

**L'avenir m'intéresse,  
c'est là où j'ai l'intention de passer mes  
prochaines années.**

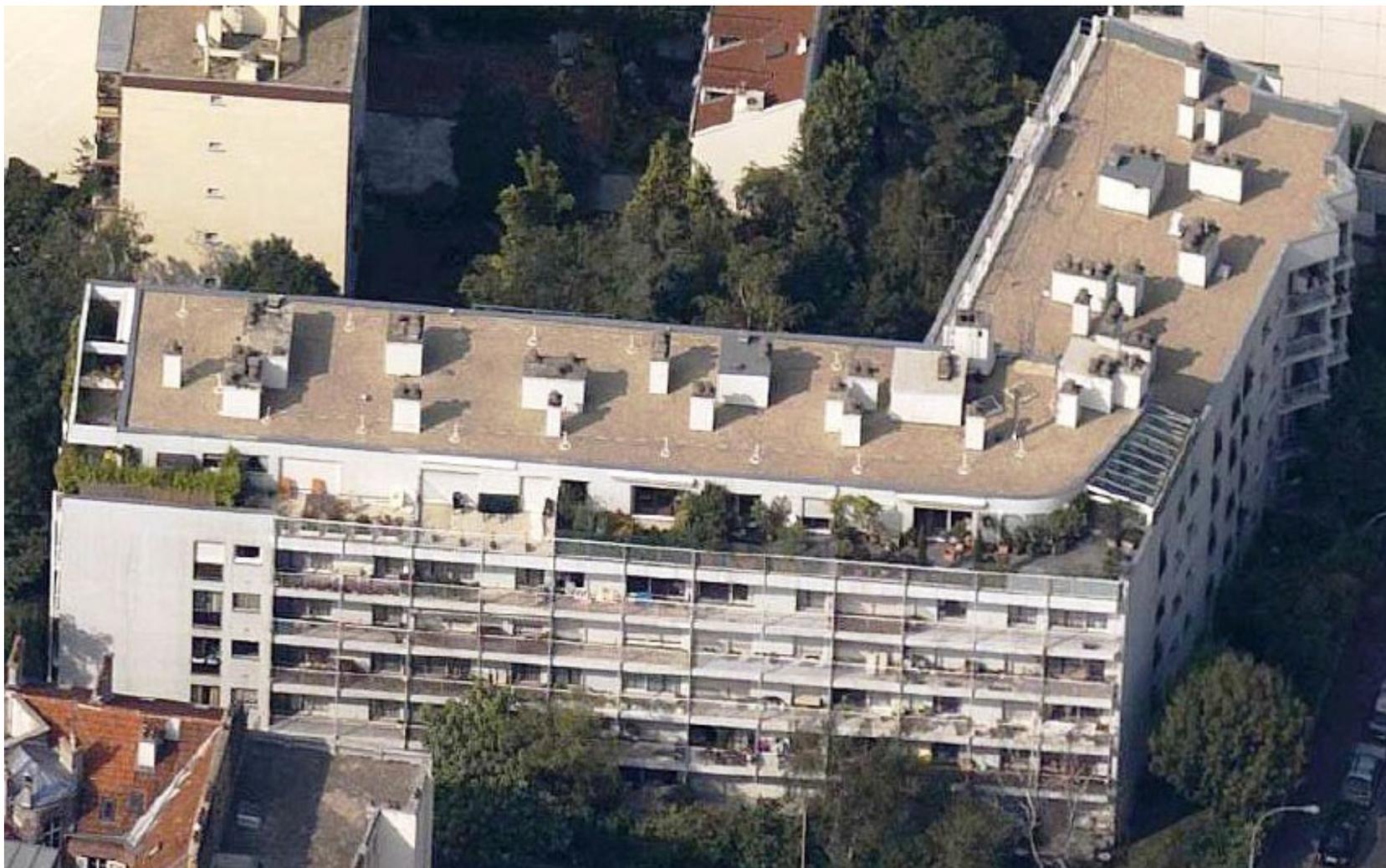
Woody Allen

# Rénovation thermique

13/15 rue Vauthier

16/18 rue de Larochefoucauld

92100 Boulogne



## Notre immeuble

Chaufferie assurant chauffage + ECS. Environ 5000 m<sup>2</sup> SHON  
DJU 2400 °C

# Nos charges chauffage

- Fioul 120 m<sup>3</sup>/an 100 000 €\*  
100 000 €

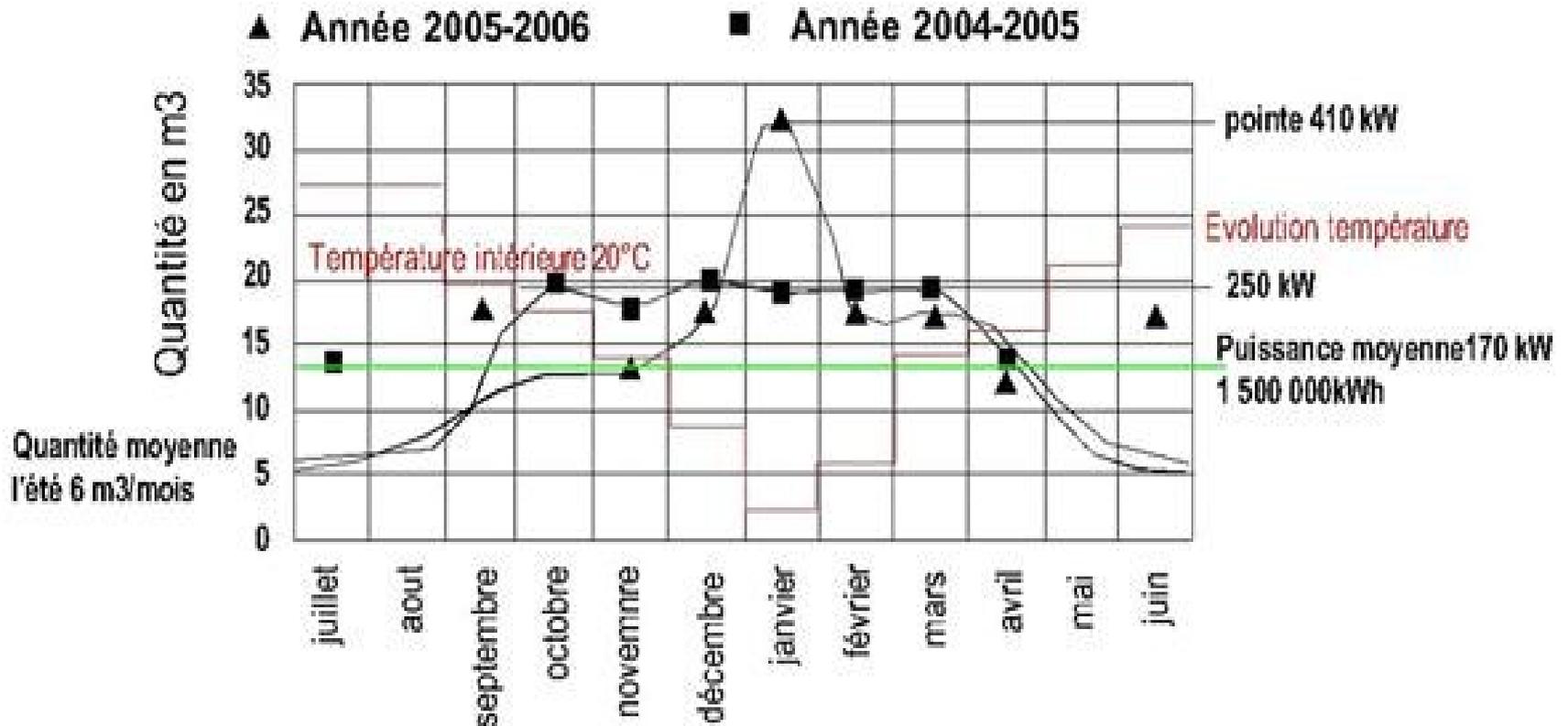
Soit presque 50% de nos charges courantes

\*Base 0,9 €/litre incluant la partie thermique de l'eau chaude (31 000€)  
avec un prix de l'eau chaude proche de 20 €/m<sup>3</sup>

A noter qu'en réglant les [problèmes courants](#) nous avons pu baisser notre consommation de fioul qui était proche de 150 m<sup>3</sup> il y a environ 6 ans

# Le Fioul domestique

## LIVRAISON FIOUL en m3



Les livraisons périodiques de fioul.

Après étalonnage de la jauge sur la cuve de 30 m3 la consommation estivale de fioul pour l'ECS s'est avérée moins importante

## Les mots clef

Lorsque les copropriétaires d'un immeuble ancien peu isolé commencent à percevoir les avantages d'investir dans le « durable » et de s'impliquer dans la rénovation thermique de leur immeuble pour alléger leurs charges, ils se rendent vite compte que la notion de bien « collectif » ou « privatif » freine les prises de décision. Ils ne réalisent pas toujours que leur intérêt est de raisonner « collectivement » plutôt que « privativement » lorsqu'il s'agit de l'évolution des modes de chauffage de leur immeuble. D'autres mots clefs peuvent aussi intervenir.

Mode de chauffage	Electrique	Combustion
Tout électrique individuel	1,5 MWh	-
Combustion collectif	-	1,5 MWh
Tout électrique collectif (COP 3)	0,5 MWh	-

*Tableau des consommations énergétiques hors éclairage et électroménager incluant l'ECS d'un immeuble de 100 appartements de 50 m<sup>2</sup> mal isolé (D = 300 kWh/m<sup>2</sup> et par an) consommant annuellement pour chacun d'eux 15 000 kWh. La connaissance du prix de l'énergie primaire\* permet de calculer aisément le montant des charges. Bien que le kWh électrique soit plus élevé comparativement au fioul et bien sûr au gaz, la dernière solution est particulièrement intéressante. Reste que localement la puissance des transformateurs en place localement sera peut-être insuffisante*

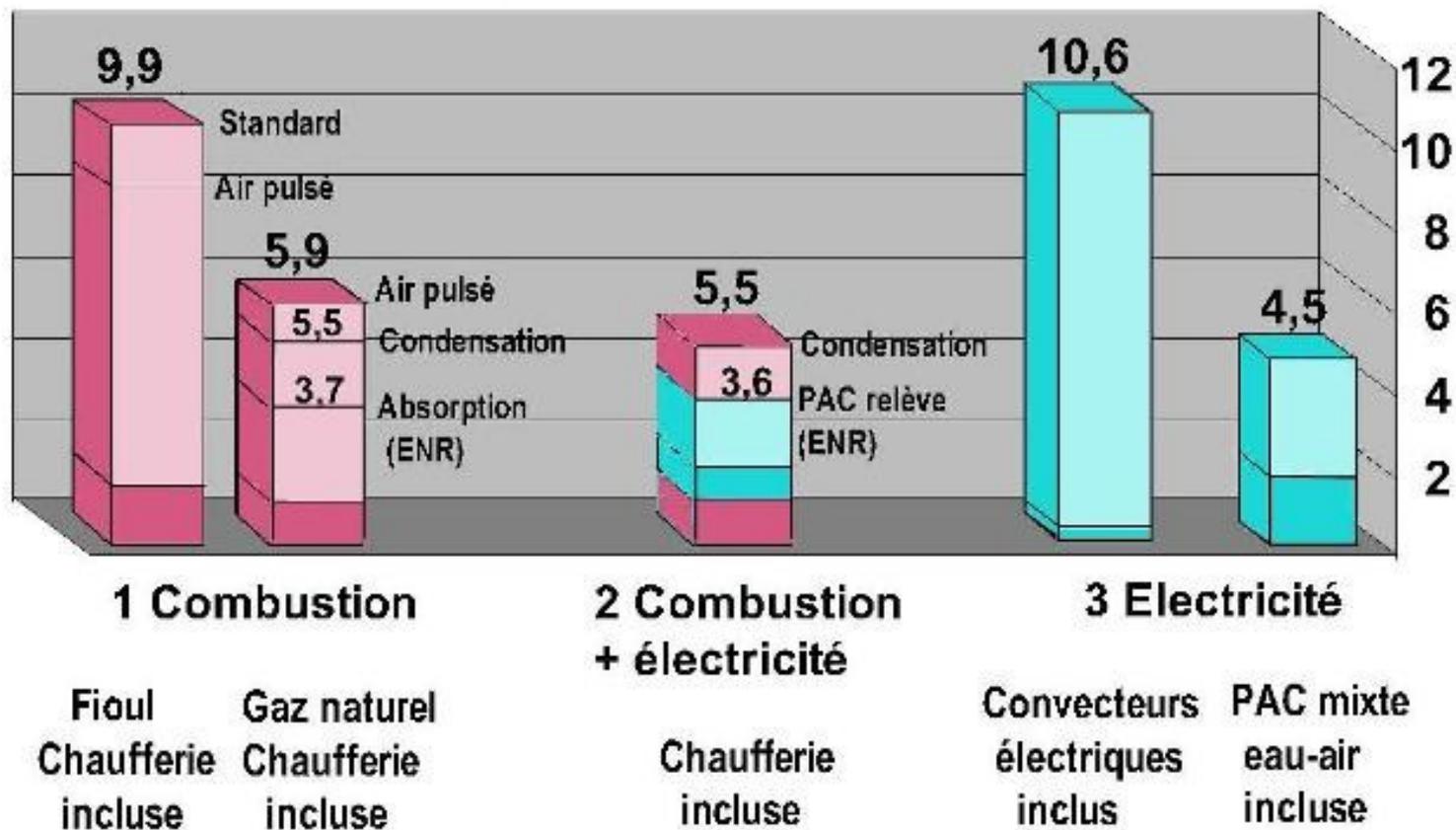
\* D'après la revue "60 millions de consommateurs" :

Si le fioul est pris comme énergie de référence et égal à 1, le gaz naturel est à 0,71 et l'électricité à 1,14 (comparaison hors coût d'installation et d'entretien)

Génération

# Réduire le prix du kWh thermique

Prix du kWh thermique restitué "Salle de séjour" en cts d' €



# Chauffage thermodynamique et environnement

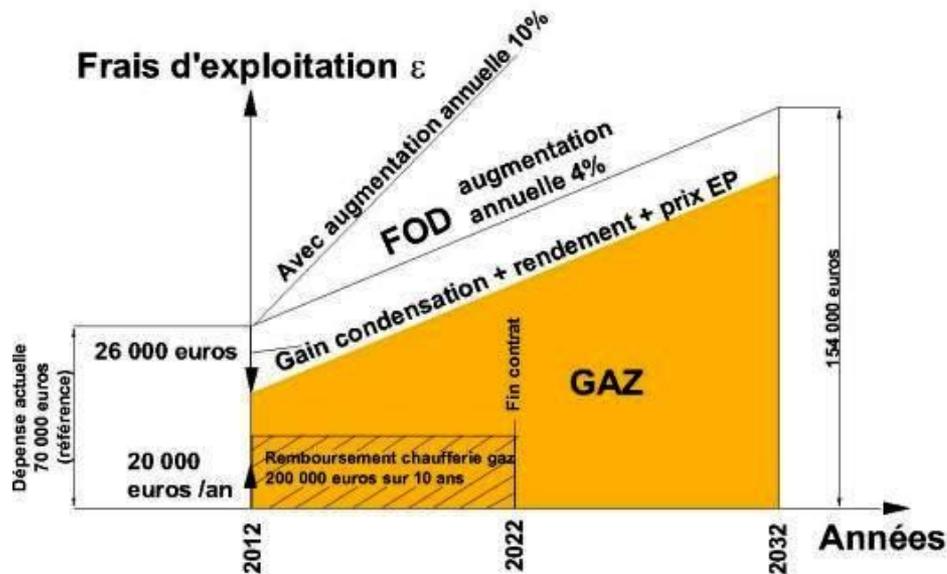
L'énergie électrique consommée par une pompe à chaleur pour alimenter le compresseur provient en France du nucléaire, méthode de production qui génère peu d'effet de gaz à effet de serre

Le chiffre de 180 g de CO<sub>2</sub> par kWh produit communiqué par l'Ademe, valable pour la France, varie suivant les pays

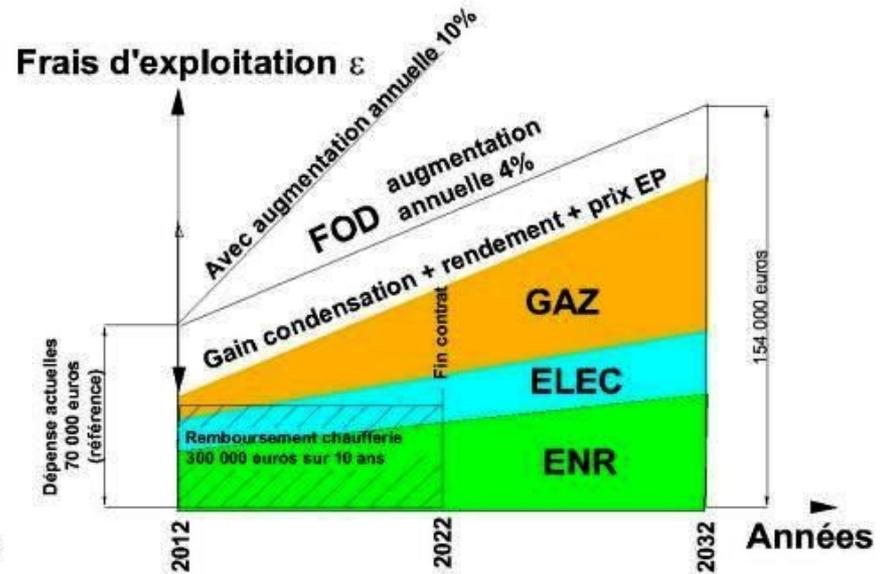
Energie	Charbon	Fioul	Gaz Naturel	Electricité directe	Pompe à chaleur
Grammes de CO <sub>2</sub> par kWh produit	978	466	242	180*	180/COP*

Le prix du kWh thermique fourni par une pompe à chaleur ayant un COP de 3 est 3 fois moins onéreux pour un même prix au kWh de l'énergie primaire

# Le retour sur investissement



Avec le GAZ



Avec la PAC *air* en relève

La notion de retour sur investissement comprend deux périodes:

- Une période de remboursement de l'emprunt financé par les économies sur l'achat des combustibles (zones hachurées), le pouvoir d'achat n'étant que peu, voire non modifié pendant cette première période
- Une deuxième période à pouvoir d'achat amélioré commençant à la fin du remboursement de l'emprunt

La période de remboursement de l'emprunt est sensiblement égal à la moitié de la durée de vie estimée de la nouvelle chaufferie. En pratique on verra par la suite que cette période de remboursement peut être plus brève alors que la durée de vie d'une chaufferie bien entretenue peut être plus longue. Les surfaces étant proportionnelles aux dépenses, on observe que la zone hachurée (Somme mise en jeu pour l'investissement de départ) est faible par rapport aux dépenses effectuées années après années pour l'achat du gaz et de l'électricité (quant au fioul avec une augmentation de 10% par an alors qu'il a augmenté de 20% en 2011....)

# Le besoin thermique pendant la période de chauffe

Pour obtenir ce besoin, il faut déduire de la consommation annuelle de FOD

1. L'amélioration du rendement chaudière voisine de 10% se répartissant à part sensiblement égale entre la chaleur spécifique des gaz brûlés (1% d'amélioration par abaissement de 15°C de cette température et la chaleur latente de l'eau contenue dans ces gaz obtenue par la condensation
2. La déduction de la consommation hors période de chauffe (ECS)
3. Une prise de conscience qu'il est nécessaire d'éviter les surchauffes

Chiffrage pour une consommation globale annuelle en FOD de 115 m<sup>3</sup>      **1,15 MWh**

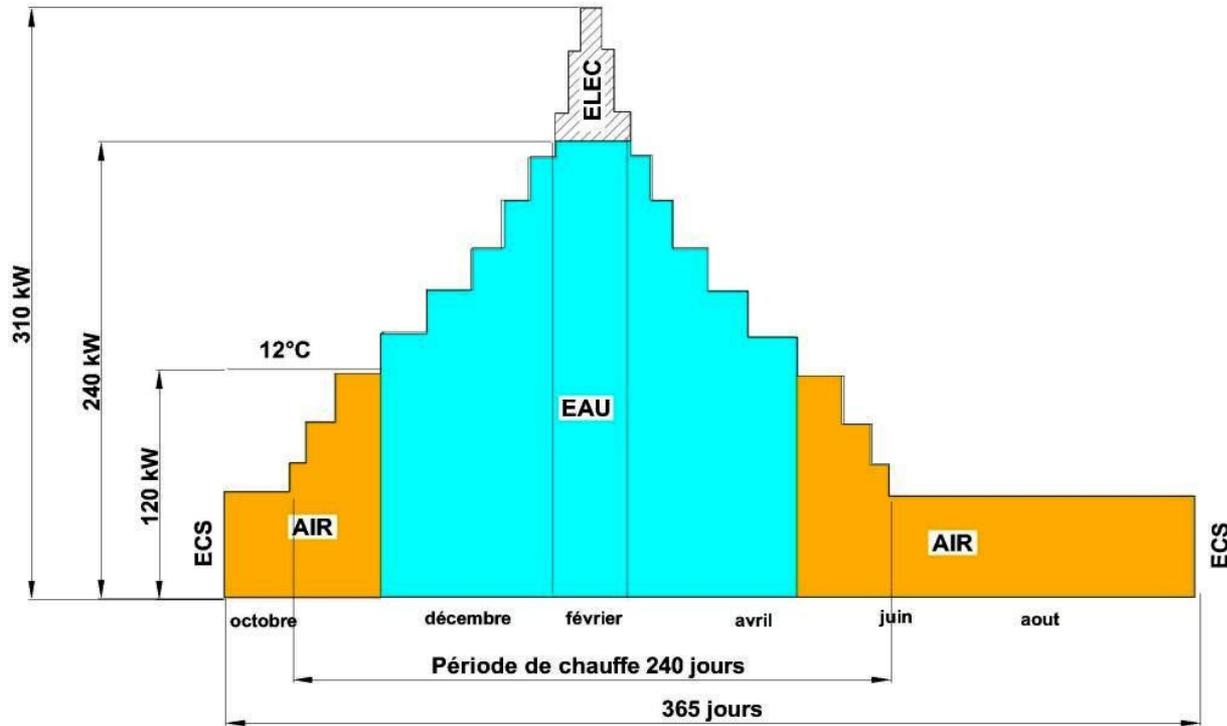
- Poste 1 avec gaz brûlés passant de 150 à 40°C environ      **0,11 MWh**

- Poste 2 Pour une période de chauffe de 240 jours et une consommation journalière de FOD de 100 litres la consommation hors période de chauffe est de  $(365 - 240) \times 1000 = 125\ 000$  kWh = 0,125 MWh soit environ le double avec les pertes en ligne      **0,25 MWh**

- Poste 3 Etant donné que celles-ci ont été très temporaires (10% du temps ?) et limitées à 23°C on peut estimer celles-ci à environ 90 000 kWh      **0,09 MWh**

Soit un besoin thermique pendant la période de chauffe de 700 000 kWh ou **0,7 MWh**

# Répartition GAZ et ENR



En absence d'isolation complémentaire, les 700 000 kWh consommés pendant la période de chauffe de 240 jours conduisent à une puissance moyenne de  $700\,000 / (240 \times 24) = 120$  kW. Pendant la période la plus froide des hivers les plus rigoureux la solution consistant à prévoir comme indiqué sur la figure un chauffage d'appoint par convecteur électrique pour compenser le fait que les radiateurs montés à l'origine sont des radiateurs haute température n'est pas la bonne solution dans le cadre d'une copropriété. Et ceci pour plusieurs raisons:

- Elle mélange les notions de chauffage privatif et collectif et avive les [conflits entre copropriétaires](#) qui peuvent en résulter,
- Elle duplique les dispositifs de comptage de l'énergie ainsi que le nombre d'émetteurs thermiques en réduisant la surface au sol dans les appartements

A défaut de se résoudre à augmenter la surface des radiateurs ou plus généralement à baisser des températures requises dans les émetteurs thermiques pour assurer le confort, il est de loin préférable d'utiliser temporairement la capacité de la combustion à délivrer temporairement des températures plus importantes en faisant cohabiter le gaz et l'électricité sur la même chaufferie. Les périodes de fonctionnement dans ces conditions extrêmes sont suffisamment courtes pour que les frais d'exploitation annuels en souffre. La combustion assure dans ce cas toute l'énergie thermique nécessaire au chauffage et à la fourniture ECS (Fonctionnement en mode bivalent alternatif). On améliore ainsi la pérennité de la génération (notion de stand by) et on justifie l'infrastructure actuelle d'alimentation en gaz dans les villes. Ceci en évitant le circuit plus complexe des PAC haute température.

