



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**

effinergie

L'OBSERVATOIRE DES BATIMENTS

BEPOS & RENOVATION BASSE CONSOMMATION

EN NOUVELLE AQUITAINE

RETOURS D'EXPÉRIENCES RÉNOVATION BBC

un retour d'expérience sur les bâtiments rénovés à basse consommation en Région Nouvelle Aquitaine. Les projets étudiés sont issus des labels Effinergie et des différents appels à projets régionaux sur la période 2009-2023.

Table des MATIÈRES

5 LE CONTEXTE

7 LE PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

9 LE CONFORT D'ÉTÉ

13 LA PERFORMANCE

18 L'ENVELOPPE

24 LES ÉQUIPEMENTS

29 LES BOUQUETS DE TRAVAUX

31 L'ÉCONOMIQUE



L'OBSERVATOIRE BBC

lefeuvre@effinergie.org



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



©Architecture : SEXTANT Architecture et Air Architecte

L'OBSERVATOIRE EN NOUVELLE AQUITAINE

UN OUTIL PÉDAGOGIQUE 2.0

www.observatoirebbc.org/nouvelleaquitaine

UN PÉRIMÈTRE

- Des bâtiments certifiés ou lauréats d'appel à projets régionaux
- Des bâtiments issus du secteur résidentiel et tertiaire
- Des bâtiments exemplaires d'un point de vue énergétique et environnemental
- Des exigences minimales à respecter : BBC-Effinergie, BBC-Effinergie Rénovation, Effinergie+, Bepos-Effinergie 2013 et Effinergie 2017 (BBC, Bepos, Bepos+)

DES OBJECTIFS

- Identifier et promouvoir les bâtiments exemplaires
- Étudier les solutions technico-économiques mises en œuvre
- Promouvoir le savoir-faire des professionnels
- Valoriser le tissu économique régional
- Identifier les besoins en formation

DES OUTILS

- Des retours d'expérience
- Des moteurs de recherche & de la géolocalisation de bâtiments ou d'acteurs
- Des études et statistiques régionales

400 PROJETS

Étudiés et présentés au travers de fiches opérations

754 ACTEURS

Référencés et valorisés

DES PARTENAIRES

- La Direction Régionale de l'ADEME
- La Région Nouvelle Aquitaine
- ODEYS

Les Enjeux de l'Observatoire Régional

- Accompagner la généralisation des bâtiments à faible impact énergétique et environnemental,
- Promouvoir le déploiement de la rénovation basse consommation et bas carbone,
- Valoriser le savoir-faire des professionnels à l'échelle régionale,
- Promouvoir le tissu économique régional,
- Identifier les besoins en formation.

L'Observatoire propose

- Des études technico-économiques sur la construction et la rénovation,
- Des tableaux de bord trimestriels sur la construction et la rénovation Effinergie à l'échelle régionale, départementale et communale,
- Des fiches descriptives d'opérations valorisant les technologies et les acteurs,
- Des moteurs de recherche et une cartographie des bâtiments,
- Une cartographie des professionnels de la construction exemplaire et à faible impact carbone à l'échelle de la de la Région,
- L'animation de conférences, ateliers, ...

L'Observatoire est un outil

- De valorisation des politiques énergétiques régionales de l'habitat,
- D'évaluation et de pilotage à l'échelle régionale, départementale, voire communale permettant de fixer les exigences des futures aides régionales intégrées aux référentiels des appels à projets,
- De promotion des démarches régionales,
- De mise en réseau et un vecteur de coopération entre les acteurs locaux (Centre de ressources, Agence Locale de l'Energie, Professionnels, ...),
- De capitalisation pour les acteurs institutionnels à l'échelle régionale,
- De valorisation des professionnels.



LE CONTEXTE



LES OBJECTIFS

L'étude a pour objectifs d'identifier les solutions techniques (enveloppe et équipements) mises en œuvre dans le cadre des rénovations basse consommation, de spécifier les bouquets de travaux proposés et les performances intrinsèques du bâtiment (consommation énergétique, émission de Gaz à Effet de Serre, résistance thermique des parois, étanchéité à l'air, ...) tout en associant une analyse économique des projets.

