



ÊTRE UTILE AUX HOMMES



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

La rénovation énergétique des bâtiments existants

Introduction

Par
Jean-Yves CLECH

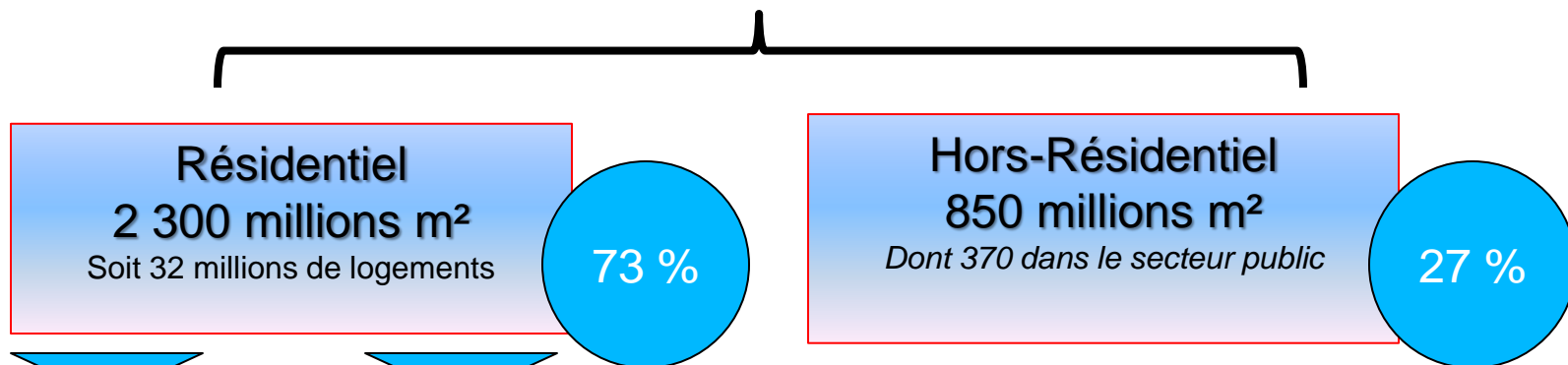
GDF SUEZ



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

Le parc immobilier français

3 milliards de m²



Individuel
57 % des logements

Collectif
43 % des logements

58 % des logements ont été construits avant 1975 (dont 33 % avant 1949)

Un logement consomme en moyenne 250 kWh/m²/an et 358 kWh/m²/an pour les logements construits avant 1975

70 % construits avant 1980

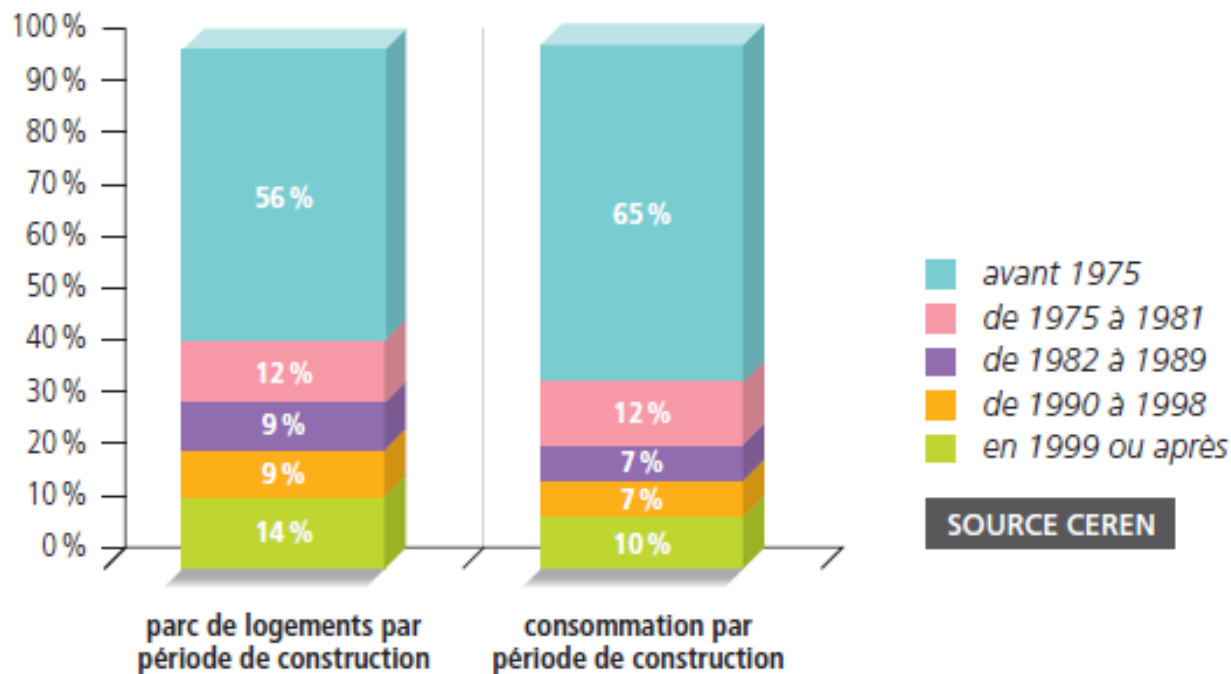
Un immeuble de bureaux consomme en moyenne 286 kWh/m²/an



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

Le parc immobilier français

Les logements



**Pour une Approche Globale
de la rénovation
Energétique des bâtiments**



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

Approche Globale

Les objectifs de baisse des consommations énergétique du parc immobilier définis par les plans Européens, nationaux (Grenelle, Transition énergétique, facteur 4) ne se fera qu'en intervenant à la fois sur les systèmes mais aussi :

- sur l'enveloppe des bâtiments existants**
- en agissant sur le comportement des occupants.**
- PM arrêté du 28 / 2 / 2013 audit énergétique en copropriété**



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

Approche Globale

Pour un Maître d'Ouvrage ?

- Disposer du confort attendu (chauffage, ECS, ventilation)
- Gérer au mieux ses capacités financières en assurant les usages et l'amélioration de la performance.
- Avec un confort acoustique maintenu ou amélioré
- De disposer d'une qualité de l'air intérieur qui assure de bonnes conditions d'hygiène aux occupants, tout en préservant le patrimoine, sans remettre en cause les économies d'énergies .
- Redonner un « confort » architectural au bâtiment, par un relookage du bâtiment lors de la réalisation d'une ITE.



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

Approche Globale

Pour un énergéticien ?

Intervenir sur la réduction du besoins et l'optimisation des systèmes

L'enveloppe

- En Identifiant les travaux et qui assureront le meilleur mix technico-économique
- En saisissant les opportunités (ravalement, réparation du bâti) ou en proposant un programmation pertinente de leur réalisation.

Les systèmes

- Idem l'enveloppe
- Définissant un pilotage optimum des systèmes (programmation régulation, équilibrage.....)



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

Approche Globale

Pour un énergéticien ?

Considérer l'interdépendance des éléments du bâtiments

L'enveloppe

- Ne pas traiter l'étanchéité de l'enveloppe sans aborder et traiter la ventilation.
- S'assurer de l'adéquation du traitement thermique avec la typologie constructive du bâtiment

Les systèmes

- Assurer l'adaptabilité des systèmes, avec une nouvelle ou une future redéfinition des besoins.



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

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, rafraîchissement, 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 +

Pour réaliser des projets de qualité, Donner toute leur place aux ruptures ou avancées qui permettent le progrès

- **au niveau de l'audit et de la conception**
 - 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 TH CE-ex et le rapprochement avec les consommations réelles
 - Simulation thermique dynamique
- **au niveau de la réalisation**
 - 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**
 - Préconiser des travaux qui ne « tueront » pas le gisement
 - En sachant prioriser les travaux
 - Les prêts collectifs Eco-PTZ
 - Les CPE sous leurs différentes formes
 - Les plans/programmes travaux préfinancés

Le parc immobilier

Etre plus efficace pour

- Préserver la planète
- Ne pas oublier que certains de nos concitoyens subissent :
 - Précarité énergétique
 - 3,4 millions de ménages consacrent plus de 10 % de leur revenu aux dépenses d'énergies
 - 1/3 des Copropriétés sont en difficultés



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 ?

Les systèmes

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

André POUGET



Les grands principes

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

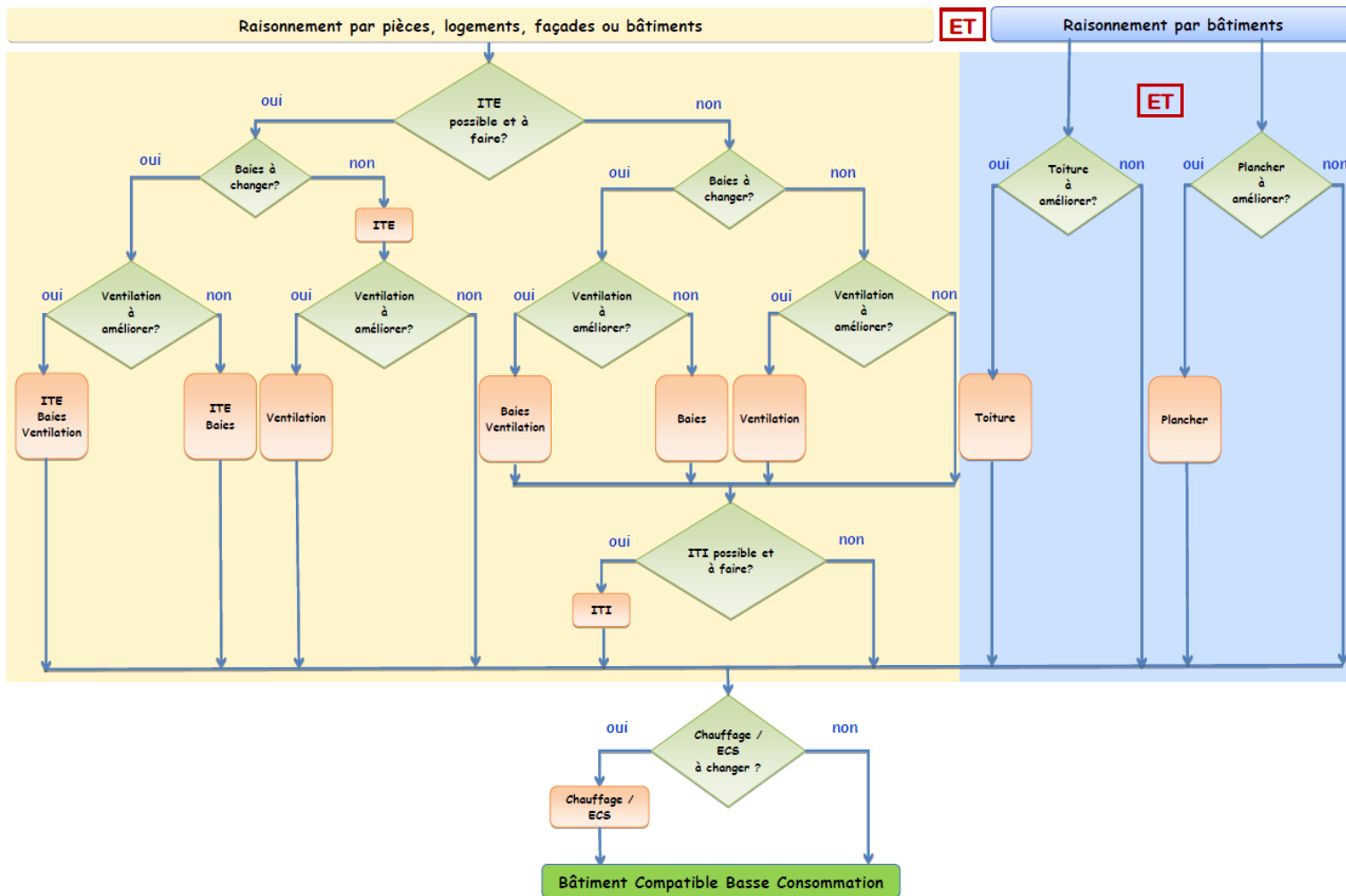




Les grands principes

La métaphore du vétérinaire

Les audits énergétiques l'arbre décisionnel

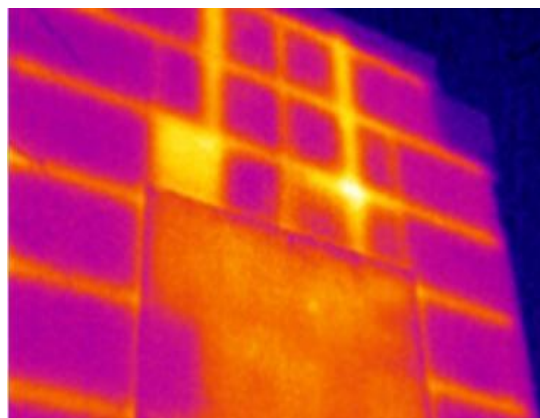


Les grands principes

Thermicien ≠ Chauffagiste



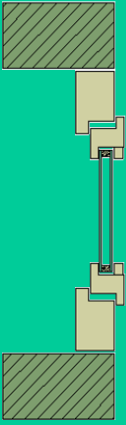
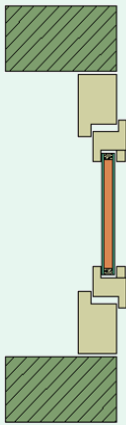
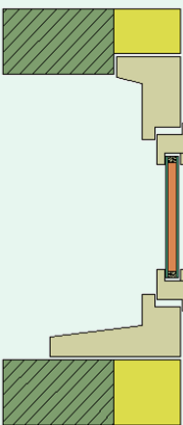

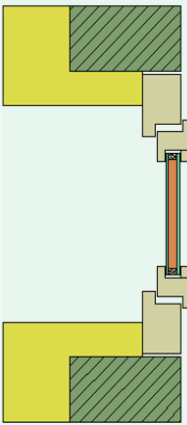
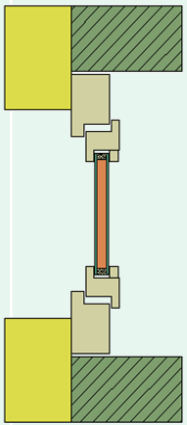
Pignon avec ravalement en bon état,



...le même derrière le ravalement !

