



ÉLABORER UN PROGRAMME DE RENOVATION ENERGETIQUE DANS LES BÂTIMENTS

GUIDE D'AIDE AU MONTAGE, CONCEPTION
RÉALISATION ET SUIVI D'OPÉRATIONS
À DESTINATION DES PROFESSIONNELS DU BÂTIMENT

Les auteurs

Pour la réalisation de ce guide, la direction régionale Rhône-Alpes de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) , a fait le choix d'associer les compétences d'un architecte (*Jean-Baptiste FLEURENT et Matthieu VALETTE Architectes Associés*) et d'un BET Technique (*ELLYPSIO – Stéphane CHAMEL*).

L'agence d'architecture Fleurent Valette

L'agence Fleurent Valette architectes développe depuis 2005 son expérience et son savoir-faire en matière de rénovation énergétique, au travers de projets et réalisations portant sur des bâtiments tertiaires, des logements collectifs et des équipements.

Le contexte urbain, historique, et opérationnel spécifique à chaque opération, fournit à l'équipe la matière pour proposer des méthodes et des techniques de mise en œuvre de rénovation énergétique.

Parallèlement à la réhabilitation, l'agence conduit également des projets de construction neuve (équipements scolaires, habitat groupé) avec le même souci d'efficacité énergétique, ce qui lui permet d'intégrer l'exigence d'efficacité énergétique dans un champ plus large de traitement des problématiques de qualité architecturales et environnementales.

La recherche constante de la qualité des ambiances et la notion de confort caractérise une démarche solidement ancrée sur la pérennité des ouvrages.

Le bureau d'études ELLYPSIO

est spécialisé dans l'analyse et le traitement des questions énergétiques du bâtiment. Au travers de nombreuses études réalisées aussi bien en neuf qu'en rénovation, il propose une approche transversale des problématiques thermiques et énergétiques sur toutes typologies (logement, bureaux, bâtiments scolaires, associatifs, sportifs...).

Coordination technique : *Hakim Hamadou (ADEME)*

Relecture : *Cédric Lentillon (ADEME), Hakim Hamadou (ADEME), Sandra Gimard, Michel Saunier*

INTRODUCTION

6

CONTEXTE & JEU D'ACTEURS

6

- I.1 - Les acteurs6
- I.2 - Performance et responsabilité7
- I.3 - Différentes motivations pour un projet de rénovation9

PROJET DE RENOVATION GLOBALE

8

- 2.1 - Methode.10
- 2.2 - Logique multi-critères11
- 2.3 - Conduite de projet adaptée à la rénovation.12
- 2.4 - Stratégies de rénovation13

PRE ETUDES / PROGRAMMATION

12

- 3.1 - Contexte général.14
- 3.2 - Diagnostic architectural et technique.15
- 3.3 - Audit énergétique17
- 3.4 - Optimisation des préconisations par simulation thermique dynamique19
- 3.5 - Réglementation thermique, calcul réglementaire21
- 3.6 - Les objectifs de performances énergétiques possibles.24

ETUDES - CONCEPTION

27

- 4.1 - Parti architectural27
- 4.2 - Les phases d'études de conception.28
 - 4.2.1 - APS (Avant Projet Sommaire).28
 - 4.2.2 - APD (Avant Projet Détaillé).28
 - 4.2.3 - Projet/DCE.28
- 4.3 - Déroulement des études de conception29
- 4.4 - Problématiques courantes en rénovation énergétique.29



ETUDES - CONCEPTION (SUITE)

4.5 - Bouquets de travaux cohérents	36
4.6 - Phasage site occupé.....	38
4.7 - Rénovation / Extension	39
4.8 - Passage à des systèmes collectifs	39

REALISATION - TRAVAUX..... 39

5.1 - Assistance aux contrats de travaux.....	41
5.2 - Direction de l'exécution des travaux et ordonnancement, pilotage et coordination	41
5.3 - Assistance aux opérations de réception	42

SUIVI - EXPLOITATION..... 43

6.1 - Le comptage	43
6.2 - Le suivi.....	45
6.3 - L'exploitation.....	45

CONCLUSION..... 46

FICHES DETAIL / ZOOM..... 48

7.1 -Architecture et réglementation urbanisme	7.7 -Réglage exploitation
7.2 -ITE	7.8 -Consommation des auxiliaires
7.3 -Baie	7.9 -Ventilation
7.4 -Toiture	7.10 -Retour expérience ALLP
7.5 -Éclairage	7.11 -Retour expérience Vendome
7.6 -ECS et Couplage chauffages	7.12 -Retour expérience H.Wallon

GLOSSAIRE..... 69

BIBLIOGRAPHIE..... 70



Ce guide est né de la volonté de l'ADEME de proposer aux professionnels du bâtiment (maîtres d'ouvrage, architectes, BET, maîtres d'œuvre, entreprises, exploitants...) un outil d'aide à la mise en œuvre de programmes de rénovation.

Dans le contexte du Grenelle de l'environnement, il vise notamment l'efficacité énergétique, le développement des bâtiments à basse consommation et passifs, en tirant les enseignements des premiers retours d'expérience en rénovation réalisés en Rhône-Alpes et en France.

Cet «opuscule» ne prétend pas dresser une liste exhaustive des procédés et techniques permettant de réaliser une rénovation idéale. Il propose plutôt des **stratégies** pour aborder des problématiques récurrentes lorsqu'on envisage une rénovation énergétique.

Cet ouvrage est composé de deux parties complémentaires :

- Une approche méthodologique de la démarche de rénovation énergétique.
- Un ensemble de fiches thématiques et de retours d'expériences pour donner des pistes, et explorer des propositions techniques en soutien de la première partie.

Les fiches décrivent les procédés de conception et de mise en œuvre (enveloppe et systèmes) et présentent des exemples de bâtiments rénovés sur lesquels un retour d'exploitation est disponible. Ces illustrations concrètes ne constituent en aucune manière des recettes et ne traitent pas de l'ensemble des solutions techniques pouvant être mises en œuvre.

En effet, les exemples présentés tentent de montrer comment des contraintes initiales peuvent être dépassées, pour enrichir la qualité d'une opération.

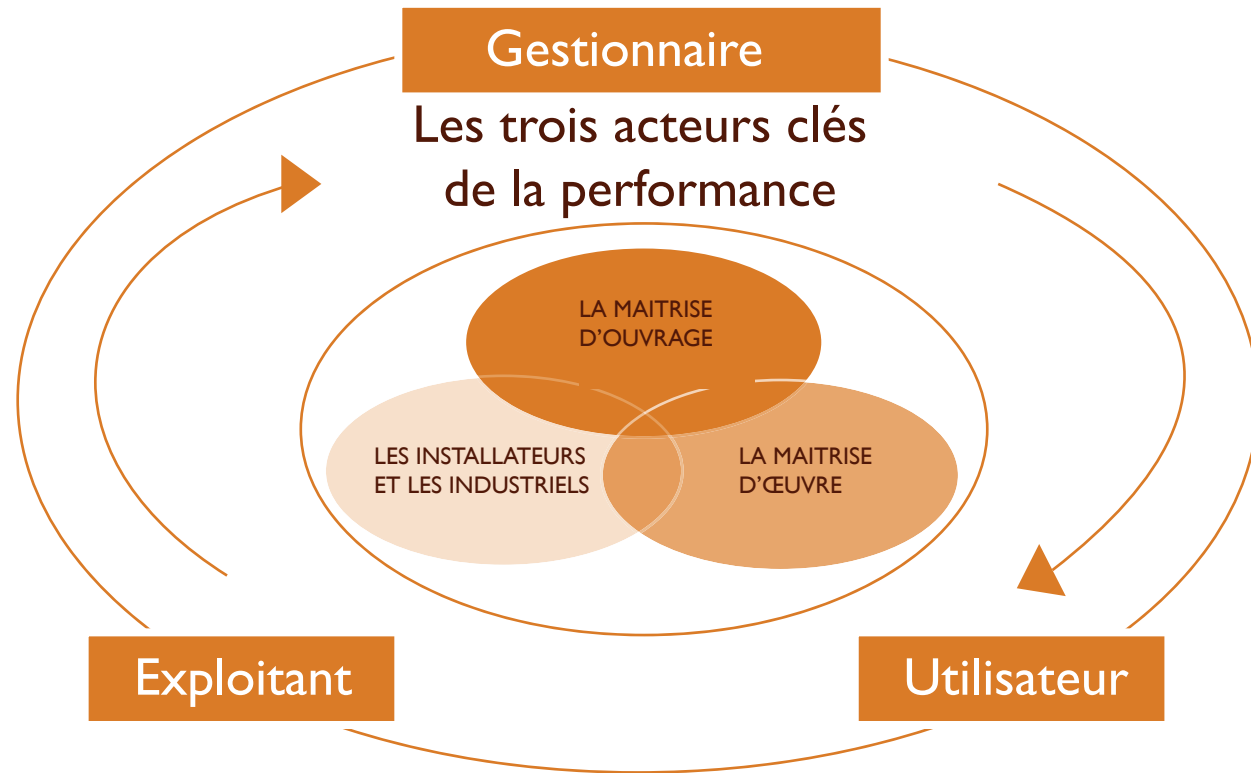
La rénovation durable n'est pas forcément synonyme de ruptures technologiques mais s'appuie d'abord sur l'efficacité des techniques et des équipements. Le choix de ces éléments s'opère à travers leur capacité à s'intégrer dans une stratégie de **cohérence globale**.

Les premiers retours d'expérience conduisent à constater que la qualité de mise en œuvre ainsi que le suivi du fonctionnement des équipements et des usages ne sont suffisants aujourd'hui ; tout cela doit être amélioré par un effort conjoint de tous les intervenants (maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, entreprises, utilisateurs, exploitants) afin d'assurer les niveaux de performance et de confort requis.

I.1 - LES ACTEURS

La performance d'une rénovation énergétique passe par l'implication et l'appropriation de ce sujet par de nombreux acteurs, à différentes phases du projet. Assurer la qualité de l'interface entre ces différents métiers devient indispensable pour éviter toute rupture dans l'appropriation de la performance par cette chaîne d'acteurs.

Les 6 acteurs clés du résultat



source: CSTB / ICADE

► MAÎTRISE D'OUVRAGE

Services financiers et opérationnels.

► MAITRISE D'ŒUVRE

Architecte, bureaux d'études fluides, structure et thermique, économiste, Be HQE, VRD, acousticien, cuisiniste,...

► ENTREPRISES

En charge des travaux.

► INDUSTRIELS

Fabricants équipements techniques.

► PRESTATAIRES DE SERVICES

Exploitants, mainteneurs, instrumentation,...

► USAGER

Utilisateur final.

► ORGANISMES DE CONTRÔLE

Bureau de contrôle, certificateurs,...

► CONTRÔLE DE LÉGALITÉ

Urbanisme, réglementation, loi MOP et mises aux normes (ERP, SSI, PMR)

► INSTITUTIONS

Collectivités locales, organismes d'état, partenaires financiers.

1.2 - PERFORMANCE ET RESPONSABILITE

On sait garantir une performance, pas un résultat.

Nombre d'exigences réglementaires ou de labels s'appuient sur des performances : X kWh ep/m², Coefficient de déperdition thermique U, ...

Cette approche normative de l'efficacité énergétique est importante pour faire émerger une démarche commune et pour fixer des seuils de progression, mais elle ne peut suffire car performance énergétique ne signifie pas forcément efficacité énergétique.

La performance est pourtant sensée traduire la réalité, mais on constate que des attentes à la réalité, les écarts sont encore conséquents, si bien que les factures énergétiques ou les dépenses de maintenance ne sont pas toujours le reflet des intentions du projet. L'approche globale et l'usage sont encore mal pris en compte en conception, le chantier reste souvent ignoré dans les pratiques performancielles constatées.

La performance n'est pas automatique et l'usage ne se décrète pas.

La performance énergétique reste donc virtuelle et elle est toujours plus flatteuse que le résultat constaté. L'évolution vers des bâtiments à haute performance énergétique passe par cette évolution d'une culture d'obligation de moyens vers celle d'obligation de résultats.

On ne pourra en effet accepter de payer plus pour des bâtiments à haute performance énergétique que si la contrepartie est une baisse réelle et garantie des charges de fluides et de maintenance et non une diminution probable.

Il faut donc pouvoir garantir une performance et plusieurs résultats:

- Economie dans les consommations,
- Economie dans les dépenses de maintenance,
- Amélioration dans la qualité d'usage.

La dilution des responsabilités d'efficacité énergétique dans le temps et dans l'espace.

La fonction énergétique est éclatée dans le temps. Pendant le projet, le maître d'ouvrage valide les choix de la maîtrise d'oeuvre et les assume.

Avant la livraison du bâtiment, il est déjà sur d'autres projets où de nouvelles préoccupations le mobilisent. La vérification des performances obtenues n'est plus dans ses priorités. A l'opposé, les missions du gestionnaire montent en puissance à partir de la réception du bâtiment, mais aucun passage de relais n'a été formalisé.

Cette rupture dans la chaîne de responsabilité aboutit à des bâtiments dont la performance énergétique et la fiabilité sont fragiles. Le gestionnaire hérite alors d'un ouvrage perfectible, mais ne se sent pas responsabilisé dans l'analyse des gisements et dans le pilotage des actions correctives et des améliorations.

La responsabilité du fonctionnement énergétique est également éclatée entre l'exploitation des installations du bâtiment et celle des utilisateurs. Ces derniers influencent les consommations par leurs choix dans l'aménagement de l'espace, par les consignes de température exigées. L'efficacité énergétique passe donc aussi par la mise en place de nouvelles procédures plus incitatives et plus vertueuses du point de vue des consommations, la redéfinition des tâches et des missions, la maîtrise des systèmes de contrôle des consommations.

*Extrait du rapport «PREBAT, Impact des évolutions sociétales, organisation et jeu d'acteurs, analyse des comportements.»
Projet RÉBU, ICADE, ADEME, CSTB*

Le changement nécessaire des modes d'intervention du gestionnaire

La proximité entre gestionnaire et utilisateur est une des clés de l'efficacité énergétique. La mission de l'exploitant ne doit donc plus se limiter à sa fonction technique. Elle doit s'inscrire plus globalement dans une approche de service. L'exercice de gestionnaire dans un bâtiment de haute performance énergétique nécessite la mobilisation de savoirs plus pointus dans des techniques de supervision des installations techniques, mais elle exige surtout des professionnels une aptitude à organiser dans la durée la rencontre avec les utilisateurs.

Cette posture suppose donc une proximité avec l'occupant et un accompagnement adapté suivant que l'activité hébergée est énergivore ou non. Cela passe par de la pédagogie. C'est pour le gestionnaire un vrai changement culturel car il doit parvenir à la fois à faire travailler ses spécialistes dans une dynamique commune, en cohérence avec l'amélioration de l'efficacité énergétique et de la qualité d'usage, à la fois travailler la communication et jouer l'exemplarité.

Cela suggère que le gestionnaire soit mieux valorisé, mais aussi qu'il se prépare à être plus exposé.

Il faut donc donner plus de visibilité à l'efficacité énergétique dans les responsabilités du gestionnaire.

Cela revient à ajouter le savoir mesurer, analyser, informer et agir au savoir maintenir.

*Extrait du rapport «PREBAT, Impact des évolutions sociétales, organisation et jeu d'acteurs, analyse des comportements.»
Projet RÉBU, ICADE, ADEME, CSTB*

Le lien à recréer entre conception / réalisation et gestion

Le lien entre concepteur et gestionnaire est souvent mal organisé. Inadaptée dans le temps et bien souvent ne faisant pas partie d'un élément de mission du maître d'oeuvre, cette collaboration, lorsqu'elle existe, n'est que consentie a minima car plus vécue comme un facteur de ralentissement de la production et de remise en cause du concepteur que comme un enrichissement mutuel et propice à l'excellence.

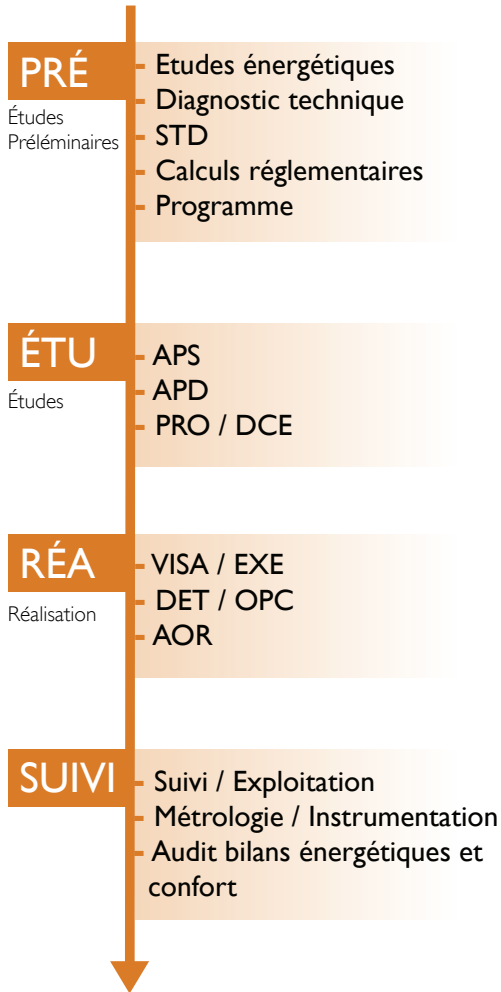
Ce cloisonnement à plusieurs conséquences :

- Une insuffisante prise en compte de l'exploitation - maintenance dans les choix techniques et architecturaux,
- Des performances non validées en phase réception,
- Une maintenabilité de l'ouvrage aléatoire en terme de coûts, de durée de vie et de niveau de service,
- Des documentations nécessaires à l'exploitation inadaptées et incomplètes.

Eviter la rupture d'information, de la programmation à la livraison du bâtiment, en poussant jusqu'aux deux années de garantie de bon fonctionnement, pourrait passer par des phases mieux identifiées et décrites permettant de faciliter la transition entre la conception, la réalisation et la gestion.

Cette mission complémentaire confiée à la maîtrise d'oeuvre, qui pourrait être assortie d'une clause d'intéressement à la performance, consisterait à faire, auprès du maître d'ouvrage, un bilan des performances environnementales et économiques du bâtiment.

Phases de déroulement d'une opération



1.3 - DIFFÉRENTES MOTIVATIONS POUR LES RÉNOVATIONS

ÉNERGÉTIQUES

Toute rénovation, sur le bâti ou les systèmes doit être menée dans une démarche de projet qui intègre les améliorations futures.

Si chaque rénovation est par nature unique, nous pouvons dégager différentes motivations pour les rénovations énergétiques.

Opportunité d'une rénovation, exemple d'un maître d'ouvrage de type «copropriété»

Un audit énergétique est commandé en vue de définir l'opportunité d'une réhabilitation énergétique.

Il s'agit de fournir des arguments pour convaincre une Assemblée Générale d'intégrer cette composante énergétique dans l'entretien obligatoire du bâtiment.

L'étude architecturale du patrimoine bâti constitue un complément de programmation (ravalement, clos-couvert), notamment lorsque des entreprises sont missionnées sans recours à une maîtrise d'œuvre de conception.

Rénovation totale et programmée, exemple d'un maître d'ouvrage public

Un bailleur social prévoit une opération d'acquisition-amélioration ; le programme correspond au cahier des charges habituel, seul le niveau de performances doit être ajusté (ainsi que l'enveloppe budgétaire).

Un diagnostic complet (énergie, technique, architectural) est

généralement commandé à une équipe de maîtrise d'œuvre pluridisciplinaire.

Rentabilité d'une rénovation, exemple d'un maître d'ouvrage privé de type «entreprise»

La mission débute par un audit énergétique ciblé (chauffage, installations d'éclairage, confort été) ou complet. C'est un outil d'aide à la décision dans la programmation d'une rénovation selon différents critères :

- l'alternative au recours systématique à la climatisation.
 - les économies de charges de fonctionnement (chauffage) et le coût total à terme (investissements travaux / charges d'exploitations).
 - les abattements fiscaux pour les entreprises. (amortissement exceptionnel).
 - la plus value patrimoniale et d'image.
- Elle peut ensuite déclencher une phase de maîtrise d'œuvre.

Gestion d'un patrimoine, exemple d'un maître d'ouvrage de type «collectivité»

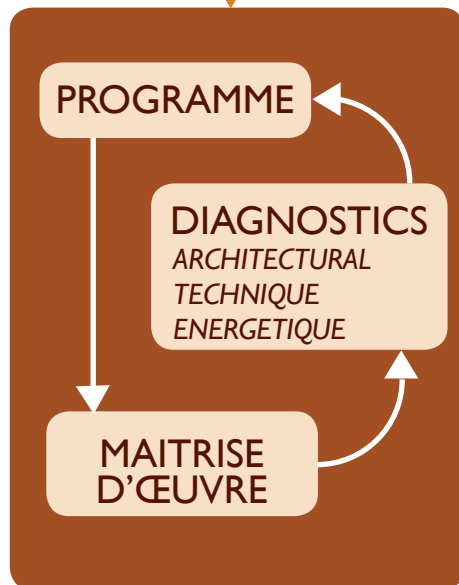
Dans le cadre de la gestion de son patrimoine, le maître d'ouvrage recherche une assistance dans l'orientation et la hiérarchisation de ses budgets ; par exemple dans les choix d'intervention sur les systèmes ou sur le bâti.

Il engage pour cela des études énergétiques préalables (globale, ciblées sur des bâtiments) permettant une programmation de travaux encadrée ou non par une maîtrise d'œuvre.

Les motivations dans ce cas sont multiples:

- Maintien en état d'un patrimoine,

AUDIT ENERGETIQUE PRELABLE (PAS SYSTÉMATIQUE)



- Stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre, organisée par étapes, sur le court, moyen et long terme.

2.1 - MÉTHODE

1- Prise d'information :

Pour un maître d'ouvrage désireux d'entamer une réhabilitation énergétique, il est conseillé dans un tout premier temps de se rapprocher des Espaces Information Énergie (EIE), des Agences Locales de L'Énergie (ALE), ou des Directions Départementales des Territoires (DDT).

Ces interlocuteurs aident les maîtres d'ouvrage dans le démarrage de leur démarche, les orientent le cas échéant sur le montage d'audits énergétiques (rédaction de cahier des charges adaptés, liste de prestataires, suivi de l'étude).

2- Diagnostic global et définition des études à mener :

Selon les différentes configurations, cette phase se développe avant ou simultanément à la définition du programme de l'opération. Elle vient compléter l'audit énergétique réalisé en amont. Si ce dernier n'a pas été réalisé, il doit alors être inclus dans la prestation de diagnostic global.

A ce stade, l'intégration d'une problématique plus large de mise aux normes peut être prévue (accessibilité, sécurité incendie, électrique, gaz).

3- Choix de la maîtrise d'œuvre, études préliminaires et diagnostics complémentaires :

A partir de ce canevas, le maître d'ouvrage va choisir l'intervenant ou l'équipe de maîtrise d'œuvre adaptée à l'opération et engager les études de conception.

Il s'agit de dégager les objectifs principaux, le niveau d'ambition et les jalons qui vont organiser l'opération.

En rénovation, ce cadre d'intervention n'est pas figé, il sert de fil conducteur et évolue tout au long des études.

Le programme est précisé et adapté, afin d'ajuster les moyens mis en œuvre aux ambitions souhaitées, en fonction des capacités financières et des possibilités d'adaptation du bâti.

Les diagnostics complémentaires viennent préciser et étayer cette phase préliminaire.

4- Programme définitif et études de conception :

Les choix programmatiques doivent être impérativement arrêtés à la lumière d'une connaissance approfondie de l'existant. Réciproquement, les objectifs d'une rénovation déterminent l'orientation et la finesse des diagnostics.

Le rapport de diagnostic permet d'arrêter un **programme définitif**, avec une enveloppe prévisionnelle recalée.

Les études de conception débutent sur la base de ce programme définitif.



2.2 - LOGIQUE MULTI-CRITÈRES

Les études préliminaires déterminent les priorités d'intervention

L'analyse des besoins et des contraintes réalisée lors de l'établissement des études préliminaires détermine l'ensemble des critères d'intervention (énergie, acoustique, confort...). La conception sera d'autant plus pertinente que ces critères auront été finement décrits.

Des objectifs déterminés avec des degrés de priorité ajustés

La caractérisation des objectifs demande un travail important de la part du maître d'ouvrage.

- Efficacité énergétique :
Performances énergétiques à atteindre.
- Qualité des espaces :
confort intérieur, acoustique, sanitaire.
- Particularité de l'architecture existante :
réglementation, ABF.
- Volet économique :
coût maîtrisé, rapport investissement / fonctionnement couple loyer+charges, déductions fiscales, subventions.
- Spécificité des travaux (site occupé, phasage et tranches de travaux).