LES CIBLES

Cette étude s'adresse à l'ensemble des acteurs de la filière de la rénovation.

LES DONNÉES SOURCES

Cette étude a été réalisée en exploitant les rapports techniques (étude thermique et fiche RSET³) communiqués et validés par les organismes certificateurs, la Région et la Direction Régionale de l'ADEME en phase conception et mis à jour à la réception du bâtiment. Une partie de la saisie des projets a été réalisée avec le soutien d'ODEYS (Cluster Construction et Aménagement Durables).

Les bureaux d'études thermiques, la maîtrise d'ouvrage et les éventuels architectes présents sur les projets de rénovation ont été sollicités afin de collecter des informations complémentaires (décomposition financière, vidéo, photos, rapport des tests d'étanchéité à l'air, ...) et enrichir le retour d'expérience de chaque rénovation. En conséquence, la taille de l'échantillon peut varier suivant les paramètres étudiés en fonction de la volonté des acteurs à communiquer les éléments demandés.

LIMITES DE L'ÉTUDE

Cette étude est une photographie à un instant donné du parc rénové à basse consommation en Région Nouvelle Aquitaine. Elle apporte un éclairage sur ce marché à l'échelle régionale sans pour autant être représentative de l'ensemble des projets rénovés en Nouvelle Aquitaine. En effet, l'étude ne prend pas en compte les projets en auto-rénovation ou ayant atteint un niveau BBC rénovation en dehors du cadre d'un label ou d'un appel à projet régional.

UNE FICHE « RETOUR D'EXPÉRIENCE »

Sauf exceptions⁴, chaque projet lauréat des appels à projets régionaux a bénéficié d'une fiche retour d'expérience sur le site de l'Observatoire BBC régional consultable sur le site de l'Observatoire régional.

¹ Source : Ministère de la Transition Ecologique

² Réussir le pari de la rénovation énergétique - Rapport de la plateforme d'experts pour la rénovation énergétique des logements en France – Albane Gaspard & Andreas Rüdinger – IDDRI – Mai 2022

³ RSET : Récapitulatif Standardisé de l'Etude Thermique

⁴ Refus d'un des acteurs, données obsolètes, ...

LE CONTEXTE

Le secteur du bâtiment représente 45% de la consommation énergétique de la France et 27% des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)¹. Depuis plusieurs années, l'Etat a mis en place une stratégie pour la rénovation énergétique du parc existant avec la création du Plan de rénovation énergétique de l'habitat (PREH) en 2013, la précision d'une ambition énergétique dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte en 2015 (LTECV) et dans le Plan Climat de la France en 2017.

Plus récemment, le gouvernement a proposé une Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) et une programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) afin de fixer les actions prioritaires qui permettront d'atteindre la neutralité carbone en 2050. La SNBC s'appuie sur 4 grandes orientations pour le secteur du bâtiment : faire évoluer le mix énergétique vers une consommation décarbonée, inciter à une rénovation globale et performante du parc existant, accroître le niveau de performance énergie et carbone des constructions, et améliorer l'efficacité des équipements et la sobriété des usages. En parallèle, plusieurs études² ont confirmé la nécessité de faire évoluer l'ensemble du parc existant vers un niveau BBC en moyenne en 2050 pour atteindre les objectifs de neutralité carbone.

LE PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

A l'aube du lancement du nouvel arrêté définissant la rénovation BBC, prévu au début de l'année 2024, ce rapport propose un retour d'expérience sur les bâtiments certifiés et lauréats des appels à projets en Région Nouvelle Aquitaine sur la période 2009 – 2023. Il se focalise sur les bâtiments résidentiels et tertiaires ayant pour objectif d'atteindre à minima le niveau BBC-Effinergie rénovation.



