

RETOURS D'EXPÉRIENCE

12 PROJETS DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DE BÂTIMENTS TERTIAIRES EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DES OPÉRATIONS DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE

3

RÉCAPITULATIF DES BÂTIMENTS RÉNOVÉS

4

FICHES DÉTAILLÉES DES 12 OPÉRATIONS DE RÉNOVATION

➤ Ancien siège de l'URSSAF – CAF Haute-Savoie	6
➤ Bureaux de l'entreprise ZF Bouthéon	8
➤ Siège de Loire Habitat	10
➤ Bâtiment classé (ancien site de MANUFRANCE) – SCI 53 Fauriel	12
➤ Espace BTP Drôme-Ardèche	14
➤ Structure multi-enfance – Ville de Saint Chamond	16
➤ Groupe scolaire – Commune d'Echirolles	18
➤ Centre de surdité – Fondation OVE	20
➤ Bâtiment de bureaux – SCI Porte Toit	22
➤ Crèche – Communauté de communes du pays de Cruseilles	24
➤ Groupe scolaire – Ville de Bourg en Bresse et SPL OSER	26
➤ Bâtiment de bureaux – CIRMAD Grand Sud	28

Chaque fiche s'articule autour des points suivants :

- le diagnostic du bâtiment ;
- l'objectif de la rénovation ;
- l'analyse des étapes de la rénovation : analyse technique, analyse organisationnelle, analyse programmatique ;
- le bilan de cette opération par rapport aux attentes initiales.

Pour en savoir plus, le guide « La rénovation énergétique et environnementale des bâtiments tertiaires : Enseignements et retours d'expérience en Auvergne-Rhône-Alpes » est consultable sur www.ademe.fr/renovation-energetique-environnementale-batiments-tertiaires

PRÉSENTATION D'OPÉRATIONS DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE SUR 12 BÂTIMENTS TERTIAIRES EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Douze projets de rénovation ont été sélectionnés pour établir des retours d'expérience sur la rénovation énergétique de bâtiments tertiaires. Le choix de ces bâtiments se caractérise par leur diversité :

- d'usage ;
- de travaux planifiés ;
- de contraintes éventuelles associées.



La réalisation de ces fiches est basée sur des entretiens couplés à une visite sur site.

Entre 2017 et 2019, les maîtrises d'ouvrage et maîtrises d'œuvre ont été interviewées sur le déroulement de l'opération et les motivations de leur démarche. La perception des usagers et des exploitants a également été recueillie.

En complément, chaque bâtiment rénové a fait l'objet d'une visite en présence de la maîtrise d'ouvrage voire de l'exploitant et/ou de la maîtrise d'œuvre. En croisant les témoignages de tous ces acteurs, il a été possible de mettre en avant les succès, les difficultés ou les contraintes rencontrés à chaque étape du projet.

Malgré la diversité des bâtiments, l'analyse de ces projets a mis en exergue une interdépendance entre 3 critères essentiels : le bâti, les équipements techniques et l'usage du bâtiment. L'influence d'un critère sur les deux autres sera régulièrement mise en avant au cours de l'analyse de ces projets.

Des contraintes supplémentaires se sont ajoutées sur plusieurs projets de rénovation comme par exemple :

- la rénovation en site occupé ;
- le changement d'usage du bâtiment à la suite de sa rénovation (changement de public et/ou changement d'activités) ;
- le bâtiment « classé ».



RÉCAPITULATIF DES BÂTIMENTS RÉNOVÉS

Le tableau ci-après récapitule, pour chaque bâtiment :

- les objectifs principaux ayant amené à la décision de rénover ;
- les principaux postes soumis à rénovation ;
- les points spécifiques nécessitant une attention particulière.

DESTINATION DU BÂTIMENT RÉNOVÉ	MAÎTRISE D'OUVRAGE ARCHITECTE	OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'OPÉRATION DE RÉNOVATION	ACTIONS PRINCIPALES DE RÉNOVATION	QUELQUES SPÉCIFICITÉS
Bâtiment de bureaux 	<ul style="list-style-type: none"> • CAF de Haute-Savoie • DE JONG Architectes 	Améliorer la performance thermique	Etanchéité du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • Présence d'une gestion technique centralisée (GTC) sans historisation des données • Opération de commissionnement
Bâtiment de bureaux 	<ul style="list-style-type: none"> • ZF Bouthéon SAS • Durnerin Co Architecture 	Améliorer le confort	Approche bioclimatique : chauffage / climatisation / éclairage	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation globale plutôt que partielle • Traitement de l'éclairage (naturel et artificiel)
Bâtiment de bureaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Loire Habitat • Atelier des Vergers et Agence SARM 	Améliorer le confort thermique (surchauffe ou courants d'air) et les performances énergétiques	Etanchéité du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation en site occupé • Suivi énergétique du site et mission de commissionnement
Bâtiment de bureaux 	<ul style="list-style-type: none"> • SCI 53 Fauriel • Atelier d'Architecture RIVAT 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer le confort et les performances énergétiques • Bâtiment passif 	Etanchéité du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation d'un bâtiment classé • Evolution d'usage (augmentation d'effectif)
Bâtiment de bureaux 	<ul style="list-style-type: none"> • SCI Espace BTP (Fédération BTP) • SORHA 	Etre un bâtiment exemplaire : rénovation à énergie positive	Solutions techniques autour du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation en site occupé • Traitement de l'étanchéité à l'air

DESTINATION DU BÂTIMENT RÉNOVÉ	MAÎTRISE D'OUVRAGE ARCHITECTE	OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'OPÉRATION DE RÉNOVATION	ACTIONS PRINCIPALES DE RÉNOVATION	QUELQUES SPÉCIFICITÉS
Structure petite enfance 	<ul style="list-style-type: none"> • Ville de Saint-Chamond • Atelier Architecture RIVAT 	Améliorer le confort	<ul style="list-style-type: none"> • Etanchéité du bâtiment, ITE • Equipements 	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation avec changement d'usage : regroupement de deux crèches dans un bâtiment non utilisé
Groupe scolaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Commune d'Echirolles • ACOBAT Architectes 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les consommations • Améliorer le confort (thermique, visuel, acoustique) 	Bâti et équipements	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion de l'éclairage (naturel et artificiel) • Amélioration du confort d'été
Centre de surdité 	<ul style="list-style-type: none"> • Fondation OVE • MODULO Architectes 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les consommations • Traiter le confort visuel 	<ul style="list-style-type: none"> • Etanchéité du bâti • Eclairage artificiel/naturel 	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation avec changement d'usage
Bâtiment de bureaux 	<ul style="list-style-type: none"> • SCI Porte Toit • ECLORE 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer le confort thermique • Réduire les consommations énergétiques 	Bâti (ITE)	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation en site occupé • Contraintes économiques et solutions techniques
Crèche 	<ul style="list-style-type: none"> • Communauté de Commune du pays de Cruseilles • DE JONG Architectes 	Améliorer les performances thermiques	Bâti	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation avec changement d'usage (école réorganisée en crèche)
Groupe scolaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Ville de Bourg-en-Bresse et SPL OSER • Bertrand Feinte Architecte 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer le confort • Réduire les consommations avec une garantie de résultats énergétiques (-52% tous usages) 	Suivi des consommations énergétiques	<ul style="list-style-type: none"> • CPE avec un marché global de type CREM (maîtrise ouvrage et entreprises) • Retours d'exploitations
Bâtiment de bureaux 	<ul style="list-style-type: none"> • CIRMAD Grand Sud • Face A 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les consommations énergétiques • Améliorer le confort 	Etanchéité du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation avec faible hauteur sous plafond

RÉHABILITATION DE L'ANCIEN SIÈGE DE L'URSSAF

Annecy (74)



**AMÉLIORER LA PERFORMANCE THERMIQUE DU BÂTIMENT
ET LE CONFORT GLOBAL**

OPTIMISER LES RÉGLAGES GRÂCE À LA PHASE DE PRÉ-EXPLOITATION

➤ **Maître d'Ouvrage**

CAF HAUTE-SAVOIE

➤ **Maîtrise d'Œuvre**

DE JONG Architectes

CETRAL

BET Enertech

➤ **Surface**

1 670 m² (SHON)

➤ **Typologie**

Bureaux, R+5

➤ **Zone climatique**

H1c

➤ **Altitude**

453 m

➤ **Consommations avant travaux (indicateur RT)**

284 kWhep/m².an

➤ **Consommations après travaux (indicateur RT)**

75 kWhep/m².an

➤ **Ubat final**

0.626 W/m².K

➤ **Montant total des travaux (HT)**

2 400 200 €

➤ **Date de réalisation des travaux**

2014



Le bâtiment se situe à proximité du centre-ville, sur l'avenue de Genève, lieu de grand passage et axe majeur d'Annecy. Il bénéficie d'une bonne visibilité pour accueillir le public et le personnel.