# Loi conservation énergie

Energie perdue pendant la période de chauffe 700 000 kWh

**Etape 2)** Les 0,7MW perdue par déperdition dans les parois est égale à l'énergie thermique produite par la chaufferie du fait de la combustion pendant la période de chauffe (0,4 MWh) majorée de l'énergie produite par le complément thermodynamique (COP 3) générée en mi-saison, ce complément comprenant deux termes:

- l'énergie électrique d'entraînement du compresseur transformée en chaleur lors de la compression du fluide frigorigène (0,1 MWh)
- l'énergie prélevée dans l'air environnant et obtenue en le refroidissant (0,2 MWh)

On retrouve bien  $0,4 + 0,2 + 0,1 - 0,7 = 0$

**Etape 3)** Les 0,7MW perdue par déperdition dans les parois est égale à la somme des énergies prélevées dans l'environnement :

- dans l'eau de la nappe libre ou dans la rivière pendant la période de chauffe (0,3MWh)
- dans l'air environnant hors période de chauffe (0,2MWh),

*majorée*

de l'énergie électrique d'entraînement du compresseur (transformée en chaleur lors de la compression du fluide frigorigène) pendant la période de chauffe (0,1 MWh) et en mi saison (0,1 MWh)

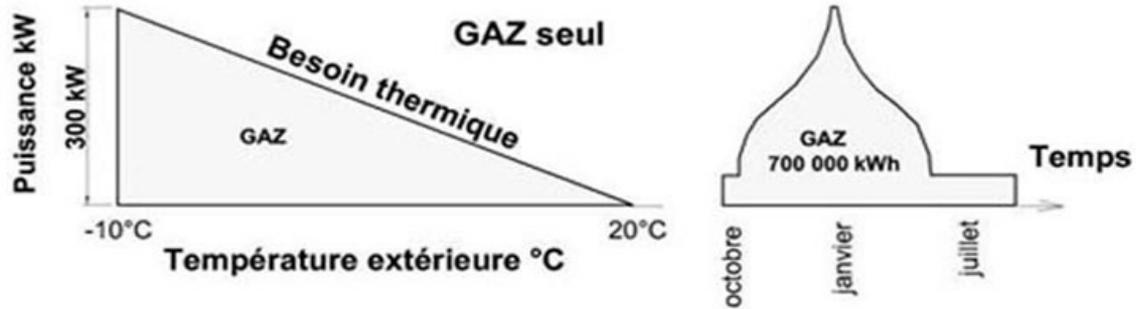
On retrouve bien  $0,3 + 0,2 + 0,1 + 0,1 - 0,7 = 0$

(COP de 4 pendant la période de chauffe avec l'eau et le même COP de 3 en mi saison avec l'air)

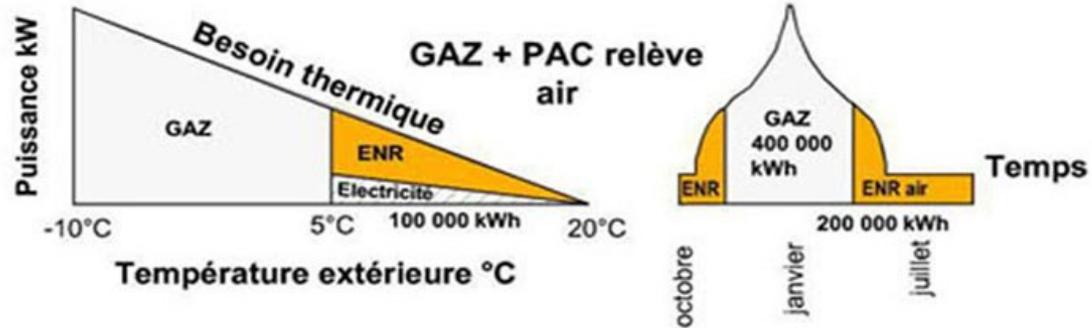
# Nouvelle chaufferie

## GAZ – relève - [substitution](#)

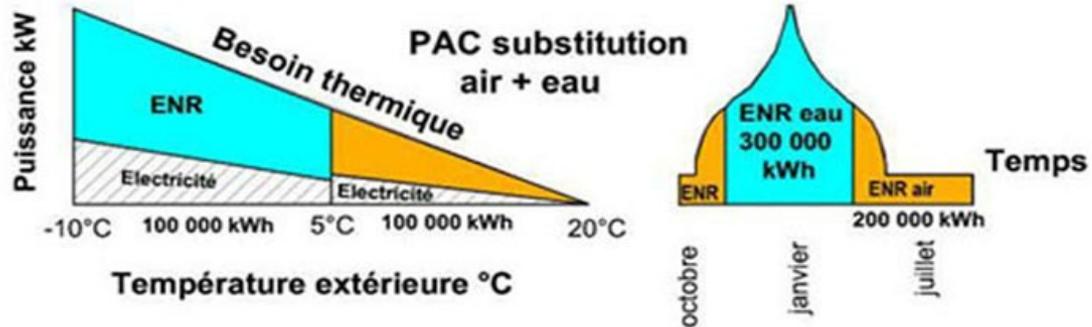
Etape 1)



Etape 2)



Etape 3)



# Répartition annuelle ENR /fluide payant

Fioul : pas d'ENR 1,1 MWh payant 115 m3 de fioul

1) GAZ seul : pas d'ENR 900 000 kWh payant -20% environ en coût fluide (amélioration rendement chaudières et -10% kWh gaz un peu moins cher)

2) Gaz + PAC *air* (relève) : ENR1 250 000 kWh gratuit  
125 000 kWh payés à EDF + 525 000 kWh payé à GDF = 900 000 kWh thermique

3) PAC *eau* + *air* (substitution) : ENR 2 640 000 kWh gratuit + 260 000 kWh à EDF = 900 000 kWh thermique (Les chaudières GAZ non utilisées restent en stand-by)

*Energie primaire (EP)* Fioul, gaz, électricité

# Investissement génération initial

	Total
1) GAZ seul :	200 000 €
2) Gaz + PAC <i>air</i> (relève) :	
	200 000 + 125 000 € = 325 000 €
3) PAC <i>eau + air</i> (substitution) :	
	325 000 + 170 000 € = 495 000 €

Voir détail prix sur devis Secotherm et [la feuille de route](#).

Prix établis à partir info Eurotec (2009) pour la chaufferie GAZ + PAC air de 250 000 € pour une chaufferie de 2x 400 = 800 kW

et à partir du livre de BRGM édition de Jean Lemale (2008)

# Retour sur investissement (RI)

## hors aide fiscale

Le RI est égal au montant de l'investissement initial exprimé en € par kWh économisé annuellement, divisé par le prix du kWh également en €

### *Exemple 1*    **GAZ seul**

On investi 200 000 € pour économiser annuellement 200 000 kWh d'EP soit un € par kWh économisé annuellement le RI est de 10 ans compte tenu du coût de l'énergie primaire à 0,1 €/kWh (FOD à un € le litre)

### *Exemple 2*    **GAZ + PAC air (relève)**

On investi 150 000 € supplémentaire pour économiser annuellement 250 000 kWh d'EP soit 0,6€ par kWh économisé annuellement le RI est de 6 ans pour un prix de l'énergie primaire à 0,1 €/kWh

*Exemple 3*    **PAC eau + air (substitution)** : On investi 170 000 € supplémentaire pour économiser annuellement 300 000 kWh d'EP supplémentaire soit 0,57€ par kWh économisé annuellement le RI est de 5,7 ans pour un prix de l'énergie primaire à 0,1 €/kWh

# CO2 annuel selon fluide

1) Fioul 1,2 MWh x 466 = 560 tonnes

2) GAZ seul 1 MWh x 242 = 242 tonnes  
Gain 560 – 242 = 318 tonnes

3) GAZ + PAC air (relève) Électricité 18 tonnes  
Gaz 121 tonnes  
Gain 560 – (18 + 121) = 421 tonnes

4) PAC eau + air (substitution) Électricité 36 tonnes  
Gain 560 - 36 = 524 tonnes

**Nota** Les chaudières GAZ restent en stand-by avec cette dernière solution

Les [diagnostics de performances](#) affichés dans les agences immobilières prouvent la sensibilisation de l'état français à "[l'empreinte carbone](#)" des bâtiments

# Aides fiscales

Les aides fiscales ne sont malheureusement pas calculés en fonction du coût réel de réduction du CO2 estimé à 80 € la tonne. Pour respecter ses engagement européens, la France devrait pourtant éviter de tout laisser partir dans l'atmosphère ce qui conduirait à une dépense annuelle de :

2) GAZ seul  $318 \times 80 = 25\,000 \text{ €}$

3) GAZ + PAC air (relève)  $421 \times 80 = 33\,600 \text{ €}$

4) PAC eau + air (substitution)  $524 \times 80 = 42\,000 \text{ €}$

Soit une dépense 20 fois supérieur sur une période de 20 ans

# Isolation

# Le retour sur investissement (avertissement)

Devoir investir 2 € par kWh économisé annuellement  
avec un prix de revient de l'énergie primaire à 0,1 €/kWh  
entraîne un temps de retour économique de 20 ans

Avec mes meilleures salutations, M. LEPE [1]

## Déperditions terrasse haute coté sud

Surface terrasse  $9,6 \times 50 = 480 \text{ m}^2$  (voir rectangle rouge sur page suivante)

Si cette deuxième terrasse est isolée avec une épaisseur de 10 au lieu de 5 cm actuellement (ajout de 5 à  $0,44 \text{ kWh/m}^2 \text{ et } ^\circ\text{C}$  ou tout refaire) le gain thermique sur un an (Toujours pour DJU 2400 sur 240 jours  $\Delta T$  de  $10^\circ\text{C}$ ) est de

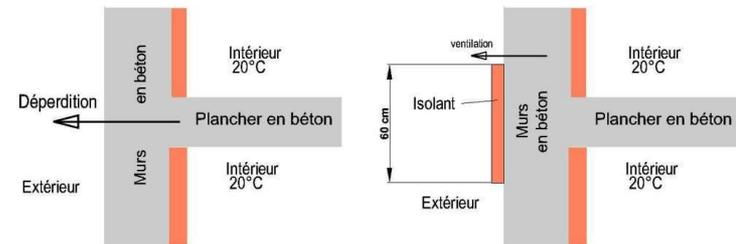
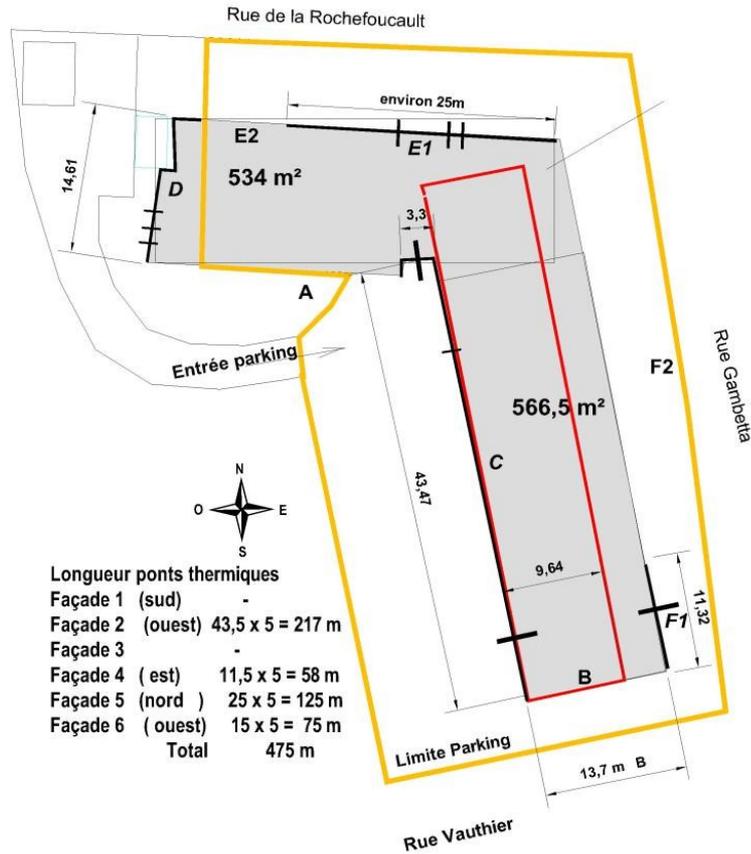
$480 \times 10 \times 0,44 \times 240 \times 24 = \mathbf{12\ 000\ kWh}$

## Problème de l'isolation planchers bas

Le [problème de l'isolation des planchers bas de l'immeuble](#) est un problème délicat.

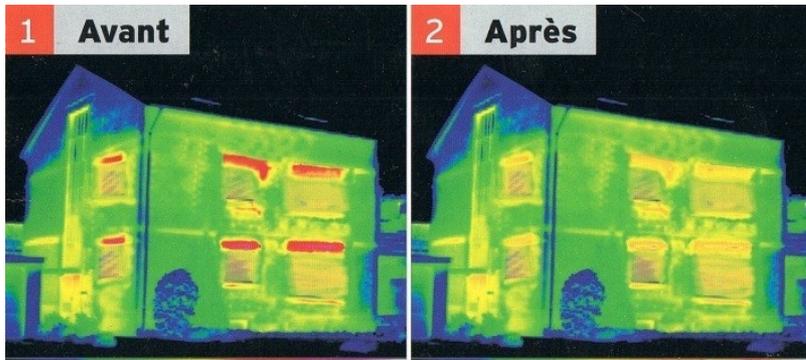
Après étude et déplacement d'un spécialiste, il apparait préférable de concentrer notre action sur l'amélioration de l'isolation des tuyauteries sanitaires existantes que l'on peut considérées être hors bâti.

# Déperditions ponts thermiques planchers



La pose d'un isolant (éventuellement type PIV) évite une déperdition moyenne annuelle voisine de 30 watt/par mètre linéaire de pont thermique (Pour DJU 2400 sur 240 jours  $\Delta T$  de 10°C) soit une déperdition moindre de **82 000 kWh** pendant la période de chauffe de 240 jours compte tenu de la longueur de ces ponts thermiques sur les façades non balconnées de 475 mètres

# Déperditions Boitiers volets roulants



## FR BE ISOLATION DE BOÎTIER À VOLET ROULANT

Baisse de 40% de la perte de chaleur\*

Adaptée aux boîtiers à volet roulant dans les anciens et nouveaux bâtiments

Économie d'énergie grâce à une isolation efficace

Protège efficacement des courants d'air froids, de l'humidité et de la moisissure

Réduit considérablement le bruit en général et le bruit de la route

Découpe exacte grâce à un quadrillage imprimé

Montage simple - aucune mousse expansive nécessaire

1 Avant : boîtier à volet roulant sans isolation - forte déperdition

2 Après : boîtier à volet roulant isolé - presque pas de déperdition

3 Mise en place par l'intérieur par l'avant ou le dessous

4 Excellente isolation de la chaleur

5 Protection efficace contre les courants d'air et l'humidité

6 Réduction phonique efficace

7 Confection particulièrement simple

Set complet composé d'une plaque isolante d'une épaisseur de 13 mm (50 x 100 cm), cale d'isolation (24 x 100 cm) et ruban d'étanchéification

Plaque isolante composée d'un noyau isolant la chaleur revêtu d'un film imperméable à l'air et à la vapeur

Plaque isolante suffisante pour un boîtier de volet roulant d'une largeur de 100 cm, facile à adapter au boîtier

Instructions de montage au dos, à conserver

Classement au feu : E selon la norme de réaction au feu EN 13501-1

\*comparé à un boîtier à volet roulant sans isolation

FR CH BE

1<sup>er</sup> étape: Dévissez le coffre de volet roulant et retirez prudemment le caisson. Éliminez les salissures éventuelles, d'anciennes traces de colle et isolations sur le dos du couvercle du coffre de volet roulant. Afin d'assurer un montage plus aisé de l'isolation du coffre de volet roulant, éliminez les résidus de crépi/plâtre éventuels dans le coffre.

2<sup>e</sup> étape: Pour mesurer et pour plus de liberté de mouvement, baissez le volet roulant lors du montage. Mesurez la profondeur du coffre depuis le bord extérieur du châssis de fenêtre jusqu'au bord intérieur du coffre du volet.

3<sup>e</sup> étape: Mesurez l'écart entre la paroi intérieure latérale du coffre jusqu'au début de l'embrasure de fenêtre correspondante (séparé à gauche et à droite).

4<sup>e</sup> étape: Découpez la clavette isolante pour les côtés droit et gauche du coffre à la largeur (<->) et profondeur correspondantes (la largeur de la clavette ne devant pas être inférieure à env. 10 cm. Veillez à ce que la clavette soit enfoncée à au moins 5 cm env. dans l'embrasure de fenêtre).

5<sup>e</sup> étape: Recouvrez un côté longitudinal du panneau isolant de la bande d'étanchéité fournie (renforce la capacité de glissement lors de l'installation dans le coffre).

6<sup>e</sup> étape: À présent, découpez deux bandes étroites du panneau isolant à la largeur (<->) des clavettes isolantes latérales.

7<sup>e</sup> étape: Courbez avec force en avant le panneau isolant pour l'arrondir. Cette opération est nécessaire pour assurer l'encaissement dans le coffre (un plissement du film est normal). Remarque pour épaisseur de matériau 25 mm : la mousse isolante bleue forme le côté extérieur du panneau isolant courbé.

8<sup>e</sup> étape: Vous utiliserez l'une des deux bandes isolantes étroites pour mesurer la longueur de l'arc de courbure. Insérez d'abord le bord glissant initialement recouvert de bande d'étanchéité. Alignez la bande isolante au bord inférieur du coffre du volet, puis marquez la bande. Coupez ensuite la bande d'environ 1,5 à 2 cm.

9<sup>e</sup> étape: Placez encore une fois provisoirement la bande étroite sur le côté du guidage de la sangle et tracez l'ouverture requise pour la sangle (avec un feutre par ex.).

10<sup>e</sup> étape: Ensuite, découpez l'ouverture pour la sangle (avec un cutter, par ex.).

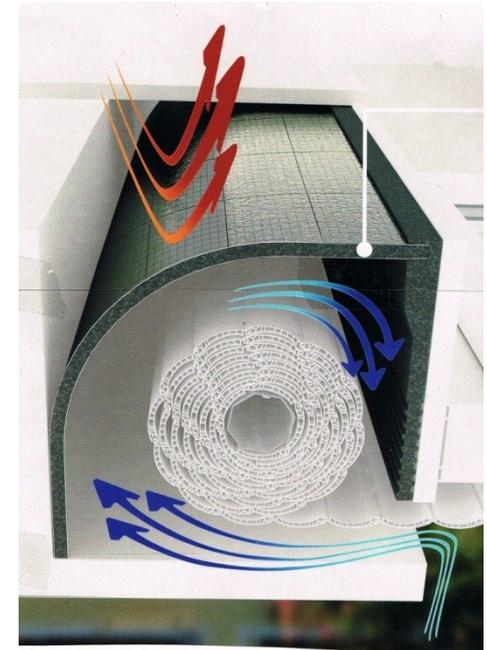
11<sup>e</sup> étape: Enfoncez latéralement à droite et à gauche les bandes isolantes étroites avec la clavette isolante dans le coffre.