Figure 1 : Résidence Quai Galuperie – BBC Effinergie rénovation – MO : Domofrance et Habitelem – Architecte : Antoine Bruguerolle

LE PÉRIMÈTRE

DE L'ÉTUDE

cueillette

L'Observatoire BBC régional référence, en partie publique, 371 bâtiments dont 85 bâtiments avec, à minima, un niveau BBC Effinergie rénovation.

L'échantillon analysé se compose 85 projets répartis entre :

- 38 lauréats d'appels à projet régionaux,
- 44 bâtiments ayant obtenu un label Effinergie dans le cadre d'une certification et,
- 3 projets s'étant engagés dans une double démarche « label et appel à projet ».

QUELLE TYPOLOGIE DE BÂTIMENTS ?

L'étude se focalise sur les projets rénovés à basse consommation labellisés ou lauréats des différents appels à projets soutenus par la Région Nouvelle-Aquitaine et la Direction régionale de l'ADEME sur la période 2009 – 2023.

L'échantillon de l'étude se compose :

- 43 projets collectifs regroupant 2 294 logements,
- 32 projets tertiaires regroupant près de 50 645 m² rénovés à basse consommation,
- 10 projets de maisons rénovées, soit 49 logements.

En logements collectifs, 11 opérations sont issues des appels à projet régionaux (431 logements). En parallèle, 31 projets ont été certifiés par Effinergie. Ils regroupent 1 751 logements. Les bâtiments sont répartis sur 9 départements différents avec une plus forte concentration en Gironde (32%) et en Pyrénées-Atlantiques (23%).

Les logements individuels, se répartissent entre 8 maisons rénovées en secteur diffus et 4 opérations de logements groupés (41 logements). L'ensemble des projets étudiés ont été rénovés dans le cadre d'une certification, à l'exception de la rénovation de l'**ancienne école** en 2 logements locatifs sur la commune des Forges.

Dans le secteur tertiaire, 91% (n=29/32) des rénovations étudiées ont été réalisées dans le cadre d'un appel à projet régional.

Ils concernent principalement des bureaux (n=13/32), mais aussi des bâtiments d'éducation (n=7/32), des salles de spectacles/fêtes... (n=4/32), des hébergements (n=3/43), mais également des locaux de santé (n=3/32), un pôle d'animation communale (n=1/32) ou des bâtiments industriels (n=1/32).

Ils sont répartis sur 10 départements différents avec une plus forte concentration dans les Pyrénées Atlantiques (22%), la Gironde (16%), les Landes (12,5%), le Lot et Garonne (12,5%) et la Haute Vienne (12,5%).



Figure 2 : Rénovation d'une ancienne école en deux logements – MO : Commune les Forges – Lauréat appel à projet régional – Architecte : Atelier Métisse

LE CONFORT

D'ÉTÉ



AGIR SUR LA VENTILATION

IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : 1 À 4,5°C

L'objectif de la sur-ventilation nocturne est d'utiliser la fraîcheur de la nuit pour évacuer les calories accumulées dans la journée. Elle peut être réalisée en ouvrant les fenêtres de deux faces opposées afin de créer un courant d'air, ou en augmentant les débits de ventilation afin de renouveler plus rapidement l'air intérieur.

Dans certains projets, le rafraîchissement est réalisé par une ventilation nocturne, sans pour autant parler de sur-ventilation associée à un surdimensionnement de la ventilation. Le système fonctionne alors à son débit maximal durant la nuit. Ce type de solution peut être insuffisant pour rafraîchir le bâtiment si le dimensionnement de l'installation a été calé sur le débit hygiénique réglementaire.

Enfin, des projets intègrent dès la conception une architecture ou des solutions techniques favorisant la ventilation naturelle.

Pour améliorer le confort d'été des résidences Bayonne et Marracq de la Cilab à Bayonne (64), des trappes de ventilation automatiques ont été installées dans les circulations afin de favoriser la sur-ventilation nocturne en période estivale.

A titre d'exemple, les façades du Tiers Lieu à Guéret intègrent des ouvrants automatisés afin de bénéficier d'une ventilation naturelle traversante de l'ensemble du volume, utilisée en journée en mi-saison et la nuit en été. Une gestion « intelligente » de ce système a été envisagée en phase conception avec l'implantation de sondes de CO₂ et de température déclenchant automatiquement l'ouverture/la fermeture des ouvrants.