Ce bâtiment, qui n'avait jamais fait l'objet de travaux de rénovation, était dans un état vétuste et n'était plus occupé depuis plusieurs années. L'objectif pour la maîtrise d'ouvrage était d'optimiser le ratio « amélioration énergétique du bâtiment / coût des travaux ».

La silhouette du bâtiment a été conservée et traitée de manière à renforcer son aspect monolithique. Il a été proposé de conserver un maximum de lumière naturelle par l'agrandissement des surfaces vitrées des fenêtres. Le relief de la façade disparaît sous une nouvelle peau de cassettes zinc pré-patiné.



➤ ANALYSE

Assurer une bonne étanchéité à l'air du bâti

Des dispositifs spécifiques ont été mis en place pour traiter efficacement l'étanchéité à l'air du bâti : **formation obligatoire sur chantier, encadrement des entreprises, tests intermédiaires et final et vérification** avec correction éventuelle des défauts.

Optimiser les installations en post-réception

L'implication des entreprises dans le projet et l'intégration d'une mission de commissionnement (BE Enertech) ont permis de traiter correctement les difficultés : problèmes d'équilibrage, d'étanchéité des réseaux. En complément, **la phase de post-réception, avec proposition de réglage des radiateurs, d'arrêt des pompes et d'actions d'optimisation sur les programmations des équipements**, a permis de réduire encore la consommation énergétique tout en maintenant le niveau de confort global.

Capitaliser les retours d'expérience pour enrichir les cahiers des charges des futurs projets

Grace à l'accès à la GTC (par le web et en chaufferie), il est possible **de suivre au quotidien les installations et leur bon fonctionnement**. La maîtrise d'ouvrage est satisfaite de cette gestion



et l'utilise régulièrement. En revanche, l'absence d'historisation des données présente un intérêt limité pour l'exploitant.

Des réunions ont régulièrement eu lieu avec l'équipe de maîtrise d'œuvre et l'AMO HQE pour valider les orientations. La bonne synergie entre maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entreprises a permis d'obtenir de bons résultats finaux. La CAF a bénéficié du soutien d'un BET interne à la Caisse de Sécurité Sociale qui oriente les choix en fonction des retours d'expérience obtenus sur des bâtiments en exploitation.

Des bonnes performances énergétiques après travaux

Menée dans la durée, l'étude programmatique préalable a permis d'aborder avec une certaine exhaustivité la conception du projet. En effet, au sein de l'équipe de maîtrise d'ouvrage de la Caisse de Sécurité Sociale, un référentiel produit par le BET interne a été utilisé, analysant les retours d'expérience obtenus sur un parc de bâtiments similaires. Cette démarche a donné lieu à une réponse conceptuelle cohérente et acceptable pour les usagers. Le bon traitement de l'enveloppe et des équipements permet d'atteindre des performances satisfaisantes. L'atteinte des objectifs est confortée par la stabilité des usages (horaires fixes, mode de fonctionnement constant, équipe immuable). Les suivis énergétiques réalisés attestent une **consommation totale en énergie finale de 60 kWh/m2.an après travaux**. A noter les très bons résultats obtenus sur **la consommation d'électricité spécifique qui s'établit après travaux à environ 30 kWh/m2.an en énergie finale**.



RÉHABILITATION DES BUREAUX DE ZFBOUTHÉON

Andrézieux-Bouthéon (42)



AMÉLIORER LE CONFORT

TRAVAILLER SUR UNE APPROCHE CHAUFFAGE/CLIMATISATION/ÉCLAIRAGE

➤ Maître d'Ouvrage

ZF BOUTHEON SAS

➤ Maîtrise d'Œuvre

Durnerin-Co

BET Fluides : Heliasol + Cogifluides

BET Structure : Gaplan + As Structure

➤ Surface

2 050 m² (SHON)

➤ Typologie

Tertiaire, R+1

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

497 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

150 kWhep/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

52 kWhep/m².an

➤ Ubat final

0.372 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

1 128 400 €

➤ Date de réalisation des travaux

2016



Le bâtiment se situe en bordure de l'aéroport de Saint Etienne. Il correspond aux bâtiments de grande surface construits dans les années 1970.

L'ambition du groupe est d'améliorer le confort, la productivité de ses salariés et d'investir dans une solution durable permettant de réelles économies sur le long terme.

Initialement, l'éclairage était le principal poste de consommation énergétique. A cela s'ajoutaient une consommation de chauffage importante et un inconfort été (surchauffe) comme hiver.

Une approche bioclimatique intégrant les aspects « chauffage / rafraîchissement et éclairage » a été menée pour répondre aux enjeux de confort et de performance énergétique.

In fine, le bâtiment devient une « vitrine » sur le plan local et régional pour toute entreprise souhaitant réaliser une opération de rénovation globale.



► ANALYSE

Accorder de l'importance à l'éclairage naturel

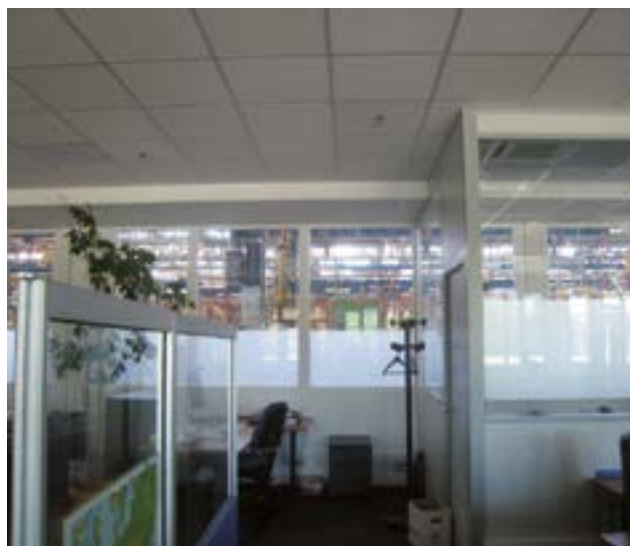
L'orientation principale du bâtiment (orientation sud) a permis de privilégier l'éclairage naturel. Une double occultation a été mise en œuvre pour traiter efficacement le confort et limiter les consommations d'éclairage : stores intérieurs et protections solaires extérieures fixes.

L'éclairage naturel est préservé grâce aux brise-soleil : l'éblouissement est réduit et donc la fermeture des stores intérieurs limitée.

Atteindre les objectifs grâce à une rénovation globale

L'installation unique d'une ventilation mécanique double flux n'avait pas permis d'améliorer le confort ni de réduire les charges. Le parti pris a été d'améliorer fortement l'isolation des murs et le plafond avec un travail spécifique sur la façade. L'approche globale et la recherche du meilleur compromis « chauffage/climatisation/éclairage » a été réalisée grâce à une simulation thermique dynamique.

La baisse des apports solaires liée aux brise-soleil est compensée par une isolation thermique renforcée. L'éclairage artificiel performant limite les apports internes et donc réduit les consommations de climatisation.



Privilégier la bonne coopération entre les entreprises

Les entreprises ont été choisies localement sur la base de relations de confiance entre acteurs d'un même territoire engagés sur l'atteinte des objectifs. La coopération a été très satisfaisante, les entreprises ont été force de proposition avec, à la clé, un travail de qualité. Un ingénieur de la cellule efficacité énergétique de ZF est en charge du suivi des consommations en énergie dans le cadre de la certification ISO50001. Le suivi et les communications internes sont réguliers.