Cour intérieure du n° 58 rue Saint-Jean à Lyon, bâtiment de logements sociaux situé en zone ZPPAUP / Patrimoine mondial de l'Unesco.
Cas d'une opération d'amélioration thermique impliquant des choix déterminants en terme de restauration du patrimoine.



La réhabilitation, c'est aussi la prise en compte d'un héritage. Le grand mouvement social qui fut à l'origine de nombreux immeubles sur lesquels nous devons travailler ne se préoccupait peut-être pas beaucoup de thermique, mais il a laissé un bâti aux qualités architecturales indéniables spécialement dans les HBM (Habilitation Bon Marché). C'est pourquoi nous devons prendre en compte cet héritage dans nos interventions.

Et si nous poursuivons des objectifs énergétiques exigeants, de confort d'usage ou d'accessibilité, nous nous devons lors du traitement de l'enveloppe d'en respecter l'architecture (garde-corps, fenêtres, médaillons, modénature...)



JEAN-PAUL ROUILLAT, architecte,
Actes laureats REHA PUCA 2010

2.3 - CONDUITE DE PROJET ADAPTÉE À LA RÉNOVATION

Un espace construit possède une histoire qui impose parfois des contraintes de continuité (patrimoniale, d'usage, ...).

La pertinence de l'intervention sur le bâti est assujettie à l'usage et l'exploitation qui sera faite des espaces.

La rénovation s'imprègne de la rémanence de la fonction initiale sur l'expression urbaine et l'organisation interne du bâtiment.

La prise en compte globale de l'ensemble des composantes du bâti y compris dans l'intégration des coûts ultérieurs doit être organisée et hiérarchisée (d'où une collaboration étroite avec la maîtrise d'ouvrage).

Une collaboration transversale entre les différents intervenants de la maîtrise d'œuvre s'avère aujourd'hui primordiale.

UNE MAITRISE D'OUVRAGE IMPLIQUÉE

- Définir clairement les objectifs
- Informer l'ensemble des intervenants des objectifs de la rénovation :
 - Sélectionner une maîtrise d'oeuvre adaptée,
 - S'appuyer sur un bureau de contrôle,
 - Mobiliser les exploitants,
 - Accompagner les usagers,
- Organiser le lien entre ces acteurs, dans une démarche concertée ...
- Valider les choix financiers.

UNE MAITRISE D'ŒUVRE ENGAGÉE

- Une équipe de maîtrise d'œuvre réellement conjointe,
- Un mandataire qui organise et assure la cohérence de l'opération,
- Les différents acteurs sont intégrés dès les études de conception :
 - Exploitants,
 - Usagers,
 - Entreprises.





« Ne pas tuer le gisement d'économies d'énergie »

Pour un élément constitutif d'un bâtiment existant, on relève un état initial de performance énergétique donné et un état optimal théorique pouvant être obtenu après rénovation (intégrant les contraintes de faisabilité techniques, disponibilité de la solution, l'avis technique...).

Entre ces deux états réside le gisement d'économies possible.

En cas de rénovation par éléments (absence d'une rénovation globale, Cf réglementation thermique 3.5), il vaut mieux faire peu (d'éléments) au maximum (tendre vers l'optimal) que beaucoup (traiter la totalité des éléments) au minimum (faible performance). Car l'élément rénové le sera pendant toute sa durée de vie.

2.4 - STRATÉGIES DE RÉNOVATION

Un « bouquet de travaux » caractérise un ensemble d'interventions qui respecte la cohérence du projet et préserve le gisement d'économie d'énergies (cf 4.5 bouquet de travaux cohérents).

Selon les cas, ces stratégies décrivent des interventions complètes, partielles ou organisées en tranches. Ces interventions sont échelonnables dans le temps si un phasage s'avère nécessaire.

Nous attirons l'attention des maîtres d'ouvrages sur la difficulté de mener efficacement des opérations de rénovations partielles.

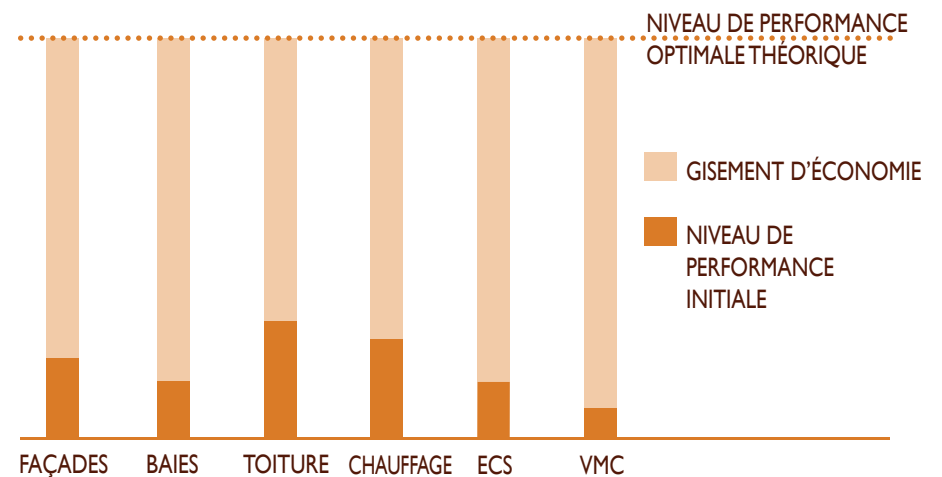
- Nécessité d'une cohérence technique (exemple de l'ITE et des fenêtres),
- Surdimensionnement des équipements de chauffage,
- Difficultés liées au contexte patrimonial, politique, administratif,
- Mobilisation des différents acteurs.

Les priorités définies en amont hiérarchisent les interventions et nécessitent parfois un phasage en tranches distinctes et discontinues (pour des raisons d'usage en site occupé, d'économie ou d'investissement).

Si, en fonction des contraintes, les travaux ne peuvent être réalisés en une seule tranche, il demeure primordial de mener les études sur la globalité de l'opération, jusqu'au terme de l'APD.

Lors des périodes transitoires entre deux phases de travaux, des niveaux de performance dégradés risquent d'apparaître (par exemple de pignon de façade en attente d'isolation). Ces périodes transitoires demeurent sans grave conséquence si elles se suivent dans un délai raisonnable.

Une démarche globale s'inscrit donc dans la durée.







3.1 - CONTEXTE GÉNÉRAL

Lors du lancement des pré-études, les points suivants peuvent être abordés selon le contexte de l'opération.
L'examen de ces problématiques permet de préciser le programme et de l'orienter vers une stratégie de rénovation.

-  Situation, géographie
-  Ruralité et urbanité, Implantation,
(plaines & montagnes, villes & campagnes)
-  Ensoleillement, orientation et masques
-  Gestion des eaux pluviales sur la parcelle
-  Nuisances (acoustiques, sanitaires,..)
-  Proportion de surfaces vitrées des façades
(problématique architecturale et thermique)
-  Emprise sur voie publique (Isolation Thermique Extérieure)
au niveau des RdC, sur parcelles limitrophes (voisinage)
-  Zone protégées (installations photovoltaïques, Isolation
Thermique Extérieure, type de baies, modénatures de façades)
-  Évolution du code de la construction et du code
de l'urbanisme

-  Possibilité de dépassement de COS pour construction performante
-  Modification de certains PLU accordant des bonus de SHON et de gabarit (hauteur, niveaux) en fonction des performances environnementales (nécessité d'obtention d'un label)

Nous conseillons de consulter les services compétents (DDT, ABF) très en amont ; ils demeurent les interlocuteurs privilégiés pour l'analyse du cadre réglementaire .

Cf Fiche 7.1 «Architecture et réglementation urbanisme» (Bonus COS, décret, PLU).





3.2 - DIAGNOSTIC ARCHITECTURAL ET TECHNIQUE

Les relevés d'état des lieux sont nécessaires au bon déroulement des études de diagnostic. Ces éléments de mission peuvent être pré existants ou à réaliser.

« Le diagnostic (architectural et technique ndlr) est une combinaison d'étude de programmation et d'étude de maîtrise d'œuvre. En effet, à partir d'une connaissance approfondie du bâtiment (état des lieux, expertise technique) et des intentions du maître d'ouvrage, ces études doivent permettre, grâce à un début de conception architecturale, une analyse volumétrique et technique des potentialités, **d'établir un programme fonctionnel d'utilisation dont la faisabilité notamment financière aura pu être vérifiée.**»
(source MICQ)

Les dispositions de la loi MOP (*Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 modifiée relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée*), ainsi que le décret « Missions » précisent que pour les opérations de réhabilitation d'un bâtiment existant, la mission « Diagnostic » ne fait pas partie de la mission de base.

Cette phase préliminaire dite de « Diagnostic » est indispensable. Elle renseigne le maître d'ouvrage sur l'état du bâtiment et sur la faisabilité de l'opération, ce qui lui permettra de préciser et finaliser son programme.

Le volet énergétique peut être intégré ou réalisé en amont. Il devra dans ce cas intégré aussi un état des lieux et une expertise technique plus globale.

LISTE DES ELEMENTS DE MISSION RELEVANT DU DIAGNOSTIC

source : ORDRE DES ARCHITECTES

RELEVES D'ETAT DES LIEUX ET INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

- Documents nécessaires à l'établissement de l'état des lieux
- Relevé et représentation graphique des ouvrages existants
- Relevé des désordres apparents
- Mission d'expertise technique / investigations complémentaires

ANALYSE DU FONCTIONNEMENT URBANISTIQUE ET DE LA PERCEPTION ARCHITECTURALE

- Recherche historique
- Examen des éléments architecturaux retenant l'attention
- Règles et contraintes applicables à l'opération
- Analyse de l'impact du bâtiment sur son environnement
- Prise en compte des habitants et usagers
- Analyse des avoisinants

ANALYSE TECHNIQUE

- Voiries et réseaux extérieurs
- Structures, façades
- Second œuvre
- Fluides, électricité courants forts et faibles
- Appareils élévateurs
- Analyse de l'état sanitaire des ouvrages

FAISABILITE DE L'OPERATION

- Synthèse
- Scénarios d'utilisation
- Estimation financière
- Conclusions sur la faisabilité



C'est sur la base des conclusions de cette étude (état du bâtiment et faisabilité de l'opération) que le maître d'ouvrage prendra la décision de confier une mission de maîtrise d'oeuvre ultérieure.

(Les études de Diagnostic et la mission de base peuvent être confiées à un même prestataire ou à des intervenants distincts.)

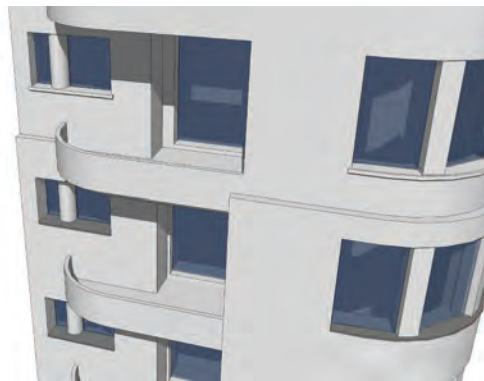
La pertinence des diagnostics engagés conditionne fortement la qualité finale de la rénovation.

La rénovation énergétique d'un bâtiment ne se réduit pas à l'amélioration des performances thermiques.

Si le maître d'ouvrage se place dans une logique d'intervention pérenne, d'autres facteurs essentiels sont à prendre en compte :

- L'expression architecturale du bâti et son contexte (urbain, historique), avec ses contraintes et ses potentialités,

- Les usages et les déplacements, parce qu'un bâtiment possède des fonctions qui sont amenées à évoluer,
- Les phénomènes de pollution de proximité et les risques sanitaires,
- L'amélioration des confort thermique d'hiver et d'été, acoustique,
- L'énergie grise utilisée dans la mise en œuvre des matériaux et des techniques, les ressources en matières premières et leur localisation.



Étude ITE et détail de modénature sur baies et balcons
Logement social, Groupe Perrache, Lyon (69).



APPROCHE ÉNERGÉTIQUE SIMPLIFIÉE

Cette approche, de type pré-diagnostic présente une vision globale d'un site et permet de hiérarchiser les priorités.

- Sur des typologies particulières (industries, hospitalier etc...), elle permet de discerner les problématiques propres au bâtiment et à ses systèmes.
- Les copropriétés peuvent réaliser un BES (Bilan Énergétique Simplifié) pour déclencher une décision de rénovation en Assemblée Générale.
- Certaines prescriptions peuvent nécessiter une étude approfondie (audit énergétique), afin d'éviter des propositions qui pourraient s'avérer contre-performantes (panneaux solaires, ITE...).

QUEL BUREAU D'ÉTUDE CHOISIR ?

Ils peuvent être sélectionnés à partir d'une consultation, sur références et qualité de la proposition.

Une qualification de l'OPQIBI « Audit énergétique des bâtiments (tertiaire et/ou habitations collectives) », élaborée avec le concours de l'ADEME en juin 2010, peut être demandée par le maître d'ouvrage.

3.3 - AUDIT ÉNERGÉTIQUE

Cette étude débute par un état des lieux énergétique approfondi, qui constitue le préalable à toute opération de réhabilitation.

Nous renvoyons le lecteur au cahier des charges de l'ADEME (téléchargeable sur www.diagademe.fr), qui précise la méthodologie de l'audit énergétique.

Nous précisons toutefois les points suivants pour une bonne réalisation de cette étude :

- Un audit énergétique est un exercice complexe qui nécessite de l'expertise et du temps consacré tant aux relevés sur place qu'aux études qui s'ensuivent. Une approche calculatoire s'avère souvent indispensable (calage des consommations initiales, calculs des consommations prévisionnelles). Ces calculs requièrent des logiciels adaptés.
- L'audit énergétique est destiné à établir un programme de travaux et ne doit pas être confondu avec le DPE (Diagnostic de Performance Énergétique), qui est un outil destiné à l'information. Le DPE est principalement effectué par des auditeurs généraux du bâtiment (plombs, amiante, ...) et dans le cadre de transactions ou locations immobilières, à destination des locataires ou acquéreurs de logements. L'audit énergétique est réalisé par un bureau d'étude thermique.

PHASE D'ANALYSE

Cette étude complète s'articule essentiellement autour de **la sobriété en énergie et du confort des occupants.**

Elle analyse **en détail** l'existant : le bâtiment, les systèmes, les factures... L'auditeur s'enquiert du ressenti des usagers en termes de confort d'utilisation.

L'analyse des usages et des niveaux de confort est souvent soit omise soit insuffisamment investiguée alors qu'elle est pourtant une partie essentielle.

L'analyse de l'enveloppe doit être déclinée pour chaque zone thermique: il n'est pas rare qu'un site soit composé de plusieurs bâtiments d'âges différents ayant eu des tranches de rénovations inégales. Il en est de même pour les systèmes.

L'analyse des consommations nécessite un échantillon de factures suffisant pour être représentatif ; cette analyse doit être pondérée par les données météo correspondantes.

Ce travail sur les factures est indispensable pour étalonner une simulation thermique dynamique.



isolant dégradé en vide sanitaire



Isolation thermique extérieure en pignon à conserver.



Toiture Acrotère non isolée n'assurant plus l'étanchéité

PHASE DE PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION

Lors de cette phase, il s'agit de formuler des prescriptions qui répondent à l'ensemble des problèmes soulevés tout en préservant les points forts du site existant.

Seule l'acuité de la partie «analyse» permet d'assurer la pertinence des préconisations.

- **Il reste indispensable de rapporter chaque prescription à sa justification** dans le contexte précis du bâtiment étudié.

- **La cohérence** engendre la notion de **bouquet de travaux** liés les uns aux autres ; la somme des performances ne fait pas la performance globale.

- **Les préconisations** sont à hiérarchiser afin d'aider le Maître d'Ouvrage à réaliser les bons arbitrages. Par exemple, les solutions d'énergies renouvelables s'inscrivent logiquement à la suite d'une réhabilitation de l'enveloppe plutôt qu'en préalable.

- **Il convient de proposer des solutions techniquement justifiées et adaptées au programme.** L'anticipation de certaines particularités conduit à éviter des impasses en phases d'études (ABF, incompatibilité réglementaire, incidences structurales, difficulté du phasage en site occupé...).

- **Les prescriptions doivent être financièrement réalisables** ; un investissement est justifié par une réponse adaptée à une problématique particulière, avec efficacité et durabilité.

Au besoin un bon investissement est aussi un investissement qui autorise une souplesse ultérieure : les bâtiments peuvent changer d'usage dans le temps.

LA SYNTHÈSE

Une synthèse finale vient apporter un véritable outil d'aide à la décision pour le Maître d'Ouvrage et donne déjà les orientations décisives d'un programme de rénovation énergétique.

Ce programme doit intégrer à ce stade des scénarios de travaux incluant des objectifs de performance énergétique (type niveau «Basse Consommation»).

Une analyse économique est impérative mais délicate à réaliser. Les investissements peuvent être rapprochés des économies d'exploitation (coût global) et déboucher sur des notions de temps de retour sur investissement (TRI, TRB etc..).

Ces données comptables sont à manier avec prudence. Les résultats demeurent en effet très sensibles aux hypothèses (actualisation, inflation énergétique imprévisible sur des échéances de 10 à 30 ans).

L'entretien normal du patrimoine reste très difficile à appréhender dans ces calculs. (baies, étanchéité, ravalement,...).

Enfin, les bénéfices environnementaux et sociaux (qualité de vie) ne sont jamais intégrés, faute de méthodologie adaptée.



3.4 - OPTIMISATION DES PRECONISATIONS PAR SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

Une Simulation Thermique Dynamique est un calcul qui permet d'estimer sur un bâtiment à créer ou à rénover :

- **Les besoins énergétiques** en chauffage et en climatisation,
- **Les indicateurs de confort d'été** sans climatisation.

Ce calcul dynamique se différencie d'un **calcul statique** ou de calculs conventionnels des consommations (méthodes THCEX pour les bâtiments existants) à de nombreux égards :

- la prise en compte de données climatologiques précises du lieu du bâtiment en terme de température et d'ensoleillement,
- la possibilité de découper aussi finement que souhaité le bâtiment en zones thermiques différentes,
- La finesse des scénarios d'occupation de température, de ralenti, d'apports internes, de ventilation...
- la visualisation du comportement dynamique de chaque zone, c'est-à-dire son évolution heure par heure sur une année entière.
- La matérialisation de l'inertie thermique du bâtiment.

C'est un outil puissant tout à fait pertinent et recommandé dans l'étude de la plupart des typologies : bâtiments complexes, systèmes constructifs particuliers, utilisations spécifiques (gymnases, écoles, associations...).

Il est toutefois envisageable de s'en affranchir sur certaines typologies récurrentes (logement collectif standard bien connu).

Le développement de la modélisation paramétrique fait émerger **à l'intérieur de l'équipe de maîtrise d'œuvre une collaboration plus transversale.**

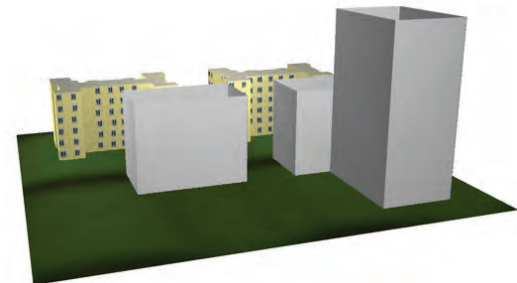
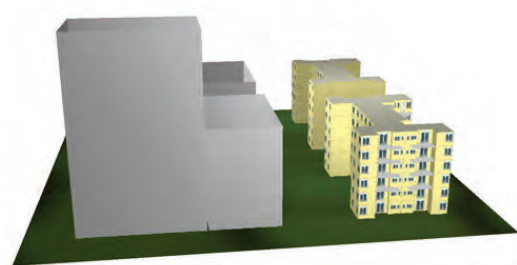
Par exemple elle vient quantifier les performances thermiques d'un bâtiment selon le traitement de l'étanchéité à l'air et ainsi arbitrer entre différentes techniques de pose de menuiserie.

Elle peut aussi permettre d'optimiser les épaisseurs d'isolant à mettre en oeuvre.

La STD : un outil adapté aux opérations à faible besoin énergétique.

En phase d'études (APS, APD.) les scénarios d'intervention sont analysés et décomposés pour aboutir à un projet de travaux. De fait, un certain nombre d'arbitrages vont nécessairement devoir être faits par rapport aux premières orientations de la partie programme.

Au regard des premiers retours d'expérience, les choix de conception arrêtés au terme des études sont validés par les simulations ; celles-ci permettent de quantifier les marges de manœuvre en rénovation.



Simulation Thermique Dynamique
et étude de masque.
Logements sociaux, Groupe Perrache, Lyon(69).



Exemple de choix assisté par les simulations:

- la pertinence d'isoler un local non chauffé,
- le choix de la qualité des vitrages,
- l'étude de l'impact de la maîtrise des infiltrations,
- les conditions du confort d'été.

L'étude dynamique du confort d'été tend à se généraliser dans les opérations performantes. En effet, le renforcement de l'isolation

de l'enveloppe et le traitement de l'étanchéité à l'air augmentent les risques d'échauffement en été (effet « bouteille thermos »).

Enfin, la **simulation thermique dynamique** demeure **une simulation logicielle** dont les résultats peuvent rapidement diverger; ceux-ci doivent par conséquent être encadrés d'une marge d'erreur et d'incertitude.

Le retour d'expérience affine et recale les hypothèses initiales à posteriori ; ce principe d'instrumentation et de suivi enrichi les bases de données et précise l'acuité des simulations au fur et à mesure des opérations.

Détail thermique d'un acrotère
Comparaison de t° dans la paroi
(à la jonction façade/toiture)
avec ou sans isolant (20 cm)

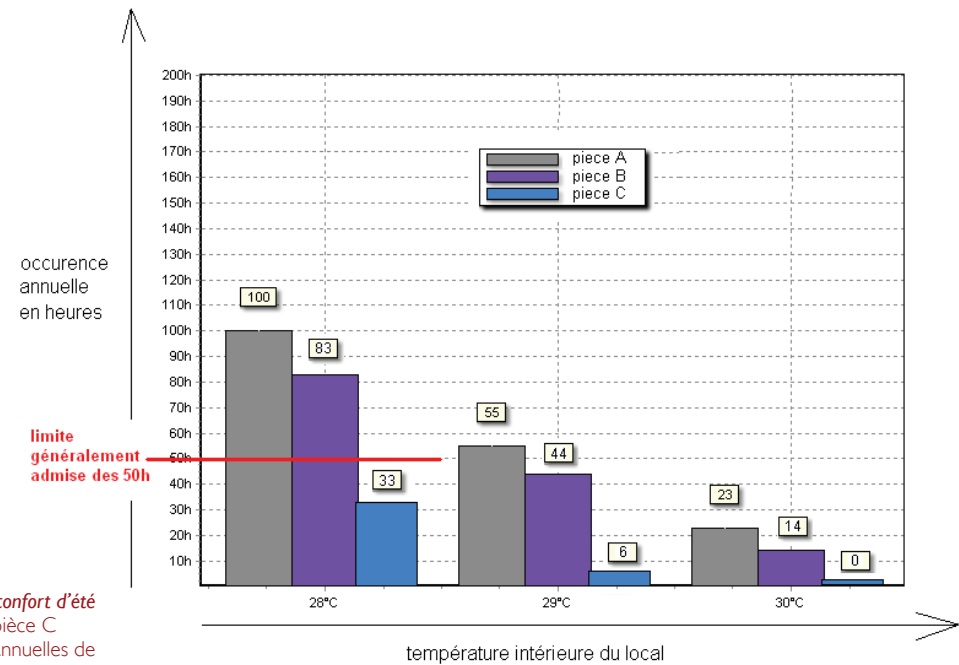
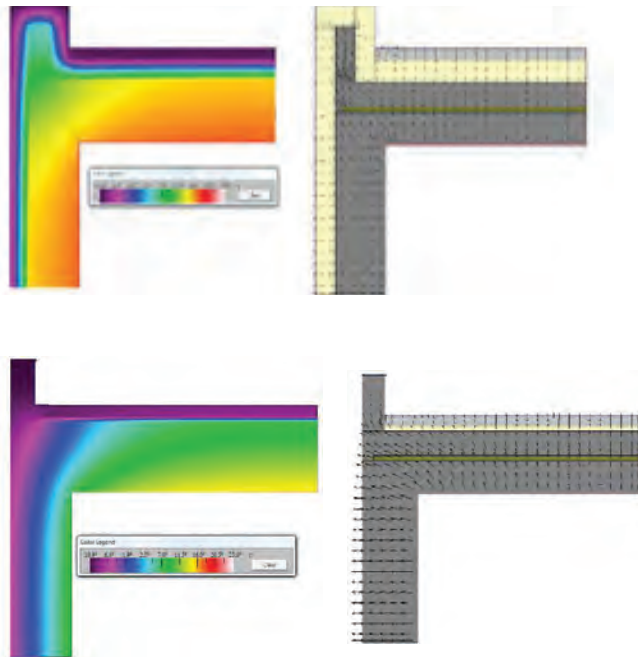


Diagramme de résultats de confort d'été
Dans cette étude, seule la pièce C
répond à l'objectif de 50h annuelles de
dépassement de 28°C





3.5 - RÉGLEMENTATION THERMIQUE, CALCUL RÉGLEMENTAIRE

Place du calcul réglementaire dans un audit énergétique

Comme on l'a vu précédemment, l'audit énergétique intègre des scénarios de travaux incluant des objectifs de performance énergétique de niveau «Basse Consommation».