12<sup>e</sup> étape: Mesurez la largeur de l'ouverture restante et découpez les panneaux isolants restants aux dimensions correspondantes (profondeur des panneaux isolants conformément aux bandes isolantes déjà insérées à droite et à gauche). Avant la pose des panneaux isolants aux dimensions plus importantes, recouvrez maintenant également le second bord longitudinal (en face du bord déjà recouvert de bande d'étanchéité) de la bande d'étanchéité fournie. Ceci facilitera l'insertion ultérieure dans la rainure de la clavette isolante.

13<sup>e</sup> étape: Posez maintenant les autres panneaux isolants dans le coffre. Ensuite, collez hermétiquement tous les bords des panneaux isolants avec la bande d'étanchéité fournie.

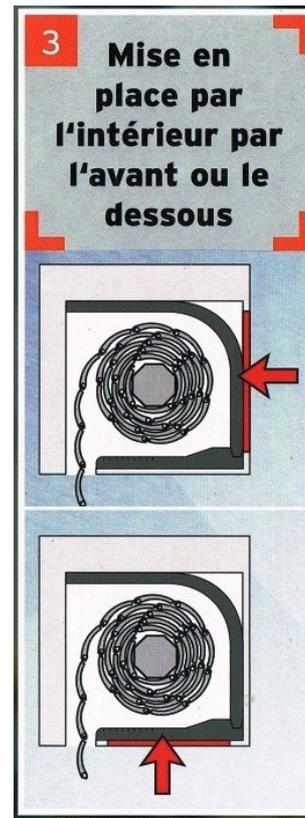
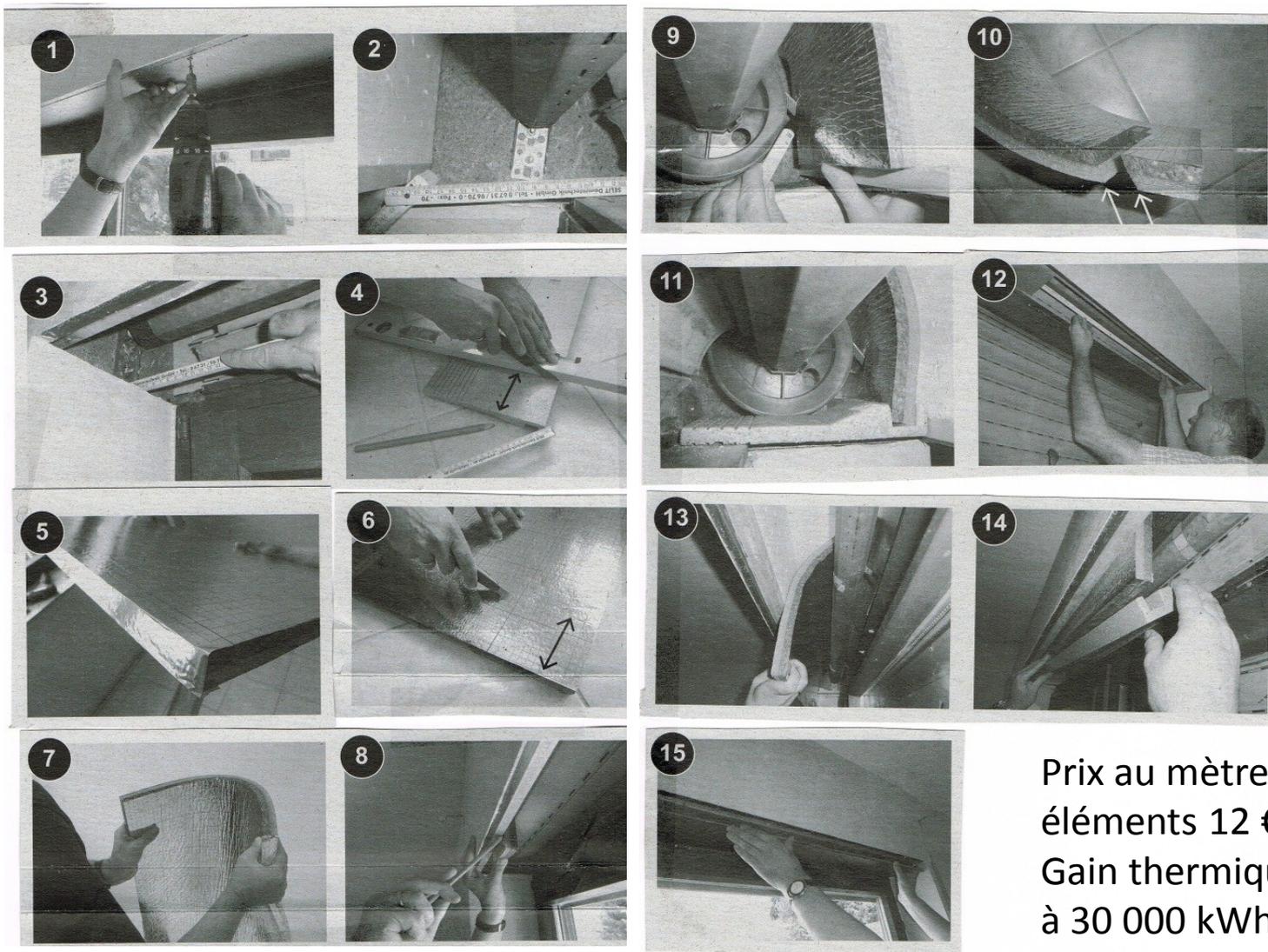
14<sup>e</sup> étape: Découpez les clavettes isolantes restantes nécessaires dans la largeur des panneaux isolants déjà découpés et insérez-les dans le coffre du volet. Insérez le panneau isolant dans la rainure de la clavette isolante et poussez-le vers le haut. Puis, collez hermétiquement tous les coins de la clavette isolante avec la bande d'étanchéité fournie.

15<sup>e</sup> étape: Pour finir, remettez le couvercle du coffre du volet à sa place, et voilà !!!



Adapté aux boîtiers de volets roulants des bâtiments anciens, la mise en place de ces isolants peut se faire par l'avant ou le dessous du boîtier. La protection est double: thermique (courant d'air froid, humidité, et moisissure) et phonique (bruite de la route). Montage simple, pas de mousse expansive. Découpe de l'isolant à la dimension des boîtiers existants facilité grâce à un quadrillage imprimé. IAN 66755  
Procédure mise en place page suivante

# Mise en place de l'isolant



Prix au mètre linéaire des deux éléments 12 €  
Gain thermique annuel estimé à 30 000 kWh

Longueur totale à isoler environ 500 m (7 ml en moyenne par appartement )

# Déperditions thermiques fenêtres

Il y a 660 m<sup>2</sup> de fenêtres dans notre immeuble pratiquement toutes en simple vitrage et le coefficient de déperdition correspondant: 5,7 W/m<sup>2</sup> et °C. Le passage en double vitrage 4/16/4 ou 4/12/4 conduit à un nouveau coefficient de déperdition voisin de 1,7 W/m<sup>2</sup> et °C soit un gain de 4 W/m<sup>2</sup> et °C. En passant en double vitrage sur toutes ces fenêtres c'est 660 x 4 x 10 x 240 x 24 = 150 x 10<sup>6</sup> Wh

On économise donc annuellement

**150 000 kWh.**

Cette rénovation thermique peut se faire de deux façons:

- en solution rénovation au prix approximatif de 500€/m<sup>2</sup>
- en solution vitrier au prix approximatif 200€/m<sup>2</sup> ces prix étant des valeurs maximum

Il est important de faire une **demande de résolution au syndic proposant de passer les fenêtres en bien collectif au lieu de privatif pour la rénovation thermique de l'immeuble.** (Elles sont encore considérées en France comme privative). La conséquence d'un vote <positif > sera que chaque propriétaire pourra se voir imposer de passer en double vitrage en solution minima vitrier de 200€/m<sup>2</sup> (soit prix moyen par appartement de 2200€ , prix sujet à variation au prorata des surfaces vitrées de chaque appartement défini selon les gabarits approuvés lors de la dernière AG)

L'approbation de cette résolution ne présente un intérêt pour la copropriété que si la **résolution relative à la prise en charge de l'étude thermique par un ingénieur en génie climatique est prise au préalable.** Dans ce cas les travaux de rénovation thermique rentrent dans le cadre d'un "bouquet de travaux" qui rendent l'investissement de départ éligible à l'aide fiscale. Environ 35 à 55 % du montant global de l'investissement au titre du fond chaleur selon la solution adoptée pour le complément ENR.

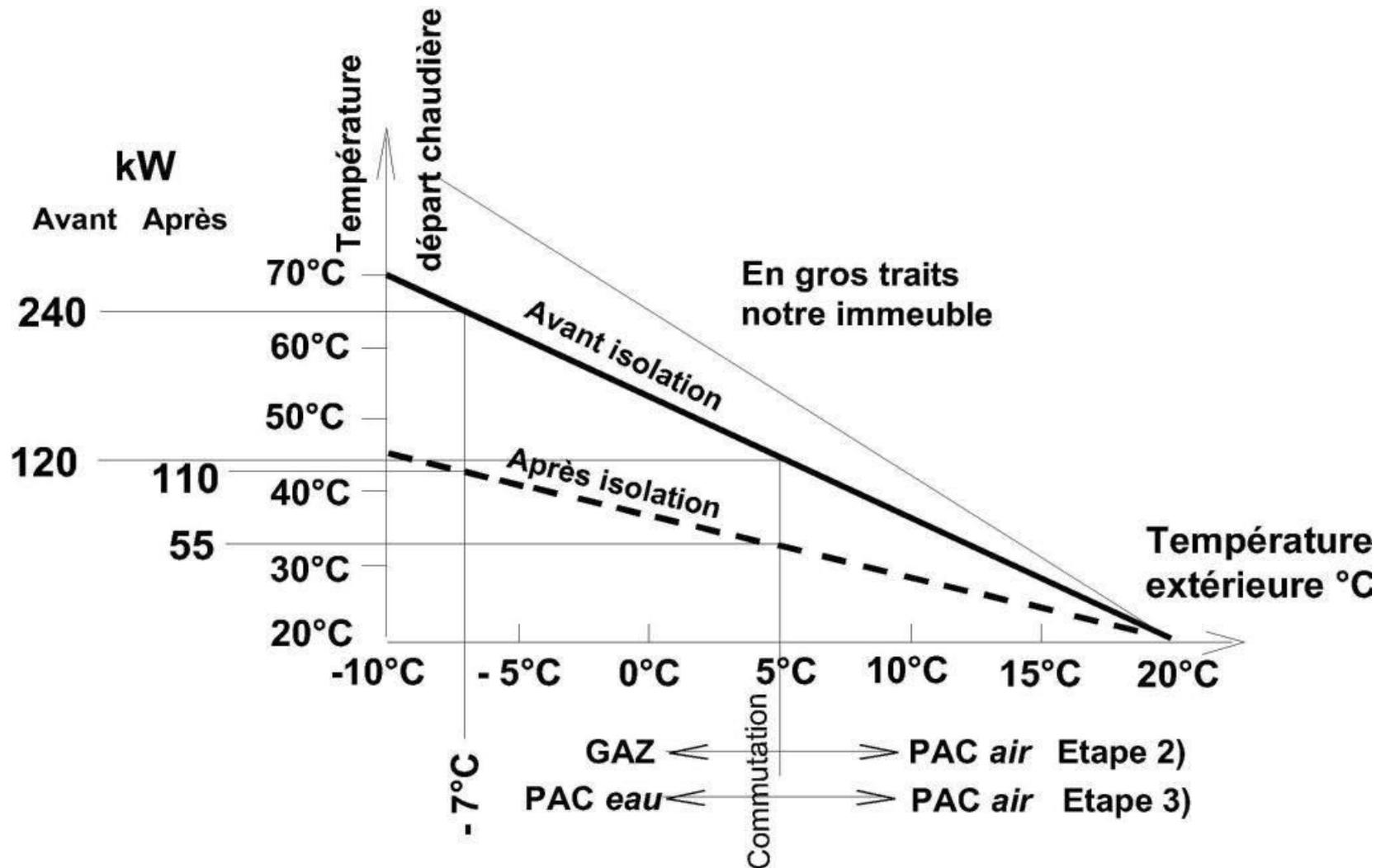
Les autres avantages de ces deux résolutions sont, si elles sont toutes les deux adoptées sont également :

- prix quantitatif permettant de réduire les coûts avec une réduction envisageable des prix maximum de 500€/m<sup>2</sup> en solution rénovation et de 200€/m<sup>2</sup> en solution vitrier.
- Le gain de 150 000 kWh sur la consommation annuelle qui en résulte (Supérieur à 10% de nos charges combustible)
- L'amélioration du confort de vie (température ressenti)
- La suppression des radiateurs électriques d'appoint lors de l'implantation du complément ENR 2

# Déperdition après isolation

Avant isolation		700 000 kWh
Terrasse haute coté sud	<b>12 000 kWh</b>	
Ponts thermiques planchers	<b>82 000 kWh</b>	
Ponts thermiques volets roulant	<b>30 000 kWh</b>	
Déperditions thermiques fenêtres	<b>150 000 kWh.</b>	
Gain global		274 000 kWh
Nouvelle déperdition	<b>426 000 kWh</b>	

# La courbe de chauffe

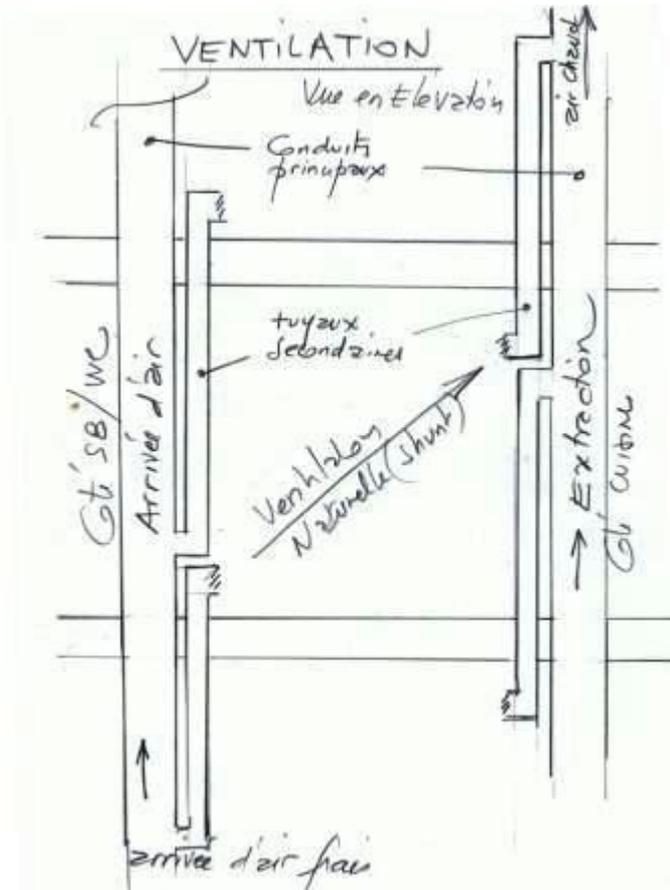


# Ventilation

La ventilation actuelle appelée ventilation shunt est naturelle. (voir figure) Il y a une gaine d'admission et d'extraction pour la salle de bain et les WC de chaque appartement. Dans un premier temps un nettoyage de ces gaines est souhaitable

Le nettoyage de la ventilation actuelle est probablement nécessaire.

Une légère ventilation mécanique contrôlée (VMC) pourrait éventuellement être adjointe en tirant légèrement l'air avec un ventilateur situé en partie haute (en terrasse) sur la gaine d'extraction. Renouvellement de l'air de l'immeuble à prévoir environ 3 fois par jour environ. Au maximum. Pour réduire les pertes thermiques il est peut-être possible, en inversant le sens d'écoulement dans la gaine d'admission d'ajouter un échangeur de température air/air sur la sortie de la gaine d'extraction de telle sorte la gaine d'admission soit alimentée en air tiède.



Un peu de technique

# Les émetteurs thermiques

Baisser la température du circuit de chauffage dans les pièces de vie en améliorant le confort est possible en augmentant la surface de chauffe des radiateurs hydrauliques.

Certes, cette possibilité intéressante ne modifie pas le besoin thermique et il faut purger l'ensemble du réseau à chaque remplacement de radiateur. Elle présente toutefois deux avantages importants: Elle évite les traces noirâtres sur les murs et surtout, elle améliore les performances du chauffage thermodynamique (*Avantage important quand l'on sait qu'en diminuant de 10°C la température dans le circuit de chauffage on améliore le COP de 20% à 30 % ce qui revient à dire que l'on augmente le prélèvement d'ENR gratuite dans l'environnement de 30 à 45% sur la base d'un COP initial de 3*)

Il ne faut pas confondre la surface de chauffe et la surface frontale du radiateur. En doublant la surface frontale avec le même design de radiateur, celui-ci diffuse la même puissance dans la pièce de vie avec une différence entre la température de l'eau circulant dans les radiateurs et l'ambiance deux fois plus faible. Une action de ce type peu être envisagée ponctuellement pour un appartement défavorisé en ce qui concerne l'exposition ou pour satisfaire une personnes âgée ayant besoin d'une température ambiante plus importante. Elle peut aussi être planifiée pour l'ensemble des appartements.

Design des anciens radiateurs en acier Acova  
Surface de chauffe = Surface frontale x 4

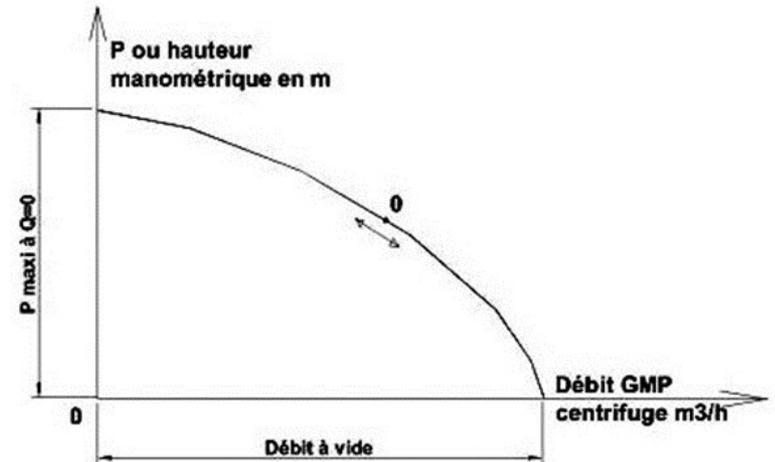
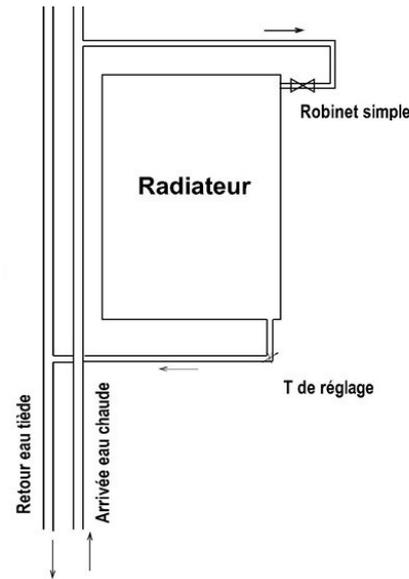


Avant

Après



# Le robinet d'isolement et le T de réglage



Les [deux orifices en série](#) constitués par le robinet simple à commande manuelle et le T de réglage situé généralement en aval constituent, en liaison avec la pompe centrifuge assurant la circulation de l'eau de chauffage, un dispositif simple permettant à l'occupant, si le T de réglage et les radiateurs sont bien calibrés, de régler manuellement la température dans la pièce. Le robinet à *usage privatif* peut être utilisé pour isoler les radiateurs et baisser la température. Si tous les robinets sont fermés la hauteur manométrique est maximum. Si tous les robinets sont ouverts, par exemple pendant une opération de désembouage (nettoyage du réseau hydraulique) le débit de la pompe centrifuge augmente, la pression manométrique diminue (voir figure de droite) ce qui peut altérer le chauffage des appartements situés aux étages supérieurs. Le calcul du [réseau hydraulique](#) et le dimensionnement de l'orifice de passage de l'eau chaude dans le T est de la responsabilité de l'installateur. Un système non finalisé avec un mauvais réglage de cet orifice peut créer des litiges entre les copropriétaires lorsqu'il considèrent que le T de réglage est à *usage privatif*.

# L'équilibrage thermique

Depuis longtemps, il a été constaté un certain mécontentement particulièrement pour les appartements les plus éloignés de la chaufferie (à l'extrémité de l'aile sud).

Les appartements se répartissant en trois types:

- ceux pour lesquels une température correcte de 20 à 22 °C pouvait être atteinte à condition que les radiateurs ne soient pas ouverts en grand.
- ceux toujours trop chauffés, même si les radiateurs étaient presque ou entièrement fermés
- ceux insuffisamment chauffés même si les radiateurs étaient grand ouverts

Ce problème qui remonte à l'origine de l'immeuble est survenu par le fait que le T de réglage ne sert pas seulement à isoler le radiateur pour démontage, il sert aussi à le fermer plus ou moins pour diminuer le débit allant vers les appartements trop bien chauffés ou inversement l'augmenter vers les appartements insuffisamment chauffés. Dès l'origine le promoteur a installé le T de réglage sans précaution. En fonction des récriminations des Copropriétaires mal chauffés, on surchauffe en permanence. Les Copropriétaires trop chauffés profitent de cette aubaine, ouvrent leurs fenêtres et profitent d'un confort accru: chaleur et aération. Ceci en n'améliorant en rien le sort des appartements mal chauffés. L'équilibrage des appartements est donc à revoir privativement. Ceci en prévoyant des T de réglage plus élaborés techniquement (compensé en pression ou dans lesquels la fonction réglage du débit ne soit pas affecté par une obturation pour démontage, voire en supprimant ces T et en prévoyant des robinets thermostatiques compte tenu du fait que depuis que le désembouage est effectué la teneur en particules métalliques est considérablement réduite la dépollution magnétique restant de plus en permanence opérationnelle

# L'équilibrage thermique (suite)

Il faudra donc probablement se résoudre à redéfinir les besoins thermiques des appartements situés dans cette partie de l'immeuble. Pour les autres zones de l'immeuble moins défavorisées une enquête de satisfaction effectuée il y a deux ans a montré que les PB étaient moindres et que les occupants pouvaient éventuellement se soustraire à ces ajustements.