C'est le cas du cabinet médical d'Oloron Saint Marie (64) qui bénéficie d'une ventilation traversante.

En parallèle, le groupe scolaire de Brossac n'est destiné à être occupé l'été. Cependant, une fonction de free-cooling est présente sur l'ensemble des CTA afin de faire chuter la température intérieure. Il en est de même pour le projet d'extension et de rénovation du Centre d'excellence fruitier Andros.

Enfin, l'ajout d'ouvrants en toiture et d'une ventilation mécanique permettent de rafraîchir certains locaux

C'est le choix fait par l'équipe projet dans le cadre de la rénovation de la Mairie de Tosse où une verrière a été créée au cœur du bâtiment. Elle permet un apport de lumière naturelle mais elle est aussi source d'éventuelles surchauffes. En conséquence, elle a été équipée d'un automatisme permettant son ouverture afin de favoriser le tirage thermique et la sur-ventilation naturelle.

LES PROTECTIONS SOLAIRES

IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : 1 À 3,5°C

Les facteurs qui influencent la température intérieure sont la surface totale des vitrages, leurs orientations et leurs occultations. Certaines orientations favorisent les apports solaires en hiver mais nécessitent une gestion des rayonnements solaires en période estivale. A noter, en préalable, que les stores ou rideaux intérieurs permettent de filtrer l'entrée des rayons lumineux mais n'améliore pas le confort thermique.

Les protections solaires peuvent être aussi intégrées au bâti. Cependant en rénovation, les contraintes architecturales (surface et orientation des surfaces vitrées) sont plus importantes que dans le neuf. Ainsi, dans le cadre de bâtiments classés, notamment pour la qualité architecturale de leurs façades, l'ajout de protections solaires peut être proscrit.

⁵ Simulation Thermique Dynamique : STD

⁶ Cf. Dossier candidature Bâtiments du Futur

⁷ Confort d'été et réduction des surchauffes : 12 enseignements à connaître – EnvirobatBDM - AQC

AVANT-PROPOS

Les évolutions climatiques génèrent des épisodes de surchauffe de plus en plus fréquents avec des pics de température toujours plus élevés.

En parallèle, les bâtiments, qui s'engagent dans l'appel à projet Bâtiment du Futur, s'appuient sur les principes de la conception bioclimatique tout en favorisant la sobriété et l'efficacité énergétique. En conséquence, quelles sont les solutions proposées par les équipes projets pour éviter les surchauffes estivales ou à mi-saison lorsque les apports solaires gratuits sont optimisés pour l'hiver, l'étanchéité à l'air et l'isolation de l'enveloppe renforcées ?

La simulation thermique dynamique⁵: un outil au service du confort d'été.

Dans le cadre de la rénovation et de l'extension du Centre d'excellence fruitier Andros, la Simulation Thermique Dynamique a permis de qualifier les conditions de confort au sein des bâtiments en étudiant neuf variantes. Elle a également permis de valider les solutions à mettre en œuvre (protections solaires, choix des vitrages, taux d'ouverture) et d'arbitrer sur le besoin ou non d'un rafraîchissement des espaces de travail.

Lors de la rénovation de la mairie d'Ogeu (64), les murs de 60 cm d'épaisseur permettent d'avoir des besoins de rafraîchissement quasiment nuls. Cependant, afin de traiter la sensation d'inconfort thermique liée à l'augmentation rapide de température dans la salle des mariages, la simulation thermique dynamique préconisait d'augmenter la vitesse de l'air renouvelé.

Dans le cadre de la réhabilitation des bâtiments du Castel de Navarre à Jurançon, le bureau d'étude a intégré les prévisions du rapport médian du GIEC (A1B) dans ses simulations afin d'anticiper les conséquences du dérèglement climatique sur les confort d'été et d'usage des bâtiments rénovés.

