

# La rénovation énergétique des bâtiments existants

## Introduction

Par

Dominique BRUSSET

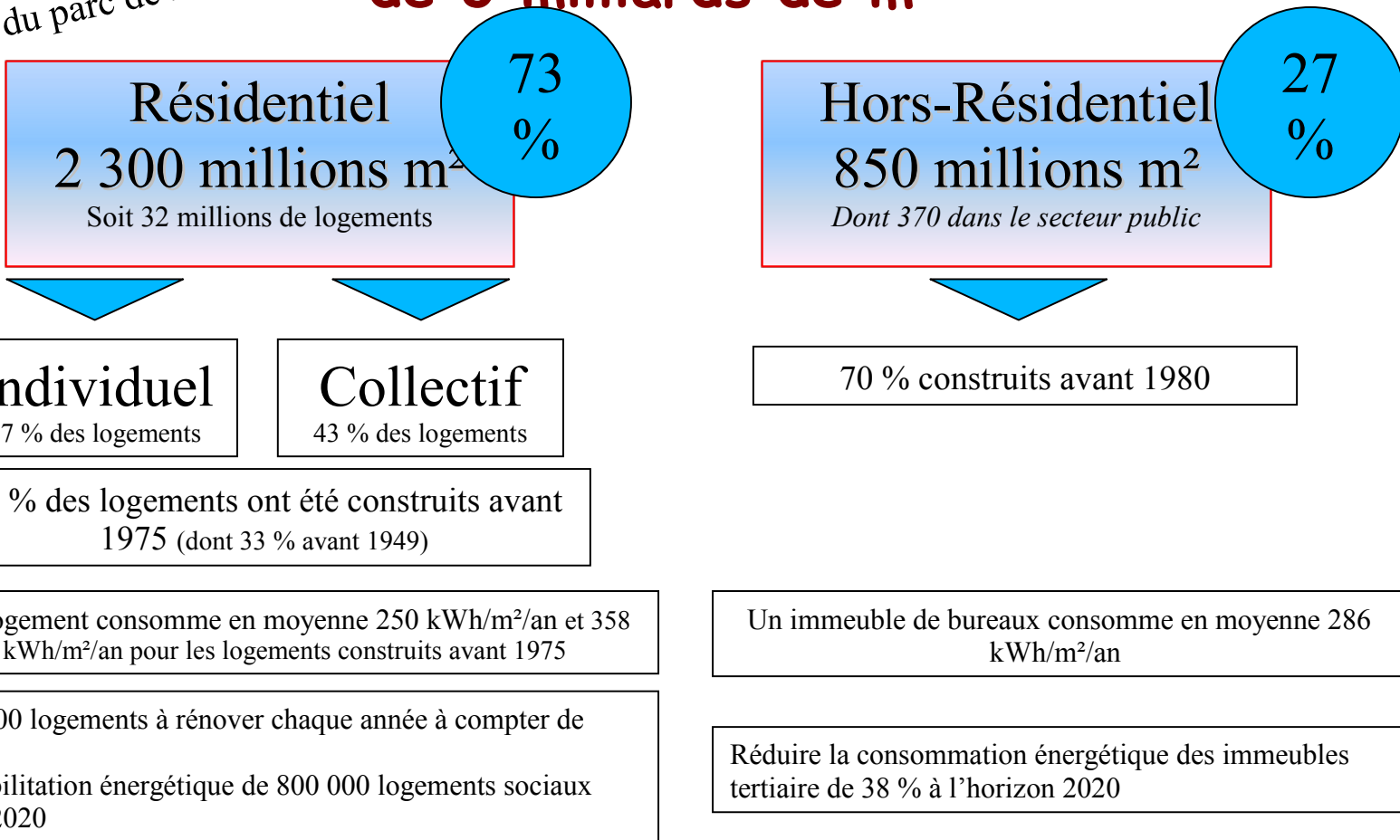
**GDF SUEZ**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

Importance du parc de la réno

# Le parc existant français représente un peu plus de 3 milliards de m<sup>2</sup>



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

# Approche globale de la rénovation

Réduction des consommations

Isolation  
thermique

du bâti

Investissement : x10  
Economies : x3

Les  
systèmes  
de  
chauffage  
et ECS

*La cohérence et l'optimisation  
à trouver entre :*  
les systèmes / le bâti,  
le confort d'été / le confort d'hiver,  
les EnR / les énergies fossiles,  
le coût énergétique / le coût de maintenance,  
l'automatisation / l'appropriation par les usagers,  
les éléments conservés / les nouveaux éléments ...

1/3 des  
copropriétés  
en difficulté  
financière

Commencer par diminuer les besoins de chauffage avant de rénover les systèmes de production, de distribution et d'émission de chaleur est logique et souhaitable. Mais les moyens financiers des copropriétaires ou l'état de vétusté des systèmes de chauffage peuvent imposer de ne pas concevoir et réaliser convenablement pour ne pas « tuer » le gisement respecter cet ordre logique...

## Pour établir des projets de qualité,

Ne pas faire l'impasse sur les ruptures ou avancées qui permettent le progrès :

### - au niveau méthodologique en phase étude

- La thermographie infrarouge – Impensable de s'en passer compte tenu de l'incertitude sur les parois, sur les infiltrations et sur le vieillissement des isolants
- Les calculs THCEex et le rapprochement avec les consommations réelles

### - au niveau technologique

Les meilleures technologies disponibles, entre autres :

- Les pompes à VEV pour l'adaptation aux réseaux conservés et pour l'optimisation des coûts des auxiliaires
- Les conduits 3 CEP qui permettent enfin d'installer des chaudières à condensation dans les anciens conduits shunts

### - au niveau financier

- Les prêts collectifs EcoPTZ
- Les CPE sous leurs différentes formes
- Les plans programmes travaux préfinancés



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

## Ne pas oublier les « fondamentaux »

Si on les oublie, ce n'est plus la peine de parler de qualité et de garantie de résultat



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

**Nouveau  
texte  
de loi**

**JCE – 22 Mai 2012**

# **La copropriété de plus de 50 lots avec chauffage collectif Obligation de réaliser un audit avant 5 ans**

**Réalisé par personne pouvant justifier de :**

3 ans d'études post secondaire sanctionnées par un diplôme et 3 ans d'expérience dans un BET  
ou 8 ans d'expérience dans un BET  
Justifier de 3 expériences de réalisation d'audits similaires

**Par qui ?**

**Réalisation d'un audit énergétique avant fin 2016**

**Date butoir**

**Nb  
d'immeubles  
50 000**

**Présentation en AG l'année suivante au  
plus tard**

**Objectif**

**Apprécier la qualité du bâtiment, des équipements énergétiques  
et juger la pertinence des travaux proposés**

Description du bâti, du chauffage, rafraichissement, de la production d'ECS, de la ventilation, **de l'éclairage**

**Enquête auprès des copropriétaires et des occupants**

Visite d'un échantillon de logements

Positionnement **par rapport à l'étiquette énergie**

**Description des aides financières mobilisables à la date de présentation de l'audit**

**Les +**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

# Les interventions

1

L'isolation du bâti, les techniques,  
le traitement des ponts thermiques  
La prise en compte de la sécurité incendie pour  
l'ITE

Le bâti

2

Comment engager des travaux d'améliorations  
sur les systèmes de chauffage collectif  
sans risquer de dégrader les performances  
de travaux d'isolation thermique du bâti  
pouvant être engagés ultérieurement ?  
Comment installer des chaudières à  
condensation individuelles sur des conduits  
existants « shunts » ?

Les  
systèmes

# Le parc existant: une chance pour rénover de manière performante et durable

Par  
André POUGET





# Les grands principes

« La rénovation énergétique seule, ça n'existe pas »