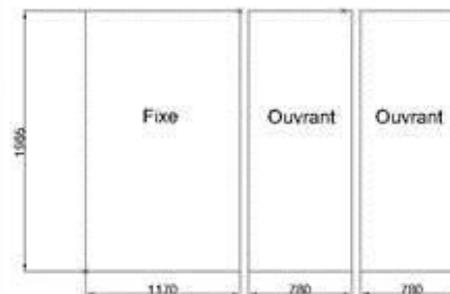
Un appartement type a été pris pour exemple. Voir son plan page suivante. Il est situé au 1<sup>er</sup> étage sensiblement au milieu de l'aile sud. Etude faite pour un appartement en simple vitrage. Nous devrions nous situer sensiblement dans la colonne du milieu

TABLEAU DE PUISSANCE DES RADIATEURS EN WATH  
CORRESPONDANT AU VOLUME A CHAUFFER PAR PIECE

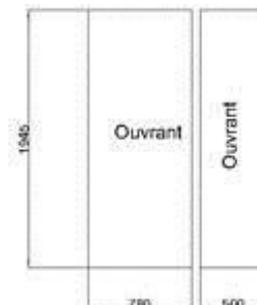
Pieces	Apt bien isolé	Apt moyennement isolé	Apt pas isolé
R1 – Séjour	1 449,22 W	1739,07 W	2 028,72 W
R2 – Chambre n° 2	810,00 W	972,00 W	1 134,00 W
R3 – Salle de bain	236,25 W	283,50 W	330,75 W
R4 – Chambre n° 1	627,75 W	753,30 W	878,85 W
R5 – Cuisine	506,25 W	607,50 W	708,75 W

Plomberie de la Reine  
70, route de la Reine  
92100 Boulogne  
RCS Nanterre 529 575 680

Grandes portes fenêtre NB 50

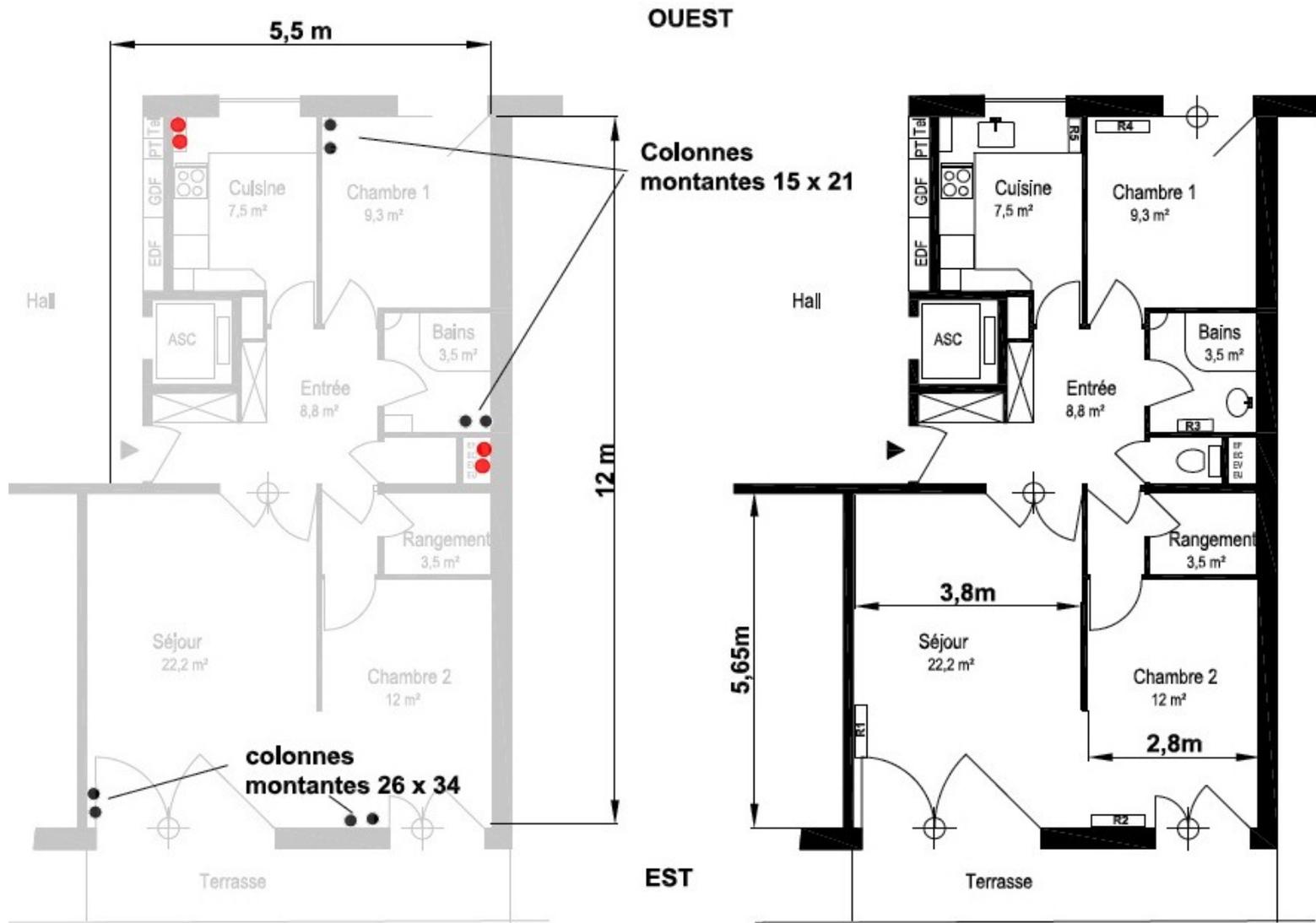


Portes fenêtre NB 126



Un ouvrant avec poignée, l'autre avec 2 loquets haut et bas  
Cotes hors tout - épaisseur bois existant 45 mm

# L'équilibrage thermique (suite)



En rouge: eau chaude sanitaire (2 colonnes )  
En noir circuit chauffage (3 colonnes)

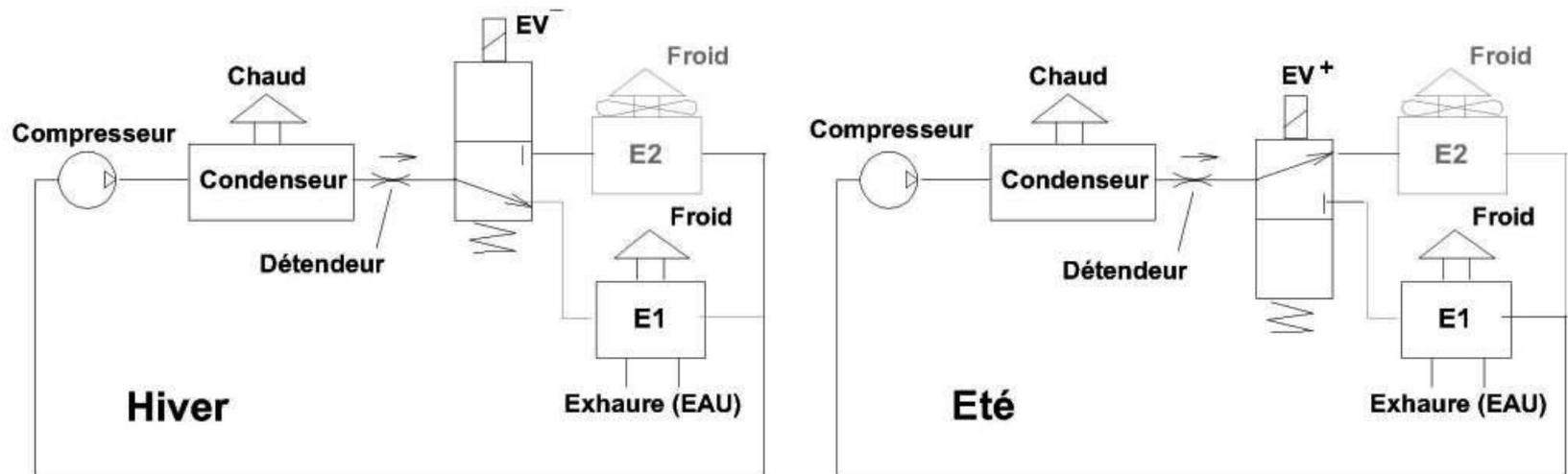
# Les chaudières gaz de 320 kW unitaire



La chaufferie gaz serait composé de deux chaudières De Dietrich C610700 comme celle montrée sur la photo de gauche mais assemblée l'une sur l'autre. Sur la figure centrale l'arrivée d'air de combustion et de gaz naturel avec les variateurs assurant une plage de 20 à 100% en puissance de chauffe. Evacuation des gaz brûlés en inox. On remarque sur la figure de droite, la possibilité de prévoir deux retours (tuyauterie bleu) avec évacuation du condensat en bas sur cette figure

Nota caractéristique intéressante le dispositif de condensation est incorporé aux chaudières

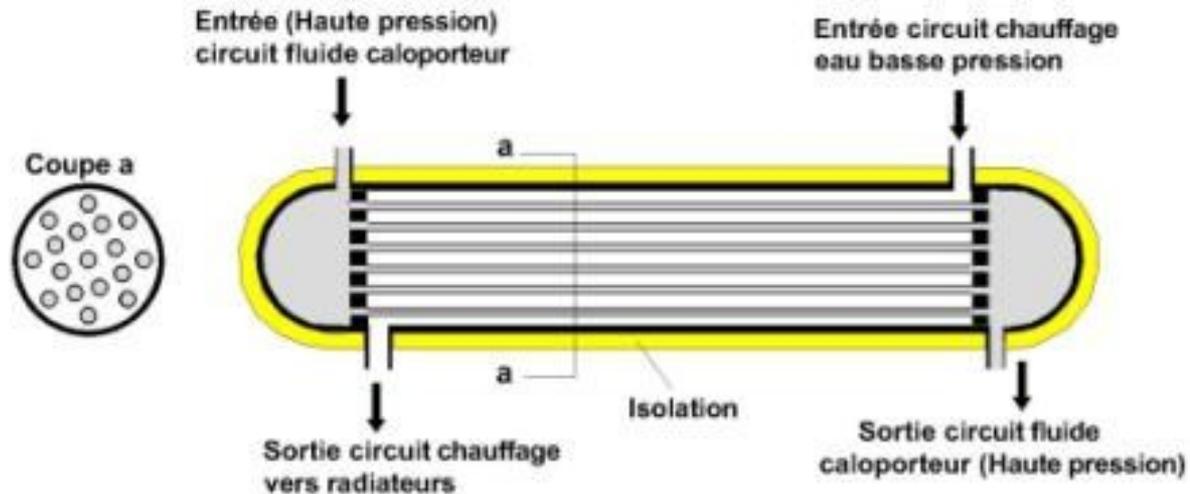
# Commutation période de chauffe/hors période



La combinaison de deux évaporateurs distincts tirant leur énergie dans l'air pendant l'été lorsque la rivière est à l'étiage, et dans l'eau de la rivière en période hivernale lorsque l'eau est abondante améliore les performances de la pompe à chaleur et facilite l'entretien de l'exhaure pendant l'été dans le cas du pompage de l'eau dans une nappe libre en liaison avec la rivière. L'électrovalve 3 voies à pilotage externe montée sur le circuit du fluide caloporteur assure la commutation. La production d'énergie thermique renouvelable assurant le chauffage urbain dans l'ancien serait ainsi assurée au rythme des saisons :

- Par l'évaporateur aérothermique E2 en été lorsque la rivière est à l'étiage avec un risque de manque d'eau. (EV2 sous tension).
- Par l'évaporateur aquathermique E1 en hiver lorsque la nappe phréatique est au plus haut sans que le rendement ne soit affecté par le dégivrage inconvenient majeur de la PAC aérothermique (EV1 hors tension).

# Le condenseur



Étanche et isolé le condenseur n'est autre qu'un échangeur à contre courant assurant le transfert thermique provenant de la condensation du fluide caloporteur vers le circuit d'eau chaude des radiateurs ou vers l'échangeur à plaques du circuit ECS.

La puissance thermique maximum à transmettre est voisine de 120 kW en mode aérothermique et sensiblement le double en mode aquathermique

# Les ballons tampon

On recommandait lors du dimensionnement des anciennes pompes à chaleur de prévoir un ballon tampon soigneusement isolé ayant une taille de 15 litres par kW thermique utile. Ce serait donc un ballon de  $15 \times 280 = 4200$  litres soit environ  $4\text{m}^3$  qui serait nécessaire. En pratique l'arrivée des solutions « inverter » n'obligent pas à prévoir un volume aussi important sur le circuit chauffage les compresseurs tournant en permanence. Cela est différent pour le circuit de l'eau chaude sanitaire compte tenu du besoin journalier voisin de  $4\text{ m}^3$  ( $1500\text{m}^3$  d'eau chaude à l'année). Pour générer  $4\text{ m}^3$  d'eau chaude, il faut  $200\text{ kWh}$  ( $50\text{ kWh/m}^3$ ).

Si on se donne  $2\text{h}^*$  pour le faire il faut une puissance de  $100\text{ kW}$  puissance (environ  $120\text{ kW}$  avec les déperditions dans les tuyaux), puissance qui peut facilement être délivrée en mode aérothermique et à fortiori en mode aquathermique deux fois plus puissante . En pratique une production de l'eau chaude sanitaire coté génération en semi-instantanée avec un ballon ECS de  $2\text{ m}^3$  est suffisant

\* Compte tenu de la constante de temps thermique de notre immeuble ( $300\ 000\text{s}$ ), si l'on devait couper le chauffage  $2\text{h}$  pendant la nuit pour le faire la température dans les appartements ne chuterait que de un degré à peine

# Régime de température dans les ballons en transitoire

Pertes par défaut de calorifugeage mises à part, la loi de conservation de l'énergie permet de dire que la puissance apportée par la génération  $P_g$  (Chaudière ou PAC) aux ballons diminuée de celle consommée vers le chauffage ( $P_c$ ) ou l'ECS ( $P_{ecs}$ ) est égale à la vitesse à laquelle l'énergie interne  $m c dT/dt$  dans le ballon tampon se modifie.

Si la puissance prélevée dans le ballon est inférieure à la puissance apportée par la génération la température dans le ballon augmente et inversement si le besoin en eau chaude est important alors que la génération a du mal à suivre, la température dans le ballon diminue. Exemples:

- *Chauffage* avec ballon de 1 m<sup>3</sup> + 2m<sup>3</sup> de volume tuyauteries

Si  $P_g = 300 \text{ kW}$  et  $P_c = 200 \text{ kW}$  > énergie interne + 100 kW

Accroissement de la température de l'eau dans le ballon chauffage

On a  $P_g - P_c = m c dT/dt$  soit  $dT/dt = 100\,000 / mc = 100\,000 / (3000 \times 4180)$

= + 0,008 °C / s ou + 28 °C/heure

- *ECS* avec ballon de 2 m<sup>3</sup>

Si  $P_g = 100 \text{ kW}$  et  $P_{ecs} = 120 \text{ kW}$  > énergie interne - 20 kW

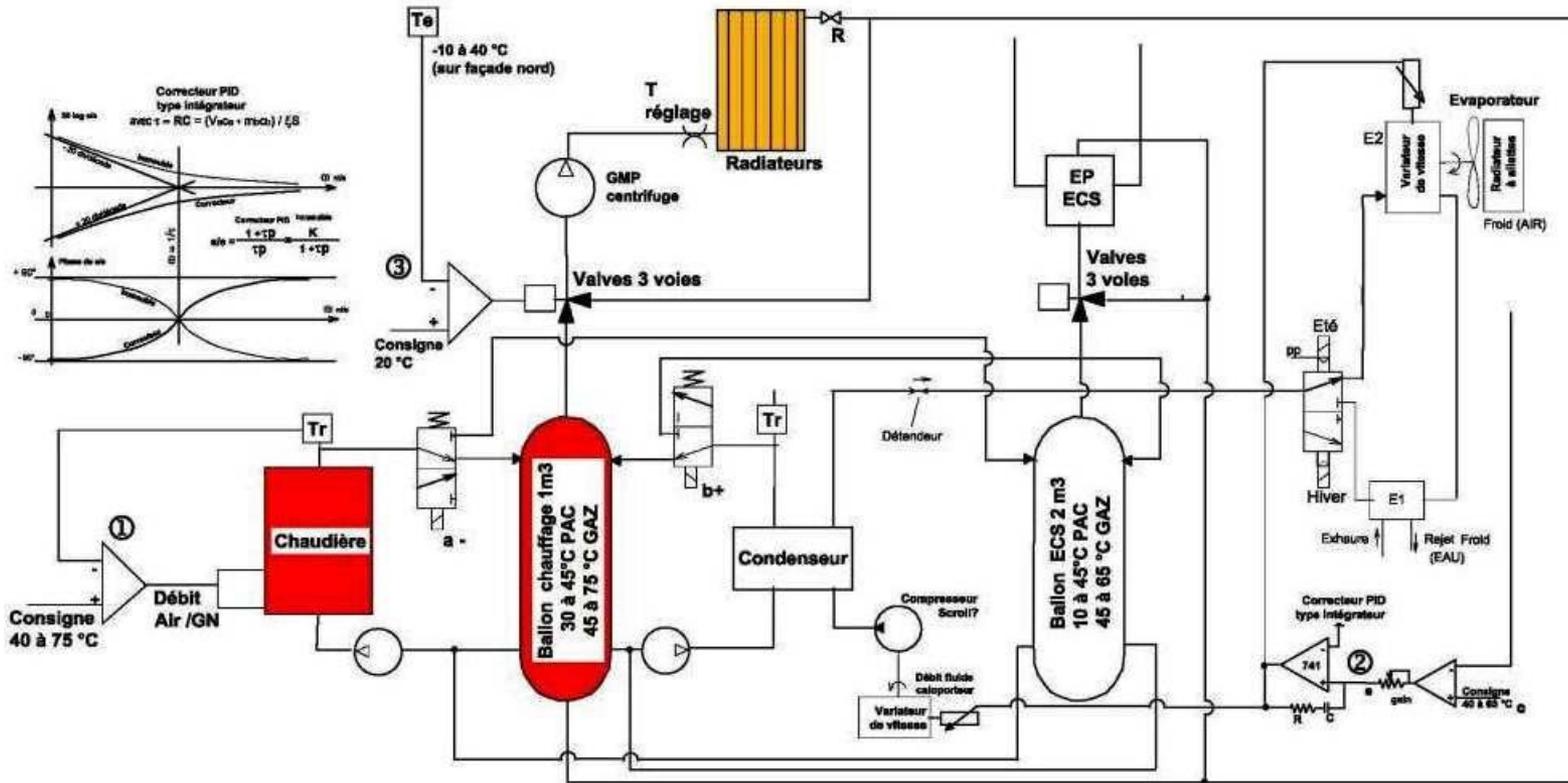
Diminution de la température de l'eau dans le ballon ECS

On a  $P_g - P_{ecs} = m c dT/dt$  soit  $dT/dt = -20\,000 / mc = -20\,000 / (2000 \times 4180)$

= - 0,0025 °C / s ou - 8,6 °C/heure

# La régulation: Fournir le besoin efficacement

## GAZ vers chauffage 45 à 75 °C

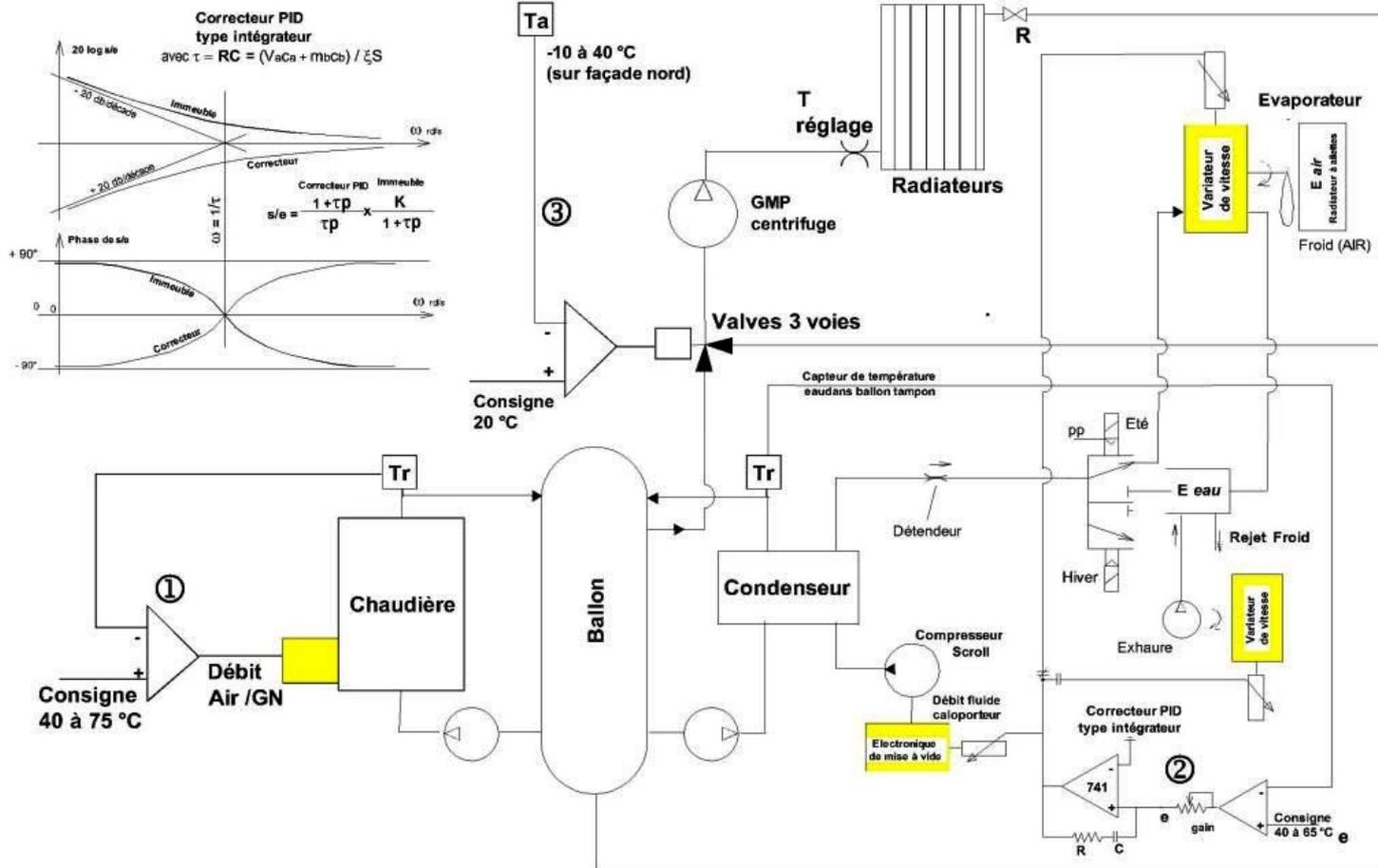


### Les différentes boucles (cohabitation GAZ – PAC)

- ① La boucle GAZ réglant la température de l'eau dans les ballons chauffage entre 45 à 75 °C et ECS 45°C à 75°C
- ② La boucle PAC réglant la température dans les ballons chauffage 30 à 45 °C et ECS 10 à 45°C
- ③ La boucle externe réglant la température de l'eau dans le circuit chauffage

Le système ballon - PAC se comportant comme une fonction linéaire du premier ordre un correcteur électronique type intégrateur sera prévu pour annuler l'erreur statique. (Volume tuyauteries environ 1,5 m3)

# La régulation: Fournir le besoin thermique pas plus



## Les différentes boucles (cohabitation GAZ – PAC)

- ① En réglant la quantité d'air de combustion et le débit de gaz naturel la chaudière fournit la puissance utile, pas plus
  - ② Le dispositif de mise à vide du compresseur module le débit du fluide caloporteur au prorata du besoin thermique. Le compresseur tourne en permanence améliorant les performances, les débits d'air ou d'eau sont ajustés sur chacun des deux évaporateurs selon le besoin thermique (inverter)
  - ③ La boucle de température extérieure anticipe les variations de température ambiante
- Le système ballon - PAC se comportant comme une fonction linéaire du premier ordre un correcteur électronique type intégrateur sera prévu pour annuler l'erreur statique.