Les données sont présentées sous la forme de consommations **prévisionnelles** (calculs statiques, simulations thermiques dynamiques).

Elles sont complétées par des données **conventionnelles**, établies par la méthode de calcul réglementaire RT globale (TH-C-E ex).

Attention, le calcul réglementaire ne doit donc pas se substituer au calcul de consommations prévisionnelles établi dans le cadre de l'audit énergétique.

Un calcul de projet «avant et après travaux» avec la méthode de calcul réglementaire RT globale permet ainsi d'apprécier la **conformité** d'une **opération Basse Consommation** établie par décret (label BBC rénovation), mais aussi l'éligibilité d'un programme de rénovation aux systèmes d'aides en vigueur, comme l'éco-prêt pour la rénovation du logement social.

Le décret n°2007-363 du 19 mars 2007 introduit dans le Code de la Construction et de l'Habitation la réglementation thermique des bâtiments



Convecteurs électriques souvent symboles de précarité énergétique

Cette réglementation porte sur des obligations de performance énergétique pour les bâtiments postérieurs à 1948 de plus de 1 000 m², et faisant l'objet de travaux de réhabilitation importants (plus de 25 % de la valeur du bâtiment hors foncier).

La mise en application de cette obligation est effective depuis le mois de juin 2008. Un calcul est obligatoire afin de vérifier la conformité réglementaire du projet de rénovation, selon la méthode TH-C-E ex, défini par l'arrêté du 8 août 2008.

Les consommations sont exprimées en énergie primaire, par m² SHON et sur **5 usages : chauffage, rafraîchissement, eau chaude sanitaire (ECS), ventilation, éclairage.**

Mais le décret comporte d'autres mesures, portant sur l'existant et sur le neuf.

Ainsi, pour les opérations de moindre importance, des exigences de performances minimales sont imposées lors du remplacement de composants de l'enveloppe (fenêtres, isolation thermique) ou d'équipements énergétiques, depuis le 1^{er} novembre 2007.

Le texte impose également, pour les opérations importantes, des études préalables de solutions durables. Ces études sont prescrites depuis 1^{er} janvier 2008 dans le neuf et depuis le 1^{er} avril 2008 pour les réhabilitations lourdes.

De même qu'il existe une température de consigne pour le chauffage à 19° C en hiver, la nouvelle réglementation prévoit que les systèmes de climatisation ne soient utilisés que lorsque la température atteint 26° C. Cette mesure s'applique depuis le 1^{er} juillet 2007.

Enfin, les bâtiments publics d'une certaine taille doivent afficher un diagnostic de performance énergétique depuis le 2 janvier 2008.

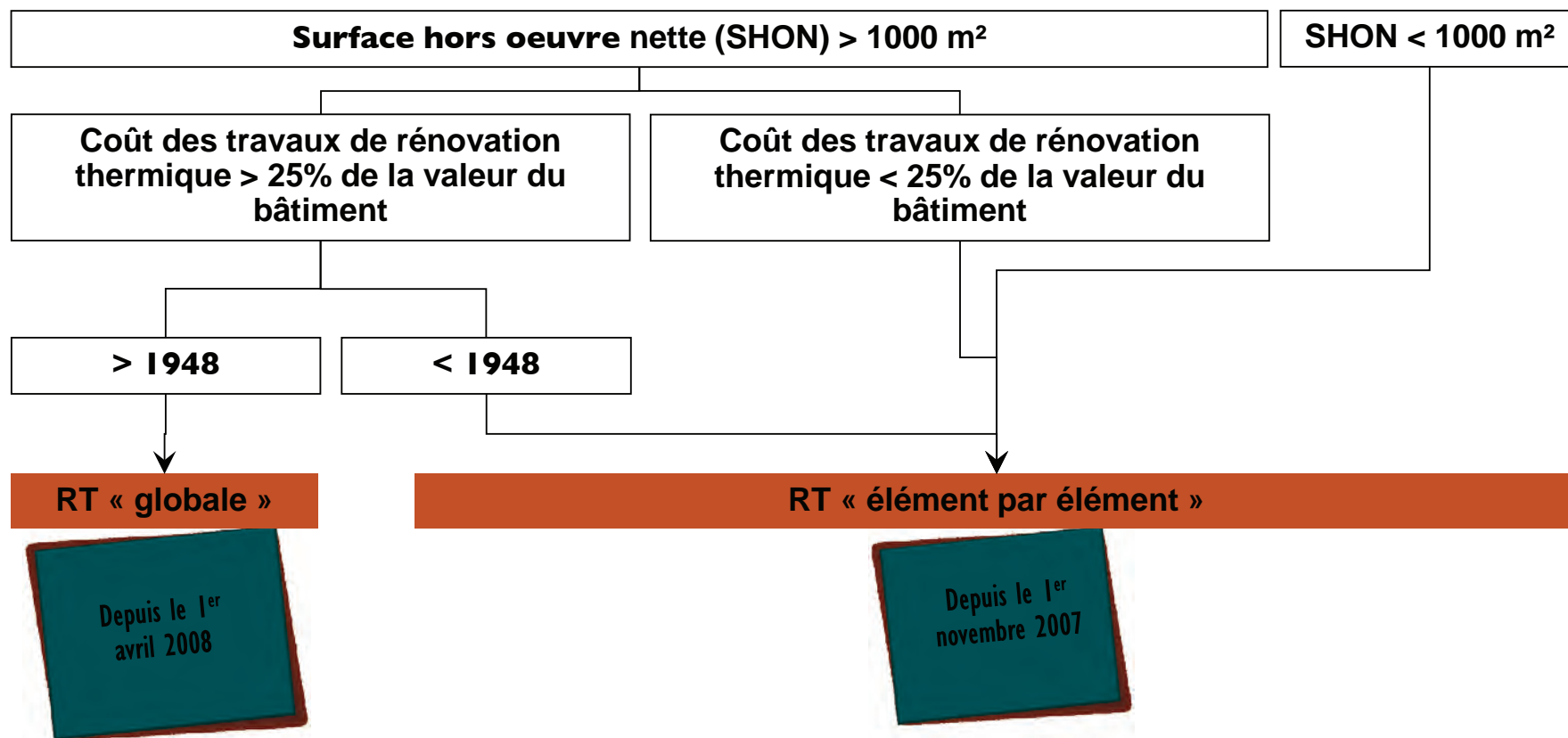




Comment s'applique la réglementation thermique des bâtiments existants?

À quel moment de la vie d'un bâtiment ?

- À l'occasion de travaux de rénovation, de remplacement ou d'installation dans un bâtiment existant



source : Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement



Audit énergétique

Exemple de tableau de résultats

	Intitulé	Performance		Coût			Gain environnemental* (kg CO2)	Gains énergétiques et financiers			€TTC*	TR** actu 3%	TR** actu 6%	Impact sur confort hiver	Impact sur confort été
		Régl.	«Type Fact4»	€ HT	€ TTC	Incert.		kWh/ef	kWhep*	kWhep/m²					
n°1	Isolation thermique par l'extérieur 15 cm des murs extérieurs		x	180 000	189 900	20%	39 900	200 000	279 000	-	12 595	10	6	+++	+++
n°2	Isolation thermique de la cage d'escaliers (murs)	x		25 000	26 375	20%	3 192	16 000	22 320	-	1 008	17	10	0	+
n°3	Isolation thermique de la cage d'escaliers (paroi vitrée)	x		80 000	84 400	20%	2 793	14 000	19 530	-	882	61	36	+	0
n°4	Changement des menuiseries anciennes DV4-16-4 châssis PVC	x		200 000	211 000	10%	10 973	55 000	76 725	-	3 464	39	23	+++	0
n°5	Changement des menuiseries anciennes TV1-16-4-16-4 châssis bois		x	440 000	464 200	15%	17 955	90 000	125 550	-	5 668	52	31	+++	+
n°6	Isolation thermique des planchers sur caves		x	45 000	47 475	10%	4 589	23 000	32 085	-	1 448	21	12	++	0
n°7	Remplacement des portes	x		100 000	105 500	20%	1 596	8 000	11 160	-	504	<100	80	0	0
n°8	Ventilation simple flux	x		80 000	84 400	25%	-11 172	-56 000	-78 120	-	-3 527	/	/	++	++
n°9	Ventilation double flux avec récupération		x	200 000	211 000	20%	-1 596	-8 000	-11 160	-	-504	/	/	++	++

Exemple de tableau de préconisations par scénario

Intitulé	Coût			Gain environnemental* (kg CO2)	Gains énergétiques et financiers			€TTC*	TR** actu 3%	TR** actu 6%	Impact sur confort hiver	Impact sur confort été
	€ HT	€ TTC	Incert.		kWh/ef	kWhep*	kWhep/m²					
ETAT INITIAL				78 404	393 000	548 235	121					
Bouquet de solutions n° 1+2+5+6+8	770 000	812 350	20%	54 464	273 000	380 835	- 84	17 192	29	23		
ETAT FINAL				23 940	120 000	167 400	37				+++	++
Bouquet de solutions n° 1+4+9	580 000	611 900	20%	49 277	247 000	344 565	-76	15 555	26	20		
ETAT FINAL				29 127	146 000	203 670	45				++	+

Source : ELLYPSIO



3.6 - LES OBJECTIFS DE PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES POSSIBLES

Les objectifs d'une rénovation énergétique peuvent être de différentes natures, quantifiés ou non. Nous pouvons citer :

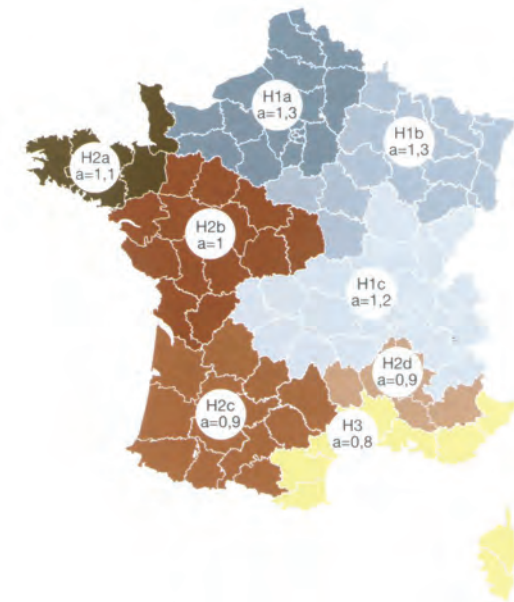
I- Les niveaux de performances énergétiques s'appuyant sur le calcul réglementaire (cf. chapitre 3.5 p 21) :

- Obtenir le label BBC Effinergie Réovation
Pour le logement, l'exigence principale est de ne pas dépasser une valeur de consommation de **80 kWh_{ep} par m² de SHON et par an corrigé d'un coefficient de rigueur climatique**. Les calculs sont réalisés en utilisant la méthode Th-CE Ex décrite au chapitre précédent. Les résultats sont donc présentés en kWh d'énergie primaire par m² de Surface Hors Oeuvre Nette (SHON). On tient compte de la diversité des climats en multipliant cette valeur de 80 par un coefficient de rigueur climatique. Les valeurs de l'exigence varient donc, selon les régions, entre 64 et 104 kWh_{ep}/m²SHON.an.

Le coefficient de rigueur climatique est augmenté de 0,1 si l'altitude de la construction est comprise entre 400 et 800 m et de 0,2 si l'altitude de la construction est supérieure à 800 m.

L'exigence de consommation énergétique peut donc aller jusqu'à 120 kWh_{ep}/m² SHON.an, pour des bâtiments situés au nord et nord-est, au-dessus de 800 m d'altitude.

- Pour les bâtiments tertiaire, la consommation du projet (Cep) doit être de 40 % inférieure à la valeur de référence.



Par ailleurs, la perméabilité à l'air du bâtiment doit être mesurée. Pour le moment, aucune valeur limite n'est exigée. Cependant, la mesure doit être inférieure à la valeur prise dans l'étude thermique réglementaire.

Pour plus de détails :

www.effinergie.org



2- Les programmes visant le « Facteur 4 »

Le « Facteur 4 » est un objectif de **division par 4 des émissions de gaz à effet de serre** après rénovation. L'étalon de cette approche est environnemental et non pas énergétique bien que les deux soient intimement liés : *l'énergie la moins polluante est celle que l'on ne consomme pas.*

3- Les objectifs utilisant l'étiquette DPE absolu ou relatif

Certains maîtres d'ouvrage abordent la rénovation énergétique en cherchant soit à atteindre une « étiquette de performance » (A, ou B), soit à gagner 1, 2 voire 3 lettres de performance par rapport à l'état initial. Dans tous les cas il est déconseillé d'utiliser les DPE comme seuls étalons de performance énergétique, compte tenu que ces indicateurs restent assez sommaires.

4- Les bouquets de travaux cohérents.

Une approche par solutions techniques est aussi possible. On peut citer le référentiel mis en place par Grenoble Alpes Métropole dans le cadre de La Campagne Isolation sur les copropriétés lancé en 2010, suite à l'OPATB (Opération Programmée d'Amélioration Thermique des Bâtiments) des Grands Boulevards à Grenoble.

Le programme vise à inciter et soutenir la réhabilitation thermique de **copropriétés privées** construites **entre 1945 et 1975** sur le territoire de l'agglomération Grenobloise.

Offre centrale du dispositif, l'offre « rénovation complète » vise à proposer la réalisation de la rénovation complète des parois opaques de la copropriété (murs, toitures et plancher bas) par des techniques d'isolation par l'extérieur. Les copropriétaires sont aussi encouragés, à titre individuel, à effectuer le remplacement de leurs menuiseries, de manière concomitante aux travaux d'isolation des parois opaques.



Pose d'une isolation thermique extérieure en façade

Campagne MURMUR à Grenoble



Par exemple, pour être éligible au dispositif, l'isolation des façades doit respecter les critères suivants :

FACADES

Isolation uniquement par l'extérieur de toutes les parois verticales, y compris sur les parties communes, même non chauffées

Résistance thermique minimale de l'isolant rapporté : $R = 4\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ (environ 15 cm d'isolant).

Traitement particulier :

- Jonctions murs - planches bas (obligation de recommandations),
- Tableaux de fenêtres : retour isolant (sauf si surface vitrée <20% de la surface habitable) sur une épaisseur fonction de menuiseries et des volets roulants ou pliants.

Dérogations :

- Contrainte technique ou architecturale justifiée,
- Ravalement de façades de - de 10 ans.

Dans ce programme, déterminé par une typologie d'habitat collectif privé à Grenoble, il n'y a pas d'audit énergétique préalable mais un conseil personnalisé, des prescriptions techniques à respecter, établies par le référentiel travaux qui décrit poste par poste les minimums de performance requis, et la désignation d'un maître d'œuvre architecte obligatoire.

Renseignements : Agence Locale de l'Énergie de l'Agglomération
Grenobloise murmur@ale-grenoble.org

On peut également citer les travaux d'Olivier SIDLER (ENERTECH), qui a établi des solutions de référence, réputées satisfaire la basse consommation énergétique.

Pour plus de détails :

www.enertech.fr





4.1 - PARTI ARCHITECTURAL

Le démarrage des études marque le début de la phase opérationnelle du projet.

La faisabilité est validée et les pré-études ont donné un programme et une enveloppe financière suffisamment précis. L'engagement du maître d'ouvrage devient plus important et il peut lancer les études de conception.

A cette étape, les coûts d'investissement, de fonctionnement et de déconstruction sont à intégrer.

L'étape de conception permet d'identifier les possibilités d'amélioration énergétique à partir des scénarios déterminés durant les phases d'études préliminaires.

Comme abordé plus haut, la conduite de projet adaptée à la rénovation nécessite de conjuguer respect de l'expression architecturale et amélioration de la performance énergétique.

En fonction des caractéristiques mises à jour, la conception va déterminer les principes d'intervention, par exemple la **conservation de l'architecture existante (réhabilitation à l'identique)**, ou bien la **transformation de l'image du bâtiment (réécriture formelle)**.

Ces différentes approches peuvent cohabiter sur une même opération.

La typologie des façades, les modénatures, le niveau d'éclairage naturel constituent autant de critères qui vont amener le concepteur à élaborer une stratégie d'intervention adaptée au programme.



Rénovation d'une maison d'habitation à Caluire
Vue initiale



Vue après rénovation

Detry - Levy Architectes



4.2 - LES PHASES D'ETUDES DE CONCEPTION

1- APS (Avant Projet Sommaire)

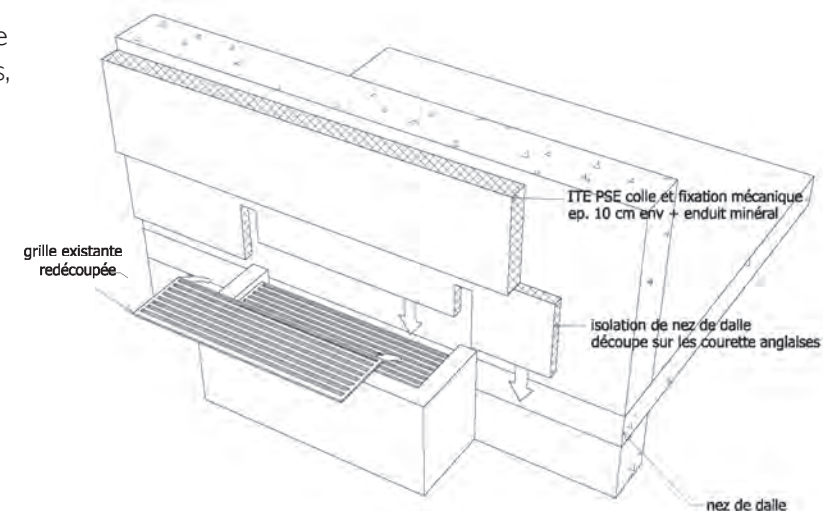
- Choix d'un scénario, parmi ceux élaborés en études préliminaires,
- Détail et définition précise des critères,
- Modélisations paramétriques,
- Consultation des services administratifs et du patrimoine.

2- APD (Avant Projet Détaillé)

- Intégration des contraintes d'intervention et phasages (site occupé, tranches,...),
- Choix techniques définitifs,
- Calculs réglementaires,
- Consultation des services de maintenance et exploitants, mise au point des principes de fonctionnement après travaux (accès, platelages,...),
- Conception des systèmes de suivi et métrologie,
- Validation de l'estimation financière,
- Constitution des dossiers réglementaires de demandes d'autorisations.

3- PROJET/DCE (Dossier de Consultation des Entreprises)

- Les dispositifs particuliers prévus avec le bureau de contrôle sont définitivement validés et intégrés,
- Les détails constructifs sont précisés, avec indication des matériaux et produits à mettre en œuvre. Un carnet de détail décrit chaque point particulier,
- Mise au point du CCAP (cahier des clauses administratives particulières) et du RC (règlement de consultation), définition des modalités de sélection des entreprises, les limites de prestations, les différents tests et contrôles prévus afin de s'assurer d'une parfaite mise en œuvre des ouvrages.



Détail d'isolation enterrée sur courette anglaise
Rénovation ALLP Fleurent-Valette Architectes



4.3 - DÉROULEMENT DES ÉTUDES DE CONCEPTION

Au stade des études, il est opportun de reprendre méthodiquement chacun des postes suivants ; ces interventions types s'orga-

nisent dans un ordre (chrono)logique : **le renforcement de l'enveloppe** en premier lieu, **l'adaptation des systèmes** ensuite.

Enveloppe

- Isolation planchers bas,
- Isolation planchers hauts,
- Isolation murs extérieurs,
- Changement des menuiseries.

Systemes

- Installations de ventilation,
- Installations de chauffage, traitement de la surpuissance de production, couplage ou découplage avec la production d'ECS,
- Installations de production d'Eau Chaude Sanitaire,
- Equipements d'éclairage,
- Réfections des autres usages (ascenseurs,...).

4.4 - PROBLÉMATIQUES COURANTES EN RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE

Sécurité incendie

La réglementation existante est antérieure aux préoccupations énergétiques. Cette nouvelle dimension environnementale modifie par contre notre approche de la sécurité incendie ; les évolutions se localisent notamment sur les problématiques suivantes :

- Isolation Thermique Extérieure et transmission du feu par la façade,
- Ventilation double flux et transmission des fumées entre locaux.

La transmission du feu par les façades

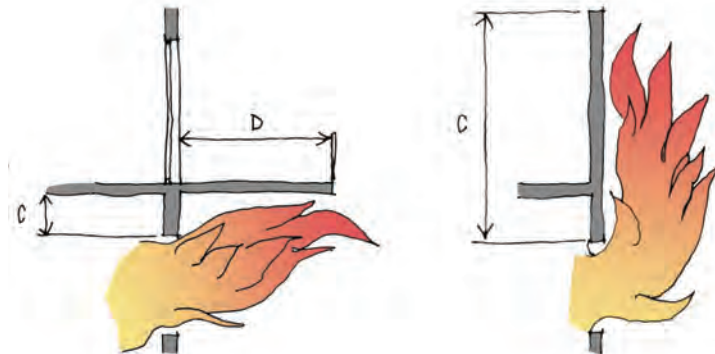
Sont concernés par cette réglementation :

- Les IGH,
- Les ERP (sauf installation d'extinction automatique, ou système de sécurité de catégorie A),
- Les logements à partir de la troisième famille.



Extrait de l'Instruction Technique n°249 : le C+D

Les valeurs C et D sont liées par une des relations ci-dessous en fonction de la masse combustible mobilisable :



- $C + D \geq 1,00$ mètre si $M \leq 80$ Mj/m²
- $C + D \geq 1,30$ mètre si $M > 80$ Mj/m²

(C exprimé en mètres - D exprimé en mètres - M exprimé en Mj/m² étant la masse combustible mobilisable de la façade).

Exemple:

12cm de polystyrène standard : $12 \times 8 = 96 \text{ Mj/m}^2 \geq C+D = 1,30\text{m}$
 Cette contrainte réglementaire se rencontre lors d'interventions sur des bâtiments anciens, ne respectant pas les exigences minimum prévues actuellement.

Ces dispositions ont été modifiées pour les ERP par l'arrêté du 24/05/2010 publié au JO du 06/07/2010

Le traitement de la façade (Isolation par l'extérieur - ITE) et l'intervention sur les ouvertures (modification des baies, transformation des balcons,...) modifient également les calculs.