Grâce à l'expérience d'un groupe industriel de taille mondiale, le référentiel développé en interne a pu être suivi scrupuleusement. Cette approche méthodologique rigoureuse a garanti la fiabilité et la robustesse des choix techniques adaptés aux usages.

La gestion des systèmes (réglages et facilité de maintenance en exploitation) a fait l'objet d'un soin particulier : par exemple, pour des raisons de maintenance et de durabilité, **les protections solaires extérieures ont été choisies fixes et non pas orientables.**

Le bâtiment se comporte bien avec une nette amélioration des conditions de confort et une réduction globale des consommations énergétiques.

RÉHABILITATION DU SIÈGE DE LOIRE HABITAT

Saint-Etienne (42)



**AMÉLIORER LE CONFORT THERMIQUE ÉTÉ ET HIVER
ET LES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES
RÉHABILITER EN SITE OCCUPÉ**

➤ Maître d'Ouvrage

LOIRE HABITAT

➤ Maîtrise d'Œuvre

Atelier des Vergers + Agence SARM
BET : ITF

➤ Surface

2 970 m² (SHON)

➤ Typologie

Bureaux ERP, R+3

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

550 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

284 kWh_{ep}/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

91 kWh_{ep}/m².an

➤ Ubat final

0.396 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

1 074 300 €

➤ Date de réalisation des travaux

2016



Ce bâtiment construit en 1977 a fait l'objet d'une première campagne de rénovation en 1991, avec une surélévation. Ces dernières années, Loire Habitat a multiplié les opérations de rénovation thermique visant à la rationalisation des consommations énergétiques et des émissions de GES sur son parc de logements sociaux. Certaines rénovations ont été réalisées en site occupé. Il convenait donc d'appliquer à ses propres locaux le même type de travaux d'autant que les conditions de confort n'étaient pas satisfaisantes. En été, l'inconfort était lié à l'absence de protection solaire dans les locaux orientés Sud, Sud-Ouest et Sud-Est. En hiver, l'inconfort résultait de courants d'air associés à un effet de paroi froide (mauvaise qualité de la menuiserie, baie coulissante en aluminium et faible voire inexistante isolation thermique des façades).

Par ailleurs, la ventilation mécanique (simple flux) n'était plus adaptée à l'occupation des locaux avec des débits sous dimensionnés. Egalement, le système de gestion du chauffage datait de 1977 avec, à terme, un problème d'indisponibilité des pièces de rechange. Pour les locaux de l'extension réalisée en 1991, les seuls radiateurs électriques ne permettaient pas d'assurer un confort thermique suffisant.



➤ ANALYSE

Concilier les actions sur le bâti pour assurer le confort

Le volet consommation énergétique / confort était prioritaire. Un traitement des façades par l'extérieur (ITE et bardage bois) couplé à la pose de menuiseries mixtes bois-alu ont permis de limiter les déperditions thermiques et l'effet de paroi froide. Pour éviter toute surchauffe en été, des protections solaires à commande manuelle ont été installées.

La recherche du confort intérieur et des économies d'énergie a permis de privilégier la ventilation double flux avec récupération de chaleur. **Une réflexion a été menée sur le tracé et la mise en continuité des réseaux aérauliques avec les diffuseurs terminaux.**

Etre vigilant à la gestion des travaux en site occupé

La maîtrise d'ouvrage est satisfaite du projet. Mais le fait de travailler en site occupé induit des contraintes de fonctionnement rendant le quotidien difficile à gérer pour toutes les parties impliquées. Des campagnes d'informations menées auprès des salariés sont nécessaires mais pas tou-

jours suffisantes. Même si les salariés sont demandeurs des travaux, l'acceptation **des nuisances dans la durée a ses limites**. Pour réduire au maximum la durée du chantier et des nuisances tout en travaillant sur la gestion des déchets, il a été opté pour **une isolation thermique par l'extérieur et un recours à des éléments de façades préfabriqués**.

Ce projet met en exergue les limites d'une réhabilitation en site occupé. En effet, la présence des salariés mais aussi l'accueil du public pendant les travaux a complexifié les choix d'interventions. L'importance de la gestion et de la communication avec les usagers du site s'est traduite par des **campagnes d'informations régulières** et une **adaptation constante des plannings**. Cette nécessaire pédagogie a induit une bonne connaissance du bâti (enveloppe et systèmes techniques) par les usagers et laisse espérer une bonne gestion future du bâtiment.

RÉHABILITATION D'UN BÂTIMENT CLASSÉ

Saint-Etienne (42)



AMÉLIORER LE CONFORT ET LES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES
RÉHABILITER UN BÂTIMENT CLASSÉ

➤ Maître d'Ouvrage

SCI 53 FAURIEL

➤ Maîtrise d'Œuvre

Atelier RIVAT

BET : ILTEC + HELIASOL

➤ Surface

610 m² (SHON)

➤ Typologie

Bureaux, R+1

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

550 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

21 kWh/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

3,8 kWh/m².an

➤ Ubat final

0.386 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

640 634 €

➤ Date de réalisation des travaux

2012



Le projet vise à la réhabilitation d'une partie d'immeuble dans laquelle sont installés les bureaux de l'Atelier d'Architecture RIVAT. Le bâtiment, situé Cours Fauriel à Saint-Etienne, fait partie de l'ancien site de MANUFRANCE, édifié en 1902 et conçu par l'architecte Léon LAMAIZIERE.

Ce bâtiment est inscrit à l'Inventaire Supplémentaire des Monuments Historiques (ISMH). Initialement, il abritait la salle des machines de MANUFRANCE avec 2 chaudières à vapeur fonctionnant au charbon. Il fut ensuite rénové dans les années 1990 pour accueillir un local commercial et de services, avant d'être acquis par la Métropole de Saint-Etienne. Les équipements énergivores et obsolètes du local commercial n'ont pas été conservés. A cela, s'ajoutaient de nombreux défauts d'isolation thermique et une étanchéité à l'air très imparfaite. La présence à proximité de végétaux à feuilles caduques (platanes) est un point positif pour le confort d'été.



➤ ANALYSE

Améliorer l'enveloppe d'un bâtiment classé

Les contraintes patrimoniales du bâtiment ont imposé diverses actions sur l'enveloppe : **pas d'isolation par l'extérieur** afin de conserver les ornements de 1902 et **la mise en œuvre de menuiseries en aluminium**. L'équipe a fait le choix du concept de « la boîte dans la boîte » en passant par une isolation par l'intérieur soignée. Grâce à l'implication des entreprises sur l'étanchéité à l'air du bâti, la valeur cible de 0,6 vol/h (sous une dépression de 50 Pa) a été atteinte.

A l'exception de la défaillance d'une carte électronique sur la pompe à chaleur, la mise au point de la PAC eau/eau ou encore de la ventilation mécanique double flux n'a pas posé de problème particulier. Par la suite, il n'y a pas eu de difficulté majeure rencontrée durant les 5 années d'exploitation. L'exploitation du bâtiment est en partie effectuée par l'agence RIVAT ; seul l'entretien des machines est sous-traité à un tiers pour changer annuellement les filtres de la CTA, le 2^{ème} changement étant assuré par le personnel de l'agence.



Impliquer les usagers dans le suivi des consommations

La labellisation PassivHaus a été recherchée avec comme outil de conception, l'outil PHPP pour l'évaluation des performances énergétiques. **A raison d'une heure/semaine, une personne interne à l'agence assure le suivi et la cohérence des consommations enregistrées.** Les résultats sont globalement satisfaisants.

Etre vigilant à l'évolution des usages sur le confort d'été du bâtiment

Cette opération est considérée comme une réussite, avec l'atteinte de plusieurs cibles initialement visées (labellisation PassivHaus en rénovation) pour un bâtiment inscrit à l'Inventaire des Monuments Historiques. Toutefois, sur ce bâtiment, l'accent a été particulièrement mis sur des **équipements techniques performants et précisément dimensionnés**.