# Au cœur de la pompe à chaleur

## L'enthalpie

### **Calcul avec le R410a**

Chaleur latente de vaporisation au point d'ébullition 270 kJ/kg\*

Point d'ébullition -50°C

Température critique 72°C

Tableau température pression - 50°C 1,10 bar (ébullition)

+60 °C 38,33 bar

### **Calcul en mode aquathermique**

Puissance thermique 240 kW au condenseur soit 180 kW à l'évaporateur avec un COP de 4

Lorsqu'un kg de fluide caloporteur *R410a* circule dans le détendeur, une énergie  $W_f$  de 270 kJ (0,075 kWh) est disponible à l'évaporateur de la PAC. Pour disposer d'une puissance de 180 kW à la source froide, la masse de fluide *R410a* traversant le détendeur en une heure devra être égal à  $Q_f = P / C_f = 180 / 0,075 = 2\ 400$  kg soit un débit massique de 0,66 kg/s

Pour un temps du cycle détente-compression de 30 secondes, on peut en déduire la masse de fluide caloporteur *R410a* à l'état liquide circulant dans le cœur de la PAC  $0,66 \times 30 = 20$  kg soit environ 20 litres avec une densité proche de 1.

On retrouve bien sensiblement le chiffre de 0,1 litre/kW généralement évoqué dans la littérature technique

# Mode aérothermique

## Calculs du débit d'air

### Puissances mises en jeu

Puissance thermique 120 kW

Puissance prélevée dans l'air avec un COP de 3 = 80 kW

En supposant que l'air rentre à 8°C dans les radiateurs à ailettes de l'évaporateur et ressorte à 0°C pour éviter tout risque de givrage, le débit d'air pour récupérer 80 kWh dans l'environnement en une heure ou 288 000 kJ est compte tenu de la chaleur spécifique de l'air de 1 kJ/kg et °C et de la densité de l'air de 1,3 kg/m<sup>3</sup> voisin de 24 000 m<sup>3</sup>/h

### Niveau sonore

L'installation doit respecter l'arrêté du 20 août 1985 sur le niveau sonore.

Soit 45 dBA à l'extérieur de l'immeuble occupé.

Le niveau sonore pendant le jour dans les appartements ne doit pas dépasser 35 dBA (30 dBA la nuit)

En cas de présomption de nuisance, le Maître d'ouvrage qui doit maîtriser les notions de puissance et de pression sonore, se réserve le droit d'imposer le respect de l'arrêté.

Le mur casse bruit par rapport aux terrasses habités  
Ainsi que la possibilité de vitrage 6 x 16 x 4 anti bruit  
va aider notablement à respecter les règles.



# Mode aérothermique

## Disposition en terrasse

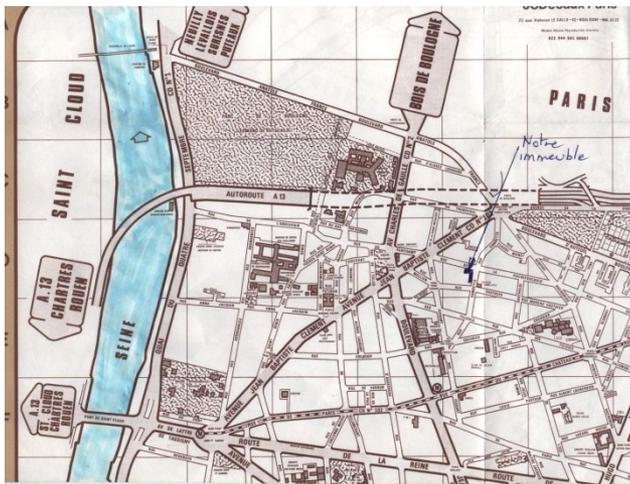
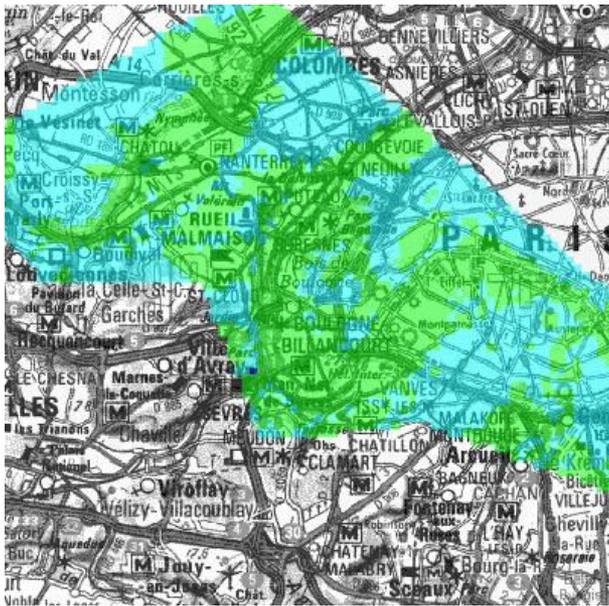


LES ÉVAPORATEURS SERAIENT DISPOSÉS À GAUCHE ET À DROITE DE LA PORTE D'ENTRÉE SUR LA TERRASSE BASSE À L'ABRI DU MUR QUI FERAIT OFFICE DE PARE BRUIT PAR RAPPORT AUX TERRASSES PRIVATIVES HABITÉES SITUÉES COTÉ EST



L' ANCIEN LOCAL D'EXPANSION SITUÉ À QUELQUES MÈTRES DU MUR PARE BRUIT SERAIT UTILISÉ POUR LOGER L'ARMOIRE DE COMMANDE DES ÉVAPORATEURS (VARIATEUR DE VITESSE DE CHACUN DES VENTILATEURS TYPE INVERTER)

# Mode aquathermique Conditions locales



La nature crayeuse\* du sous-sol bouloonnais (couleur vert) a un potentiel favorable allant de moyen à fort sur une échelle allant de très faible à très forte. Le terrain est à environ 1 km de la Seine à l'intérieur d'une boucle. Le puits (ou exhaure) pourrait éventuellement être prévu en chaufferie.

La craie, roche sédimentaire constituée presque exclusivement de carbonate de calcium sous forme de coccolite (squelette de foraminifères ayant vécu au crétacé). Le « blanc de Meudon » et de Troyes sont des variétés de craie.

# La température de l'eau

## *Les égouts de Paris*

Les égouts de Paris évacuent les eaux usées. Ils comprennent des collecteurs de grande taille appelés émissaires, des égouts élémentaires, et des ouvrages annexes. Cet ensemble représente environ 2400 km de galeries. En complément de ces dispositifs, toutes les rues de la capitale ont été doublées d'une galerie en sous-sol sous le préfet Haussmann et l'ingénieur Eugène Bertrand, faisant du réseau d'assainissement de Paris l'un des plus modernes du Monde. En complément, des ouvrages avec installation de pompage permettent d'évacuer les eaux de pluie directement dans la Seine en cas d'orage et ceci même en cas de crues.

## *La Seine à Paris*

*Profondeur* : de 3,40 m au pont Nationale à 5,70 m au pont Mirabeau.

*Point le plus large* : 200 m, près du pont de Grenelle

*Point le plus étroit* : 30 m, quai de Montebello

*Niveau* : 26,39 m, étiage historique le plus bas.

L'échelle de référence se situe sur le mur du quai de l'île Saint-Louis, en amont du quai de la Tournelle.

*Débits* : Moyen 273 m<sup>3</sup>/s (1948-1994),

Hautes eaux d'hiver (février) 550 m<sup>3</sup>/s,

étiage (août) 100 m<sup>3</sup>/s.

*Vitesse* en surface: environ 2 km/h.

*Température* : variant entre 5,3° et 24,6°. Moyenne : 14,1°.

## *La nappe phréatique*

La plage de température de l'eau en cas de forage dans la nappe phréatique est moins importante (environ 11 °C +/- un degré)

Se pose une question dans les villes proches des rivières : [Nappe phréatique ou forage ?](#)

# Débit pompé dans la nappe libre

## *Le débit théorique*

Le débit maximum devant être pompé dans la nappe phréatique pour que la pompe à chaleur puisse fonctionner correctement est fonction de la température du rejet, de la puissance maximum que la PAC doit fournir en hiver. Le calcul ci-dessous a été réalisé pour un besoin en puissance maximum de 240 kW (sensiblement le double de la puissance en mode aérothermique)

Avec une température de l'eau pompée à l'exhaure de 11 °C et une température de l'eau rejetée de 4 °C, la différence de température est de  $11 - 4 = 7$  °C.

Compte tenu de la chaleur spécifique de l'eau de 4,18 kJ/litre et °C, l'énergie Q restituée à la PAC dans un volume d'eau de 1 litre diminuant sa température de 7 °C est  $Q = 1 \times 4,18 \times 7 = 29,26$  kJ

Pour développer une puissance de 180 kW froid à l'évaporateur (COP 4) kW ou ce qui revient au même de 180 kJ/seconde, il faut donc disposer dans ces conditions d'un débit de  $180/29,26 = 6,1$  litres/seconde ou  $(6,1 \times 3600)/1000 =$  **22 m<sup>3</sup>/h** (366 l/mn) nettement inférieur au 80 m<sup>3</sup>/h au-delà de laquelle une autorisation doit être demandée au BRGM (il suffit d'informer cet organisme)

A noter que les débits requis par les constructeurs allemands de pompes à chaleur sont proches des valeurs théoriques.

# Qualité de l'eau pompée

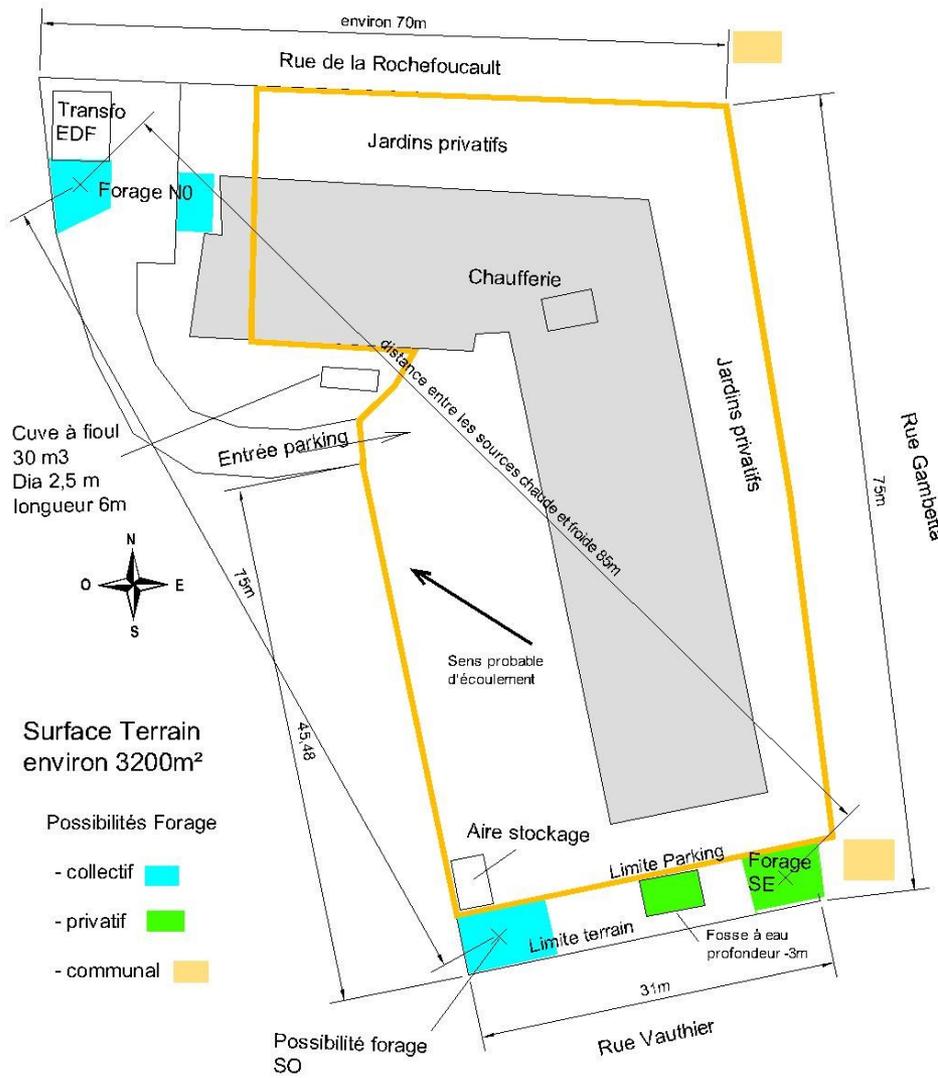
## - *La pérennité et la qualité de l'eau pompée*

L'étude du cycle de l'eau au dessus des terres habités montre que le volume d'eau douce stockée dans le sous-sol est environ 60 fois plus important que celui contenu dans les lacs et les rivières avec un flux de ruissellement souterrain comparable à celui des rivières. Dans le sous-sol des villes c'est donc plutôt la [qualité de l'eau](#) que sa quantité qui doit retenir l'attention. L'eau prélevée dans la nappe est généralement moins polluée que l'eau de la rivière.

## - *Débit d'eau dans le circuit d'eau de chauffage*

il est influencé par l'écart de température entre le départ chaudière et le retour radiateurs. Pour une installation ancienne calculée le plus souvent sur la base d'un écart de température important (disons 15°C) la loi de conservation de l'énergie  $W_c = W_m + W_f$  ([voir théorie de la pompe à chaleur](#)) permet d'écrire pour un COP de 4

$W_c = W_f/3 + W_f = 1,33 W_f$  ou  $Q_{RAD} \times 15 \times c = 1,33 Q_{PAC} \times c \times 7$  soit un débit global dans le circuit de chauffage sensiblement égal à la moitié du débit pompé à l'exhaure:  $Q_{RAD} \simeq 0,66 Q_{PAC}$



Cuve à fioul  
30 m<sup>3</sup>  
Dia 2,5 m  
longueur 6m

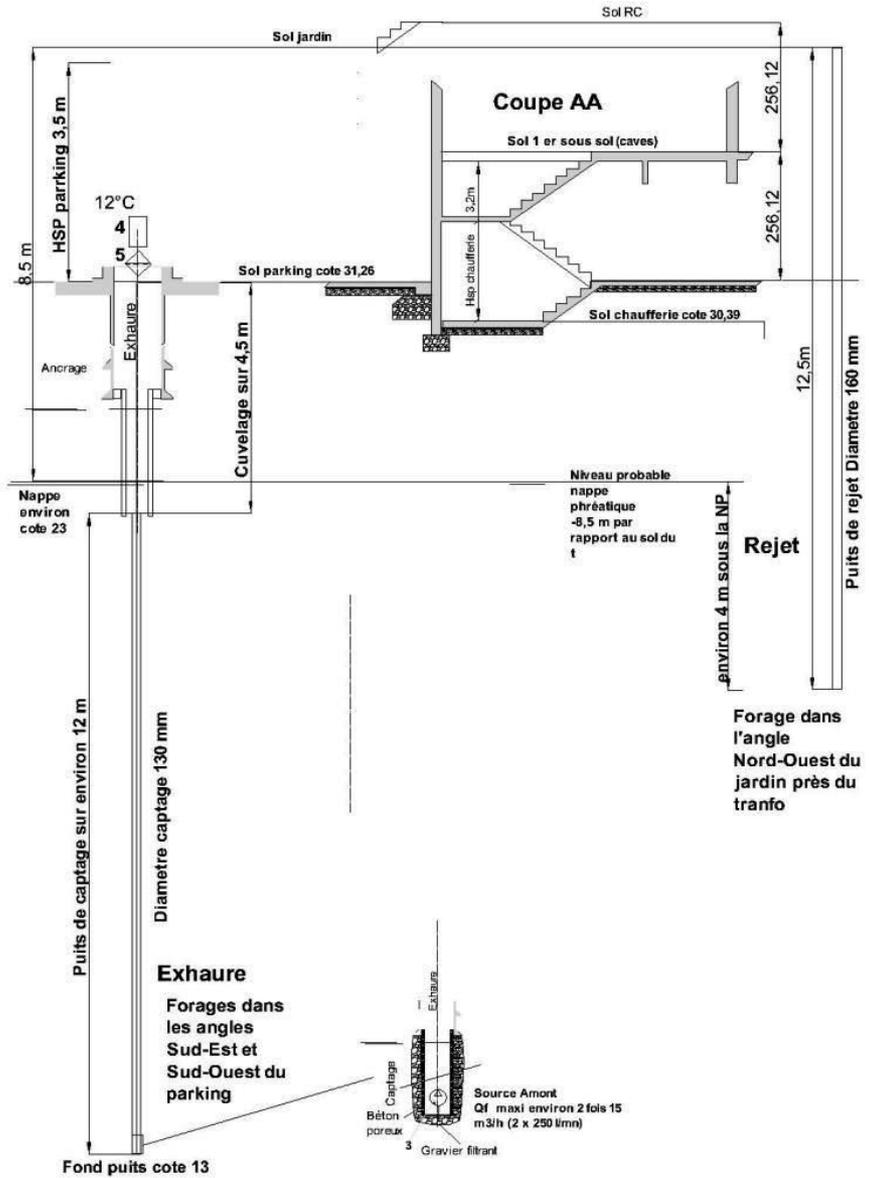


Surface Terrain  
environ 3200m<sup>2</sup>

Possibilités Forage

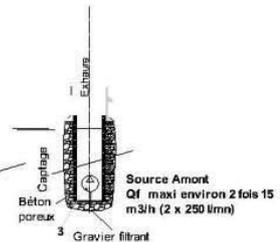
- collectif ■
- privatif ■
- communal ■

Possibilité forage SO



Fond puits cote 13

**Exhaure**  
Forages dans les angles Sud-Est et Sud-Ouest du parking



Forage dans l'angle Nord-Ouest du jardin près du tranfo

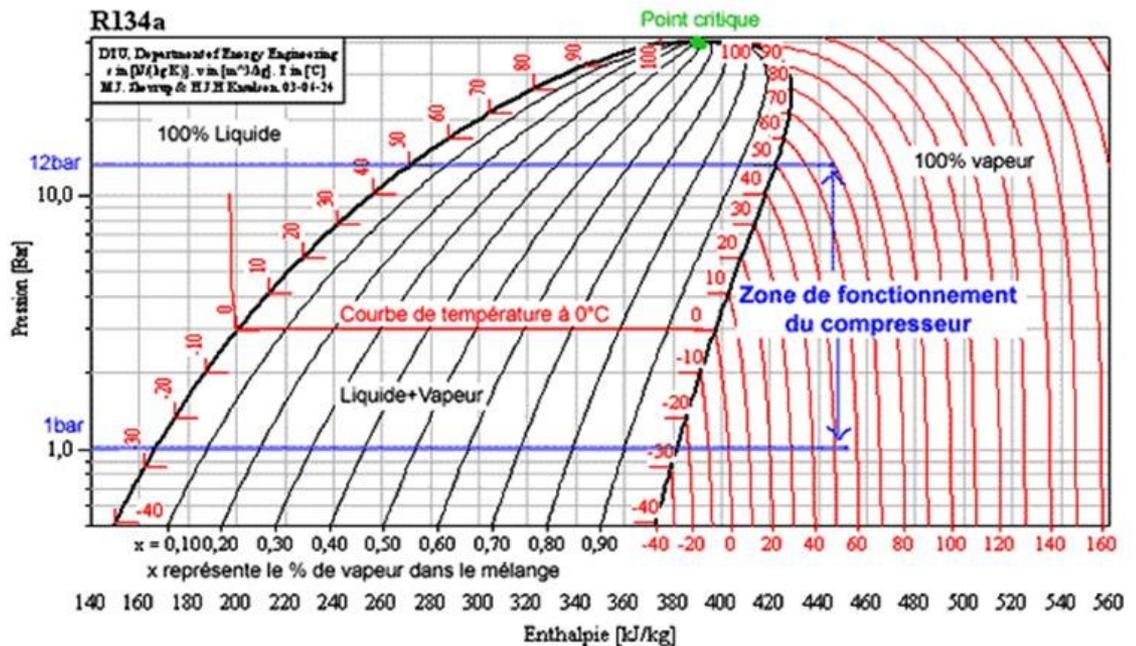
# Mode aquathermique

## Au cœur de la pompe à chaleur

Un fluide caloporteur tel que le *R134a* (tétrafluoroéthane) pourrait éventuellement être utilisé comme fluide caloporteur pour une pompe à chaleur de ce type. Composé de la classe des hydrofluorocarbures (HFC), il n'a pas d'impact sur la couche d'ozone (ODP=0). Le débit  $Q_f$  du fluide caloporteur (exprimé en kg/s) ainsi que la chaleur latente de vaporisation de ce fluide au point d'ébullition  $C_f$  (exprimé) en kJ/kg est essentiel pour connaître la puissance récupérée à la source froide par la pompe à chaleur:  $P = C_f \times Q_f$  (en kW) 1)