*Valorisation du patrimoine*

+ *amélioration du confort*

+ *préserver l'environnement*

+ *facture énergétique*

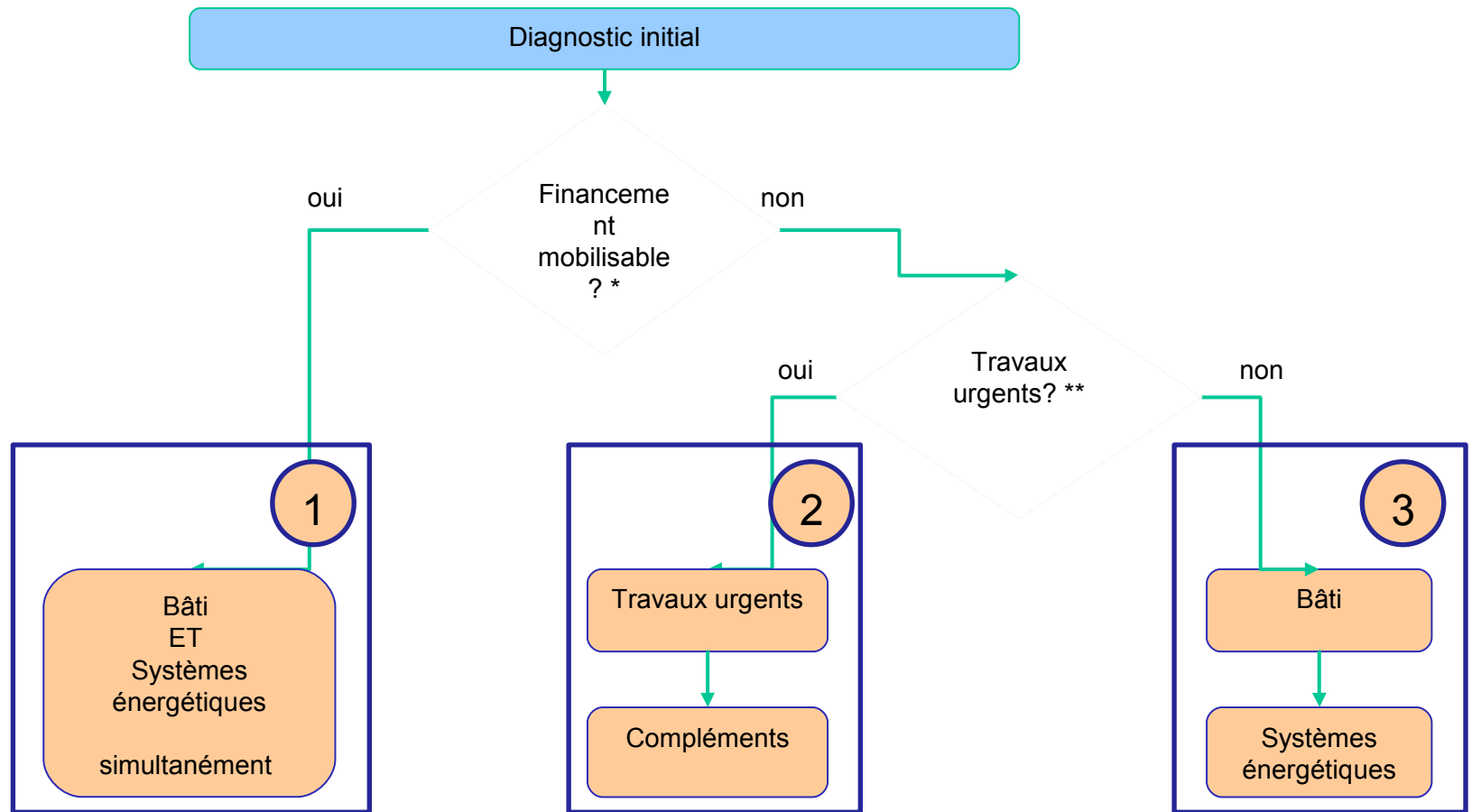




## Les grands principes

du vétérinaire

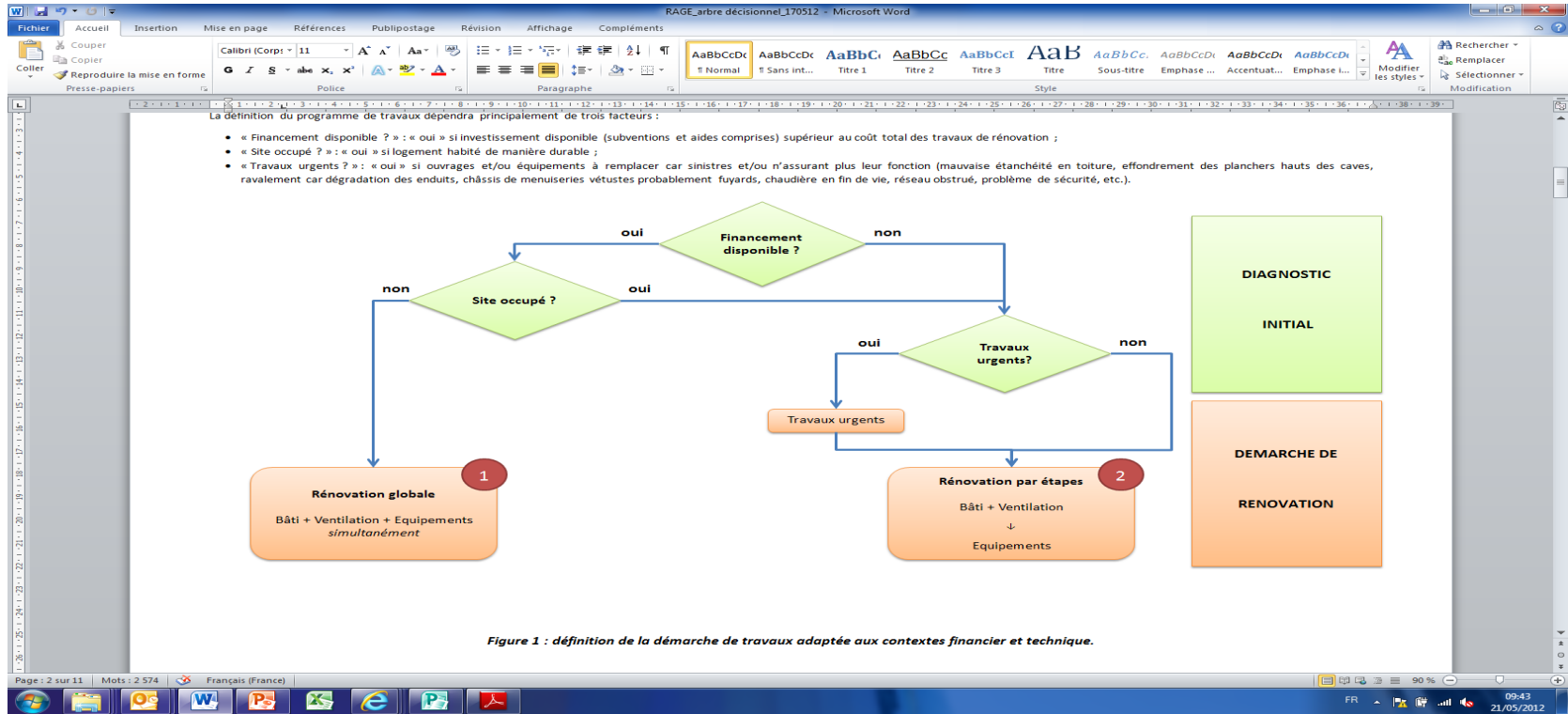
# Les audits énergétiques Stratégie de rénovation



\* *Financement mobilisable > coût de la rénovation énergétique globale*

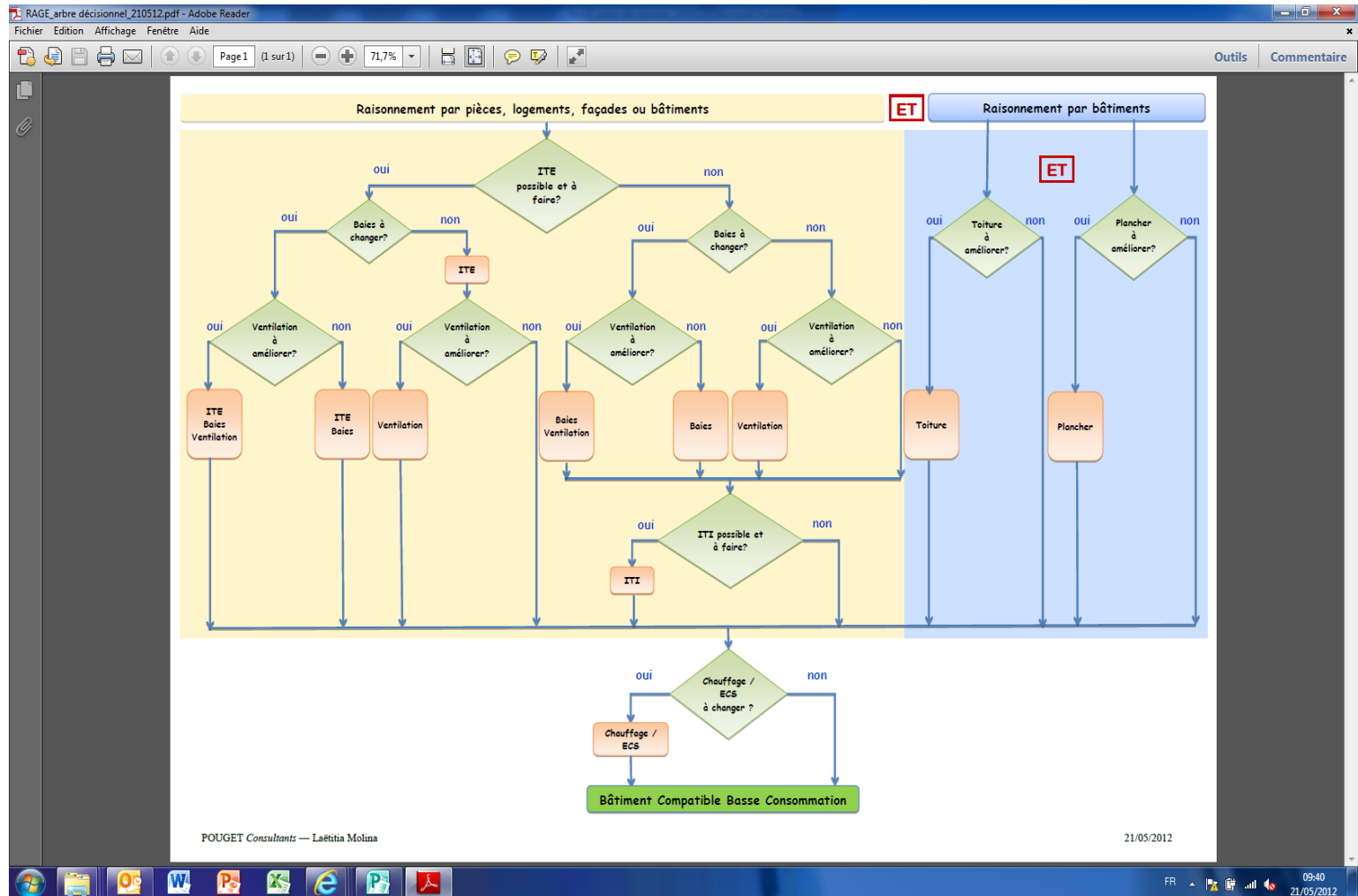
\*\* *Ouvrages et/ou équipements à remplacer car sinistres et/ou ne fonctionnent plus*

# Les audits énergétiques Stratégie de rénovation



# Les audits énergétiques l'arbre décisionnel

JCE – 22 Mai 2012



Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !

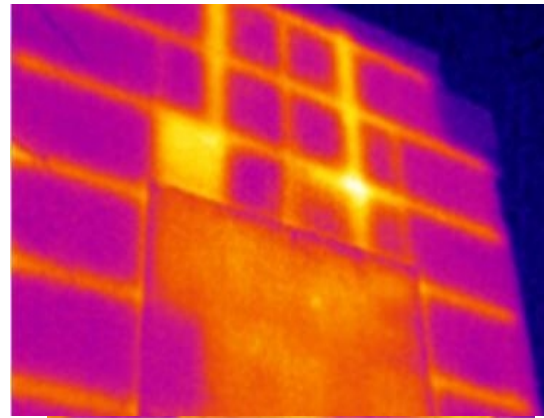
## Les grands principes

### Thermicien ≠ Chauffagiste

mais Thermicien = vendeur de « non énergie »



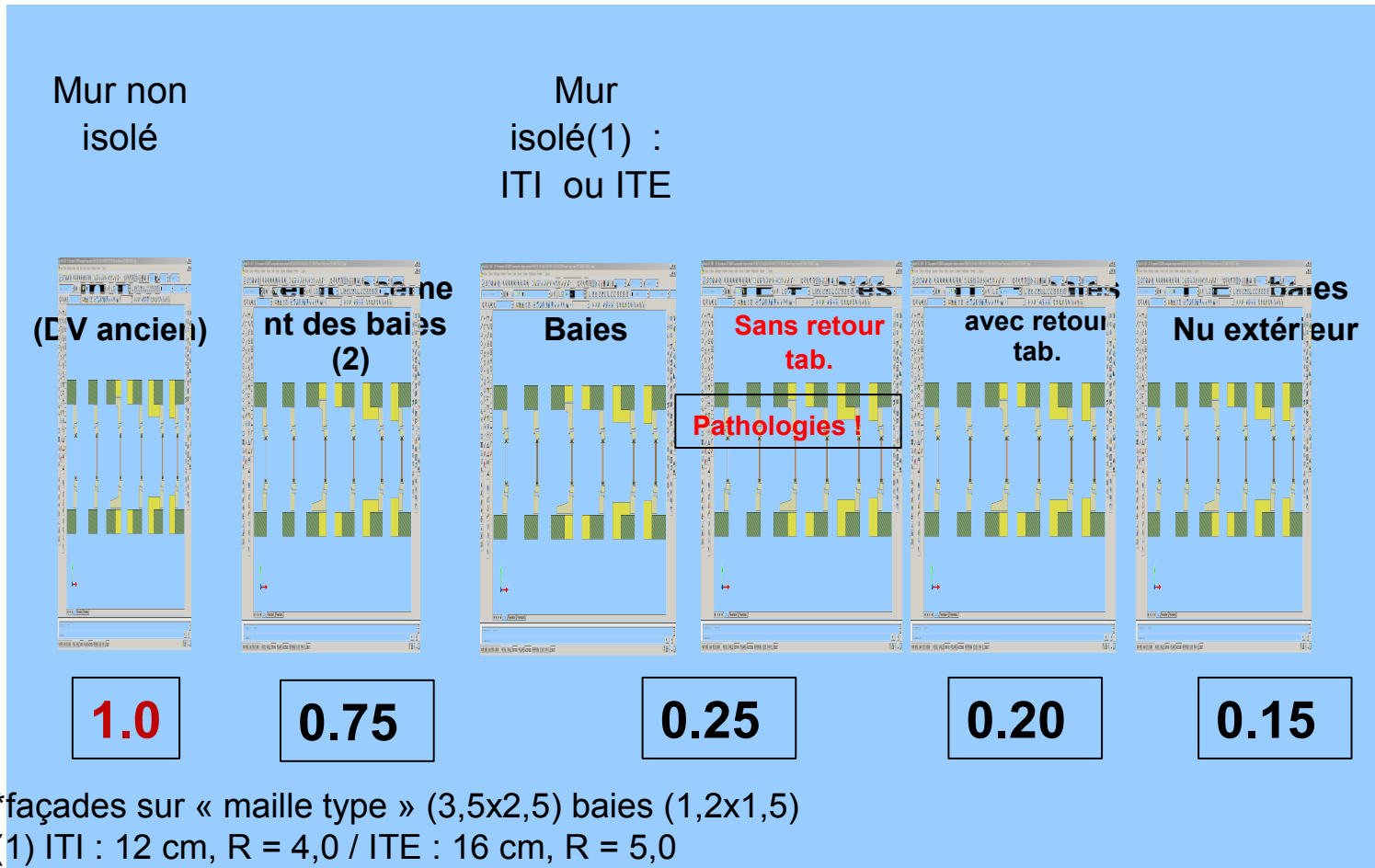
Pignon avec ravalement en bon état,



...le même derrière le ravalement !

# Les audits énergétiques

## Stratégie de rénovation: Comparaisons des pertes d'une façade



\*façades sur « maille type » (3,5x2,5) baies (1,2x1,5)  
(1) ITI : 12 cm, R = 4,0 / ITE : 16 cm, R = 5,0  
(2) Baie, U<sub>w</sub> = 1,2

# Rénovation des façades

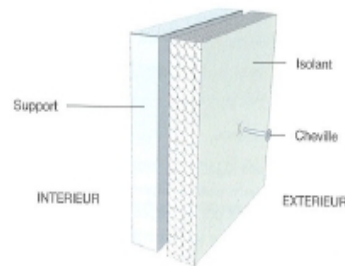
## Isolation thermique par l'extérieur et ravalement

Solutions	Description	Prix fourni posé €HT/m <sup>2</sup> façade
A	Ravalement simple enduit	125 €
B	Ravalement avec 10 cm isolation enduit	190 €
C	Ravalement avec 20 cm isolation enduit	220 €
D	Ravalement avec 20 cm isolation bardage	315 €

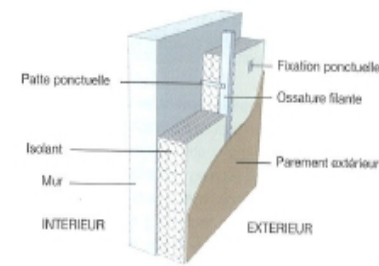
+40%  
+15%




Ravalement simple enduit



Isolation extérieure enduit



Isolation extérieure bardage



## Rénovation des façades

Isolation thermique par l'extérieur, exemple\*



Avant

Après

\* 45, boulevard de Ménilmontant Paris 11; Architecte: Benjamin Gauthier

## Rénovation des façades

### Isolation thermique par l'extérieur, exemple\*



Détail du retour d'isolation en tableau des fenêtres

\* 45, boulevard de Ménilmontant Paris 11; Architecte: Benjamin Gauthier

## Rénovation des façades

Isolation thermique par l'intérieur : « 1 jour pour le facteur 4 »



### Le défi

- Un patrimoine à conserver
- Un chantier en site occupé
- Un prix de l'immobilier élevé
- Une planète à sauver

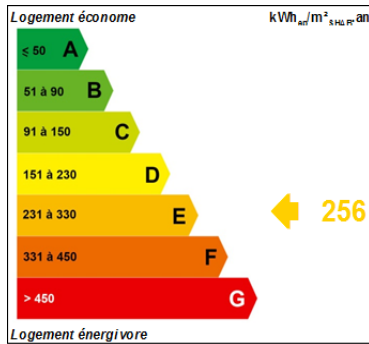
### La réponse

- Isolation par l'intérieur
- Changement de menuiserie
- Aspect de la façade conservé
- Chantier sec en un jour
- Emprise au sol limitée à 5 cm
- Déperditions divisées par 5

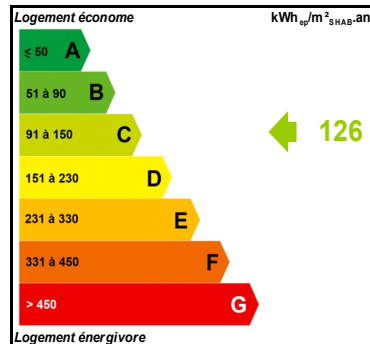
FILM ITI en site occupé (3min)

# Rénovation des façades

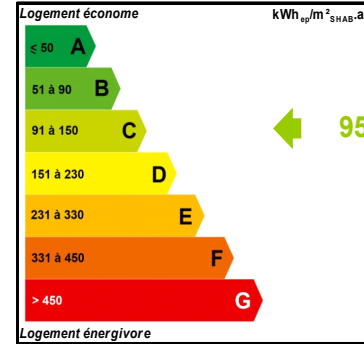
Isolation thermique par l'intérieur : « 1 jour pour le facteur 4 »



Avant



Si isolation  
toutes façades



Si isolation  
toutes façades  
+ VMC Hygro /  
Robinets thermo



# LE GUIDE ABC

## Chapitre IV: Catalogues PONTS THERMIQUES & PAROIS

### Bâtiments existants (1850-1974)

Bâtiment ancien (1850 – 1948)

Etat initial

ITI

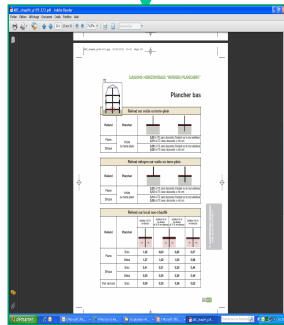
ITE

Liaisons & Parois

Liaisons

Liaisons

Parois



Bâtiment récent (1948 – 1974)

Etat initial

ITI

ITE

Liaisons & Parois

Liaisons

Liaisons

LIAISONS HORIZONTALES "FACÈDES/PLANCHES"

Plancher bas

		Sur terre-plein	
Facède	Plancher	0,08 + R <sub>te</sub> + 5 0,08 + R <sub>te</sub> + 5	
0,08	0,08		
Sur extérieur ou sur local non-chauffé			
avec mur bas externe ou non-entend			
Facède	Plancher	avec mur bas interne	
avec mur bas interne			
avec mur bas interne			
avec mur bas interne			