Or, par rapport aux hypothèses de conception initiales, **l'évolution des usages et usagers** (multiplication du nombre d'occupants et du nombre de postes informatiques), **a légèrement dégradé les conditions de confort d'été et de qualité de l'air**, tout en restant dans des plages de confort acceptable (27° maximum lors de canicules et pics de concentration de CO₂ à 950 ppm). Le juste dimensionnement des systèmes ne permet pas « d'absorber » intégralement ces nouveaux apports internes liés à la modification d'usage. Cette opération illustre l'importance de **prendre en compte, dès la programmation, une certaine adaptabilité des équipements afin de faire face à des évolutions d'usage plus ou moins prévisibles selon la nature du bâtiment**.



RÉHABILITATION DE L'ESPACE BTP DRÔME-ARDÈCHE

Valence (26)



ALLIER PERFORMANCE ET EXEMPLARITÉ
RÉHABILITER EN SITE OCCUPÉ

➤ **Maître d'Ouvrage**

SCI ESPACE BTP

➤ **Maîtrise d'Œuvre**

SORHA

BET Fluides : ENERTECH

BET : Structure BETEBAT

➤ **Surface**

1 740 m² (SHON)

➤ **Typologie**

Bureaux, R+1 sur sous-sol

➤ **Zone climatique**

H2d

➤ **Altitude**

190 m

➤ **Consommations avant travaux (indicateur RT)**

258 kWh/m².an

➤ **Consommations après travaux (indicateur RT)**

26 kWh/m².an

➤ **Ubat final**

0.424 W/m².K

➤ **Montant total des travaux (HT)**

1 469 000 €

➤ **Date de réalisation des travaux**

2011



La Fédération du BTP est propriétaire (via la SCI ESPACE BTP) d'un bâtiment tertiaire abritant son siège social. Ce bâtiment a été construit en 1995 et représente 1 741 m². Par son architecture et les manifestations professionnelles qui s'y déroulent, il est au carrefour des actions de la filière du BTP et est identifié par les acteurs de la construction et élus comme le pôle construction de la Drôme et de l'Ardèche. Par sa fonction, ce bâtiment est un « démonstrateur » pour la filière BTP. Il s'agit du premier bâtiment non résidentiel à faire l'objet d'une rénovation thermique. Dans un souci d'exemplarité, le président de la Fédération, Frédéric REYNIER alors en fonction, a souhaité faire de l'Espace BTP un bâtiment basse consommation avec l'objectif de bâtiment à énergie positive.



➤ ANALYSE

Améliorer les baies vitrées mais ne pas les réduire

Le bâtiment dispose de grandes largeurs de fenêtres, sources potentielles de déperditions énergétiques. Toutefois, afin de ne pas dégrader la qualité architecturale du bâtiment et de ne pas déprécier sa qualité, il a été choisi de ne pas les réduire mais de les traiter efficacement. La solution de la double-fenêtre a été retenue. Dans les salles de réunion orientées au Nord, du triple vitrage a été choisi.

En complément, des protections solaires, résistantes au vent, ont été mises en œuvre pour les fenêtres et l'atrium vitré afin de ne pas dégrader le confort d'été.

Ajuster les installations en phase de pré-exploitation

18 mois (2 saisons de chauffe) ont été nécessaires pour effectuer un ajustement des réglages de la pompe à chaleur eau/eau sur nappe aquifère. En raison de la consommation électrique de la pompe (circulateur), il était important que celle-ci soit arrêtée en même temps que la pompe à chaleur. En complément du chauffage, ce système est réutilisé avec succès pour assurer le rafraîchissement passif du bâtiment (géocooling). La mise au point des systèmes de ventilation asservis à la détection de présence ou de CO₂ est également un point crucial.

La gestion des équipements techniques en interne implique le recrutement de techniciens qualifiés.

Impliquer les usagers pour réduire les consommations

Les entreprises ont été retenues par cooptation par branche (procédure datant de 2010). Cette solution est innovante et a bien fonctionné. Elles ont été proactives tout au long du chantier.

Ce projet a été non seulement technique mais aussi éthique et politique pour les participants. A noter que les gains de performance étaient un vrai challenge car le bâti était déjà isolé.

En interne, les occupants ont été sensibilisés. **Un compromis a été trouvé entre l'idéal préconisé par l'ingénierie énergétique du BET ENERTECH et les exigences de confort des occupants.** Cela a permis de **faire évoluer les mentalités sur les consignes de chauffage et de climatisation en rapport avec l'ambition énergétique.**

Des bonnes performances énergétiques

Les mesures réalisées les 2 années suivant les travaux attestent que les consommations annuelles d'énergie liées au chauffage ont été ramenées, à 18,51 kWh/m².an (PAC, pompe de forage, pompes primaires), soit à 47,7 kWh/m².an dès la deuxième année (coefficient conventionnel de 2,58). Comptabilisés en énergie utile (sortie PAC), les besoins énergétiques du bâtiment se sont établis à 53,4 kWh/m².an, soit une réduction de 70 % par rapport aux besoins antérieurs.

Concernant les pompes à chaleur (sans auxiliaire), le coefficient de performance (COP) a été de 4,65 en moyenne annuelle, ce qui constitue une très bonne performance. Quant à la consommation annuelle totale du bâtiment en énergie finale, tous usages confondus, elle a été de 68,5 kWh/m².an. L'installation photovoltaïque ayant produit 60,8 kWh/m².an, le bâtiment a produit légèrement moins d'énergie qu'il n'en a consommé : l'objectif de devenir un bâtiment à énergie positive a presque été atteint.

Même si un travail plus ambitieux sur l'enveloppe aurait pu être mené, la performance du bâtiment permettra d'atteindre le niveau de performance d'un bâtiment à énergie positive. Outre le fait que cette opération soit une démonstration technologique (cible BEPOS en rénovation de bâtiment tertiaire), elle **illustre l'implication conjointe des entreprises et des usagers** pour atteindre les performances visées. **La gestion manuelle du chauffage et de la climatisation par les usagers** est une réussite et les consommations énergétiques continuent de décroître. Grace à la rénovation de ce bâtiment, les occupants ont modifié certaines de leurs habitudes, en acceptant des consignes de chauffage et de climatisation adaptées à la performance énergétique, démontrant un véritable changement de mentalité. Cet exemple montre que les usagers, suffisamment informés en amont et accompagnés lors de la mise en exploitation, sont en capacité d'être des acteurs du changement. Autre point notable : **la cooptation des entreprises** par la Fédération BTP 26/07, qui a permis de sélectionner des entreprises locales motivées par l'objectif performanciel et de qualité. Ce projet est une illustration que les entreprises et les usagers peuvent être impliqués, à condition de mettre en œuvre des méthodes et processus d'accompagnement spécifiques.

RÉHABILITATION D'UNE STRUCTURE MULTI-ENFANCE

Saint-Chamond (42)



AMÉLIORER LE CONFORT GLOBAL

MODIFIER L'USAGE DU BÂTIMENT RÉNOVÉ

➤ Maître d'Ouvrage

Ville de SAINT CHAMOND

➤ Maîtrise d'Œuvre

Atelier RIVAT

BET : ILTEC + ENGIBAT

➤ Surface

753 m² (SHON)

➤ Typologie

Équipement scolaire, RdC

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

450 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

non connue

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

62 kWh/m².an

➤ Ubat final

0.479 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

1 170 569 €

➤ Date de réalisation des travaux

2010



L'objectif fonctionnel de cette réhabilitation était de regrouper 2 crèches dans les locaux d'une ancienne école maternelle. Le choix de matériaux avec un faible impact sur l'énergie grise faisait partie des souhaits initiaux. L'atout principal du bâtiment est sa compacité : sa forme presque carrée limite la surface en contact avec l'extérieur. La principale contrainte de ce bâtiment est une faible hauteur sous plafond ce qui a limité toute mise en place d'équipements techniques en faux plafond. Cette contrainte a également eu des répercussions sur le confort visuel recherché.