### Caractéristiques du fluide caloporteur R134a

Masse volumique en phase liquide	1200 kg par m <sup>3</sup>
Capacité spécifique de la vapeur	0,84 kJ/kg et °K
Chaleur latente de vaporisation au point d'ébullition	216 kJ/kg*
Point d'ébullition	- 26,6°C
Température critique	101°C
Pression critique	40,6 bar



## Calcul en mode hiver

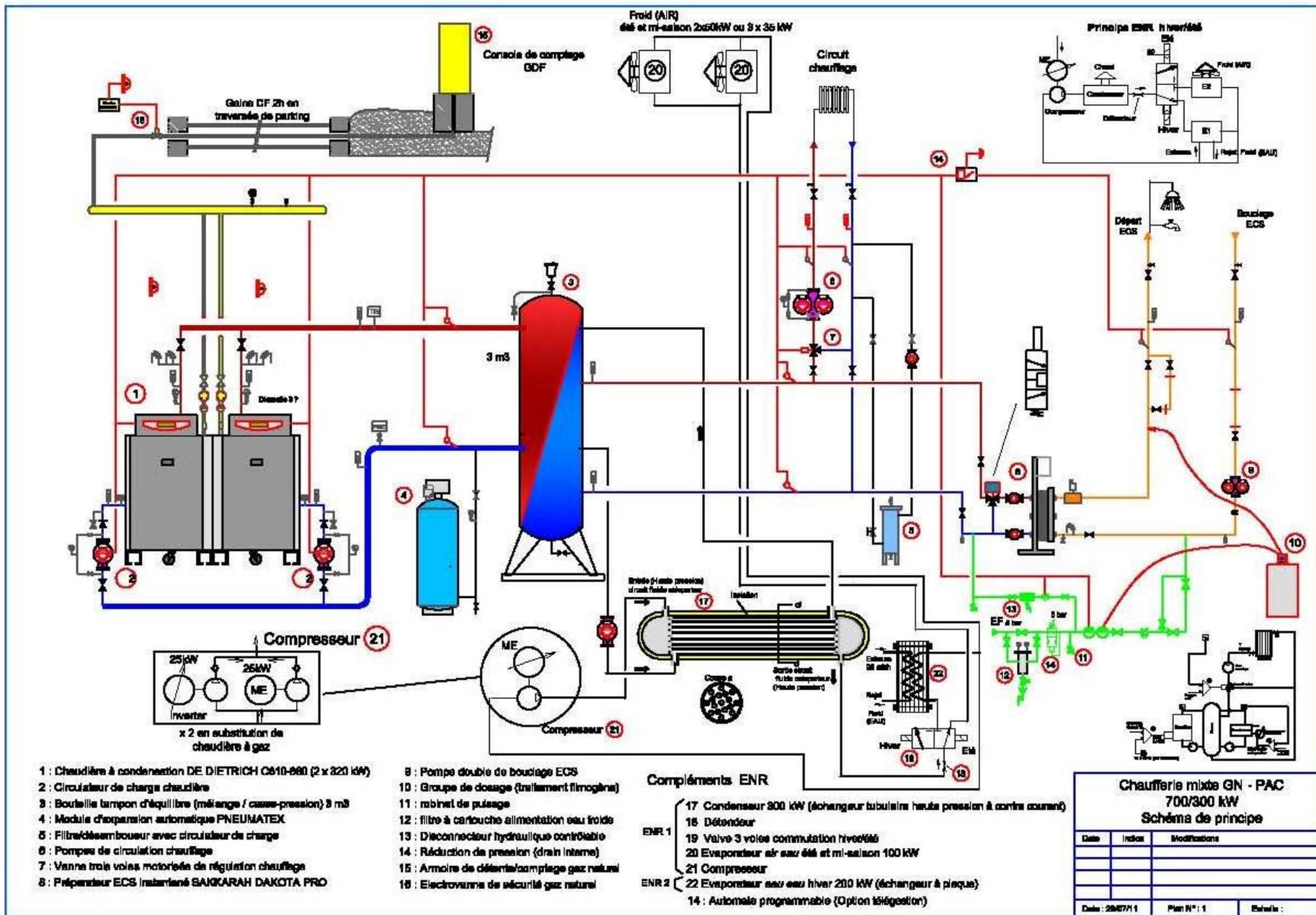
Une PAC aquathermique ayant un COP de 4 et délivrant une énergie de 240kWh en une heure au condenseur, est régit par deux équations  $W_c = W_m + W_f = 240 \text{ kWh}$  (1), et  $W_c/W_m = 4$  (3) A partir de ces deux équations on trouve :  $W_c = 4W_m = 240$  soit  $W_m = 60\text{kWh}$  et  $W_f = 240 - 60 = 180 \text{ kWh}$  sur l'évaporateur. La Chaleur latente de vaporisation au point d'ébullition permet de dire que lorsqu'un kg de fluide caloporteur R134a circule dans le détendeur, une énergie  $W_f$  de 216kJ (0,06 kWh) est disponible à l'évaporateur de la PAC. Pour disposer d'une puissance de 180 kW à la source froide, la masse de fluide R134a traversant le détendeur en une heure devra être égal d'après la relation 1) à  $Q_f = P / C_f = 180/0,06 = 3000 \text{ kg}$  soit un débit massique de 0,833kg/s. Pour un temps du cycle détente-compression de 30 secondes, (Temps de cycle à confirmer par le constructeur de la PAC) on peut en déduire la masse de fluide caloporteur R410a à l'état liquide circulant dans le cœur de la PAC ;  $0,833 \times 30 = 25 \text{ kg}$  soit 20,8 litres compte tenu de la masse volumique du R134a à l'état liquide de 1,2. On retrouve bien sensiblement le chiffre de 0,1 litre/kW généralement évoqué dans la littérature technique.

### *Evolution des fluides caloporteurs*

La recherche d'un fluide caloporteur « idéal » est au cœur de la recherche et conditionne l'évolution du chauffage thermodynamique. Le dioxyde de carbone, en pratique du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), le fluide par lequel le mal arrive rentre curieusement en liste. Le même calcul à celui effectué ci-dessus pourrait être effectué avec ce fluide aussi appelé le R744. Ce fluide qui a une chaleur latente de vaporisation au point d'ébullition plus importante (570 kJ/kg commence à être utilisé comme fluide caloporteur pour les PAC de forte puissance (jusqu'à 4000 kW) et plus haute température (jusqu'à 90°C), solutionnant le problème du chauffage des bâtiments existants mal isolés et équipé de radiateur haute température.

Le HFO 1234yf, breveté par Honeywell pourrait d'autre part se présenter comme une alternative au R134a. Peut-être pour progresser encore en ce qui concerne les émissions de GES (Gaz à effet de serre). Il ne faut pas perdre de vue toutefois que le fluide caloporteur d'une pompe à chaleur fonctionne en circuit fermé toute fuite vers l'extérieur étant formellement prohibée.

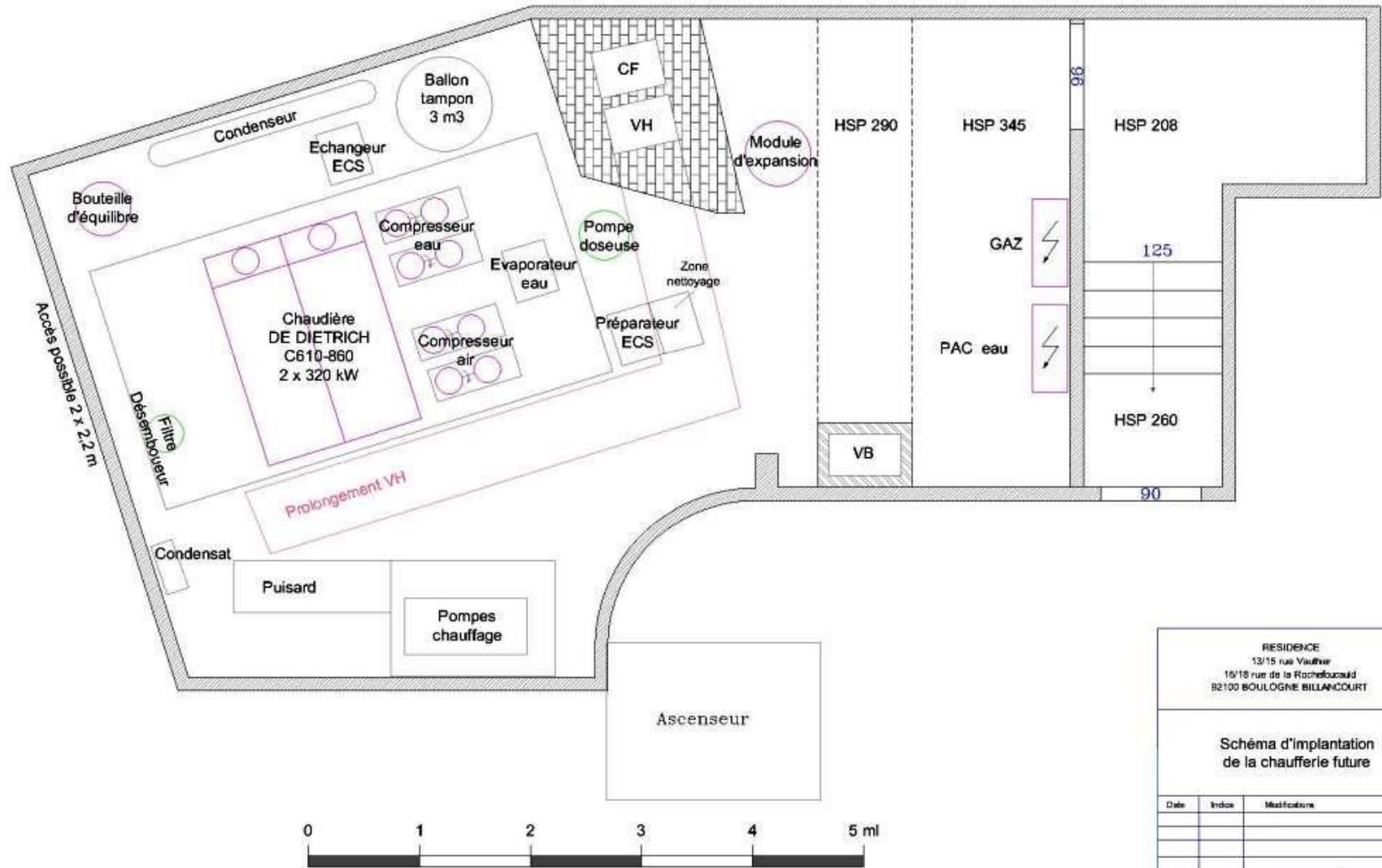
# Schéma hydraulique provisoire



- 1 : Chaudière à condensation DE DIETRICH C610-660 (2 x 320 kW)
- 2 : Circulateur de charge chaudière
- 3 : Bouille-ballon d'équilibre (mélange / casse-pression) 3 m³
- 4 : Module d'expansion automatique PNEUMATEX
- 5 : Filtre/éclaboureur avec circulateur de charge
- 6 : Pompes de circulation chauffage
- 7 : Vanne trois voies motorisée de régulation chauffage
- 8 : Prépareur ECS instantané SAIGAKARAH DAKOTA PRO

- 8 : Pompe double de bouclage ECS
- 10 : Groupe de dosage (traitement filmogène)
- 11 : cabinet de pulsage
- 12 : filtre à cartouche alimentation eau froide
- 13 : Déconnecteur hydraulique contrôlable
- 14 : Réduction de pression (drain interne)
- 15 : Armoire de détection/comptage gaz naturel
- 16 : Electrovanne de sécurité gaz naturel

# Nouvelle implantation chaufferie

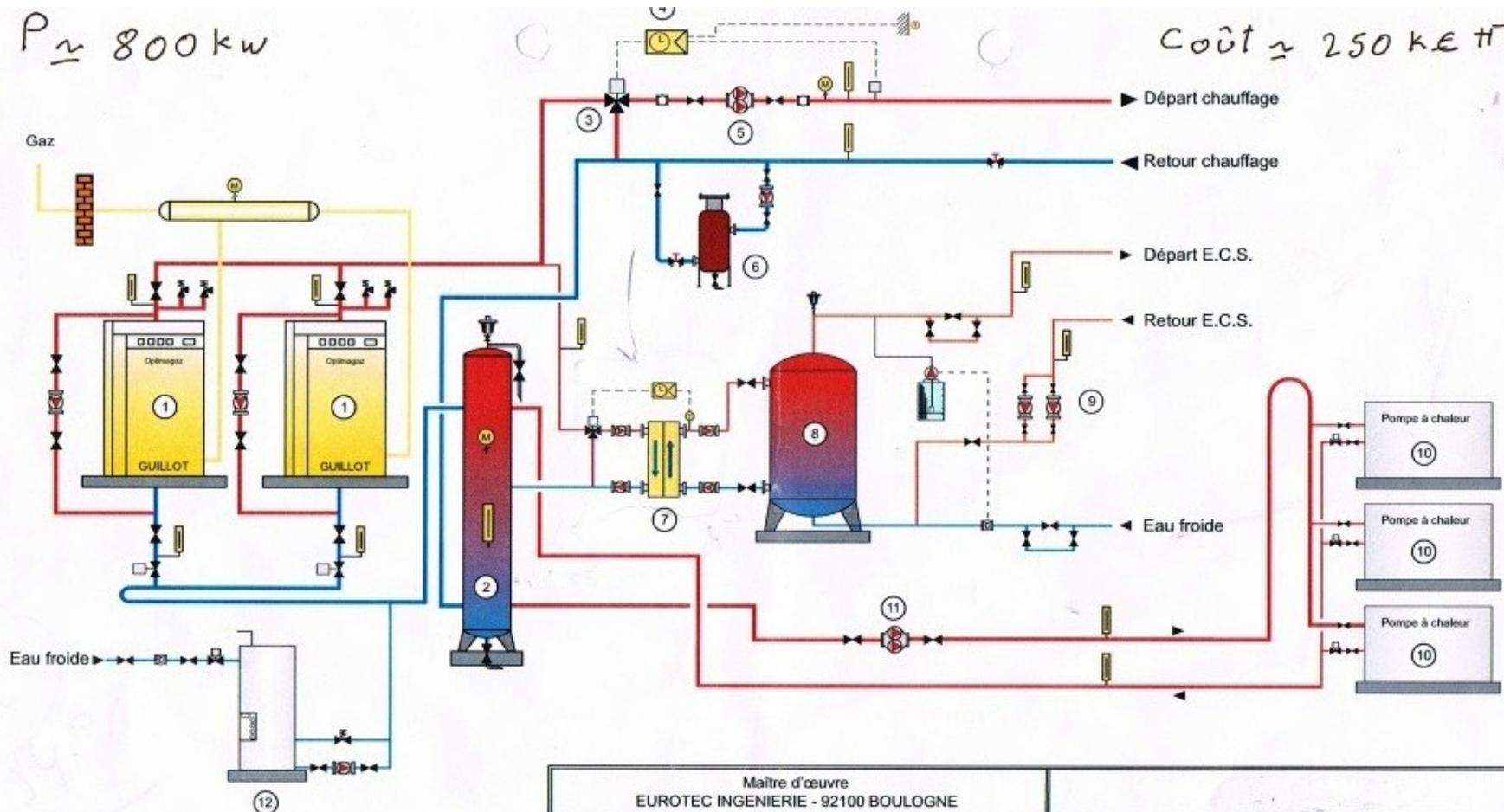


RESIDENCE 13/15 rue Vieuhur 15/18 rue de la Rocheloucauld 92100 BOULOGNE BILLANCOURT		
<b>Schéma d'implantation de la chaufferie future</b>		
Date	Index	Modifications
Date : 28/07/11	Plan N° : 3	Echelle :

# Schéma hydraulique Eurotec

$P \approx 800 \text{ kW}$

Coût  $\approx 250 \text{ k€ HT}$



Maître d'œuvre EUROTEC INGENIERIE - 92100 BOULOGNE	
1 - Chaudières GUILLOT, type OPTIMAGAZ E 465	7 - Préparateur à plaques ECS
2 - Bouteille de mélange	8 - Ballon tampon 500L
3 - Vanne trois voies	9 - Pompes de recyclage ECS, type LRL 472
4 - Régulation SIEMENS, type RVL 472	10 - Pompes à chaleur WESPER <i>air-eau</i>
5 - Pompe double circuit chauffage	11 - Pompe double primaire PAC
6 - Désemboueur PROMAIGA	12 - Maintien de pression SALMSON, type H 203-1-T-40

Réalisation été 2008

# Décisions et incertitudes

1. Choix [Maître d'œuvre](#). Faut-il proposer à nouveau une aide extérieure avec un ingénieur en génie climatique comparable à celui que j'avais proposé en 2009 avec [ENR concept](#) (coût environ 12 500 €)?
2. [Pré-étude Secotherm](#)/De Dietrich/[4 prétendants](#) (Amitef-Fulgoni-Herve thermique-TFN). On efface tout et on recommence ou on maintient les contacts et avec qui ?
3. Régulation: comportement commercial de DE Dietrich concernant la cohabitation entre les fluides ou capacité de la régulation Diematic 3 de s'intégrer au complément ENR?
4. Compléments ENR eau ou air : Condenseur vertical ou horizontal?
5. Choix Maître d'œuvre.
  - ingénieur en génie climatique ?
  - constructeur PAC?
6. Préparation de l'étape suivante:

*Exemple décision* Ballon tampon de l'équipement de base GAZ prévu avec les deux orifices additionnels pour raccordement du circuit de l'étape 2 PAC en relève et disposition en chaufferie tenant compte de l'encombrement des sous-ensembles PAC. Doigt de gant.

*Exemple incertitude* Même condenseur pour les étapes PAC aérothermique et aquathermique où deux condenseurs identiques de puissance moitié?
7. Pompe Salmson avant ou après la valve 3 voies?

## Décisions et incertitudes (suite isolation?)

- 8 Allons-nous prendre la décision d'inclure un poste isolation pour réduire le besoin de 700 000 kWh pendant la période de chauffe et espérer une aide fiscale plus importante au titre du bouquet de travaux et du « *fond chaleur renouvelable* » ?
- 9 Si la réponse est oui je propose d'agir principalement sur le *collectif* :  
L'isolation des ponts thermiques et la deuxième terrasse

Pour mémoire: Nouveau besoin thermique pendant la période de chauffe  
**606 000 kWh** au lieu de 700 000 kWh

Ceci dit, la copropriété a intérêt de considérer les fenêtres comme collectives pour la rénovation (alors qu'elles sont par la loi considérées comme *privative*). Chacun d'entre nous suivrait alors l'exemple de ceux qui ont déjà fait l'effort de changer leur simple vitrage L'action commencée serait alors poursuivie. Avec 660 m<sup>2</sup> de fenêtres et un [gain voisin de 4 watts/m<sup>2</sup>](#) et °C, c'est une économie annuelle complémentaire importante de 150 000 kWh qui peut être réalisée (660 x 10 x 4 x 240 x 24 watt/heure)

Ce qui porterait notre besoin pendant la période de chauffe à **450 000 kWh**

# Investissement de départ

avec GAZ+ ENR1+ ENR2 + isolation

## 1 Chauffage

10	Equilibrage réseau (Réglage des T et pompe centrifuge)	à chiffrer
11	Nouveau prix partie GAZ inchangée	200 k €
12	Complément PAC au prorata de la nouvelle puissance soit $(125 + 170) \times (450/700) = 295 \times 0,65 = \dots\dots\dots$	190 k €
	Total chaufferie .....	390 k €

## 2 Isolation

20	Terrasse (corrélatif avec 10)	60 k €
21	Ponts thermiques planchers 475 ml x 0,6m x 120 €/m <sup>2</sup>	35 k € + échafaudage
22	Ponts thermiques volets roulant 350 ml x 24 environ	10 k €
23	Double vitrage vitrier 660 x 200 =	132 k €
24	<a href="#">Isolation tuyauteries</a> (Chiffré partiellement à l'AG 2009)	10 k €
	Total isolation.....	247 k €

Investissement global **637 k €**

Pour une économie annuelle voisine de **640 000 kWh**

# Retour sur investissement (RI)

avec GAZ+ ENR1+ ENR2 + isolation  
et avec aide fiscale

Estimation de l'aide fiscale au titre du [« fond chaleur renouvelable »](#) :

40% de l'investissement soit 256 k €

Reste à la charge de la copropriété 356 k €

[Etude ingénieur génie climatique](#)

Ces chiffres entraînent :

- Un coût d'investissement initial de  $356\ 000 / 640\ 000 = 0,56$  € par kWh économisé annuellement
- Un retour sur investissement de 5,6 années avec un prix de revient de l'énergie primaire à 0,1 € par kWh

# Etude financière

Le principe du financement est simple. Il ne doit pas modifier le pouvoir d'achat des copropriétaires pendant la période de remboursement de l'emprunt contracté à la banque pour financer les 356 k € restant à la charge de la copropriété .

Cela sous-entend que le montant des remboursements de l'emprunt doit être sensiblement égal à l'économie réalisée sur les achats de combustibles, ceci bien entendu après déduction des frais d'entretien de la chaufferie.

