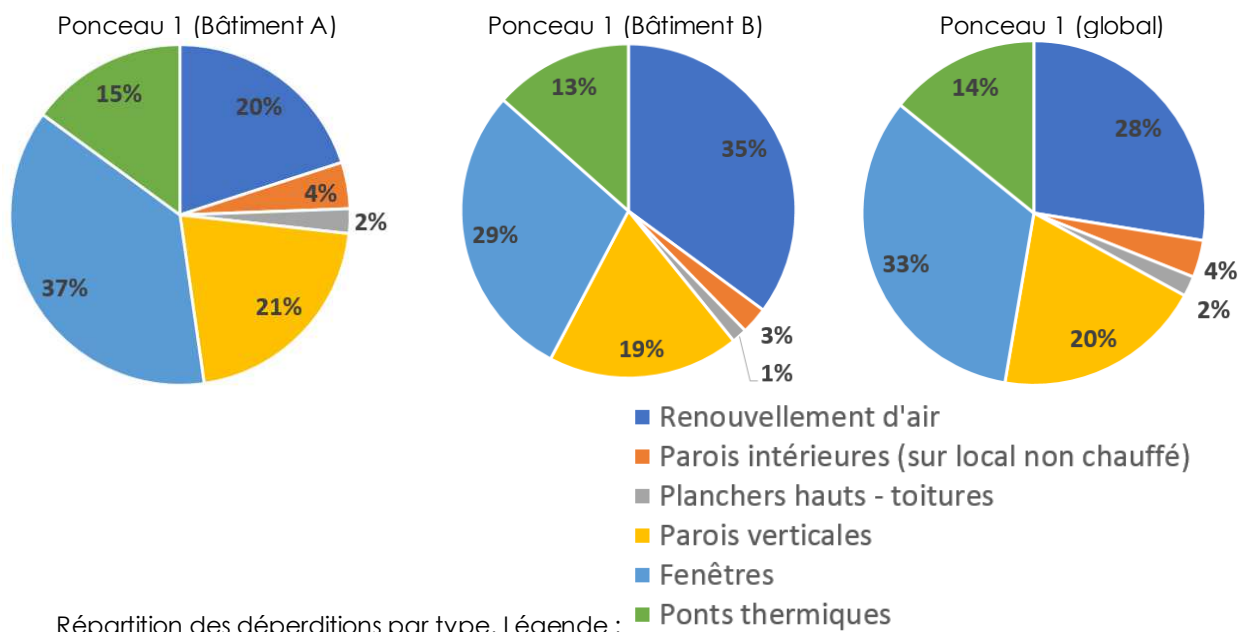


### Bâtiment B

#### Décomposition du Cep (hors prod. ENR) Initial: 186.83 kWhEP/m<sup>2</sup>.an



Les déperditions de chaleur issues du modèle indiquent la répartition ci-dessous :



On voit que les fenêtres représentent le premier poste de déperditions avec 33% au global, suivies par le renouvellement d'air (28%), et les parois verticales (20%). Les ponts thermiques sont également importants avec 14% des déperditions. En l'absence d'isolation extérieure, ils sont essentiellement situés aux jonctions planchers/façade, murs de refends/façades, et aux tableaux de fenêtres.

### 3.3.2 Ponceau 2 (bâtiment C)

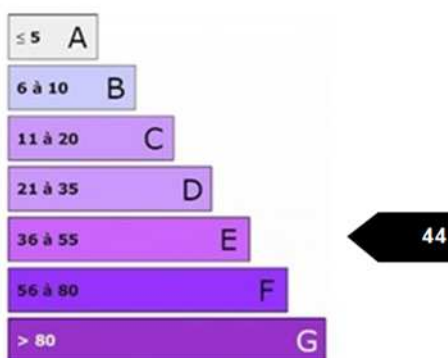
Les consommations du bâtiment C sur la base de simulations thermiques dynamiques sont récapitulées ci-dessous :

Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles								Calcul "réglementaire" RT-ex
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	Coût TTC [€/An]	Bât. C [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire
Chauffage	1146,8	1146,8	125,1	125,1	29	0,0	51 945	131,3
ECS	556,5	556,5	60,7	60,7	14,21	0	25 209	29,1
Eclairage	43,2	111,4	4,7	12,2	0,40	0,283	5 613	6,8
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0
Auxiliaires	47,5	122,7	5,2	13,4	0,44	0,311	6 181	8,6
<b>total</b>	<b>1794</b>	<b>1937</b>	<b>196</b>	<b>211</b>	<b>44</b>	<b>0,594</b>	<b>88 947</b>	<b>176</b>

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

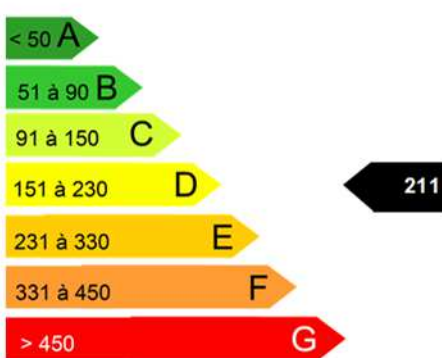
Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an]



Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]



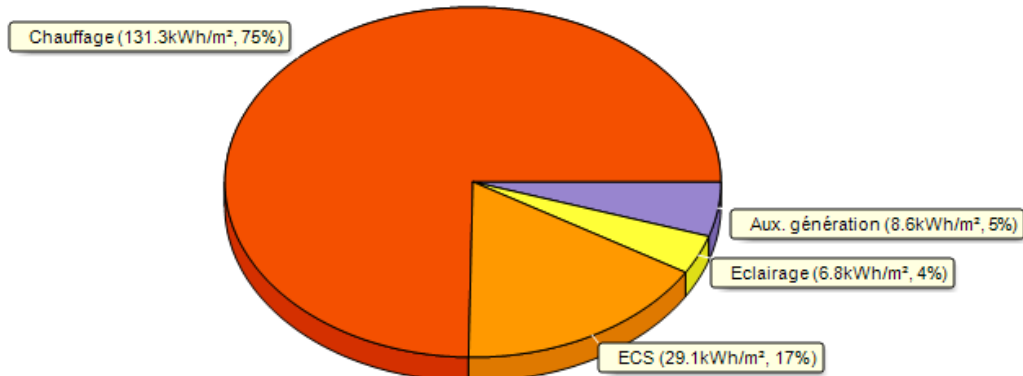
Quelques clarifications sur les termes :

- **Energie finale** : énergie facturée par le fournisseur
- **Energie primaire** : ressource énergétique effectivement prélevée dans la nature. Pour l'électricité, un coefficient de 2,58 est utilisé pour passer de l'énergie finale à l'énergie primaire : en effet, la production d'électricité en centrale thermique ou nucléaire engendre une perte de près de deux-tiers de la chaleur générée par fission ou combustion.
- **GES** : Gaz à effet de serre
- **ECS** : Eau Chaude Sanitaire
- **Les auxiliaires** concernent les équipements électriques nécessaires au chauffage (principalement les pompes de circulation).

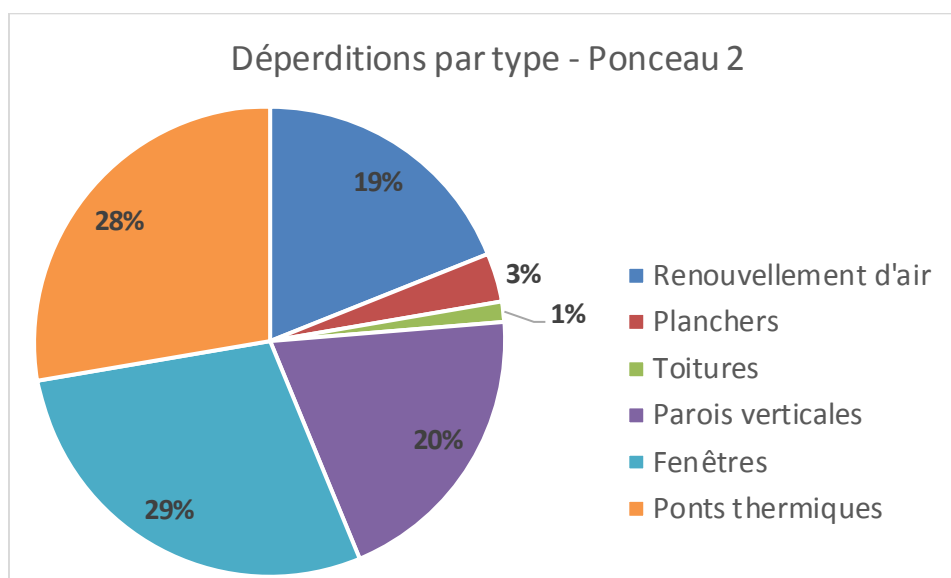


A titre indicatif, les résultats obtenus selon la méthode de calcul "réglementaire" ThCE-ex est donnée dans le graphique ci-dessous :

### Décomposition du Cep (hors prod. ENR) Initial: 175.78 kWhEP/m².an



Les déperditions de chaleur issues du modèle indiquent la répartition ci-dessous :



On voit que les fenêtres représentent le premier poste de déperditions avec 29% au global, suivies par les ponts thermiques (28%), et les parois verticales (20%).

Les ponts thermiques sont dus au mode constructif : absence d'isolation extérieure et structure béton visible en façade.

## 4 Préconisations de travaux

**Note importante :** cette étude est une assistance à maître d'ouvrage et ne constitue en aucune façon une maîtrise d'œuvre. Le présent rapport ne devra en aucune manière être considéré comme un cahier des charges ou CCTP pour des travaux.