## Confort d'été

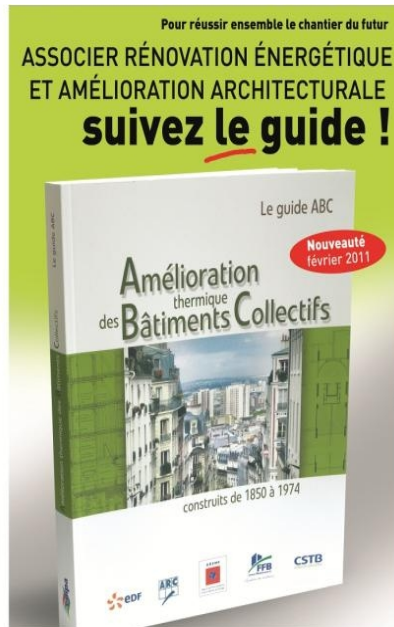
### Solutions passives

- réduction des apports : protections, occultations, végétation,...
- inertie thermique via MCP par exemple
- sur ventilation nocturne si possible (acoustique)



# Rénovation énergétique

## Le guide ABC



Préface signée Alain MAUGARD et François PELEGRIN

Chapitre I : Enjeux de la rénovation énergétique

*Enjeux, contexte, "Facteur 4"...*

Chapitre II : Connaissance des bâtiments existants

*Typologies architecturales, connaissance des bâtis de 1850 à 1974.*

Chapitre III : Réussir la réhabilitation: une approche globale

*Isolation, aération, confort d'été, humidité, acoustique, sécurité incendie.*

Chapitre IV : Caractéristiques thermiques des bâtis avant et après isolation

*Exploration de solutions innovantes et performantes avec les valeurs de ponts thermiques associées*

Chapitre V : Applications, chantiers, parole aux acteurs

- Tableau synoptique : dépliant sur les typologies de bâtiments du parc existant
- Plans-coupes-élévations de typologies architecturales téléchargeables
- Exemples de réalisations de rénovations performantes
- **Tableaux de ponts thermiques – inédit : complément des règles TH-C-E ex,** + de 1000 valeurs avant et après rénovation.

Parution : 1<sup>er</sup> février 2011

Format : 20 x 26

Nombre de pages : 344 pages

Prix : 49 € TTC

*Un outil d'aide à la décision pour rénover performant, confortable et durable  
Indispensable pour les maîtres d'ouvrage publics et privés, architectes,  
bureaux d'étude et entreprises*

Commandez dès maintenant votre Guide ABC: [www.edipa.fr](http://www.edipa.fr)



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*



***Merci de votre attention !***





# BBC et RT 2012 en résidentiel

## Isolation du bâti et conséquences

Par Sylvain GIRAUD

**ROCKWOOL®**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

# Le Bâti du Bâtiment Basse Consommation et de la RT2012

## Les conséquences en conception de bâtiments

### ➔ Vers une évolution dans la technique constructive avant l'innovation

Généralisation des modes constructifs d'isolation  
« **par l'EXTÉRIEUR** »

Développement des solutions d'isolation  
**RÉPARTIE**

### ➔ Vers une meilleure définition des solutions d'isolation

Expression de la **performance de la paroi**  
en termes de déperdition thermique totale ( $U_p$ )

Choix des matériaux isolants en **intégrant l'ensemble des caractéristiques**

## Exemple de point de vigilance sur les évolutions constructives Des immeubles BBC... en toute sécurité

➔ L'isolation thermique par l'extérieur n'est pas une innovation

Rénovation du parc social dans les années 80  
avec 60 mm d'isolant...

➔ **MAIS** passer de 60mm à 120mm n'est pas sans  
conséquence sur la **SÉCURITÉ INCENDIE**



➔ **Les règles de sécurité EXISTENT**

# Des immeubles BBC... en toute sécurité

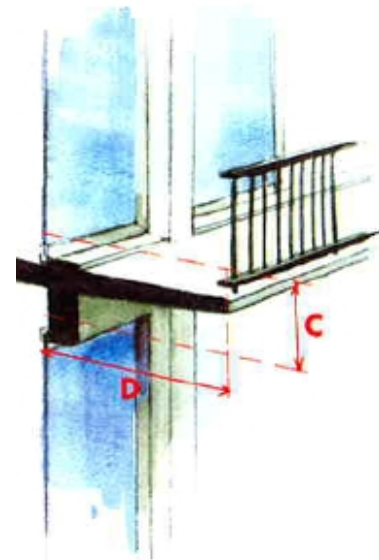
## Les règles à respecter

Exemple de la façade pour un immeuble de 4 étages ou plus



Il convient de mettre en façade des systèmes difficilement « allumables » et ne propageant pas facilement un incendie (Classement Euroclasse)

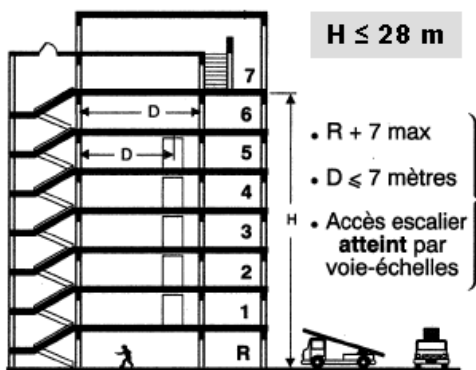
Il convient de respecter des distances minimales entre chaque ouverture (**distance C+D**) en fonction de la quantité équivalente de combustible installée sur la façade (Masse Combustible Mobilisable).



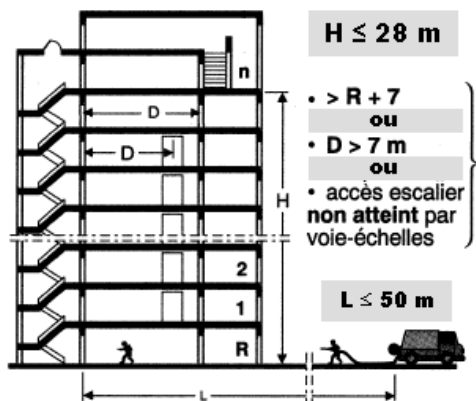
# La Règlementation Applicable Cas des Bâtiments d'Habitation



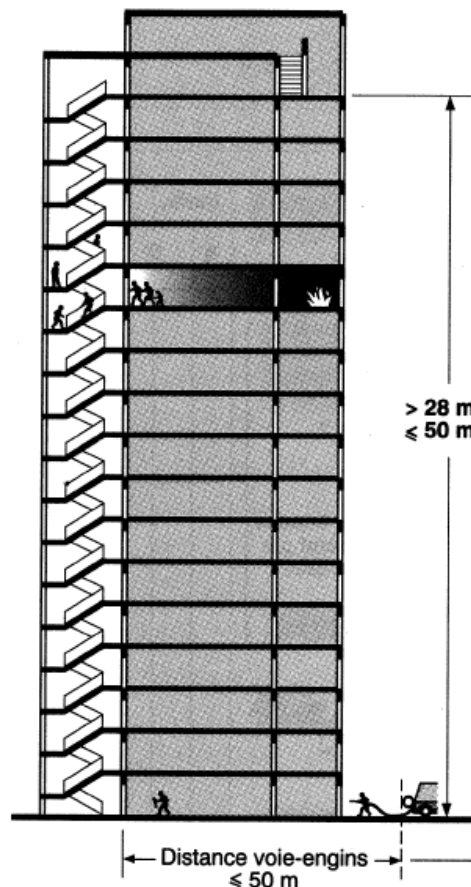
## 3<sup>ème</sup> Famille A



## 3<sup>ème</sup> Famille B



## 4<sup>ème</sup> Famille



Illustrations : source Le Moniteur, Guide sécurité incendie

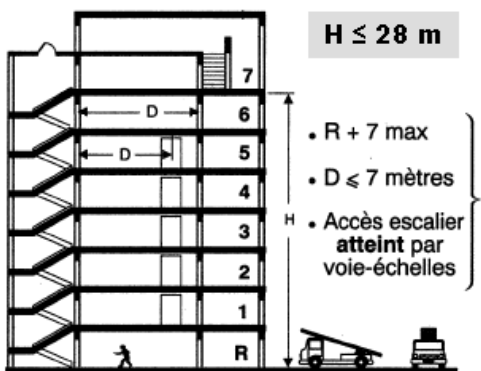
# Règlementation Applicable

## Bâtiments d'Habitation des 3ème et 4ème familles

### Les solutions applicables en ITE

#### Famille 3A

#### 3ème Famille A



	INTERDIT
	SOUS CONTRAINTES
	AUTORISE

#### Isolation sous enduit

		"C+D" de la façade		
		≥ 0,6m	≥ 0,8m	≥ 1,1m
Enduit Hydraulique	Isolant EUROCLASSE A1			
	Isolant PCS ≈ 0,70 MJ/m <sup>2</sup> /mm		≤ 100mm	
Enduit Organique	Isolant EUROCLASSE A1	Baie > 1,00m <sup>2</sup>		
	Isolant PCS ≈ 0,70 MJ/m <sup>2</sup> /mm		≤ 80mm	

#### Bardage ventilé

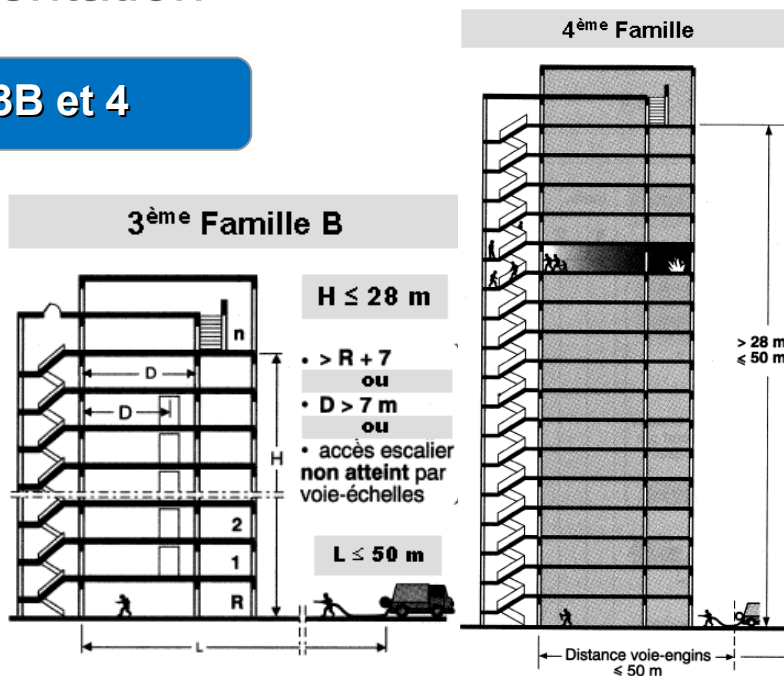
		"C+D" de la façade		
		≥ 0,6m	≥ 0,8m	≥ 1,1m
Parement avec un PCS ≈ 40 MJ/m <sup>2</sup>	Isolant EUROCLASSE A1	Baie > 1,45m <sup>2</sup>		
Parement avec un PCS ≈ 250 MJ/m <sup>2</sup>	Isolant EUROCLASSE A1			