- Economie réalisé sur les achats de combustibles sur la base de 0,1 € par kWh	64 000 €
- Frais entretien chaufferie GAZ	2500 €
- Contrat de maintenance de la PAC puits et équipement	3000 €
- Opérations exceptionnelles (fréquence 10 ans)	
- Examen endoscopiques par vidéo 2000 €	
- Dépose pompe immergée et colonne pour examen et détartrage éventuel 8 000 €	
	Annuellement 1000 €

Total des frais annuels d'entretien pour l'ensemble de la chaufferie 6500 €

Economie annuelle après déduction frais annuels 57 500 € soit en moyenne.....**4791 € / mois**

Remboursement mensuel d'un emprunt de 356 000 € à 4% sur 8 ans (96 mois)      **4339 € / mois**

Après 8 ans augmentation significative du pouvoir d'achat voisine de 700 €/ foyer fiscal mais dans moins de 20 ans le prix de revient de l'énergie électrique aura probablement doublé en France

# Emprunt remboursement

## Amortissement de prêt à mensualités constantes



Vous envisagez de réaliser un emprunt à taux fixe remboursable à mensualités constantes. Les calculatrices que nous vous proposons peuvent vous permettre d'évaluer :

- soit le montant de vos remboursements mensuels ;
- soit le capital que vous pouvez emprunter en fonction de vos capacités de remboursement.

**Attention** : ces simulations sont effectuées sous l'hypothèse d'un prêt à taux fixe à remboursement constant et dont la 1<sup>re</sup> échéance est à 30 jours, sans différé d'amortissement et hors frais de dossier ou d'assurance.

### Calcul des mensualités

<b>Montant du capital emprunté</b>	<input type="text" value="360000"/> euros
<b>Nombre d'échéances en mois</b> <i>ex. : 180 pour 15 ans</i>	<input type="text" value="96"/> mois
<b>Taux annuel en %</b> Pour séparer les décimales, utilisez uniquement le point "." et non la virgule "," <i>ex. : 5.2 pour 5,2 %</i>	<input type="text" value="4"/>
<input type="button" value="Calcul"/>	
<b>Montant d'une échéance mensuelle</b>	<input type="text" value="4388.14"/> euros

Échéance mensuelle d'un prêt de 360 000 € sur 8 ans à 4% : 4388 €

# Le Maître d'oeuvre

Proposition: [ENR concept](#) ou ?

Il a obligation de résultat

Investigation à l'horizontal (OCDE)

## *Génération*

**GAZ** De dietrich? chaudières OK si collaboration pour régulation

**ENR1** CIAT possible mais préférence pour Daikin qui a déjà essuyé ses bottes sur le [collectif résidentiel](#) avec l'air avec excellents résultats dans [l'individuel](#)

**ENR2** Waterkotte qui a déjà essuyé ses bottes sur le collectif résidentiel avec l'eau

## *Isolation*

**Terrasse** Ruberoïd?

**Ponts thermiques** Sté Marteau dans le 93

**Double vitrage** *vitrier* Dewerpe Sornique? 4x12x4

*Rénovation* 4 x 16 x 4 ou 6 x 16 x 4 embarras du choix coté fournisseurs

**Calorifugeage tuyaux** SPM Nicolai ?

# Besoin de détails ?

La chaufferie actuelle

La nouvelle génération

L'isolation

Les tuyauteries

La ventilation

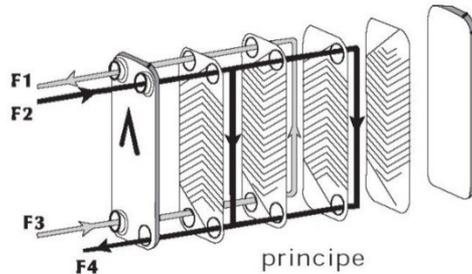
Fichiers importants

# Comment tirer profit du chauffage thermodynamique

Les règles permettant de tirer au maximum profit du chauffage thermodynamique ne sont pas contraignantes. Il faut :

Eviter de fermer les robinets à l'entrée des leurs radiateurs des copropriétaires absents. Cela réagit en effet négativement sur la consommation et le comportement de la régulation de la pompe à chaleur. Si par exemple 50% des copropriétaires sont absents cela ne conduit pas à diviser par deux les frais de chauffage, bien au contraire, la pompe à chaleur va fonctionner dans de mauvaises conditions pour la raison que les pertes thermiques du bâtiment devront être couvertes avec la moitié de la surface de chauffe donc avec une température d'eau dans les radiateurs plus élevée ce qui est préjudiciable au rendement de la pompe à chaleur. De plus, en cas d'humidité dans un immeuble, l'humidité du bâtiment passe des locaux chauffés vers ceux qui ne le sont pas. La conséquence est la formation de moisissures sur les murs extérieurs des pièces non chauffées près des fenêtres. Les radiateurs hydrauliques des immeubles anciens ont été conçu à l'origine pour fonctionner avec des températures d'eau sensiblement assez élevées et proches de 70°C en hiver, soit avec un  $\Delta t$  de 50°C entre la température du radiateur et la température ambiante de 20°C dans la pièce. Avant 1973 le réseau de chauffage est souvent surdimensionné et pour peu qu'il y ait une amélioration sensible de l'isolation avant implantation de la pompe à chaleur, les radiateurs d'origine sont compatibles. Il convient toutefois d'être prudent et de réaliser une mesure de la température de l'eau dans les radiateurs en hiver

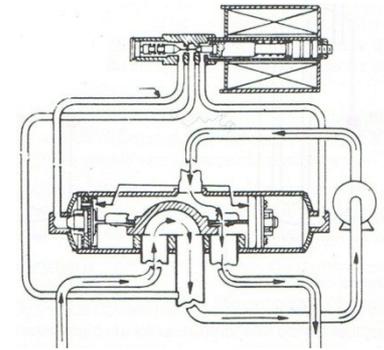
# Quelques composants principaux



L'échangeur à plaque facilement nettoyable  
(Eau chaude de l'ECS et évaporateur pour la  
PAC eau)



L'évaporateur de la PAC air  
en terrasse basse



La commutation  
*air- eau*

## Les compresseurs scroll

Moins sensibles à la présence d'eau que la plupart des autres types de pompes, les compresseurs scroll sont plus robustes. Entraînés par un moteur électrique à vitesse constante situé à l'intérieur de la pompe, ils sont disponibles pour des puissance frigorifiques allant jusqu'à 60 kW. Un dispositif de mise à vide basé sur un petit jeu mécanique latéral permet de régler le débit du fluide caloporteur et de ne fournir ainsi que le besoin thermique. Le clapet AR est intégré au refoulement



## Les émetteurs thermiques

radiateurs acier, robinet isolement à gauche, régulateur de débit 40 à 150 l/h (T réglage à droite)

# La solution PAC eau eau

## PAC GÉOTHERMIQUE série DS 6500.4



PLAGES DE PUISSANCE : 164,4 à 340,6 kW

**Chauffage,  
eau chaude sanitaire,  
rafraîchissement naturel\***

- Compresseur hermétique accessible à vis
- Régulation électronique avec programmes : chauffage, eau chaude sanitaire, rafraîchissement
- Paramétrages et intervention à distance à l'aide d'un modem et d'un logiciel à disposition de l'installateur agréé
- Gaz 134A

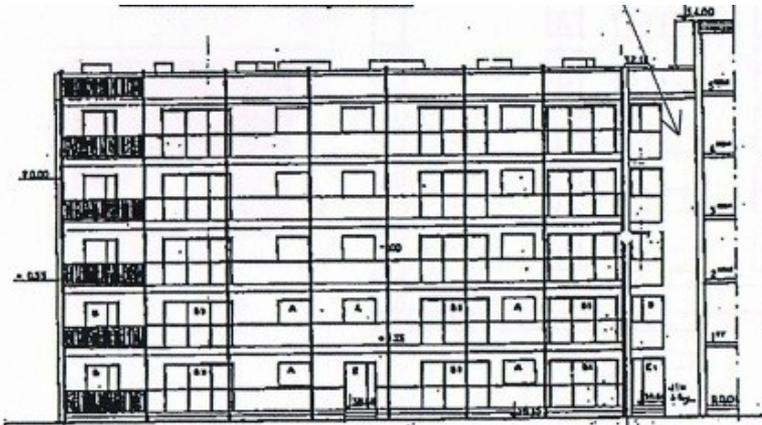


L2300 cm x H1815 cm x P1110 cm

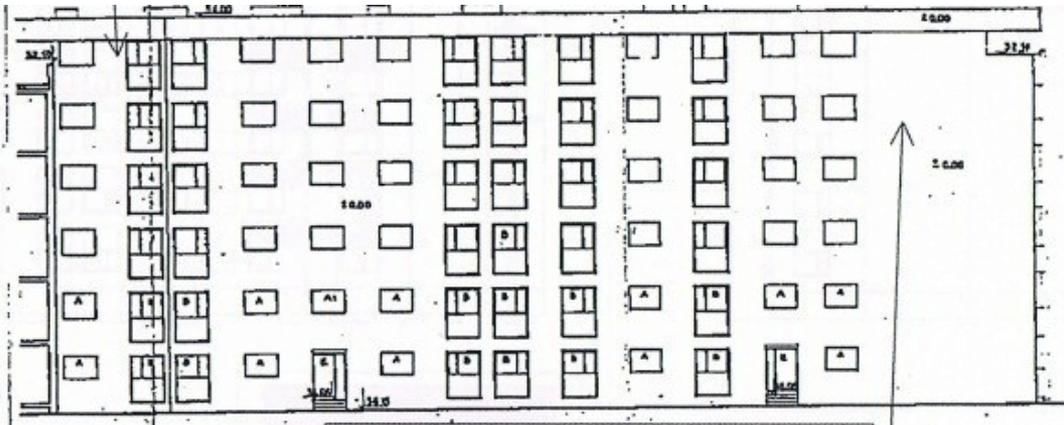
<i>Valeur nominale</i>		<b>6237.4</b>	<b>6271.4</b>	<b>6299.4</b>	<b>6388.4</b>	<b>6438.4</b>	<b>6485.4</b>
Puissance absorbée/utile W10/W35	kW	27,9/164,4	32,3/186,7	35,8/207,3	44,6/269,3	51,1/302,7	56,5/340,6
Débit d'eau nappe phréatique (W10/W35)	m³/h	29,4	33,2	36,9	48,4	54,2	61,1
Perte de pression dans l'évaporateur	mCE	2	2,1	2,6	2,6	2,8	2,7
Débit d'eau nappe phréatique mini. (W10/W35)	m³/h	19,6	22,2	24,6	32,3	36,1	40,8
Débit d'eau de chauffage (W10/W35)	m³/h	28,3	32,2	35,7	46,4	52,1	58,7
Perte de pression dans le condenseur	mCE	1,8	1,9	2,3	2,3	2,5	2,4
Conditions limites (pour 100% de puissance)		B-5/W55 OU W5/W65					
Compresseur frigorifique	Type	Compresseur à vis					

\* Le compresseur ne fonctionne pas : économie d'énergie

# Les façades côté jardin



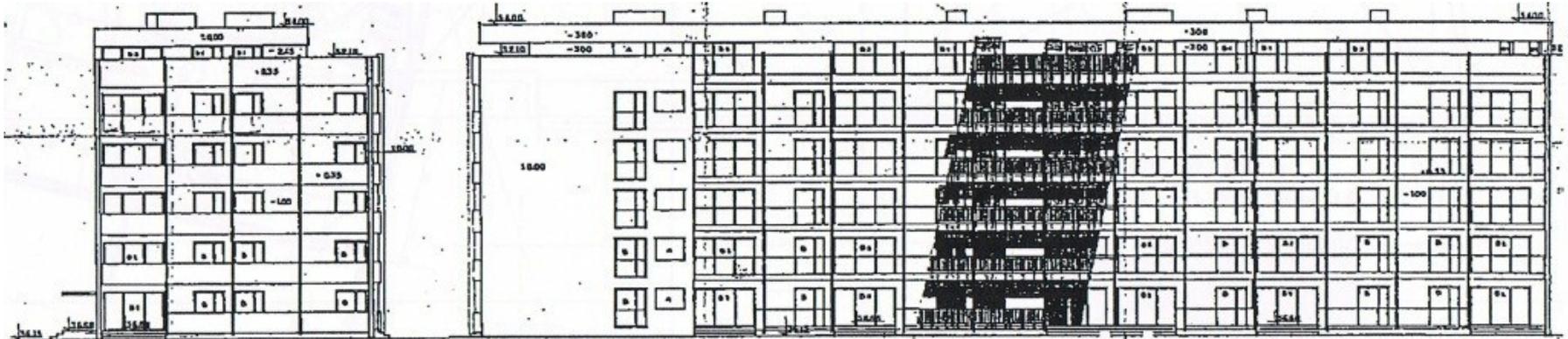
FACADE SUD



FACADE OUEST



# Les façades côté rues

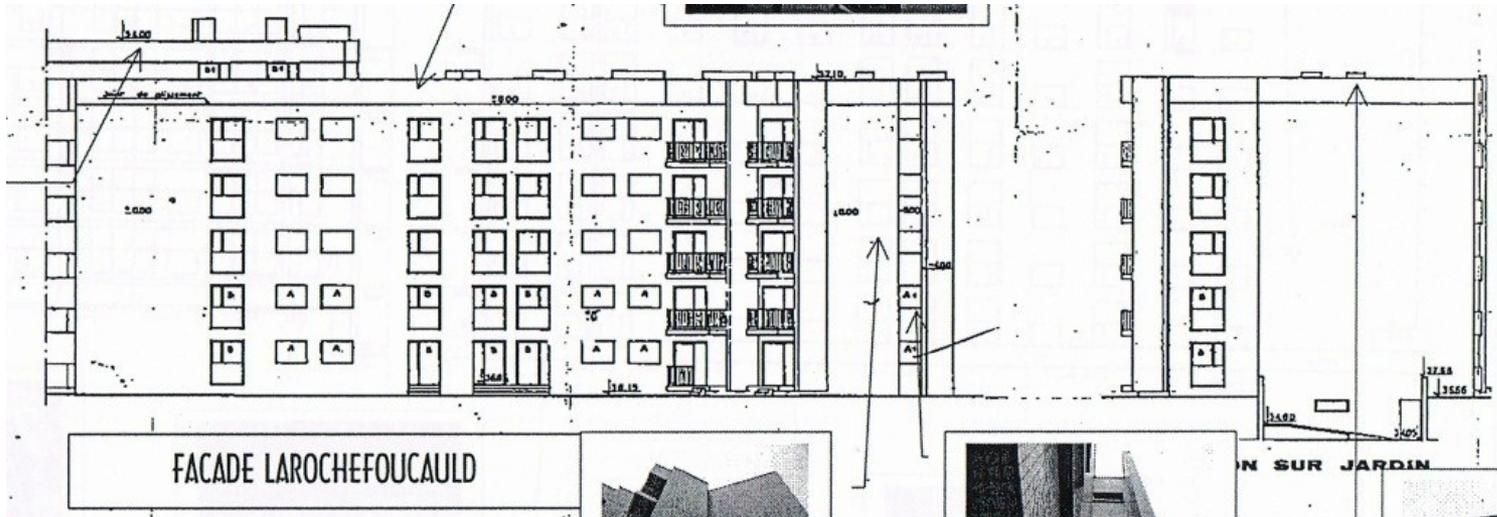


PIGNON RUE VAUTIER

FACADE RUE GAMBETTA

FACADE VAUTHIER

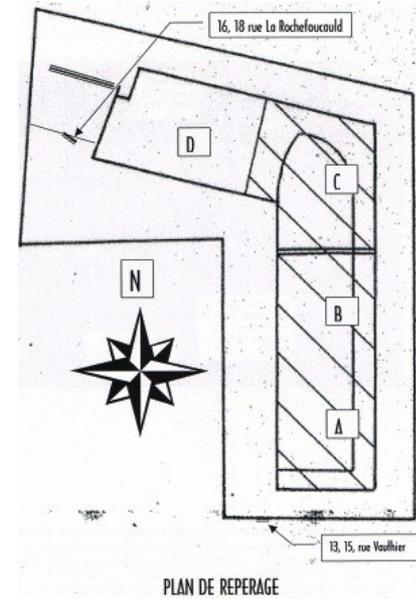
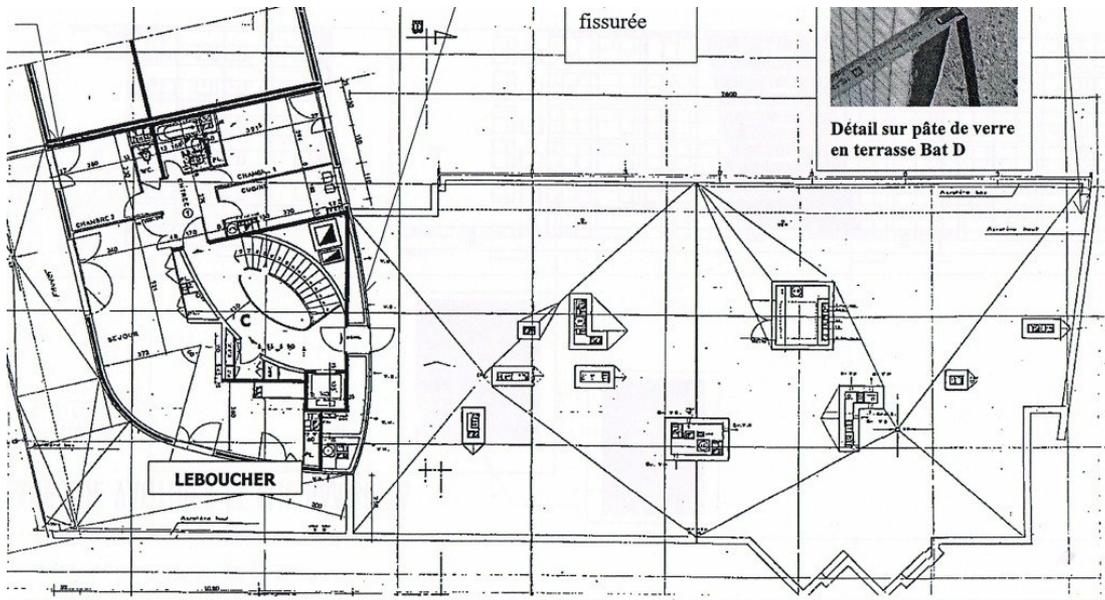
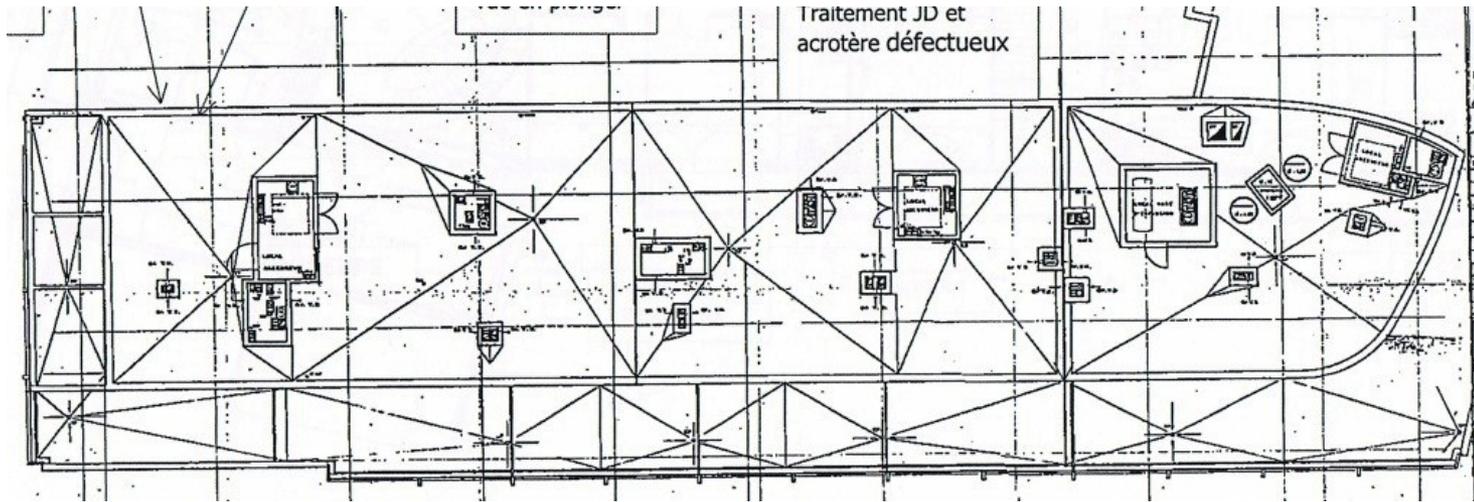
FACADE GAMBETTA