### 4.1 Améliorations énergétiques

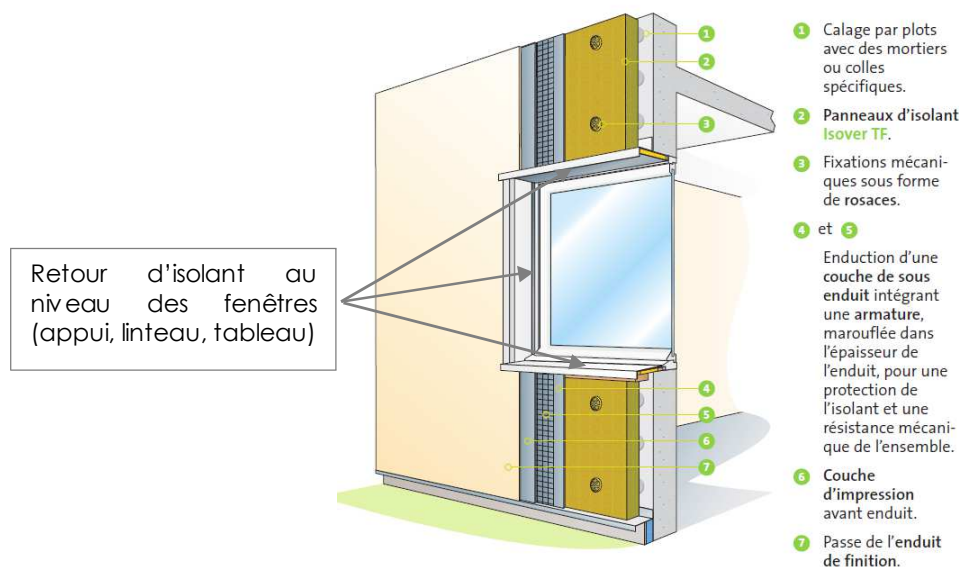
Dans ce chapitre, nous décrivons individuellement chaque amélioration possible sur le plan énergétique que nous avons identifiées pour la copropriété. Ces améliorations concernent l'enveloppe bâtie (isolation, fenêtres), et les systèmes techniques (chauffage, ventilation, ECS).

Attention : ces informations sont fournies à titre indicatif dans le cadre de la mission d'audit, le choix des matériaux et matériels et les modalités de mise en œuvre restent à préciser dans le cadre d'une mission de maîtrise d'œuvre.

#### 4.1.1 Isolation des murs

**Description des travaux :** isolation par l'extérieur de tout ou partie des façades et murs pignons.

Dans les simulations, nous avons testé séparément l'isolation des rez-de-chaussée (qui bénéficient à l'heure actuelle d'un traitement architectural particulier) et des tableaux de fenêtre (ce qui implique de déposer les persiennes existantes), pour permettre à la copropriété de hiérarchiser les enjeux.



**Caractéristiques de l'isolant :** isolant synthétique ou biosourcé (meilleur d'un point de vue environnemental), épaisseur 18cm minimum à définir l'isolant choisi pour atteindre une performance  $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

#### Points singuliers à traiter :

Retour d'isolant à prévoir en appui, tableau et linteau des menuiseries pour traiter les ponts thermiques. Epaisseur à définir pour ne pas occulter le clair de vitrage des baies existantes.

#### Remarques pour le projet :

- Cas particulier du rez-de-chaussée des bâtiments, pour recréer le traitement architectural particulier.
- Pour Ponceau 1, autorisations d'empiètement à demander à la copropriété voisine pour permettre l'isolation des murs pignons.
- Pour Ponceau 1, le retour d'isolant au niveau des fenêtres implique la dépose et l'ajustement des persiennes existantes

#### Avantages :

- Réduction de l'effet de paroi froide à proximité des façades.
- Réduction des ponts thermiques (déperditions) au niveau des planchers intermédiaires, murs de refend et encadrements de menuiseries.
- Pas d'intervention à l'intérieur des logements et donc pas de réduction de la surface habitable.

#### 4.1.2 Isolation du plancher haut des caves et des porches

**Description des travaux :** isolation par application de panneaux d'isolant incombustible en plafond porches et des caves sous locaux chauffés.



Caractéristiques de l'isolant :

- Isolant d'épaisseur suffisante pour atteindre  $R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

Points singuliers à traiter :

- Réseaux et système d'éclairage situés au niveau du plafond.

Remarques pour le projet :

L'enjeu d'isoler les planchers donnant sur l'extérieur ou des locaux non chauffés est accru du fait de la présence de planchers chauffants.

Avantages :

Baisse des consommations de chauffage.

#### 4.1.3 Isolation des toitures

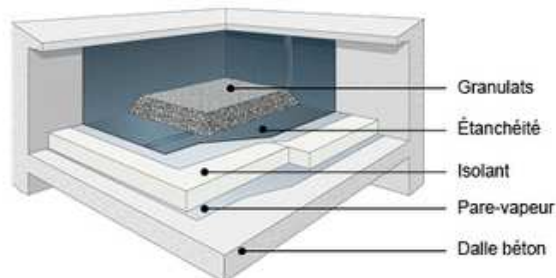
**Description des travaux :** réfection des toitures terrasses, avec mise en place d'une isolation performante.

Caractéristiques de l'isolant :

Complexe circulaire avec isolant de performance  $R \geq 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Points singuliers à traiter :

Voir la possibilité de réduire le pont thermique des acrotères.



Remarques pour le projet :

Ce type d'intervention est pertinent dans le cas de réfection complète de toitures. A envisager selon l'état des toitures d'après analyse de l'architecte.

La configuration des acrotères de Ponceau 1 ne permet pas le traitement du pont thermique à la jonction façade/toiture.

Avantages :

- Réduction des surchauffes en période estivale.
- Réduction des déperditions de chaleur en hiver et amélioration du confort thermique des logements concernés.

#### 4.1.4 Remplacement des fenêtres

**Description des travaux :** remplacement des menuiseries en simple vitrage et double vitrage ancien (+ de 10 ans) par des fenêtres performantes avec double vitrage. Remplacement par dépose complète des ouvrages (pas de fenêtres « en rénovation » car cette solution est moins performante et moins pérenne).

Caractéristiques des menuiseries :

- Performance thermique des fenêtres  $U_w \leq 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  et facteur solaire  $S_w \geq 0,36$
- Performance thermique des portes (si remplacement des portes des halls)  $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  et facteur solaire  $S_w \geq 0,30$



Remarques pour le projet :

Les fenêtres sont des parties privatives, chantier depuis l'intérieur du logement environ ½ journée par fenêtre.

Remarque concernant les **travaux privatifs d'intérêt collectif** :

*Il est désormais possible de voter, en assemblée générale, des travaux à réaliser sur les parties privatives de logements aux frais de leurs propriétaires, si ces travaux peuvent générer des économies d'énergie et donc réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ce type de travaux est voté à la majorité absolue de tous les copropriétaires, soit la majorité + une voix (article 25 de la loi du 10 juillet 1965 sur l'organisation et le fonctionnement des copropriétés)<sup>2</sup>.*

Points singuliers à traiter :

- Dessin et matériau à adapter à l'architecture existante et aux éventuelles recommandations du plan local d'urbanisme et de l'Architecte des Bâtiments de France (le cas échéant).
- Concernant les logements :
  - o Certaines menuiseries ont récemment été renouvelées par des copropriétaires ;
  - o Les nouvelles fenêtres seront plus étanches à l'air que les anciennes, prévoir une mise à niveau du système de ventilation pour garantir des taux de renouvellement d'air dans les logements conformes à la réglementation en vigueur.

Avantages :

- Réduction des besoins de chauffage ;
- Gain en confort thermique (réduction de l'effet de paroi froide) ;
- Atténuation des nuisances acoustiques provenant de l'extérieur.

---

<sup>2</sup> Les travaux d'amélioration doivent être votés, en général, à la majorité de l'article 26, tel que défini par la loi du 10 juillet 1965 : majorité de tous les copropriétaires (en nombre) représentant au moins les 2/3 des voix. Les « travaux d'intérêt collectif sur parties privatives » et/ou les travaux d'économie d'énergie sur les parties communes peuvent être votés à l'article 25, plus facile à atteindre.

## 4.1.5 Ventilation des logements

**Description des travaux :** Installation d'une ventilation naturelle assistée

La mutation du système actuel avec conduits shunts vers une installation de ventilation naturelle assistée mécaniquement améliorera la qualité d'air dans les logements grâce à des débits mieux maîtrisés et des flux d'air traversant toutes les pièces. Un léger gain énergétique est également attendu, grâce à la mise en œuvre d'entrées d'air autoréglables limitant les sur-débits par temps venteux, et de bouches de ventilation hygro-réglables dans les salles de bain.

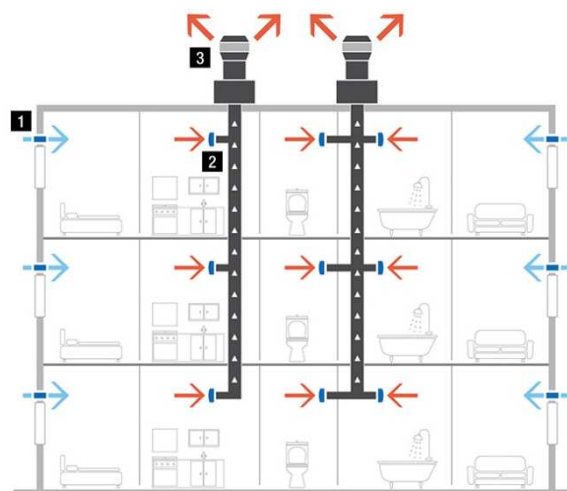
La mise en place de ce système s'avère surtout nécessaire quand on modifie les façades en changeant les menuiseries avec une pose plus étanche à l'air, ce qui pourrait entraîner une aération insuffisante des logements si rien n'est fait.

Si la copropriété évolue vers une généralisation du double vitrage, avec une pose performance vis-à-vis de l'étanchéité à l'air, nous préconisons que les menuiseries soient équipées d'entrées d'air autoréglables basse pression, et pour assurer un bon renouvellement d'air en mi-saison et en été, d'équiper les souches de ventilation d'extracteurs mécaniques qui prendront le relai lorsque les conditions climatiques ne suffisent plus au tirage naturel.