➤ ANALYSE

Modifier la destination des locaux selon l'orientation

Une isolation thermique par l'extérieur a été mise en place afin d'améliorer la qualité thermique du bâtiment. En complément, certains locaux exposés au nord ont été réutilisés en tant que « locaux techniques » avec une réduction de leur surface vitrée en vue de diminuer la déperdition énergétique. Enfin, la configuration du terrain a permis de créer des masques naturels qui participent au confort d'été en complément de brise-soleil installés sur la façade.

Etre vigilant au changement d'activités du bâtiment à rénover

La production de chauffage est assurée par une pompe à chaleur eau glycolée/eau avec sondes géothermiques verticales qui alimente des batteries réversibles. La ventilation double flux est raccordée à ces batteries. **Le chauffage par vecteur air peut être une source d'inconfort** pour les usagers avec sensation de courants froids et nuisances sonores au niveau des diffuseurs. **Ceci est accentué par la faible hauteur sous plafond et le public concerné, des enfants.**

Indépendamment des équipements techniques, **le confort thermique estival a été fortement impacté par l'augmentation des apports sen-**



sibles liée à des équipements spécifiques (buan-derie, cuisine), équipements non identifiés en phase de programmation et non « maîtrisables » avec les installations techniques existantes. Enfin, l'éclairage est parfois jugé trop intense par les occupants. Afin de garantir le confort visuel, certains luminaires sont déconnectés.

Le bâtiment n'était pas occupé pendant les travaux ; un désamiantage nécessaire a été réalisé. Le choix des entreprises a été un enjeu important sur ce projet, avec des lots ayant démontré leur niveau de qualité.

Le mandataire RIVAT Architectes a assuré la coordination complète des études sans surcoût ni délai supplémentaire pour assurer un niveau de performance « passif » du bâtiment. En phase de conception, le suivi du projet par la maîtrise d'ouvrage a consisté essentiellement en un contrôle strict du respect de la programmation. La conception énergétique a été réalisée à l'aide du logiciel PHPP maîtrisé par l'Atelier d'Architecture RIVAT, mais sans labellisation PassivHaus.

L'objectif de performance énergétique (passif en rénovation) et la conception d'une enveloppe très performante ont engendré une mise au point délicate et un réglage fin des systèmes techniques. Face aux changements d'usage, l'ajustement précis des systèmes techniques n'a pas permis de mieux intégrer la mise en place de nouveaux équipements non connus en phase de programmation. **Une vigilance particulière est nécessaire lors d'une rénovation avec un changement d'activités.**

RÉHABILITATION ET EXTENSION D'UNE ÉCOLE

Echirolles (38)



RÉDUIRE LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES
AMÉLIORER LE CONFORT GLOBAL

➤ Maître d'Ouvrage

Commune d'Echirolles

➤ Maîtrise d'Œuvre

ACOBAT Architectes

BET Fluides et HQE : ETF + SE&ME

BET Structure : CTG

➤ Surface

1 305 + 281 m² (SHON)

➤ Typologie

Équipement scolaire, R+1

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

215 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

414 kWh/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

60 kWh/m².an

➤ Ubat final

0.577 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

2 228 694 €

➤ Date de réalisation des travaux

2011



Cette école, construite dans les années 1960, est représentative des constructions de l'époque : construction béton banché non isolé, menuiseries acier simple vitrage, absence de dalle haute, toiture bac acier à faible pente, ventilation naturelle par ouverture des fenêtres, chauffage par radiateur en fonte bitube. Les objectifs de sa rénovation étaient multiples : réduire les consommations énergétiques (réduire d'un facteur 5 les consommations sur les postes réglementaires), mettre en conformité réglementaire l'accessibilité et l'incendie et améliorer le confort des occupants.

Un suivi en exploitation était prévu par le raccordement à une GTB des installations de chauffage, ventilation et des comptages énergétiques. Les travaux de rénovation ont consisté, en priorité, à améliorer l'enveloppe du bâtiment. La toiture, rénovée en 2007, n'a pas été modifiée dans le cadre de cette rénovation.



➤ ANALYSE

Soigner le traitement de l'enveloppe

Les études se sont déroulées avec un souci prononcé pour l'amélioration des performances de l'enveloppe. Par exemple, le traitement de l'étanchéité à l'air a été pris en compte par la maîtrise d'œuvre qui a produit des plans de détails spécifiques pour le DCE (approche novatrice en 2010). Le résultat du test final ($n_{50} = 1.05 \text{ vol/h}$) est une valeur remarquable pour un chantier de 2011. Les menuiseries existantes à simple vitrage ont été remplacées par des menuiseries en PVC à double vitrage. Ces nouvelles fenêtres intègrent des brise-soleil orientables grâce à une commande électrique manuelle. Cette amélioration de l'enveloppe a eu un impact direct sur la réduction des consommations liées au chauffage.

En termes d'équipement, le bâtiment est raccordé au réseau de chaleur urbain. La sous-station a été renouvelée en intégrant le redimensionnement des pompes et l'ajout d'une régulation. Par ailleurs, le renouvellement de l'air est assuré par une ventilation double flux dont le fonctionnement est asservi à l'occupation de la salle (boîte à débit variable et détecteur de présence dans chaque salle). 12 mois ont été nécessaires pour assurer le réglage et le bon fonctionnement du système. Une supervision via la GTB SIEMENS permet d'affiner les réglages et d'assurer le suivi d'exploitation par la maîtrise d'ouvrage (Ville d'Echirolles) et par l'exploitant. A partir de 2012,



l'opération a fait l'objet d'un suivi, par monitoring énergétique assuré par l'ADEME avec le BET ENERTECH, qui a validé l'atteinte en exploitation des cibles de consommation, de confort et de qualité de l'air.

Travailler à une bonne coopération entre les différents acteurs et services de la maîtrise d'ouvrage

Un travail transversal a été mené positivement entre les services de la ville (éducation, service patrimoine bâti, service finance, service développement durable) et l'ADEME en tant qu'expert des questions énergétiques. Ceci a amené les équipes à privilégier deux aspects qui ont guidé la conception : la haute performance de l'enveloppe (isolation thermique et étanchéité à l'air) et la performance des équipements consommateurs d'énergie. En complément, un AMO a été désigné pour assurer le suivi des études et du chantier afin de respecter les cibles visées sur des sujets comme le confort d'été.

L'approche globale et rigoureuse de cette réhabilitation a permis d'atteindre les objectifs de confort d'usage et frugalité énergétique. Afin d'anticiper les futures modifications d'usage et notamment l'évolution du nombre d'élèves dans les prochaines années, les systèmes techniques ont été légèrement surdimensionnés. Leur réglage reste encore à optimiser mais les résultats sont déjà très satisfaisants avec une réduction notable sur les consommations liées au chauffage : un facteur 9 a été atteint et ce, sur les 6 premières années d'exploitation. Par exemple, la consommation totale, tous usages confondus, s'est établie, en moyenne, à 70 kWhep/m^2 (dont $37,5 \text{ kWhep/m}^2$ pour le chauffage), selon la campagne de mesure qui a été réalisée par l'ADEME de 2012 à 2014.



RÉHABILITATION D'UN CENTRE DE SURDITÉ

Lyon (69)



RÉDUIRE LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES
RÉNOVER AVEC UN CHANGEMENT D'USAGE

➤ Maître d'Ouvrage

FONDATION OVE

➤ Maîtrise d'Œuvre

MODULO Architectes

BET Fluides et HQE : SE&ME

+ AICO Fluides + ENERTECH

(Commissionnement)

➤ Surface

1 128 m² (SHON)

➤ Typologie

Bureaux, R+2

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

234 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

297 kWh/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

43 kWh/m².an

➤ Ubat final

0.737 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

2 681 000 €

➤ Date de réalisation des travaux

2015



Le projet consistait en la mise en place d'un centre de surdité dans les locaux d'un groupe scolaire existant avec ajout d'une extension. L'école a été construite en 1961, dans le 9^{ème} arrondissement de Lyon. Il n'y avait peu, voire pas d'isolation initiale au niveau des façades, du plafond et du plancher (plancher de type hourdis brique). La structure du bâtiment existant est de type poteaux – poutres béton. Le bâtiment est composé de 3 niveaux sur un vide sanitaire, dans lequel circulent les réseaux de chauffage, d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées. Les travaux de rénovation visaient à une amélioration thermique de l'enveloppe et à la mise en œuvre d'équipements techniques performants.





➤ ANALYSE

Effectuer un suivi rigoureux pour une enveloppe performante

La volonté de l'architecte de conserver la trame initiale de la façade sur cour a orienté vers une solution d'isolation thermique par l'intérieur. Les autres façades ont été isolées thermiquement par l'extérieur. En complément de l'isolation, des menuiseries extérieures en aluminium avec double vitrage et lame d'argon ont été mises en œuvre. Les travaux se sont déroulés dans des conditions conformes aux attentes de la maîtrise d'œuvre et de la maîtrise d'ouvrage avec beaucoup de rigueur dans les phases conception puis chantier (étanchéité à l'air, ponts thermiques). Les défauts d'étanchéité générés lors du chantier ont été traités sur la base d'un test intermédiaire avant réception.

Garantir et optimiser la performance des systèmes : importance des phases « réalisation et pré-exploitation »

Dans le cadre d'une mission de commissionnement financée par l'ADEME, le BE ENERTECH a **accompagné les entreprises des lots techniques pour mettre en œuvre l'ensemble des optimisations sur le fonctionnement du chauffage et de la ventilation.**

Des sondes de CO₂ ont été ajoutées dans les salles pour assurer le pilotage de la ventilation. C'est l'entreprise d'exploitation-maintenance qui a finalisé la mise au point de la centrale de traitement d'air double flux.

La production de chauffage est en partie assurée par une chaudière bois (granulés). Un défaut dans la gestion du stock de granulés a été détecté du fait de l'absence de trappe de visite et de capteur permettant de contrôler le niveau de stockage. Ces défauts ont été corrigés par l'entreprise de

CVC avec en plus, la mise au point d'un système d'aide au pilotage des installations. Un contrat d'approvisionnement a été mis en place. Et un outil de suivi (tableur excel) a été livré dans le cadre de la mission de commissionnement qui permet au maître d'ouvrage de suivre en détail les performances énergétiques du bâtiment.

Tenir compte de l'utilisateur pour assurer un réel compromis « confort / économies d'énergie »

Le confort visuel a été traité de façon performante avec un système de gradation de l'éclairage artificiel. Cette solution a été choisie afin d'optimiser les consommations spécifiques d'électricité. Cependant, à l'usage, il a été détecté que les variations rapides de luminosité engendrées par les gradateurs, perturbaient les enfants malentendants, très sensibles au confort visuel. **En accord avec les équipes pédagogiques, le système de gradation a été neutralisé au profit d'un éclairage manuel plus adapté au public du bâtiment.**

Cette opération de rénovation (et extension) est fortement appréciée par la maîtrise d'ouvrage grâce à ses bons résultats correspondant aux attentes initiales (conformité de l'enveloppe et des consommations énergétiques). Sur une base programmatique complète et solide, les phases diagnostic, conception puis exécution ont permis de disposer, dans les délais, d'un ensemble immobilier répondant aux attentes des usagers et conforme au plan budgétaire. Toutefois, **il faut être très vigilant lorsque l'opération de rénovation s'accompagne d'un changement d'usage.** Cette opération illustre bien l'importance à considérer, dès le cahier des charges, les spécificités d'usage et le public associé avant d'opter pour des systèmes techniquement et énergétiquement performants.

RÉHABILITATION D'UN BÂTIMENT DE BUREAUX

Chambéry (73)



AMÉLIORER LE CONFORT THERMIQUE
RÉDUIRE LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

➤ Maître d'Ouvrage

SCI PORTE TOIT

➤ Maîtrise d'Œuvre

ECLORE

BET Fluides et HQE : INDDIGO

➤ Surface

1 030 m² (SHON)

➤ Typologie

Bureaux, R+1 sur sous-sol

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

259 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

123 kWh/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

71 kWh/m².an

➤ Ubat final

0.393 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

380 510 €

➤ Date de réalisation des travaux

2014



Ce projet de rénovation thermique et d'amélioration énergétique concerne le siège social du bureau d'études INDIGGO situé dans la zone d'activité de BISSY à Chambéry (73). Ce bâtiment de 3 niveaux, mitoyen d'un hangar de stockage (ouest), a connu une succession de travaux de rénovation engagés entre 1997 et 2003.

En 2010, le BET a réalisé un audit énergétique avec une thermographie infrarouge mettant en évidence les ponts thermiques induits par les travaux de 1997 ; travaux qui ont principalement consisté à isoler par l'intérieur les façades (8 cm), à améliorer les menuiseries bois avec un double vitrage collé en survitrage et à ajouter des protections solaires (volets roulants, stores intérieurs et casquettes). A l'origine, le système de chauffage au sol par eau était alimenté par une chaudière gaz. En 1999, une chaudière bois à plaquettes l'a remplacée. Courant 2003, une centrale solaire de 22 kWc (220m²) a été installée en toiture.

Malgré les travaux réalisés dans une logique de développement durable, le bâtiment, même équipé de panneaux solaires photovoltaïques et isolé par l'intérieur, restait très consommateur d'énergie et assez peu confortable.



➤ ANALYSE

Améliorer fortement la façade et sa durabilité

L'isolation par l'extérieur des façades, qui a permis d'améliorer la performance thermique de l'enveloppe, a finalement été réalisée en PSE (initialement prévue en laine de bois). L'isolation du plancher bas et des faux-plafonds complètent l'isolation du bâtiment. Des menuiseries en bois ont été installées et équipées de protections solaires extérieures (BSO).

La mise au point a été aisée du fait de la simplicité des solutions mises en œuvre

Le système de ventilation a été revu avec l'installation d'une VMC double flux dans les salles de réunions et simple flux dans les bureaux. Aucune difficulté majeure n'a été rencontrée durant la phase d'exécution, que ce soit pour la façade ou pour le CVC. Suite à la réception des travaux, **l'équilibrage hydraulique a été ajusté par le BET afin de répartir au mieux les puissances distribuées** du fait de l'amélioration de la performance thermique des locaux par rapport à d'autres zones.

Impliquer les usagers pour faciliter la gestion des systèmes et du bâtiment

Les études ont été gérées en interne, ce qui présentait des avantages. En effet, les approches pro-



grammatiques et d'amélioration du confort des occupants ont facilement été établies avec l'implication des acteurs du projet comme intervenants directs. **Des groupes de travail ont été organisés sur le confort et la qualité d'usage.** Ceci a permis d'avoir l'adhésion des occupants avant la rénovation, mais aussi de confronter les solutions imaginées avec les contraintes économiques. **L'intervention d'entreprises locales reconnues a facilité le pilotage du chantier.** Les travaux se sont déroulés en site occupé avec un suivi des travaux au plus près par les occupants eux-mêmes. Les résultats sont tout à fait satisfaisants avec une amélioration sensible du confort ressenti par les occupants. Il n'y a plus de sensation de courant d'air ni de paroi froide pour les usagers des zones de bureau. La gestion du pilotage des brise-soleil par les occupants est également très facile.

Un diagnostic préalable à la phase de réhabilitation est nécessaire pour optimiser les performances.

Cette opération en est un bon exemple.

Un renforcement de l'isolation thermique du bâti couplé à l'indispensable installation d'un système de ventilation adapté aux besoins des usagers, ont permis de corriger les défauts d'un patrimoine ancien avec des problèmes d'inconfort thermique, d'acoustique et de qualité d'air. Ces améliorations successives n'ont été possibles que grâce au temps accordé aux études (programmation, conception, etc.) et aux travaux. Au fil du temps, certains postes ont pu être anticipés et adaptés (chauffage au sol, chaudière bois, etc.). Cette réhabilitation, qui s'inscrit dans la durée, illustre une opération fondée sur la patience et le pragmatisme.

RÉHABILITATION D'UN GROUPE SCOLAIRE EN CRÈCHE

Cruseilles (74)



AMÉLIORER LES PERFORMANCES THERMIQUES

RÉHABILITER UN BÂTIMENT EN CHANGEANT SON USAGE

➤ **Maître d'Ouvrage**
CC du pays de Cruseilles

➤ **Maîtrise d'Œuvre**
DE JONG Architectes
BET : BETER CACHAT

➤ **Surface**
704 m² (SHON)

➤ **Typologie**
Equipement scolaire, RdC

➤ **Zone climatique**
H1c

➤ **Altitude**
780 m

➤ **Consommations avant travaux (indicateur RT)**
143 kWh/m².an

➤ **Consommations après travaux (indicateur RT)**
81 kWh/m².an

➤ **Ubat final**
0.328 W/m².K

➤ **Montant total des travaux (HT)**
1 002 573 €

➤ **Date de réalisation des travaux**
2014



Initialement, le bâtiment était utilisé pour un usage de type scolaire avec 4 classes de maternelle. L'objectif de cette opération est de réutiliser ce bâtiment pour un usage différent : une structure petite enfance. La réhabilitation de ce bâtiment doit également permettre d'améliorer la performance thermique de l'enveloppe et la qualité de l'air intérieur, tout en profitant au maximum des apports en lumière naturelle. Le bâtiment était initialement construit avec des murs en béton armé et une isolation par l'intérieur. Le plancher sur RdC est composé d'un dallage et la toiture est en bac acier isolé. La réhabilitation a pour objectif de respecter l'aspect du bâtiment initial et de favoriser une utilisation optimale des surfaces. Ainsi, des ouvertures dans les murs ont été créées et des poteaux supprimés afin de garantir une meilleure fonctionnalité des espaces.

NB : une extension a été construite en mur à ossature bois avec une toiture en zinc isolée.



➤ ANALYSE

L'isolation thermique du bâtiment a été renforcée et un soin particulier a été porté à l'étanchéité à l'air du bâti. Des entreprises expérimentées ont été choisies : le charpentier portait la responsabilité de l'étanchéité à l'air et les résultats obtenus ont été satisfaisants (test d'étanchéité à l'air conforme après réception). En complément des protections solaires classiques (stores), il avait été prévu, dès la phase de conception, une végétalisation de la parcelle pouvant faire office de masques solaires. Cette solution a été abandonnée en cours de chantier contribuant en partie à un inconfort d'été.

Planifier une maintenance et un suivi réguliers

Un contrat de suivi de l'exploitation a été mis en place avec un nouvel opérateur. La maintenance des installations a gagné en qualité avec la réalisation régulière d'opérations d'entretien, longtemps négligées par le passé : accès et changement des filtres, vérification de l'état des composants. Néanmoins, le suivi des consommations d'énergie doit être renforcé pour pouvoir atteindre les objectifs du projet ; des dérives de consommations ayant été observées lors des premières années d'exploitation.



Anticiper le changement d'usage dès le cahier des charges

Ce bâtiment bien isolé et étanche à l'air se révèle particulièrement sensible aux modifications d'usage. En exploitation, des apports internes supérieurs aux prévisions ont largement contribué à diminuer le confort.

La modification des usages a rendu les équipements techniques inadaptés pour assurer le confort thermique. La complexité du **pilotage des installations techniques dans un bâtiment dont l'enveloppe est très performante nécessite également une implication très forte des acteurs**, notamment de la part des usagers (enjeu de l'information et de la sensibilisation).

RÉHABILITATION D'UN GROUPE SCOLAIRE

Bourg en Bresse (01)



AMÉLIORER LE CONFORT

INTÉGRER UNE EXIGENCE DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

➤ Maître d'Ouvrage

Ville + SPL OSER

➤ Mandataire CREM

CLIMSANIT

➤ Maîtrise d'Œuvre

Bertrand Feinte Architecte

BET : BELEM + TRANSENERGIE

➤ Surface

1 580 m² (SHON)

➤ Typologie

Équipement scolaire, R+1

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

230 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

102 kWhep/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

50 kWhep/m².an

➤ Ubat final

0.440 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

1 614 370 €

➤ Date de réalisation des travaux

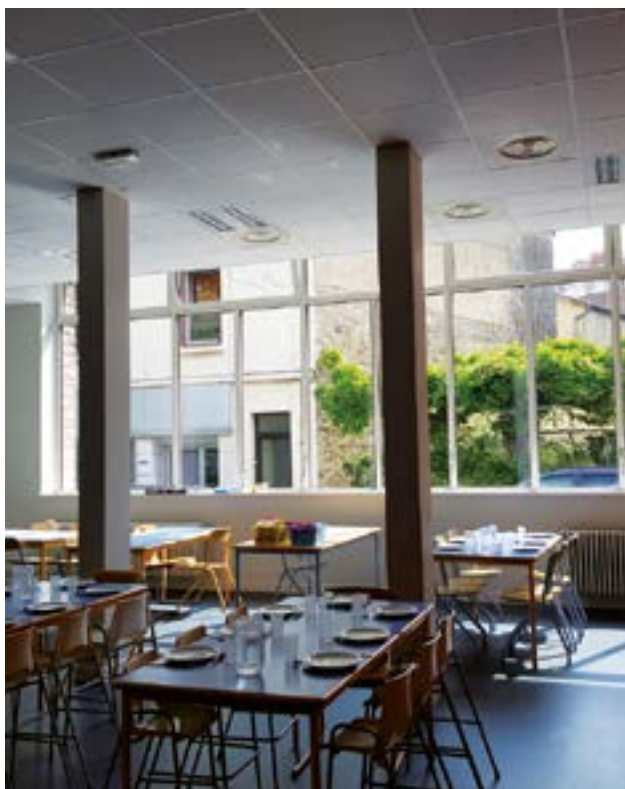
2015



Le groupe scolaire Baudin, d'une surface de 1 580 m², regroupe une école maternelle, une école primaire et une salle de restauration. Un préau a été aménagé mais n'est pas chauffé. Les bâtiments anciens datent des années 1900 et l'extension de la maternelle a été mise en service en 1984. Certaines menuiseries ont déjà été remplacées entre 2007 et 2009 pour améliorer le confort des occupants et réduire les consommations d'énergie. Les travaux planifiés sur le bâtiment avaient pour objectif l'amélioration de l'efficacité énergétique globale et une mise en conformité de l'accessibilité. La création d'une extension et le déplacement d'un préau faisaient également partie du projet de réhabilitation.

Le projet intégrait une garantie de résultats sous la forme d'un Contrat de Performance Énergétique (type marché Conception Réalisation Exploitation Maintenance - CREM aujourd'hui remplacé par un Marché Global de Performance - MGP).

Ce contrat a été signé entre une Société Publique Locale SPL OSER et un groupement d'entreprises, pour une durée de 8 ans. Les objectifs de performance sont de réduire de 55 % les consommations d'énergie finale et d'atteindre le niveau BBC rénovation.



➤ ANALYSE

L'amélioration énergétique du bâti passe principalement par l'isolation thermique des façades et le choix de menuiseries en aluminium avec double vitrage à faible émissivité. En complément, ont été mis en œuvre des brise-soleil ou des volets roulants pour occulter les parois vitrées et participer au confort.

Assurer un suivi pour optimiser les performances et le confort

Dans le cadre du marché global CREM, le suivi des consommations est assuré par la SPL OSER. Ce **suivi a permis de détecter très rapidement toute anomalie dans le pilotage des équipements**. L'absence d'arrêt de la ventilation des locaux durant les vacances de fin d'année a pu être identifiée, signalée et évaluée sur le plan énergétique.

De plus, la GTB permet d'enregistrer les taux de CO₂ dans les salles et d'évaluer l'efficacité de la solution adoptée vis-à-vis de la consigne. La qualité d'air dans chaque classe est définie à partir d'une valeur cible fixée à 1000 ppm de CO₂.

Impliquer tous les acteurs pour la réussite du projet

La SPL OSER a travaillé avec les services de la ville pour optimiser le programme de travaux en



fonction des cibles énergétiques et des budgets. Le personnel technique de la Ville de Bourg-en-Bresse a participé au suivi de conception lors d'une réunion avec la SPL OSER.

Le volet de préparation du chantier avec les différents acteurs a joué un rôle décisif dans la réussite et l'acceptation du projet. Le portage politique a été nécessaire, voire crucial à ce stade, et le soutien aux équipes techniques indéfectible. Des réunions préalables avec les enseignants, la direction de l'école, les délégués des parents, et même une AG des parents ont été organisées.