Ainsi, dans le projet de rénovation de l'Espace Famille et de la Parentalité (33), la simulation thermique dynamique a permis d'étudier différents scénarios de sur-ventilation et de s'interroger sur la nécessité de climatiser le bâtiment.

En parallèle, lors de la phase conception, la modélisation du futur Pôle Animation de Moliets et Mâa par STD a permis d'anticiper les dispositions constructives et techniques à prendre pour optimiser le comportement thermique du bâtiment, en mi-saison et en été en particulier. En conséquence, pendant la majorité du temps, les T° intérieures seront maintenues dans les plages de confort sans recours au rafraîchissement⁶.

Cependant, il est nécessaire de prendre en compte l'occupation et l'usage réel du bâtiment, de modéliser les différents scénarios, d'identifier les risques d'inconfort et de tester le scénario pour s'assurer de la pertinence des résultats de la STD⁷.

Dans bien d'autres cas, l'installation de protections solaires contribue à l'amélioration du confort d'été.

Ainsi, les menuiseries des façades situées au Sud de l'école de Saint Aubin sont équipées de lames orientables afin de contribuer au confort des salles de classe.

En parallèle, les bâtiments rénovés du projet du Castel de Navarre intègrent des brises soleils à lames orientables, des stores opaques intérieurs et des vitrages à contrôle solaire, ainsi que des stores à lames intérieurs selon les localisations. Sur ce même projet, les persiennes fixes positionnées devant des ouvrants vitrés ont été conçues afin de pouvoir ventiler sans risque d'intrusion même en inoccupation.

Par ailleurs, le confort d'été de la nouvelle salle des fêtes de Lusignan Petit est amélioré en installant des persiennes coulissantes et en bénéficiant de l'inertie thermique des matériaux isolants.

Le projet architectural de la rénovation de la salle de spectacle de la Roche Posay (86) intègre des brise-soleils en bois et une forte avancée de toiture. Ce grand auvent, situé au-dessus de la façade vitrée, permet de limiter les nuisances en été. De même, sur le projet de rénovation du parc Cadéra à Mérignac (33), des casquettes ont été installées en façade au niveau des linteaux des menuiseries, ces dernières étant déjà en retrait par rapport au bardage bois.

Dans le cadre de la rénovation de l'école primaire de Colombiers (86), des casquettes solaires ont été prévues pour traiter la problématique du confort d'été/hiver.

Il est également important de sélectionner les vitrages en fonction de leurs caractéristiques (coefficient de transmission thermique, facteur solaire et transmission lumineuse) et du besoin identifié à l'usage⁸.

Enfin, au-delà des aspects techniques, il est indispensable d'accompagner les futurs usagers en les impliquant en amont de la réception du bâtiment afin qu'ils s'approprient la gestion de ces protections.



Figure 3 : Protections solaires - Rénovation Le Jardin sur le Toit – La Réole

⁸ Confort d'été et réduction des surchauffes : 12 enseignements à connaître – EnvirobatBDM - AQC

LES CHARGES INTERNES

IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : 1 À 3°C

Les apports de chaleurs induits par les équipements et/ou le nombre de personnes influencent la perception du confort d'été.

A titre d'exemple, dans le cadre de la rénovation de l'Espace Famille et de la Parentalité Cap Ouest (33), le bureau d'étude a pris en compte dans la simulation thermique dynamique les apports des occupants en fonction du type d'activité effectuée (travail assis, assis au repos, travail debout, travail physique ou léger...) et de la bureautique.

En parallèle, dans le cadre du futur Pôle Animation de Moliets et Mâa, les choix intégrés en phases conception et prescription permettent de maîtriser les apports de chaleur externes et internes, et de réguler les températures de façon efficace.

L'accompagnement et la sensibilisation des usagers à la bonne utilisation des équipements en période chaude demeurent indispensables pour limiter les apports internes.

Par ailleurs, l'organisation des locaux en fonction des usages permettra dès la conception de séparer les espaces générant des charges internes et les lieux de vie.