### Principe général :

Installation d'une ventilation naturelle assistée de Type A sous Avis Technique, comprenant :

- Entrées d'air auto-réglables dans les châssis de menuiserie des pièces de vie (1) ;
- Installation de bouches d'extraction hygro-réglables dans les salles humides (2)
- Souches de ventilation basse consommation en tête de colonne, avec mise en marche commandé par station météo.



### Points singuliers à traiter :

Les amenées d'air existantes par conduit dans les sanitaires et en façade des cuisines devront être neutralisées. Une intervention dans les parties privées est nécessaire pour la mise en œuvre des équipements (intervention sur les menuiseries pour mise en œuvre des entrées d'air, détalonnage des portes si besoin pour permettre le transfert d'air, mise en œuvre de bouches d'extraction dans les pièces humides).

### Avantages :

- Amélioration de la qualité de l'air intérieur ;
- Réduction de l'humidité.

### Pourquoi ventiler ?

Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples : l'air extérieur, certains matériaux de construction, les appareils à combustion, les équipements, l'ameublement, les produits d'entretien et de bricolage, l'activité humaine (cuisine, etc.), le mode de vie des occupants (tabagisme, aération insuffisante, etc.), les biocontaminants (poussière de maison, allergènes des acariens et du chat), etc.

Les polluants de l'air intérieur sont nombreux. Ils peuvent notamment être de nature chimique, physique ou biologique.

Une bonne aération des logements est indispensable pour la santé des occupants, car elle améliore la qualité de l'air intérieur en réduisant la concentration des polluants.

De plus la ventilation permet d'évacuer l'humidité, responsable de désordres « techniques », notamment moisissures et condensation, pouvant entraîner des dégradations importantes dans les logements.

➔ Pour plus d'informations : <http://www.oqai.fr>



## 4.1.6 Améliorations des installations techniques

Les tableaux suivants établis par notre partenaire AlterEne récapitulent les améliorations possibles identifiées :

### Chaudière Ponceau 1

Actions à envisager	Type d'action	Niveau d'urgence	Budget prévisionnel (HT)	TVA	Gain énergétique	Type de gain énergétique
Mise en place d'un module de régulation pour la cascade des chaudières	Amélioration énergétique	Elevé	2 500 €	5,5%	5%	Production de chaleur
Amélioration de la programmation circuit "Commerces"	Conduite/entretien des installations	Elevé	0	0	2%	Régulation
Analyse de l'eau du chauffage	Conduite/entretien des installations	Elevé	140 €	10%		
Remplacement des pompes des circuits de chauffage par des pompes à vitesse variable	Amélioration énergétique	Moyen	20 000 €	5,5%	5%	
Entretien de l'échangeur ECS Détartrage des plaques de l'échangeur Remplacement des plaques si nécessaire	Conduite/entretien des installations + amélioration énergétique	Elevé	450 € 800 €	10% 10%	2%	Production ECS
Augmentation de la puissance de l'échangeur ECS	Amélioration du confort	Elevé	1 500 €	10%		Production ECS
Pose d'une coque isolante sur l'échangeur	Amélioration énergétique	Elevé	500 €	5,5%	1%	Production ECS
Remplacement de la pompe HS du groupe de maintien de pression	Conduite/entretien des installations	Elevé	à définir par l'exploitant (P3)	10%	néant	Maintien de pression
Désembouage	Amélioration énergétique et confort	Elevé	13 000 €	5,5%	10 à 15%	Distribution chauffage/ECS primaire

### Chaudière Ponceau 2

Actions à envisager	Type d'action	Niveau d'urgence	Budget prévisionnel (HT)	TVA	Gain énergétique	Type de gain énergétique
Mise en place d'un module de régulation de cascades des chaudières	Amélioration énergétique	Elevé	2 500 €	5,5%	5%	Production de chaleur
Remplacement de la chaudière de 1998 par une chaudière à condensation	Renouvellement de matériel + amélioration énergétique	Faible	25 000 €	5,5%	8%	Production de chaleur
Remplacement des pompes existantes par des pompes à vitesse variable	Renouvellement de matériel + amélioration énergétique	Moyen	15 000 €	5,5%		Distribution chauffage
Modification du piquage du circuit de retour du récupérateur et du retour du circuit de chauffage	Amélioration du confort	Elevé	3 000 €	10%		Distribution chauffage
Vérification de la vanne trois voies et son servomoteur afin d'aboutir à une régulation plus fiable	Amélioration énergétique + confort	Elevé	Néant	5,5%	3%	Distribution chauffage
Mise en place d'une régulation du circuit "gardien et R+18" en fonction de la température extérieure	Amélioration énergétique + confort	Elevé	2 000 €	5,5%	2%	Distribution chauffage
Remplacement de la pompe à vitesse constante du circuit "gardien ..." par une pompe à vitesse variable.	Amélioration énergétique	Elevé	3 500 €	5,5%		Distribution chauffage
Remplacement de la pompe de charge de chaque ballon ECS par une pompe à vitesse variable.	Amélioration énergétique	Moyen	7 000 €	5,5%		Distribution ECS
Entretien des 2 échangeurs ECS Détartrage des plaques de l'échangeur Remplacement des plaques si nécessaire	Conduite/entretien des installations + amélioration énergétique	Elevé	900 € 1 600 €	10% 10%	2%	Production ECS
Pose d'une coque isolante sur les 2 échangeurs	Amélioration énergétique	Elevé	1 000 €	5,5%	1%	Production ECS
Désembouage	Amélioration énergétique et confort	Elevé	7 000 €	5,5%	10 à 15%	Distribution chauffage

En complément des éléments listés dans les tableaux précédents, les éléments suivants sont à envisager si nécessaire, pour permettre un gain énergétique et de confort :

- Equilibrage des colonnes de chauffage ;
- Equilibrage des colonnes d'ECS.

L'**isolation des parties non calorifugées du réseau ECS** dans les parties communes et dans les gaines des logements est également à envisager, afin de réaliser des économies d'énergie. La faisabilité est cependant à étudier au regard des interventions parfois lourdes que cela implique dans les parties privatives.

La **régulation terminale des planchers chauffants** est également un enjeu majeur afin de réduire les dépenses énergétiques tout en améliorant le confort dans les logements (lutte contre les surchauffes).

Les actions suivantes sont à mener dans ce sens :

- Poursuite de la campagne de remplacement des vannes anciennes dans Ponceau 1, pour mettre en place des vannes à brides ou vanne TA, avec un réglage adapté aux typologies d'appartements (mitoyenneté, situation en étage ou sous toiture, type de menuiseries extérieures) ;
- En cas de travaux d'isolation ou de remplacement de menuiseries, adaptation des réglages de vannes pour les appartements concernés ;
- Pour permettre une régulation terminale dynamique, envisager la mise en œuvre de vannes électrothermiques sur le piquage des appartements, contrôlées par un thermostat d'ambiance installé dans le séjour. La faisabilité et l'efficacité seraient à vérifier par exemple en faisant une installation test sur un logement de Ponceau 1 (plus adapté car chaque appartement est desservi par des vannes qui lui sont strictement dédiées).

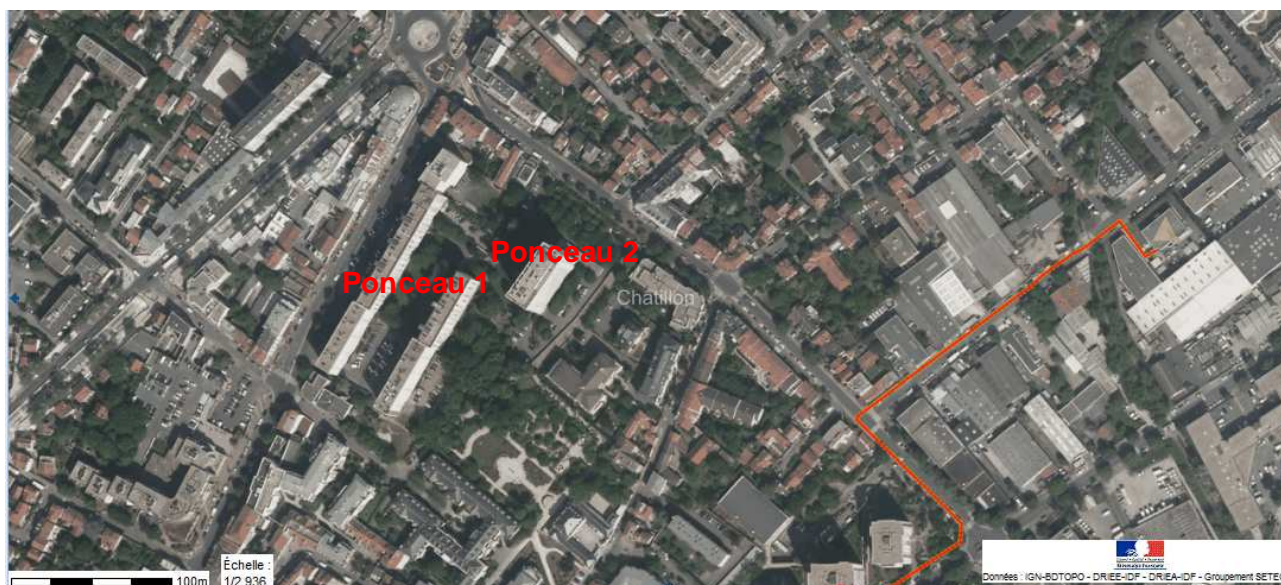
## 4.1.7 Recours à des énergies renouvelables

### Chauffage urbain

Le réseau de chaleur Bageops passe à 250m de la copropriété, selon l'exploitant il est alimenté à 60% par la géothermie.