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

# Choix d'un isolant Euroclasse A1 en logement collectif soumis à la réglementation

## Famille 3B et 4



### Isolation sous enduit

Enduit Hydraulique	Isolant EUROCLASSE A1	≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m
	Isolant PCS ≈ 0,70 MJ/m <sup>2</sup> /mm	Baie > 1,00m <sup>2</sup>	≤ 100mm	
Enduit Organique	Isolant EUROCLASSE A1	≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m
	Isolant PCS ≈ 0,70 MJ/m <sup>2</sup> /mm	Baie > 1,45m <sup>2</sup>		

### Bardage ventilé

Parement avec un PCS ≈ 40 MJ/m <sup>2</sup>	Isolant EUROCLASSE A1	≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m
	Isolant EUROCLASSE A1	Baie > 1,45m <sup>2</sup>		
Parement avec un PCS ≈ 250 MJ/m <sup>2</sup>	Isolant EUROCLASSE A1	≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m
	Isolant EUROCLASSE A1	Baie > 1,45m <sup>2</sup>		

	INTERDIT
	SOUS CONTRAINTES
	AUTORISE

"C+D" de la façade		
≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m

"C+D" de la façade		
≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m

En conclusion

→ TRAITER LE BÂTI = FAIRE SIMPLE

Faire **simple** avec des techniques traditionnelles pour **isoler la partie courante et les ponts thermiques** et pour **traiter l'étanchéité à l'air**

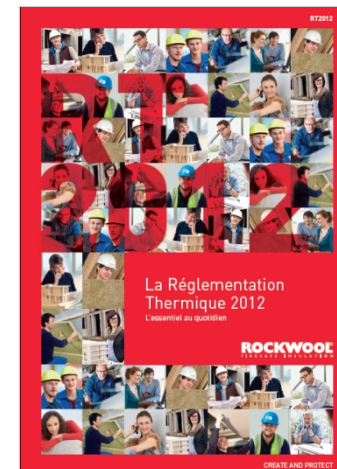
Faire **simple** avec produits et des systèmes **certifiés**

Faire **simple** tout en **enlevant ses œillères thermiques** pour définir des systèmes efficaces

Faire **simple** tout en **sécurisant les personnes et les biens**

→ Pour plus d'information consulter notre documentation :

**ROCKWOOL RT 2012**





**JCE ICO**  
**Présentation Atelier Rénovation**

**Intervention :**  
**Rénovation de la chaufferie avant le bâti**

**Hervé SEBASTIA**



**et**

**Christophe BAYARD**



*Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie,  
pour mieux concevoir, construire et rénover demain !*

# Avant mise en place chaudières condensation

## Préconisations

- ✓ Préparer l'installation des futurs générateurs
  - désembouer
  - nettoyer
  - équilibrer les réseaux si réno bâti distante
  
- ✓ Contrôler la compatibilité du conduit de fumées avec un système à condensation, et l'adapter si nécessaire

# Avant mise en place chaudières condensation Faciliter l'exploitation

✓ Prévoir le matériel nécessaire pour :

↳ le traitement des circuits : filtre à boue magnétique, pot d'introduction de traitement, ...



ement des composants pour réglage ou entretien : chaudières, l'expansion, ...

divi de l'installation : lecture des pressions, températures et des débits



# Avant mise en place chaudières condensation Éviter la surpuissance avant la rénovation du bâti

→ Relevés la puissance de pointe par relevés terrain



- **consulter livret de chaufferie**  
quelques exemples :
  - ✓ Nb de chaudières max. en fonctionnement hiver,
  - ✓ Niveau de confort dans logements,
  - ✓ ...

# Avant mise en place chaudières condensation Éviter la surpuissance avant la rénovation du bâti

→ Relevés la puissance de pointe par relevés terrain

- $\Delta P$  circulateurs circuits chauffage → Débit
- Températures
- Loi d'eau des circuits
- Taille des radiateurs...



# Avant mise en place chaudières condensation Éviter la surpuissance avant la rénovation du bâti

→ Relevés les consos pour en déduire la puissance

- Compteur/DJU si ECS dissociée
- Compteurs sur ECS
- GTC si existante ...



→ Étude thermique de l'existant

# Réduire la puissance installée

## Faire le bon choix production ECS

- ✓ Privilégier une production ECS avec stockage d'énergie

Exemple pour 30 logements standards :

→ Sans stockage :  $P_{ECS} = 186 \text{ kW}$

→ Avec stockage 500 litres :  $P_{ECS} = 75 \text{ kW}$



# Réduire la puissance installée

## Optimiser la puissance chaudière

- ✓ Détermination de  $P_{\text{chaudière}}$

Exemple pour 30 logements standards :

- Avec  $P_{\text{chauffage}} = 150 \text{ kW}$  de déperditions

Sans stockage ECS

$P_{\text{chaudière}} = 330 \text{ kW}$

Avec stockage 500 L ECS

$P_{\text{chaudière}} = 160 \text{ kW}$

→ Confort amélioré avec régulation priorité ECS glissante



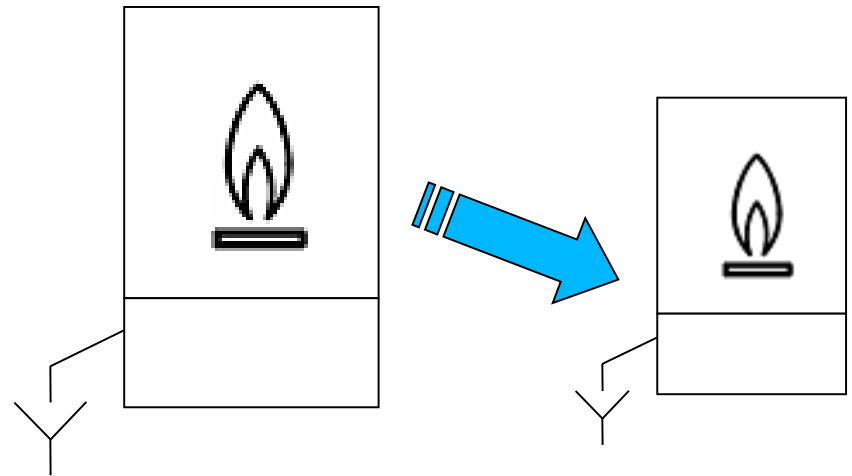
# Réduire la puissance installée

## Constat terrain

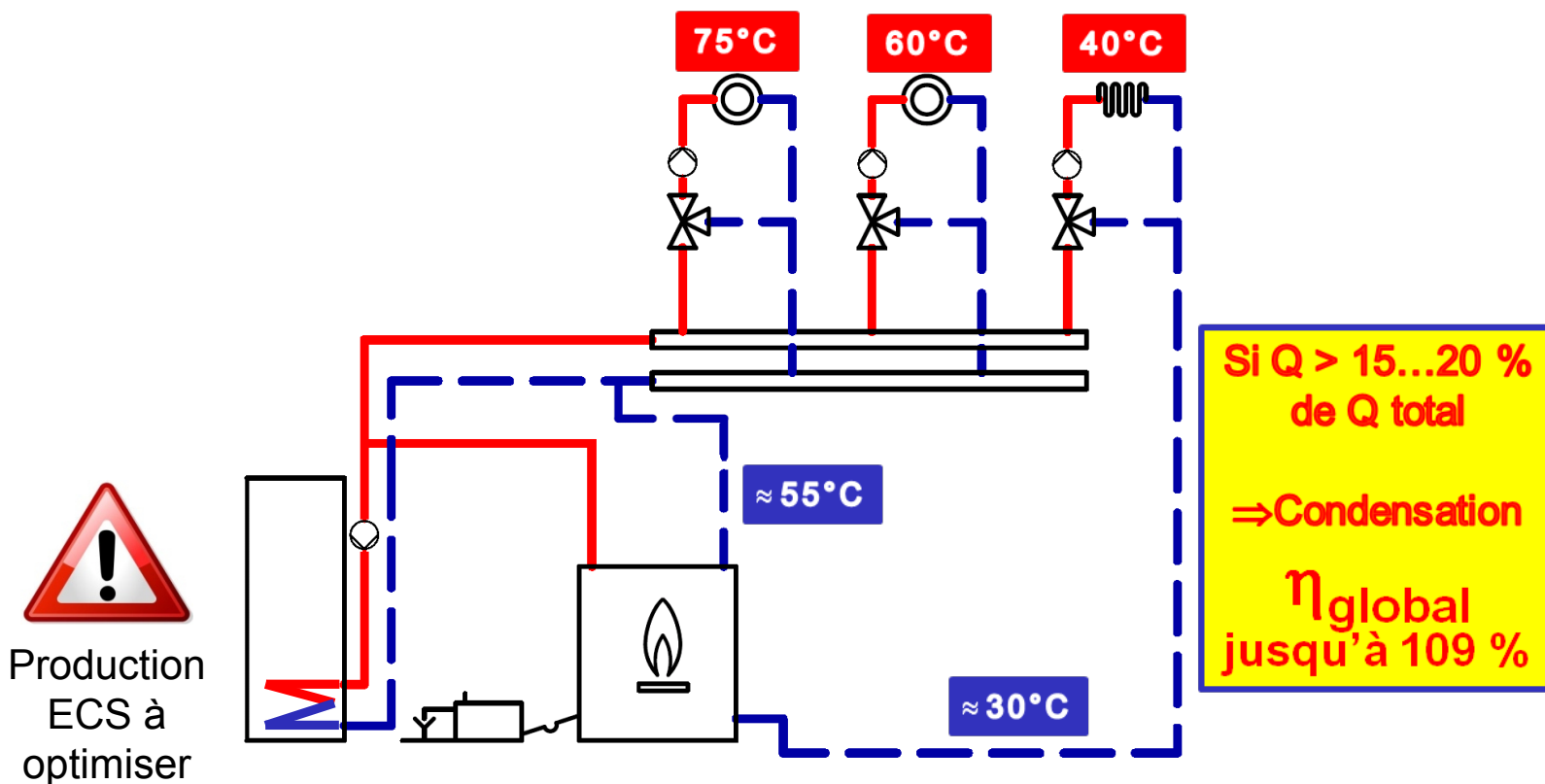
✓ Dans notre exemple de 30 logements, **160 kW** peuvent suffire