Le contrat CREM comporte un engagement sur 6 à 8 ans d'exploitation. Cet engagement démarre 18 mois après la livraison / fin des travaux. Ces 18 mois sont une période probatoire sans pénalité sur les consommations.

Le montage du marché global CREM a permis de sécuriser les performances énergétiques. Les objectifs de performance ont été atteints. **Un recalage des consommations par DJU (Degré Jour Unifié) est effectué après chaque saison de chauffe** et permet d'analyser la conformité ou non par rapport à l'engagement du CREM. **Contrairement au critère énergétique, le suivi de la qualité d'air est à ce jour purement informatif**. Ce critère n'est pas intégré dans les objectifs de performance et n'est pas utilisé pour des pénalités éventuelles. Des analyses ont néanmoins été menées et ont mis en exergue la nécessité de poursuivre la communication auprès des usagers en vue d'améliorer le confort.

RÉHABILITATION D'UN BÂTIMENT DE BUREAUX

Lyon (69)



RÉDUIRE LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DU BÂTIMENT
ASSURER UN CONFORT THERMIQUE ET VISUEL

➤ Maître d'Ouvrage

CIRMAD GRAND SUD

➤ Maîtrise d'Œuvre

Face A

BET : NERCO + ETAMINE

➤ Surface

11 232 m² (SHON)

➤ Typologie

Bureaux, R+7

➤ Zone climatique

H1c

➤ Altitude

202 m

➤ Consommations avant travaux (indicateur RT)

318 kWh/m².an

➤ Consommations après travaux (indicateur RT)

54,4 kWh/m².an

➤ Ubat final

0.575 W/m².K

➤ Montant total des travaux (HT)

15 136 054 €

➤ Date de réalisation des travaux

2015



Anciennement dénommé « BBC » pour « Building de Bureaux Climatisés », ce bâtiment de bureaux se situe à proximité d'axes routier et ferroviaire importants. Construit dans les années 60, le bâtiment était assez novateur pour l'époque : façade rideau en aluminium et bureaux climatisés. Toutefois, l'absence d'isolation thermique et le simple vitrage en façade engendraient des consommations énergétiques excessives et un inconfort thermique notable. Egalement, les faibles hauteurs sous plafond cumulées à la profondeur des plateaux de bureaux dégradaient le confort visuel.

Les travaux de rénovation visaient à réduire d'un facteur 3,5 les consommations énergétiques sur les postes réglementaires tout en assurant un confort optimal pour les occupants.





➤ ANALYSE

Traiter l'enveloppe du bâtiment

L'enveloppe a été traitée par une solution de type Mur Ossature Bois rapporté sur la façade. La performance thermique a été particulièrement soignée avec une limitation des ponts thermiques et un travail sur les détails d'exécution pour renforcer l'étanchéité à l'air du bâti. La valeur finale du test d'étanchéité est très satisfaisante : $0,42 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ sous 4 Pa. En complément, les menuiseries extérieures en aluminium avec simple vitrage ont été remplacées par des menuiseries en bois avec double vitrage performant. Des brise-soleil ont été installés sur la façade « est » du bâtiment afin de réduire l'éblouissement ainsi que les consommations de froid en été. En termes d'éclairage artificiel, la mise en place de dalles LED et de luminaires LED, préférés aux spots, pour limiter tout effet d'éblouissement, ont recueilli un avis favorable chez les usagers.

Etre vigilant à la hauteur sous plafond disponible pour choisir les équipements techniques

Un système de ventilation double flux et un système de plafond rayonnant associé à une PAC air/eau ont été retenus pour équiper les sept premiers étages dont la hauteur sous plafond n'excède pas 2,6 m. Avec une hauteur sous plafond



réduite ponctuellement à 2,1 m, le dernier étage a été traité indépendamment : un système DRV a été mis en place avec des ventilo-convecteurs en allège. Des zones de régulation de chauffe ont été définies pour assurer une modularité des plateaux de bureaux.

La phase d'auto-contrôle et le bon équilibrage des réseaux aérauliques a permis d'obtenir une installation satisfaisante sans nuisance sonore ni courant d'air parasite.

Assurer régulièrement la maintenance courante

En raison d'une pollution extérieure avérée, le remplacement du pré filtre des CTA est effectué tous les mois. Cette fréquence de maintenance courante est indispensable et permet de planifier un dépoussiérage du réseau aéraulique tous les 8 ans.

Pour garantir une continuité de service et le bon fonctionnement des équipements et de leur régulation, un contrat de maintenance est sous-traité à l'intégrateur de GTB.

Le désir de rendre ce bâtiment énergétiquement performant et confortable pouvait être considéré comme ambitieux en raison des contraintes du site et de la proximité d'axes importants de circulation. Cependant, l'approche rigoureuse développée par l'Entreprise Générale qui a piloté l'opération a permis d'atteindre les objectifs énergétiques et un bon niveau de confort auprès des occupants. Enfin, la qualité des systèmes et leurs réglages ont permis de s'adapter à la complexité des usages (possibilité de louer indépendamment les plateaux de bureaux).

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de cet ouvrage et en premier lieu les maîtres d'ouvrage de l'ensemble des bâtiments présentés ici qui nous ont permis de visiter les bâtiments, de rencontrer tous les acteurs des projets et de partager leur retour d'expérience.

Merci à tous leurs prestataires de leurs projets qui ont largement contribué à la constitution des retours d'expériences présentés : architectes, Bureaux d'études, AMO, entreprises, etc.

Merci enfin à Jean-Baptiste Fleurent Architecte, David Corgier (Manaslu), Cédric Beaumont et Muriel Barbat du COSTIC, Delphine Bled de l'Agence Hawaii Communication, pour leur investissement conséquent et l'expertise apportée pour la réalisation de ce guide.

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, gaspillage alimentaire, déchets, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

Direction régionale Auvergne-Rhône-Alpes
10 rue des Émeraudes 69006 Lyon

Coordination technique et graphique :

Hakim HAMADOU, Brigitte LAUTERBACH (ADEME
Auvergne-Rhône-Alpes)

Rédacteurs : Jean-Baptiste Fleurent (Architecte),
David Corgier (Manaslu), Muriel Barbat (COSTIC),
Hakim HAMADOU (ADEME)

Crédits photo : Fleurent Architecte, Manaslu,
COSTIC, ADEME

Création graphique : Hawaii Communication

Brochure réf. 011110

ISBN : 979-10-297-1537-2- mars 2020

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, mai 2020

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal.
Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

RETOURS D'EXPÉRIENCE

12 PROJETS DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DE BÂTIMENTS TERTIAIRES EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Le présent document met à disposition du lecteur l'expérience acquise sur douze opérations de réhabilitation de bâtiment du secteur tertiaire en Auvergne-Rhône-Alpes. Toutes ont bénéficié d'un accompagnement de l'ADEME. Ces opérations de rénovations énergétiques globales visent des niveaux de performances énergétiques ambitieux, en phase avec les objectifs des différentes lois adoptées (loi pour la Transition énergétique et la croissance verte de 2015, loi ELAN de 2018). Elles embarquaient aussi des démarches globales de qualité environnementale, associant économies d'énergie, réduction des impacts environnementaux et amélioration des conditions de confort des usagers, notamment le confort d'été.

Le retour d'expériences des douze opérations, réalisées entre 2017 et 2019, valorise et analyse les bonnes pratiques, en présentant des solutions mises en œuvre par les maîtres d'ouvrage et leurs maîtres d'œuvre, sans mettre de côté les difficultés rencontrées.

Ce document s'adresse à tous les acteurs du bâtiment, qu'ils soient maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises du bâtiment ou exploitants.



COSTIC

Comité Scientifique et Technique
des Industries Climatiques

Le COSTIC est une association œuvrant dans le domaine du génie climatique et de l'énergie du bâtiment, au service des professionnels de cette filière.

Ces principales activités sont la formation professionnelle, les études et les audits techniques d'installations.

www.costic.com

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

www.ademe.fr



Réf. : 011110