LES AUDITS ÉNERGÉTIQUES

Stratégie de rénovation: Comparaisons des déperditions d'une façade

Mur non isolé		Mur isolé ⁽¹⁾ : ITI ou ITE			
Initial (DV ancien)	Remplacement des baies ⁽²⁾	ITI + Baies	ITE + baies Sans retour tab.	ITE + baies avec retour tab.	ITE + baies Nu extérieur
					
1.0	0.75	0.25	0.25	0.20	0.15

*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_w = 1,2

Rénovation des façades

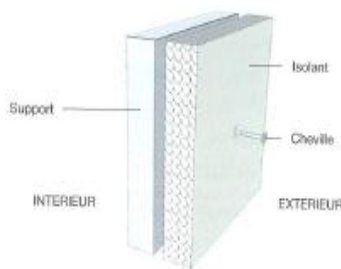
Isolation thermique par l'extérieur et ravalement

Solutions	Description	Prix fourni posé €HT/m ² 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 €

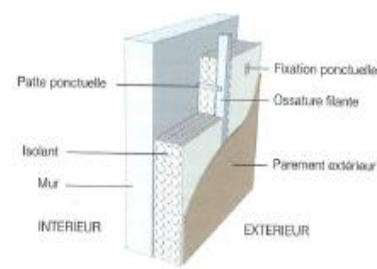
+40%
+15%



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

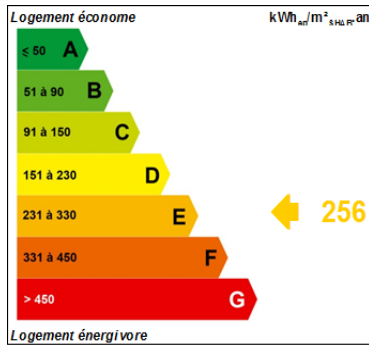
Isolation thermique par l'intérieur : « 1 jour pour le facteur 4 »



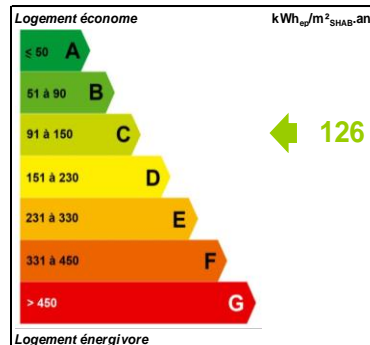
FILM ITI en site occupé (3min)

Rénovation des façades

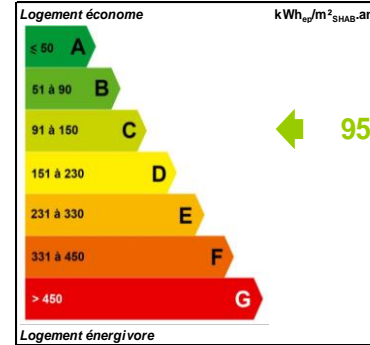
Isolation thermique par l'intérieur : « 1 jour pour le facteur 4 »



Avant



Si isolation
toutes façades



Si isolation
toutes façades +
VMC Hygro /
Robinets thermo

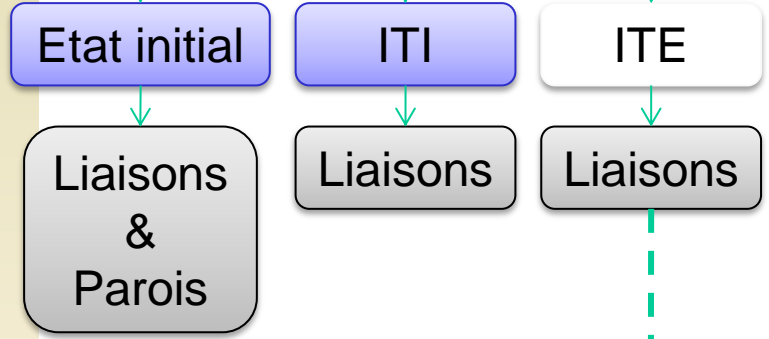


LE GUIDE ABC

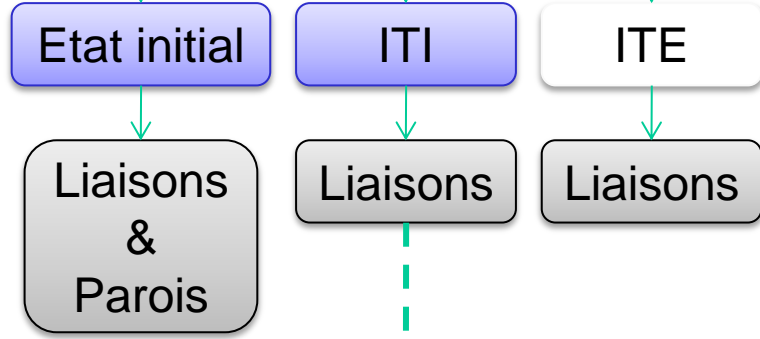
Chapitre IV: Catalogues PONTS THERMIQUES & PAROIS

Bâtiments existants (1850-1974)

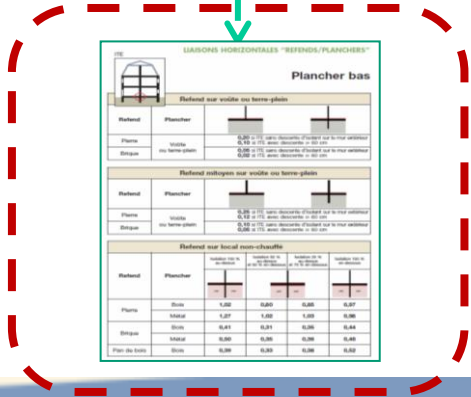
Bâtiment ancien (1850 – 1948)



Bâtiment récent (1948 – 1974)



Parois



LIANONS HORIZONTALES "REPERES/PLANCHERS"

Plancher bas

Relevé sur vide ou terre-plein

Relevé	Plancher	U ₀ (W/m ² ·K)	U ₁ (W/m ² ·K)	U ₂ (W/m ² ·K)	U ₃ (W/m ² ·K)
Mural	Vide	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en laine minérale	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en polystyrène expansé	0,00	0,10	0,10	0,10
Brique	Vide	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en laine minérale	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en polystyrène expansé	0,00	0,10	0,10	0,10

Relevé sur local non-chauffé

Relevé	Plancher	U ₀ (W/m ² ·K)	U ₁ (W/m ² ·K)	U ₂ (W/m ² ·K)	U ₃ (W/m ² ·K)
Mural	Isol.	1,00	0,80	0,80	0,80
	Isol.	1,00	0,80	0,80	0,80
	Isol.	1,00	0,80	0,80	0,80
Brique	Isol.	0,41	0,21	0,20	0,20
	Isol.	0,40	0,20	0,20	0,20
	Isol.	0,39	0,20	0,20	0,20

LIANONS HORIZONTALES "FAÇADES/PLANCHERS"

Plancher bas

Sur terre-plein

Relevé	Plancher	U ₀ (W/m ² ·K)	U ₁ (W/m ² ·K)	U ₂ (W/m ² ·K)	U ₃ (W/m ² ·K)
Mural	Vide	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en laine minérale	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en polystyrène expansé	0,00	0,10	0,10	0,10

Sur extérieur ou sur local non-chauffé

avec mur bas extérieur ou non-chauffé

Relevé	Plancher	U ₀ (W/m ² ·K)	U ₁ (W/m ² ·K)	U ₂ (W/m ² ·K)	U ₃ (W/m ² ·K)
Mural	Vide	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en laine minérale	0,00	0,10	0,10	0,10
	Isolation en polystyrène expansé	0,00	0,10	0,10	0,10



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

Confort d'été

Solutions passives

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





Merci de votre attention !



BBC et RT 2012 en résidentiel

Isolation du bâti et conséquences

Gérard LENAIN

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

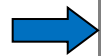
Les conséquences en conception de bâtiments



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 (Up)

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



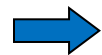
Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !

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

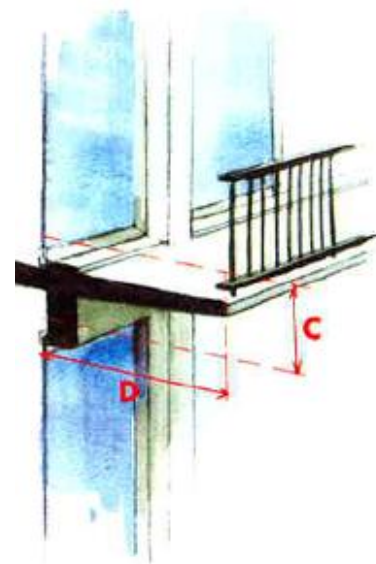
Les règles à respecter

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

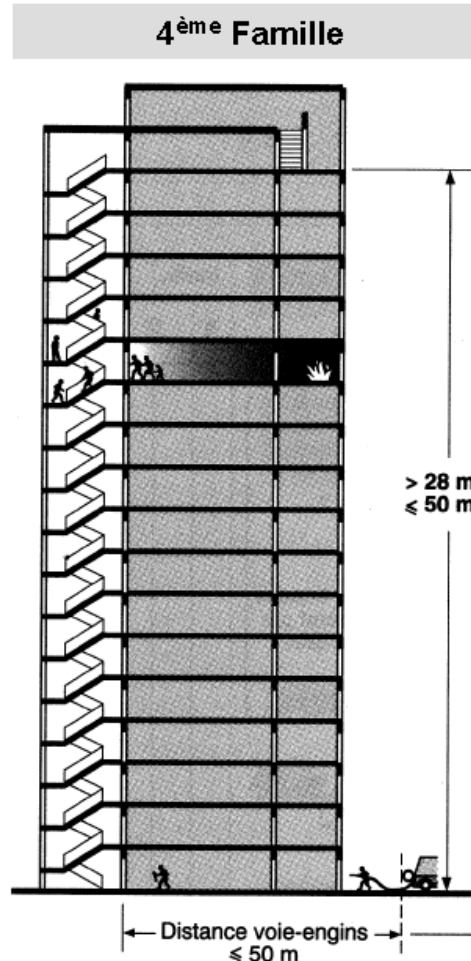
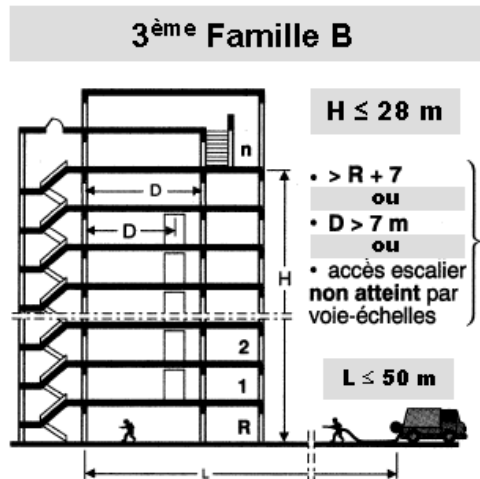
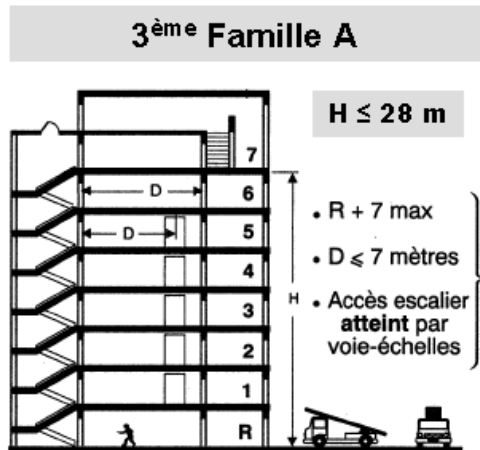
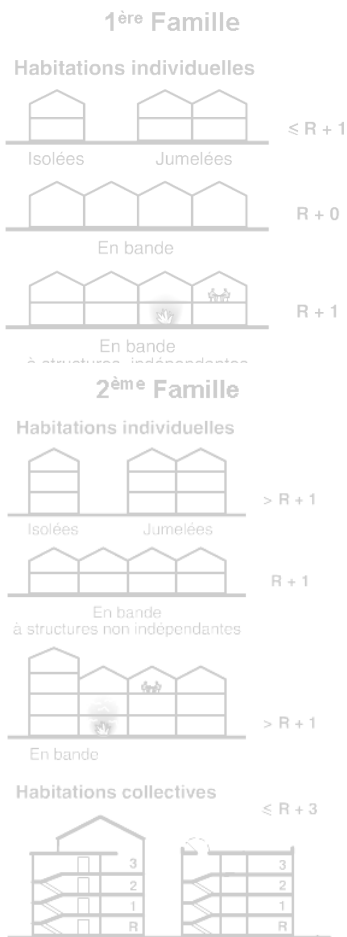


Il convient de mettre en façade des systèmes difficilement « allumables » et ne propageant pas facilement un incendie (Classement Euroclasse)

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



Illustrations : source Le Moniteur, Guide sécurité incendie

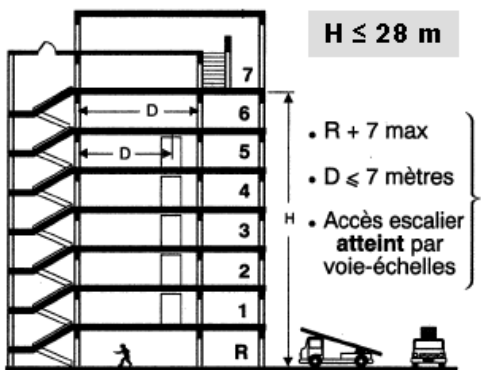
Règlementation Applicable

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 ² /mm		≤ 100mm	
Enduit Organique	Isolant EUROCLASSE A1	Baie > 1,00m ²		
	Isolant PCS ≈ 0,70 MJ/m ² /mm		≤ 80mm	

Bardage ventilé

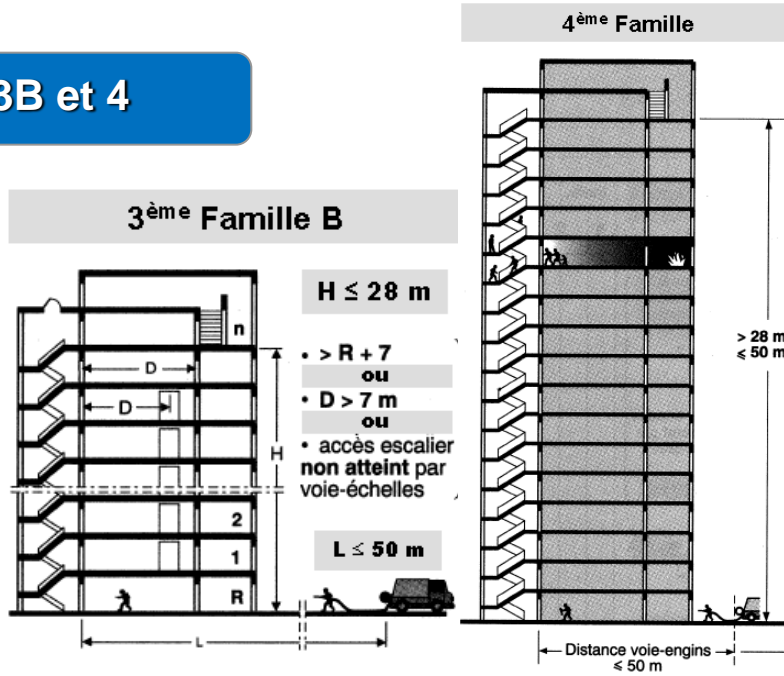
		"C+D" de la façade		
		≥ 0,6m	≥ 0,8m	≥ 1,1m
Parement avec un PCS ≈ 40 MJ/m ²	Isolant EUROCLASSE A1	Baie > 1,45m ²		
Parement avec un PCS ≈ 250 MJ/m ²	Isolant EUROCLASSE A1			



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 ² /mm	Baie > 1,00m ²	≤ 100mm	
Enduit Organique	Isolant EUROCLASSE A1	≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m
	Isolant PCS ≈ 0,70 MJ/m ² /mm	Baie > 1,00m ²	≤ 80mm	

Bardage ventilé

Parement avec un PCS ≈ 40 MJ/m ²	Isolant EUROCLASSE A1	"C+D" de la façade		
		≥ 0,8m	≥ 1,0m	≥ 1,3m
Parement avec un PCS ≈ 250 MJ/m ²	Isolant EUROCLASSE A1	Baie > 1,45m ²		

	INTERDIT
	SOUS CONTRAINTES
	AUTORISE



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

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**

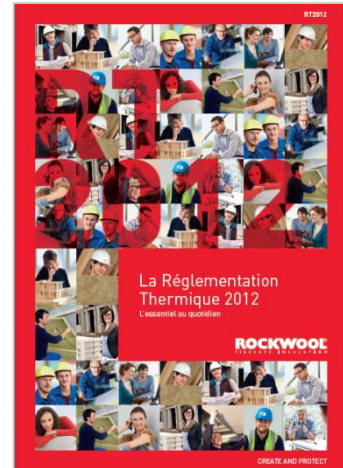
Faire **simple** avec produits et des systèmes **certifiés**

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



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

JCE ICO
Présentation Atelier Rénovation

Intervention :
Rénovation de la chaufferie avant le bâti

Hervé SEBASTIA



et

Christophe BAYARD



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

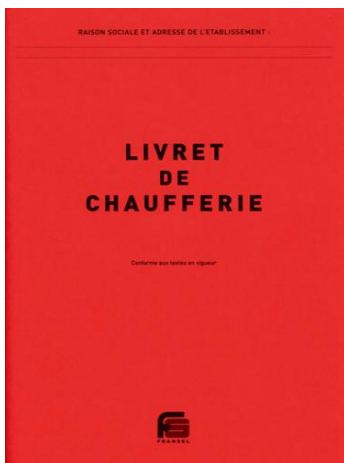
- ✓ Prévoir le matériel nécessaire pour :
 - ↪ le traitement des circuits : filtre à boue magnétique, pot d'introduction de traitement, ...
 - ↪ l'isolement des composants pour réglage ou entretien : chaudières, vase d'expansion, ...
 - ↪ le suivi de l'installation : lecture des pressions, des températures 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

- ΔP 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 : PECS = **186 kW**

→ Avec stockage 500 litres : PECS = **75 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

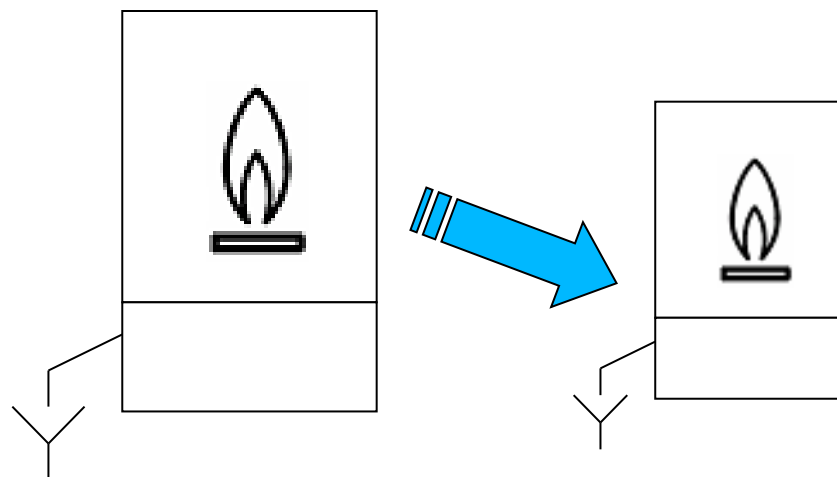
Réduire la puissance installée

Constat terrain

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

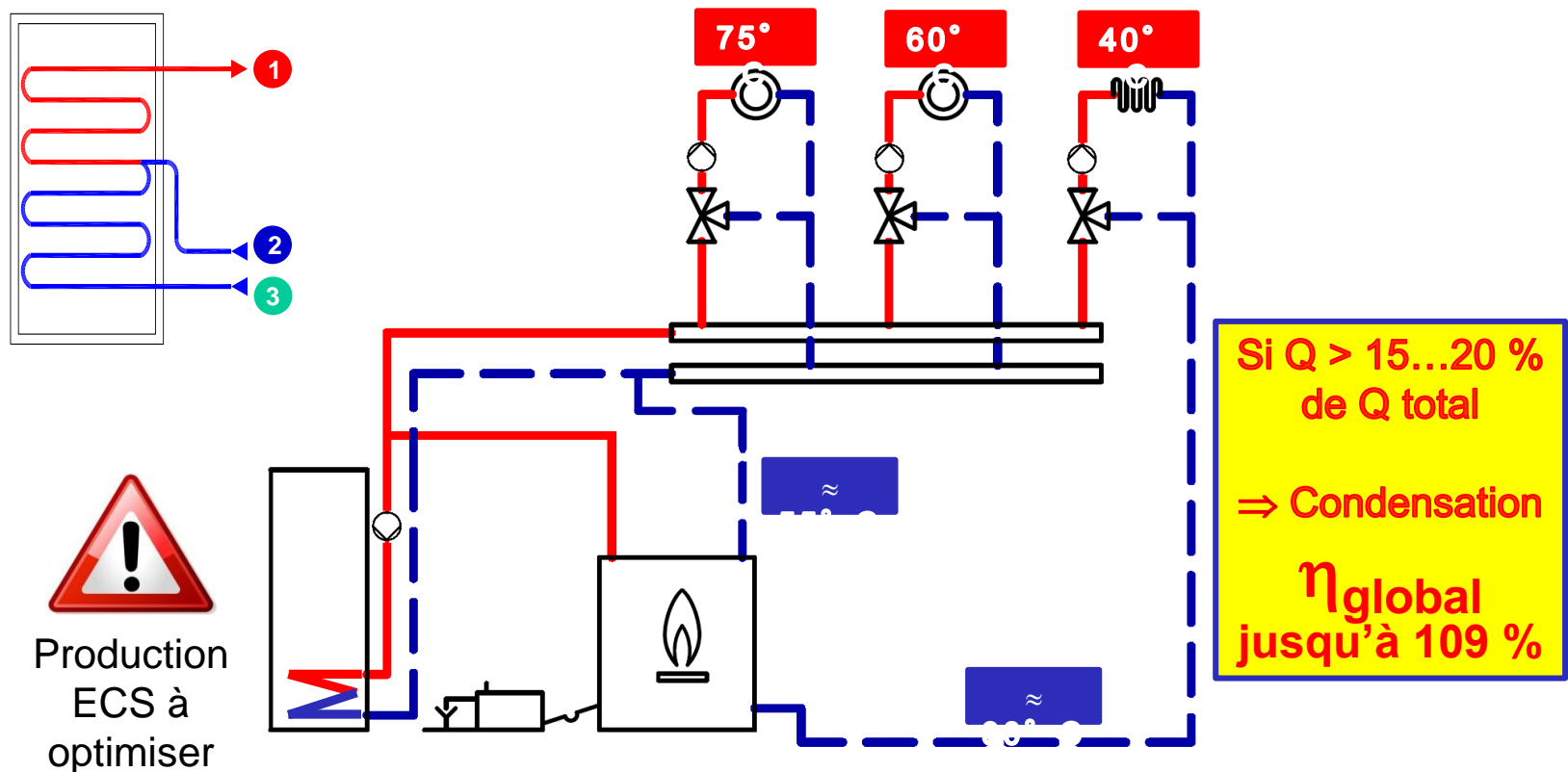
→ sur l'existant, on peut retrouver **plus du double !**

Les générateurs existants
sont souvent
surdimensionnés



Choisir une chaudière à condensation adaptée

Pour les cas les plus courants

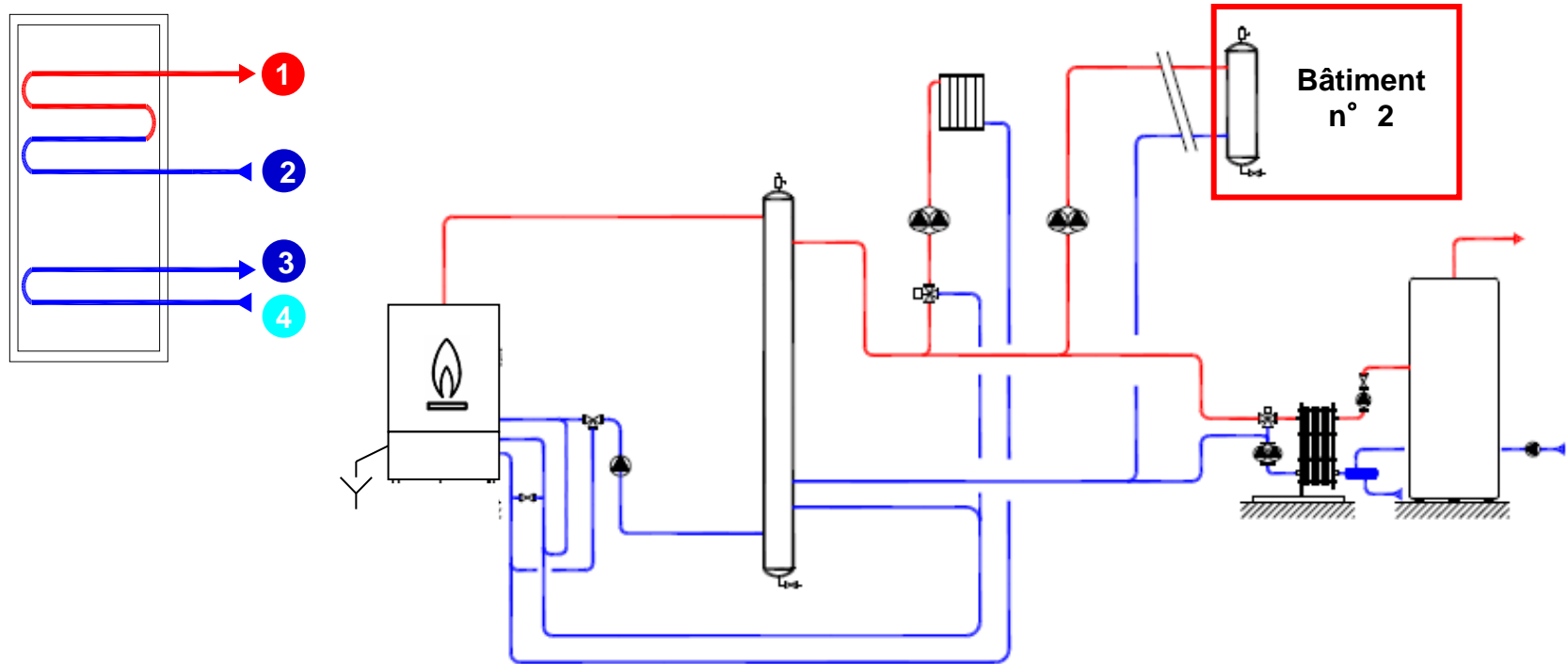


Chaudière à condensation avec 2 manchons de retour pour dissocier les retours les plus froids

Choisir une chaudière à condensation adaptée

Pour 10 à 20% des cas

JCE – 16 Avril 2013- Lille



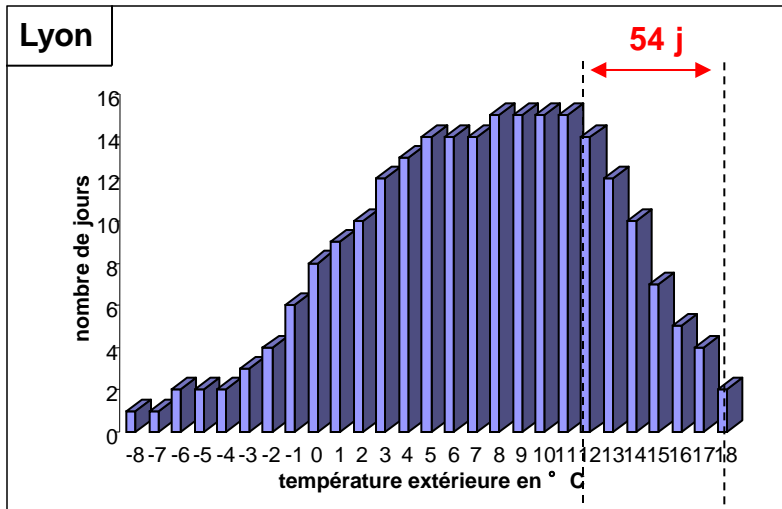
Condensation 4 piquages
pour alimentation de sous stations distantes ou prod. ecs inadaptée

Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

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

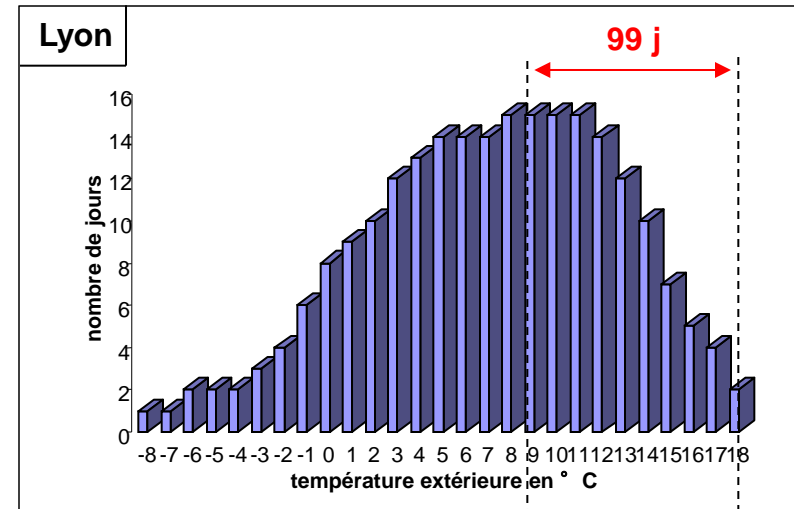
Avant rénovation du bâti

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



Après rénovation du bâti

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

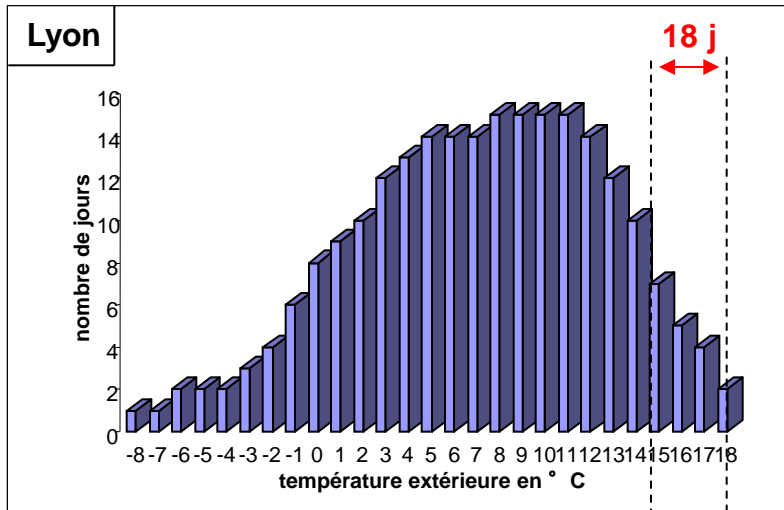


Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

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

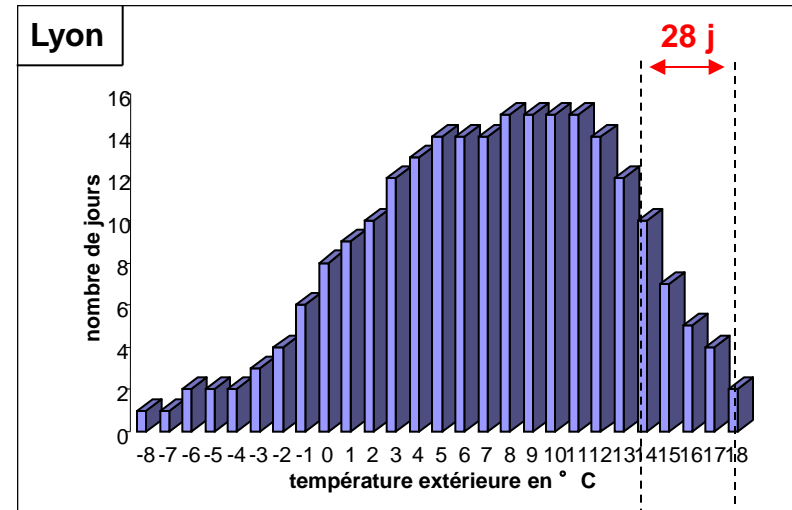
Avant rénovation du bâti

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



Après rénovation du bâti

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



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

Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

Avantages de la mise en place 2 chaudières

- ✓ Un taux de modulation plus adapté en mode chauffage
- ✓ Une puissance plus adaptée en mode ECS

→ Limitation des cycles M/A des générateurs

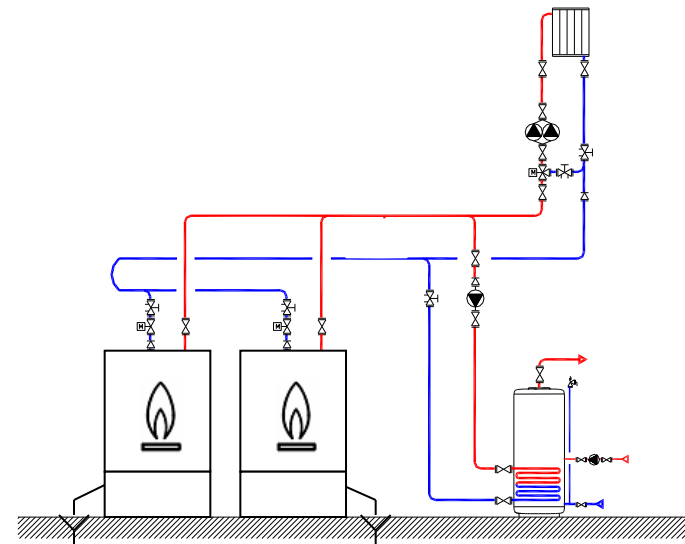
- Réduction pics de pollution
- Réduction pertes par préventilation
- Allongement durée de vie du générateur

Effet de la surpuissance après amélioration du bâti

Avantages de la mise en place 2 chaudières

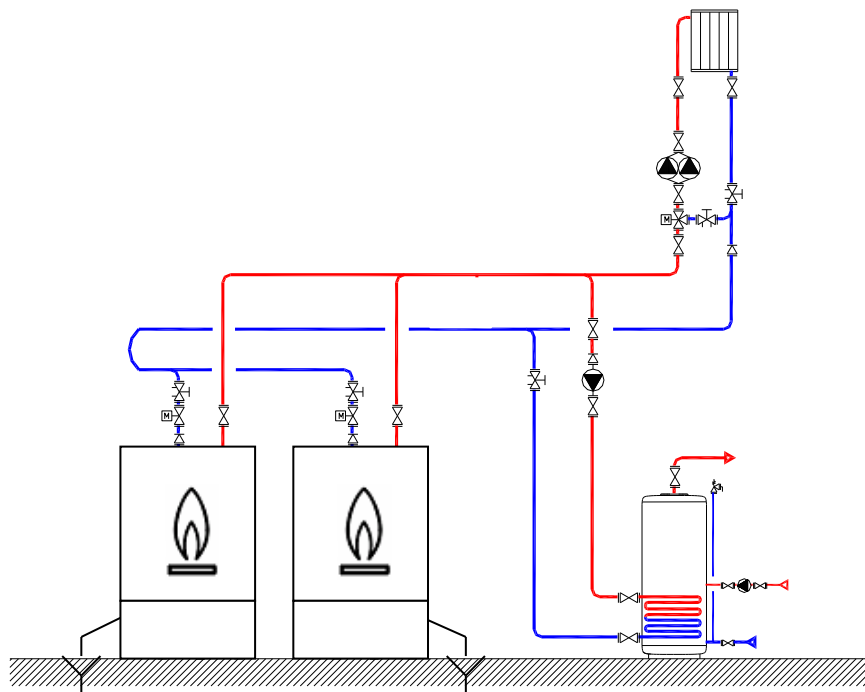
- ✓ Limitation des pertes sur le primaire l'été avec une seule chaudière en fonctionnement
- ✓ 50 % de sécurité en cas de panne

2 chaudières
= surinvestissement négligeable

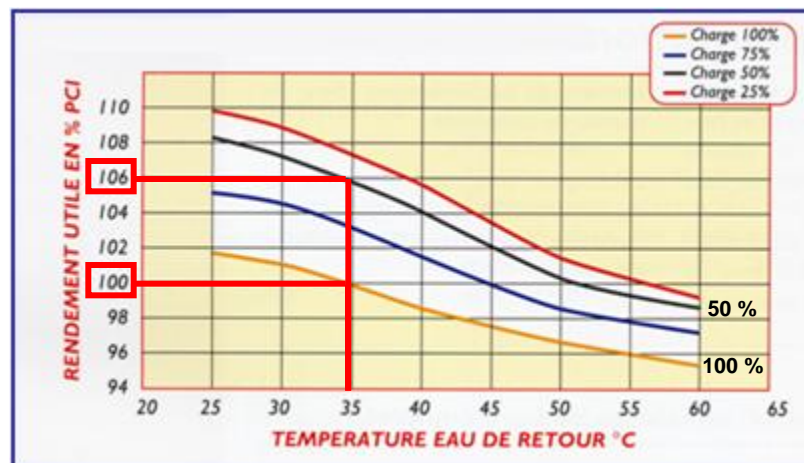


Cascade des chaudières condensation

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

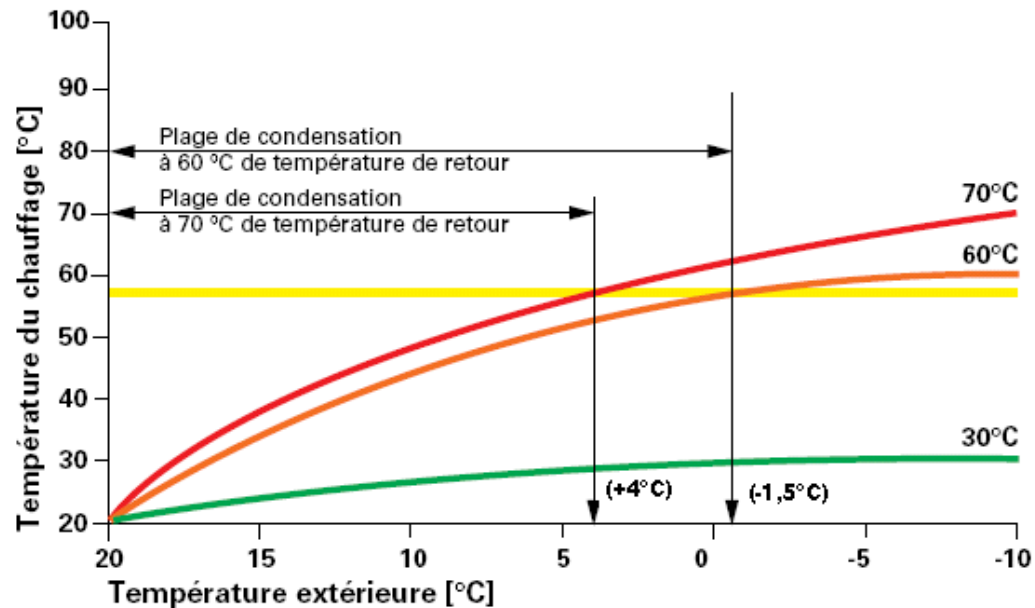
Privilégier le taux de charge chaudière le plus faible

Après amélioration du bâti

Effet de la baisse des déperditions

✓ Émetteurs surdimensionnés

→ baisse de la loi d'eau chauffage

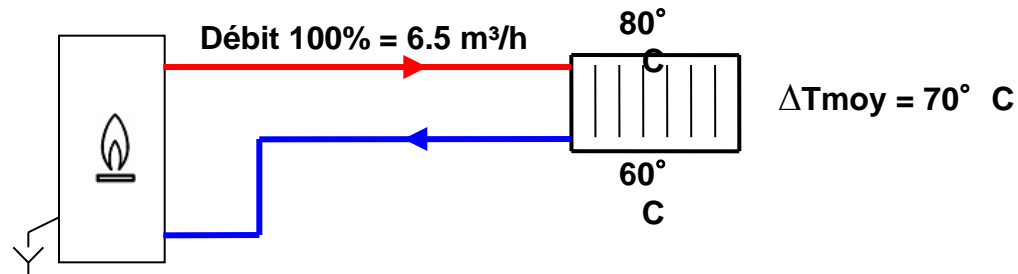


Après amélioration du bâti

Effet de la baisse des déperditions

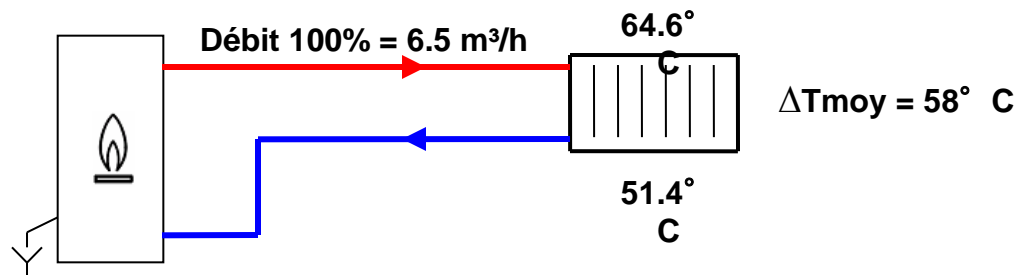
✓ Émetteurs surdimensionnés

Avant rénovation du bâti
150 kW



Après rénovation du bâti
100 kW

→ Abaissement loi d'eau



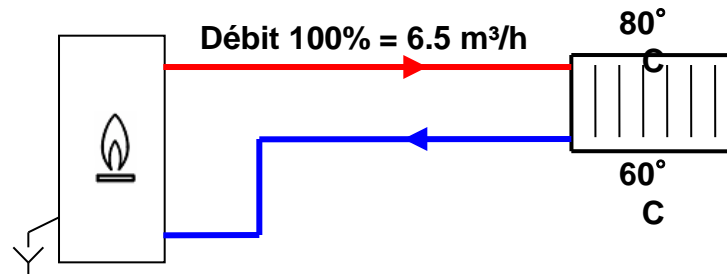
η annuel ↗

Après amélioration du bâti

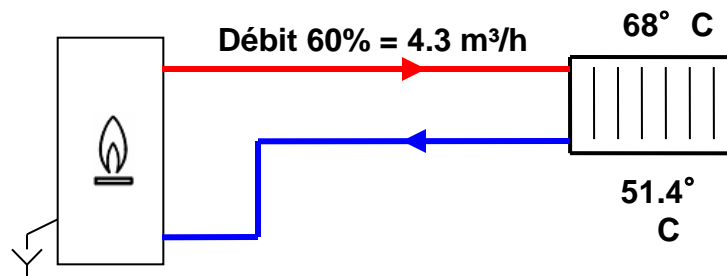
Effet de la baisse des déperditions

✓ Émetteurs surdimensionnés

Avant rénovation du bâti
150 kW



Après rénovation du bâti
100 kW



→ Abaissement loi d'eau

→ Abaissement débit jusqu'au générateur

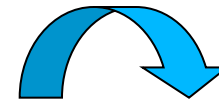
Consommation des circulateurs ↘

η 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-Guillot 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 Guillot».

Introduction : les paramètres d'optimisation de la condensation

L'optimisation de la condensation et le gain théoriques qu'il est possible d'attendre 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-

rators à gaz est équivalente à celle des eaux de pluie : leur potentiel hydrogène (pH) est de 4 à 5. En marche, 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 les rejeter à l'égout. Les chaudières condensation fonctionnant au fioul arrivent 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 (Totalco) ; 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 ?

TECHNIQUE

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.

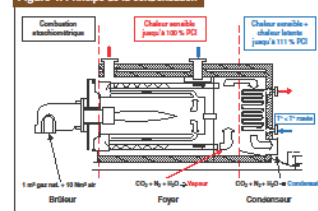
Le rendement optimal s'obtient :

- par une combustion idéale, dite stochiométrique, basée – pour le cas du gaz naturel – sur un mélange de 1 m³ de combustible avec 10 Nm³ 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



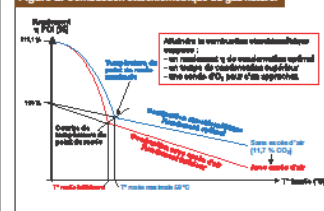
La condensation repose sur l'exploitation complète de la chaleur sensible et de la chaleur latente.

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 (O₂) 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 chaufferie 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 !

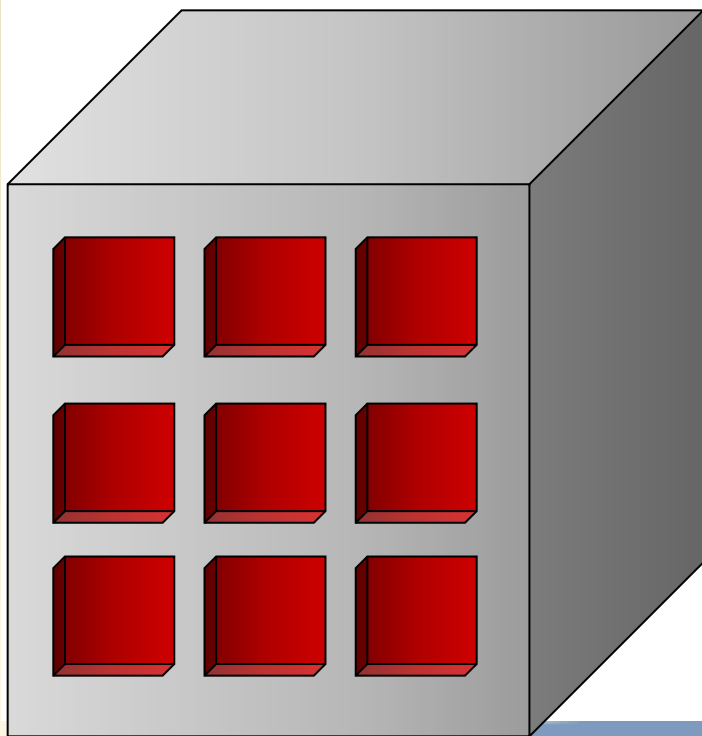
La rénovation optimisée = une programmation intelligente

Adaptation du système dans le temps

Cas des boucles à eau chaude

Pompe à variation de vitesse

Mickael DUFORÉ



La rénovation optimisée = une programmation intelligente

31 millions de Logements en réno



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

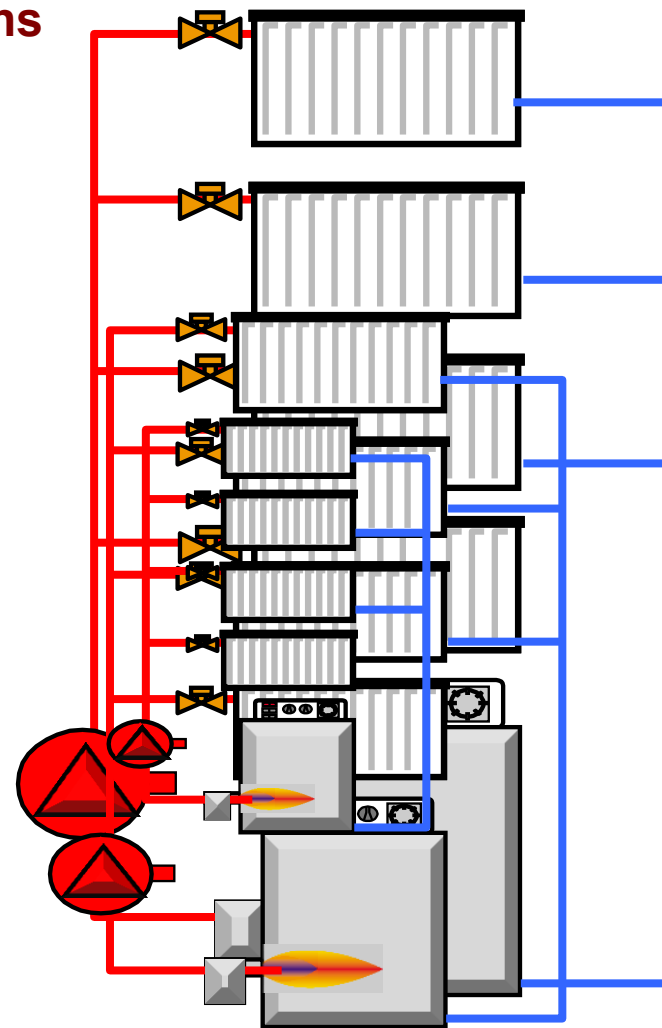
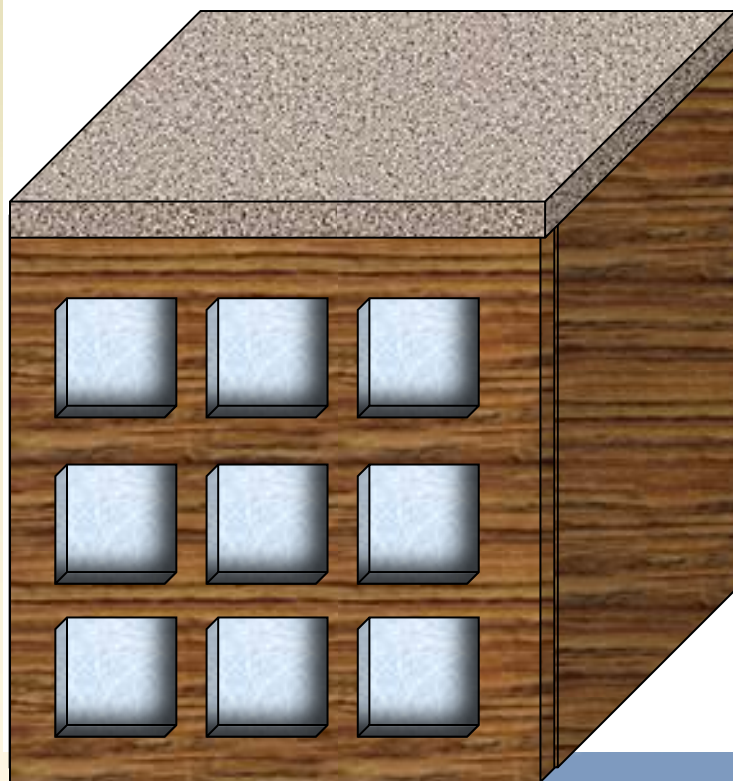
La rénovation optimisée = une programmation intelligente

JCE – 16 Avril 2013- Lille

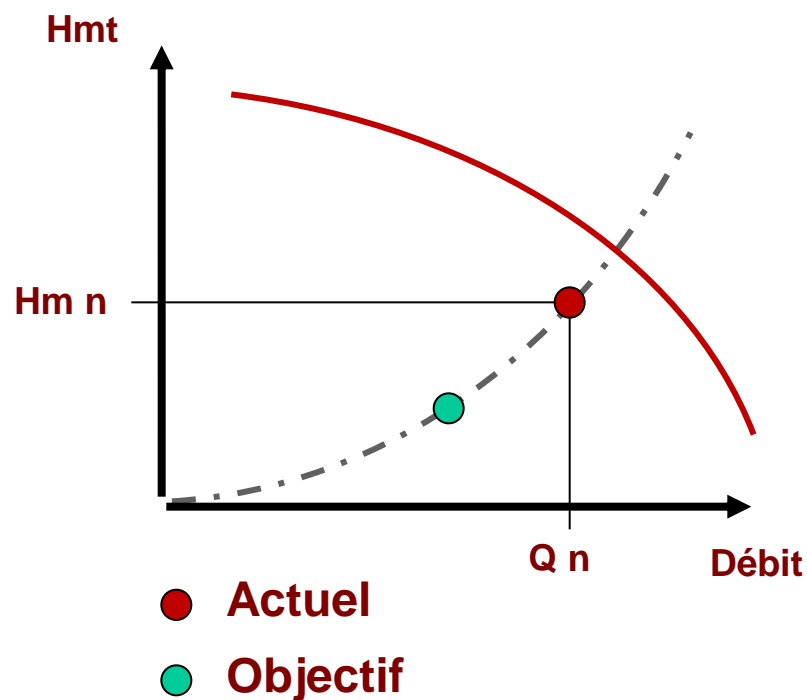
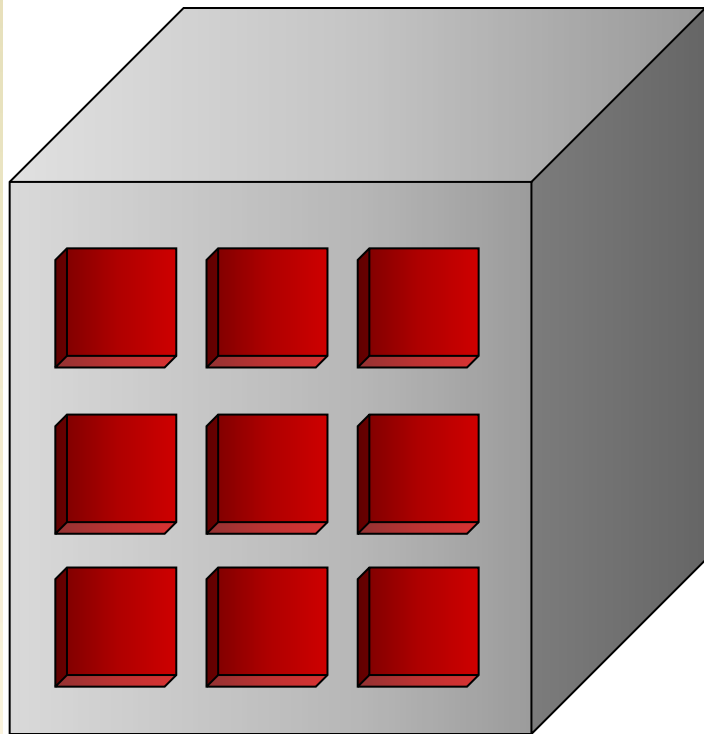


pour mieux concevoir, construire et rénover demain !

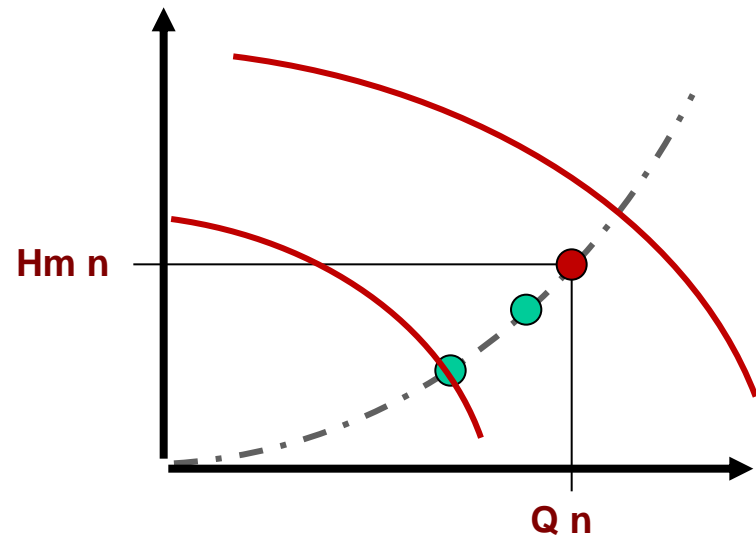
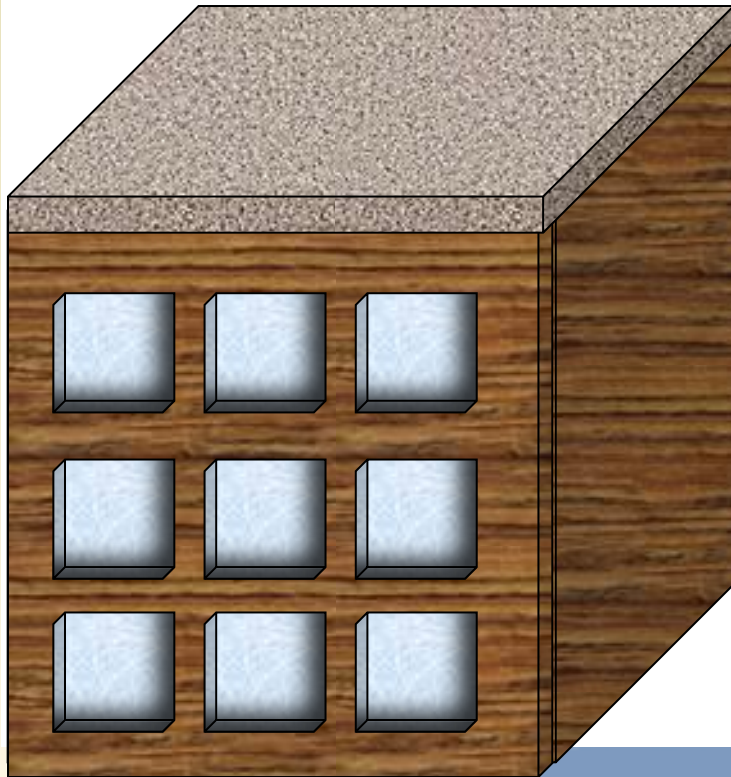
Comment déterminer un système qui s'adapte à la réduction des besoins d'un bâtiment?



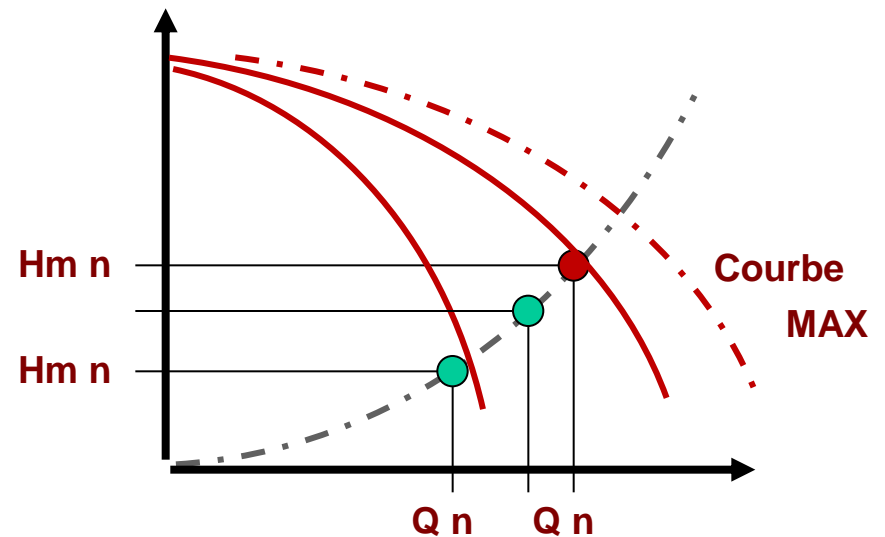
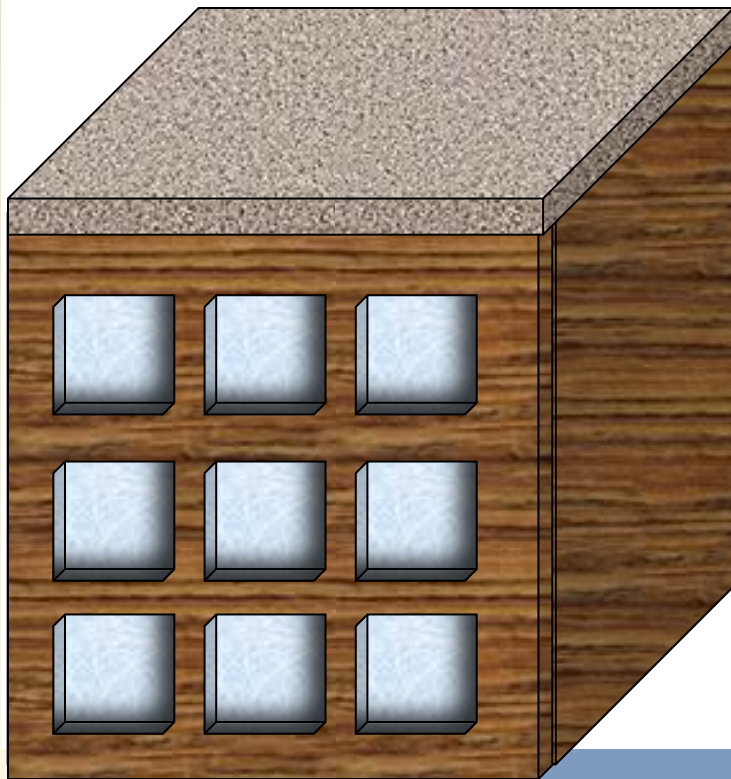
Robinetts thermostatiques et pompes à variation de vitesse des équipements qui vont suivre l'évolution des besoins.



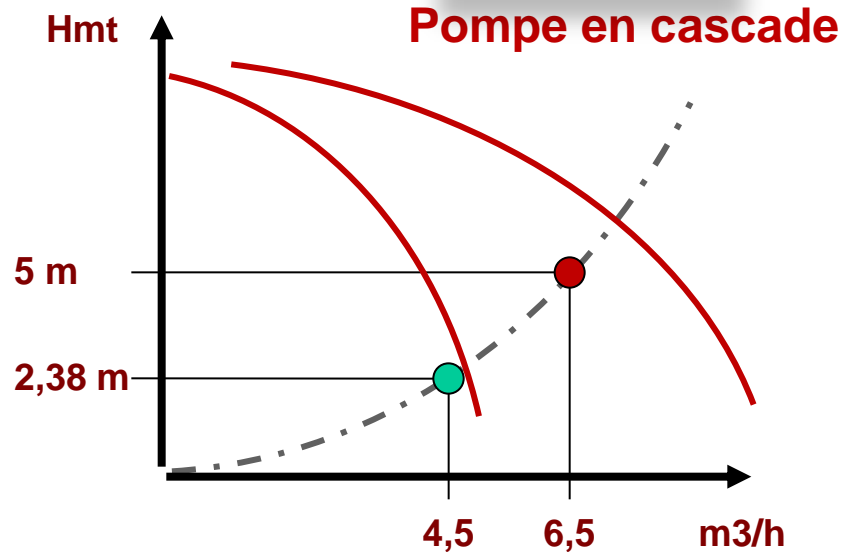
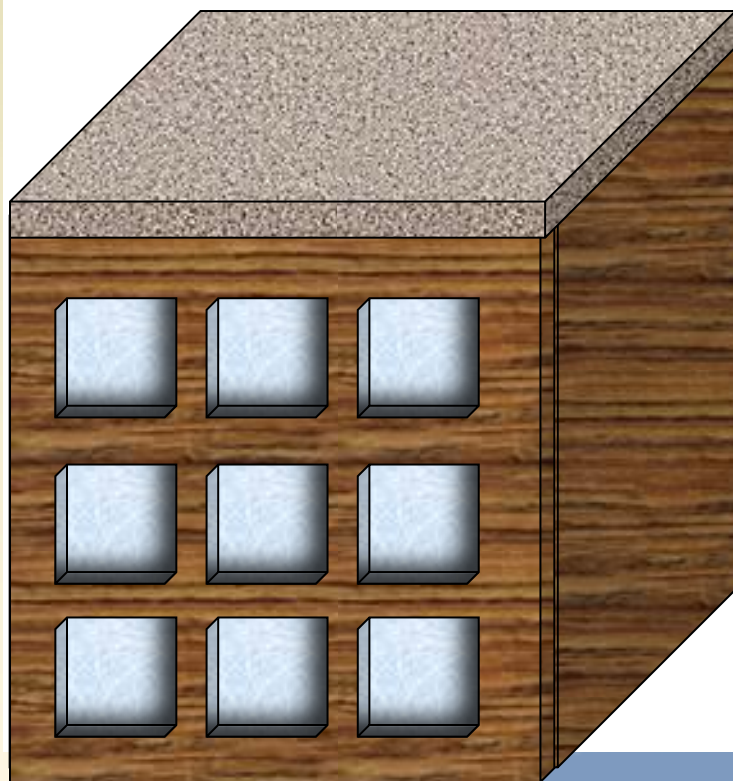
Robinetts thermostatiques et pompes à variation de vitesse des équipements qui vont suivre l'évolution des besoins.



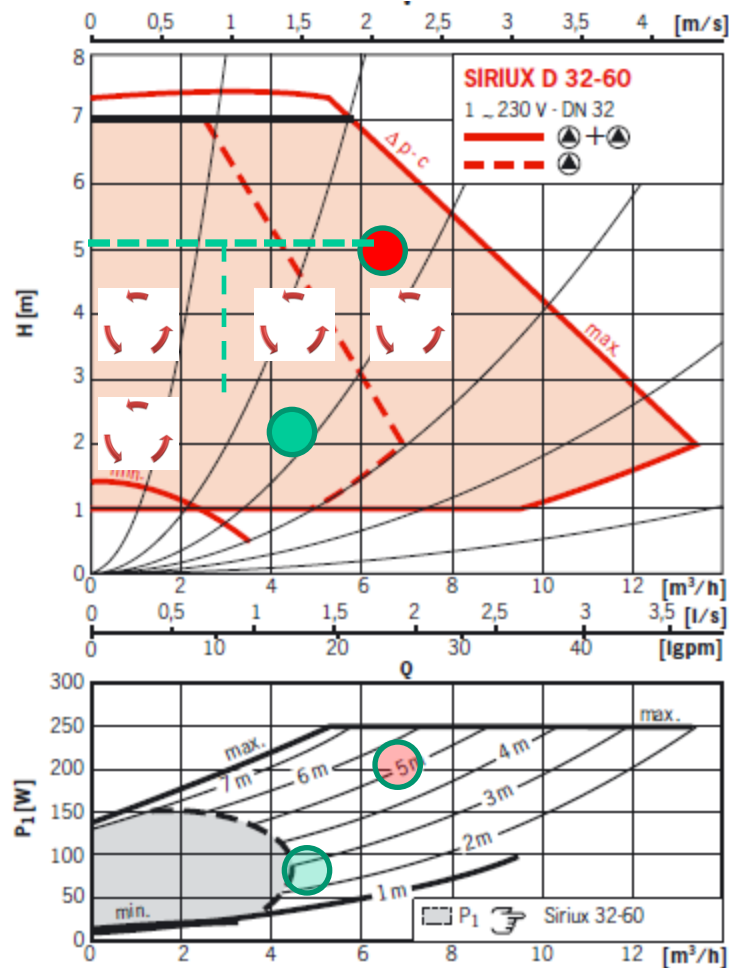
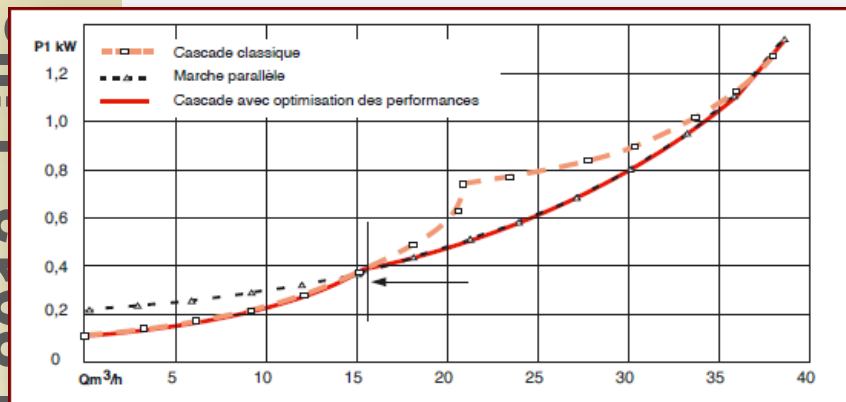
Robinetts thermostatiques et pompes à variation de vitesse des équipements qui vont suivre l'évolution des besoins.



Robinetts thermostatiques et pompes à variation de vitesse des équipements qui vont suivre l'évolution des besoins.



Principe Cascade Syncro.

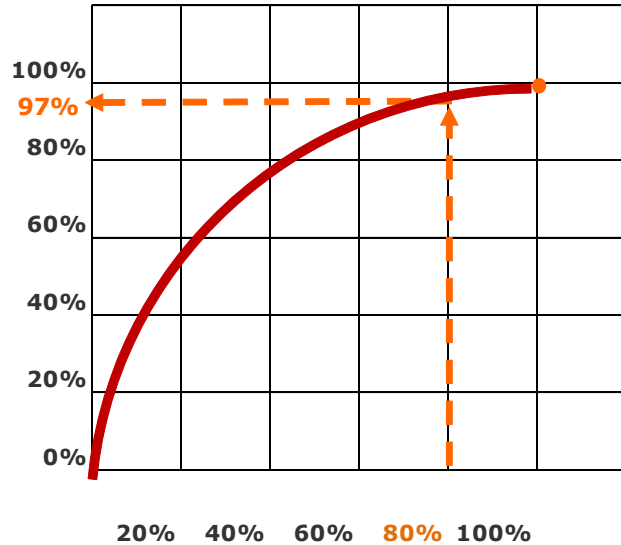


JCE - 16 Avril 2010

Pompes et circulateurs - la variation de vitesse

LES ECONOMIES D'ENERGIE

Puissance Emetteur



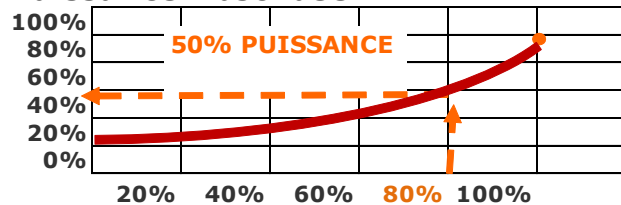
Debit	Hmt	Puissance P1
$n1/n2$	$(n1/n2)^2$	$(n1/n2)^3$
-20%	-36%	-49%

Soit P1 divisé par 2

Débit (Q) Si le débit passe de 6,5 m³/h à 4,5 m³/h

Debit	Hmt	Puissance P1
1,4	2,1	3
-31%	-52%	-67%

Puissance Absorbée



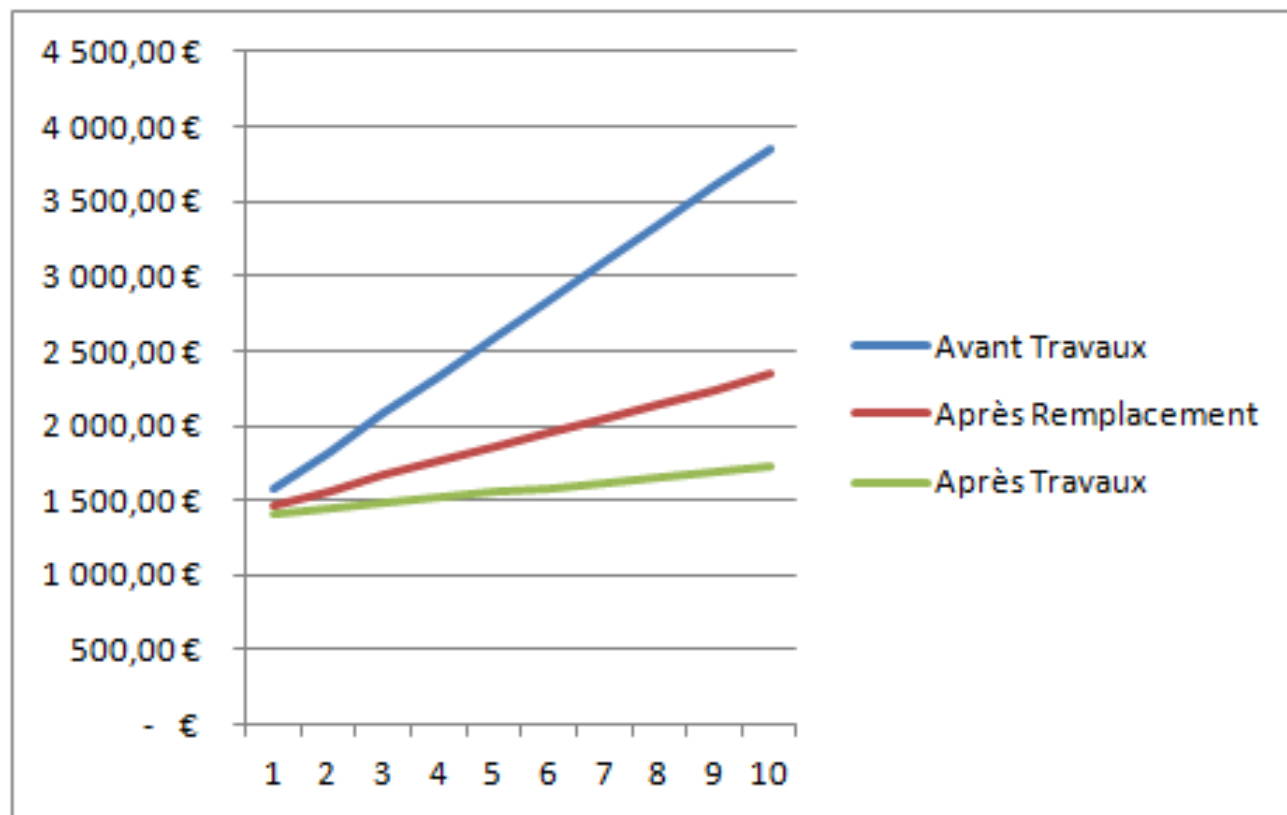
Débit (Q)

Soit P1 divisé par 3



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

Pompes et circulateurs - la variation de vitesse LES ECONOMIES D'ENERGIE



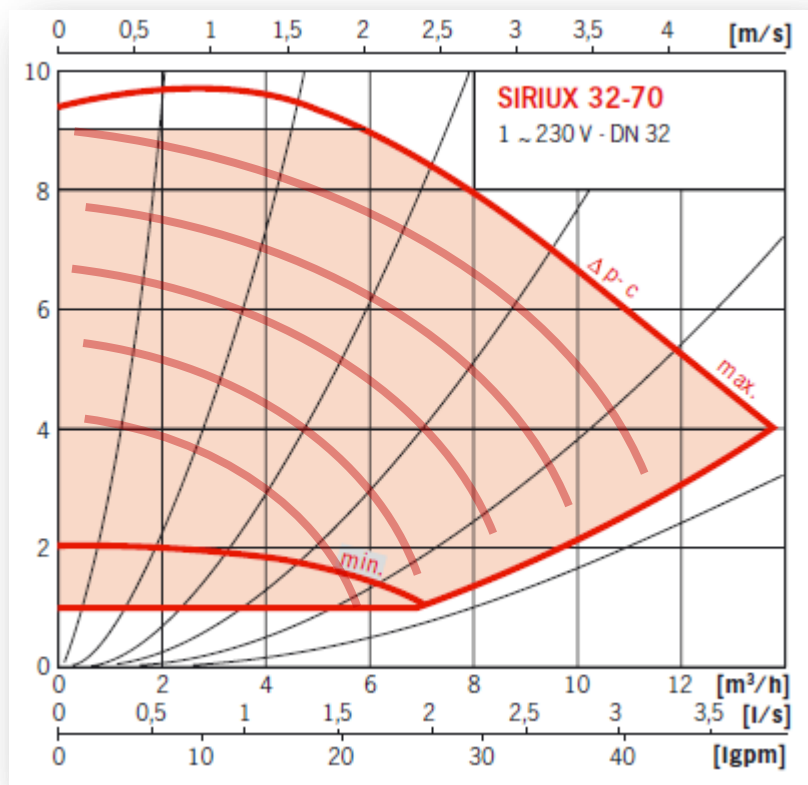
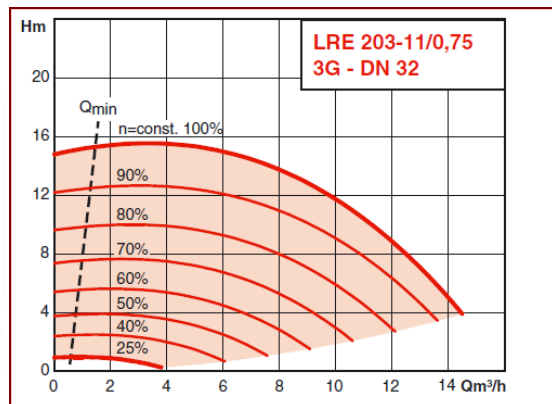
ICE - 16 Avril 2013- Lille

	Q	Hmt	Référence	Mode	Prix Tarif	Puissance consommée Annuelle *	Coût annuel	Economie			
								1 an	3 ans	5 ans	10 ans
Avant Travaux	6,5	5	DXM 32 80	Secours	1 324,00 €	2107,0 kW	252,84 €				
Après Remplaceme	6,5	5	Sirius D 32 60	Parallèle	1 374,00 €	805,3 Kw	96,63 €	156,21 €	468,63 €	781,05 €	1 562,10 €
Après Travaux	4,5	2,38	Sirius D 32 60	Secours	1 374,00 €	296,5 Kw	35,59 €	217,25 €	651,75 €	1 086,25 €	2 172,50 €

Le mode vitesse constante



ICF 10 Avril 2010 11h

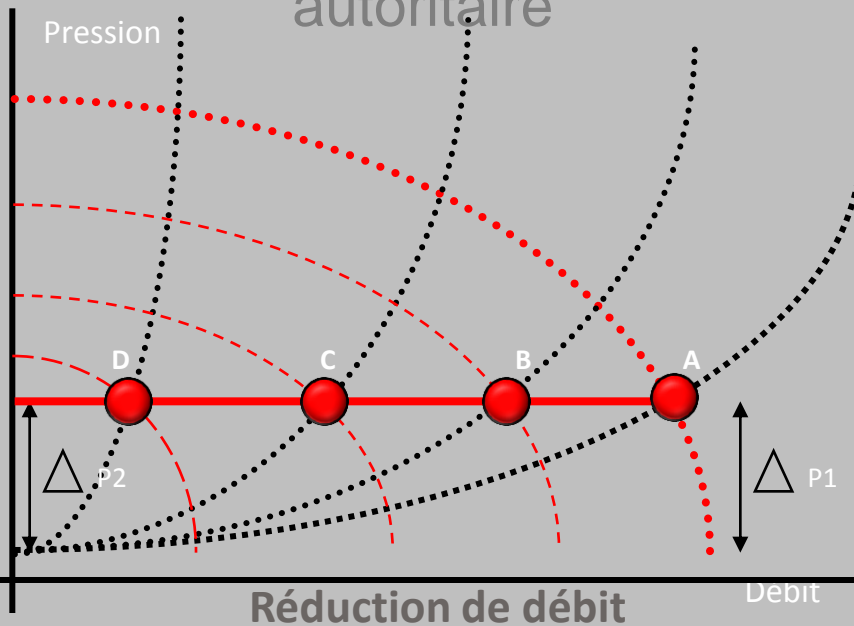


Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !

Réseaux à débit variable



Conséquences avec VEV Pc sur réseau variable peu autoritaire



Conséquences avec VEV Pv sur réseau variable autoritaire

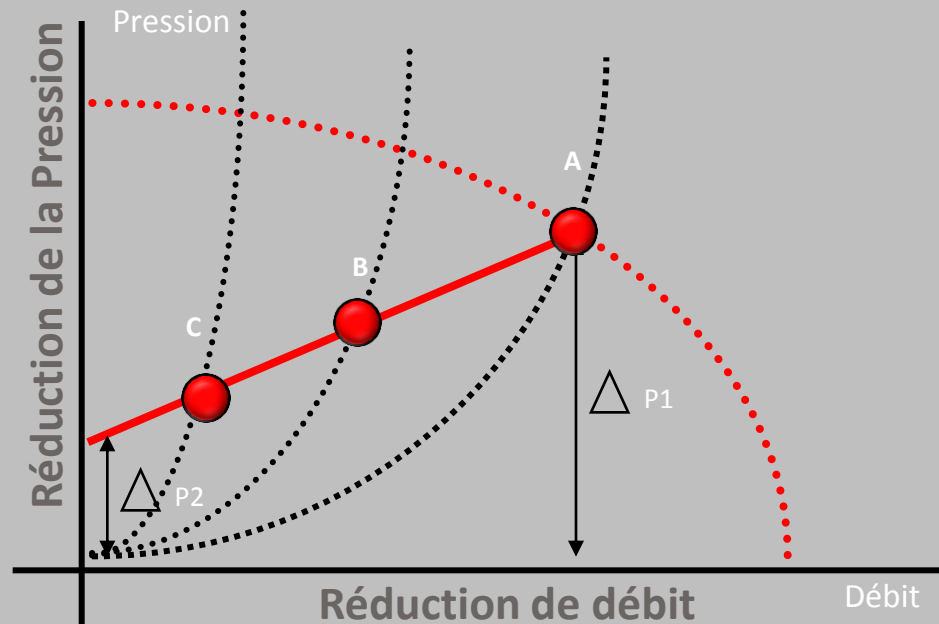
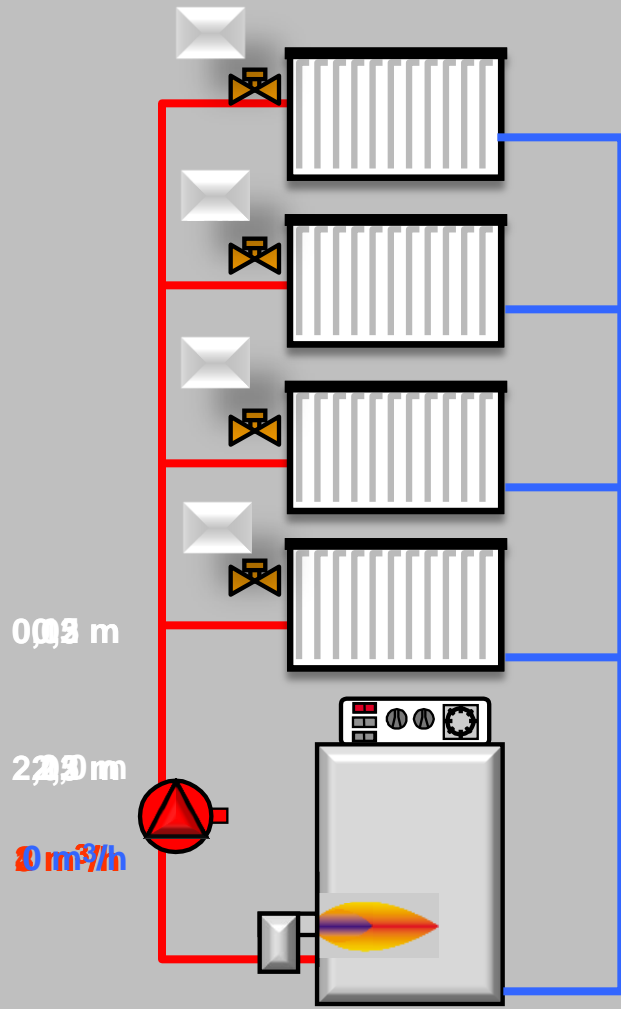


ILLUSTRATION D-P CONSTANT



Principe Delta P constante

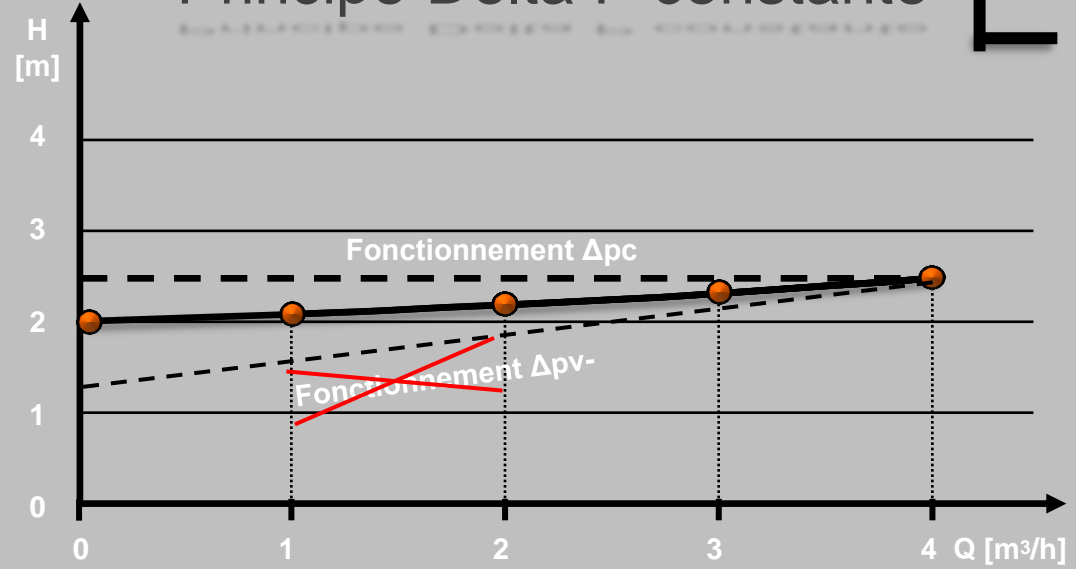
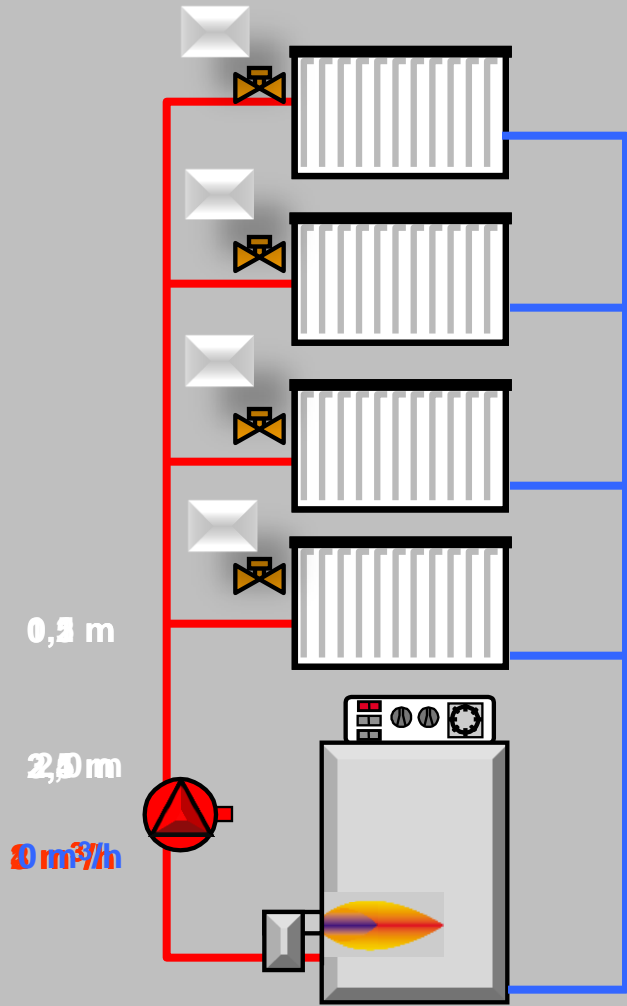
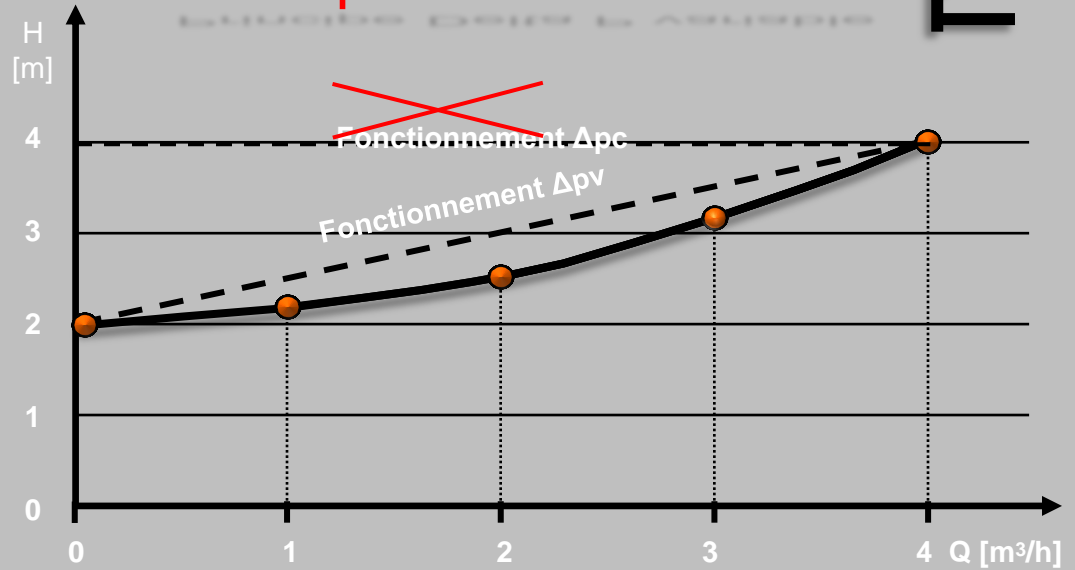


ILLUSTRATION D-P VARIABLE



Principe Delta P variable



A Noter !!!!!



L'indice EEI et Labelling CIRCULATEURS

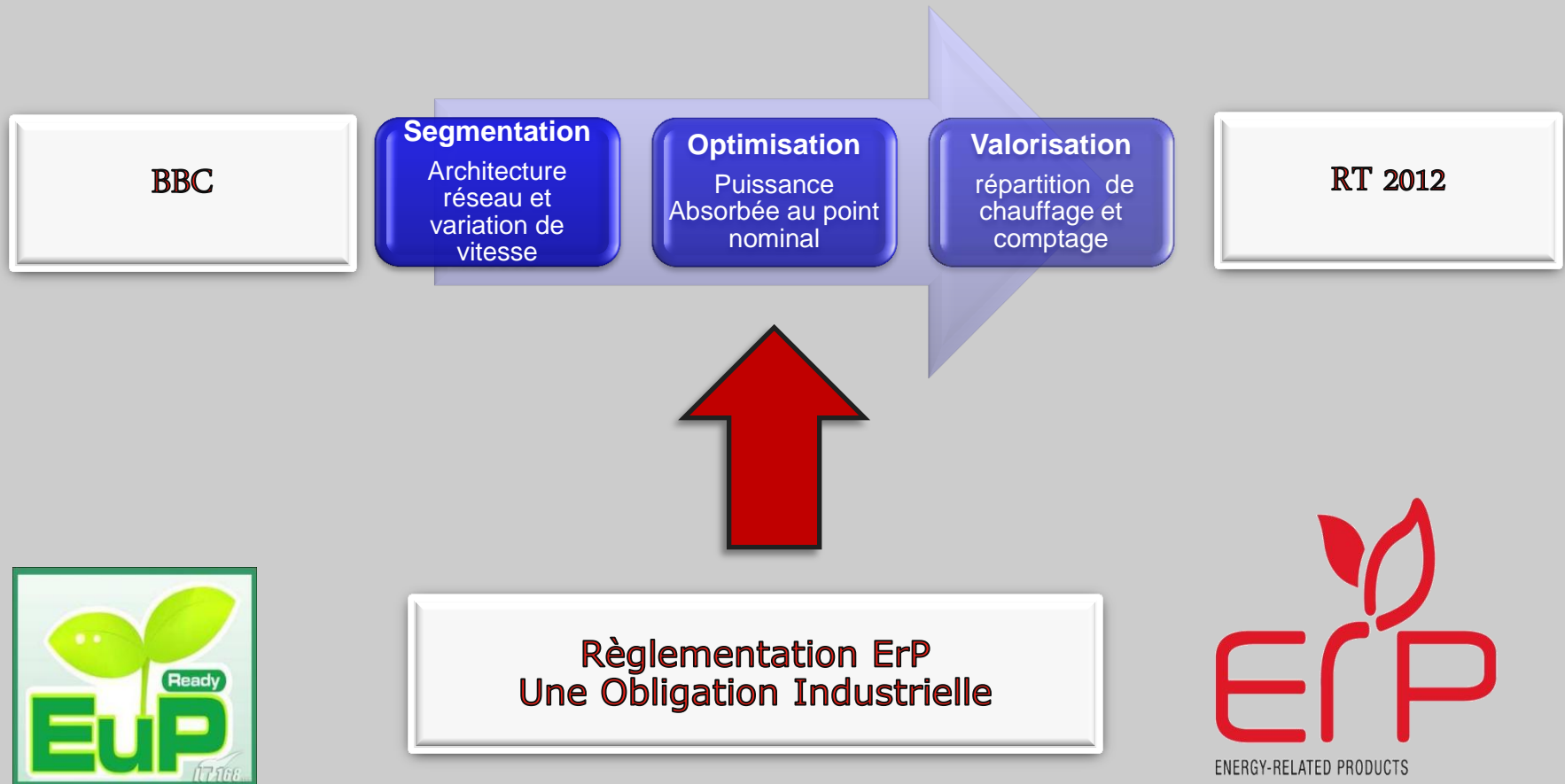


Sauf Circulateurs de bouclage ECS



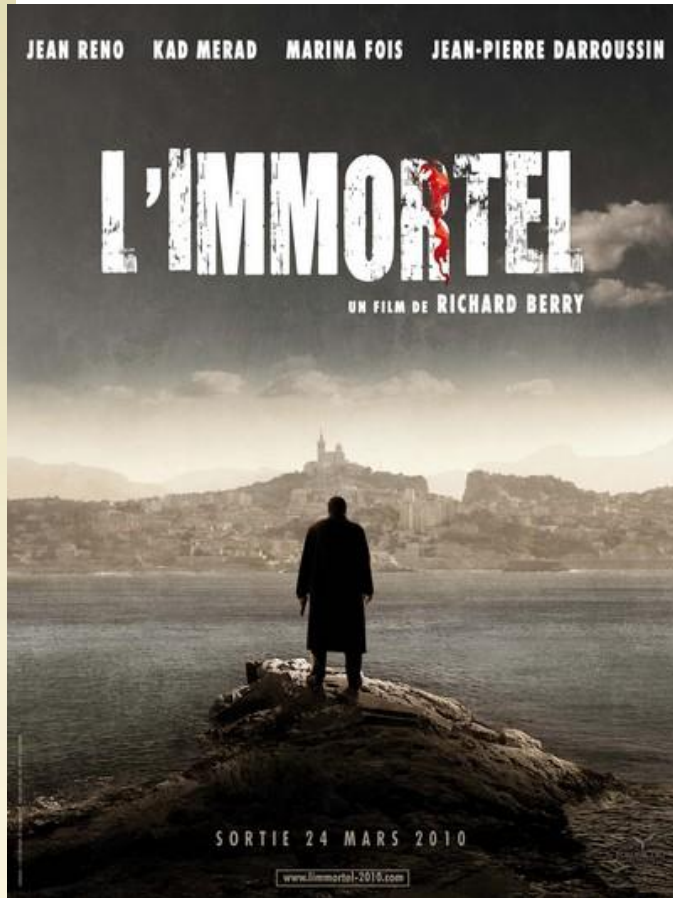
Enseignements et retours d'expérience des bâtiments basse énergie, pour mieux concevoir, construire et rénover demain !

Evolution réglementaire : comment valoriser les auxiliaires pompes et circulateurs dans vos projets neufs?



La rénovation optimisée = une programmation intelligente

JCE – 16 Avril 2013- Lille



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

PROBLEMATIQUE DU TRAITEMENT DES RESEAUX D'EAU DANS LE CADRE DE LA RENOVATION DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE

Alexis BROCHU



SOMMAIRE

- RAPPEL DE L'ORIGINE DES DESORDRES
- LES TRAITEMENTS NECESSAIRES
- LE SUIVI DES INSTALLATIONS
- L'EQUILIBRAGE DES RESEAUX
- LES RESEAUX ECS

RAPPEL DE L'ORIGINE DES DESORDRES

ENTARTRAGE:

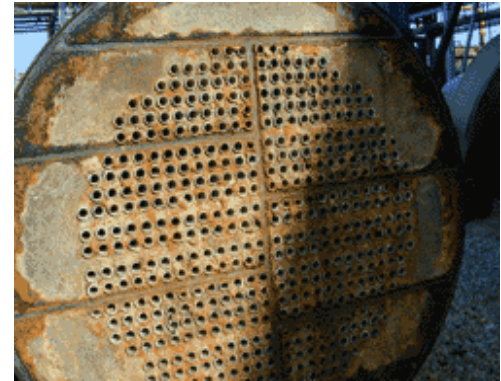
- Transformation du bicarbonate de calcium en carbonate de calcium sous l'effet de la hausse de température de l'eau
- Directement lié à la dureté et au pH de l'eau d'appoint
- Conséquences: dépôts incrustants



RAPPEL DE L'ORIGINE DES DESORDRES

CORROSION:

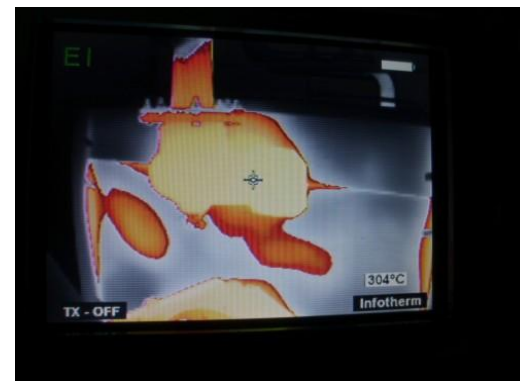
- Corrosion par présence d'oxygène dissous
- Corrosion galvanique (présence de plusieurs métaux)
- Corrosion acide (chlorures, sulfates ou gaz carbonique dissous)
- Corrosion par érosion



CONSEQUENCES DES DESORDRES: LA FORMATION DES BOUES

LES BOUES PROVOQUENT:

- Des corrosions additionnelles
- L'obstructions partielles ou totales de canalisations et/ou d'appareils
- Le déséquilibre des réseaux
- La chute de rendement thermique (production et échangeurs)
- La détérioration des systèmes de production de chaleur



LES SOLUTIONS PREVENTIVES

- Connaissances des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et maîtrise de l'eau d'appoint
- Si réseau neuf: nettoyage complet de l'installation
- Si réseau existant: désembouage émetteur par émetteur de l'installation
- Conditionnement de l'eau du réseau avec une action de:
 - Dispersion des matières en suspension
 - Réduction de l'oxygène dissous
 - Protection anticorrosion et antitartre

LE SUIVI DES INSTALLATIONS

- Maîtrise et traitement de l'eau d'appoint



- Suivi des installations



LE SUIVI DES INSTALLATIONS CHAUDIERE ACIER

Paramètres à respecter	Sans cuivre	Avec cuivre
pH	Compris entre 9,3 et 11,5	Compris entre 9,3 et 10,5
TH (° F)	< 5° F	< 5° F
TA (° F)	Compris entre 5° F et 30° F	Compris entre 5° F et 10° F
TAC (° F)	Compris entre 10° F et 80° F	Compris entre 10° F et 40° F
Sulfites (mg/l de SO ₃ ²⁻)	Compris entre 5mg/l et 100mg/l	Compris entre 5mg/l et 100mg/l
Cuivre (mg/l de Cu ²⁺)	N/A	< 0,1 mg/l

CAS PARTICULIER DES CIRCUITS AVEC CHAUDIERE EN FONTE ALU

- **Caractéristiques du produit de conditionnement:**
 - Produit multi métaux
 - Inhibiteur de corrosion spécifique à l'aluminium
 - Stabilisateur de pH
 - Dispersants spécifiques
 - Passivation de l'acier

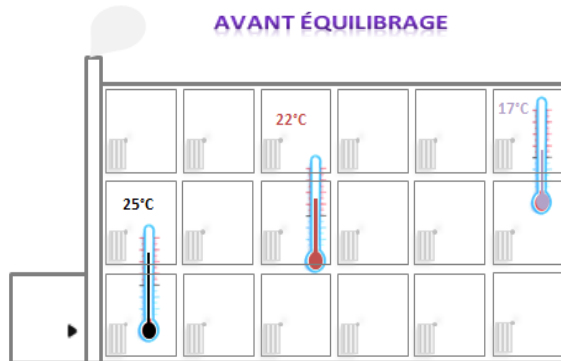
Attention: pas de protection filmogène à base de silicate

CAS PARTICULIER DES CIRCUITS AVEC CHAUDIERE EN FONTE ALU

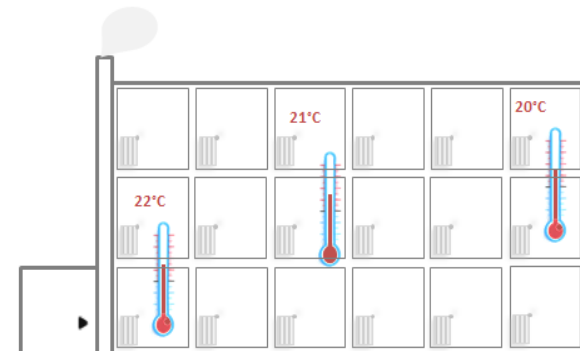
Paramètres à respecter	
pH	Compris entre 7 et 9
TH (° F)	< 5° F
Sulfites (mg/l de SO ₃ ²⁻)	Compris entre 5mg/l et 100mg/l
Chlorures (mg/l de Cl ⁻)	< 100 mg/l
Aluminium (mg/l de Al ³⁺)	Stabilité de la valeur

L'ÉQUILIBRAGE

Équilibrage = répartition homogène des débits afin de compenser les pertes thermiques et de limiter les écarts de températures ambiantes



APRES ÉQUILIBRAGE



LES CAUSES DU DESEQUILIBRE

- Déperditions calorifiques non conformes aux calculs prévisionnels
- Débits non conformes aux calculs prévisionnels
 - Entartrage / embouage du réseau
 - Obturation partielle des organes d'équilibrage
- Perte calorifique sur le réseau (problèmes de calorifugeage)
- Mauvais réglage des organes d'équilibrage
- Absence d'organe d'équilibrage
- Emetteurs mal dimensionnés

POURQUOI EQUILIBRER

- **Economies d'énergie**
 - ⇒ Evite la surproduction de chaleur pour maintenir les zones les moins chauffées à des températures acceptables
- **Confort des utilisateurs**
 - ⇒ Assure une température homogène et limite les perturbations acoustiques
- **Préservation du patrimoine technique**
 - ⇒ Limite la détérioration des réseaux due aux sur-débits ou au sur-chauffage: oxydation, entartrage, coups de bélier.
- **Baisse des coûts d'exploitation**
 - => Diminution de la consommation électrique des organes de circulation

POURQUOI EQUILIBRER

**COMPTE TENU DES ECONOMIES GENEREES, LE COUT
D'UN EQUILIBRAGE EST AMORTI EN
MOYENNE SUR UNE DUREE DE 6 A 18 MOIS**



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

LES CERTIFICATS D'ECONOMIE D'ENERGIE

Référence: fiche BAR-SE-04 du 21.01.2011 révisée le 11.04.2012

- Secteur d'application: habitat collectif
- Contraintes:
 - Installation et réglage d'organes d'équilibrage neufs
 - Relevé des températures moyennes avant et après l'installation des organes d'équilibrage
 - Ecart de température strictement inférieur à 2° C



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

LES RESEAUX ECS: LES « INDISPENSABLES » SUR LE RESEAU SECONDAIRE

- Suivi des caractéristiques physico-chimiques de l'eau
- Prise en compte des métaux en présence sur la boucle
- Gestion et suivi des températures
- Equilibrage
- Traitement du réseau (adoucissement, filmogène, désinfection, ...)
- Désinfection après travaux obligatoire



ÊTRE UTILE AUX HOMMES



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