→ sur l'existant, on peut retrouver **plus du double !**

**Les générateurs existants sont souvent surdimensionnés**

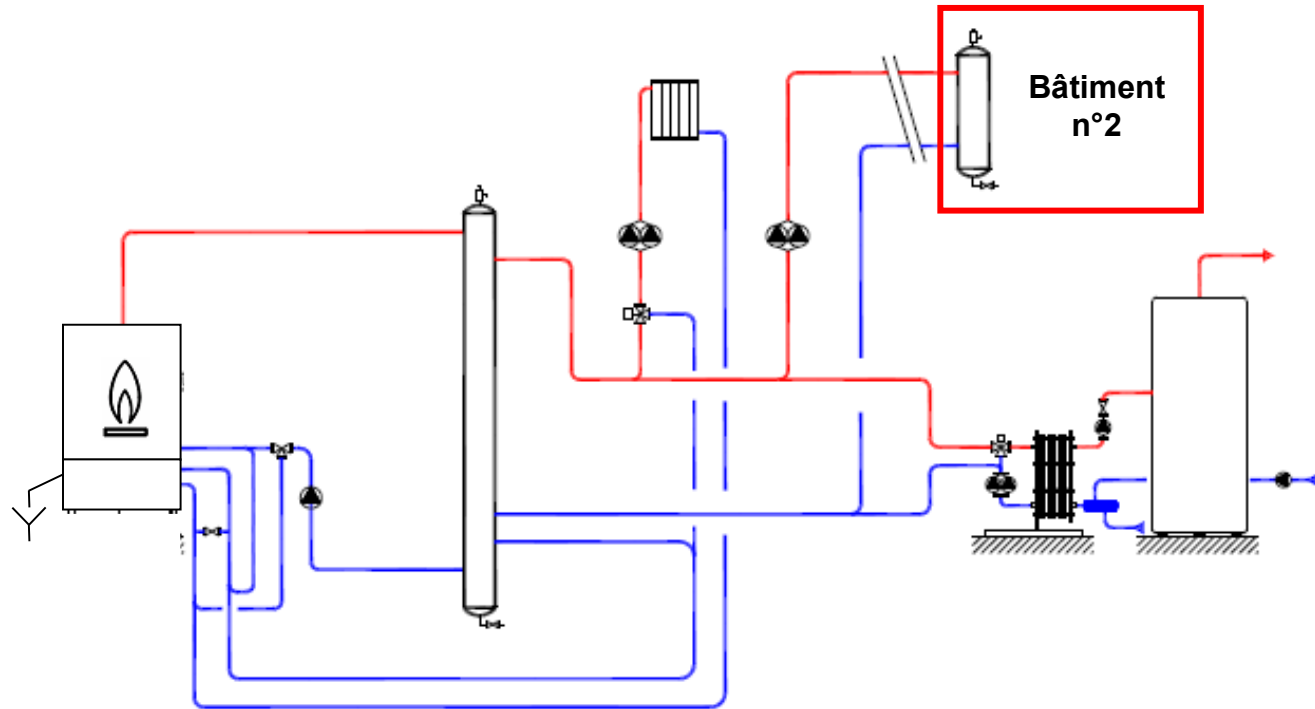


# Choisir une chaudière à condensation adaptée Pour les cas les plus courants



Chaudière à condensation avec 2 manchons de retour  
pour dissocier les retour les plus froid

# Choisir une chaudière à condensation adaptée Pour 10 à 20% des cas



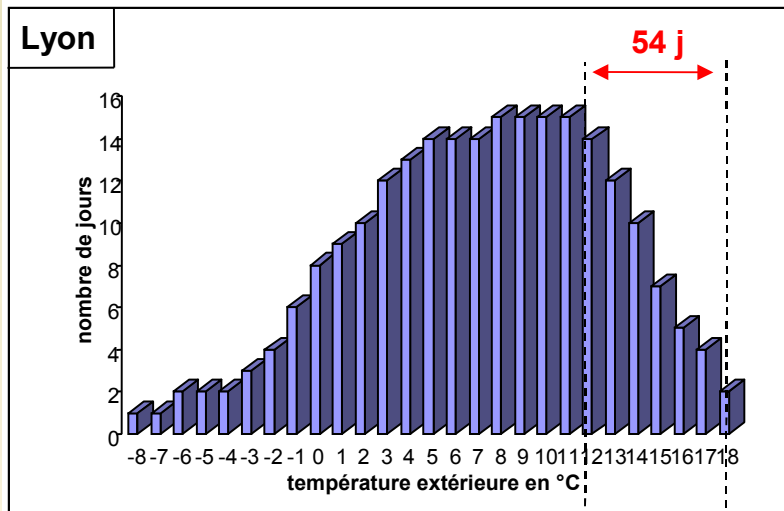
Condensation 4 piquages  
pour alimentation de sous stations distantes ou prod. ecs inadaptée

# Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

## 1er cas : 1 chaudière 160 kW / modulation 20%

**Avant** rénovation du bâti

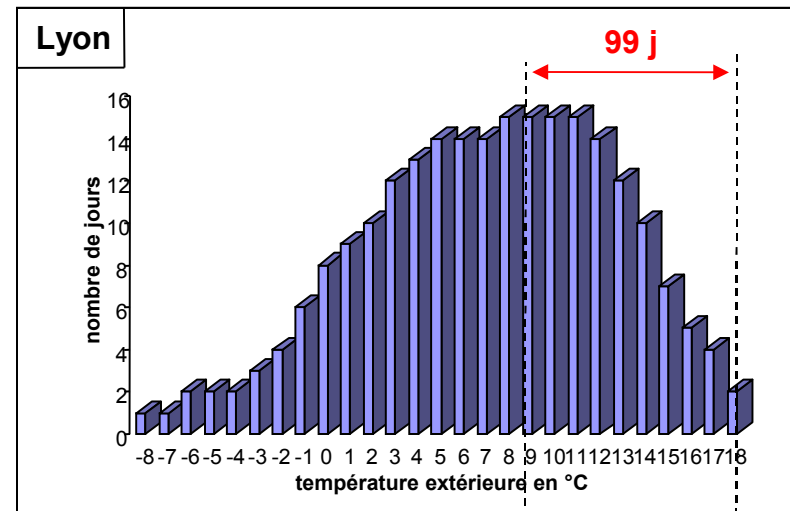
**150 kW** déperditions / **160 kW** installés  
7 % de surpuissance



Besoins bâtiment

**Après** rénovation du bâti

**100 kW** déperditions / **160 kW** installés  
60 % de surpuissance

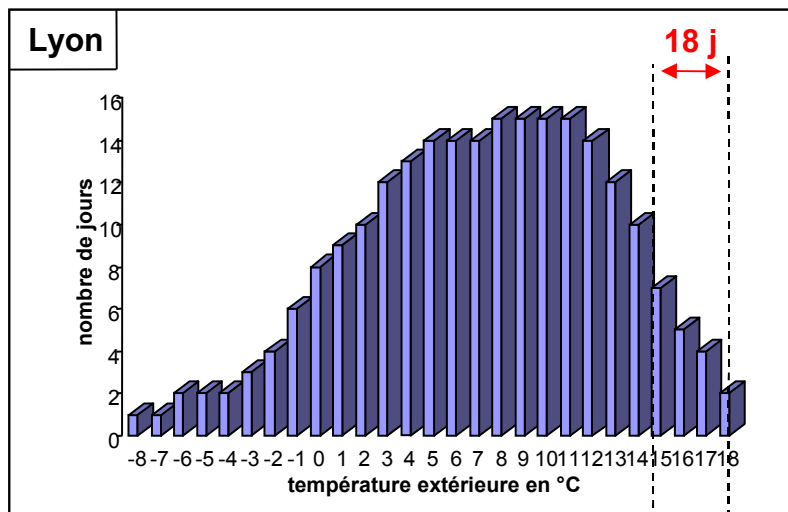


# Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

## 2ème cas : 2 chaudières 80 kW / modulation 20%

**Avant** rénovation du bâti

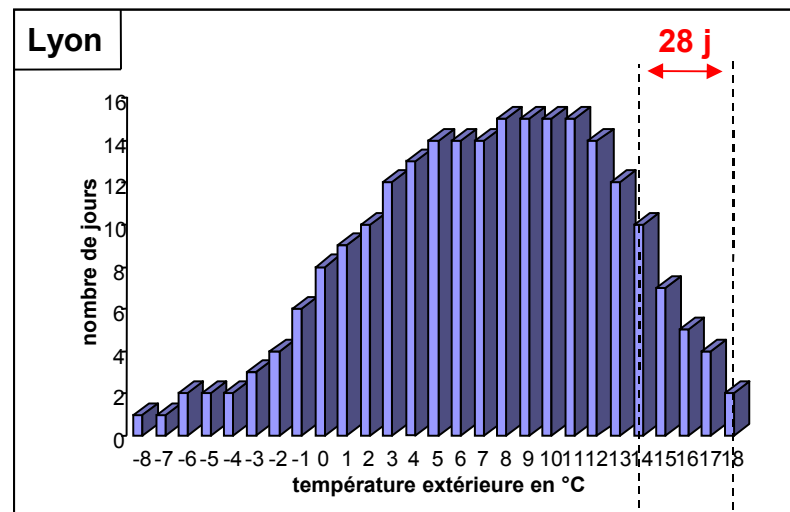
**150 kW** déperditions / **160 kW** installés  
7 % de surpuissance