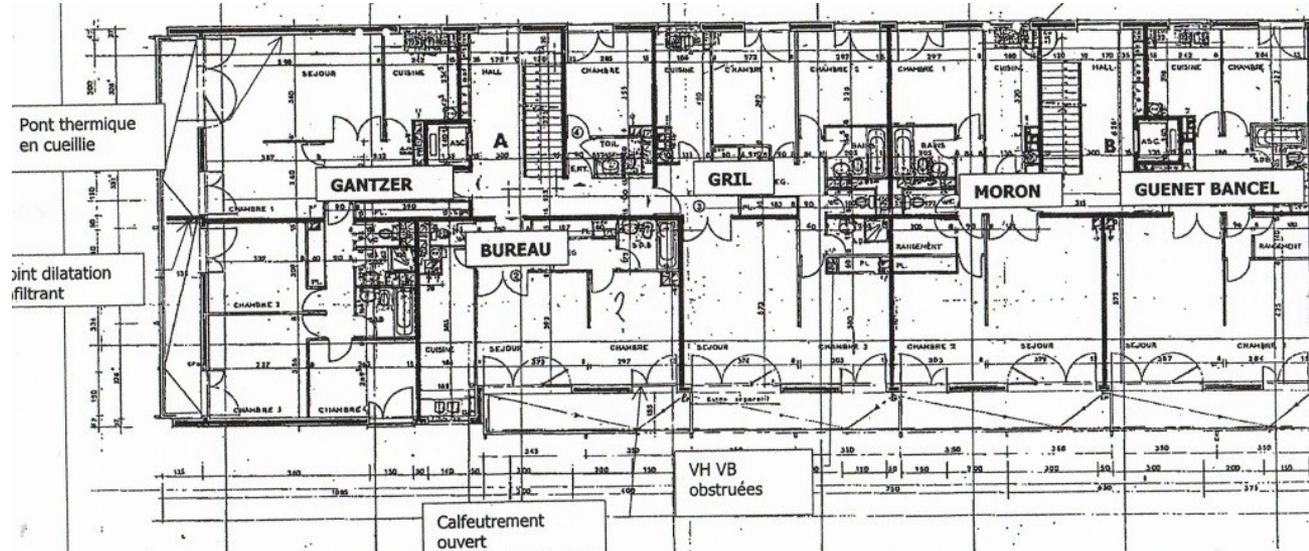
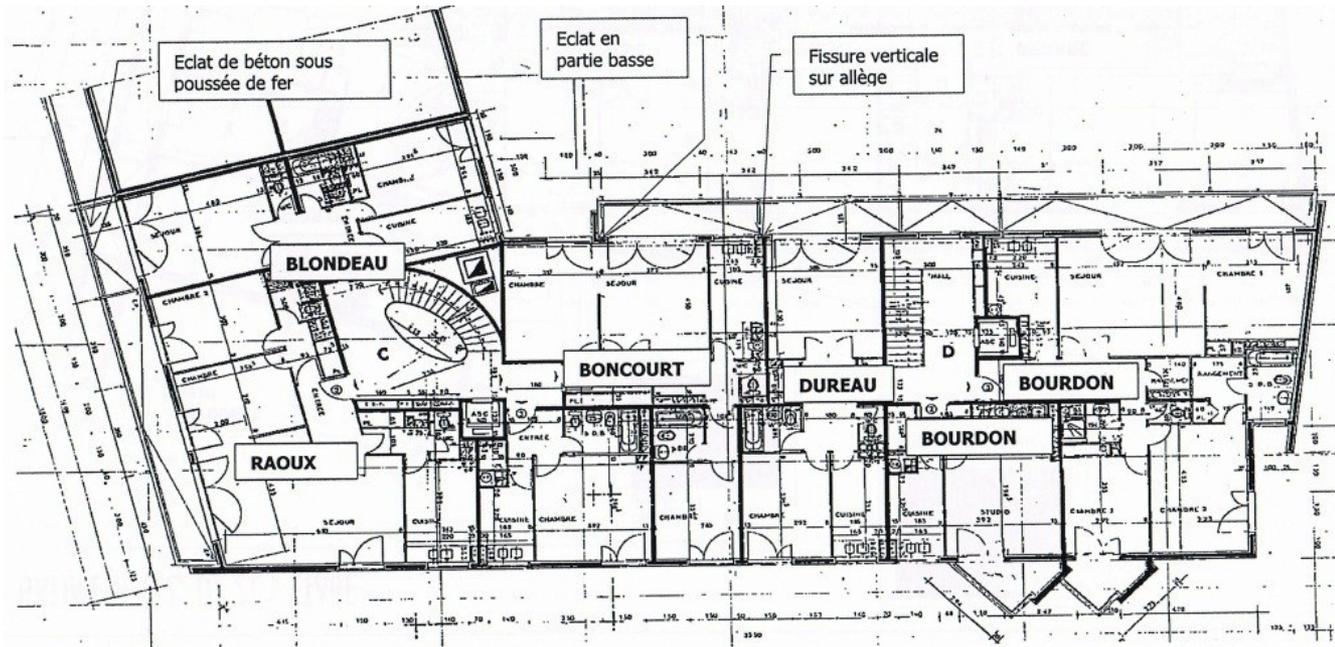
FACADE LAROCHEFOUCAULD

IN SUR JARDIN

# Les terrasses



# Les appartements (exemple 1<sup>er</sup> étage)



# Le benchmark

Les copropriétés en se groupant et en rassemblant les informations indépendamment ou en collaboration avec les syndicats qui les gèrent améliorent leur crédibilité vis-à-vis des constructeurs et des bureaux d'études. Cela passe par la collecte d'informations. On dit qu'un problème bien posé est à moitié résolu. Ceci est particulièrement vrai dans le cas de la rénovation thermique dans l'ancien. Chaque cas est en pratique différent .

Remplir ce [questionnaire](#) complètement suppose que l'on connaît particulièrement bien son immeuble et que le syndic ait une vision exacte des consommations en fluides de cet immeuble (eau, électricité, fioul ou gaz... ) L'année de construction de l'immeuble, son emplacement, la surface SHON, l'ancienneté de la chaufferie, le mode de production de l'eau chaude sanitaire, le type d'émetteur thermique utilisé la puissance disponible sur le transformateur EDF le plus proche, L'existence d'un jardin sont autant d'éléments qu'il est indispensable de connaître pour effectuer une rénovation thermique rentable et bien dimensionnée. Les quelques questionnaires de la page suivante relatifs à 3 autres immeubles donnent des informations intéressantes mais les informations communiquées ne sont pas suffisantes et doivent être complétées par le BE en génie climatique en charge du dossier.

## Rénovation d'une chaufferie en copropriété

Questionnaire destiné uniquement à la rénovation

Caractéristiques de l'immeuble			
Syndic	SCHOLER	Adresse	148 rue de Paris Boulogne
Année de construction	1968	Ville	Boulogne Vauthier 1
Surface SHON en m <sup>2</sup>	5000	Code Postal	92100
Nombre d'appartements	68	Disponibilité tension 380 volt triphasé : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Nombre d'étages	5+1	Puissance électrique disponible kW	?
		EJP ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Niveau d'isolation actuel G* en watt/m <sup>3</sup> et °C			
Très mauvais 1,8 <input type="checkbox"/> Mauvais 1,2 <input type="checkbox"/> Moyen 0,9 <input checked="" type="checkbox"/> Pas connu* (à définir) <input type="checkbox"/>			
Chauffage existant : Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/>			
Connaissez-vous la température de départ vers les radiateurs pour 0°C extérieur ? : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Si oui quelle est-elle ? 55 °C			
	Fioul (m3)	Gaz naturel (kWh)	Electricité** (kWh)
Consommation actuelle annuelle	115		
Ancienneté des chaudières (années)	30	Emetteurs	
Nb de cheminées pour évacuation fumées : Une <input checked="" type="checkbox"/> deux <input type="checkbox"/>		Radiateurs à eau <input checked="" type="checkbox"/> électrique <input type="checkbox"/>	
Evacuation fumée par ventouse ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>		acier <input checked="" type="checkbox"/> fonte <input type="checkbox"/>	
Les chaudières principales assurent elles l'ECS ? Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Planchers à eau électrique	
Puissance des chaudières en place en kW	395	NB	2
		chauffants	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Eau chaude sanitaire (ECS) Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/> - Eau froide (EF)			
Production existante :			
Par chaudière principale ? <input type="checkbox"/> Par chaudière auxiliaire ? <input type="checkbox"/> Par génération électrique collective <input type="checkbox"/>			
Consommation EF/an m <sup>3</sup>		Puissance en kW	
		Consommation annuelle***kWh	270 000
Régulation existante			
Régulation fonction :	Résultat obtenu par :		
De la température extérieure ? <input checked="" type="checkbox"/>	Action sur vannes 3 voies/4 voies ? <input checked="" type="checkbox"/>		
De la température ambiante ? <input type="checkbox"/>	Par action tout ou rien : sur bruleur <input type="checkbox"/> sur circulateur ? <input type="checkbox"/>		
	Robinets thermostatiques sur radiateurs ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Solution souhaitée pour l'isolation (D <sup>1</sup> ) en kWh/m <sup>2</sup>			
Sans isolation préalable <input type="checkbox"/> HPE rénovation 2009 (D=195) <input checked="" type="checkbox"/> BBC rénovation 2009 (D=104) <input type="checkbox"/>			
Solution souhaitée pour la nouvelle chaufferie			
Chaudière(s) à condensation	ENR 1) PAC aérothermique en relève de chaudière type air eau <input checked="" type="checkbox"/>		
Gaz <input checked="" type="checkbox"/> Fioul <input type="checkbox"/>	idem mais haute température type air eau <input type="checkbox"/>		
	2) PAC aquathermique eau eau en substitution de chaudière : <input checked="" type="checkbox"/>		

\* Audit thermique nécessaire si non connu \*\* Somme des consommations individuelles

\*\*\* Déperditions thermiques en ligne incluses

<sup>1</sup>) Nota Valeurs de D pour label en région parisienne (correction à prévoir selon région)

# 3 autres exemples dans le 92100

## Rénovation d'une chaufferie en copropriété

Questionnaire destiné uniquement à la rénovation

Caractéristiques de l'immeuble			
Syndic SAFARL	Adresse Paris		
Année de construction ?	Ville Boulogne France	Code Postal 92100	
Surface SHON en m <sup>2</sup> 1200	Disponibilité tension 380 volt triphasée : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Nombre d'appartements 46	Puissance électrique disponible kW		
Nombre d'étages 5	EJP ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Niveau d'isolation actuel G* en watt/m <sup>3</sup> et °C 410 kWh/m <sup>2</sup>			
Très mauvais 1,8 <input checked="" type="checkbox"/> Mauvais 1,2 <input type="checkbox"/> Moyen 0,9 <input type="checkbox"/> Pas connu* (à définir) <input type="checkbox"/>			
Chauffage existant : Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/>			
Connaissez-vous la température de départ vers les radiateurs pour 0°C extérieur ? : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Si oui quelle est-elle ? °C			
Consommation actuelle annuelle	Fioul (m3)	Gaz naturel (kWh)	Electricité** (kWh) Bois (kg)
	500,000		
Ancienneté des chaudières (années) 12	Emetteurs		
Nb de cheminées pour évacuation fumées : Une <input checked="" type="checkbox"/> deux <input type="checkbox"/>	Radiateurs à eau <input type="checkbox"/> électrique <input type="checkbox"/>		
Evacuation fumée par ventouse ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	acier <input type="checkbox"/> fonte <input type="checkbox"/>		
Les chaudières principales assurent elles l'ECS ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Planchers à eau électrique chauffants <input checked="" type="checkbox"/>		
Puissance des chaudières en place en kW 250+70 NB 410	ECS 40 kW		
Eau chaude sanitaire (ECS) Collectif <input checked="" type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/> - Eau froide (EF)			
Production existante : Par chaudière principale ? <input checked="" type="checkbox"/> Par chaudière auxiliaire ? <input type="checkbox"/> Par génération électrique collective <input type="checkbox"/>			
Consommation EF/an m <sup>3</sup> 3100 Puissance en kW Consommation annuelle**kWh ?			
Régulation existante			
Régulation fonction : Résultat obtenu par :			
De la température extérieure ? <input type="checkbox"/> Action sur vannes 3 voies/4 voies ? <input type="checkbox"/>			
De la température ambiante ? <input type="checkbox"/> Par action tout ou rien : sur brûleur <input type="checkbox"/> sur circulateur ? <input type="checkbox"/>			
Robinetts thermostatiques sur radiateurs ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Solution souhaitée pour l'isolation (D <sup>1</sup> ) en kWh/m <sup>2</sup>			
Sans isolation préalable <input type="checkbox"/> HPE rénovation 2009 (D=195) <input checked="" type="checkbox"/> BBC rénovation 2009 (D=104) <input type="checkbox"/>			
Solution souhaitée pour la nouvelle chaufferie			
Chaudière(s) à condensation	ENR	PAC aérothermique en relève de chaudière type air eau <input checked="" type="checkbox"/>	
Gaz <input checked="" type="checkbox"/> Fioul <input type="checkbox"/>		idem mais haute température type air eau <input type="checkbox"/>	
		PAC aquathermique eau eau en substitution de chaudière : <input type="checkbox"/>	

\* Audit thermique nécessaire si non connu \*\* Somme des consommations individuelles

\*\*\* Déperditions thermiques en ligne incluses

<sup>1)</sup> Nota Valeurs de D pour label en région parisienne (correction à prévoir selon région)

## Rénovation d'une chaufferie en copropriété

Questionnaire destiné uniquement à la rénovation

Caractéristiques de l'immeuble			
Syndic SCHOLETZ	Adresse 148 rue de Paris Boulogne 92		
Année de construction	Ville Boulogne Vaucluse	Code Postal 92100	
Surface SHON en m <sup>2</sup>	Disponibilité tension 380 volt triphasée : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Nombre d'appartements	Puissance électrique disponible kW		
Nombre d'étages 7	EJP ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Niveau d'isolation actuel G* en watt/m <sup>3</sup> et °C 350 kWh/m <sup>2</sup>			
Très mauvais 1,8 <input type="checkbox"/> Mauvais 1,2 <input checked="" type="checkbox"/> Moyen 0,9 <input type="checkbox"/> Pas connu* (à définir) <input type="checkbox"/>			
Chauffage existant : Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input checked="" type="checkbox"/>			
Connaissez-vous la température de départ vers les radiateurs pour 0°C extérieur ? : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Si oui quelle est-elle ? °C			
Consommation actuelle annuelle	Fioul (m3)	Gaz naturel (kWh)	Electricité** (kWh) Bois (kg)
			?
Ancienneté des chaudières (années)	Emetteurs		
Nb de cheminées pour évacuation fumées : Une <input type="checkbox"/> deux <input type="checkbox"/>	Radiateurs à eau <input type="checkbox"/> électrique <input checked="" type="checkbox"/>		
Evacuation fumée par ventouse ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	acier <input type="checkbox"/> fonte <input type="checkbox"/>		
Les chaudières principales assurent elles l'ECS ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Planchers à eau électrique chauffants <input type="checkbox"/>		
Puissance des chaudières en place en kW	NB		
Eau chaude sanitaire (ECS) Collectif <input checked="" type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/> - Eau froide (EF)			
Production existante : Par chaudière principale ? <input type="checkbox"/> Par chaudière auxiliaire ? <input type="checkbox"/> Par génération électrique collective <input checked="" type="checkbox"/>			
Consommation EF/an m <sup>3</sup> Puissance en kW Consommation annuelle**kWh ?			
Régulation existante			
Régulation fonction : Résultat obtenu par : effet Joule			
De la température extérieure ? <input type="checkbox"/> Action sur vannes 3 voies/4 voies ? <input type="checkbox"/>			
De la température ambiante ? <input type="checkbox"/> Par action tout ou rien : sur brûleur <input type="checkbox"/> sur circulateur ? <input type="checkbox"/>			
Robinetts thermostatiques sur radiateurs ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Solution souhaitée pour l'isolation (D <sup>1</sup> ) en kWh/m <sup>2</sup>			
Sans isolation préalable <input type="checkbox"/> HPE rénovation 2009 (D=195) <input checked="" type="checkbox"/> BBC rénovation 2009 (D=104) <input type="checkbox"/>			
Solution souhaitée pour la nouvelle chaufferie			
Chaudière(s) à condensation	ENR	PAC aérothermique en relève de chaudière type air eau <input type="checkbox"/>	
Gaz <input type="checkbox"/> Fioul <input type="checkbox"/>		idem mais haute température type air eau <input type="checkbox"/>	
		PAC aquathermique eau eau en substitution de chaudière : <input type="checkbox"/>	

\* Audit thermique nécessaire si non connu \*\* Somme des consommations individuelles

\*\*\* Déperditions thermiques en ligne incluses

<sup>1)</sup> Nota Valeurs de D pour label en région parisienne (correction à prévoir selon région)

## Rénovation d'une chaufferie en copropriété

Questionnaire destiné uniquement à la rénovation

Caractéristiques de l'immeuble			
Syndic TAGERIM	Adresse 3 rue Rollin 75009 Paris		
Année de construction	Ville Boulogne Stilly	Code Postal 92100	
Surface SHON en m <sup>2</sup> 700	Disponibilité tension 380 volt triphasée : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Nombre d'appartements 120	Puissance électrique disponible kW ?		
Nombre d'étages 5	EJP ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Niveau d'isolation actuel G* en watt/m <sup>3</sup> et °C			
Très mauvais 1,8 <input type="checkbox"/> Mauvais 1,2 <input type="checkbox"/> Moyen 0,9 <input type="checkbox"/> Pas connu* (à définir) <input checked="" type="checkbox"/>			
Chauffage existant : Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/>			
Connaissez-vous la température de départ vers les radiateurs pour 0°C extérieur ? : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Si oui quelle est-elle ? °C			
Consommation actuelle annuelle	Fioul (m3)	Gaz naturel (kWh)	Electricité** (kWh) Bois (kg)
quant modif			
150	X		
Ancienneté des chaudières (années) 12	Emetteurs		
Nb de cheminées pour évacuation fumées : Une <input checked="" type="checkbox"/> deux <input type="checkbox"/>	Radiateurs à eau <input checked="" type="checkbox"/> électrique <input type="checkbox"/>		
Evacuation fumée par ventouse ? Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	acier <input type="checkbox"/> fonte <input type="checkbox"/>		
Les chaudières principales assurent elles l'ECS ? Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Planchers à eau électrique chauffants <input type="checkbox"/>		
Puissance des chaudières en place en kW 500 NB 2	ECS		
Eau chaude sanitaire (ECS) Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/> - Eau froide (EF)			
Production existante : Par chaudière principale ? <input checked="" type="checkbox"/> Par chaudière auxiliaire ? <input type="checkbox"/> Par génération électrique collective <input type="checkbox"/>			
Consommation EF/an m <sup>3</sup> Puissance en kW Consommation annuelle**kWh			
Régulation existante			
Régulation fonction : Résultat obtenu par :			
De la température extérieure ? <input type="checkbox"/> Action sur vannes 3 voies/4 voies ? <input type="checkbox"/>			
De la température ambiante ? <input type="checkbox"/> Par action tout ou rien : sur brûleur <input type="checkbox"/> sur circulateur ? <input type="checkbox"/>			
Robinetts thermostatiques sur radiateurs ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Solution souhaitée pour l'isolation (D <sup>1</sup> ) en kWh/m <sup>2</sup>			
Sans isolation préalable <input type="checkbox"/> HPE rénovation 2009 (D=195) <input type="checkbox"/> BBC rénovation 2009 (D=104) <input type="checkbox"/>			
Solution souhaitée pour la nouvelle chaufferie			
Chaudière(s) à condensation	ENR	PAC aérothermique en relève de chaudière type air eau <input checked="" type="checkbox"/>	
Gaz <input checked="" type="checkbox"/> Fioul <input type="checkbox"/>		idem mais haute température type air eau <input type="checkbox"/>	
		PAC aquathermique eau eau en substitution de chaudière : <input type="checkbox"/>	

\* Audit thermique nécessaire si non connu \*\* Somme des consommations individuelles

\*\*\* Déperditions thermiques en ligne incluses

<sup>1)</sup> Nota Valeurs de D pour label en région parisienne (correction à prévoir selon région)

Avec un coefficient de déperdition moyen de D = 415 kWh/m<sup>2</sup> la priorité des investissements est l'isolation (pertes principalement en terrasses). Ensuite, une chaudière GAZ moderne De Dietrich à condensation venant d'être installée une évolution vers une PAC en relève est toujours possible particulièrement avec les planchers chauffants du type eau basse température

Le coefficient de déperdition moyen de 350 kWh/m<sup>2</sup> est moins catastrophique que le précédent mais les dépenses pour les occupants avec le chauffage électrique individuelles sont élevées. La production d'ECS obtenue collectivement avec l'effet Joule est une bonne occasion pour ce syndic de se faire une opinion du prix réel de l'eau chaude

Avec un coefficient de déperdition presque acceptable proche de 210 kWh/m<sup>2</sup> et des radiateurs eau en fonte relativement basse température, une évolution de la chaufferie alimentant 3 immeubles (dont un géré en bureaux) vers une PAC en relève est envisageable en complément des deux chaudières à GAZ unitaire relativement modernes de 450 kW unitaire

# Conclusion

Une rénovation thermique d'un immeuble ancien fonctionnant au fioul bien conduite peut entraîner des retours économiques (RI) intéressants si on limite à l'essentiel l'investissement consenti pour l'isolation (Isolation dite à minima) et si l'on se contente de faire du chaud lorsqu'il fait froid, rien de plus. La modernisation vers une génération thermique basée uniquement sur la combustion et le gaz naturel peut se faire sans isolation préalable. Le retour sur investissement est alors voisin de 8 ans. Le retour sur investissement passe à environ 6 ans si l'on adjoint une génération d'ENR complémentaire au chauffage gaz. Dans ce cas, l'isolation à minima est indispensable pour baisser les températures requises à la source chaude et bénéficier d'un chauffage thermodynamique ayant des performances acceptables.

Il est aussi possible de faire cohabiter les deux énergies payantes le gaz naturel et l'électricité, avec l'énergie thermique gratuite prélevée dans l'air et dans l'eau au mieux des saisons et de la température requise sur l'utilisation. L'amélioration notable des performances en résultant permet d'améliorer encore le retour sur investissement. Les copropriétaires des immeubles anciens gérés en copropriété ne réalisent pas encore l'intérêt que représente pour leur pouvoir d'achat une rénovation thermique orientée vers les ENR. Bien que la lourdeur des décisions dans les grosses copropriétés soit plus importantes que dans les petites plus propices à un raisonnement collectif, se sont d'abord les copropriétés supérieures à 50 lots qui bénéficieront dans un premier temps de ces techniques nouvelles maintenant courantes dans la maison individuelle.

Aidé dans ses actions par [l'audit thermique collectif obligatoire](#) et jouant le rôle d'intégrateur, l'ingénieur en génie climatique sera l'élément de liaison assurant la communication entre le syndic, les différents prestataires, l'Ademe et le syndicat des copropriétaires.

Cette étude technico-financière est basée sur un FOD à 1€ le litre et sur une aide fiscale au titre du « [fond chaleur renouvelable](#) » s'améliorant avec le COP et le gain en CO2 qui en résulte.

Avec le fioul à 1,5 € le litre les RI sont réduits de 50%