Plan général du réseau (source Dalkia / Bageops)



Situation par rapport à la copropriété (le trait orange représente le réseau sous voie publique)

Une proposition de raccordement a été établie par la société Bageops, résumée ci-dessous :

	Frais initiaux de raccordement	Abonnement et frais annuels	Coût du kWh consommé
Ponceau 1	43 344 €	127 302 €	0,0252 €TTC/kWh
Ponceau 2	31 440 €	96 316 €	0,0252 €TTC/kWh

Ces montants sont à comparer avec les coûts de la solution gaz actuelle :

- Abonnement et frais annuels : de l'ordre de 37 000€/an pour P1 et 35 000€/an pour P2
- Coût des consommations : 0,036€TTC/kWhPCS, soit 0,096€TTC/kWhPCI si l'on ne tient pas compte de la condensation
- Un rendement de production moindre par rapport à la solution chauffage urbain (écart de l'ordre de 10% environ)
- La nécessité de remplacer une chaudière ancienne sur Ponceau 2 (26 000€TTC environ)

On voit que la solution chauffage urbain est relativement onéreuse par rapport au maintien de la solution gaz actuelle, le critère environnemental est en revanche plus favorable au réseau de chaleur qui recourt pour 60% à la géothermie.

### Solaire thermique

La copropriété Ponceau 1 présente une grande surface de toiture, facilement accessible, propice à l'installation de panneaux solaires thermiques pouvant assurer la production d'une partie de l'ECS.

Une installation de 200m<sup>2</sup> de capteurs, avec un stockage tampon de 5000L permettrait un taux de couverture de 40% des besoins, selon le prédimensionnement suivant.

	Irradiation capteurs (Wh/m2.jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	1223	25408	3957	127,6	15,6	13152
Fevrier	2231	22820	6232	222,6	27,3	13152
Mars	3287	24460	9830	317,1	40,2	13152
Avril	4229	22982	11740	391,3	51,1	13152
Mai	4581	23132	12950	417,7	56,0	13152
Juin	5067	19403	13005	433,5	67,0	11836
Juillet	5183	18534	13296	428,9	71,7	11179
Aout	4606	18574	12449	401,6	67,0	11179
Septembre	4115	21698	11377	379,2	52,4	13152
Octobre	2936	23512	8854	285,6	37,7	13152
Novembre	1575	23716	4880	162,7	20,6	13152
Decembre	1015	25218	3322	107,1	13,2	13152
Taux couverture solaire	41,5	%	Apport solaire annuel	111892	kWh/an	
Besoin annuel	269457	kWh/an	Productivite annuelle	539	kWh/m2.an	

Ce type d'installation permet de réaliser des économies de gaz pour la production d'eau chaude sanitaire, l'installation ne doit cependant pas être surdimensionnée pour éviter les surchauffes en été (plus de soleil, moins de consommation d'eau chaude).

La solution est moins pertinente pour Ponceau 2, avec moins de surface de toiture disponible et un besoin ECS plus élevé.

### Solaire photovoltaïque

Une autre possibilité de valoriser l'énergie solaire consiste à produire de l'électricité au moyen de panneaux photovoltaïque, ce qui peut aussi se cumuler avec la production solaire thermique. De nombreux acteurs accompagnent les porteurs de projet, tels que Enercoop, Energie partagée ou le réseau Centrales Villageoises<sup>3</sup>.

L'investissement de l'installation de production photovoltaïque pourrait se faire par la copropriété, ou même directement par un tiers-investisseur moyennant une rétribution à la copropriété.

La copropriété Ponceau 2 présente une surface disponible en façade pignon Sud :

- Installation de 90 m<sup>2</sup> (surface utile) de capteurs photovoltaïques
- Production annuelle : 6,5 MWh selon le prédimensionnement ci-dessous
- Tarif revente entre **15,49 et 17,74 c€/kWh** ou possibilité d'autoconsommation pour les parties communes (dans ce cas l'installation devra être dimensionnée « au plus » juste des besoins)

<b>Nom du PROJET</b>	<b>Ponceau 2</b>
<b>Station Météo</b>	<b>Paris Trappes</b>
<b>Latitude du lieu</b>	<b>48°46</b>
<b>Modules PV</b>	<b>Générique Si multicristalin (Verre/Tedlar)</b>
	<b>Puissance 172 Wc      Surface unitaire 1,5 m2</b>
<b>Orientation</b>	<b>20 ° /Sud</b>
<b>Inclinaison</b>	<b>90 ° /horizontale</b>
<b>Surface utile</b>	<b>90 m2</b>
<b>Puissance crête</b>	<b>10,3 kWc</b>

Mois	Energie solaire reçue plan horizontal Wh/m2.j	Energie solaire reçue plan des capteurs Wh/m2.j	Electricité produite par le système kWh/mois
Janvier	823	1 080	259
Février	1 590	1 862	404
Mars	2 699	2 458	590
Avril	4 012	2 794	649
Mai	4 824	2 771	665
Juin	5 567	2 894	672
Juillet	5 575	2 987	717
Août	4 563	2 903	697
Septembre	3 475	2 940	683
Octobre	2 113	2 387	573
Novembre	1 049	1 382	321
Décembre	663	913	219
<b>Total énergie (kWh/an)</b>			<b>6 449</b>
<b>Total CO2 évité (kg/an)(*)</b>			<b>2 322</b>
<b>Productivité (kWh/kWc.an)</b>			<b>625</b>

(\*) 360g/kWh coefficient européen

Ce dimensionnement est indicatif, adaptable à la hauteur des possibilités d'investissement de la copropriété ou des porteurs de projet.

<sup>3</sup> <https://energie-partagee.org/>  
<http://www.centralesvillageoises.fr>



#### 4.1.8 Tableau de synthèse des améliorations énergétiques

Le tableau ci-dessous récapitule pour chaque amélioration énergétique proposée :

- Le gain énergétique sur les postes de chauffage, production d'eau chaude sanitaire (ECS) et électricité
- Le coût (ou surcoût) estimé des travaux, incluant la TVA, les honoraires et frais annexes
- Le temps de retour brut, et le temps de retour actualisé et tenant compte de l'inflation probable du coût des énergies

Ponceau 1	Chauffage			ECS			Electricité			Analyse économique			
	Conso.	Gain		Conso.	Gain		Conso.	Gain		Coût travaux	Economie annuelle	Tps retour sur inv. (années)	
	MWh PCS	%		MWh	%		MWh	%		€ TTC total	€ TTC	Brut	Infl. én. 6%
Existant (base calcul podérée DJU 2014-2016)	1539			603			78			€ TTC total	€ TTC	Brut	Infl. én. 6%
Enveloppe													
Isolation ITE des façades, pignons et porches (sauf RDC)*	1262	-277	-18%	603	0	0%	78	0	0,0%	159 136	10 984	14	12
Isolation ITE des façades, pignons et porches (y c RDC)*	1238	-301	-20%	603	0	0%	78	0	0,0%	166 074	11 924	14	12
Idem ci-dessus, avec isolation tableaux fenêtres*	963	-576	-37%	603	0	0%	78	0	0,0%	635 010	22 815	28	19
Réfection des toitures terrasses avec isolation performante*	1505	-34	-2%	603	0	0%	78	0	0,0%	68 997	1 348	>30	28
Isolation de la sous-face des porches	1515	-24	-2%	603	0	0%	78	0	0,0%	22 218	956	23	17
Remplacement des menuiseries peu et moyennement performantes*	1336	-203	-13%	603	0	0%	78	0	0,0%	447 753	8 054	>30	> 30
Isolation du plancher haut des caves	1478	-62	-4%	603	0	0%	78	0	0,0%	53 805	2 438	22	16
Ventilation													
Rénovation de l'installation de ventilation, avec ub système "hybride"	1085	-454	-30%	603	0	0%	82	4	5,1%	222 584	17 476	13	11
Installations techniques													
Mise en place d'un module de régulation cascade des chaudières	1462	-77	-5%	603	0	0%	78	0	0,0%	2 638	3 048	1	1
Amélioration de la programmation circuit "Commerces"	1508	-31	-2%	603	0	0%	78	0	0,0%	0	1 219	0	0
Analyse de l'eau du chauffage	1539	0	0%	603	0	0%	78	0	0,0%	154	0	(so)	(so)
Pompes des circuits de chauffage à vitesse variable	1539	0	0%	603	0	0%	75	-3	-3,9%	22 000	393	>30	> 30
Entretien de l'échangeur ECS (détartrage, remplacement plaques)	1539	0	0%	591	-12	-2%	78	0	0,0%	688	478	1	1
Augmentation de la puissance de l'échangeur ECS	1539	0	0%	603	0	0%	78	0	0,0%	1 650	0	(so)	(so)
Pose d'une coque isolante sur l'échangeur	1539	0	0%	597	-6	-1%	78	0	0,0%	528	239	2	2
Remplacement de la pompe HS du groupe de maintien de pression	1539	0	0%	603	0	0%	78	0	0,0%	Cf. exploit	0	(so)	(so)
Désembouage	1431	-108	-7%	603	0	0%	78	0	0,0%	13 715	4 267	3	3
Production ECS / ENR													
Passage au chauffage urbain	941	-598	-39%	549	-55	-9%	42	-36	-45,9%	130 032	-20 695	(so)	(so)
Production ECS solaire	1602	63	4%	362	-241	-40%	78	0	0,0%	184 680	7 076	26	17

\* surcoût d'isolation (travaux embarqués si un ravalement est fait)