**150kW** ← 93%  
 16kW 10% mini  
 0kW 0%

**Après** rénovation du bâti

**100 kW** déperditions / **160 kW** installés  
60 % de surpuissance



Besoins bâtiment **100kW** ← 62.5%  
 Modulation brûleur  
 16kW 10% mini  
 0kW 0%

# Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

## Avantages de la mise en place 2 chaudières

✓ Limitation des cycles M/A des générateurs avec :

→ un taux de modulation plus adapté en mode chauffage

→ une puissance plus adaptée en mode ECS

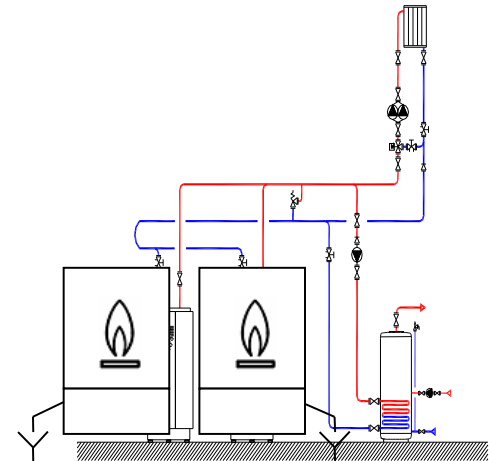
- Réduction pics de pollution
- Réduction pertes par préventilation
- Allongement durée de vie du générateur

# Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

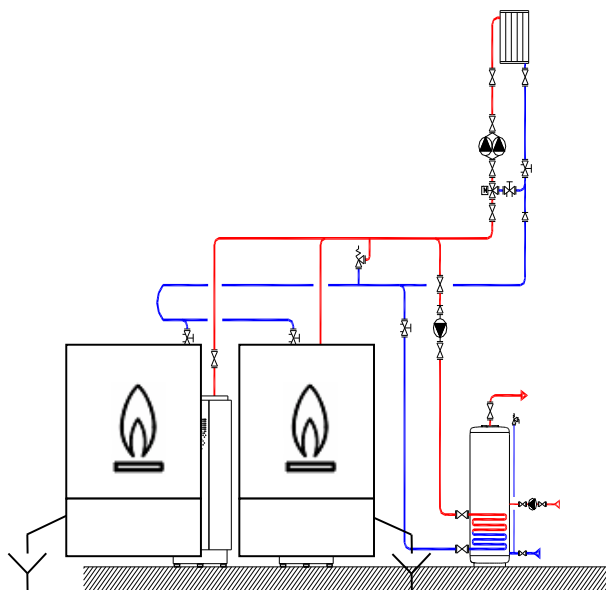
## Avantages de la mise en place 2 chaudières

- ✓ Limitation des pertes sur le primaire l'été avec une seule chaudière en fonctionnement
- ✓ 50 % de sécurité en cas de panne

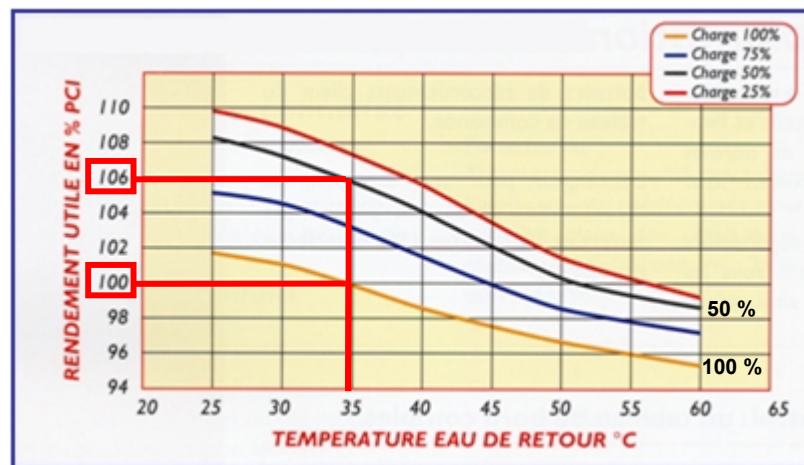
2 chaudières  
= surinvestissement négligeable



# Cascade des chaudières condensation Optimisation



Hypothèses :  
50 % de besoins en puissance  
T°retour = 35°C



Soit 50% sur chaque chaudière = cascade parallèle ? ➡ 2 chaudières à 50% = **106% PCI**  
 Soit 1 chaudière à 100% = cascade hiérarchique ? ➡ 1 chaudière à 100% = **100% PCI**

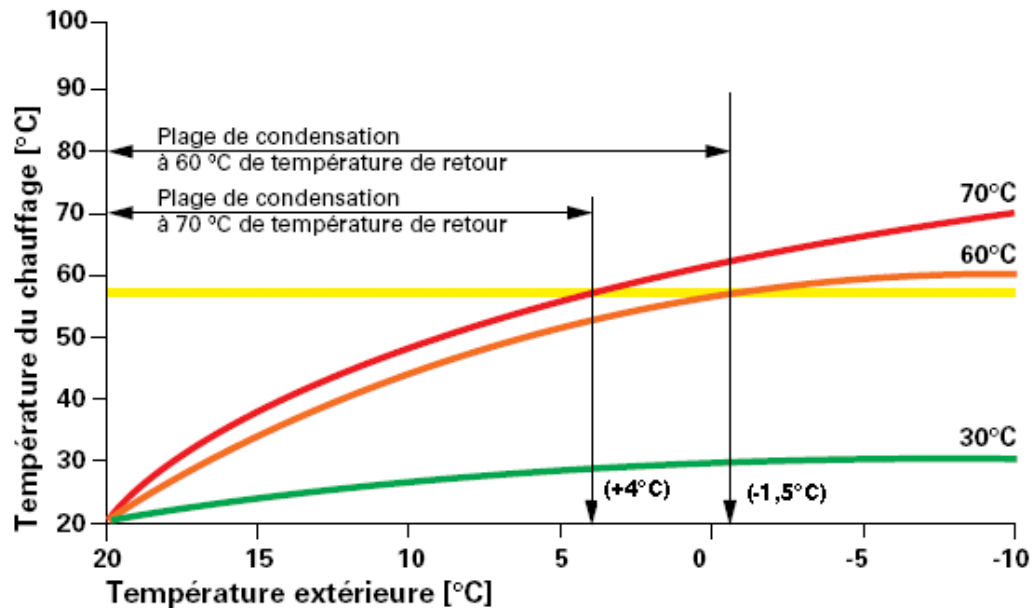
**Privilégier le taux de charge chaudière le plus faible**