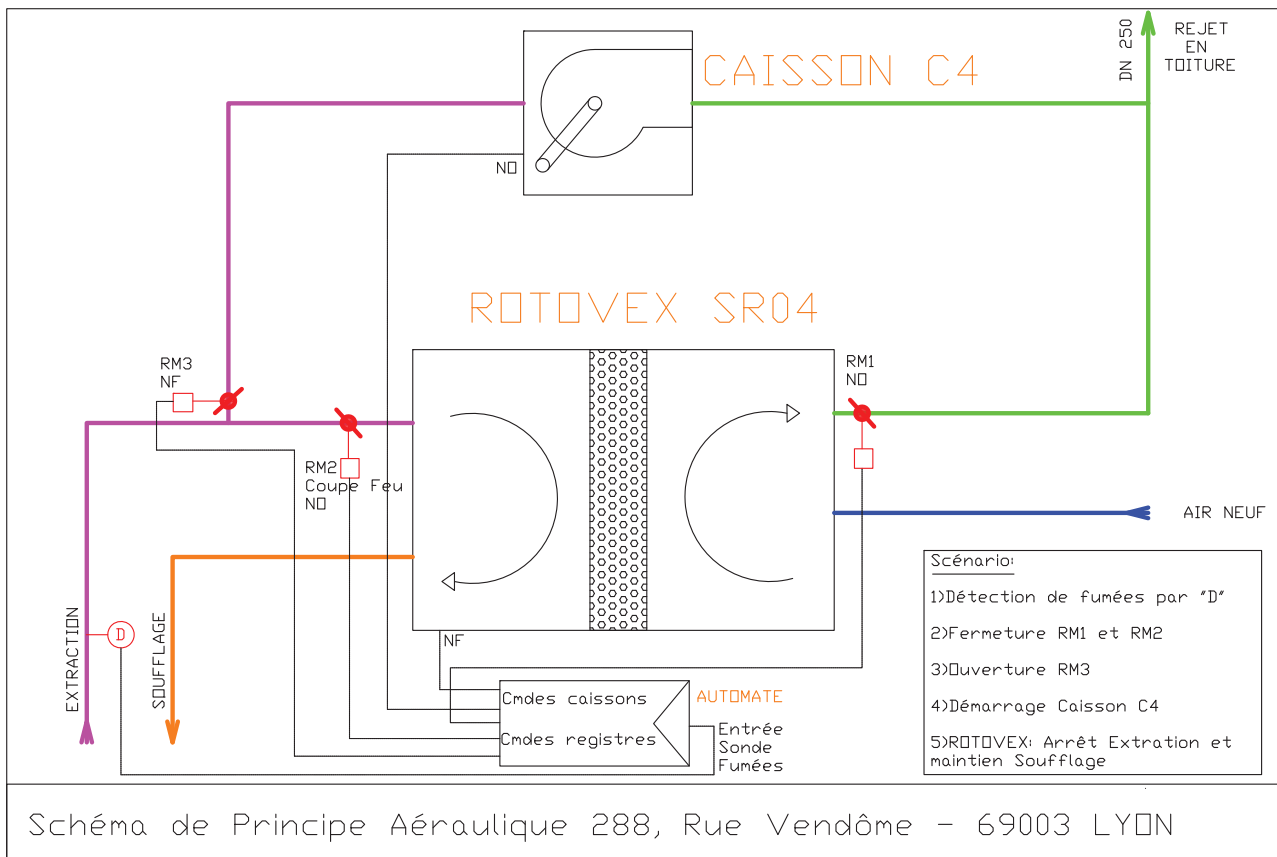
Le C+D n'est qu'un exemple des éléments de réglementation incendie à prendre en compte lors d'une réhabilitation.

Matériaux	Classement de réaction au feu	Masse combustible par cm d'épaisseur (Mj/m ²)
Parois Tôle aluminium: anodisée laquée Plaque PVC Stratifié	M0 ⁽¹⁾ M1 ou M0 M1 ⁽²⁾ M1 ⁽²⁾ et M2	280 325
Ames CTBX ép.<18mm ép.>18mm Polyuréthane ignifugé Polystyrène standard Polystyrène ignifugé Polystyrène extrudé	M4 ⁽²⁾ M3 ⁽²⁾ M1 ⁽²⁾ M4 ⁽²⁾ M1 ⁽²⁾ M1 ⁽²⁾	103,5 7,5 8 8 12,8

(1) Ce classement ne nécessite pas de procès verbal.

(2) Ce classement donné à titre indicatif doit être attesté par un PV en cours de validité (moins de 5 ans) délivré par un laboratoire agréé.





Bâtiment d'habitation et VMC double-flux collective

La mise en place d'une VMC double flux dans les logements collectifs implique la maîtrise de la transmission des fumées entre logements en cas d'incendie.

A cet effet, plusieurs solutions peuvent être validées avec les bureaux de contrôle, en fonction des configurations spécifiques chaque opération :

- Détection des fumées avec registres motorisés de dérivation et extracteur C4 d'évacuation des fumées,
- Clapets CF sur chaque antenne de réseau de soufflage,
- Dans certaines configurations comportant un nombre suffisant de logements, la prise en compte du coefficient de dilution des fumées a été invoquée afin d'éviter tout équipement complémentaire ; cette pratique se retrouve plutôt en construction neuve.

On recherchera les solutions les plus simples en évitant de mettre en oeuvre des systèmes impliquant une maintenance lourde.

Niveaux de perméabilité exigés en rénovation BBC

Une mesure de perméabilité à l'air est obligatoire pour tout logement BBC-Effinergie Rénovée.

Aucune valeur cible n'est préconisée. Par contre, la perméabilité mesurée, exprimée par le coefficient Q4Pa-surf, doit être inférieure ou égale à la valeur utilisée dans le calcul de la consommation.

La mesure de la perméabilité est effectuée conformément aux règles et processus de la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments édictés par l'Association Collectif Effinergie.

Une mesure de perméabilité à l'air n'est pas obligatoire pour un bâtiment à usages autres que d'habitation mais est fortement recommandée.

EXTRAIT LABEL BBC EFFINERGIE RENOVATION

Gestion de l'étanchéité à l'air

La recherche d'une bonne performance énergétique passe par un contrôle des échanges de flux d'air entre l'intérieur et l'extérieur. Cette problématique de l'étanchéité à l'air est un volet essentiel de la maîtrise énergétique. Ces nouvelles exigences tendent donc à rechercher une enveloppe de plus en plus étanche.

Les incidences en termes d'acoustique, d'humidité, de qualité de l'air sont complexes.

Nous abordons dans la fiche annexe « Baies » (fiche 7.3) les modalités techniques de gestion de l'étanchéité à l'air à la jonction de l'enveloppe et de la baie. Pour tous les autres aspects, nous



Porte soufflante lors d'un test d'étanchéité

conseillons de consulter les multiples publications sur le sujet, notamment le **Guide de l'étanchéité à l'air réalisé par le CETE**, avec le soutien de l'ADEME ; ce point demeure une difficulté majeure en rénovation.

La rénovation énergétique doit être compatible avec une amélioration de la qualité de l'air intérieur. Ceci peut entraîner une modification des comportements des occupants sur le renouvellement d'air des locaux.

Un travail de conception

Le travail sur l'étanchéité de l'enveloppe commence dès la conception et se poursuit tout au long des phases de travaux. Un relevé précis des percements dans l'enveloppe est effectué, dans le cadre du Relevé des Existants.

Durant la conception, il est procédé à un traitement systématique des points particuliers avec la production de plans de détails (jonctions baies et structure, plancher bas, combles).

Des précautions descriptives doivent être intégrées dans les pièces de consultations :

- Attirer l'attention des entreprises sur les objectifs recherchés
- Décrire clairement les limites de prestation,
- Prévoir une formation spécifique inter-entreprises en préparation de chantier,
- Intégrer des tests d'étanchéité à un lot spécifique ou en commande directe par le maître d'ouvrage,
- Produire un cahier des charges exhaustif des essais, en présentant l'objet du test de perméabilité (enveloppe ou cellule).



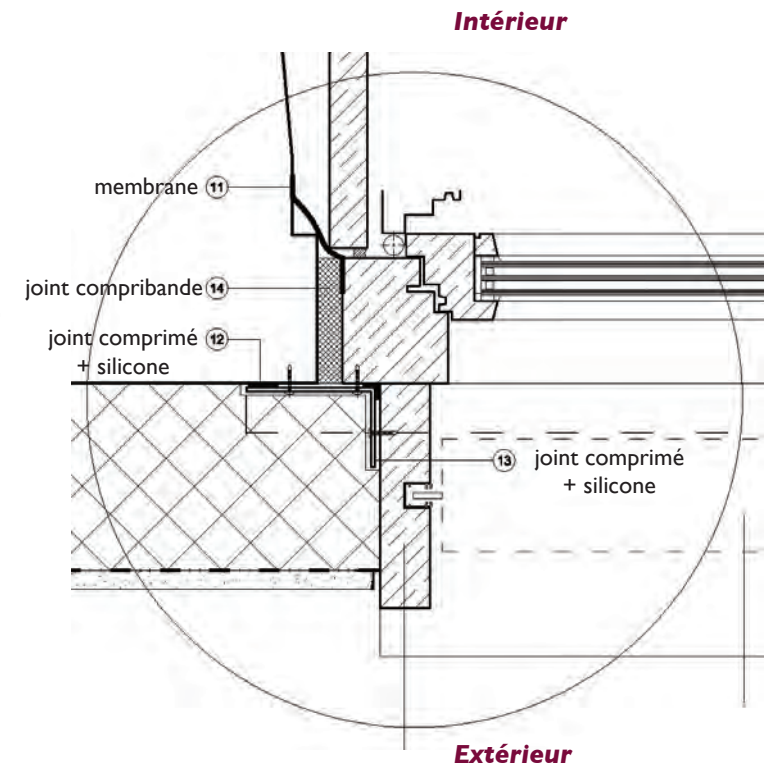
Un effort de réalisation et des tests

Durant les travaux, il est nécessaire d'assurer la vérification des produits effectivement posés par un suivi régulier des interventions, sur la totalité des points singuliers avec contrôle de la mise en œuvre.

La mesure de la perméabilité à l'air est donc indispensable et doit être programmée à une étape **où il est encore possible d'avoir une action correctrice**. Les tests doivent être réalisés après les travaux sur l'enveloppe et avant les finitions de second œuvre. Ainsi, les fuites détectées seront facilement reprises. Cet instant théorique reste difficile à déterminer dans la pratique, il s'agit de s'en approcher au plus près.

Le commanditaire de ces tests, doit garder à l'esprit le rapport entre ce qui est mis en œuvre et ce qui est finalement mesuré. En rénovation, l'intervention porte essentiellement sur l'enveloppe extérieure : l'étanchéité à l'air entre niveaux ou cellules intérieures n'est pas toujours traité. Les tests doivent donc mesurer l'enveloppe et non pas une cellule (logement ou bureau) au risque de fournir des résultats non exploitables.

cf fiche détail 7.3 « Baies » qui décrit des dispositifs spécifiques au traitement de l'étanchéité à l'air en rénovation.



Détail d'exécution du traitement de l'étanchéité à la jonction entre l'isolant et la baie
Rénovation 288 rue Vendôme, Lyon Bureau Etudes EOLYS, Fleurent-Valette Architectes



Cf document « Le dossier du mois, migration de la vapeur d'eau et risque de condensation dans les parois »

Ville et Aménagement Durable (VAD) mai 2010



Risques de condensation

La présence d'eau dans le bâtiment est une des principales sources de sinistre. Elle peut être due à des défauts d'étanchéité, mais aussi à des phénomènes de condensation :

- Risques de santé des occupants liés à la qualité de l'air;
- Risques de pérennité des ouvrages.

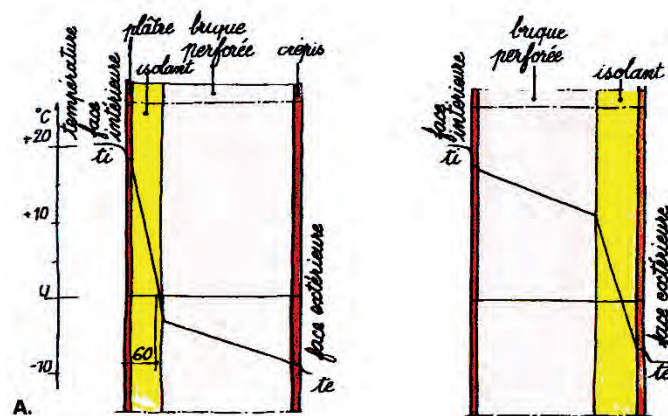
Pour anticiper :

- Position du pare-vapeur (si nécessaire),
- Gestion du taux d'humidité à l'intérieur.

Dans le cas de l'isolation par l'extérieur, il ne subsiste plus de condensation superficielle sur la face intérieure du mur compte tenu de l'absence de pont thermique.

La continuité de l'isolation au niveau des détails de soubassement de façade, de retour de baie, de balcon, d'éléments architectoniques (corniches, bandeau de beauté...) doit cependant être parfaitement assurée.

- A.** La courbe de descente des températures à travers les murs est inverse.
- B.** Dans le mur isolé par l'intérieur, la courbe de tension de vapeur d'eau saturante (P_s = quantité de vapeur d'eau admissible par l'air à une certaine température) descend au-dessous de la courbe de tension de vapeur diffuse (P = pression décroissante de l'air chargé de vapeur d'eau qui traverse le mur). Il y a donc risque de condensation dans le mur. Dans le mur isolé par l'extérieur, ce risque n'existe pas.



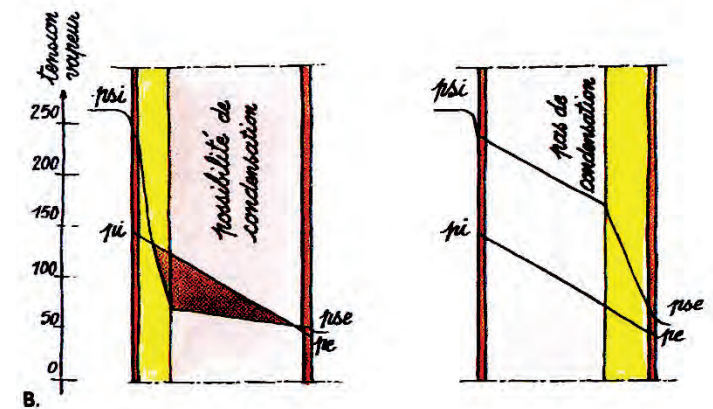
Les risques de condensation interne à la paroi sont également annulés pour autant que la migration de vapeur d'eau puisse se faire normalement de l'intérieur vers l'extérieur:

- soit par une isolation et une finition extérieure perméable à la vapeur d'eau,
- soit par une lame d'air ventilée entre l'isolant et la finition extérieure,
- soit dans le cas d'un revêtement extérieur imperméable à la vapeur, en plaçant un pare-vapeur sur la face intérieure du mur ou du côté chaud de l'isolant.

Cette solution est fortement déconseillée pour des raisons de difficulté de mise en œuvre et de durabilité.

Dans le cadre de rénovations, une vérification par le calcul des courbes de tension de vapeur (diffuse et saturante) à travers la paroi s'avère nécessaire.

L'utilisation du logiciel «WUFI» permet de réaliser ces calculs au cas par cas. (téléchargeable gratuitement)



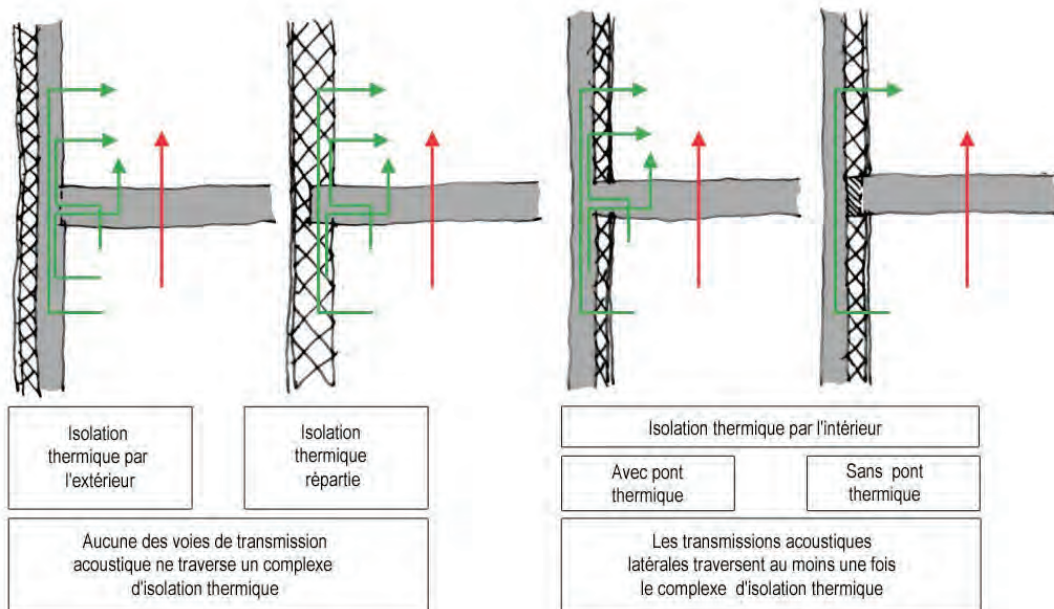


Acoustique

D'une manière générale, l'intervention sur l'enveloppe thermique et le renforcement de l'étanchéité à l'air du bâtiment tendent à augmenter les nuisances internes ressenties (par effet de diminution des nuisances extérieures).

Les interventions de traitement acoustique se situent plus particulièrement au niveau des sols et des plafonds, ou encore au droit des cloisons mitoyennes de séparation (entre logements par exemple).

Influence de la position de l'isolant



Transmissions acoustiques intérieures.

Influence du type d'isolant

Amélioration de l'affaiblissement acoustique (AR)	<ul style="list-style-type: none"> - Doublage thermo-acoustique (épaisseur du primitif $\geq 60\text{mm}$), à base de laine minérale ou de PSE élastifié, il aura un AR positif - Doublage thermique à base de mousse rigide (PSE, XPS, PU, ...), il aura un AR négatif 	
Isolement acoustique de façade	<ul style="list-style-type: none"> - Zone calme : L'ITI a peu d'impact - Zone bruyante : Si l'ITI est thermique uniquement il pourra avoir un impact négatif - Zone bruyante : Si l'ITI est thermo-acoustique il n'aura pas d'impact 	
Isolement acoustique intérieur	<p>Neuf :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les ITI thermo-acoustiques permettent de rendre négligeable les transmissions latérales de façade - Les ITI thermique renforcent les transmissions latérales de façade et rendront certaines solutions non réglementaires. 	
Isolement acoustique intérieur	<p>Rénovation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La pose d'un ITI thermique peut dégrader la situation existante - La pose d'un ITI thermo acoustique peut améliorer la situation existante 	

Source CSTB / Etamine



4.5 - BOUQUETS DE TRAVAUX COHÉRENTS



Baie bois à remplacer, ouvrant et dormant

Les travaux en rénovation sont souvent regroupés et décrits par « postes d'intervention », eux-mêmes répartis en différents domaines :

- L'enveloppe : la façade, les baies, la toiture, l'isolation des caves,...
- Les systèmes : le chauffage, la ventilation, l'eau chaude sanitaire, le rafraîchissement,...
- Les usages et l'exploitation : l'équilibrage, l'instrumentation, l'entretien,...

La pertinence d'une rénovation repose sur le traitement des interfaces entre ces différents postes, ainsi les problématiques suivantes sont fréquemment rencontrés :

Le couple «ITE/menuiserie» (enveloppe/enveloppe)

Le ravalement d'une façade par une technique d'isolation thermique extérieure constitue une solution efficace dans le traitement des ponts thermiques structurels (refends et dalles). Le traitement des ponts thermiques relatifs aux tableaux de baies revêt donc une importance particulière. Trois cas peuvent se présenter :

- Les menuiseries sont remplacées concomitamment au traitement de l'enveloppe, dans le plan de l'isolant,
- Pose d'un isolant en tableau sur baies conservées avec diminution de l'ouverture,
- Maintien de l'ouverture existante et prise en compte du pont thermique dans le bilan global.

Cf fiche 7.3 « BAIES ».



Contrainte administrative supplémentaire : le cas des copropriétés

La pose de l'Isolation Thermique Extérieure doit tenir compte du renouvellement ou du maintien de la menuiserie et chaque cas de figure doit avoir une réponse technique.

Les règlements de copropriété peuvent préciser à qui appartiennent les menuiseries, et le cas échéant laisser certains choix à la discrétion de chaque copropriétaire qui échappent donc à l'Assemblée Générale.

Dans le cas de certaines copropriétés très dégradées, le changement des baies à parfois été considéré comme relevant des parties collectives et pris en charge comme tel par l'Anah.

Une évolution des règlements dans cette direction semble logique et indispensable (continuité de l'enveloppe).

La loi Grenelle 2, votée par l'Assemblée Nationale le 12 juillet 2010, par son article 25, prévoit également d'**inclure les travaux d'intérêt commun dans les parties privatives des copropriétés ayant un chauffage collectif**. Cette disposition devrait permettre d'inclure les fenêtres et les systèmes d'occultations (persiennes, volets) comme travaux susceptibles de décisions collectives par l'assemblée générale des copropriétaires ; sauf dans le cas où le copropriétaire est en mesure de produire la preuve de la réalisation de travaux équivalents dans les dix dernières années précédentes.

L'article permet d'éviter un classement systématique des fenêtres au titre des parties communes ce qui poserait des difficultés majeures touchant au droit de la propriété, ainsi qu'à la prise en charge par la copropriété de l'entretien et de l'aspect intérieur. De manière générale, c'est l'ensemble du traitement d'une façade qui pourra ainsi être envisagé.





Le couple «Menuiseries/ventilation» (enveloppe/systèmes)

L'étanchéité à l'air d'un bâtiment à rénover est généralement médiocre et les nombreuses infiltrations d'air extérieur contribuent pour tout ou partie au renouvellement d'air hygiénique.

La grande majorité de ces infiltrations se trouvent sur les menuiseries d'époque ou au niveau de leur jonction avec le bâti.

Dans le cadre du changement des menuiseries, les infiltrations d'air seront donc réduites et, sans mesure compensatoire, le bâtiment risque de se retrouver fortement sous-ventilé, engendrant toutes les pathologies associées (air vicié, humidité, moisissures,...).

Le traitement de la ventilation est à réaliser en même temps que le remplacement des baies.

NB : Le même cas se présente lors de la mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur au niveau des entrées d'air de façades.



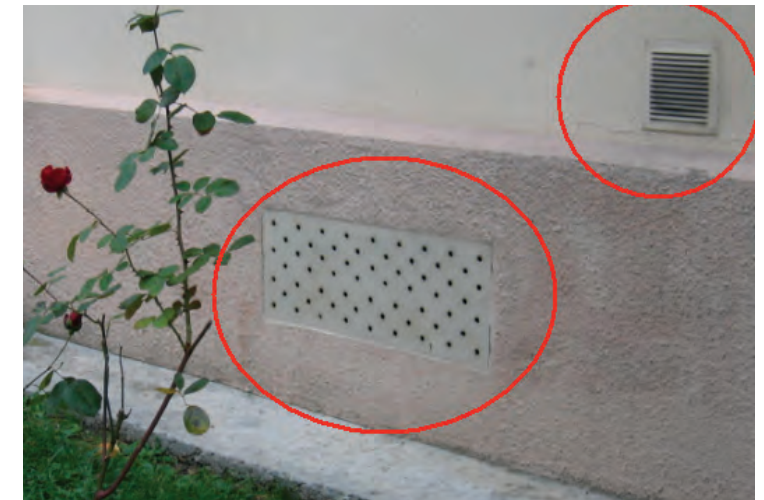
Entrée d'air «colmatée» au papier journal

Le triptyque indissociable

Dans la majorité des réhabilitations énergétiques lourdes il apparaît souvent pertinent de traiter ensemble les « postes d'interventions » suivants :

- Isolation des murs (intérieure, extérieure ou répartie),
- Changement des menuiseries (dépose ou conservation du dormant),
- Réfection de la ventilation

Cet exemple représente un bouquet de travaux cohérent couramment rencontré en réhabilitation, d'autres regroupements logiques émergent lors des études, en fonction des particularités de chaque opération (découplage chauffage /ECS).



Grilles de façade sur des bâtiments à ventilation naturelle type «shunt»



4.6 - PHASAGE SITE OCCUPÉ



L'intervention en site occupé est une contrainte récurrente dans les opérations de rénovation. Si idéalement tout maître d'ouvrage souhaiterait conserver l'activité ou l'occupation durant les travaux, le choix du phasage nécessaire s'avère déterminant dans un projet dès la programmation.

Avant toute décision, il est nécessaire d'examiner les coûts induits par le maintien de l'activité en place, les contraintes qui en découlent en termes de délais, de performance énergétique et les dégradations de la qualité d'usage.

Dans certains cas, il pourra s'avérer plus opportun de délocaliser l'activité, ou de vider complètement le bâtiment de ses occupants le temps des travaux en envisageant des solutions de repli provisoires.

Pour certaines typologies, notamment en logement, le site occupé demeure une réalité avec laquelle les intervenants doivent composer.

Les incidences sont multiples :

- Découpage de l'opération en plusieurs tranches (en phase PROGRAMME),
- Choix de systèmes ou de traitements différents (ITE ou ITI, ventilation Hygro B ou double flux) (en phase ETUDES),

- Aménagement et mode de mise en œuvre différents (échafaudages extérieurs, accès chantiers et accès occupants, phasage) (en phase TRAVAUX),
- Mise en route partielle des installations (en phase SUIVI).

Les surcoûts liés à une intervention en site occupé peuvent être importants, les contraintes et désagréments pour les usagers, même limités, sont inéluctables.

Les risques de mauvaise finition ou de défaut de mise en œuvre sont augmentés, en fonction de la segmentation de l'opération en de multiples interventions contraintes (dans le temps et l'espace).

La mission d'OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination) revêt une importance prépondérante sur ce type d'opération (peut être comprise dans la prestation d'une entreprise générale).

Un site peut aussi être maintenu en activité par zones en fonction du phasage des travaux (« opérations tiroir », une zone est libérée, rénovée puis mise en activité ce qui permet de libérer une autre zone pour les travaux) mais cela nécessite d'avoir dégagé auparavant un volume disponible suffisant pour organiser un roulement.

Rénovation en site occupé.
Livraisons quotidiennes maintenues pendant les travaux.
Siège social ALLP Lyon FLeurent-Valette Architectes



4.7 - RÉNOVATION/EXTENSION

La réhabilitation énergétique d'un bâtiment peut être menée de front avec la construction de parties neuves en extension. Cette création de surface supplémentaire constitue parfois le moyen d'équilibrer financièrement une opération. Les systèmes centraux communs (chaudières, centrales de traitement d'air, ballons ECS...) aux deux entités seront

hébergés prioritairement dans les parties neuves, qui peuvent intégrer plus facilement les contraintes spécifiques des réseaux. La recherche de niveaux de performances homogènes entre partie rénovée et partie neuve s'avère capitale pour la cohérence d'une telle opération.

4.8 - PASSAGE À DES SYSTÈMES COLLECTIFS

Dans le cadre d'une rénovation énergétique, les systèmes individuels de ventilation, chauffage, production d'ECS peuvent être mutualisés et transformés en systèmes collectifs. La centralisation des productions permet d'assurer un fonctionnement optimal en terme énergétique et présente des garanties de sécurité et de fiabilité (maintenance).

Le passage en système collectif entraîne généralement la nécessité de créer des **locaux dédiés** et de faire cheminer des nouveaux **réseaux de fluides**.

La mutualisation des systèmes doit être étudiée au regard des investissements afférents, de la durée de vie des équipements et de la simplicité d'usage.

Cf fiche «7.11 Retour d'expérience».



Locaux collectifs

Pour les locaux, il s'agit d'héberger les systèmes centraux : chaudières, sous-stations, Centrales de Traitement d'Air, ballons ECS... il est donc nécessaire, soit de trouver de la place à des endroits non utilisés (combles, toiture terrasse...), soit de réaffecter des endroits collectifs ou privés (communs, caves...), soit encore de créer une extension sur un parking, une parcelle de terrain...

Chacun de ces endroits présente des avantages mais aussi un certain nombre d'inconvénients dont il faut anticiper les conséquences :

- Caves : création de ventilations spécifiques, flocage coupe-feu,
- Extension neuve : réduction de place, limitation du Coefficient d'Occupation des Sols, contraintes liées aux PLU,
- Toiture terrasse : création de châssis, limitation de charges, accès maintenance, etc...



Rénovation - extension d'un Centre d'Information et d'Orientation. Lyon 08
Fleurent-Valette Architectes





Réseaux de distribution

Les réseaux à créer nécessitent de la place pour circuler à la fois verticalement et horizontalement. Si l'encombrement des réseaux liquides demeure restreint (tubes en acier ou cuivre calorifugés), les réseaux de ventilation consomment plus d'espace.

Dans le cas de logements, la réhabilitation énergétique tend à grouper les moyens de production tout en conservant un comptage individuel (chauffage ECS), garant financier de la contribution de chacun à une sobriété énergétique. Cela impose donc au concepteur une contrainte supplémentaire dans le cheminement de ses réseaux avec une prédominance nécessaire à la distribution primaire verticale.

Les marges de manœuvre sur ces points déterminants sont parfois minces et certaines options peuvent s'avérer irréalisables (passage en ventilation double flux centralisée par exemple..).

Autant que possible, l'implantation des systèmes et des gaines verticales en partie centrale recherchera une réduction des linéaires de réseaux ; cette limitation diminue les pertes de charge, le coût des calorifugeages, les risques de fuite et les charges de maintenance.



Création d'un réseau de ventilation double flux centralisé

Contraintes administratives

La réglementation incendie, les règlements de copropriété peuvent imposer des conditions particulières de passage dans les caves, dans les parties communes, ou encore entre deux types d'établissements.



Calorifuge déficient



RÉALISATION / TRAVAUX

Critères de sélection des entreprises

Plus encore qu'en travaux neufs, la rénovation exige de recourir à des entreprises performantes en terme de qualité de prestation mais aussi de capacité d'organisation, de souplesse, de réactivité.

Critères de sélection possibles à intégrer au Règlement de Consultation :

- Mémoire Technique et références
- Les labels :
 - Label Eco-artisan (CAPEB), qui cible les travaux des particuliers,
 - Label « Les Pro de la Performance Énergétique » (FFB),
 - La qualification professionnelle Qualibat ou Qualifelec, mention « économie d'énergie », ou mention « Offre globale de rénovation énergétique ».
- Notes méthodologiques: compréhension des enjeux, réelle conviction au delà de la déclaration d'intention ou de l'affichage.
- Fiches matériel, qualité des produits et des systèmes.

Les tâches décrites ci-dessous ne sont pas spécifiques à une rénovation énergétique ; elles relèvent du bon sens constructif commun et nous semblent essentielles à une réalisation de qualité.

Si ce déroulement est générique, la collaboration entre les intervenants doit par contre être renforcée.

5.1 - ASSISTANCE AUX CONTRATS DE TRAVAUX :

La sélection des entreprises s'organise selon les critères définis au règlement de consultation.

Le travail de définition et de hiérarchisation des critères est essentiel pour s'assurer d'une réalisation correspondant aux objectifs de performance.

Un quitus de visite des existants semble incontournable ; il permet

de s'assurer que l'entreprise a bien pris connaissance des lieux. Les « fiches matériels » permettent de s'assurer de la cohérence entre le type de produits prévus et les propositions effectuées par les candidats. C'est un moyen efficace pour juger de la qualité d'une offre et comparer des devis financièrement différents.

Le chantier demeure trop souvent la zone de cantonnement des entreprises, ne conservant que peu de relation avec les phases précédentes.

5.2 - DIRECTION DE L'EXÉCUTION DES TRAVAUX ET ORDONNANCEMENT, PILOTAGE ET COORDINATION:

Un suivi renforcé des entreprises est essentiel pour assurer un bon **niveau de performance**. La rigueur de mise en œuvre demandée passe par des actions de formation, notamment pour des techniques non courantes (joints et membranes d'étanchéité à l'air). Cette démarche pédagogique renforce l'implication des entreprises.

La bonne réalisation d'une opération, à fortiori en site occupé, repose sur la tenue des délais et une parfaite coordination dans la réalisation des ouvrages ; les phases critiques doivent être bien identifiées et anticipées, l'ensemble s'appuyant sur une organisation claire des limites entre corps d'état (constats, réception des supports).



La qualité des mises en œuvre est à contrôler systématiquement et exhaustivement (suivi régulier, visites en dehors des réunions de chantier, test d'étanchéité, mise en place de procédures d'auto-contrôle).

Les réglages de fonctionnement font partie intégrante de l'exécution des travaux (équilibrages, plage de fonctionnement

des auxiliaires, débit variable des pompes,...). Ces modes de fonctionnements sont décrits très précisément dans les cahiers des charges.

Faute d'attention de tous les intervenants (entreprises, maîtrise d'œuvre) lors de cette phase de réglages, des dérapages importants risquent d'apparaître et le diagnostic des dysfonctionnements ne sera pas aisé.

5.3 - ASSISTANCE AUX OPÉRATIONS DE RÉCEPTION

Avant de prononcer la levée de réserves, la parfaite réalisation de l'ensemble des tests, équilibrages et nettoyages (réseaux) est à contrôler ; ce point est fondamental pour le démarrage de l'exploitation.

Le transfert de responsabilité va de pair avec la formation aux systèmes techniques, c'est un passage de relais. Autant que possible, les réceptions sont à réaliser avec la présence des exploitants.

La garantie de parfait achèvement ne se substitue pas à la maintenance, c'est plutôt l'occasion d'assurer une **transmission dans la durée sur des systèmes de plus en plus complexes** (systèmes réversibles en saison chaude et froid, basculement,..).

Placard technique en logement pour réglage, équilibrage et comptage des consommations.



SUIVI / EXPLOITATION



6.1 - LE COMPTAGE

Une rénovation énergétique ambitieuse prévoit généralement un minimum de 40% à 50% d'économies d'énergies et jusqu'à 70%, 80%.

Une fois les travaux réalisés, les gains réels sur les postes clés (chauffage, ECS, électricité des communs) sont à quantifier précisément. Une simple analyse des factures énergétiques après travaux n'est pas suffisante et priverait d'un potentiel d'optimisation important. Pour ce faire, le concepteur de la rénovation prendra soin d'intégrer à ses prescriptions la mise en œuvre de postes de comptages et sous-comptage.

D'autre part, les contrats de travaux et de maîtrise d'œuvre évoluent et tendent à inclure une mission d'analyse des performances, voire dans certains cas une obligation de niveau de performance à atteindre (Contrats de Performance Energetique).

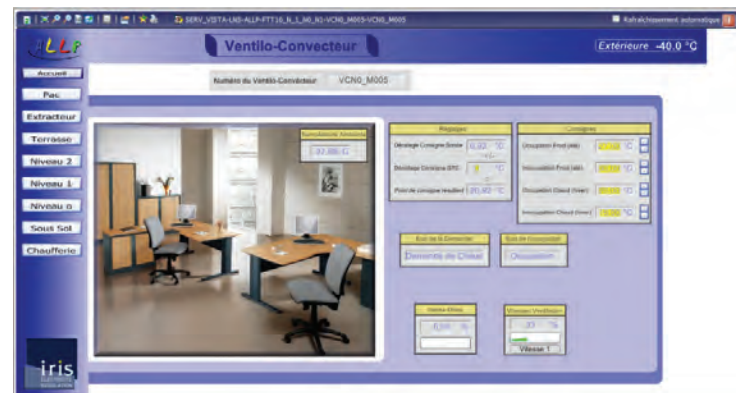
Dans ce cadre, une analyse précise des différentes consommations par usages est essentielle.

Enfin, la possibilité pour les bailleurs sociaux de partager avec leurs locataires l'effort d'investissement pour limiter l'augmentation des charges énergétiques (« 3e ligne quittance ») nécessite un comptage précis et individualisé.

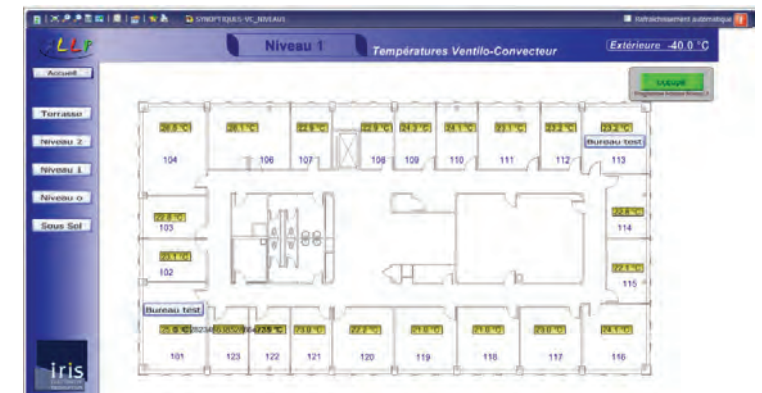
L'instrumentation met aussi à jour les éventuels décalages entre niveaux de performance et coût réels, en enregistrant les dérives d'usages.

En phase d'études, le travail préparatoire élabore l'instrumentation la plus judicieuse : quels comptages de quels usages ?

Le choix des appareils est vaste : depuis le simple compteur d'eau jusqu'à l'armoire de chaufferie complètement automatisée en mesure et acquisition de données, raccordée au réseau.



Onglet **Bureau**



Onglet **Etage**

Logiciel de suivi du confort et de gestion des installations de chauffage, rafraîchissement et ventilation *Locaux ALLP*



Nous invitons le concepteur à mettre en relation l'enjeu et les moyens. L'installation d'une GTC sur un site de 300 m² peut s'avérer contre-productive au global alors qu'une mesure de débit de gaz général pour un hôpital pourra paraître bien insuffisante.

L'instrumentation d'un site permet souvent de détecter des dysfonctionnements sur des installations pourtant correctement conçues mais dont la mise en œuvre réelle est soit mal paramétrée soit incompatible avec certains organes d'origine non remplacés.

La recherche des causes se poursuit par des bilans énergétiques par usage, comparés systématiquement aux valeurs d'objectifs.

Pour exemple, l'instrumentation doit permettre :

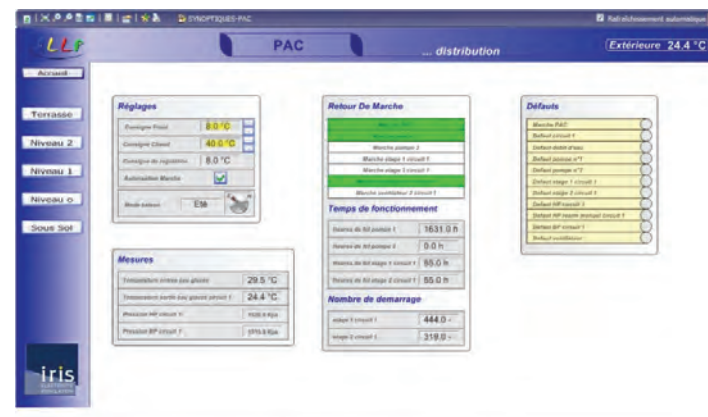
- Le comptage par usage thermique différencié : chauffage, ECS,

- Le comptage par usage électrique différencié : ventilation, éclairage, chaufferie...
- Le suivi des températures de chauffage, du fonctionnement des équipements de production d'énergie et de ventilation...

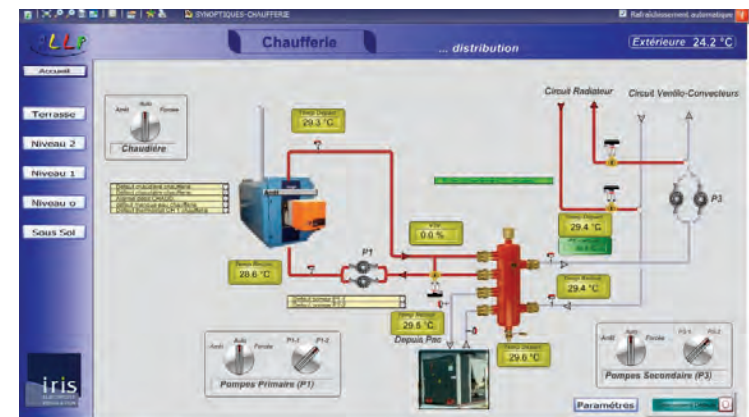
Les données collectées sont stockées et traitées de manière à pouvoir enregistrer :

- Le suivi des équipements en temps réel avec les principaux paramètres de fonctionnement et l'état des réglage des équipements (chaudière, VMC, installations solaires...).
- Les bilans énergétiques annuels.

Les offres de systèmes d'acquisition et d'affichage de données demeurent encore peu disponibles sur le marché. Les produits à venir en cours devraient développer la concurrence et abaisser les coûts vers des niveaux plus raisonnables.



Onglet **Pompe A Chaleur (P.A.C)**



Onglet **Chaufferie**

Logiciel de comptage, de suivi du confort et de gestion des installations de chauffage, rafraîchissement et ventilation Locaux ALLP



6.2 - LE SUIVI

À la livraison du bâtiment commence la dernière étape de la réhabilitation énergétique pour le maître d'ouvrage : le suivi des performances réelles en terme de confort et de consommations énergétiques.

C'est une phase indispensable pour assurer l'optimisation et le réglage des installations.

Le suivi comporte systématiquement une analyse comparative basée sur l'état initial non rénové. Nous rappelons à cet effet **l'importance de l'audit énergétique préalable qui aura précisé la consommation d'origine ainsi que les qualités et défauts du site d'origine en terme de confort.**

Après réhabilitation ces niveaux de confort ne doivent pas être dégradés. Si tel est le cas, la cause est à déterminer précisément ; par exemple certaines modifications d'usage ont pu être programmées durant la conception sans que ces consignes ne soient transmises aux utilisateurs. Les comportements prévus ne correspondent pas systématiquement au fonctionnement observé.

les Fiches « 7.10 - ALLP », « 7.11 - Vendôme », « 7.12 – Henri Wallon » présentent des bilans de fonctionnement.



6.3 - L'EXPLOITATION

Le contrat d'exploitation est à rédiger ou modifier en fonction de l'évolution des installations à maintenir.

Ces contrats peuvent comporter un volet « intéressement financier » pour l'exploitant en fonction des performances énergétiques réelles. C'est un bon moyen d'assurer des installations correctement régulées, à la condition que ces

installations soient transmises à l'exploitant parfaitement programmées, vérifiées et réceptionnées.

Pour la rédaction des contrats d'exploitation (ou de l'appel d'offre), nous conseillons vivement de faire appel à des bureaux d'études spécialisés dans la rédaction de ces documents et indépendants des entreprises d'exploitation.



CONCLUSION



Nous avons souhaité faire de ce guide un outil opérationnel et pédagogique à l'attention des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises (travaux, exploitation) ; nous espérons que ce document permettra d'aider à la réalisation d'**opérations de rénovation** dans une démarche de **maîtrise de l'énergie** et de **qualité architecturale et environnementale**.

En effet, si **la performance énergétique** constitue bien le fondement de ce document, **elle ne peut être isolée d'une réflexion plus globale sur l'urbanisme, les modes de vie, les confort et les impacts sanitaires de choix de matériaux ou de procédés...**

La réussite d'une opération dépend d'une **optimisation** de nombreux paramètres cohérents et d'un **juste équilibre** entre **le travail sur l'enveloppe, le choix des systèmes énergétiques, et l'exploitation du bâtiment.**

Une telle cohérence ne peut être atteinte que par une approche transversale de la fonction d'usage dans une optique de rénovation radicale.

Ces opérations demandent une **implication importante de la part des équipes de concepteurs**, et une expérience éprouvée des techniques particulières d'application de la basse consommation en rénovation. A cette condition, les surcoûts économiques peuvent être maîtrisés et les éléments de confort améliorés. A défaut, les risques de dérapage, tant économiques que techniques sont potentiellement élevés.

Notre sensibilité de « maître de l'œuvre » nous amène à proposer une telle démarche, avec cette dichotomie constante entre la cohérence globale et la particularité technique, **dans une volonté affirmée de concertation et de co-conception avec tous les intervenants d'un projet** (utilisateurs, gestionnaires, maîtrise d'œuvre, bureaux de contrôle).

Les dernières opérations réalisées tendent à prouver que les niveaux de performance énergétique atteints en rénovation peuvent être équivalents voire meilleurs que les exigences actuelles pour des constructions neuves. Il nous est arrivé de parvenir en réhabilitation à diviser par huit la consommation d'énergie primaire, ce qui prouve qu'une démarche bien menée permet les objectifs les plus ambitieux.

Logement à rénover en RDC sur rue.



Nos expériences les plus récentes en matière de rénovation, nous ont permis d'aborder la problématique des bâtiments à très faibles déperditions.

Cependant, l'abaissement drastique des consommations d'énergie primaire dans les bâtiments neufs ou rénovés ces cinq dernières années, ne s'est pas accompagné, contre toute attente, d'une simplification des systèmes.

Il s'avère que ces derniers (chauffage, ECS et ventilation) demeurent malgré tout importants en termes de complexité et de coût.

En définitive, nous souhaitons orienter la réflexion vers des **solutions bio-climatiques** basées sur le sens premier du mot

« passif » (« Qui n'agit pas ») et ainsi :

- **simplifier les systèmes** de production d'énergie au maximum,
- **réduire les coûts** d'installation de ces systèmes et utiliser les économies réalisées dans des dispositions « passives »,
- **valoriser** les énergies renouvelables (exemple du recours au solaire photovoltaïque ou thermique),
- **simplifier techniquement** la maintenance et ainsi diminuer les coûts induits.

BedZED : Beddington Zero (fossil) Energy Development 2001
Maître d'œuvre : Bill Dunster, Architects www.zedfactory.com
et le Groupe ARUP



7.1 Fiche thématique : Règlementation Urbanisme

BONUS DE SURFACE ET DE HAUTEUR

Pour le logement, il existe un outil réglementaire à disposition des communes: la loi MOLE, ou loi de relance pour le logement social, de mars 2009.

Logement social

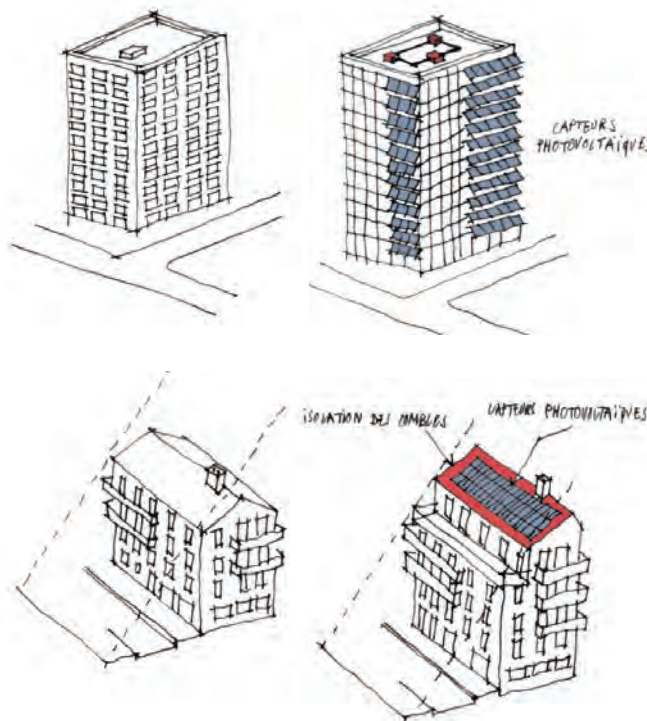
Ce dispositif législatif permet aux communes d'accorder une majoration (gabarit, hauteur, COS) jusqu'à 50% pour des opérations de logement social. Une délibération du conseil municipal est nécessaire, après affichage public du projet de délibération pendant 1 mois.

Art L 127-1

Autres bâtiments à usage d'habitation :

Les dispositions sont identiques, à hauteur de 20% pour tous les autres bâtiments à usage d'habitation.

Art L 123-1-1



Plus globalement, les modifications du Grenelle 2 permettent d'assouplir certaines contraintes voire d'en créer en matière de performance énergétique dans les PLU (Orientation d'Aménagement et de Programmation).

CODE DE L'URBANISME Art.L. 127-1 :

Le conseil municipal ou l'organe délibérant de l'établissement public de coopération intercommunale compétent en matière de plan local d'urbanisme peut, par délibération motivée, sous réserve de ne pas porter atteinte à l'économie générale du plan d'occupation des sols ou du projet d'aménagement et de développement durable du plan local d'urbanisme, délimiter des secteurs à l'intérieur desquels la réalisation de programmes de logements comportant des logements locatifs sociaux au sens de l'article L. 302-5 du code de la construction et de l'habitation bénéficie d'une majoration du volume constructible tel qu'il résulte du coefficient d'occupation des sols ou des règles relatives au gabarit, à la hauteur et à l'emprise au sol. La délibération fixe, pour chaque secteur, cette majoration, qui ne peut excéder 50 %. Pour chaque opération, elle ne peut être supérieure au rapport entre le nombre de logements locatifs sociaux et le nombre total des logements de l'opération. LOI n° 2009-323 du 25 mars 2009 de mobilisation pour le logement et la lutte contre l'exclusion.

BONUS DE COS

BATIMENTS D'HABITATION EXISTANTS

L'article R111-21 du code de la construction et de l'habitation, complété par les articles L128-1 et L128-2 du code de l'urbanisme, autorisent les communes à intégrer une bonification du COS jusqu'à 30% (sauf cas particuliers).

A la différence du dispositif précédent, une simple décision du conseil municipal rend applicable cette bonification pour les bâtiments à hautes performances énergétiques, ou d'équipements

performants de production d'énergie renouvelable, ou de récupération.

L'arrêté du 03 mai 2007 définit les critères de la haute performance énergétique.

Il est à noter que plusieurs communes ou communautés de communes intègrent d'ores et déjà des bonifications de hauteur dans leur documents d'urbanisme, comme mesure complémentaire à la bonification de COS pour la performance énergétique; cette démarche est décrite dans le guide réalisé par l'Arene et l'Ademe:

« Construction durable et bonus de COS ». janvier 2008.



7.1 Fiche thématique : Règlementation Urbanisme

SUREPAISSEUR D'UNE FACADE en ITE (Isolation Thermique Extérieure)

Type 1 en RdC sur domaine public

Les PLU (Plans Locaux d'Urbanisme) limitent généralement la possibilité d'une sur-épaisseur de l'ITE (Isolation Thermique Extérieure) en rez-de-chaussée des façades situées en bordure d'espace public (*voir Extrait du PLU du Grand Lyon*).

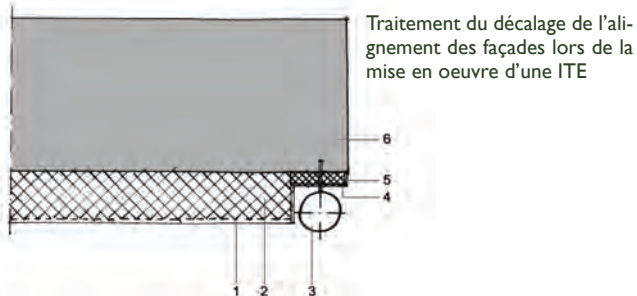
Solutions possibles :

- 1/ Modification du PLU,
- 2/ Bande de terrain cédée par la commune dans certains cas,
- 3/ Grenelle 2 permettant de déroger à la règle (Loi du 3 août 2009, en attente des décrets d'application).

Dans tout les cas, une consultation avec les services d'urbanisme doit être engagée préalablement à la dépose des demandes administratives (DP, PC), afin de présenter les enjeux et incidences de l'opération et de convenir des interventions possibles.

Type 2 en mitoyenneté

La même difficulté d'isolation par l'extérieur se pose en cas d'intervention sur une façade en limite de propriété ; dans cette configuration, il convient alors



de rechercher un accord avec le voisinage.

Type 3 en respect d'alignement

Le décalage d'alignement des façades doit être pris en compte dans les dossiers de déclaration ou permis de construire.

Les descentes d'eaux pluviales peuvent permettre une transition entre les différentes façades.

Les points 1 et 2 concernent les bâtiments neufs et peuvent également s'appliquer aux interventions sur l'existant (modifications importantes, extensions, changement de destination).

Le point 3 traite de la problématique de l'Isolation Thermique Extérieure, dans le cadre du droit commun réglementaire (hors zones de protections spécifiques).

De nombreuses communes engagent aujourd'hui une réflexion pour intégrer ces préoccupations dans leur documents d'urbanisme (PLU ou règlement de voirie).



EXTRAIT du PLU du Grand Lyon, Zone UB

ARTICLE 6

6.1 Règle générale

Les constructions doivent s'implanter en limite de référence.

ARTICLE 11

11.2.1 Saillies horizontales en façade sur rue

Les dispositions suivantes sur les saillies en façade sur rue s'appliquent, outre les dispositions plus restrictives pouvant figurer au règlement de voirie communautaire.

Elles concernent les façades édifiées le long des voies telles que visées à l'article 6.

En cas de marge de recul imposée dans les documents graphiques, celle-ci se substitue à la limite de la voie.

D'une façon générale, tout débord de façade en saillie sur le domaine public ne peut être situé en-dessous de 4,30 mètres de hauteur (à l'exception des vitrines et terrasses des commerces en rez-de-chaussée et des éléments décoratifs dont la saillie est inférieure à 16 centimètres de profondeur).

Dans tous les cas, indépendamment des dispositions ci-après, la répartition des saillies, leur regroupement ou leur limitation peut être imposé si le caractère des constructions avoisinantes le justifie, y compris les vitrines et terrasses des commerces en rez-de-chaussée.



7.2 Fiche thématique : Isolation par l'extérieur (ITE)

Présentation générale

La notion d'amélioration thermique des bâtiments s'accompagne très souvent d'un débat sur le choix du système d'isolation des murs. Isolation par l'intérieur, isolation répartie ou médiane, isolation par l'extérieur, les techniques de mise en œuvre sont nombreuses mais convergent toutes vers une diminution des besoins en énergie en réduisant les pertes de chaleur.

Le développement de l'ITE tient en grande partie aux simplifications apportées ces dernières années aux méthodes de pose mais surtout à l'optimisation de l'enveloppe du bâti en traitant le plus grand nombre de ponts thermiques. L'image fréquemment véhiculée est celle du « manteau » qui vient habiller le bâtiment. Bien que cette comparaison soit séduisante, elle apparaît moins pertinente dans le cadre plus délicat de rénovation du bâti ancien.

Tous les bâtiments ne se prêtent pas à l'ITE car cette dernière modifie grandement l'aspect général et proportions des façades. De même, les bâtiments anciens présentent généralement de façades dotées d'une riche modénature ce qui représente autant de reliefs à traiter, et donc de difficultés, voire d'obstacles, à la bonne mise en application de l'ITE. Une contradiction s'installe donc entre les performances énergétiques reconnues de l'ITE et l'expression des façades des bâtiments anciens. Exempter les bâtiments à l'architecture remarquable d'une ITE revient à les priver en quelque sorte d'une réduction considérable de leur consommation d'énergie mais inversement, son utilisation à profusion en mettant simplement en

avant l'aspect de « modernisation des façades », ne constitue pas une justification suffisante.

Sans revenir à la mise en œuvre d'une isolation « classique », des techniques d'isolation en accord avec les valeurs architecturales du bâtiment existant sont **à développer et à explorer** : enduits isolants (à base de végétaux ou minéraux), ITE partielle (interventions uniquement sur pignons, allèges de fenêtres), isolation spécifique des éléments de modénatures (corniches, moulures, frontons, etc.).



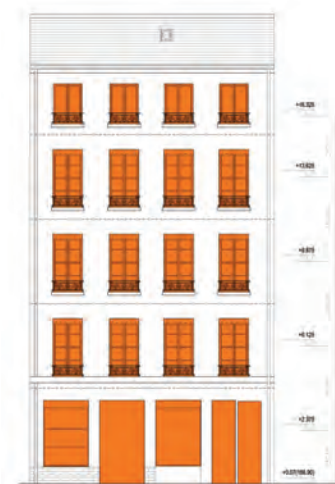
Conception d'une ITE en façade

Méthodologie et outils de conception

Cadre réglementaire :

L'ITE est un matériau de façade. Elle constitue donc une enveloppe fragile en prise directe avec les sollicitations extérieures : aléas climatiques, chocs thermiques, impacts. De la même manière, une enveloppe doit également répondre à des sollicitations d'ordre esthétique : harmonie de façades, proportion plein/vide, aspect patrimonial, entente avec l'environnement architectural proche, etc.

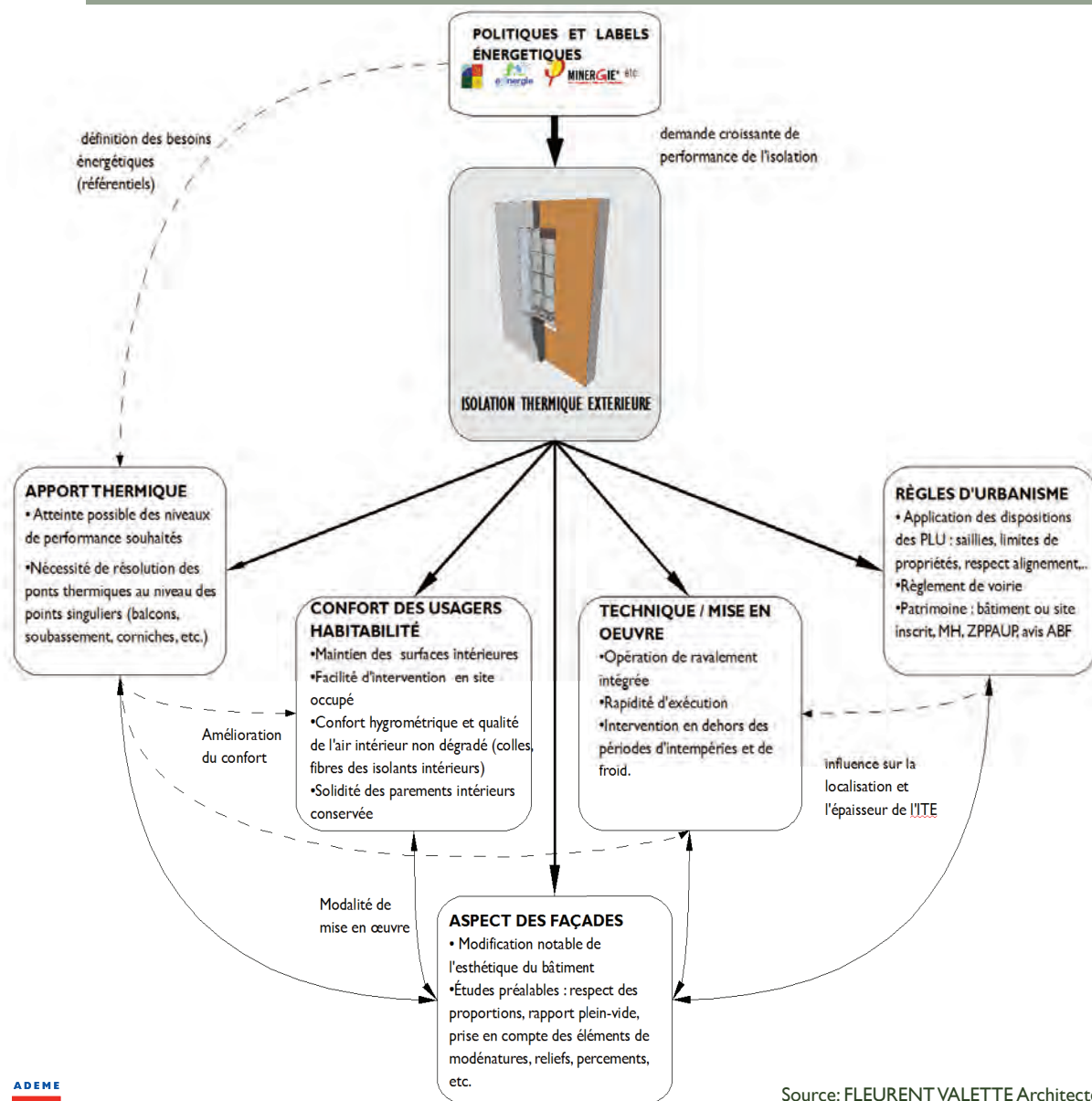
En conséquence, l'ITE s'accompagne d'un cadre réglementaire dense, parfois contraignant.





7.2 Fiche thématique : Isolation par l'extérieur (ITE)

Les points particuliers de l'ITE dans le cadre de la rénovation énergétique



Source: FLEURENT VALETTE Architectes

EXTRAIT CCTP

Isolation thermique extérieure des façades

Isolation thermique par laine minérale - finition par enduit minéral.

Ouvrage sous avis technique comprenant :

- traitement des fissures infiltrantes de plus de 10/10ème par pontage et traitement des joints dégradés ; l'entreprise s'assurera que la façade est parfaitement étanche à l'air avant mise en œuvre de l'isolant.

- fourniture et pose des systèmes de fixations mécaniques : chevilles expansives adaptées à la nature du support. (Dimensions et nombre suivant préconisations du fabricant et avis techniques).
- fourniture et pose de l'isolant en panneaux de laine de roche, $R = 4.7 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$. L'entreprise pourra proposer un panneau en polystyrène graphité en conservant cette valeur d'isolation et en prenant en compte les règles de mise en œuvre concernant l'exposition aux UV notamment.
- fourniture et pose du treillis d'armature en fibre de verre à mailles carrées traité contre l'action des alcalis.

- fourniture et pose d'un enduit de base en dispersion aqueuse, à base de ciment CEM I 42,5 R, de terpolymère vinyle acétate, de sables calcaires et siliceux, de fibres polypropylène et d'adjuvants spécifiques.

- minéral et à gâcher sur place (produit prêt à l'emploi à proscrire).

- baguettes d'angle en cornières aluminium perforé 25 x 25 mm.

- produit d'impression à base minérale en dispersion aqueuse.

- fourniture et pose du revêtement de finition taloché, à base de copolymère acrylique en dispersion aqueuse, de charges calcaires et siliceuses, de fibres, de pigments et d'adjuvants spécifiques - teinte au choix de l'Architecte dans la gamme admise par l'Avis Technique,

- fourniture et pose des profilés de départ, baguette d'angle, bavette, d'arrêt, de renfort en alliage d'aluminium laqué, les arêtes entre les habillages des baies et la partie courante de l'isolation seront traitées par un profilé en aluminium laqué,

- fourniture et pose de profilés métalliques en aluminium laqué pour protection en parties haute et latérales du traitement d'isolation.

- traitement des joints de dilatation par des profilés spécifiques avec soufflet.

- calfeutrement à l'aide de mastic acrylique 1ère catégorie (label SNJF) ou mastic polyuréthane élastomère 1ère catégorie (label SNJF) des liaisons avec le gros œuvre, des baies, des liaisons avec tout objet traversant l'isolant tel que garde-corps, de descentes d'eaux pluviales, gonds, etc.

Mise en œuvre :

Elle sera exécutée conformément aux prescriptions de l'Avis Technique du procédé, à celles du fabricant, aux plans de façades et de détails de l'Architecte, aux observations du Bureau de contrôle et aux règles de l'art et à l'expérience acquise par l'entreprise.

Elle comprendra notamment :

- le traitement des arrêts verticaux : par profilé d'arrêt latéral perforé avec retournement de l'armature et de la finition sur le chant du profilé

- compris joint d'étanchéité (type acrylique 1ère catégorie ou polyuréthane) sur la verticalité de liaison entre le mur support et le profilé.

- le traitement des décaissés ponctuels ou linéaires de la façade créés par les irrégularités originelles de celles-ci. L'entreprise proposera un système permettant de gérer ces irrégularités tout en conservant une valeur minimale de résistance thermique de la paroi telle que définie ci dessus.

- sujétions de polychromie au choix de l'Architecte,



7.3 Fiche thématique : Baies

LA FENÊTRE : PRINCIPE GENERAL

La fenêtre, entendue comme le couple formé par la baie et sa menuiserie, constitue un point-clé dans tout projet de réhabilitation : on a pu observer en effet l'importance prise par les fenêtres dans la perception des façades, due à l'absence d'éléments décoratifs sur les murs pleins. La fenêtre permet l'amenée de lumière naturelle vers l'intérieur; et projette une vue vers l'extérieur.

Selon les différents types d'intervention envisagés sur l'enveloppe (ITE, enduit minéral isolant, simple ravalement), l'articulation entre revêtement et menuiseries sera déterminant, d'un point de vue thermique comme sur le plan architectural.

Le point essentiel sur lequel les concepteurs auront à concentrer leurs efforts, est le respect des proportions et dimensions des ouvertures : triple dimension, à savoir hauteur, largeur et profondeur. Cette question se trouve renforcée lorsque la proportion générale des baies propose des ouvertures étroites.

CONCEPTION

La dimension et la proportion de la baie, le rapport pleins et vides instaure la relation entre la façade et la fenêtre.

La composition des huisseries, (simple ou double), les matériaux utilisés, la nature des vitrages, la quincaillerie, les garde-corps, lambrequins et occultations; tous ces éléments participent à la perception de la modénature d'une baie.

Préconisations

En fonction des exigences architecturales, les solutions techniques dépendent des caractéristiques retenues pour la rénovation :

La solution optimale réside dans un juste compromis entre :

- La position de la menuiserie par rapport au nu extérieur du mur;
- Le traitement du pont thermique et l'incidence sur la surface vitrée.

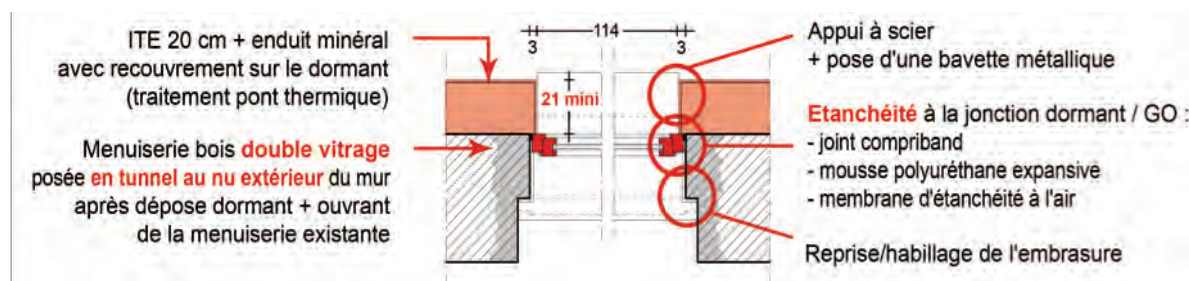
LES MENUISERIES

Dépose complète des menuiseries

Quel que soit le scénario de travaux envisagé, on optera généralement pour la dépose intégrale des ouvrants + dormants, pour des raisons d'ordre à la fois technique, thermique et architectural :

- Les dormants d'origine, sont souvent en mauvais état,
- afin de gérer la jonction menuiserie / gros oeuvre de façon appropriée (étanchéité à l'air),
- pour retrouver un dessin de menuiserie cohérent (éviter une sur-largeur des montants périphériques).

Changement des menuiseries + ITE 20 cm



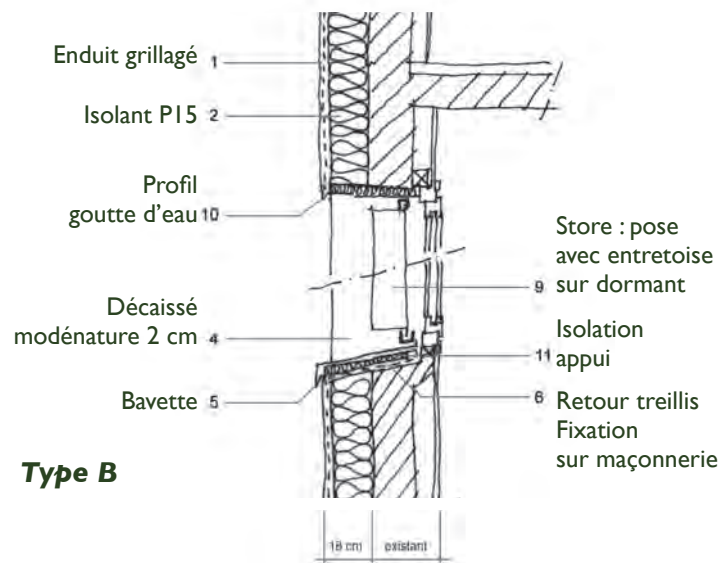
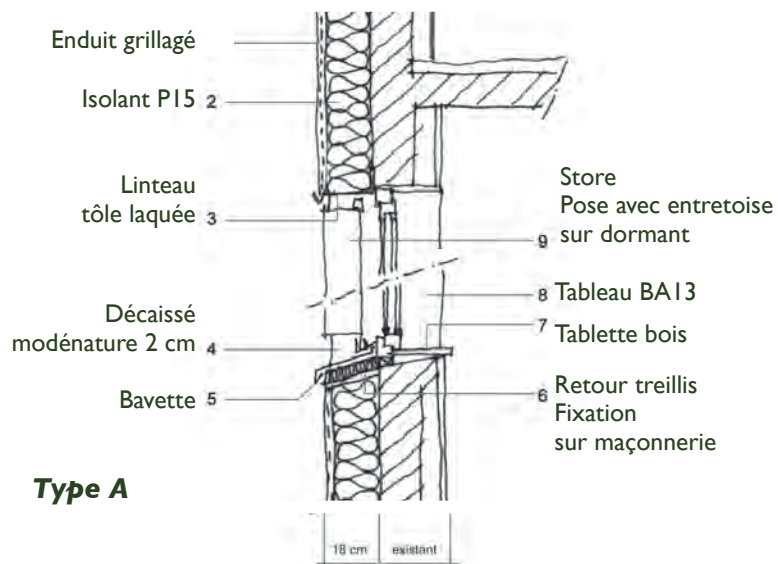
DISPOSITIONS TECHNIQUES

- Dépose ou traitement des existants,
- Séparation des prestations par lots (dépose et repose), reprise des tableaux,
- Définition précise du mode de pose,
- Ajustement dans les percements existants (précadres,...),
- traitement de l'étanchéité (membranes, joints comprimés imprégnés classe I, mousses de complément thermique),
- Nature du vitrage (clair, feuilleté, facteur solaire, double ou triple).



7.3 Fiche thématique : Baies

Exemple de traitement ITE / BAIES en copropriété avec baie changée (A) et baie existante conservée (B)



Source:TEKHNE Architectes

Stratégie de changement des menuiseries

En cas d'ITE, les travaux de remplacement des menuiseries sont indissociables des travaux d'isolation des façades ; ils doivent être détaillés conjointement au niveau des études et réalisés ensemble dans la mesure du possible.

Dans les autres cas, il peut être envisagé de dissocier travaux de façades et travaux de menuiseries. Un remplacement partiel est possible dans le cadre d'une intervention par phases :

- première intervention avec rénovation des enduits et changement des baies les plus abimées.
- intervention(s) ultérieure(s) permettant à terme le remplacement total des menuiseries, afin d'obtenir le niveau de performance thermique visé. Avant d'opter pour une telle mesure, il convient d'en évaluer les incidences techniques (détail de mise en oeuvre à la jonction enduit/menuiserie, occultations à intégrer) et thermiques (besoins en chauffage non optimisés durant la période transitoire) et leur compatibilité avec un objectif qualitatif maximum à terme.



Extrait de CCTP baies triple vitrage avec traitement de l'étanchéité

Menuiseries en bois

• Matériau :

Bois à peindre, traité insecticide, fongicide et hydrofuge (PV à fournir). L'entreprise proposera une description claire du matériau proposé (dans la masse ou lamellé) pour répondre à toutes les exigences définies ci-dessous.

• Pièce d'appui :

Largeur suffisante pour recouvrir le reingot béton, avec gorge de récupération et d'évacuation des eaux. L'entreprise titulaire du lot « isolation par l'extérieur – façade » a à sa charge l'habillage des tableaux, linteaux et appuis de baie. Ces habillages viendront contre la menuiserie pour assurer une parfaite étanchéité, y compris toutes sujétions de raccords.

Les habillages intérieurs sont prévus au lot « menuiseries intérieures ».

• Dormant :

Sans fourrure pour doublage isolant extérieur; cf. remarque ci dessus.

La menuiserie sera posée en applique dans un précadre en acier galvanisé fixé sur la maçonnerie existante, lui-même en applique sur la façade extérieure, suivant plan de détail de l'architecte. Le coût des menuiseries proposé par l'entreprise prendra en compte ce précadre métallique.

Y compris joints de classe I imprégné entre le précadre et la maçonnerie, et le précadre et la menuiserie.

L'entreprise prévoira un complément d'isolation intérieure entre le précadre et la maçonnerie ainsi que la mise en oeuvre d'une membrane d'étanchéité intérieure, suivant le plan de détail de l'architecte.

Les menuiseries auront un classement A*2 E*4 V*A2 suivant la norme NF DP 20-201.

Etanchéité : par joint incompressible entre précadre et maçonnerie et entre précadre et dormant.

• Ouvrant : oscilo-battant

L'ouvrant sera constitué de profils à recouvrement avec feuillure auto drainante et pareclozes pour vitrage isolant.

L'étanchéité des ouvrants sera assurée par des joints à lèvres avec protection pelable.

Ferrage : fiches ou paumelles en acier bichromaté, fermeture par crémone à 3 points avec poignée aluminium oxydé et gaches métalliques, équerres métalliques de fixation

• Isolation thermique

Les menuiseries auront un Uglobal (Uw) inférieur ou égal à 1,1 m².K/W, elles seront équipées de triple vitrage

• Vitrage

Le facteur solaire des menuiseries sera de 0,52. Les vitrages respecteront les couleurs naturelles (Ra,D 96%).

L'entreprise proposera un descriptif précis des vitrages mis en oeuvre avec une note sur la gestion des différentes contraintes appliquées à celles-ci (ensoleillement, des chocs thermiques subits par le vitrage,...).



7.4 Fiche thématique : Toitures terrasses

La toiture terrasse constitue un mode de couverture à faible pente ou à pente nulle. Ce principe constructif a beaucoup été mis en oeuvre dans l'habitat collectif, le tertiaire et les équipements bien qu'on le retrouve aussi sur certaines constructions d'habitat individuel.

Une toiture terrasse est constituée d'un élément porteur horizontal, ou à faible pente, (dalle béton, bardages métalliques, planchers bois, planchers mixtes bois béton, planchers collaborants, panneaux sandwich,...).

Cette structure est recouverte d'une couche d'étanchéité permettant d'assurer la protection aux intempéries. Une épaisseur d'isolant est disposée entre l'élément porteur et l'étanchéité (toitures chaudes), au-dessus (toitures inversées) ou encore en sous-face intérieure (toitures froides). Une protection est généralement mise en place sur l'étanchéité, selon la nature de la toiture terrasse (accessible ou inaccessible).

De par sa position particulière en couverture de l'enveloppe isolée et sa surface maximale d'exposition, les déperditions thermiques sont naturellement importantes sur une toiture terrasse; l'isolation de cette partie doit donc être traitée soigneusement.

Prestations et limites

- Les couvertines sur acrotères devront être dimensionnées en largeur en coordination avec le lot façade (selon épaisseur ITE),
- Les raccords de bavettes et solin sont à coordonner avec le lot menuiseries extérieures.



Suivi chantier

Bien veiller au nettoyage des gravillons lorsqu'ils sont maintenus en place.

Assurer l'isolation des relevés sur les sorties et édicules existants.

Continuité de l'isolation sous les équipements disposés en toiture.

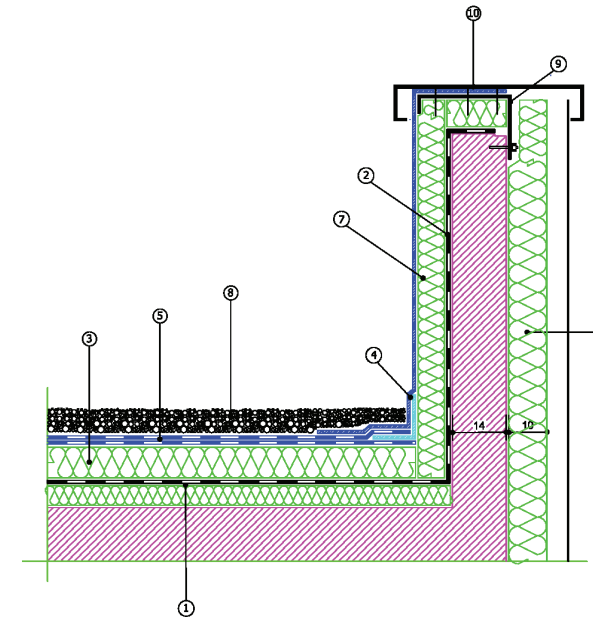
Performance énergétique

Exigence minimale:

$R \geq 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
équivalent 12 cm de PU
(mousse polyuréthane $\rho = 0,024$)

Préconisation:

$R \geq 8,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
équivalent 2x10 cm de PU



détail 1 : Relevés sur acrotères isolés

Protection d'étanchéité par gravillons de réemploi - EP = 5cm

Les dispositifs de protection d'étanchéité ont pour but de contribuer à préserver le revêtement :

- des actions des agents atmosphériques susceptibles d'en altérer les qualités (UV par exemple), et des effets de variations de températures,
- des dégradations provenant des sollicitations mécaniques.



7.4 Fiche thématique : Toitures terrasses

L'étanchéité

Un diagnostic approfondi de l'état de l'étanchéité existante doit être réalisé préalablement à toute étude.

Si l'étanchéité existante peut être conservée, deux solutions peuvent s'avérer intéressantes :

1- Toiture inversée

Solution très performante, ne peut être mise en œuvre que sur une étanchéité existante en parfait état (les conditions d'accessibilité et d'usage de la toiture doivent cependant bien être pris en compte).

2- Ajout d'un isolant et d'une nouvelle étanchéité sur le complexe existant.

Cette solution économique permet de conserver les isolants déjà en place lorsqu'ils existent, l'étanchéité initiale jouant le rôle de pare-vapeur. La couche de protection (type gravillon) peut être conservée en place, lavée et remaniée puis complétée si nécessaire.

Si l'état initial nécessite trop de reprises, une dépose complète doit être envisagée. Il pourra alors s'avérer intéressant dans l'économie de l'opération d'étudier des solutions mixtes permettant d'assurer une double fonction (par exemple membranes + solaire amorphe).

DESCRIPTION

Les isolants les plus courants peuvent être de nature minérale ou synthétique.

Origine minérale: laine de roche, verre cellulaire, perlite expansée,...

Origine synthétique: polyuréthane, mousse phénolique, polystyrène expansé et extrudé,...

Les acrotères

En fonction de la nature de la construction et du traitement envisagé en façades (ITE ou isolation par l'intérieur), le suivi des ponts thermiques autour des acrotères devra être particulièrement soigné.

DONNEES ECONOMIQUES INDICATIVES valeur 2009

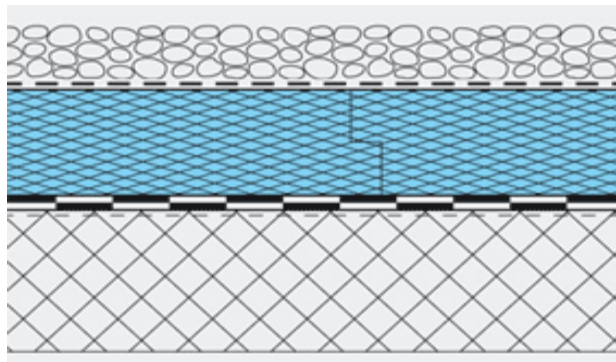
• Etanchéité et isolation en surface courante pour une épaisseur d'environ 12 cm ($R \geq 5 \text{ m}^2 \cdot \text{°K/W}$)
environ 50 €/m²

• Etanchéité et isolation des relevés (Ht 90cm) ($R \geq 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$)
environ 65 €/ml

• couvertines aluminium laqué 15/10 développement 500 mm
environ 40 €/ml

• Naissance EP, rejets d'eau, relevés pour crosses, sorties ventilations, plots,...

Éléments à chiffrer en fonction des particularités de l'existant



Extrait de CCTP Toitures terrasses

Relevés d'isolation et étanchéité sur acrotère

L'entreprise prévoira l'arrachage de l'étanchéité existante sur l'acrotère et la dépose des couvertines et profils de rive existants avant la mise en œuvre de l'isolation et de l'étanchéité.

Ouvrage comprenant :

- une isolation thermique en relevé et en partie supérieure de l'acrotère ($R \text{ sup. ou égale à } 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$) (isolant dur en surface)
- un EIF,
- une équerre de renfort de 0,25 m de développé en bitume armé type PAREQUERRE des Ets SIPLAST, ou équivalent, soudée,
- un bitume élastomère armé d'une toile de verre, type PARADIAL S des Ets SIPLAST ou équivalent, avec talon de 0,15 minimum en partie horizontale, et comportant un écran de protection en aluminium.

Y compris traitement du joint de dilatation suivant plan de détail de l'architecte.

L'étanchéité viendra en retour jusqu'à la face extérieure de l'acrotère, avant la mise en œuvre du revêtement de façade.

Hauteur de l'acrotère : 0,95 ml (y compris solin intermédiaire si nécessaire).
Mode de métré : mètre linéaire de relevés.

Localisation : relevés sur acrotères en périphérie de la toiture du R+2

Dépose gravillons sur terrasse existante

Dépose de gravillons sur terrasses existantes, reprise, descente, chargement et évacuation aux décharges publiques (45 % du volume) ou dépose, nettoyage et stockage sur place pour remise en place ultérieure (55 %) du volume.

Y compris nettoyage soigné de l'étanchéité existante.

Mode de métré : au m²

Localisation : toitures terrasse inaccessibles en R+2

détail II : Toiture inversée

- Gravier Ø 16/32 mm, minimum 50 mm

- Non tissé Wancor type I ou couche de séparation - ROOFMATE MK pose libre, recouvrement 15 cm ou ROOFMATE SL-A ou ROOFMATE SL-X, pose libre en appareil décalé avec joints étanches

- Etanchéité par lés bitumineux au polymère sur structure porteuse



7.5 Fiche thématique : Eclairage



INTRODUCTION

L'éclairage artificiel est un poste de consommation énergétique important qui est pris en compte dans les calculs réglementaires (coefficient Cep).

Lors du diagnostic de l'existant on aura pris soin de caractériser quantitativement et qualitativement l'état du parc de luminaires existant, en termes de :

- puissance (W/m²),
- qualité, âge des luminaires (incandescence, tubes fluorescents...), et rendement (lum/W),
- gestion de l'allumage (interrupteurs, programmeurs, détecteurs, sondes...).

Les pré-requis indispensables à une bonne prescription sont aussi :

- l'étude exhaustive des typologies d'éclairages : intérieur, extérieur, parkings, lieux de vie, de travail, de passage, éclairage de sécurité, éclairages spécifiques de type commerciaux, scéniques...
- l'analyse fonctionnelle du site va déterminer en fonction des usages, les justes besoins de lumière (salle de spectacle, laboratoire, circulation, éclairage de fond et éclairage de poste),
- l'étude des possibilités d'apport de lumière naturelle (FLJ) supplémentaires par la rénovation du bâti.

Le diagnostic conclura sur l'opportunité et la faisabilité de remplacer respectivement : les lampes, les luminaires, les interrupteurs, les câblages.

Clés de décision

« N'éclairer qu'en cas de besoin », une bonne gestion de l'éclairage est la première mesure d'efficacité souvent sous-estimée. Les coûts de rénovation sont aussi sensiblement moindres qu'une réfection complète des luminaires en cas de budget restreint.

Des compromis sont à trouver entre le confort d'été, le confort visuel et la sécurité des lieux (éclairage de nuit).

Critères opérationnels

I. Choix des luminaires

- Quantité de lumière (éclairage/en lux), homogénéité, uniformité générale et contrastes, (Éclairage direct ou indirect en fonction de la morphologie et des besoins des pièces.)
- Distribution : intensive, extensive ou asymétrique,
- Concentration et éblouissement : luminance (en cd/m²) ou facteur d'éblouissement (UGR de 13 à 28): choix des réflecteurs de fonds (indice de réflexion supérieur à 85%) et des grilles déflectrices.

2. Choix d'une source

- Rendement énergétique en lum/W (de 10lum/W pour une incandescence à 90 lum/W pour un tube fluorescent T5),
- Consommation du ballast (économie de 15 à 25% avec ballast électronique par rapport au ferromagnétique),
- T° de couleur : définition d'une chaleur d'ambiance,
- IRC en fonction du besoin de fidélité (arts graphiques).



7.5 Fiche thématique : Eclairage

3. Critères opérationnels de choix d'une gestion et d'un câblage :

- Définition de zonages judicieux en fonction des usages et de l'apport d'éclairage naturel,
- Définition du rayon d'action de l'interrupteur (dépend du zonage),
- Détection de présence et/ou de seuil, gradabilité,
- Couplage détection et/ou minuterie (circulations, parkings...),
- Couplage détection et/ou horloges « garde-fous » (scolaire, tertiaire, éclairage extérieur).

4. Adéquation/compatibilité technique :

Attention aux contre-indications entre luminaires et interrupteurs.

- Certaines lampes supportent peu ou en moindre rendement les cycles courts,
- Certaines lampes (iodures) s'allument très lentement. Les durées de vie des ampoules et donc le coût d'exploitation sont en jeu.

Lampes adaptées à l'intermittence : tube fluorescent T5 ou lampes fluocompactes adaptées aux cycles fréquents.

5. Eclairage de sécurité (BAES)

Génération à Leds à généraliser
(Puissance permanente < 1 W ; 0.7W courant).

6. Eclairage extérieur/ parkings

- Eclairages minimaux des lieux de passage
- Extinction des éclairages commerciaux, en particulier les enseignes halogènes, les panneaux d'affichage, l'éclairage décoratif...

Sources adaptées : tube fluorescent T5, leds selon les usages, les besoins et les matériels performants disponibles sur le marché.
(Voir Avis de l'Ademe en bibliographie).

Interactions possibles sur les différents postes d'une rénovation globale

- Choix des teintes et éléments de surfaces des pièces (diffusion et réflexion de la lumière).
- Cloisonnement (répartition et diffusion d'éclairage, ombres portées).
- Choix des occultations pour le confort d'été: maintien d'un apport minimum de lumière compromis entre confort d'été et apports internes liés aux appareillages
- Entretien et maintenance des luminaires
- Sécurité des sites (éclairage extérieur de nuit)

Incidence économique

Le coût supplémentaire d'un éclairage de qualité doit être ramené à la qualité d'éclairage et au coût de maintenance.

Confort et qualité des espaces

Pathologies techniques et humaines :

- Réflexion sur écrans,
- Papillonnement des ballasts,
- Fatigue oculaire, maux de tête, yeux secs, persistance rétinienne, éblouissement.

Critères de confort :

- Qualité architecturale et de lumière,
- Atmosphère, ambiance, homogénéité, douceur des contrastes, rendu des couleurs.

Prestations et Limites de prestations

Conception : Bureaux d'études spécialisés en éclairage, bureaux d'études électricité, architectes.
Moyens logiciels : DIALUX, RELUX.
Moyens métrologiques : luxmètre, instrumentation en puissance et en consommation.

Exécution : électricien, second œuvre
(incorporations réseaux et luminaires en cloisons, faux plafonds...).

Performances énergétiques

- Economies de consommation d'éclairage attendues: de 30 à 70%.



7.6 Fiche thématique : ECS & Couplage chauffage

20 %, 30% de rendement... ?

Certains constats sont ... consternants : le rendement global de production d'eau chaude en été par certains systèmes de chauffage se fait au prix de pertes colossales. Les rendements globaux sont catastrophiques, une bonne partie de l'énergie partant en fumée dans une chaudière surpuissante...

Clés de décision

La question du couplage se tranche au cas par cas selon :

- Les besoins en ECS : mois par mois et, idéalement en cas de compteur relevé, « heure par heure » afin de déterminer le besoin éventuel de production instantanée. Un travail rigoureux sur les factures permet parfois en recoupant différentes informations d'avoir une idée sur les consommations réelles d'ECS,
- Les besoins en chauffage,
- Le rapport entre la puissance de chauffage et la puissance de production d'ECS,
- La capacité de stockage d'ECS existante ou la place disponible pour accueillir un ballon,
- L'existence de chaudières mixtes dans les gammes de puissance désirées, qui assurent séparément dans la même machine les deux productions calorifiques.

INTRODUCTION

Du point de vue de la production de chaleur, on peut distinguer deux grandes familles de bâtiments :

- les bâtiments fonctionnant sur un système unique de production de chaleur qui assure à la fois le chauffage et la production d'Eau Chaude Sanitaire. On appelle cela une production couplée.
- les bâtiments dont les deux productions sont distinctes.

L'analyse énergétique décrit en détail les installations de chauffage et d'ECS et précise si elles sont couplées ou non. Dans sa phase programmatique le thermicien prendra soin de prescrire ou non le remplacement de ces installations selon leur état et le maintien ou non du couplage des deux productions calorifiques.

Chaque opération de rénovation est unique à cet égard et il n'y a pas de règle générale qui prévale. Cependant et sous réserve de faisabilité, on distingue au moins deux typologies sur lesquelles on peut engager des prescriptions récurrentes qui assurent une bonne performance énergétique.

Logements

Une solution énergétiquement performante en logement est la production d'ECS par un ballon bi-énergie, solaire et chaudière, (éventuellement tri-énergie si l'on ajoute un appoint électrique).

La production est prioritairement menée par l'installation solaire, mais un appoint est nécessaire. Il est assuré par la chaudière du chauffage qui est en fonctionnement.

Tertiaire bureau

Les consommations d'ECS sur une typologie de bureaux sont relativement faibles, généralement réduites aux lavages de mains et à de petites vaisselles dans l'espace kitchenette.

Une production centralisée d'ECS est généralement peu recommandée et on lui préfère une production décentralisée par cumulus électriques à petite contenance (15 à 50 litres).

Le thermicien regarde alors les pertes statiques de ces ballons de stockage par l'intermédiaire de leur constante de refroidissement (C_r [Wh/jour.l.K]), qui doit être la plus petite possible à volume de stockage égal.

Autres techniques

Les technologies évoluent très rapidement, et des techniques nouvelles sont apparues : chauffe bains individuels performants, ECS thermodynamique...



7.6 Fiche thématique : ECS & Couplage chauffage

Energie et légionnelle

Une installation d'ECS doit répondre aux normes anti-légionellose. La réponse fréquemment apportée est « le bouclage » du circuit d'ECS.

Dans les faits il se traduit par la circulation permanente toute l'année d'une eau à plus de 55°C dans l'ensemble des réseaux d'un site.

Selon la qualité du calorifuge (voire son absence !) la dissipation d'énergie peut être importante et venir impacter très fortement un bilan.

Couplage et loi d'eau

La régulation « de base » d'une installation de chauffage se fait sur la température extérieure c'est-à-dire sur une loi d'eau.

En cas de production d'ECS par une chaudière unique, la loi d'eau est bridée à 60/65°C pour pouvoir assurer la conformité anti légionnelle de l'installation.

La régulation du chauffage est alors amputée d'une source d'économie importante surtout en demie-saison.

De ces dispositions découle souvent une logique de découplage.

Interactions possibles sur les différents postes d'une rénovation globale

- Analyse des besoins dans le temps,
- Appareils sanitaires hydro-économiques,
- Qualité des calorifuges.

Confort

- Annulation du délai d'attente de l'eau chaude et disponibilité immédiate,
- Sécurité sanitaire, norme sur la légionellose.

Calorifuge de qualité et continu en longueur courante

Calorifuge interrompu au droit des vannes



Prestations et Limites de prestations

Conception : Bureau d'études FLuides.
Exécution : Plombier chauffagiste

Performance énergétique

- Sur-isolation des ballons de stockage (de l'ordre de 10cm d'isolant) et des réseaux de distribution et de bouclage.
- Pompes de bouclage à variation de vitesse sur pressostats.

Calorifuges des réseaux de distribution sur la base d'un isolant de $\lambda = 0.035 \text{ W/(m.K)}$

$26 < \varnothing < 34$	$e = 30 \text{ mm}$	$R = 0,86 \text{ m}^2.\text{K/W}$
$34 < \varnothing < 76$	$e = 40 \text{ mm}$	$R = 1,14 \text{ m}^2.\text{K/W}$
$76 < \varnothing$	$e = 50 \text{ mm}$	$R = 1,43 \text{ m}^2.\text{K/W}$



7.7 Fiche thématique : Le réglage & l'exploitation

Préalable

Avant équilibrage, une installation aéraulique ou hydraulique existante et conservée doit être nettoyée :

- Dépoussiérage des gaines et bouches de ventilation,
- Désembouage des réseaux hydrauliques.

Cela est d'autant plus important qu'en plus des polluants accumulés au cours des années, le chantier de rénovation apporte une deuxième couche de poussières.

Equilibrage

L'équilibrage des installations hydrauliques et aérauliques est souvent le parent pauvre d'un bâtiment, or il est un garant du fonctionnement optimal de l'installation et de sa capacité à être correctement pilotée/réglée.

L'équilibrage doit être confié à un spécialiste qui doit apparaître clairement dans les pièces écrites des lots fluides en tant que « metteur au point ».

Gestion Technique...

Qu'on l'appelle GTB ou GTC, la gestion technique d'un bâtiment est un système de pilotage et de contrôle à distance des l'ensemble des appareils techniques d'une installation (chaudière, CTA, SSI etc...), ces informations sont généralement réunies sur un poste informatique via un modem.

Ces systèmes de gestion se justifient bien sur des sites importants mais peu sur des bâtiments simples et/ou de petite taille.

Régulation

La régulation est **déterminante** pour atteindre les objectifs de faible consommation de chauffage.

Il est donc impératif de pouvoir piloter et réguler les températures de chauffage ou de climatisation aussi finement que possible.

De manière générale, les grandes lignes d'une bonne régulation sont :

- Une **régulation différenciée** de chaque zone en fonction de ses conditions thermiques propres,
- Une **régulation adaptée** à la rapidité de variations des charges et à l'inertie du bâtiment et des émetteurs,
- Une **régulation « en tête »** en fonction de la température extérieure (régulateur potentiellement hébergé directement sur la chaudière performante),
- Une **régulation « terminale »** sur conditions d'ambiance réelle par zone (vannes thermostatiques, vannes deux voies sur sonde murale etc...),
- Une **régulation programmée** dans le temps pour coller au plus près aux régimes normaux de fonction de chaque zone. Ces programmations doivent pouvoir être dérogeables.



Vanne d'équilibrage

La réception et l'exploitation : phases délaissées... ?

Les retours d'expérience en matière de réhabilitation énergétique montrent que malheureusement, quelle que soit la qualité des études et de la réalisation des travaux, les conditions d'exploitation amènent à des consommations réelles supérieures à celles attendues.

Ces causes peuvent être :

- Installations mal équilibrées,
- Asservissement inopérant / capteurs mal placés ou non reliés,
- Mauvais câblages électriques (vitesse fixe au lieu de vitesse variable),
- Régulateurs non réglés ou forcés en manuel,
- Horloges pas à l'heure,

Les maîtres d'ouvrage et maîtres d'oeuvre doivent donc anticiper toutes les mesures techniques et administratives pour un fonctionnement optimal des installations durant la première année ou la période de parfait achèvement, jusqu'à la transmission totale à l'exploitant.

Des missions de suivi peuvent être utilement programmées à conditions que le prestataire ait un levier ou un pouvoir pour enclencher les actions correctives après constatations.



7.8 Fiche thématique : Les consommations des auxiliaires

De nouvelles consommations

La réhabilitation énergétique s'envisage généralement sur un parc bâti ancien dont les installations techniques sont assez « élémentaires », c'est-à-dire de technologies d'époque, souvent simples et peu automatisées.

Par exemple la ventilation naturelle par conduits shunts fonctionne seule sans consommation énergétique ni régulation puisqu'elle n'est pas motorisée.

Les technologies ont énormément évolué au cours des trente dernières années, notamment avec l'apparition de l'informatique, et les possibilités de recours à du matériel performant se sont accrues.

Le matériel est de plus en plus motorisé et auto régulé, amenant la performance mais aussi en contrepartie une consommation électrique supplémentaire potentiellement importante.



Caisson de ventilation double-flux, des consommations d'auxiliaires à intégrer

VMC : un nouveau poste énergétique ?

L'installation d'une VMC performante peut influencer défavorablement sur le bilan énergétique de ce poste, notamment lorsqu'elle remplace une installation passive non motorisée (type shunt en logement).

C'est toutefois une mesure nécessaire pour assurer le confort sanitaire et donner une cohérence au projet, et au bilan global. **La maîtrise des flux dynamiques procure un gain d'énergie de chauffage important.**

Variation électronique de vitesse, asservissement

Les moteurs électriques dits à Variation Electronique de Vitesse (VEV) permettent des économies d'énergie électrique importantes sur les pompes et les ventilateurs car ils permettent un fonctionnement continu autour du point de juste débit, et ce quelles que soient les perturbations du réseau.

Les gains électriques mesurés se situent **entre 30 et 70%** ce qui représente un avantage considérable dans un bilan énergétique ; d'autant que cette énergie est électrique et donc multipliée par un coefficient de conversion en énergie primaire de 2.58.

Quelle que soit la performance du moteur et de son variateur de puissance, il ne remplacera jamais un bon asservissement, c'est à dire un arrêt programmé de moteur.

Ce dispositif s'applique notamment pour:

- des circulateurs de chauffage en cas de demande nulle,
- des ventilateurs en tertiaire en période d'inoccupation.

Les bâtiments « passifs »

Dans l'élaboration d'un bâtiment passif, la puissance nécessaire au chauffage est si faible qu'elle peut être fournie par un système couplé à la ventilation sous la forme d'une simple batterie chaude dans les conduits de soufflage de l'installation double flux.

Cela sous-entend une installation de chauffage réduite à sa plus simple expression (plus de panneaux, de réseaux, ni de radiateurs...) et la suppression d'un nombre important de systèmes motorisés, consommateurs et dissipateurs d'énergie thermique et électrique.

Consommation des auxiliaires

Le poids des consommations d'auxiliaires peut atteindre 15% du bilan énergétique en énergie primaire.

Il convient donc d'être particulièrement attentif à ce poste en mesurant précisément les gains obtenus au regard des dispositions mises en oeuvre.



Pompes de circulation à vitesse variable



7.9 Fiche thématique : Ventilation

Principe d'audit des besoins

La démarche d'audit consiste à analyser pour chaque zone ou chaque typologie du bâtiment :

- Le débit nominal nécessaire,
- Les variations des débits,
- La fréquence et la durée des besoins,
- Le cheminement des transferts d'air dans le bâtiment, depuis les entrées d'air jusqu'aux extractions.
- Le type de commande : manuelle, automatique,
- La programmation possible du fonctionnement.

PRESENCE D'APPAREILS A GAZ

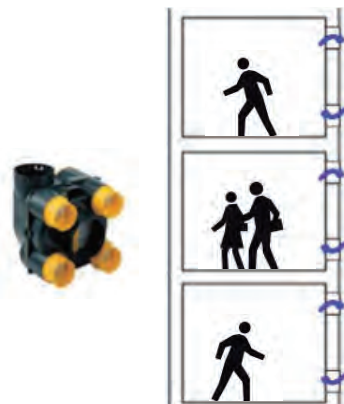
La problématique de la ventilation s'aborde de manière différenciée cas de présence d'appareils combustibles à gaz dans les logements (chaudière murale, gazinière...).

Tertiaire et ...tertiaire

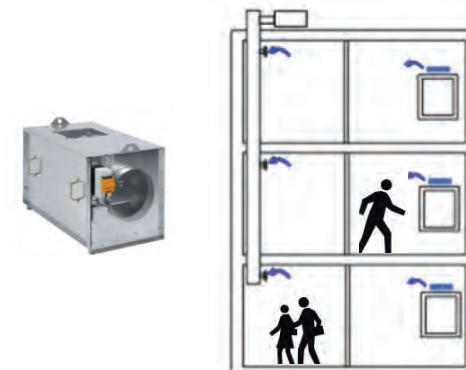
L'obligation « sanitaire » de ventilation est bien entendu incontournable pour assurer le confort des occupants d'un site (bureaux, écoles, crèches...). L'assistance mécanique à la ventilation demeure souvent nécessaire.

Toutefois sur certaines typologies tertiaires comme les gymnases, salles des fêtes, et de manière générale les grands volumes peu étanches à l'air, les débits d'infiltrations d'air peuvent assurer à eux seuls un renouvellement important ; il n'est alors pas toujours judicieux d'installer une ventilation complémentaire.

PRINCIPALES ARCHITECTURES DES SYSTÈMES DE VENTILATION EN FONCTION DES POSSIBILITÉS STRUCTURELLES DU BÂTIMENT



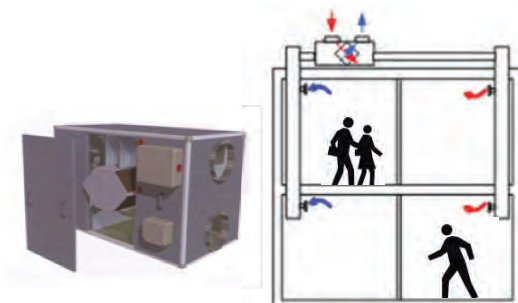
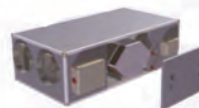
Simple flux individuel



simple flux collectif



Double flux individuel



Double flux collectif

Ventilation naturelle

*Si la ventilation par l'ouverture des fenêtres ne permet pas d'assurer un balayage et un renouvellement permanent, de nouvelles techniques assurent d'une bonne qualité de l'air intérieur avec une ventilation naturelle, il s'agit alors de **Ventilation Naturelle Assistée (VNA)**.*



7.10 Fiche "Retour d'expériences" : ALLP

Maitre d'ouvrage : ALLP
Maitrise d'oeuvre :
 FLEURENT VALETTE Architectes
 I.TF Ingénierie fluides
 PROCOBAT Economiste

Année construction : 1974
Typologie : Bureaux, R+2
Surfaces : 2850 m² SHON
Etudes : 2005-06
Travaux : mai à décembre 2007
Lieu : Lyon (69)

L'ALLP (Association Lyonnaise de Logistique Post-hospitalière) est une association loi 1901 qui assure l'hospitalisation à domicile de patients. Elle a acquis en 2004 un bâtiment de bureaux à Lyon 8e de 2850 m², datant de 1974, pour y établir son siège.

Le souhait du maître d'ouvrage
Améliorer le confort
Maîtriser les consommations d'énergie
Entretien un patrimoine immobilier

SCENARIO D'INTERVENTION

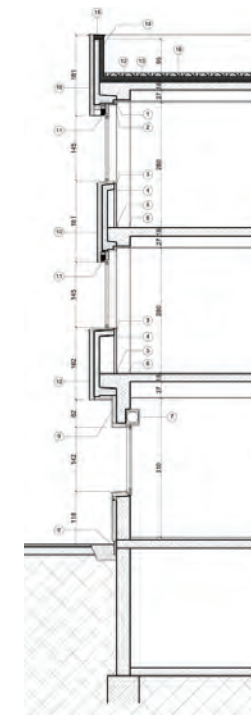
- **Enveloppe**
 Isolation façades et terrasses.
 Changement des baies.
- **Chauffage rafraîchissement**
 VMC et GTC et Pompe à chaleur en toiture.
- **Eclairage et photovoltaïque**
 Remplacement des équipements d'éclairages.
 Centrale solaire photovoltaïque en toiture.



Partenaires

Maître d'ouvrage : ALLP (Lyon - 69)
Architecte : Agence Fleurent-Valette (Lyon - 69)
Diagnostic énergétique : Etamine (Vaulx-en-Velin - 69)
Bureau d'étude : ITF (Saint-Alban-Leysse - 73)
Economiste : ProcoBAT (Vaulx-en-Velin - 69)
Simulation dynamique et instrumentation :
 programme GENHEPI : CEA (Grenoble - 38) + INES (Chambéry - 73)
Ademe et Conseil Régional

Coûts HT	Marchés de travaux	Surcoûts travaux	TOTAL
TOTAL	1 034 589 €	15 467 €	1 050 056 €



BILANS ENERGETIQUES

	Projet kWh ep/m ²	Bilan 2008	Bilan 2009
éclairage		21,73	78,65
PAC+CI		38,64	57,22
Auxiliaires		8,82	12,85
Ventilo-conv.		12,92	13,27
Chaudière gaz		0,62	1,45
VMC		4,53	4,53
Prod PV		-11,98	-12
Total	65	75,28	155,97



7.10 Fiche «Retour d'expériences» : ALLP

CONSTATS & ENSEIGNEMENTS

Les résultats des 2 premières années amènent des interrogations; des analyses et vérifications sont en cours sur le bâtiment.

Bilan et dysfonctionnements

- La production solaire photovoltaïque est supérieure aux résultats escomptés,
- Augmentation anormale de la consommation d'éclairage (+350%) entre 2008 et 2009,
- Des problèmes d'acquisition perdurent au niveau de la GTC, le poste informatique en charge de la récupération des données a été plusieurs fois déconnecté,
- Les estimations de consommations ont été réalisées avec des températures intérieures de 19° en hiver et 26° en été, les moyennes relevées dans les bureaux sont de 21°(Hiver) et 25°(Eté) en 2008 et 23° (H) et 24° (E) en 2009. Ces écarts expliquent en partie l'augmentation du poste chauffage.

Matériels, réglages

- Défaillance matérielle sur la PAC (remplacement d'un compresseur par le fabricant),
- Défaut de configuration sur les pompes (1 seule en marche au lieu d'un fonctionnement alterné sur les 2),
- Mauvaise qualité de mise en œuvre des circulateurs de la boucle secondaire entraînant 10 kWh.ep/m².an,
- Mauvaise qualité de mise en œuvre du pilotage d'éclairage des circulations,
- Défaillance de l'éclairage des bureaux (gradataurs) entraînant de l'inconfort visuel et des surconsommations,

- Décalage entre les lois programmées et les spécifications du CCTP pour le pilotage des bascules (surventilation nocturne et change over PAC / chaudière),
- Perte de performance de la PAC induisant de l'inconfort (colmatage filtre, défaut détendeur, etc..) et des surconsommations des auxiliaires (circulateurs et ventilo-convecteurs).

Usage

- Consignes non conformes sur la PAC (pas de prise en compte des scénarios GTC), défaut d'exploitation,
- Utilisation d'halogènes dans les bureaux en lieu et place des luminaires nouvellement installés,
- Modification de l'activité en RdC avec des livraisons (quai ouvert) toute la matinée,
- Branchements parasites postérieurs aux travaux, éventuellement sur les compteurs d'éclairage (transpalette électrique, rideau d'air chaud, compresseurs,...).

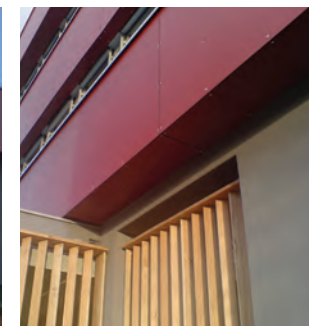
MESURES CORRECTIVES ENVISAGEES

- Installation d'une porte automatique de magasin, avec retours en tableaux isolés,
- Arrêt de la surventilation nocturne, mesure finalement inutile,
- Pilotage du rideau d'air chaud et analyse des branchements,
- Mesure dynamique des performances de la PAC (cyclage) et étude de l'influence d'un stockage sur les performances,
- Mise en conformité du réseau électrique.

Retour d'expérience

L'amélioration de l'enveloppe par l'extérieur est le préalable à la basse consommation. Des concepts à priori performants ne sont pas toujours adaptés :

- Surventilation nocturne sur système de rafraîchissement,
- Couplage PAC / chaudière sans stockage tampon,
- La consommation des auxiliaires ne doit pas être sous estimée,
- La qualité du matériel et de la mise en œuvre est prépondérante,
- L'exploitation d'un bâtiment performant demande plus de rigueur qu'un bâtiment conventionnel,
- Nécessité d'un suivi rigoureux tant au niveau de l'exploitation que de l'usage.





7.11 Fiche «Retour d'expériences» : Opération Vendôme (Grand Lyon Habitat)

Rénovation de 9 logements 288 Rue Vendôme 69003 LYON

Maitre d'ouvrage : GRAND LYON HABITAT

Maitrise d'oeuvre :

FLEURENT VALETTE Architectes

F. Burellier architecte

EOLYS Ingénierie fluides

PROCOBAT Economiste

Année construction : < 1948

Typologie : 9 logements collectifs, R+4. commerce en RdC

Surfaces : 550 m² SHON

Etudes : 2007

Travaux : 2009

Lieu : Lyon (69)

Habitat très dégradé :

- Logements nécessitant une réhabilitation lourde avec redistribution des typologies.
- Réseaux de ventilation inexistants, reprises des planchers et création d'une mini chaufferie.
- Ravalement des façades, remplacement des baies.

TRAVAUX	Descriptif	Commentaires
Plancher bas	4 cm panneaux laine minérale sous chape	RdC commercial non intégré dans l'opération, isolation sous chape sur plancher du R+1
Toiture	30 cm laine de verre en combles	Y compris isolation des acrotères (1 m Ht), changement des fenestres de toiture et modification des sorties de descente EP.
Façades	ITE PSE graphité 14cm + enduit minéral	Facade en RdC reprise en pate de verre.
Menuiseries occultations	Chassis bois triple Vitrage Uw < 1,1 W/m ² K Brise Soleil Orientables	Dépose des dormants, tapées bois extérieures pour raccord avec l'isolant. Joints compribandés et membranes pour traitement de l'étanchéité.
Raffraîchissement Ventilation Chauffage	VMC double flux Chaudière collective gaz à condensation 13 Kw ECS Préparateur gaz	Création d'une mini-chaufferie en dernier étage. VMC avec by-pass sur caisson C4 pour réglementation incendie. Impossibilité de solaire thermique, masques importants et site inscrit en zone de protection du patrimoine.
ÉLECTRICITÉ	Reprise de l'intégralité des installations électriques,	Détecteurs de présence et basse consommation dans les communs

Éléments énergétiques

Niveau d'objectif :

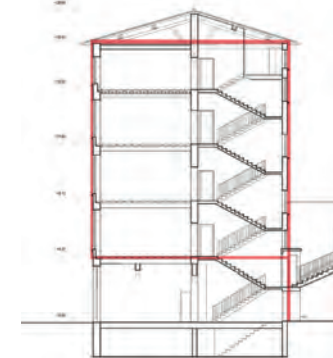
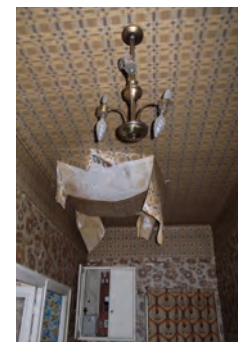
BBC rénovation

Consommation initiale :

estimée à 413 kWh/m²_{SHON}an

Consommation du projet :

70 kWh/m²_{SHON}an (5 usages)





7.11 Fiche «Retour d'expériences» : Opération Vendôme (Grand Lyon Habitat)

COÛT TRAVAUX	Marchés de travaux	Décompte général
TOTAL	469 187 € HT	490 668 € HT

L'instrumentation et la mesure des logements a été réalisée sur trois années.



CONSTATS & ENSEIGNEMENTS

Bilan et dysfonctionnements

Si le ratio global obtenu après les 2 premières années d'exploitation (90 kWh/m².an) est bas en rénovation, les performances restent sensiblement inférieures à celles prévues (70 kWh/m².an).

- La consommation de chauffage est élevée, principalement en raison de l'ouverture des fenêtres observée dans plusieurs logements ainsi que dans la cage d'escalier,
- La CTA double flux a présenté un défaut

Consommations prévisionnelles :

	Énergie finale kWh/an	Conversion EP/EF	Énergie Primaire kWh/an	Ratio kWh/an/m ²	Initial kWh/an/m ²
Chauffage	19900	1	19900	26,1	412
ECS	19700	1	19700	20,1	
Ventilation	2024	2,58	5221	18,1	
Eclairage	1800	2,58	4644	5,8	
TOTAL	43424		49465	70,2	>412



MESURES CORRECTIVES ENVISAGEES

- Rappel des consignes d'usage auprès des locataires,
- Installation d'un renvoi d'alarme par modem pour la VMC,
- Rééquilibrage du réseau ECS et vérification de l'isolation du circuit de bouclage,
- Réglage des éclairages dans les communs,
- Suivi et analyse des consommations par logements, recherche des dérives d'usage,

d'extraction durant une période importante. Elle fonctionne désormais avec un rendement normal de récupération (>75%),

- La consommation d'ECS dépasse fortement les prévisions, la performance du préparateur ECS est médiocre (rendement < 40%),
- Les éclairages communs (détection de présence et lampes basse consommation) sont peu confortables en raison d'un mauvais réglage des détecteurs,
- **Le bilan global s'avère très impacté par les différents comportements d'usage des locataires.**



7.12 Fiche «Retour d'expériences» : Henri Vallon (Opac 38)

Habitat collectif Henri VALLON à St Martin d'Hères (38)

Maitre d'ouvrage : Opac 38

Maitrise d'oeuvre :

Serge JAURE Architecte

ArchiMEDES BET

Année construction : années 60

Typologie : 354 logements

Surfaces : 30 325 m² SHON env.

Travaux : 2003 à 2006

Lieu : St Martin d'Hères (38)



Ensemble de 354 logements locatifs sociaux à St Martin d'Hères à proximité de Grenoble composé de multiples bâtiments (plusieurs barres, une tour et de petits immeubles) des années 1960 présentant une surface habitable de 24260 m².

Enveloppe et bioclimatique après réhabilitation

- Isolation par l'extérieur par 8cm de polystyrène,
- Isolation de la toiture par 12cm de laine de roche,
- Création de vérandas bioclimatiques (solaire passif),
- Lumiducs ou puits de lumière dans les circulations communes.

Equipements techniques

- Sous-station raccordée au réseau de chaleur de Grenoble, en remplacement de la chaufferie fuel,

- Production d'eau chaude sanitaire solaire : 450 m² de capteurs orientés au sud sur les deux bâtiments barres; 22,5 m³ de stockage répartis en 4 ballons solaires et 1 ballon d'appoint alimenté par la sous-station (la production d'ECS initiale était individuelle),
- Chauffage par des radiateurs équipés de robinets thermostatiques. Les radiateurs n'ont pas été remplacés dans le cadre de la réhabilitation. Le retour du circuit de chauffage des bâtiments barres est préchauffé par le solaire,
- La ventilation naturelle a été conservée mais des entrées d'air et des bouches d'extraction hygrorégulables ont été installées.

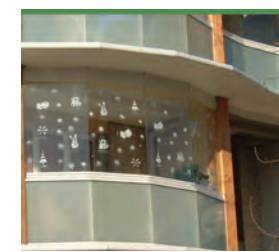
OBJECTIFS :

- Economie d'énergie > 50 %,
- 3 à 4 fois moins cher que du logement neuf,
- Réhabilitation intérieure et extérieure refaite pour 25 à 30 ans,
- Augmentation des loyers compensée par les économies de charges (chauffage + ECS + Eau), sauf pour les m² en plus (agrandissement des balcons/verrières).

COUT TOTAL TTC 2006	8 369 000 €
COUT AU LOGEMENT TDC	23 641 €



Avant travaux



Après travaux



7.12 Henri Vallon

Bilan et dysfonctionnements

	INITIAL	PROJET	MESURES (2006 à 2009)	
Chauffage	192 kWh /m2.an	90 kWh /m2.an	107 kWh /m2.an (2006) 101 kWh /m2.an (2007)	123 kWh /m2.an (2008 à 2009)
ECS	23 641 €	14,5 kWh /m2.an		

La consommation totale d'énergie annuelle s'est établie à 123 kWh/m2.shon pour la saison 2008/2009.

Une réduction de 43% des consommations d'énergie de chauffage est obtenue, mais une surconsommation de 18 % est relevée par rapport aux consommations prévues après réhabilitation.

En l'absence de comptage d'énergie sur le circuit alimentant le ballon d'appoint de la production d'ECS solaire, il n'est pas possible de donner la répartition d'énergie nécessaire pour la production d'eau chaude sanitaire et pour le chauffage.

Les consommations réelles semblent bien supérieures aux prévisions.

Elles peuvent s'expliquer par:

- Un fonctionnement du solaire qui n'est pas optimal,
- Une énergie plus importante que prévue nécessaire au maintien en température de la boucle,
- Un défaut de régulation sur les T° intérieures.

Confort en période d'hiver

Sur les saisons de chauffe de 2007/08 et 2008/09, on constate des tendances de températures ambiantes relativement stables dans un même logement. Les occupants n'ont pas changé et les comportements restent les mêmes.

Sur les mois de novembre à mars, les moyennes mensuelles sont très élevées ; de l'ordre de 22°C dans les logements des bâtiments Ronsard et Verlaine, aussi bien en séjours que dans les chambres, et encore plus excessives dans le logement de la tour (24 °C dans le séjour et de 25 °C dans la chambre). Elles sont de plus de 3°C supérieures au 19°C réglementaire.

Même si le ratio « 7 % pour 1°C » semble un minimum, une surconsommation de chauffage est avérée.

Il faut noter que ce constat est courant en logement collectif, notamment social. Il a souvent été fait dans les suivis menés par le COSTIC.

Source : Etude ADEME COSTIC, 2010



Vérandas balcon: vue extérieure



vue intérieure

Fonctionnement des vérandas bioclimatiques

Les logements des bâtiments de type barre sont équipés de vérandas balcons. La tour et les petits bâtiments situés dans l'impasse Samain n'en disposent pas. La réhabilitation a consisté à fermer les balcons avec des éléments vitrés repliables coulissants simple vitrage, non étanches. Des casquettes pare-soleil sont présentes, sauf au dernier niveau.

Ces balcons vitrés donnent sur le séjour des logements traversant. Ils sont orientés sud ou est (bâtiment Ronsard). Certains sont équipés de stores intérieurs ou de rideaux.

Ces espaces sont différemment utilisés, soit comme un balcon, soit comme une pièce supplémentaire (atelier par exemple), des petits meubles y sont installés.

La porte-fenêtre donnant du séjour vers la véranda est composée de 2 parties fixes et de deux vantaux centraux. Les volets métalliques ont été conservés.

Les analyses menées mettent en évidence l'intérêt des vérandas balcons par leur température supérieure d'environ 10 °C à la température extérieure en hiver tout en maîtrisant le confort en été avec des maximums supérieurs d'environ 2°C seulement par rapport aux maximums extérieurs.

Les casquettes pare-soleil assurent le double rôle de capter le rayonnement solaire l'hiver tout en l'occultant l'été.

Ce type de rénovation des balcons en vérandas contribue de plus au confort acoustique des occupants. En effet, la « double peau » permet de réduire le niveau de bruit perçu dans le logement, ce qui présente un intérêt non négligeable surtout en milieu urbain. L'isolation phonique a été signalée par les occupants interviewés.

ABF	Architecte des Bâtiments de France	HQE	Haute Qualité Environnementale
AEG	Audit Énergétique Global (= COE)	IGH	Immeuble de Grande Hauteur
AMO	Assistance à Maîtrise d'Ouvrage	ITE	Isolation Thermique Extérieure
AOR	Assistance aux Opérations de Réception	ITI	Isolation Thermique Intérieure
APD	Avant Projet Définitif	ITR	Isolation thermique Répartie
APS	Avant Projet Sommaire	MOA	Maîtrise d'Ouvrage
BBC	Bâtiment Basse Consommation	MOE	Maîtrise d'Œuvre
BE	Bureau d'Études	OPC	Ordonnancement, pilotage et Coordination
CCTP	Cahier des Charges de consultation des entreprises (Cahier des Clauses Techniques Particulières)	PAC	Pompe À Chaleur
COP	Coefficient de Performance	PLU	Plan Local d'Urbanisme
COS	Coefficient d'Occupation des Sols	PRO	PROjet
DCE	Dossier de Consultation des Entreprises	QEB	Qualité Environnementale des Bâtiments
DDE	Direction Départementale de l'Équipement	SHON	Surface Hors d'Œuvre Nette (généralement référence française)
DET	Direction de l'exécution des contrats de travaux	SSI	Systèmes de Sécurité Incendie
DPE	Diagnostic des Performances Énergétiques	STD	Simulation Thermique Dynamique
ECS	Eau Chaude Sanitaire	TRB	Temps de Retour Brut (sur investissement)
ERP	Établissement Recevant du Public	VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée
EXE	Études d'exécution	VNA	Ventilation Naturelle Assistée
GTC	Gestion Technique Centralisée	VISA	Visa des études d'exécution ou des plans de réalisation



Bibliographie



- *Le guide ABC - Amélioration thermique des Bâtiments Collectifs construits de 1850 à 1974*
EDF, ARC, ADEME, FFB, CSTB, février 2011 | www.edipa.fr
- *L'isolation thermique écologique,*
Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva, Editions Terre Vivante, 2010
- *La rénovation écologique, Principes fondamentaux et exemples de mise en oeuvre,*
Pierre LEVY, Edition Terre Vivante, 2010
- *Acoustique et réhabilitation,*
Christine Simonin-Adam, PUCA/Eyrolles, 2003,
- *Guides techniques sur la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air, travaux du projet PREBAT MININFIL (minimiser les infiltrations d'air dans les bâtiments),*
ADEME, CETE de Lyon, à télécharger sur http://www.cete-lyon.developpement-durable.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=218, 2011
- *Transfert d'humidité au travers des parois. Evaluer les risques de condensation,*
CSTB , septembre 2009
- *Les travaux de rénovation énergétique les plus efficaces,*
Anah, 2010, à télécharger sur : http://www.anah.fr/fileadmin/anahmedias/Textes_et_publications/Guide/Guide_Pratique_Renovation_Thermique.pdf
- *Guide pour améliorer et connaître les installations collectives de chauffage et d'eau chaude,*
ADEME, 2007
- *Amélioration énergétique des bâtiments existants : les bonnes solutions,*
ADEME, FFB, 2004





Bibliographie

- *Les ponts thermiques dans le bâtiment, Mieux les connaître pour mieux les traiter*, Salem Farkh, guide pratique CSTB
- *Isolation thermique par l'extérieur, 3 techniques/reportages*, FFB, juin 2009
- *Le Bâti ancien, le patrimoine et l'énergie*, Cahier de recommandations, Ville de Grenoble, septembre 2010
- *Projets sur la rénovation énergétique (maison individuelles facteur 4, immeuble de bureaux, stratégie patrimoniale...)*, suivi des projets à consulter sur : <http://www.batiment-energie.org>
- *Le dossier du mois, migration de la vapeur d'eau et risque de condensation dans les parois*, Ville et Aménagement Durable, mai 2010
- *Revue de chantiers d'opérations de rénovation énergétique*, Ville et Aménagement Durable, mai 2010
- *Rénovation énergétique en copropriété*, ADEME, 2010, à télécharger sur : http://ecocitoyens.ademe.fr/sites/default/files/guide_ademe_renovation_copropriete_fev2011.pdf
- *Avis de l'ADEME sur l'éclairage à LEDS, les lampes fluocompactes, les PAC* [http://www.ademe.fr/Actualités, Avis de l'ADEME, Economies d'énergie](http://www.ademe.fr/Actualités/Avis_de_l_ADEME_Economies_d_energie)
- *Sites web :*
www.ademe.fr et www.rhone-alpes.ademe.fr
www.ville-amenagement-durable.fr
www.effinergie.org