## Ponceau 2

Ponceau 2

	Chauffage			ECS			Electricité			Analyse économique			
	Conso.	Gain		Conso.	Gain		Conso.	Gain		Coût travaux	Economie annuelle	Tps retour sur inv. (années)	
	MWh PCS	%		MWh	%		MWh	%		€ TTC total	€ TTC	Brut	Infl. én. 6%
Existant (base calcul podérée DJU 2014-2016)	1147			557			91						
Enveloppe													
Isolation ITE des façades (sauf RDC)*	1026	-121	-11%	557	0	0%	91	0	0,0%	58 034	4 775	12	10
Réfection de la toiture terrasse avec isolation performante*	1145	-2	0%	557	0	0%	91	0	0,0%	17 513	72	>30	> 30
Remplacement des menuiseries peu et moyennement performantes*	1105	-41	-4%	557	0	0%	91	0	0,0%	602 650	1 640	>30	> 30
Isolation du plancher haut des caves	1092	-54	-5%	557	0	0%	91	0	0,0%	12 660	2 152	6	6
Ventilation													
Rénovation de l'installation de ventilation, avec ub système "hybride"	1099	-48	-4%	557	0	0%	93	2	2%	161 426	1 608	>30	> 30
Installations techniques													
Mise en place d'un module de régulation de cascades des chaudière	1089	-57	-5%	557	0	0%	91	0	0,0%	2 500	2 271	1	2
Remplacement de la chaudière de 1998 par une chaudière à conder	1019	-127	-11%	557	0	0%	91	0	0,0%	25 000	5 046	5	5
Remplacement des pompes existantes par des pompes à vitesse vari	1147	0	0%	557	0	0%	81	-10	-10%	15 000	1 236	12	10
Modification du piquage des circuits retour récupérateur et retour cha	1147	0	0%	557	0	0%	91	0	0,0%	3 000	0	(so)	(so)
Vérification de la vanne trois voies et son servomoteur	1110	-37	-3%	557	0	0%	91	0	0,0%	0	1 465	0	1
Régulation du circuit "gardien et R+18" selon la température extérieure	1122	-25	-2%	557	0	0%	91	0	0,0%	2 000	987	2	2
Pompe à vitesse variable sur le circuit radiateurs	1147	0	0%	557	0	0%	90	-1	-1%	3 500	124	28	19
Pompe à vitesse variable pour chaque ballon ECS	1147	0	0%	540	-17	-3%	91	0	0,0%	7 000	661	11	9
Entretien de l'échangeur ECS (détartrage, remplacement des plaques	1147	0	0%	545	-11	-2%	91	0	0,0%	1 250	441	3	3
Pose d'une coque isolante sur les 2 échangeurs	1147	0	0%	551	-6	-1%	91	0	0,0%	1 000	220	5	5
Désembouage	1067	-80	-7%	557	0	0%	91	0	0,0%	7 000	3 179	2	3
Energies renouvelables													
Passage au chauffage urbain	927	-220	-19%	506	-51	-9%	62	-28	-31%	94 320	-4 990	(so)	(so)
Installation photovoltaïque sur pignon sud	1147	0	0%	557	0	0%	84	-6	-8,3%	20 600	1 032	20	15

### **Analyse et commentaires**

Les temps de retour pour les travaux d'isolation de l'enveloppe sont intéressants (10 à 15 ans) pour l'isolation thermique extérieure (ITE) des façades : cette solution est donc à envisager, en particulier pour Ponceau 1 dont les façades n'ont pas fait l'objet d'interventions récentes.

NB : sur Ponceau 1 les menuiseries sont posées au nu intérieur des murs, et il y a des persiennes sur la majorité des baies. Cette disposition rendent compliquée l'isolation des tableaux de fenêtres, ce qui génère un pont thermique important qui minimise le gain énergétique. Nous avons simulé une variante avec isolation des tableaux de fenêtre, mais le coût important de la dépose des persiennes et pose de nouvelles persiennes plus petites rallonge encore le temps de retour de cette solution.

L'ensemble des améliorations portant sur les installations techniques sont en revanche globalement intéressants en termes de temps de retour, et nécessaire au regard de l'état de vétusté de certains équipements.

Le passage à la solution de chauffage urbain ne semble pas compétitif sur le plan économique. En effet le faible coût du kWh n'est pas compensé par l'investissement initial ni le coût plus important de l'abonnement et des frais fixes (exploitation, entretien, maintenance) en comparaison avec le maintien d'une solution gaz. La solution du chauffage urbain est en revanche pertinente sur le plan environnemental, car elle fait appel à une énergie propre et renouvelable de la géothermie.

Le passage du système de ventilation actuel (ventilation naturelle par conduits shunt) à une ventilation hybride ne semble pas nécessaire pour le moment au regard des constats effectués sur place. Nous n'avons en effet pas constaté de désordres généralisés liés à une ventilation insuffisante.

Cette solution technique sera toutefois à envisager à terme, en particulier en cas de renouvellement des menuiseries anciennes.

Dans le cas de Ponceau 1 qui présente un taux important de menuiseries anciennes, et donc un bâti plus perméable à l'air, le couplage du remplacement des menuiseries anciennes et de mise en œuvre de rénovation du système de ventilation permet des gains importants, cette piste de travaux est donc à étudier. La solution permet en revanche moins d'économies d'énergie sur Ponceau 2, dont le bâti est globalement plus étanche et donc moins soumis aux infiltrations parasites d'air froid en hiver.

## 4.2 Travaux non énergétiques

Cf. volet architectural de l'audit.

## 5 Propositions de scénarii de travaux

### 5.1 Synthèse des travaux recommandés pour l'entretien du bâti ainsi que son amélioration thermique et environnementale

Au regard des éléments constatés quant à l'état du bâti et des systèmes, et suite à la réunion intermédiaire avec les membres du conseil syndical et le syndic, les bouquets de travaux suivants ont été définis :

Ponceau 1		Planification				
		Définition des programmes de travaux selon l'urgence et l'intérêt économique				
		Niveau d'urgence	Bouquets			
Existant (base calcul podérée DJU 2014-2016)			#0	#1	#2	#3
Enveloppe						
Isolation ITE des façades, pignons et porches (sauf RDC)*		Cf. volet archite-ctural de l'audit			X	
Isolation ITE des façades, pignons et porches (y c RDC)*						X
Idem ci-dessus, avec isolation tableaux fenêtres*						
Réfection des toitures terrasses avec isolation performante*				X	X	X
Isolation de la sous-face des porches					X	X
Remplacement des menuiseries peu et moyennement performantes*						X
Isolation du plancher haut des caves				X	X	X
Ventilation						
Rénovation de l'installation de ventilation, avec ub système "hybride"		Faible				X
Installations techniques						
Mise en place d'un module de régulation cascade des chaudières		Elevé	X	X	X	X
Amélioration de la programmation circuit "Commerces"		Elevé	X	X	X	X
Analyse de l'eau du chauffage		Elevé	X	X	X	X
Pompes des circuits de chauffage à vitesse variable		Moyen		X	X	X
Entretien de l'échangeur ECS (détartrage, remplacement plaques)		Elevé	X	X	X	X
Augmentation de la puissance de l'échangeur ECS		Elevé	X	X	X	X
Pose d'une coque isolante sur l'échangeur		Elevé	X	X	X	X
Remplacement de la pompe HS du groupe de maintien de pression		Elevé	X	X	X	X
Désembouage		Elevé	X	X	X	X
Production ECS / ENR						
Passage au chauffage urbain		--				
Production ECS solaire		--				

## Ponceau 2

Ponceau 2

	Planification				
	Définition des programmes de travaux selon l'urgence				
	Niveau	Bouquets			
	d'urgence	#0	#1	#2	#3
Existant (base calcul podérée DJU 2014-2016)					
Enveloppe					
Isolation ITE des façades (sauf RDC)*	Cf. volet archite-ctural de l'audit				X
Réfection de la toiture terrasse avec isolation performante*			X	X	X
Remplacement des menuiseries peu et moyennement performantes*					X
Isolation du plancher haut des caves			X	X	X
Ventilation					
Rénovation de l'installation de ventilation, avec ub système "hybride"	Faible				X
Installations techniques					
Mise en place d'un module de régulation de cascades des chaudière	Elevé	X	X	X	X
Remplacement de la chaudière de 1998 par une chaudière à conder	Faible			X	X
Remplacement des pompes existantes par des pompes à vitesse vari	Moyen		X	X	X
Modification du piquage des circuits retour récupérateur et retour ch	Elevé	X	X	X	X
Vérification de la vanne trois voies et son servomoteur	Elevé	X	X	X	X
Régulation du circuit "gardien et R+18" selon la température extérieur	Elevé	X	X	X	X
Pompe à vitesse variable sur le circuit radiateurs	Elevé	X	X	X	X
Pompe à vitesse variable pour chaque ballon ECS	Moyen		X	X	X
Entretien de l'échangeur ECS (détartrage, remplacement des plaque	Elevé	X	X	X	X
Pose d'une coque isolante sur les 2 échangeurs	Elevé	X	X	X	X
Désembouage	Elevé	X	X	X	X
Energies renouvelables					
Passage au chauffage urbain	--				
Installation photovoltaïque sur pignon sud	--				

## 5.2 Gains énergétiques détaillés des bouquets d'intervention

Le paragraphe suivant présente sous forme de tableaux le niveau de performance énergétique atteint et les indicateurs environnementaux pour chaque scénario :

- Selon la méthode de simulation thermique dynamique (méthode plus "réaliste") ;
- Selon la méthode dite "réglementaire" TH-C-E ex (méthode de calcul réglementaire).



## 5.2.1 Ponceau 1

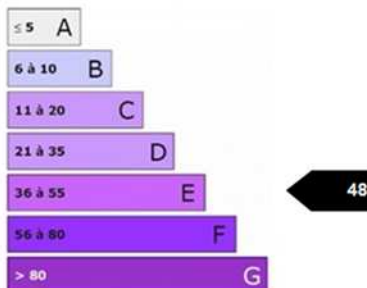
### 5.2.1.1 Scénario 0

Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles								Calcul "réglementaire" RT-ex	
	Energie Finale [MWhE]/an]	Energie Primaire [MWhEP]/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	CoûtTTC [€/An]	Bât. A [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire	Bât. B [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire
Chauffage	1385,3	1385,3	142,0	142,0	33	0,0	64 889	131,5	141,1
ECS	589,4	589,4	60,4	60,4	14,13	0	27 610	26,5	30,0
Eclairage	17,6	45,5	1,8	4,7	0,15	0,108	2 290	6,5	7,2
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0	0,0
Auxiliaires	60,4	155,9	6,2	16,0	0,52	0,372	7 856	3,9	4,3
<b>total</b>	<b>2053</b>	<b>2176</b>	<b>210</b>	<b>223</b>	<b>48</b>	<b>0,480</b>	<b>102 445</b>	<b>168</b>	<b>183</b>
Initial :	2221	2344	228	240	52	0	109297	173	187
Gain:	168	168	17	17	4	0	6652	4	4
	7,6%	7,2%	7,6%	7,2%	7,7%	0,0%	6,1%	2,4%	2,3%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

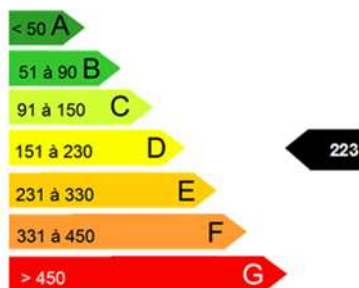
Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>an]



Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]



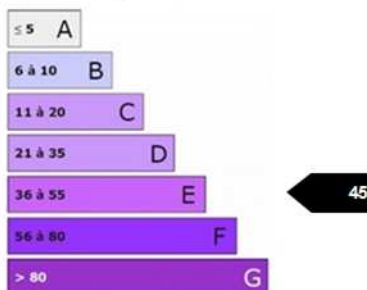
### 5.2.1.2 Scénario 1

Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles								Calcul "réglementaire" RT-ex	
	Energie Finale [MWhE]/an]	Energie Primaire [MWhEP]/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	CoûtTTC [€/An]	Bât. A [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire	Bât. B [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire
Chauffage	1240,1	1240,1	127,1	127,1	30	0,0	58 801	127,7	136,7
ECS	589,4	589,4	60,4	60,4	14,13	0	27 948	26,5	30,0
Eclairage	17,6	45,5	1,8	4,7	0,15	0,108	2 290	6,5	7,2
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0	0,0
Auxiliaires	57,4	148,1	5,9	15,2	0,49	0,353	7 463	2,1	2,3
<b>total</b>	<b>1905</b>	<b>2023</b>	<b>195</b>	<b>207</b>	<b>45</b>	<b>0,461</b>	<b>96 502</b>	<b>163</b>	<b>176</b>
Initial :	2221	2344	228	240	52	0	109297	173	187
Gain:	316	321	32	33	8	0	12795	10	11
	14,2%	13,7%	14,2%	13,7%	14,5%	3,9%	11,7%	5,6%	5,7%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

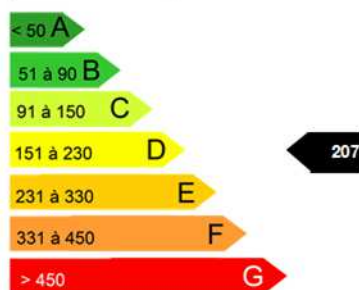
Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>an]



Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]



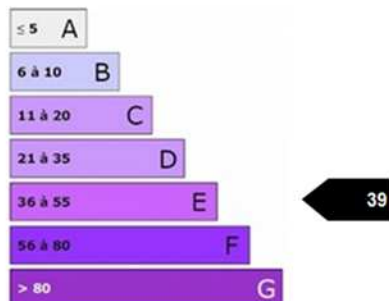
### 5.2.1.3 Scénario 2

	Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles							Calcul "réglementaire" RT-ex	
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	Coût TTC [€/An]	Bât. A [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire	Bât. B [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire
Chauffage	989,4	989,4	101,4	101,4	24	0,0	48 142	108,4	113,7
ECS	589,4	589,4	60,4	60,4	14,13	0	28 680	25,7	29,0
Eclairage	17,6	45,5	1,8	4,7	0,15	0,108	2 290	6,3	7,0
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0	0,0
Auxiliaires	57,4	148,1	5,9	15,2	0,49	0,353	7 463	1,8	1,9
<b>total</b>	<b>1654</b>	<b>1772</b>	<b>169</b>	<b>182</b>	<b>39</b>	<b>0,461</b>	<b>86 575</b>	<b>142</b>	<b>152</b>
Initial:	2221	2344	228	240	52	0	109297	173	187
Gain:	567	572	58	59	14	0	22722	30	35
	25,5%	24,4%	25,5%	24,4%	26,0%	3,9%	20,8%	17,6%	18,9%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

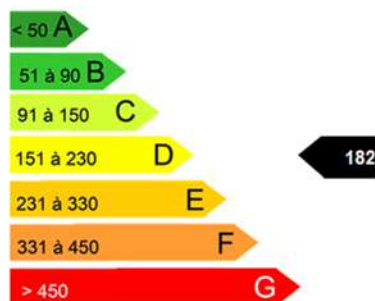
Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an]



Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]



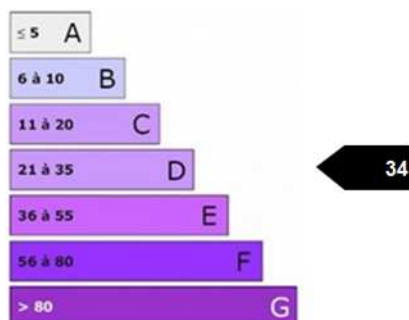
### 5.2.1.4 Scénario 3

	Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles							Calcul "réglementaire" RT-ex	
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	Coût TTC [€/An]	Bât. A [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire	Bât. B [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire
Chauffage	787,6	787,6	80,7	80,7	19	0,0	39 368	101,5	101,5
ECS	589,4	589,4	60,4	60,4	14,13	0	29 462	25,6	28,9
Eclairage	17,6	45,5	1,8	4,7	0,15	0,108	2 290	6,3	6,9
Ventilation	4,0	10,4	0,4	1,1	0,03	0,025	522	3,3	3,6
Auxiliaires	57,4	148,1	5,9	15,2	0,49	0,353	7 463	1,7	1,8
<b>total</b>	<b>1456</b>	<b>1581</b>	<b>149</b>	<b>162</b>	<b>34</b>	<b>0,486</b>	<b>79 105</b>	<b>138</b>	<b>143</b>
Initial:	2221	2344	228	240	52	0	109297	173	187
Gain:	765	763	78	78	18	0	30192	34	44
	34,4%	32,6%	34,4%	32,6%	35,3%	-1,3%	27,6%	19,8%	23,6%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

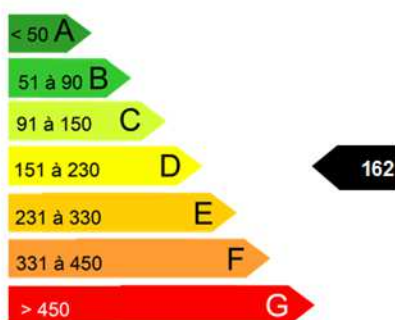
Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an]



Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]



### 5.2.1.5 Tableau récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux résultats :

		Existant	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
<b>Calcul "réglementaire" bâtiment A</b>						
Consommation totale d'énergie (kWh/m².an)		173	168	163	142	138
Gains -->			2,4%	5,6%	17,6%	19,8%
<b>Calcul "réglementaire" bâtiment B</b>						
Consommation totale d'énergie (kWh/m².an)		187	183	176	152	143
Gains -->			2,3%	5,7%	18,9%	23,6%
Calcul STD	Consommation totale d'énergie (kWh/an)	2 220 745	2 052 770	1 904 544	1 653 867	1 456 066
	Consommation totale d'énergie (kWh/m².an)	228	210	195	169	149
	Consommation totale d'énergie (kWh/an)	2 344 060	2 176 084	2 023 085	1 772 408	1 580 945
	Consommation totale d'énergie (kWh/m².an)	240	223	207	182	162
	Etiquette énergie	E	D	D	D	D
	Etiquette climat	E	E	E	E	D
	Gain énergétique (kWh/an)	--	167 976	320 975	571 652	763 115
	Gain énergétique (kWh/m².an)	--	17	33	59	78
	Estimation coût d'exploitation (€TTC/an)	109 297	102 645	96 502	86 575	79 105
	Gain financier tous usages (€TTC/an)	--	6 652	12 795	22 722	30 192
	Gain GES (t éq CO2/an)	--	39 306	73 538	132 196	179 083

Rappel des barèmes énergie et climat :

Emission de gaz à effet de serre  
[kCO2/m²/an]

≤ 5	A
6 à 10	B
11 à 20	C
21 à 35	D
36 à 55	E
56 à 80	F
> 80	G

Consommation en énergie primaire  
[kWh / m²SHON.an]

< 50	A
51 à 90	B
91 à 150	C
151 à 230	D
231 à 330	E
331 à 450	F
> 450	G

## 5.2.2 Ponceau 2

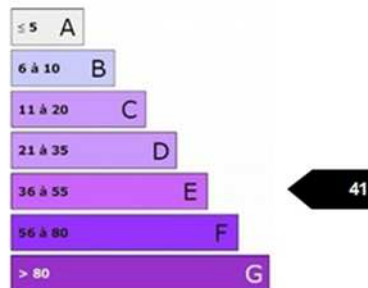
### 5.2.2.1 Scénario 0

	Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles							Calcul "réglementaire" RT-ex
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	Coût TTC [€/An]	Bât. C [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire
Chauffage	1043,1	1043,1	113,8	113,8	27	0,0	47 688	128,5
ECs	542,6	542,6	59,2	59,2	13,85	0	24 808	27,3
Eclairage	43,2	111,4	4,7	12,2	0,40	0,283	5 613	6,8
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0
Auxiliaires	46,6	120,2	5,1	13,1	0,43	0,305	6 057	8,6
<b>total</b>	<b>1676</b>	<b>1817</b>	<b>183</b>	<b>198</b>	<b>41</b>	<b>0,588</b>	<b>84 166</b>	<b>171</b>
Initial :	1794	1937	196	211	44	1	88947	176
Gain:	119	120	13	13	3	0	4781	5
	6,6%	6,2%	6,6%	6,2%	6,8%	1,0%	5,4%	2,6%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