# Après amélioration du bâti

## Effet de la baisse des déperditions

- ✓ Émetteurs surdimensionnés
  - baisse de la loi d'eau chauffage

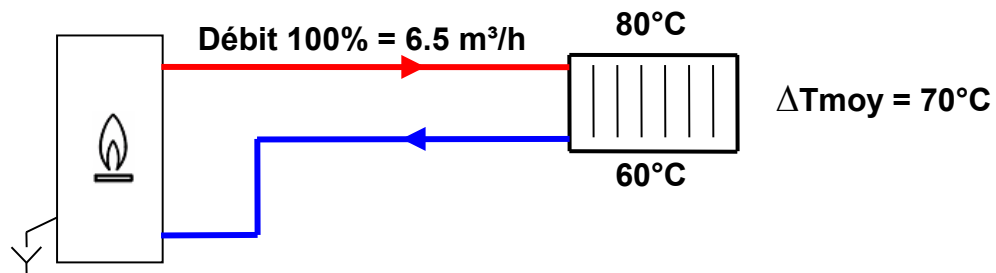


# Après amélioration du bâti

## Effet de la baisse des déperditions

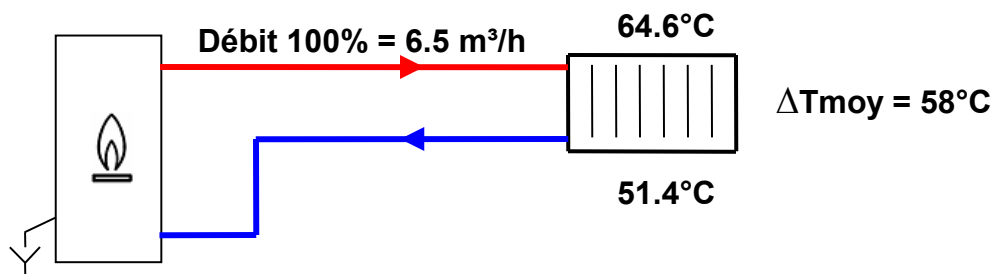
✓ Émetteurs surdimensionnés

**Avant** rénovation du bâti  
150 kW



**Après** rénovation du bâti  
100 kW

→ Abaissement loi d'eau



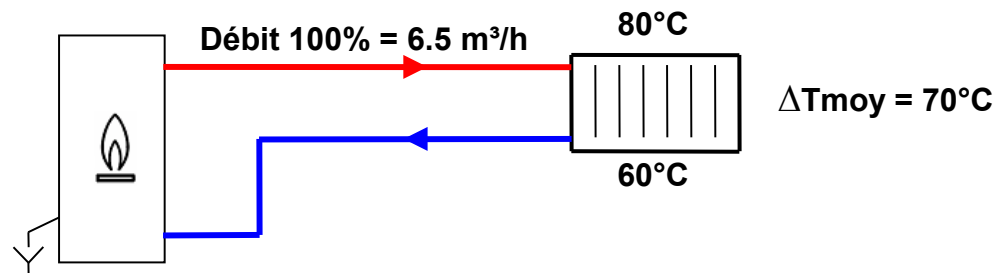
$\eta$  annuel ↗

# Après amélioration du bâti

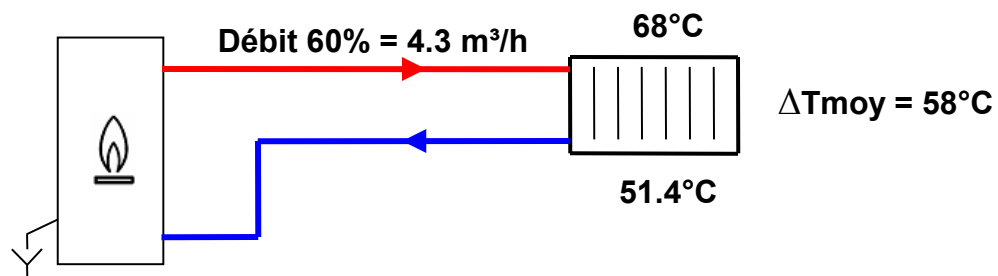
## Effet de la baisse des déperditions

✓ Émetteurs surdimensionnés

**Avant** rénovation du bâti  
150 kW



**Après** rénovation du bâti  
100 kW



→ Abaissement loi d'eau

→ Abaissement débit  
jusqu'au générateur

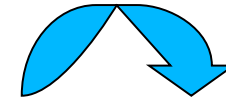
Consommation des circulateurs ↘

$\eta$  annuel ↗↗

# Après amélioration du bâti

## Avantages baisse loi d'eau et débit

- ✓ Diminution des consommations électriques des circulateurs
- ✓ Diminution des pertes de distribution
- ✓ Amélioration du rendement utile (PCI)



Régime de T° des émetteurs (°C)	80/60	68/48
Chaudière Condensation	104	105.9
Chaudière Haut rendement	93.3	93.6

**Jusqu'à 12.6% de gain de rendement**

# Baisser davantage les charges des occupants Soigner le poste de consommation ECS

✓ La réduction des consommations d'eau chaude sanitaire passe avant tout par :

. la mise en place de limiteurs de débit



. le nettoyage, la désinfection, l'équilibrage et l'isolation de la boucle de distribution



# Baisser davantage les charges des occupants

## Soigner le poste de consommation ECS

- ✓ L'introduction d'ENR avec le solaire thermique permet d'atteindre plus facilement son objectif ou des labels encore plus exigeants



**Privilégier la récupération d'énergie renouvelable et « gratuite »**



Les réglementations thermiques récentes et la recherche de certificats d'économie d'énergie ont récemment permis de développer les chaufferies dotées de chaudières à condensation. Pour autant, ces équipements, attractifs et prometteurs, sont-ils correctement installés et exploités ? Les logiciels de calcul réglementaires considèrent que l'environnement des chaudières est optimal ; ce n'est pas toujours le cas.

Dans cet article, Hervé Sébastia, chargé de missions nouveaux marchés collectifs au service marketing de la société Atlantic-Guillet revient sur tous ces points. Il y développe le savoir et l'expérience acquise par cette entreprise depuis plusieurs décennies dans le domaine de la condensation.

Que souhaitons-nous mettre en évidence dans ce dossier ? En priorité qu'il ne s'agit pas de placer des chaudières à condensation pour augmenter le rendement de son installation. Il faut tenir compte de l'environnement dans lequel elles sont installées et la façon dont elles sont exploitées. Après le passage en revue des paramètres qui influent sur la performance, nous développerons les fondamentaux de la condensation tout au long de cet article. Le lecteur retrouvera aussi quelques rappels essentiels ainsi que quelques cas pratiques d'optimisation de cette technologie étayés par des schémas simplifiés extraits de la «schématisation haute performance Atlantic Guillet».

## Introduction : les paramètres d'optimisation de la condensation

L'optimisation de la condensation et le gain théoriques qu'il est possible d'atteindre dépendra :

### Rappel 1

Même si la chose est connue et partagée par la filière des thermiciens et par tous ceux qui se préoccupent de l'évacuation des condensats et des fumées depuis les premières expériences de la condensation il y a trente ans, il faut souligner que les matériaux et les apports de soudures utilisés dans les chaudières doivent être adaptés à l'agressivité des condensats. L'acidité des condensats issus des géné-

rateurs à gaz est équivalente à celle des eaux de pluie : leur potentiel hydrogène (pH) est de 4 à 5. En revanche, avec le combustible fioul, beaucoup plus chargé en soufre, ils sont encore plus agressifs : leur pH s'établit entre 2 et 3. C'est pour cette raison qu'il convient de les traiter pour les rendre neutres, avant de le rejeter à l'égout. Les chaudières condensation fonctionnant au fioul ayant des condensats très acides,

il faut par conséquent porter une attention particulière à la conception de leur condenseur. Une technique qui a fait ses preuves depuis les années 80 sur les récupérateurs de chaleur à condensation consiste à les réaliser en Inox 316 L et sans soudures (Totalcoo) ; les liaisons sont outdgonnées dans les plaques tubulaires pour éviter de subir une corrosion par les condensats acides.

- du type de combustible qui alimente la chaufferie ;
- du type de brûleur associé et de son réglage de combustion ;
- de la puissance mise en place par rapport aux besoins réels ;
- du type de régulation de cascade primaire adoptée en présence de plusieurs générateurs ;
- du type de régulation choisie pour piloter les différents circuits secondaires ;
- de la bonne communication entre les différents régulateurs primaire et secondaires de l'installation ;
- du type de chaudière à condensation sélectionnée, deux, trois ou quatre piquages.

### 1. Le combustible

Il faut rappeler que la performance de la condensation dépend en premier lieu du combustible. Les thermiciens le savent : entre le gaz et le fioul, il existe des différences de rendement

## Quelle technologie adopter face à l'acidité des condensats ?

# Condensation : comment optimiser son fonctionnement ?

global annuel. Ce point est résumé dans le tableau 1 : il indique que le gain théorique maximal de rendement peut atteindre de 7 % à 11 % selon le combustible utilisé.

Type de combustible	PCS/PCI	Température de rosée
Gaz naturel Algérie (Fos)	1,11	59,1 °C
Propane commercial	1,08	53,9 °C
Fioul domestique	1,07	51,6 °C

Chaque combustible permet d'atteindre un niveau de PCS sur PCI optimal et une température de rosée spécifique.

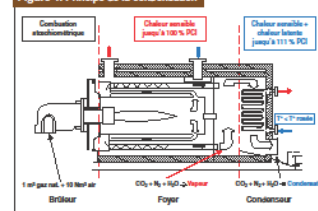
Ce rendement optimal s'obtient :

- par une combustion idéale, dite stochiométrique, basée – pour le cas du gaz naturel – sur un mélange de 1 m<sup>3</sup> de combustible avec 10 Nm<sup>3</sup> d'air ;
- par l'exploitation de la chaleur sensible des produits de combustion jusqu'à 100 % sur PCI (pouvoir calorifique inférieur) ;
- par la récupération de la chaleur latente, en condensant la vapeur d'eau contenue dans les fumées au contact d'un échangeur dont la température de surface doit être la plus basse possible et inférieure à la température du point de rosée. Cette transformation d'état, lorsqu'elle est complète, produit une énergie pouvant atteindre 11 % sur PCI.

### 2. Se rapprocher de la combustion idéale

En second lieu, l'exploitant doit se rapprocher de la combustion stochiométrique. Sa maîtrise s'obtient par la limitation de l'excès

Figure 1. Principe de la condensation



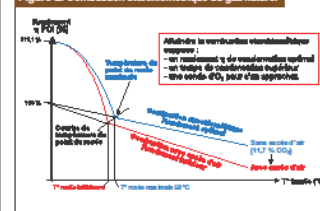
La condensation repose sur l'exploitation complète de la chaleur sensible et de la chaleur latente.

d'air dans le mélange apporté au brûleur, ce pour avoir un point de rosée à une température la plus élevée possible. Ce gain de température de point de rosée aura pour effet d'optimiser le rendement de condensation et d'augmenter le nombre de jours de condensation dans l'année lorsque les émetteurs adoptent un régime haute température – on le verra dans les exemples dans cet article – (voir l'encadré Rappel 2 et les figures 1 et 2). Une sonde d'oxygène (O<sub>2</sub>) est recommandée pour s'approcher de cette température. En effet, dans le cas de l'utilisation du gaz naturel comme combustible, approcher une température de point de rosée à 59 °C suppose une maîtrise de la combustion. La gestion d'un excès d'air faible, quelque soit le taux de modulation du brûleur – notamment en tenant compte des variations de la pression atmosphérique, du PCI du combustible, etc. – est un exercice technique complexe. Le risque est de tomber en défaut d'air, avec des conséquences comme la production de suies... C'est la raison pour laquelle on applique toujours une règle de 10 à 30 % d'excès d'air sur les brûleurs, quitte à pénaliser légèrement le rendement. Le but d'une sonde d'oxygène sur un brûleur, c'est de tendre vers la combustion stochiométrique en continu sur l'année.

### 3. Limiter la surpuissance des chaudières

Pour bénéficier largement du phénomène de la condensation, il faut privilégier le fonctionnement des chaudières en continu sur une saison de chauffe. Ceci signifie qu'il faut éviter la surpuissance des équipements – le cas sera explicité dans les exemples dans cet article. En cas de surpuissance, on attendra vite le seuil minimal de modulation du brûleur – généralement proche de 20 %. La chaudière fonctionnera alors en «tout ou rien» un grand nombre de jours de l'année. Ce qui est à l'origine de pics de pollution, et de pertes thermiques qui dégradent le rendement global de l'installation.

Figure 2. Combustion stochiométrique au gaz naturel



La maîtrise de l'excès d'air permet d'approcher la courbe idéale. L'augmentation de l'excès d'air réduit le potentiel de condensation.



Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !