



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



OIKOS  
ecological solutions.  
ecological solutions.

BETEC

# Réhabilitation d'un immeuble de bureaux

ROBERT PELZER



Immeuble OIKOS

JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



# Présentation du projet

- Réhabilitation d'un immeuble de bureaux
- plus de 8500 m<sup>2</sup> de surface utile de bureaux répartis sur 7 étages
- Date de construction : 1860
- Année de Rénovation : 2011-2012
- Premier bâtiment Haussmannien labélisé **BBC** **Effinergie Rénovation**, **HQE Rénovation** et **HQE Exploitation**
- Coût des travaux : 17 millions d'euros



# Intervenants

- Maître d'ouvrage : AG2R LA MONDIALE
- Maître d'œuvre : DGM & Associés
- Entreprise générale : Bouygues Bâtiment IDF
- Bureau d'études fluides : BETEC
- AMO HQE : ARCOBA
- Architecte-paysagiste : Pierre-Alexandre RISSER



AG2R LA MONDIALE



DELAIRE MAUER  
ARCHITECTES DPLG



ILE-DE-FRANCE  
ILE-DE-FRANCE



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

# Allier esthétique et performance

- Volonté architecturale : conservation des éléments architecturaux de style haussmannien
- Exposition traversante des bureaux et open-space
- Vues dégagées donnant sur Paris pour les derniers étages
- Volonté d'intégrer du végétal dans l'opération :
  - Jardin intérieur de 300m<sup>2</sup>
  - Mur végétal intérieur
- Meilleures performances pour un confort des occupants



# Optimisation du bâti

- Isolation des murs donnant sur l'extérieur : 8 cm ( $\lambda = 0,023 \text{ W/m.K}$ )
- Isolation des murs intérieurs donnant sur un local non chauffé : 8 cm de laine de verre Th35
- Isolation sous la toiture : 20 cm de laine de verre Th32
- Menuiseries extérieures avec protections solaires (stores électriques) :  $U_w < 1,8 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Ubât initial :  $1,8 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Ubât après rénovation :  $0,642 \text{ W/m}^2.\text{K}$

# Optimisation des systèmes CVC

L'ensemble des systèmes a été remplacé par des systèmes les plus performants sur le marché

- CTA Double Flux avec récupération à roue
  - Efficacité de l'échangeur  $\geq 80\%$
- Groupe Froid : EER  $\geq 2,40$
- Chaudière gaz à condensation avec un rendement de 109% sur PCI
- Terminaux Basse Consommation :
  - Poutres froides
  - Ventilo-Convecteurs



# Optimisation de l'éclairage

- Éclairage basse luminescence sur détection de présence et modulé en fonction de la luminosité extérieure
- Gradation et détection de présence sur l'ensemble des luminaires des bureaux (6 W/m<sup>2</sup>)
- Détection de présence dans l'ensemble des luminaires des sanitaires et des paliers (7 W/m<sup>2</sup>)



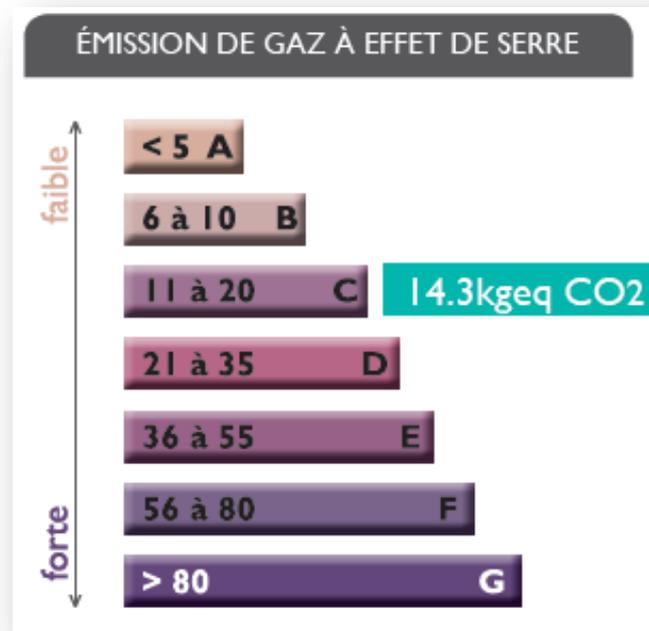
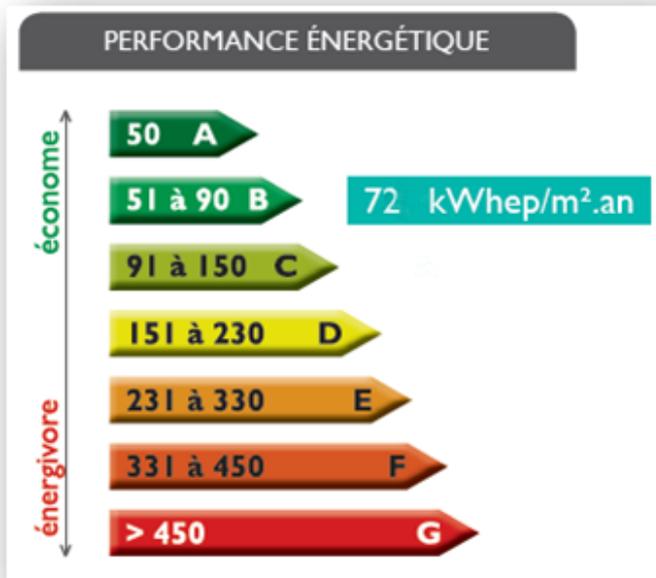
# Optimisation de la GTB et de la maintenance

- Gestion Technique du Bâtiment :
  - Gestion de l'installation technique et garantie du bon fonctionnement des systèmes
  - Tableau de bord permettant de suivre finement les comptages et l'évolution des consommations

# Bilan de l'opération

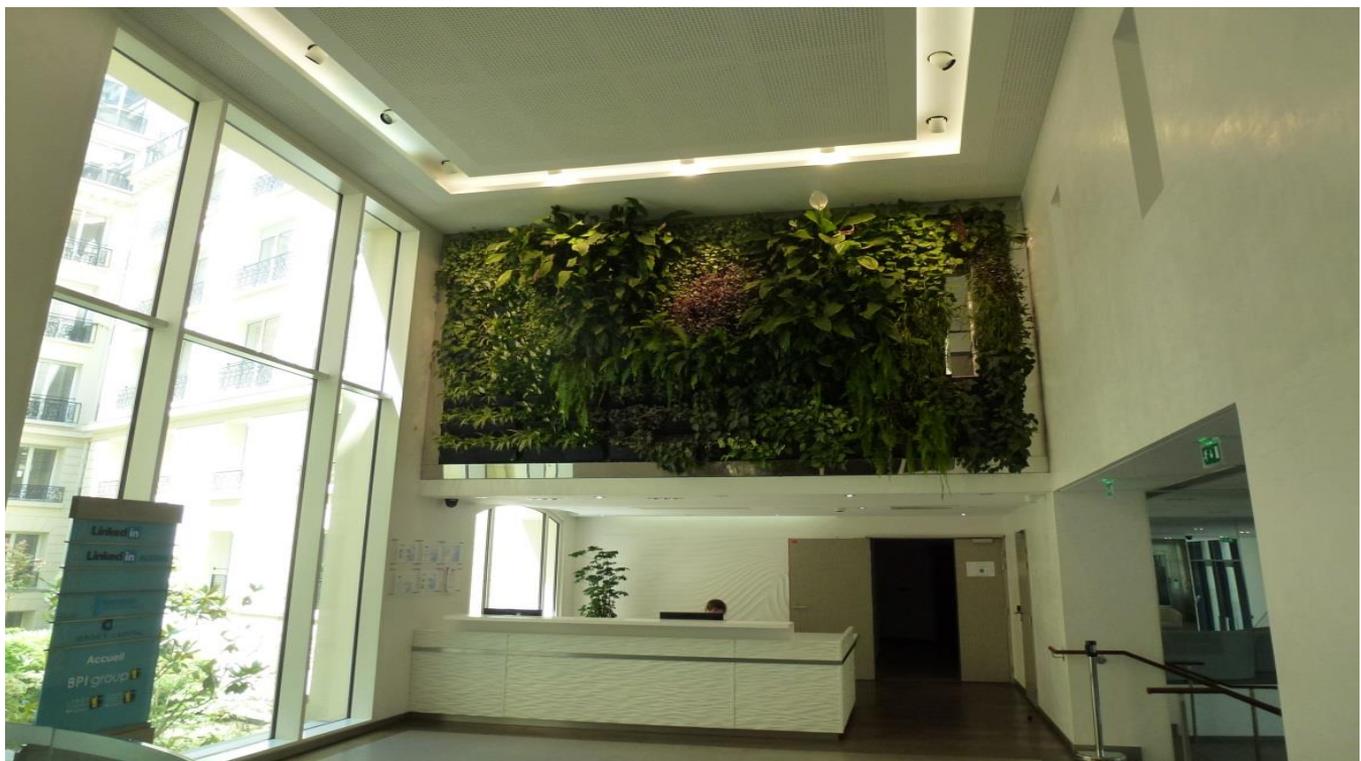
■ ÉVOLUTION DU PROJET	AVANT	APRÈS	BILAN
Consommation	211 kWh/m <sup>2</sup> .an	<b>72 kWh Ep/m<sup>2</sup>.an</b>	Gain Cep <sub>proj</sub> /Cep <sub>réf</sub> : 41 % (Cep Réf = 121 kWh/m <sup>2</sup> .an)  • Coût total du projet : 17 000 000€ • 1570€/m <sup>2</sup> SHON • 1973€/m <sup>2</sup> Surface Utile
Source d'énergie	Électrique Gaz	Électrique Gaz	
Enveloppe	Peu à pas isolée Ubât=1.8W/m <sup>2</sup> .K	Ubât=0.64W/m <sup>2</sup> .K R murs=3.47 m <sup>2</sup> .K/W R toiture=3.75m <sup>2</sup> .K/W (laine de verre) R sous face parking=3.05m <sup>2</sup> .K/W Uw des parois vitrées de 1.8W/m <sup>2</sup> .K	
Équipements	Chaudière gaz	Chaudière gaz condensation Poutre froide VMC double flux ECS instantanée Éclairage basse consommation	
Comportements	-	Sensibilisation des occupants et suivi par GTB	

# Bilan de l'opération



# Étanchéité à l'air

- Attention particulière sur l'étanchéité à l'air du bâtiment :
  - Difficulté pour un tel bâtiment
  - Test d'étanchéité non obligatoire pour le tertiaire mais souhaitable



**JCE Aix en Provence**  
**2 décembre 2014**





JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



# Restructuration d'un immeuble de bureaux

*Une opération de rénovation avec  
conservation du patrimoine culturel*

**Label Effinergie Rénovation :  
Comment optimiser la perméabilité à  
l'air du bâtiment ?**

**ALICE MEHEUT**



# IMMEUBLE DE BUREAUX HAUSSMANIEN

Shon : 3500 m<sup>2</sup> - R+5 – 2 bâtiments reliés par 1 passerelle

**Certification NF «Bâtiments tertiaires – démarche HQE**

- **MOA** : BATI CONSEIL RESTAURATION
- **Architecte** : Ateliers 234
- **Entreprise générale** : Eiffage construction IDF Tertiaire



## Les objectifs du point de vue de la perméabilité à l'air

- La démarche HQE : cible 4 – Gestion de l'énergie – niveau très performant
- $Q_{4pa-surf} < \text{ou} = 1.20 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$  sous 4 Pa

2 campagnes de mesure :

- - un essai en cours de chantier
- - un essai en fin de chantier

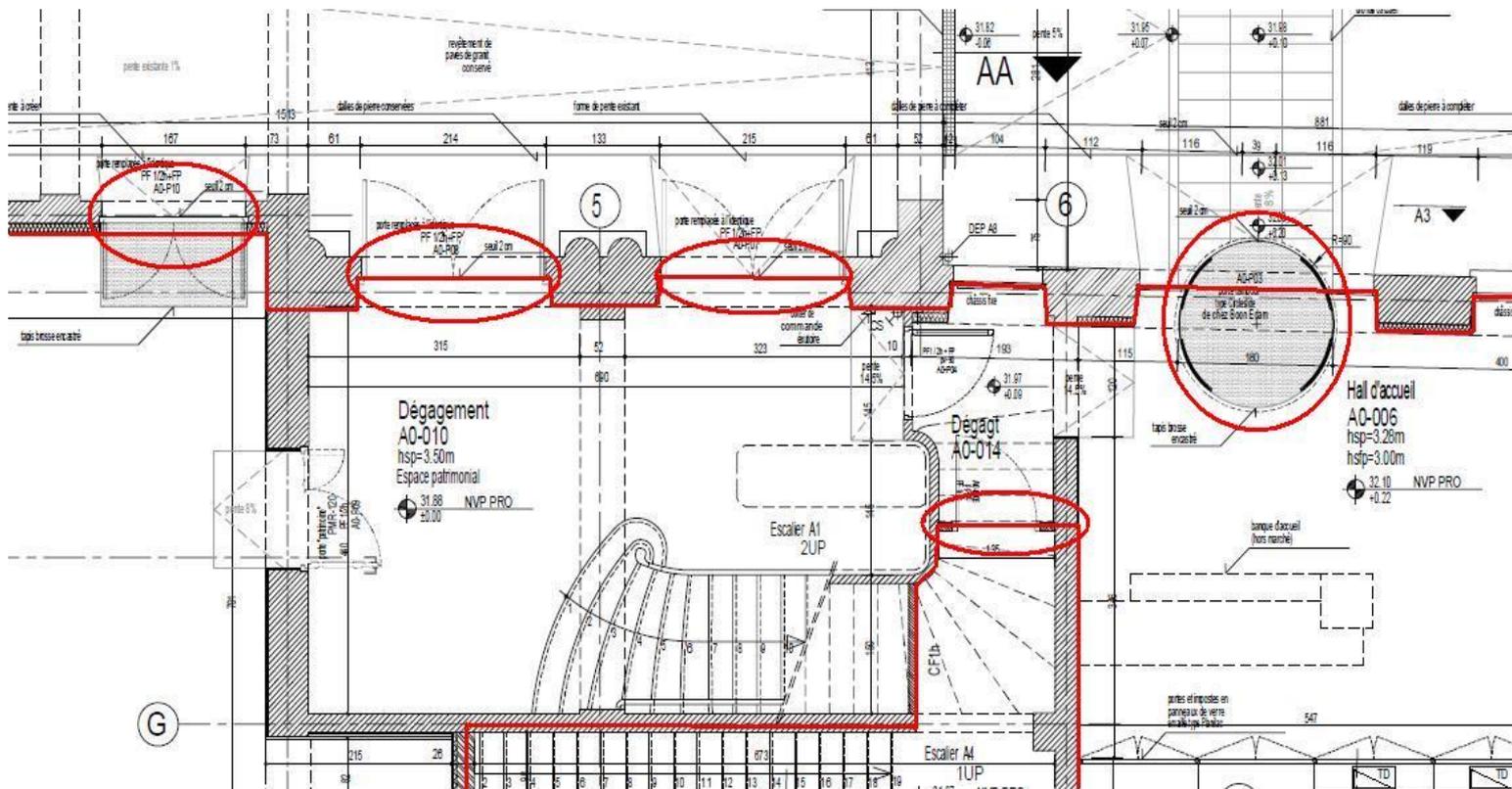
## Un accompagnement en 6 étapes

- **Analyse** des prescriptions spécifiques sur l'étanchéité à l'air dans les CCTP : étude lot/lot
- Définition de la paroi principale d'étanchéité (**ligne rouge**) et des éléments qui seront mis en surveillance
- Nomination d'un **réfèrent étanchéité à l'air** : entreprise générale
- **Réunion de sensibilisation** avec les entreprises pour la présentation de la ligne rouge et présentation par les entreprises de leurs carnets de détail sur l'étanchéité à l'air
- **Mesures d'étanchéité à l'air en cours de chantier** et contrôles ciblés lors des phases critiques
- **Mesure finale sur les 2 bâtiments en entier** : en 1 seule fois

# Les points singuliers du point de vue de l'étanchéité à l'air : conservation du patrimoine



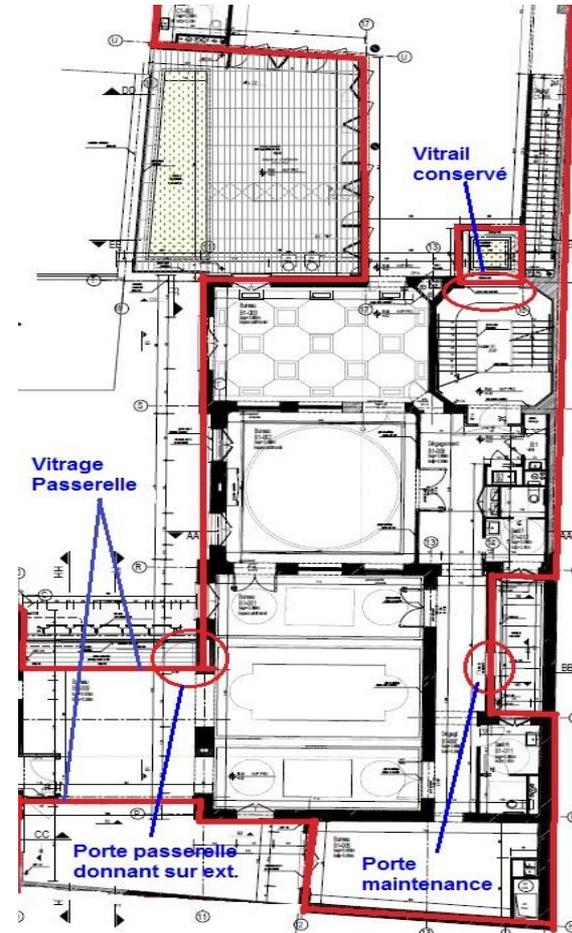
Passage cochier avec nombreuses portes desservant les étages : porte  
tambour



# Les points singuliers du point de vue de l'étanchéité à l'air : conservation du patrimoine



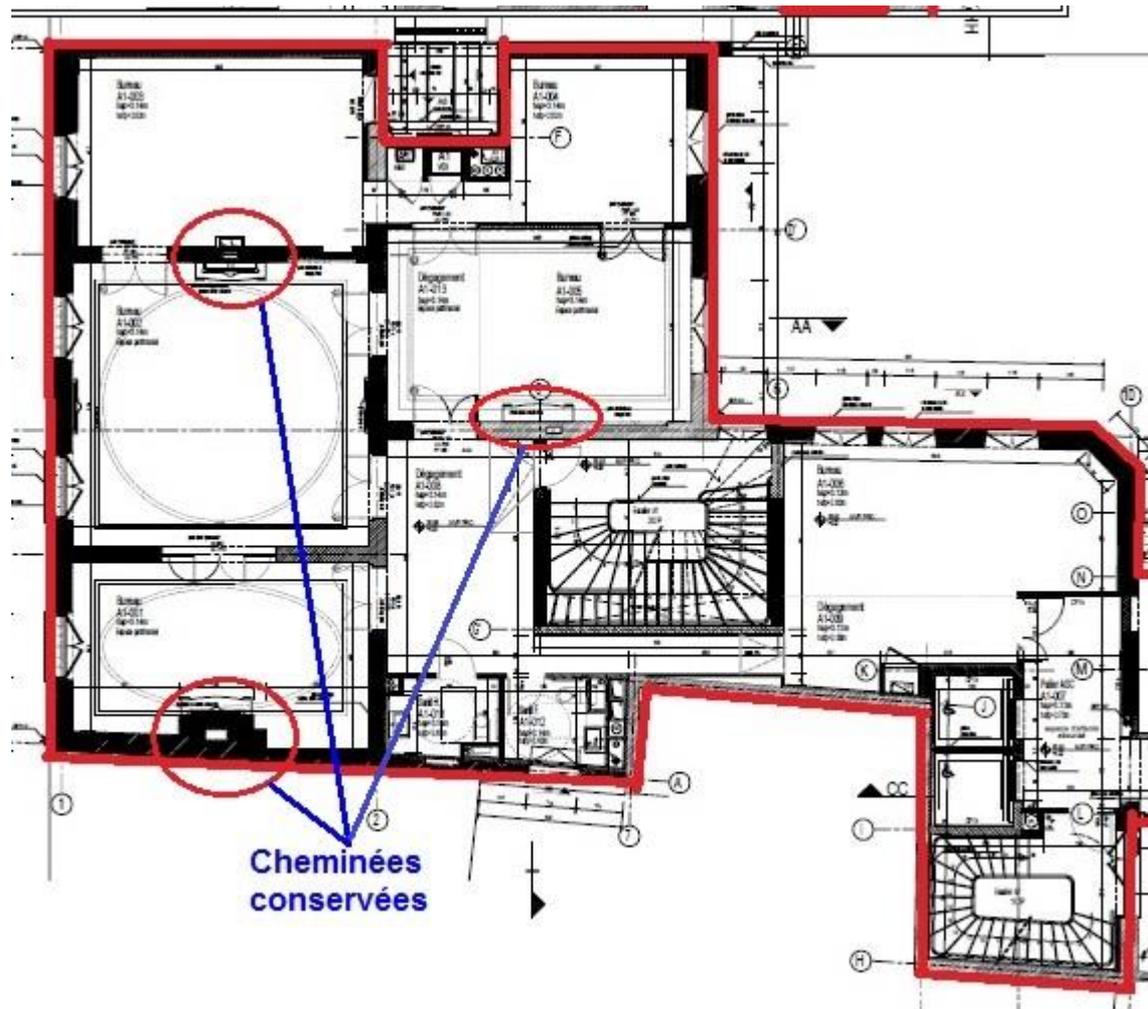
Partie de façade avec vitrail conservé



# Les points singuliers du point de vue de l'étanchéité à l'air : conservation du patrimoine



Anciennes cheminées conservées



Cheminées  
conservées

# Les points singuliers du point de vue de l'étanchéité à l'air : conservation du patrimoine



## Charpente bois avec pannes apparentes

Poutres conservées



Continuité de la membrane  
d'étanchéité à l'air ?



Pannes conservées



# Les points singuliers du point de vue de l'étanchéité à l'air : conservation du patrimoine



Murs en pierre et briques

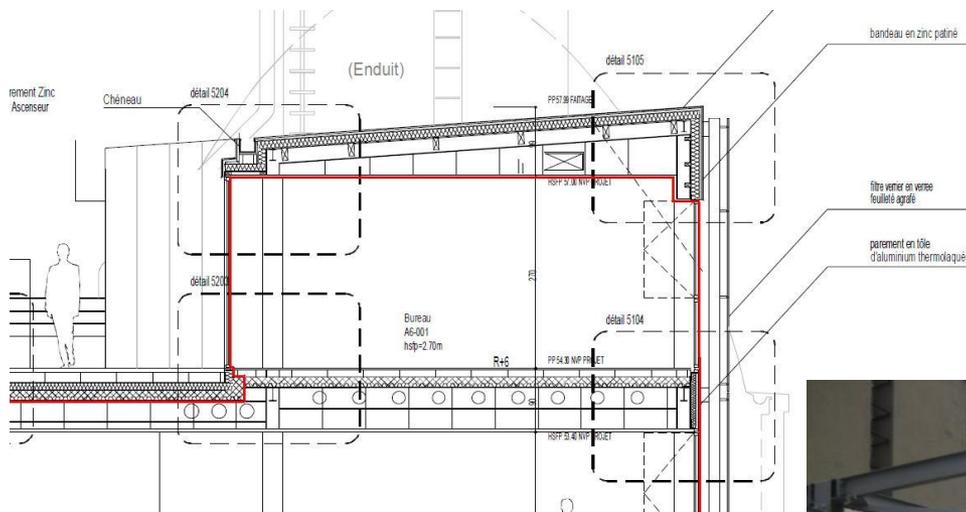


JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

# Les points singuliers du point de vue de l'étanchéité à l'air : parties de bâtiment neuves



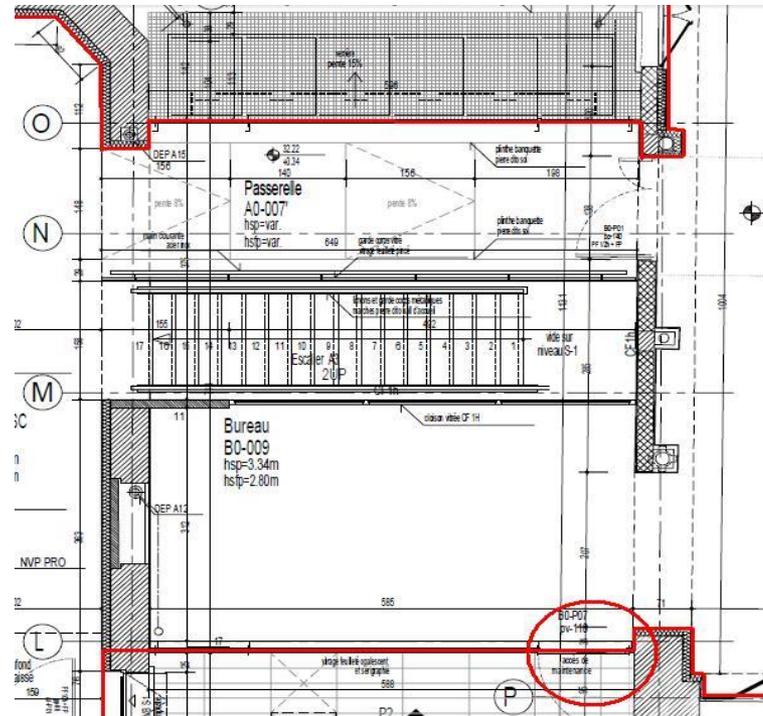
## Surélévation bâtiment A : structure métallique



# Les points singuliers du point de vue de l'étanchéité à l'air : parties de bâtiment neuves



Création d'une passerelle reliant les 2 bâtiments : structure métallique + verre venant prendre appui sur les anciennes parois



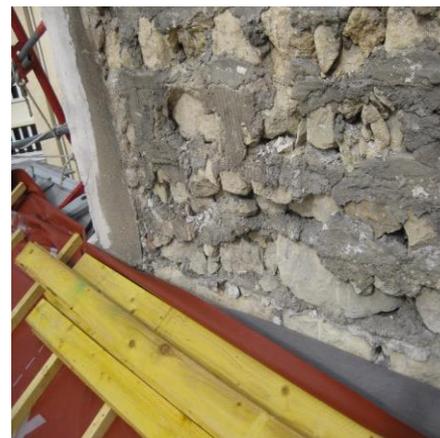
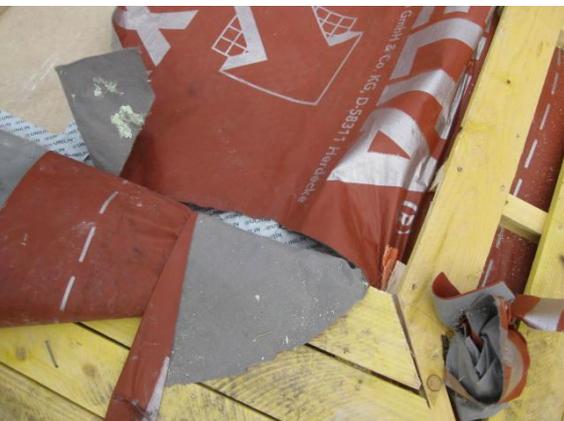
## Les difficultés rencontrées en cours de chantier

- La prise en compte des risques sur l'étanchéité à l'air par tous les corps d'état
- La pertinence des mesures sur des zones témoins en cours de chantier
- La mise en œuvre des solutions techniques les plus économiques...mais pas toujours les plus étanches !

# Les difficultés rencontrées en cours de chantier



Pose de la membrane d'étanchéité à l'air sur l'ancienne charpente conservée



## Le mot de la fin...



**$Q_{4pa-surf} = 1.18 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$**





JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014





## UNE RENOVATION TERTIAIRE BEPOS

---

# André POUGET



MC2 : rénovation responsable & DESIRABLE



« *Embarquement immédiat*  
pour un **bâti sobre, robuste et désirable !** »\*

1952



800m<sup>2</sup> de bureaux  
(non) énergie / environnement / santé

2014



\*cf. rapport RBR 2020 juin 2013

magnum



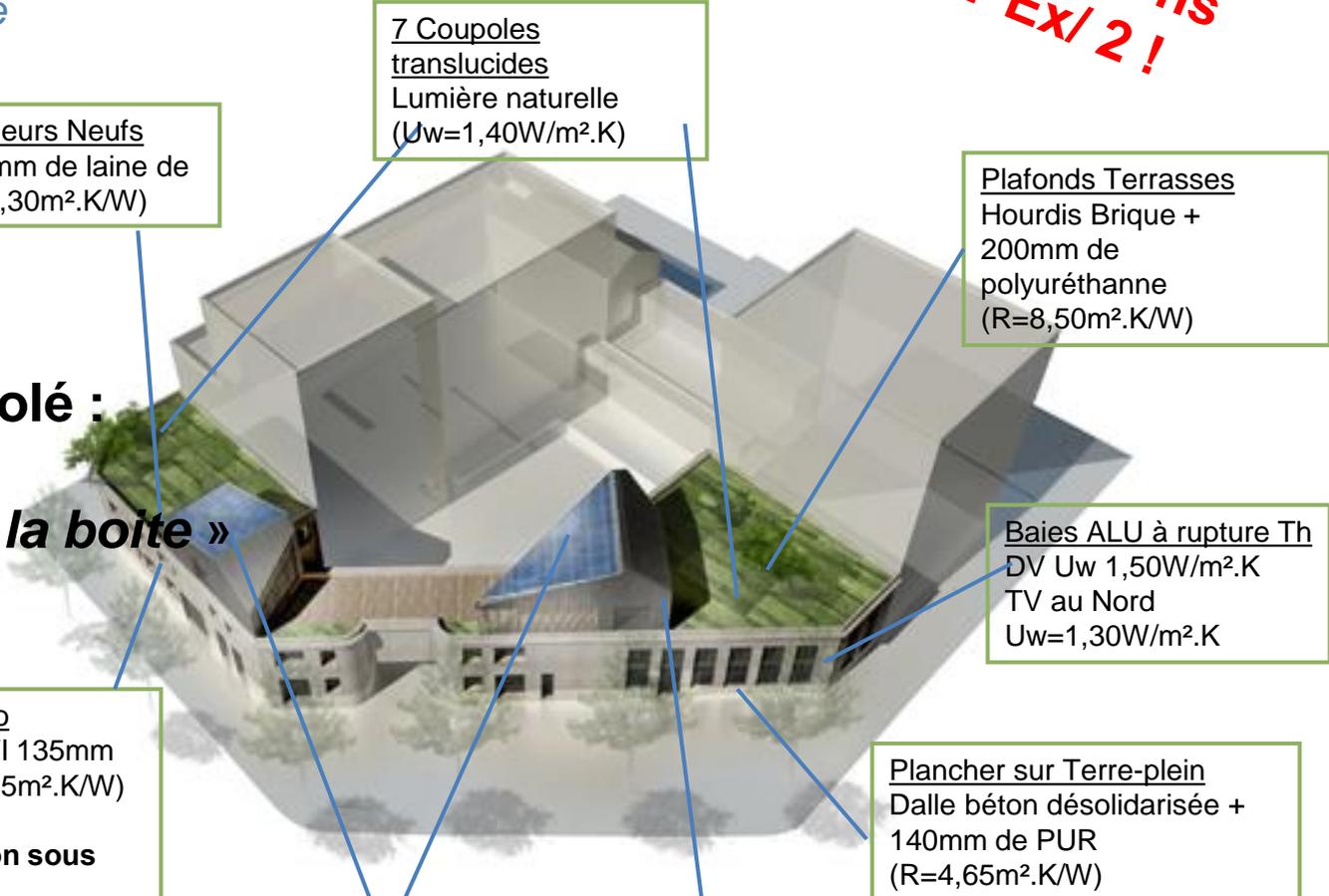
JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

Déperditions  
RT Ex/ 2 !

## MC2 : ENVELOPPE

Un bâti de qualité

Bâti super isolé :  
ITI  
« *boite dans la boite* »



Murs Extérieurs Neufs  
OSB : 300mm de laine de roche (R=8,30m<sup>2</sup>.K/W)

7 Coupoles translucides  
Lumière naturelle  
(U<sub>w</sub>=1,40W/m<sup>2</sup>.K)

Plafonds Terrasses  
Hourdis Brique +  
200mm de polyuréthane  
(R=8,50m<sup>2</sup>.K/W)

Baies ALU à rupture Th  
DV U<sub>w</sub> 1,50W/m<sup>2</sup>.K  
TV au Nord  
U<sub>w</sub>=1,30W/m<sup>2</sup>.K

Plancher sur Terre-plein  
Dalle béton désolidarisée +  
140mm de PUR  
(R=4,65m<sup>2</sup>.K/W)

Murs Extérieurs Réno  
Béton /parpaing + ITI 135mm  
laine de verre (R=4,65m<sup>2</sup>.K/W)  
&  
**Panneaux d'Isolation sous Vide**

Plafonds Légers Neuf  
400mm de laine de verre  
(R=12,5m<sup>2</sup>.K/W)

Murs Extérieurs Neuf ITE  
Béton + 140mm laine de roche  
(R=4,00m<sup>2</sup>.K/W)



## MC2 : SOLUTIONS TECHNIQUES

*Des systèmes efficaces*

Raccordement réseau de chaleur (EnR > 80%)

COFELY  
GDF SUEZ

ERENA

Ventilation double flux (débit variable, hygiéniques x 2, récup >80%  
gestion sondes CO2)

aldes

Eclairage performant : 5 à 12W/m<sup>2</sup> (gradation, détection,...)  
Éclairage naturel optimisé (coupoles toiture)

RADIAN

Instrumentation et suivi des consommations

Schneider  
Electric

Production photovoltaïque (toits des extensions verticales) →  
Autoconsommation

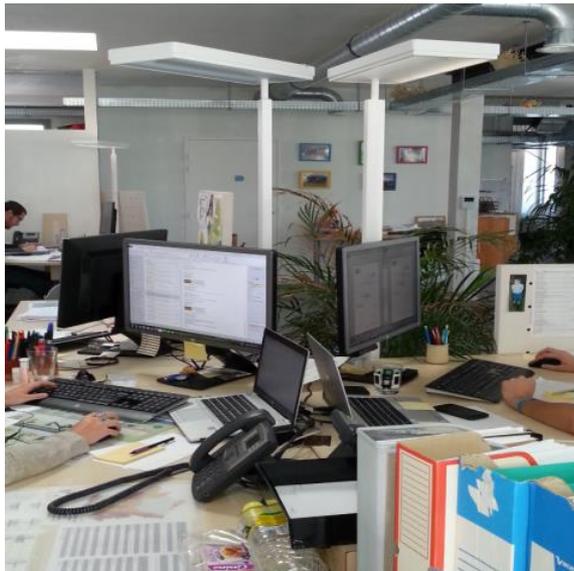
Consommations  
RT Ex/ 4 !

# Les performances

*En guise de résumé*

- **Déperditions bâti** =  $RT_{Ex} / 2$   
*«L'énergie la plus respectueuse de l'environnement est celle qui n'est pas consommée... »*
- **Consommations calculées**:  $RT_{Ex} / 4$  et  $BBC / 2$ 
  - Pilote **BEPOS Rénovation**
- **Emissions de GES**  $\approx 1$  kg équivalent CO<sub>2</sub> (classe A DPE < 5)

CertiveA



*MC2 fait mentir le vieil adage du « cordonnier mal chaussé » !*



*Signataire charte « performance énergétique des bâtiments tertiaires publics et privés*

magnum

# MC2 : RÉNOVATION RESPONSABLE & DESIRABLE



## Maîtrise d'ouvrage

**magnum** architectes et urbanistes

Rodrigue GOULARD : [goulard.r@agencemagnum.com](mailto:goulard.r@agencemagnum.com)

02 40 75 75 02 / [www.agencemagnum.com](http://www.agencemagnum.com)



Vincent BRAIRE : [vincent.braire@pouget-consultants.fr](mailto:vincent.braire@pouget-consultants.fr)

02 40 12 21 22 / [www.pouget-consultants.fr](http://www.pouget-consultants.fr)



Timothée PAULIN :

[tpaulin@gestionbat.fr](mailto:tpaulin@gestionbat.fr)

02 40 43 35 35 / [www.gestionbat.fr](http://www.gestionbat.fr)

## Assistants maîtrise d'ouvrage



**En route pour la transition énergétique !**

magnum



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



# Isolation

- Comment choisir les bonnes solutions pour son projet ?

SYLVAIN GIRAUD

**ROCKWOOL**<sup>®</sup>  
F I R E S A F E I N S U L A T I O N

# Comment choisir les bonnes solutions pour son projet ?

Selon les objectifs (économies d'énergie, amélioration du confort, conservation valeur patrimoniale, esthétique plus flatteuse,...)

## En isolation de l'enveloppe Quels paramètres ?

- Quelles performances ?
- Que surveiller ?

- ✓ Thermique
- ✓ Acoustique
- ✓ Risque incendie
- ✓ Coûts
- ✓ Durabilité
- ✓ Comportement à l'humidité



# ITE et thermique

Utiliser des matériaux certifiés ACERMI



 Nom ou marque distinctive Adresse déposée du fabricant 2 derniers chiffres de l'année d'apposition marque CE N° certificat de conformité CE N° EN de cette norme produit Identité du produit Organisme notifié n° XXXXX code de désignation			
Euroclasse <b>A2</b> S1d0	R m <sup>2</sup> .K/W <b>1,35</b>	λ W/m.K <b>0,038</b>	épaisseur mm <b>50</b>
m <sup>2</sup> /colis <b>3,60</b>	pièces par colis <b>3</b>	longueur mm <b>1200</b>	largeur mm <b>1000</b>
<b>NOM PRODUIT</b> XXXXXXX N° contrôle + usine			
 ACERMI 02/000/YYV99 XXXXXXXX	En option : profil d'usage SOLE certifié		
<b>AT CSTB N° XX/YY-ZZZZ</b>			
<b>Nom ou marque commerciale</b>			

Conductivité thermique

*Propre au matériau.*

*Ne dépend pas de l'épaisseur.*

Résistance thermique

*Dépend de l'épaisseur*

Passer de R à Lambda

*Prendre l'inverse de R*

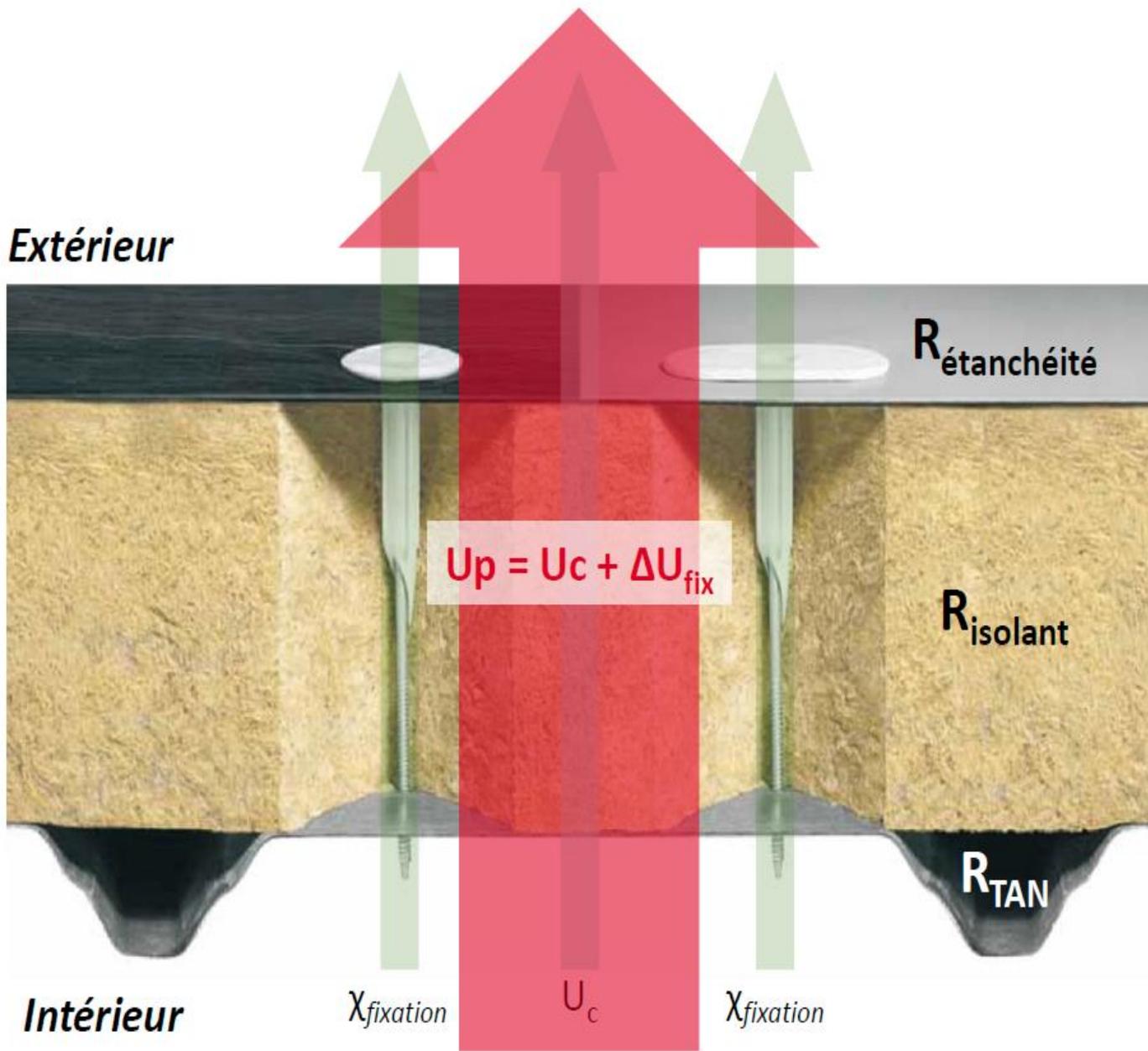
$1 / 1,35 = 0,741$

*Multiplier par l'épaisseur en mm*

*Diviser par 1000*

$(0,741 \times 50) \times 1000 = 0,038$

- **Bâtiment:** Pour garantir un résultat mesurable, il est impératif d'utiliser des matériaux certifiés, et prévoir des performances minimum par paroi.



# Bénéfice de l'isolation des acrotères

La performance d'une toiture doit être mesurée de manière globale, avec ses ponts thermiques ( $U_g$ )

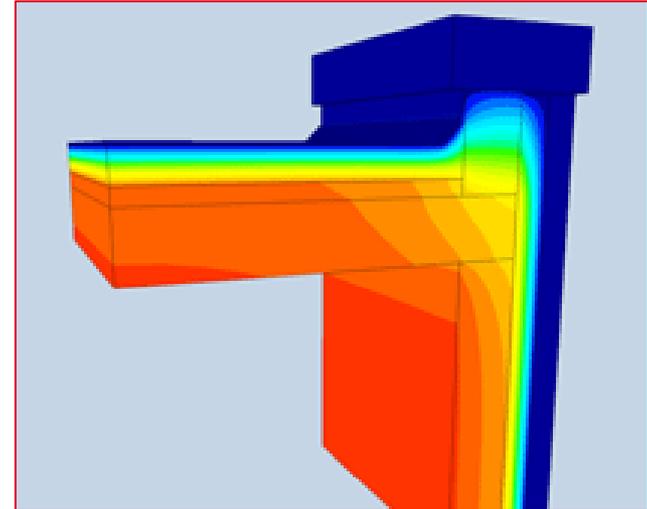
Comparaison du R en fonction du traitement de l'acrotère à  $U_g$  toiture constant

	$R_{\text{partie courante}}$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )		
	Bâtiment carré 400 $\text{m}^2$	Bâtiment carré 2500 $\text{m}^2$	Bâtiment en « L » 400 $\text{m}^2$
Acrotère non traité ( $\Psi \approx 0,85$ )	8	4,5	10
Acrotère traité ( $\Psi \approx 0,30$ )	4,5	3,5	4,5
$U_{\text{global}}$ ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>

L'isolation de l'acrotère peut représenter jusqu'à 40 % de réduction des déperditions d'une toiture béton



**Isoler juste**, c'est aussi optimiser les épaisseurs d'isolants pour **réduire les coûts**



# IT 249 - Solutions Constructives

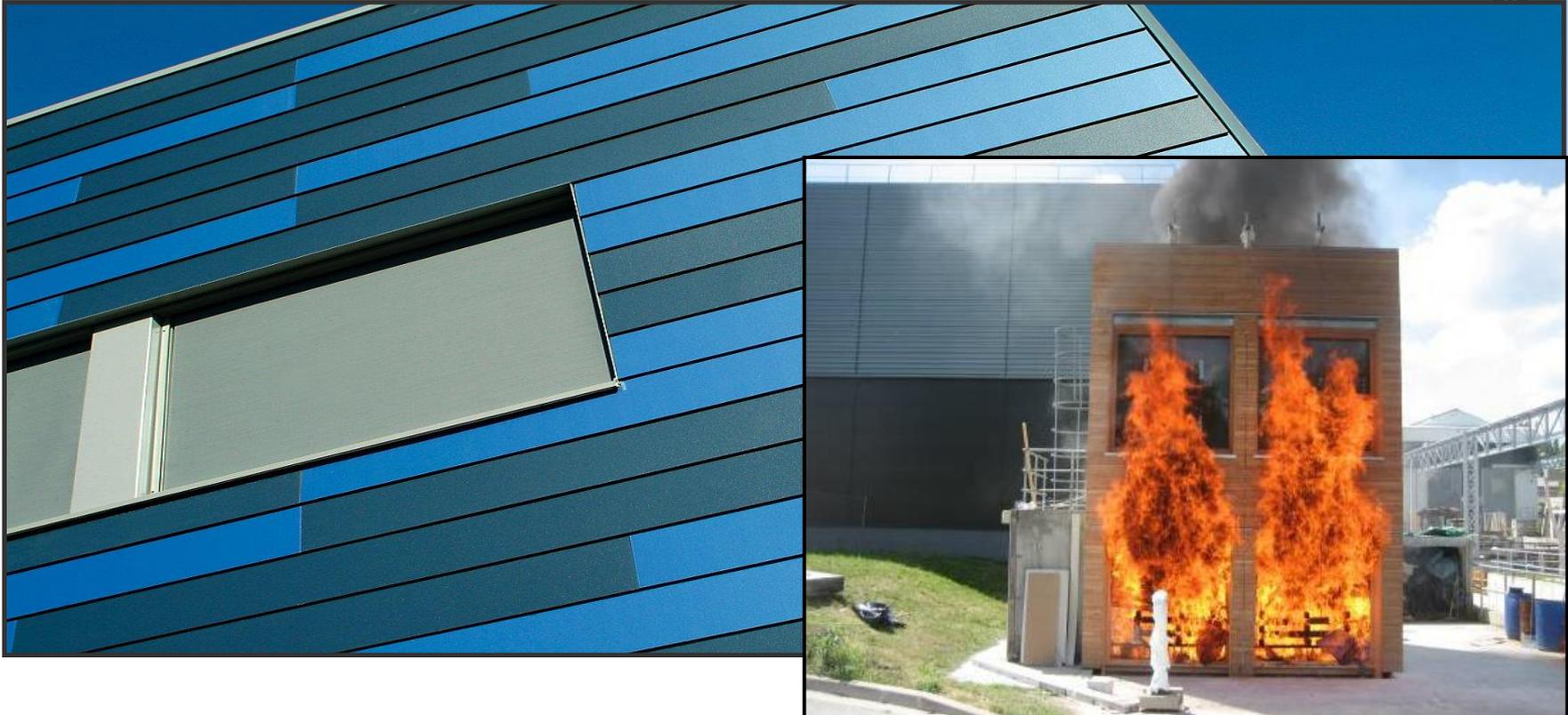
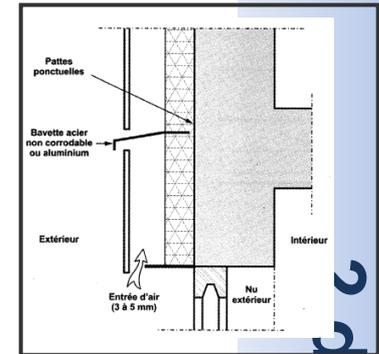
## Privilégier l'emploi de solutions incombustibles

et

Isolant au moins A2 s3 d0

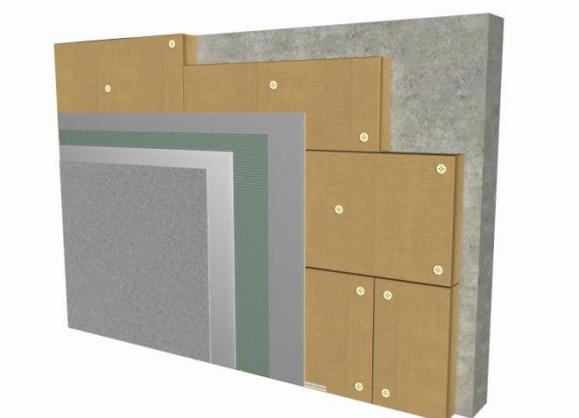
**Solution P6.1 : Recouvrement horizontal de la lame d'air tous les 2 niveaux**

- Tôle d'acier galvanisé ou inox 15/10e mm
- Fixé par chevillage au pas de 1 m sur le support maçonné



# Isolation extérieure et comportement à l'humidité

- Toute ITE préserve le bâti à la fois des variations de température et de l'humidité qui peuvent le dégrader

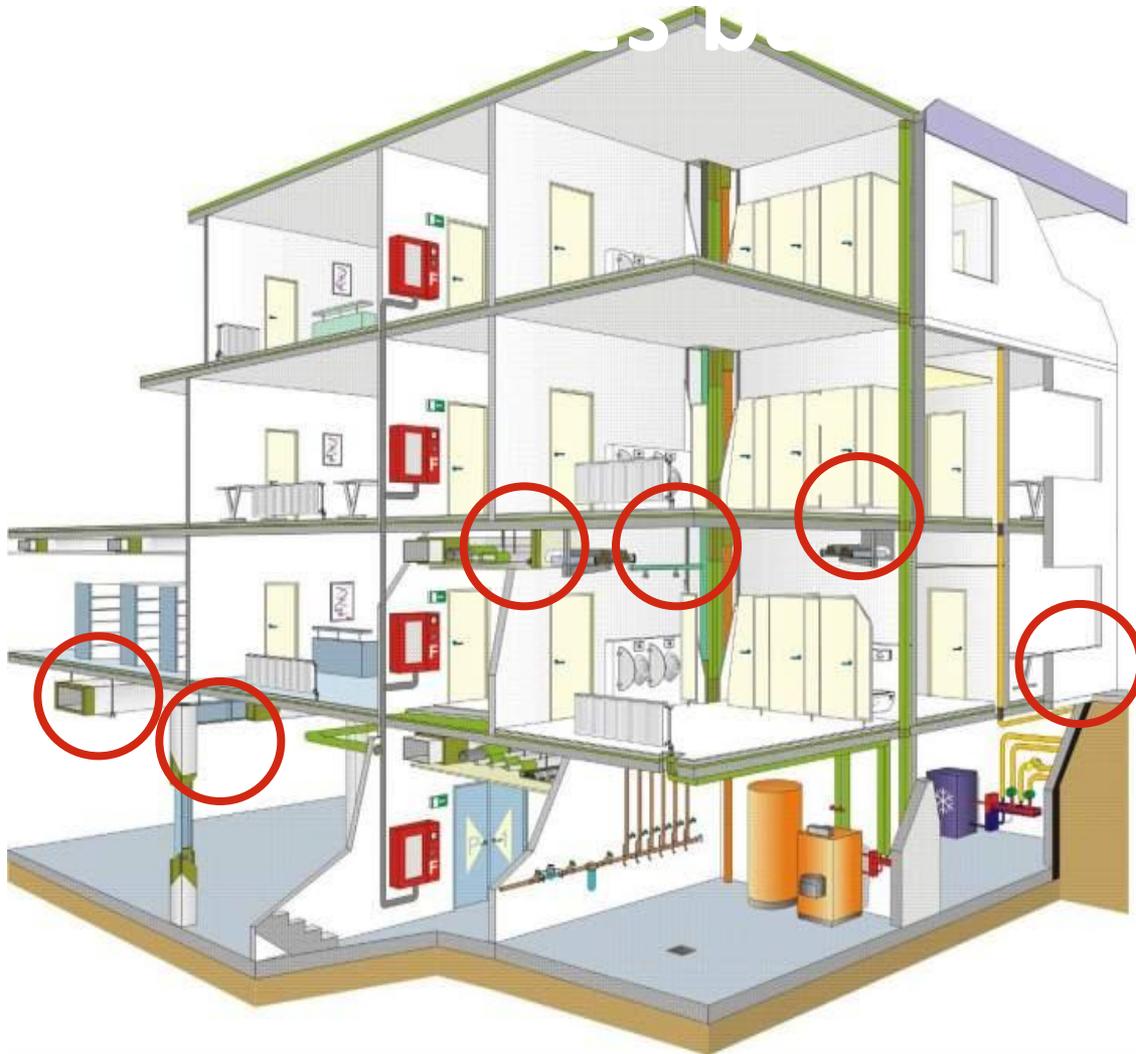


ITE StoTherm Classic avec Sto -Poly RT+ Sto Déco Profils -Architecte: Albin Polig

- Les isolants plastiques présentent d'excellentes propriétés de tenue à l'eau, et d'imperméabilité au transfert d'hygrométrie.

Pour le bâti ancien, une solution « tout minéral »  
Laine de Roche + enduit minéral permet aux  
vieilles pierres de respirer.

# Protection passive contre l'incendie



traversées de  
conduits

gaines de ventilation  
et désenfumage

structures métalliques

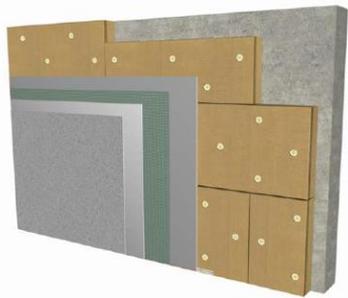


JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

# ITE et acoustique



- Ne pas dégrader...



Description du montage :

- Paroi composée de :
  - Mur support en béton 160mm (390kg/m<sup>2</sup>)
  - Isolant ECOROCK 100mm (7 fix/panneau)
  - Enduit mince ARMATERM 5mm (8,1kg/m<sup>2</sup>) (ZOLPAN)

- ...ou améliorer!



Description du montage :

- Paroi composée de :
  - Mur support en béton 160mm (390kg/m<sup>2</sup>)
  - Isolant ROCKFACADE 100mm (5 fix/panneau) (entraxe 600mm)
  - Bardage NATURALIS EVOLUTION 8mm (14,2kg/m<sup>2</sup>) (ETERNIT)

Rw (C; Ctr)	
62 (-3 ; -9) dB	

R <sub>A</sub>	59 dB	R <sub>A,tr</sub>	53 dB
R <sub>A</sub>	57 dB	R <sub>A,tr</sub>	53 dB

ΔR <sub>A</sub> (Lourd)	+3 dB	ΔR <sub>A,tr</sub> (Lourd)	+1 dB
-------------------------	-------	----------------------------	-------

Rw (C; Ctr)	
72 (-3 ; -8) dB	

R <sub>A</sub>	69 dB	R <sub>A,tr</sub>	64 dB
R <sub>A</sub>	57 dB	R <sub>A,tr</sub>	53 dB

ΔR <sub>A</sub> (Lourd)	+13 dB	ΔR <sub>A,tr</sub> (Lourd)	+11 dB
-------------------------	--------	----------------------------	--------

# ITE en façade ventilée

- Grande variété de finitions possibles
- Offre concurrentielle

LdR	LdV
+ Tenue mécanique + Tenue à l'eau	+ Perf thermique + Economie

- Des considérations de sécurité incendie portent à déconseiller l'emploi d'isolants plastiques dans cette application

**Attention :** plus que jamais le traitement des ponts thermiques et points singuliers, notamment la correcte mise en œuvre de la lame d'air ventilée, sera primordiale pour obtenir les performances escomptées !



# Opportunité architecturale d'innover

Immeuble  
Années 80



Immeuble  
Années 30

Immeuble copropriété  
**ED Architectes**  
53 rue Raymond Macheron  
Vanves

Immeuble contemporain

JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



# Diversité des bardages



**Ravalement seul 40 à 70 €/m<sup>2</sup>**

Bardage Tuile ardoise bois ceramique

Ou panneaux sur laine minérale

**120 à 140 €/m<sup>2</sup>**



*(Source : Espaces Info Energie, 2008)*

# Diversité des enduits



**Ravalement seul 40 à 70 €/m<sup>2</sup>**

Enduit mince sur PSE ou Laine de Roche

Enduit minéral sur PSE ou laine de Roche 85 à 105 €/m<sup>2</sup>



# Diversité des bardages



**Ravalement seul 40 à 70 €/m<sup>2</sup>**

Bardage pierre agrafée  
sur laine minérale

**120 à 140 €/m<sup>2</sup>**



*(Source : Espaces Info Energie, 2008)*

# Isolation et coûts



**Ravalement seul 40 à 70 €/m<sup>2</sup>**

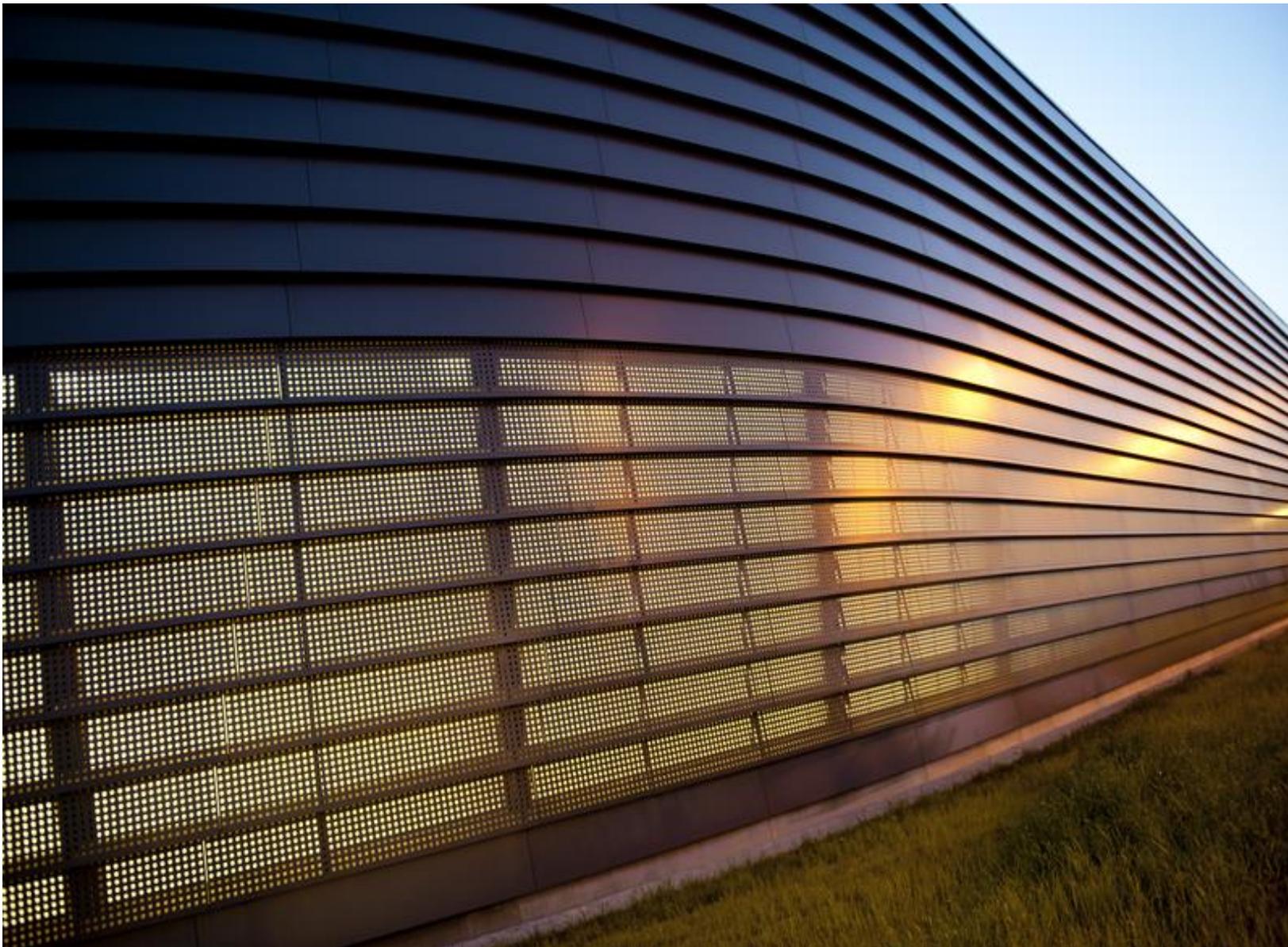
**Vêtures sur Polyuréthane, PSE ou extrudé 115 à 135 €/m<sup>2</sup>**



*(Source : Espaces Info Energie, 2008)*

# Travailler l'esthétique

... en toute sécurité



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



# Isolation durable

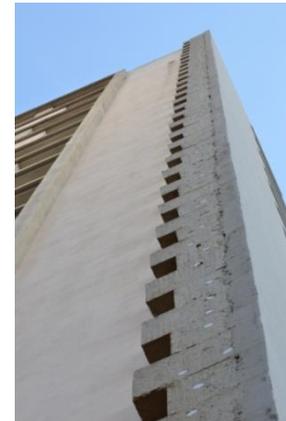
- Durée de vie conventionnelle de tous les isolants établie à 50 ans
- Disponibilité des Analyses de Cycle de Vie (ACV) pour une grande

majorité des produits (*base INIES*)



- Les matériaux offrant une bonne stabilité dimensionnelle pourront être privilégiés

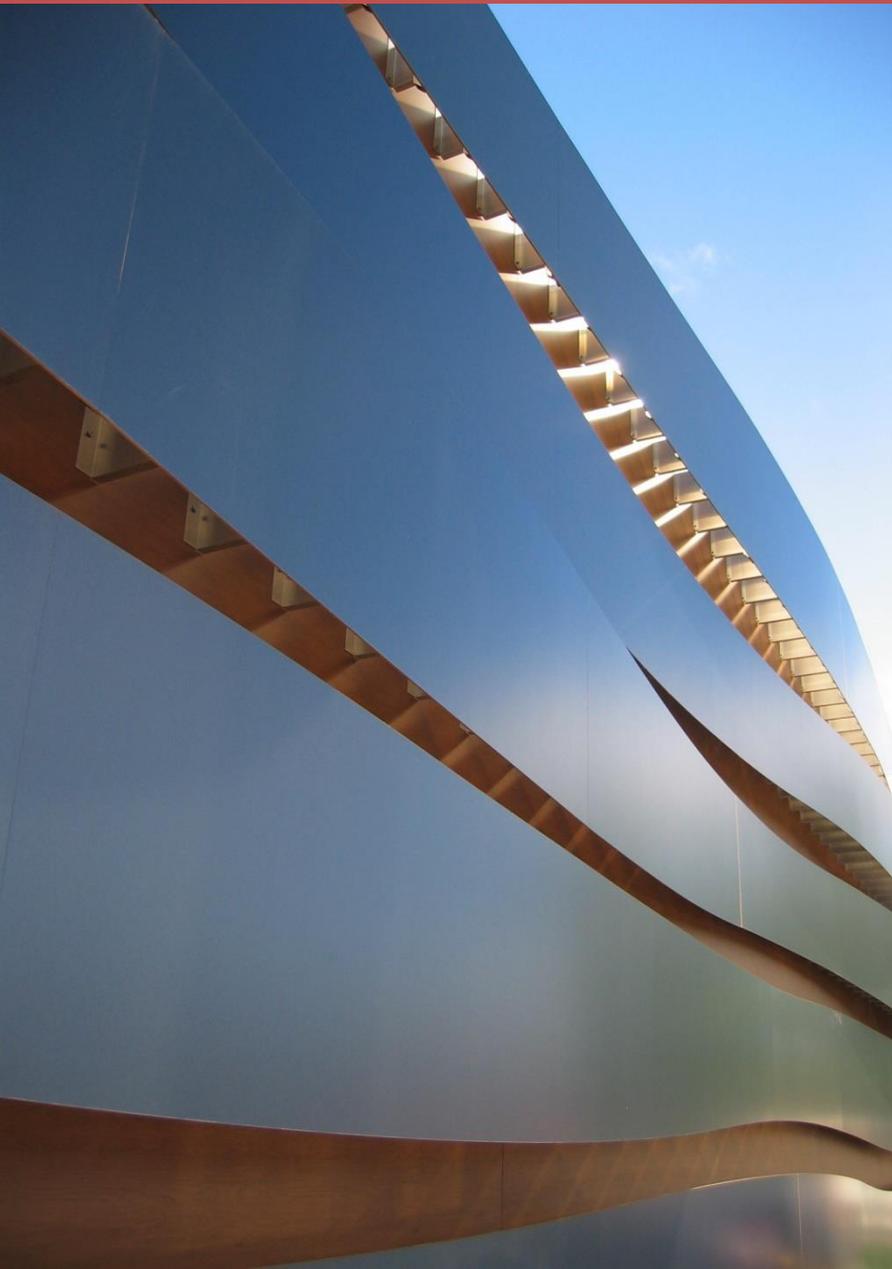
- (aucune dilatation avec la chaleur)
- Production locale
- Produit recyclable :
  - ✓ 99% des déchets de production réinjectés dans le process
  - ✓ **NOUVEAUTE** Certains fabricants proposent la reprise des déchets d'isolant, emballages et palettes sur chantier



# Comparatif des isolants

Systeme	LdR	« Mousses »
Thermique	++	+++
Acoustique	++	- +
Risque incendie	+++	--
Cout	++	+++
Durabilité	+++	++
Comportement à l'humidité	++	++

**Merci de votre attention**





JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



« rénovation des bâtiments tertiaires »

## Rénovation globale :

- Hôtel 3\*

**NATHALIE TCHANG**

**TRIBU ENERGIE**



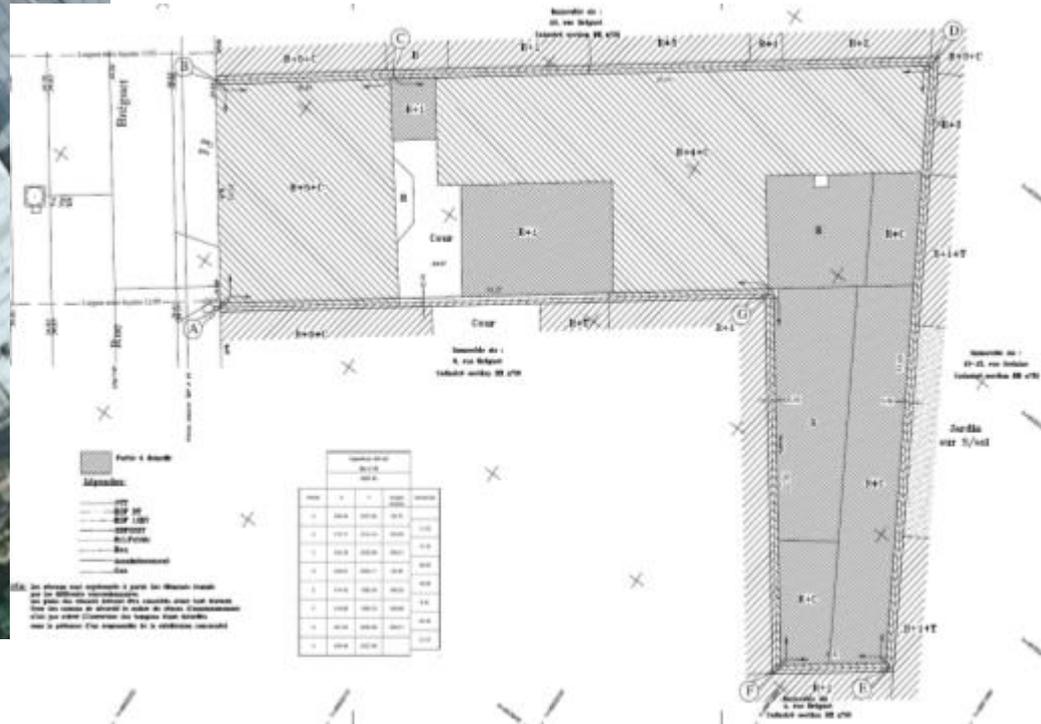
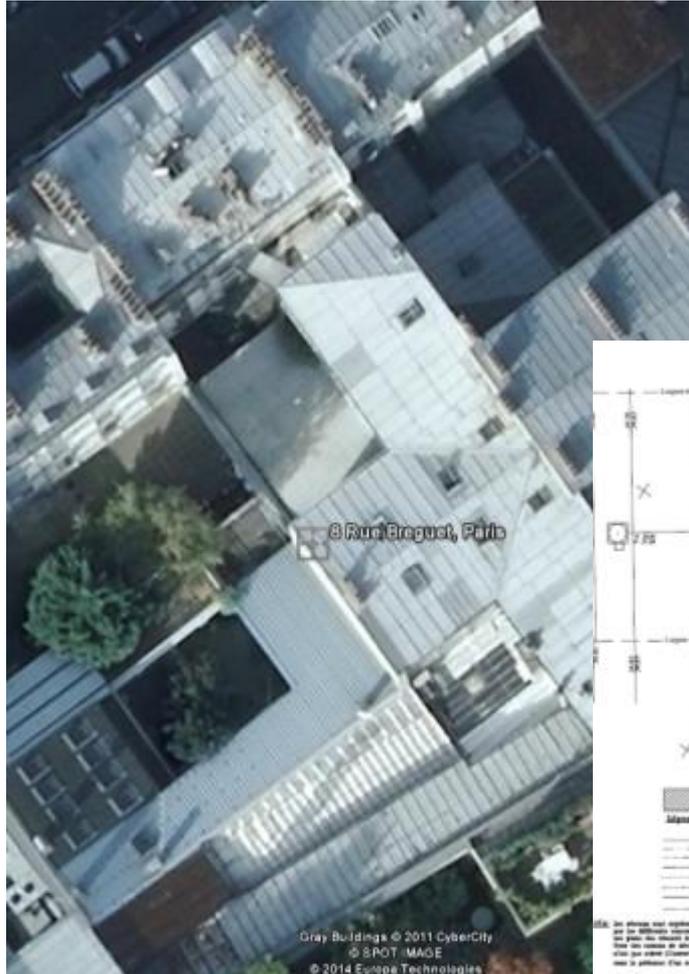
# Présentation du projet

<b>SHAB / Su (m<sup>2</sup>) :</b>	<b>1434/ 1835</b>
<b>Usage :</b>	<b>Hôtel 3 étoiles</b>
<b>MOA :</b>	<b>SNC BRIDISCOL</b>
<b>Architecte :</b>	<b>THUAL ET AGATHON</b>
<b>BET thermique :</b>	<b>Tribu Energie</b>
<b>Valeur patrimoniale :</b>	<b>Périmètre ABF</b>
<b>Lieu :</b>	<b>8 Rue Breguet, 75011 Paris</b>
<b>Autres caractéristiques :</b>	<b>Immeuble du 19<sup>ème</sup> siècle</b>



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

# Analyse du site



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



# Etat des lieux

- **Objectifs MOA :**

- Niveau BBC Rénovation Visé suite à exigence de la mairie
- Changement d'usage (logements en hôtel)

- **Problématiques / freins :**

- Hôtel 3 étoiles avec des consommations d'ECS importantes
- Débit de ventilation (chambres 3 étoiles)
- Bâtiment soumis à avis d'ABF
- Façade très vitrée
- Enveloppe financière ( solution de PAC géothermique en PC non retenue)
- Limitation de perte de surface utile

# Bilan avant travaux : Enveloppe

## Toiture

Combles  
aménagés non  
isolés



## Murs

Murs en  
briques non  
isolés



## Plancher bas

Plancher bas  
sur cave non  
isolé



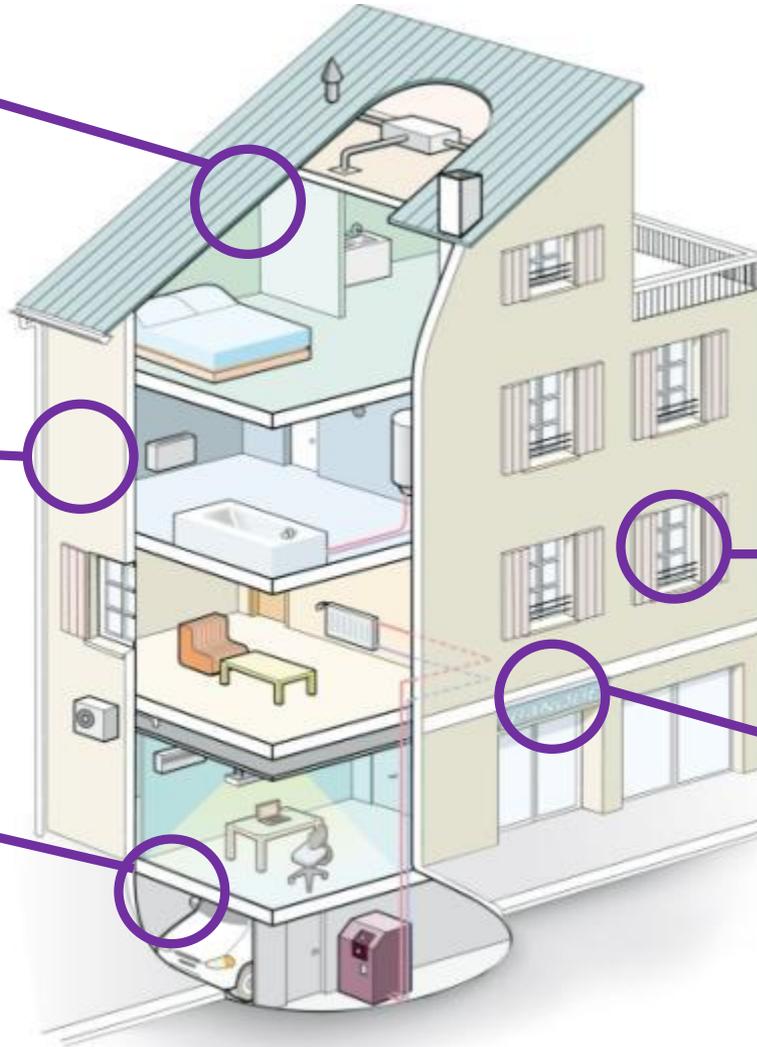
## Fenêtres

Fenêtres  
simple  
vitrage en  
bois



## Protections solaires

aucune



Etat :

BON



Moyen



Vétuste



# Bilan avant travaux : Systèmes

## Ventilation

Ventilation naturelle par ouvertures de fenêtres

## Emetteurs

radiateurs à eau

## Climatisation

Sans objet



## Eclairage

Ampoules incandescentes

## ECS

Produite par la chaudière



## Chauffage

Chaudières individuelles gaz

Etat :

BON



Moyen



Vétuste



# Contraintes réglementaires

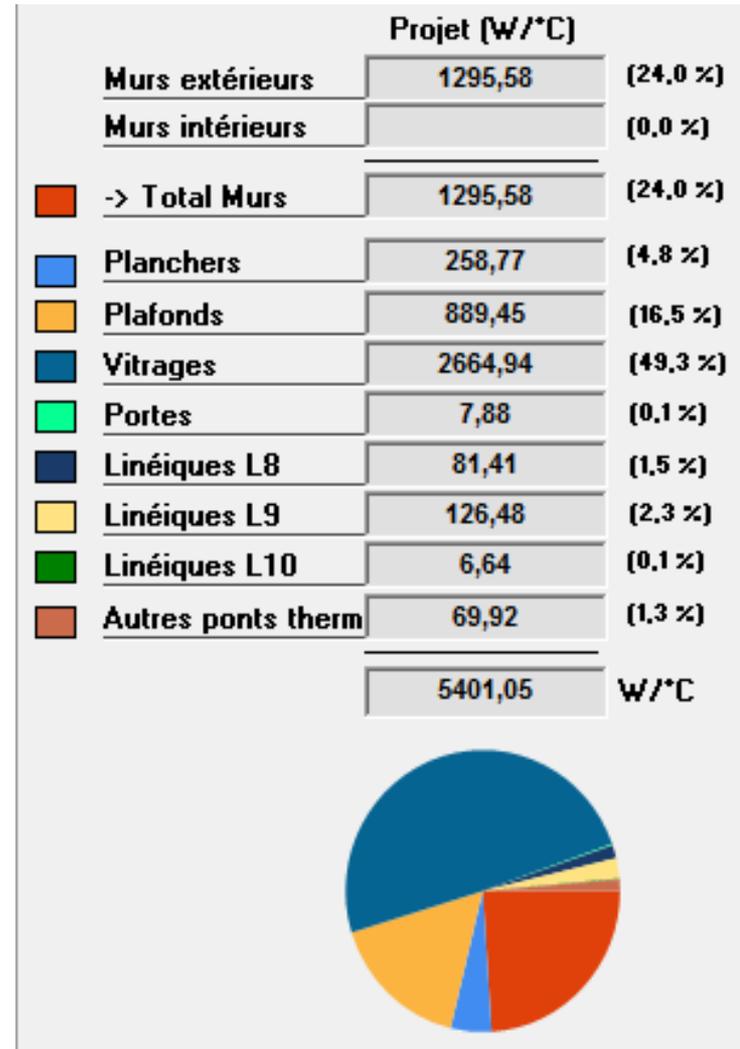
- RT élément par élément sauf sur les murs et planchers bas
- Mais demande de la ville de viser un niveau BBC rénovation → calcul  $R_{tex}$  globale

# Bilan Rtex

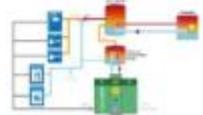
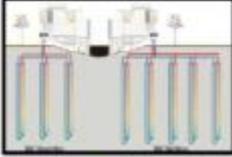
## avant travaux / logements

Chauffage	341.48
ECS	64.34
Climatisation	0.00
Eclairage	7.42
Auxiliaires :	4.95
<b>TOTAL EP</b> (kWhep/m <sup>2</sup> )	<b>391.2</b>

À titre indicatif car changement d'usage

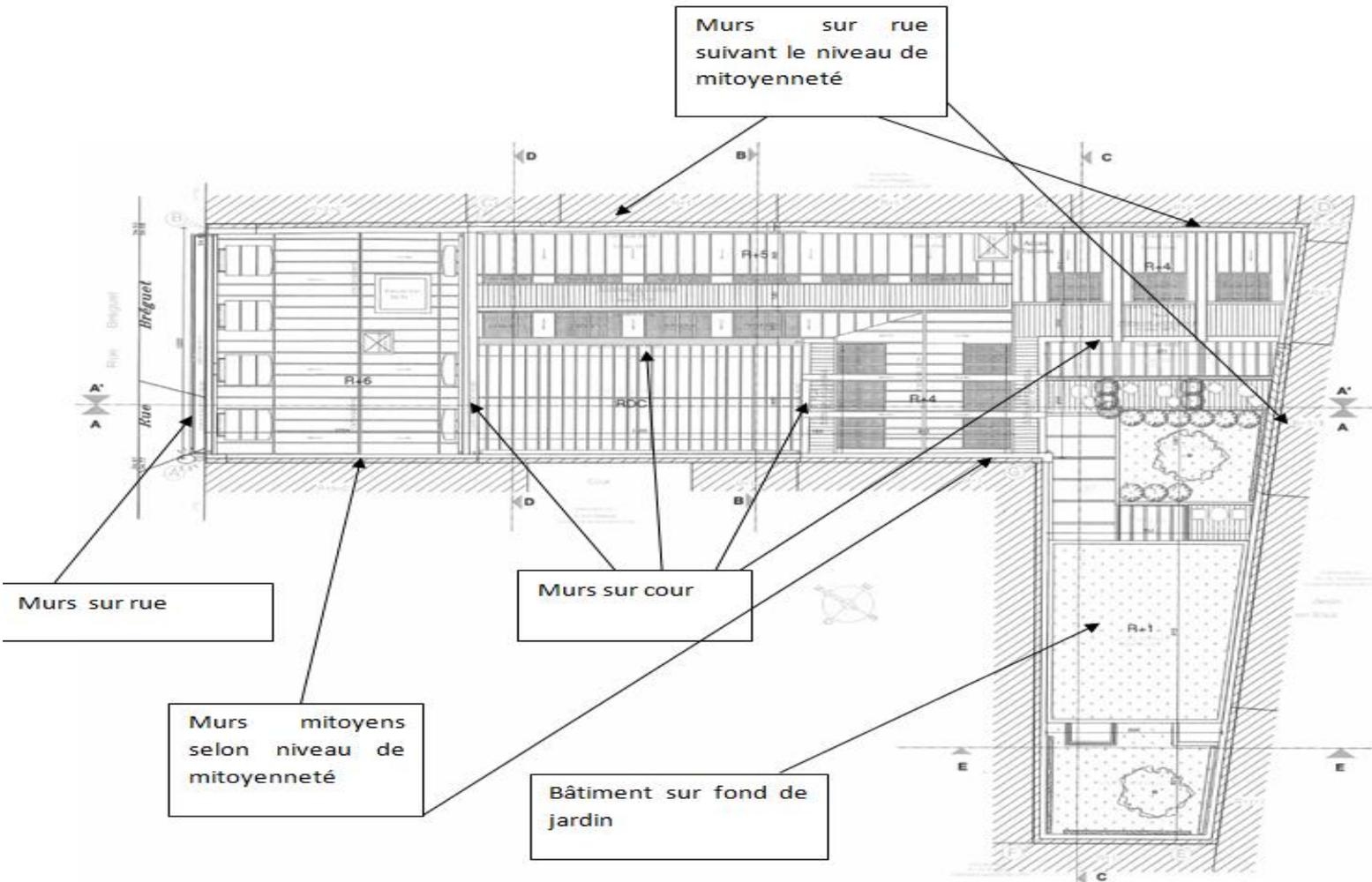


# Bilan Etude de faisabilité ENR

Système énergétique	Emetteurs chaleur	Chauffage	ECS	Climatisation	Avantages	Inconvénients	Disponibilité de la ressource	Descriptif/fonctionnement du système	Illustration
Pompe à chaleur géothermique sur nappe	ventilo-convecteurs au vlv	X	X mais attention, il faut un appoint pour monter à 18°	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation importante du COP et EER de la PAC (COP=4-5 en moyenne) si système eau-eau.</li> <li>- Faible contribution à l'effet de serre (si nutrice des nappes profondes)</li> <li>- Autonomie et économie de raccordement à un réseau de fourniture d'énergie.</li> <li>- Faible nuisance environnementale et sociale : acceptabilité sociale.</li> <li>- Existence de structure et de réseaux d'intervention et d'entretien.</li> <li>- Amélioration de la qualité d'usage, confort des aménageurs.</li> <li>- Nuisance attractive du bien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investissement plus important que pour une PAC classique (système eau-eau ou même VVHV)</li> <li>- Coût du système relativement important notamment lié au forage.</li> <li>- Nécessité de prévoir un aménagement spécifique.</li> <li>- Faire réaliser une étude de faisabilité réalisée par un BCT spécialisé en géothermie.</li> <li>- Attention aux délais d'instruction administratif pour obtenir les autorisations.</li> </ul>	<p>Dépend du site ou du BGM, le potentiel géothermique du secteur aquifère situé sous la parcelle est de type "fort potentiel". Voir le plan ci-joint. Le géothermie peut donc être un système relativement intéressant sous réserve de la possibilité de forer sur le terrain (absence de voirie ou réseaux souterrains...)</p>	<p>En France, la température moyenne en profondeur d'environ 5,1°C tous les 100 mètres. Ainsi, avec une température moyenne annuelle de 12°C, comme c'est le cas dans l'Alsace, à 200 mètres de profondeur, la température élevée à environ 15°C.</p>  	
ERS Bouillote - récupération des eaux usées	pas d'objet		X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- permet la récupération de la chaleur présente dans les eaux usées.</li> <li>- Le COP de la PAC est très élevé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créative d'un surcoût technique au cas où.</li> <li>- Système très onéreux.</li> <li>- Nécessite la présence d'un appoint.</li> </ul>	Nécessite seulement une alimentation électrique	<p>Le Système Bouillote, issu de cette technologie est un dispositif d'extraction de la chaleur contenue dans les eaux usées, non chargées, provenant d'usages domestiques (douche, baignoire, lave-linge, lave-vaisselle...), ou industrielles (condensats de vapeur d'eau, eau de lavage, et autres points d'eau chauds...).</p> <p>Cette chaleur recyclée permet d'alimenter des installations de production de chauffage, d'eau chaude sanitaire ou de traitement d'air.</p> <p>Le Bouillote E.R.T est associé à une pompe à chaleur classique, spécialement développée pour cette application.</p> 	
Chaudière gaz condensation	ventilo-convecteurs	X	X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible coût de conception et de fonctionnement de la technologie.</li> <li>- Maîtrise de la technologie par la maintenance et par les utilisateurs.</li> <li>- Existence de structure et de réseaux d'intervention et d'entretien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'être connectée à un réseau gaz.</li> <li>- Nécessité de prévoir un aménagement spécifique pour le conduit d'évacuation des fumées.</li> </ul>	il est fort probable que le gaz soit disponible à proximité du site		
Pompe à chaleur GAZ absorption réversible asthermique	ventilo-convecteurs	X	X	X	<p>(Basse ou haute température)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une maintenance simple et limitée (très peu de pièces en mouvement)</li> <li>- Possibilité de gestion en cascade de plusieurs unités.</li> <li>- Possibilité d'association avec des chaudières à condensation (avec ou sans production d'eau chaude sanitaire) et des groupes motopropulseurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité la présence d'un appoint (chaudières gaz)</li> <li>- Coût du système</li> </ul>	il est fort probable que le gaz soit disponible à proximité du site	<p>La PAC absorption est une pompe à chaleur dont le cycle thermodynamique est mis en mouvement par une compression thermomécanique, assurée par un moteur à l'énergie gaz naturel.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trois sources de chaleur sont valorisées :             <ul style="list-style-type: none"> <li>le condensat de la filière frigorifique (ammoniac)</li> <li>la réaction d'absorption entre l'ammoniac et l'eau.</li> <li>la récupération sur les produits de condensation.</li> </ul> </li> <li>Type de produit : PAC fluide - GSP</li> </ul> 	
Pompe à chaleur GAZ absorption réversible géothermique	ventilo-convecteurs	X	X	X					
Réseau de chaleur Uvois	ventilo-convecteurs	X	X				La réseau de CFCU est situé à plus de 400 mètres du projet (CFCU Avenue de Redu Rivier). Le raccordement au CFCU est envisageable...		
PAC air/eau	ventilo-convecteurs au vlv	X	X	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible coût de conception et de fonctionnement de la technologie.</li> <li>- Maîtrise de la technologie par la maintenance et par les utilisateurs.</li> <li>- Existence de structure et de réseaux d'intervention et d'entretien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une étude acoustique doit être effectuée lors de la conception.</li> <li>- Emplacement nécessaire pour les unités extérieures.</li> </ul>	oui	<p>Exemple de produit : PAC externe fluide de la société BSHRE. Puissances disponibles pour le projet concerné : Une large gamme de températures d'eau (20-60°C) Gact permet de raccorder différents types de chauffages, de la chaleur par le sol, les convecteurs, les radiateurs et les systèmes de radiateur existants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de liaison avec la puissance lors de l'augmentation de la température d'eau</li> <li>- Puissances élevées par faibles températures             <ul style="list-style-type: none"> <li>- extérieures jusqu'à -30°C</li> <li>- Pas besoin d'appoint électrique</li> </ul> </li> </ul> 	

→ Demande du client pour choisir le nouveau système CVC

# Descriptif après travaux



# Descriptif après travaux : Enveloppe

## Toiture combles

Isolation en sous face double couche entre chevrons et sous chevrons de résistance thermique totale  $R=6.75 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

## Murs

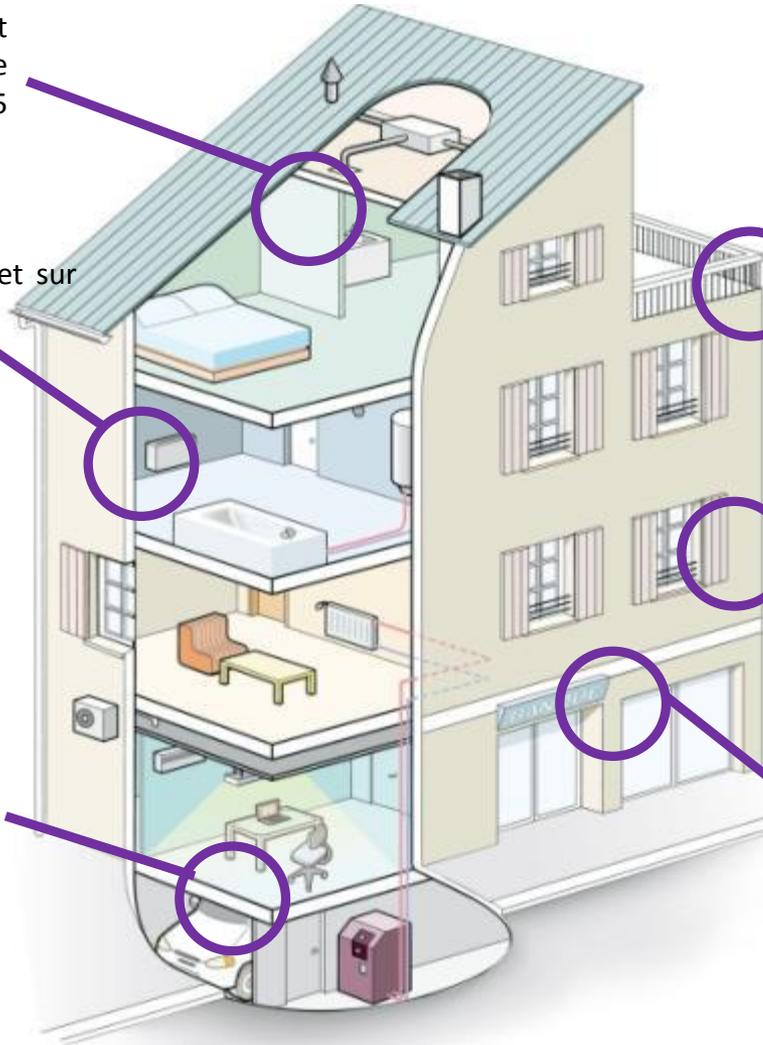
Isolation des murs sur rue et sur cour

Isolant type laine minérale mis en œuvre pour respecter les propriétés hygroscopiques  
Enduit isolant / mur rue

## Plancher bas

Immeuble sur cour et sur rue

Isolation en sous-face du plancher haut des caves par 14 de laine minérale de résistance thermique  $R=4.50 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$



## Toiture terrasse

Mise en place de 12 cm d'isolant de type polyuréthane de résistance thermique  $R \geq 5.20 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ .

## Fenêtre

Aluminium à rupture de pont thermique  
4/16argon/4VIR  
 $U_w=1.8 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$

## Protections

pas de protection solaire- Vitrage à contrôle solaire selon orientation

# Descriptif après travaux : Système

## Ventilation

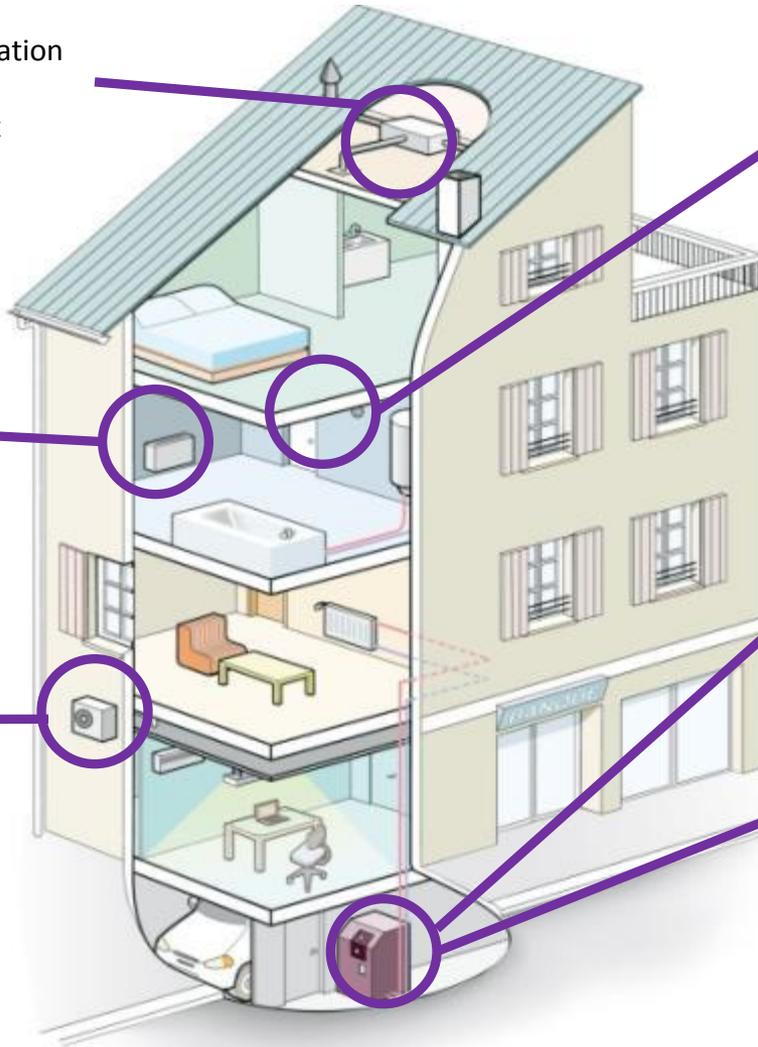
Chambres : ventilation  
mécanique simple flux  
Commerces : double flux

## Emetteurs

unités intérieures  
plafonniers de type  
gainable

## Climatisation

PAC aérothermique  
air /air VRV



## Eclairage

Luminaire basse  
consommation

## ECS

PAC  
Thermodynamique air  
/eau

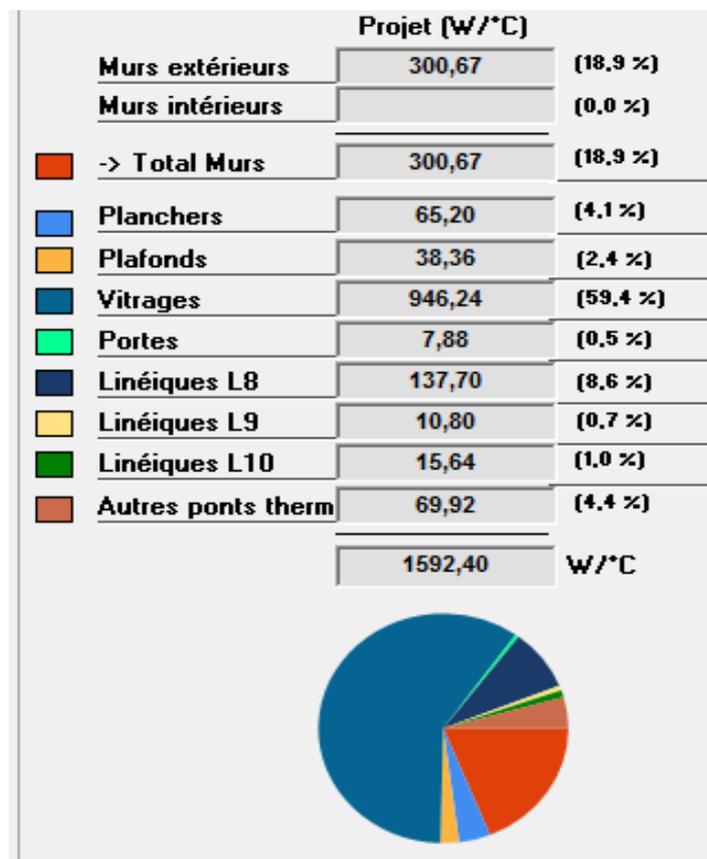
## Chauffage

PAC aérothermique  
air /air VRV

JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

# Bilan Rtex – état final

Chauffage	47.6
ECS	117
Climatisation	9.51
Eclairage	18.37
Auxiliaires	64.31
<b>TOTAL EP (kWhep/m<sup>2</sup>)</b>	<b>257.17</b>



Niveau BBC rénovation : 265 kWhep/m<sup>2</sup>.an

# Conclusions

- ❑ Attention ce bâtiment n'est pas soumis à la RT globale car il a été construit avant 1948.
- ❑ Un calcul a néanmoins été réalisé :  $Cep=257\text{kWh}/\text{m}^2 \rightarrow$  en dessous du niveau BBC Rénovation (Cref-40%) relatif à ce bâtiment.
- ❑ Ce niveau est atteint grâce une excellente enveloppe thermique et à la mise en place équipements pour la production de chauffage et d'ECS performants.
- ❑ Les consommations d'ECS sanitaires représentent pratiquement la moitié (47%) des consommations totales, car il s'agit d'un hôtel 3 étoiles avec des consommations d'eau chaude sanitaire importantes /  $\text{m}^2$ .
- ❑ Les consommations des auxiliaires qui représentent 25% de la consommation totales sont liées à la puissance des caissons de ventilation, même avec des caissons basse consommations.



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014



# La rénovation énergétique des bâtiments tertiaires commerces



Extension et rénovation du Centre Leclerc  
St Etienne de Fontebellon (Aubenas – 07)

PHILIPPE FOBIS  
BET FOBIS (AVIGNON)



## Acteurs du projet :

Mr MANENT adhérent Leclerc - Architecte : SECOBAT SUD (Mr RICCI)

BE Froid : FCF (Mr POTAGE) - BE Fluides : BET FOBIS

## Investissement :

Bâtiment : 5 000 000 Euros HT

Techniques : 3 150 000 Euros HT

Matériel : 4 000 000 Euros HT

## Objectifs client

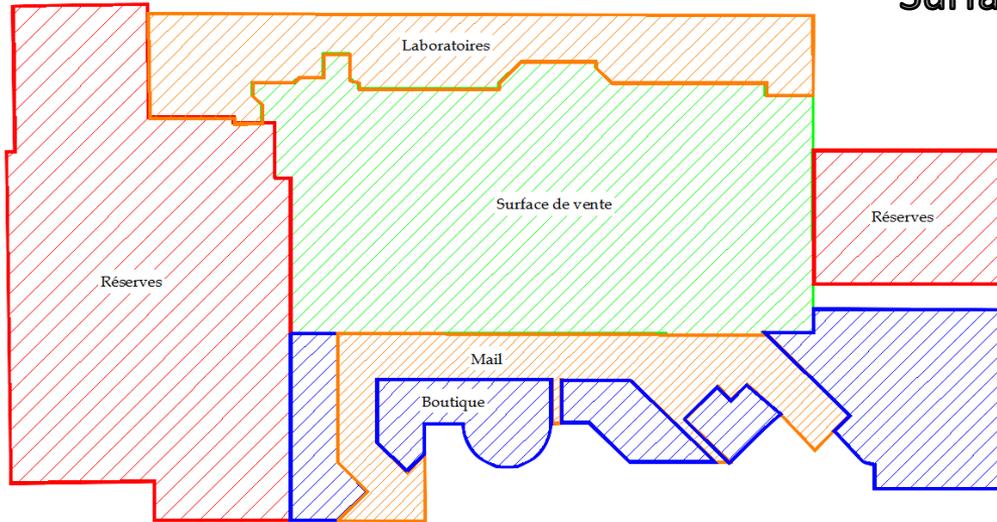
Repositionnement par rapport à la concurrence : extension surface de vente, boutiques et réserves

Réduire le coût énergétique de fonctionnement du bâtiment

Optimiser les coûts de logistique (augmentation surface réserves)

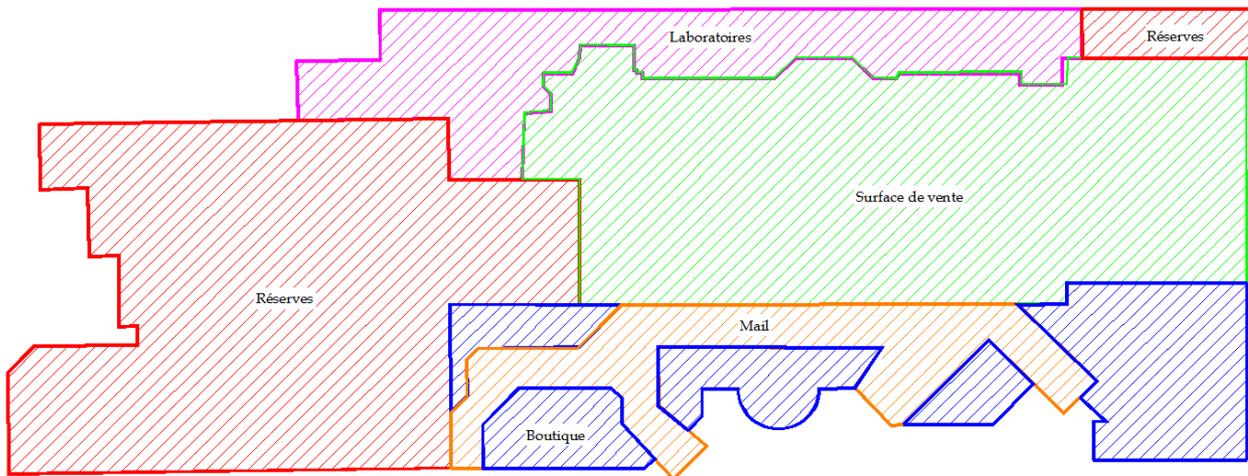
Amélioration du confort des clients et du personnel

Surface : 10 760 m<sup>2</sup>



EDL

Surface : 14 715 m<sup>2</sup>



Projet

Bâtiment ancien		Bâtiment futur		Différence	
SVT	4 400	SVT	5 700	SVT	+ 1 300
MAIL	650	MAIL	1 300	MAIL	+ 650
BOUTIQUES	10	BOUTIQUES	15	BOUTIQUES	+ 5
BUREAUX	800	BUREAUX	1 200	BUREAUX	+ 400
RESERVES	3 000	RESERVES	4 500	RESERVES	+ 1 500
LABOS	1 900	LABOS	2 000	LABOS	+ 100
TOTAL	<b>10 760</b>	TOTAL	<b>14 715</b>	TOTAL	<b>3 955</b>

## Partie I : Bâti

### Améliorations :

**Isolation renforcée** en toiture 120 mm LR

**Mail** : Reprise des sas d'entrée

**Façade principale** : Isolation par l'extérieur

**Menuiserie** : Remplacement des menuiseries sur façade principale

**Ouvertures** : Réhabilitations des ouvertures secondaires



## Partie II : Equipement CVC

### Bâtiment ancien :

**Production** : Groupe froid (R22) 600 kW – Chaufferie fuel 600 kW

**Emission** : SVT : CTA

- Bureaux : ventilo – convecteur
- Mail : gainables
- Réserves : aérothermes

**Distribution** : Réseaux Change-Over

**Ventilation** : Simple flux

## Bâtiment futur :

**SVT :** 13 Roof top bi-énergie (gaz et réversible)

**Mail :** Pompe à chaleur ai/eau – gainables

**Bureaux :** DRV avec cassette 4V

**Réserves :** Chaufferie gaz + aérothermes

**Ventilation :** Double flux 60% mini



## Partie III : Eclairage

### Bâtiment ancien :

**SVT** : 115 Gammelles iodure 400 W : 11,2 W/m<sup>2</sup> et 800 lux

**Mail** : 100 spots iodure 70 W : 10,8 W/m<sup>2</sup> et 600 lux

**Bureaux** : Pavés T8 : 4 x 18 W

**Réserves** : Etanches T8 : 2 x 58 W



## Bâtiment futur :

**SVT :** 500u tubes basses cons type T5 : 2 x 49 W  
dans les allées : 8,8 W/m<sup>2</sup> et 1 100 lux

**Mail :** 180 spots leds 30 W : 4,5 W/m<sup>2</sup> et 600 lux

**Bureaux :** Pavés 600x600 tube T5 : 4 x 14 W

**Réserves :** Etanches tube T5 : 2 x 49 W



JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

## Partie IV: Froid Alimentaire

### Bâtiment futur :

**Production :** Centrales booster de type cascade – HP flottante

**Récupération condenseur :** Traitement des allées froides avec système à induction

**Récupération désurchauffe :** Production ECS labo par Ballon Ridel

**GTC :** Optimisation d'appel de consommation

**Equipements :** Rideau de nuit sur meuble froid



## Partie V : GTB

### Bâtiment ancien :

**Aucune gestion spécifique**

### Bâtiment futur :

**GTB unique :           Supervision**

**Gestion :                Contrat EDF EJP avec optimisation**

**boutiques**

**Chauffage SVT, mail, réserves et**

**Eclairage**

**Froid alimentaire**

**Comptages**

**Groupe électrogène**





## Conclusions :

- Augmentation du chiffre d'affaires du magasin + 15%
- Malgré augmentation de surface du bâtiment + 4000m2
- Baisse des consommations énergétiques - 18%**
- Confort visuel amélioré (nouvelle façade, éclairage performant, nouvelle décoration)
- Confort thermique amélioré -> températures maîtrisées et diffusion d'air optimisée

**Satisfaction du client qui nous a demandé de reproduire la même opération sur son autre Centre Leclerc à Carpentras**

# Conclusion Bruno GEORGES

# Une approche d'analyse engagée

- Des analyses préalables « **RADICALES** »
- Des actions mesurées, pragmatiques, adaptées au contexte, à la cinétique des processus. Ce « réglage » de l'engagement, relève plus de politique, de la stratégie que de la technique.
- L'ingénierie doit donner au décisionnaire, la possibilité de faire un choix éclairé, solidement fondé, une part de vision

# Concrètement !

Penser à intégrer  
l'échelle urbaine  
dans la rénovation

**« Eclaircir » la ville,  
Garder l'eau,  
Faire pousser des arbres !**



**Choix énergies, alternatives, ...**

**Améliorer l'enveloppe thermique**

**Evaluer les modes de chauffage et de ventilation**

**Examiner éclairage, commandes et maintenance**

**Piloter le confort, les systèmes : la GTB**

**Exploiter et maintenir efficacement**

**Atteindre et conserver la performance**

e partners

Diminuer

ceping du

Faire ce qui est facile !

Et qui « paye »

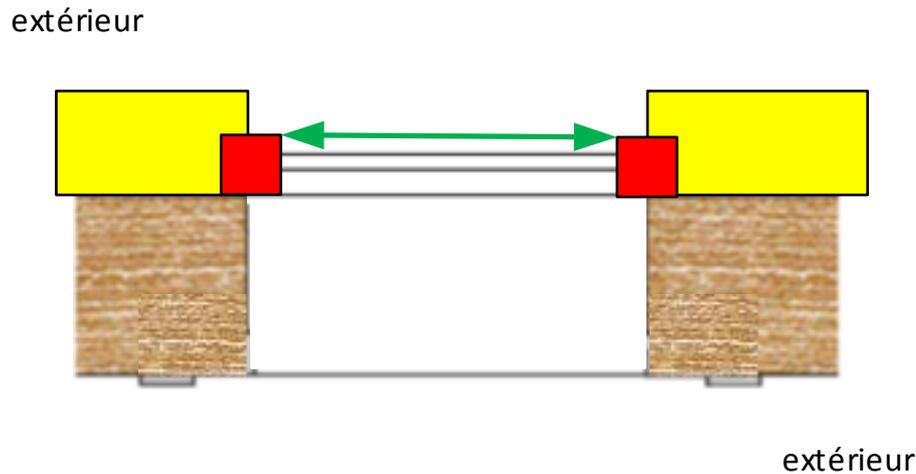
Restricteurs de débit sur lavabos **(3 l/mn)**

Douchettes performantes **(9 l/mn)**



# Ne pas dégrader la situation existante

Par exemple, le thème de la lumière



- **Trouver des sensibilités transversales** : Un travail de l'amont à l'aval impliquant toutes les parties
- **Mettre en place une démarche qualité** : la performance d'un bâtiment du point de vue de l'étanchéité à l'air c'est le résultat d'une démarche d'amélioration continue
- **Mesurer les performances réelles**

- **Être à l'écoute** des acteurs de l'acte de construire, l'entreprise générale a été une force de proposition pour améliorer les performances du bâtiment.
- **Transversalité des techniques** : Importance de la qualité des luminaires et du système de gestion : détection de présence et gradation.
- **Percevoir l'importance cruciale de la réception et mise au point** : Premier Été avec de fortes condensations, mise en place d'une cellule de crise pour remédier à ces problèmes et équilibrage complet à refaire!

- **L'Homme au centre** ... prise en compte des futurs occupants, (ça tombe bien, c'est nous...), bien être, lumière naturelle, confort thermique, santé, qualité de l'air, acoustique, confort psychologique\*\*, ...
- **La performance durable, ...** Une isolation où il n'y aura plus à revenir, ne pas s'arrêter au milieu du gué, ne pas « tuer le gisement »,
- **Si ITE pas possible : ITI, ...** « boîte dans la boîte » en plus des « boîtes sur la boîte », pas de solution miracle ni universelle
- **Intégrer le reste du quartier !** : l'immeuble n'est pas seul sur un nuage, il est connecté, raccordé, intimement imbriqué à son environnement proche, ...

# Ne pas confondre

- **Performance énergétique**, la « vraie », celle qui se mesure
- **Performance conventionnelle**, la RT

# Travail en site occupé

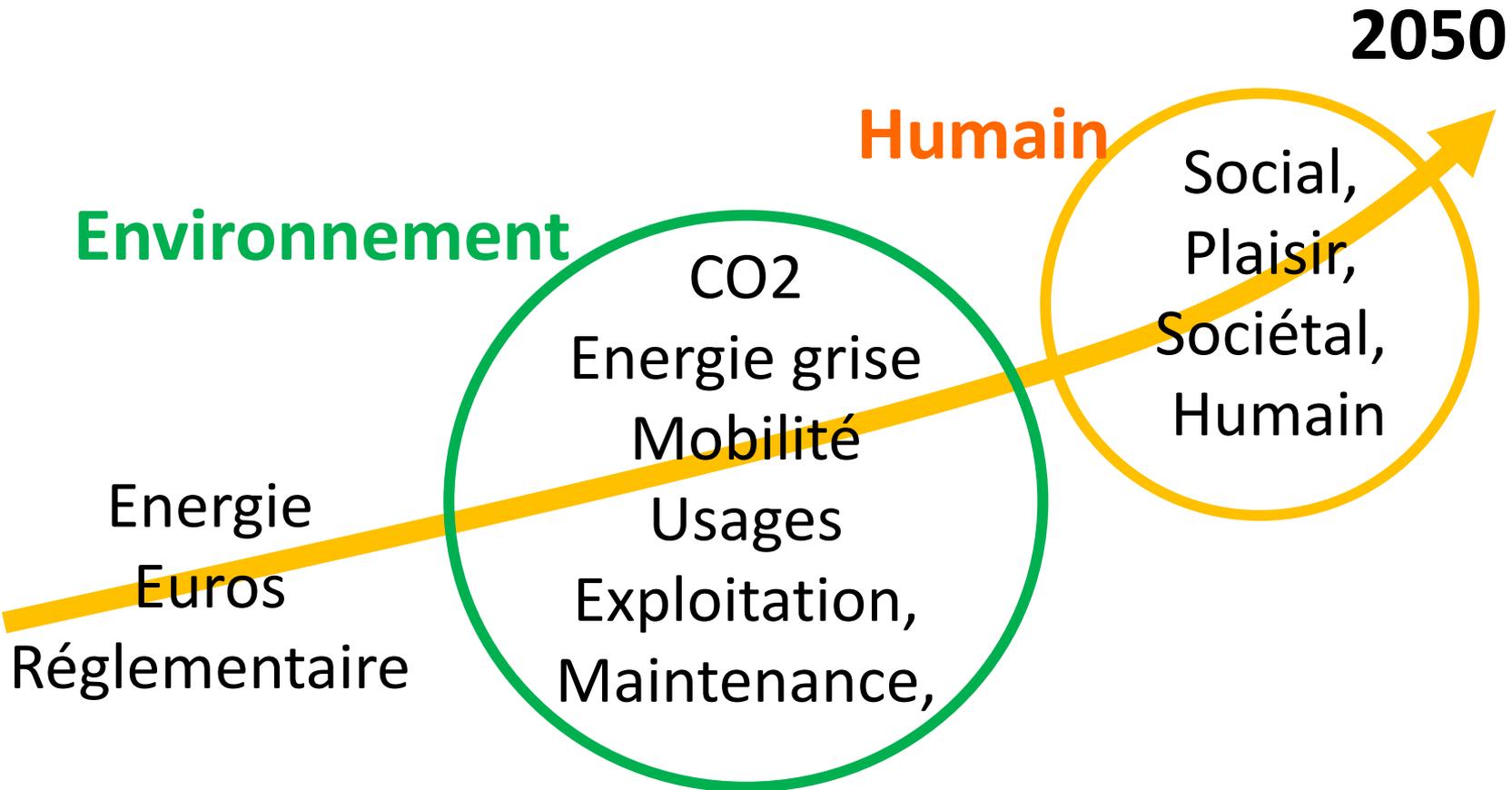
- La capacité d'une équipe d'ingénierie à réaliser les travaux en site occupé est un facteur de réussite de la rénovation
- Des modes d'intervention acceptables pour les occupants
- Travailler à l'appropriation par les futurs utilisateurs
- Faire comprendre les impacts bonifiant sur la vie future, les usages revisités du lieu de vie

# Enjeux et pathologies potentielles

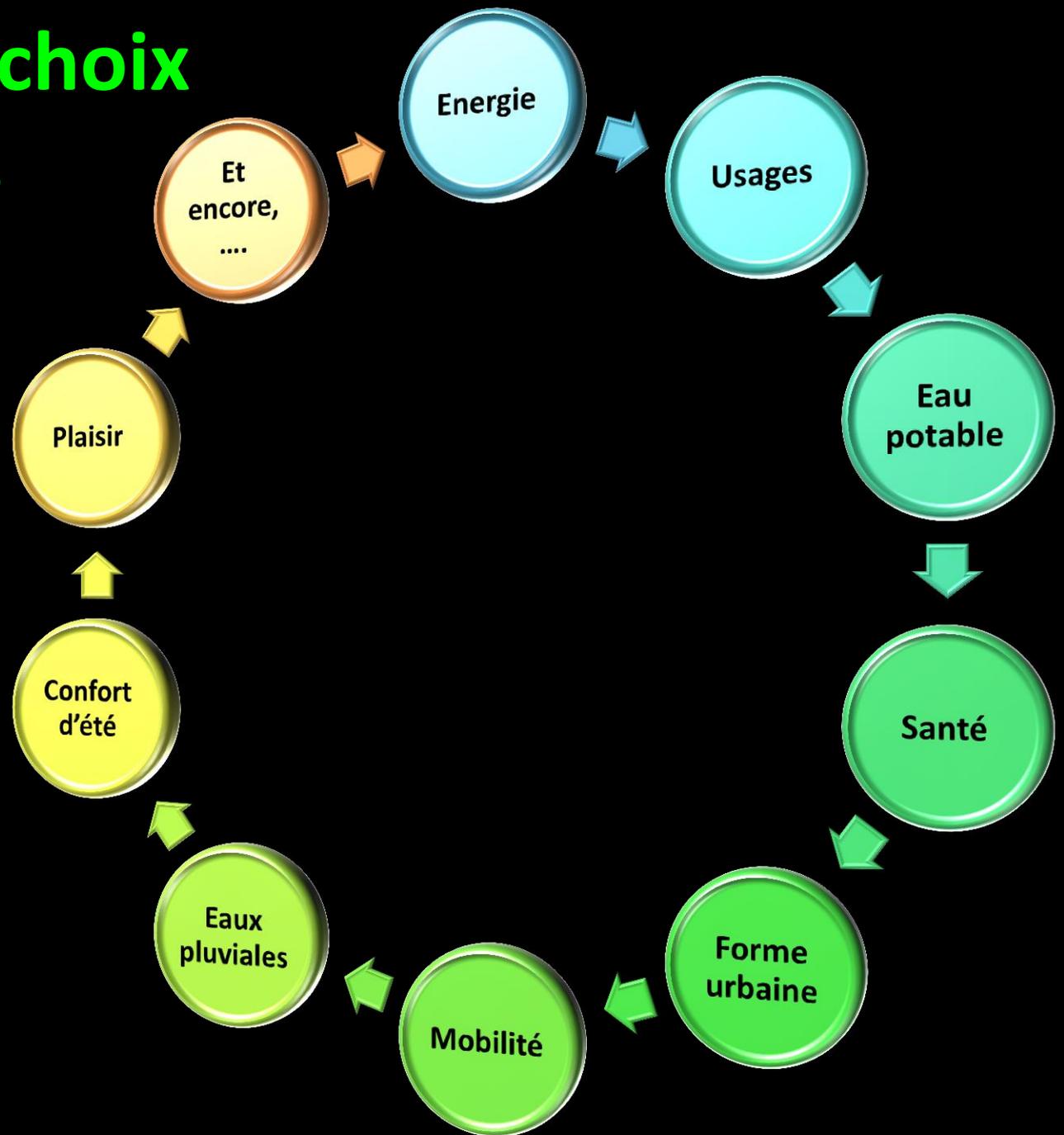


- L'existant inclus parfois de « l'organique », ou du « fragile » (bois, terre crue par exemple)
- Les procédés constructifs dits modernes ne sont pas toujours adaptés, notamment sur les migrations de vapeur d'eau
- Les façades à respecter sur le plan esthétique, un réel enjeux, ... problème ???

# Des indicateurs pour mesurer la performance de la rénovation



# Intégrer des choix multicritères





JCE Aix en Provence  
2 décembre 2014