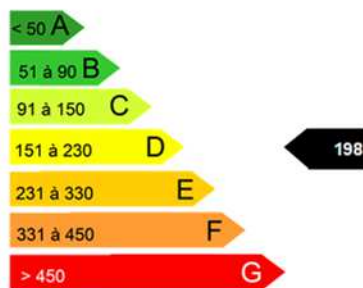
Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an]



Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]



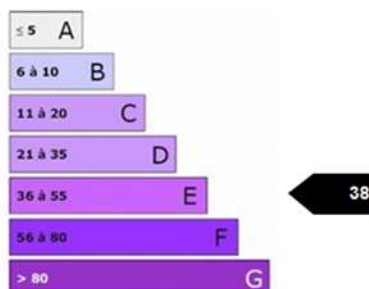
### 5.2.2.2 Scénario 1

	Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles							Calcul "réglementaire" RT-ex
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m <sup>2</sup> SHON.an]	Emission de GES [t éq CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m <sup>2</sup> an]	Coût TTC [€/An]	Bât. C [kWh / m <sup>2</sup> .an] primaire
Chauffage	946,3	946,3	103,3	103,3	24	0,0	43 684	124,7
ECs	531,8	531,8	58,0	58,0	13,58	0	24 548	27,3
Eclairage	43,2	111,4	4,7	12,2	0,40	0,283	5 613	6,8
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0
Auxiliaires	37,1	95,7	4,0	10,4	0,34	0,243	4 821	6,8
<b>total</b>	<b>1558</b>	<b>1685</b>	<b>170</b>	<b>184</b>	<b>38</b>	<b>0,525</b>	<b>78 666</b>	<b>166</b>
Initial :	1794	1937	196	211	44	1	88947	176
Gain:	236	252	26	28	6	0	10281	10
	13,1%	13,0%	13,1%	13,0%	13,2%	11,5%	11,6%	5,8%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

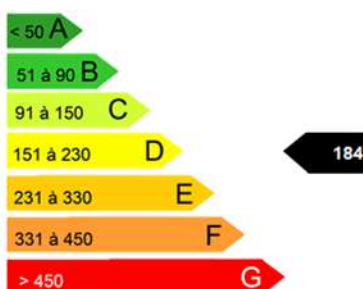
Emission de gaz à effet de serre

[kCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an]



Consommation en énergie primaire

[kWh / m<sup>2</sup>SHON.an]





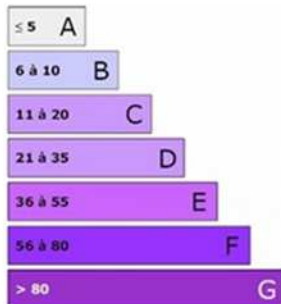
### 5.2.2.3 Scénario 2

	Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles							Calcul "réglementaire" RT-ex
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m²SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m²SHON.an]	Emission de GES [t éq CO2 / m².an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m².an]	Coût TTC [€/An]	Bât. C [kWh / m².an] primaire
Chauffage	841,2	841,2	91,8	91,8	21	0,0	39 253	109,7
ECS	531,8	531,8	58,0	58,0	13,58	0	24 816	27,3
Eclairage	43,2	111,4	4,7	12,2	0,40	0,283	5 613	6,8
Ventilation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0	0,0
Auxiliaires	37,1	95,7	4,0	10,4	0,34	0,243	4 821	6,2
<b>total</b>	<b>1453</b>	<b>1580</b>	<b>159</b>	<b>172</b>	<b>36</b>	<b>0,525</b>	<b>74 502</b>	<b>150</b>
Initial:	1794	1937	196	211	44	1	88947	176
Gain:	341	357	37	39	9	0	14445	26
	19,0%	18,4%	19,0%	18,4%	19,3%	11,5%	16,2%	14,7%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

Emission de gaz à effet de serre

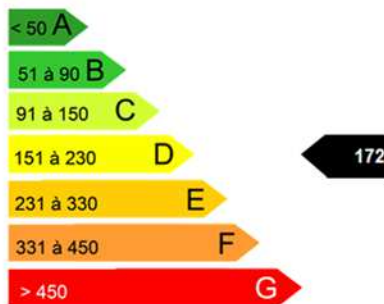
[kCO2/m²/an]



36

Consommation en énergie primaire

[kWh / m²SHON.an]



172

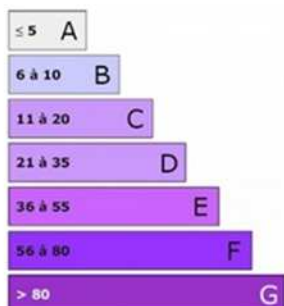
### 5.2.2.4 Scénario 3

	Calcul par simulation thermique dynamique et sur la base des factures réelles							Calcul "réglementaire" RT-ex
	Energie Finale [MWhEf/an]	Energie Primaire [MWhEP/an]	Energie Finale [kWh / m²SHON.an]	Energie Primaire [kWh / m²SHON.an]	Emission de GES [t éq CO2 / m².an]	Prod. de déchets nucléaires [g/m².an]	Coût TTC [€/An]	Bât. C [kWh / m².an] primaire
Chauffage	510,1	510,1	55,7	55,7	13	0,0	24 949	61,0
ECS	531,8	531,8	58,0	58,0	13,58	0	26 010	26,4
Eclairage	43,2	111,4	4,7	12,2	0,40	0,283	5 613	6,6
Ventilation	2,2	5,6	0,2	0,6	0,02	0,014	280	3,7
Auxiliaires	37,1	95,7	4,0	10,4	0,34	0,243	4 821	4,3
<b>total</b>	<b>1124</b>	<b>1255</b>	<b>123</b>	<b>137</b>	<b>27</b>	<b>0,540</b>	<b>61 672</b>	<b>102</b>
Initial:	1794	1937	196	211	44	1	88947	176
Gain:	670	683	73	75	17	0	27275	74
	37,3%	35,2%	37,3%	35,2%	38,3%	9,2%	30,7%	42,0%

Ces résultats correspondent à l'étiquette énergie et environnement suivante :

Emission de gaz à effet de serre

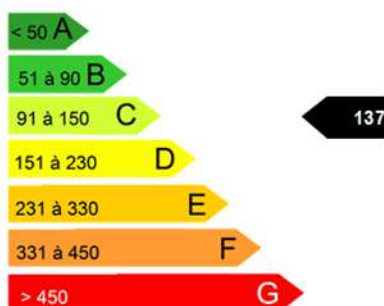
[kCO2/m²/an]



27

Consommation en énergie primaire

[kWh / m²SHON.an]



137



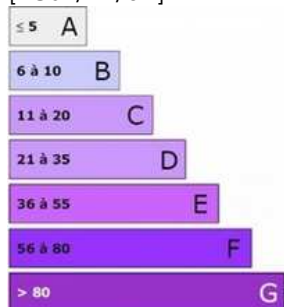
### 5.2.2.5 Tableau récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux résultats :

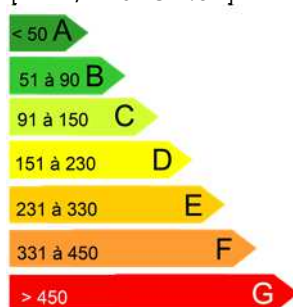
		Existant	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Calcul "réglementaire"						
Consommation totale d'énergie (kWhep/m².an)		176	171	166	150	102
Gains -->			2,6%	5,8%	14,7%	42,0%
Calcul STD	Consommation totale d'énergie (kWhef/an)	1 794 092	1 675 526	1 558 343	1 453 199	1 124 287
	Consommation totale d'énergie (kWhef/m².an)	196	183	170	159	123
	Consommation totale d'énergie (kWhep/an)	1 937 433	1 817 364	1 685 158	1 580 013	1 254 501
	Consommation totale d'énergie (kWhep/m².an)	211	198	184	172	137
	Etiquette énergie	D	D	D	D	C
	Etiquette climat	E	E	E	E	D
	Gain énergétique (kWhep/an)	--	120 069	252 275	357 419	682 932
	Gain énergétique (kWhep/m².an)	--	13	28	39	75
	Estimation coût d'exploitation (€TTC/an)	88 947	84 166	78 666	74 502	61 672
	Gain financier tous usages (€TTC/an)	--	4 781	10 281	14 445	27 275
	Gain GES (t éq CO2/an)	--	27 602	53 596	78 200	155 488

Rappel des barèmes énergie et climat :

Emission de gaz à effet de serre  
[kCO2/m²/an]



Consommation en énergie primaire  
[kWh / m²SHON.an]



## 6 Conclusion / synthèse

L'audit global partagé est une photographie, à un moment donné, de l'état de la copropriété du point de vue de l'architecte et du thermicien.

Il a pour objectif d'identifier les travaux à mener à brève et moyenne échéance pour assurer la pérennité du bâti et des systèmes, et en améliorer la performance.

Concernant les consommations énergétiques, l'étude thermique indique une consommation de l'ordre de 170 à 190 kWh d'énergie primaire par m<sup>2</sup>. En dehors des consommations privées et des ascenseurs, les principaux postes de consommation sont :

- le chauffage représentant 75% à 78% du total, ce qui s'explique principalement par l'absence d'isolation thermique sur le bâti, et le chauffage par le sol sans régulation terminale
- en second lieu la préparation d'eau chaude sanitaire (28% à 30%)
- viennent ensuite l'éclairage des parties communes et les auxiliaires de chaufferie (pompes, etc.)

L'audit met en évidence la nature et la chronologie des travaux à envisager à court et moyen terme pour l'entretien des systèmes techniques et l'optimisation énergétique :

- prévoir en premier lieu des améliorations en chaufferie, ces actions étant nécessaires pour certaines afin de garantir le bon fonctionnement des installations, et avec un temps de retour sur investissement très court.
- Des améliorations thermiques de l'enveloppe sont également possibles, notamment l'isolation des toitures lors du renouvellement de l'étanchéité, l'isolation des planchers donnant sur les porches (Ponceau 1) et les caves, l'isolation thermique extérieure des façades à l'occasion de travaux de ravalement (temps de retour de 10 à 15 ans).
- La résidence Ponceau 1 comporte encore un grand nombre de fenêtres anciennes en simple vitrage, leur remplacement par des menuiseries performantes couplée avec la rénovation du système de ventilation est également à envisager, étant donné les forts gains énergétiques possibles.
- D'autres travaux d'amélioration sont également possibles à plus long terme, comme par exemple le recours à des énergies renouvelables. La copropriété dispose en effet de surfaces propices à l'installation de panneaux solaires thermiques et/ou photovoltaïques.

Sur la base de ces constats, quatre scénarios de travaux ont été étudiés sur le plan énergétique :

- Scénario 0 correspondant aux travaux d'entretien à réaliser à court et moyen terme ;
- Les scénarii 1 et 2 et 3 correspondant aux améliorations énergétiques simples et permettant des temps de retour sur investissement avantageux ;
- Le scénario 3 avec les autres travaux d'amélioration, plus ambitieux il permet un gain énergétique maximal.

NB: les scénarios sont cumulatifs (par exemple le sc. 2 inclue les travaux déjà prévus dans les sc. 0 et 1)

Ces programmes peuvent évidemment être adaptés si les copropriétaires le jugent nécessaires

Au regard des éléments fournis dans cette étude, il appartient désormais aux copropriétaires de décider des suites à donner lors des prochaines étapes :

1. Présentation du rapport d'audit en assemblée générale, et définition des orientations à retenir ;
2. Etudes de maîtrise d'œuvre et consultation d'entreprises ;
3. Vote des devis travaux en assemblée générale ;
4. Réalisation des travaux.

Pour guider le choix des copropriétaires, ces éléments sont à croiser avec :

- le diagnostic architectural listant les travaux de rénovation nécessaires pour assurer la pérennité du bâti ;
- l'expertise d'Energie Pulse sur le volet financier, avec les informations concernant les aides et dispositifs de financement possibles.

## Annexe – Réglementation thermique applicable

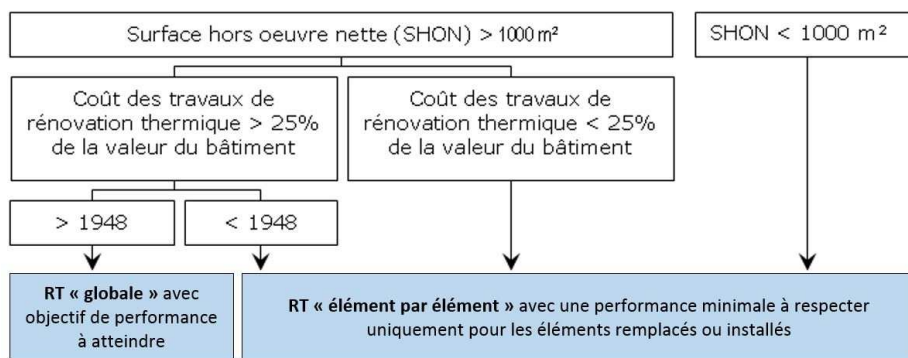
### Réglementation thermique (RT) des bâtiments existants

La réglementation thermique (RT) des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

Textes de référence :

- Articles R. 131-25 et R. 131-26 du Code de la construction et de l'habitation
- Arrêté du 20 décembre 2007 relatif au coût de construction pris en compte pour déterminer la valeur du bâtiment, mentionné à l'article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation
- Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 m<sup>2</sup>, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants
- l'arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (cf. récapitulatif page suivante)

Le volet réglementaire applicable au projet est défini par l'organigramme décisionnel ci-dessous.



La construction date d'après 1948 et représente plus de 1000m<sup>2</sup> de surface, la Réglementation Thermique applicable au projet en cas de travaux est donc définie selon le budget de l'opération :

- RT « globale » si le montant des travaux dépasse 1570 €/m<sup>2</sup> SHON, c'est-à-dire avec un objectif de performance globale à atteindre (à justifier par un calcul thermique) ;
- RT « élément par élément » sinon, c'est-à-dire que seuls les éléments renouvelés ou nouvellement installés par les travaux devront respecter une exigence de performance.

### La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)

Depuis le 1er janvier 2017, à l'occasion de travaux importants sur les bâtiments, la loi prévoit l'obligation de renforcer l'isolation thermique. C'est la notion de « travaux embarqués ». Cette mesure vise à saisir les opportunités de réduire la consommation d'énergie et de diminuer les factures de chauffage des bâtiments lors de la réalisation de gros travaux. La mesure s'applique aux logements, bureaux, bâtiments d'enseignement, bâtiments commerciaux et hôtels.

Les ravalements de façade et les réfections de toiture qui étaient jusque-là hors champ d'application de la RT « élément par élément » sont donc désormais soumis à une obligation d'isolation.

Textes de référence :

- Décret n° 2016-711 du 30 mai 2016 relatif aux travaux d'isolation en cas de travaux de ravalement de façade, de réfection de toiture ou d'aménagement de locaux en vue de les rendre habitables ;
- Guide d'application à paraître.

Sont concernés :

- Isolation des façades en cas de réfection de l'enduit existant, remplacement d'un parement existant ou mise en place d'un nouveau parement, couvrant au moins 50% d'une façade du bâtiment, hors ouvertures ;
- Isolation des toitures en cas de remplacement ou le recouvrement d'au moins 50% de l'ensemble de la couverture, hors ouvertures.

Sont exclus :

- Les cas pouvant entraîner un risque de pathologie du bâti liée à tout type d'isolation. Une note argumentée et rédigée par « un homme de l'art » devra être fournie par le maître d'ouvrage.
- Les travaux ne non conformes à des servitudes ou aux dispositions législatives et réglementaires relatives au droit des sols, au droit de propriété ou à l'aspect des façades et à leur implantation (c'est-à-dire notamment en cas d'empiètement ou surplomb d'une parcelle appartenant à un tiers, ou avis

défavorable des Architectes des Bâtiments de France ou Voyer).

- En cas de disproportion manifeste entre les avantages de l'isolation et ses inconvénients de nature technique, économique ou architecturale. Un professionnel de l'art devra rédiger une note argumentée.

Le tableau ci-dessous récapitule les principales exigences applicables à l'enveloppe bâtie :

Élément concerné	Objectif réglementaire	Adaptation possible et commentaires	Objectif CEE (non obligatoire)
------------------	------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

#### Enveloppe du bâtiment, parois opaques

Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60°	R global $\geq 2,9$ (3,2 à partir de 2023) $m^2.K/W$	Possibilité de $R \geq 2 m^2.K/W$ pour les locaux à usage d'habitation dont les travaux d'isolation entraînent une diminution de la surface habitable des locaux concernés supérieure à 5 % en raison de l'épaisseur de l'isolant	R isolant $\geq 3,7 m^2.K/W$ (BAR-EN-102)
Murs en contact avec un local non chauffé	R global $\geq 2 m^2.K/W$ (2,5 à partir de 2023)	-	-
Toitures terrasses	R global $\geq 3,3$ (4,5 à partir de 2023) $m^2.K/W$	-	R isolant $\geq 4,5 m^2.K/W$ (BAR-EN-105)
Planchers de combles perdus	R global $\geq 4,8$ (5,2 à partir de 2023) $m^2.K/W$	-	R isolant $\geq 7 m^2.K/W$ (BAR-EN-101)
Rampants de toitures de pente inférieure à 60°	R global $\geq 4,4$ (5,2 à partir de 2023) $m^2.K/W$	Possibilité de $R \geq 3 m^2.K/W$ pour les locaux à usage d'habitation dont les travaux d'isolation entraînent une diminution de la surface habitable des locaux concernés supérieure à 5 % en raison de l'épaisseur de l'isolant	R isolant $\geq 6 m^2.K/W$ (BAR-EN-101)
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif.	R global $\geq 2,7$ (3 à partir de 2023) $m^2.K/W$	-	R isolant $\geq 3 m^2.K/W$ (BAR-EN-103)
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé.	R global $\geq 2 m^2.K/W$	-	

#### Enveloppe du bâtiment, parois vitrées

Fenêtres et portes	$U_w \leq 1,9 W / m^2.K$ pour fenêtres et 2 pour porte de maison individuelle facteur solaire $\leq 0,35$ (sauf au Nord)	-	<u>Fenêtres</u> $U_w \leq 1,3 W / m^2.K$ et $S_w \geq 0,3$ <u>Portes-fenêtres</u> $U_w \leq 1,7 W / m^2.K$ et $S_w \geq 0,36$ (BAR-EN-10)
Protection solaire des fenêtres de toit	facteur solaire $\leq 0,15$	Les protections solaires mobiles extérieures sont réputées satisfaire à cette exigence.	$U_w \leq 1,5 W / m^2.K$ et $S_w \leq 0,36$ (BAR-EN-104)
Entrées d'air dans les pièces principales des locaux d'habitation et hébergement	Les nouvelles fenêtres et portes doivent être équipées d'entrées d'air	La somme des modules de ces entrées d'air doit au moins être de 45 pour les chambres et 90 pour les séjours. Cette valeur peut être réduite lorsque l'extraction d'air mécanique permet un dimensionnement inférieur.  Non exigé en cas de ventilation double flux.	-
Coffres de volet roulant séparant l'ambiance chauffée de l'extérieur, installés ou remplacés	$U_c \leq 2,5 W / m^2.K$ ou $R=0,5 m^2.K/W$	Les coffres isolés sur toutes les faces autres que latérales avec 1 cm d'un matériau d'isolation thermique sont réputés satisfaire à cette exigence.	-