L'INERTIE DU BÂTIMENT

IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : 1 À 2,5°C

Un bâtiment construit avec des matériaux denses (murs, dalles béton, plancher, cloisons) induit des transferts de température entre l'extérieur et l'intérieur décalés dans le temps. C'est le cas de bâtiments conçus avec des matériaux lourds de type béton, briques pleines, terre crue. Cependant, le transfert de chaleur n'est pas supprimé mais décalé.

Ainsi, l'inertie lourde des murs en galets de 60 cm d'épaisseur de la mairie d'Ogeu (64) permet de maintenir une température confortable dans toutes les pièces, même en période chaude.

Autre exemple, l'ancienne bâtisse en pierres, rénovée en cabinet médical à Oloron Saint Marie (64), bénéficie d'une forte inertie thermique. Couplée à une ventilation traversante, le bâtiment est agréable au quotidien.

Dans le projet de Tiers Lieu à Guéret, le confort thermique d'été est modulé par la présence des murs de pisé de forte épaisseur.

Il en est de même pour le projet de rénovation du Jardin sur le toit à la Réole. L'alliance des murs en pierre de 18 cm d'épaisseur et de l'isolation en béton de chanvre consolide l'inertie thermique de la paroi.

LA DURÉE DE LA PÉRIODE DE CHALEUR

IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : 1 À 2°C

LE REVÊTEMENT DES PAROIS ET L'AMÉNAGEMENT DE LA PARCELLE

IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : 1 À 1,5°C

La couleur et l'état de surface d'une façade extérieure ou du sol influencent l'absorption des rayonnements solaires. En effet, plus la surface est rugueuse, plus sa capacité d'absorption sera importante (enduit strié par exemple).

Par ailleurs, le traitement des vitrages peut permettre d'abaisser les températures intérieures.

Ainsi, la végétation présente sur la parcelle de l'école de Saint Aubin a été conservée afin de créer des masques solaires naturels.

En parallèle, l'isolation par l'extérieur des bâtiments rénovés du projet Castel de Navarre bénéficie d'une finition enduit extra blanc afin de limiter le phénomène d'absorption. Il en est de même pour la rénovation du Jardin sur le toit avec son enduit clair.

Afin de palier à la surchauffe de l'enveloppe, un ombrage naturel des façades bac acier du Tiers Lieu de Guéret a été réalisé avec la mise en place d'une ganivelle.

Enfin, la végétalisation de la toiture dans le cadre de la rénovation et de l'extension de la Mairie de Josse (40) améliore l'inertie et le confort d'été du bâtiment.

Cependant, la végétation extérieure ne se développe pas systématiquement suivant les modèles imaginés en conception pour différentes raisons (espèces non adaptées, arrosage irrégulier, ...). Il s'avère indispensable d'intégrer dans le plan de maintenance un budget associé à l'entretien de la végétation, de sélectionner des essences adaptées, voire de formaliser un contrat d'entretien avec taux minimum de couverture végétale garanti⁹.

LA NATURE DE L'ISOLANT IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : JUSQU'À 1°C

Le choix de l'isolant peut influencer le confort de l'utilisateur. En effet, si en hiver, l'isolant doit avoir une conductivité thermique faible et une épaisseur suffisante, il devra, en été, grâce à sa capacité thermique élevée, lui permettre de stocker des calories sans s'échauffer. Par ailleurs, la densité de l'isolant n'aura qu'un impact marginal sur le confort d'été.

A titre d'exemple, le projet de rénovation d'un ancien centre commercial en Tiers Lieu a permis d'intégrer des matériaux biosourcés favorisant le confort d'été tels que :

- La paille avec ses capacités de régulation hygrothermique et acoustique,
- La terre sous forme d'enduit associé à la paille pour ses qualités d'inertie répartie.

En parallèle, l'isolation du cabinet médical à Oloron Sainte Marie (64) par de la laine de bois haute densité permet d'introduire un fort déphasage thermique. Il en est de même pour les façades du projet Castel de Navarre qui sont isolées avec 15 cm de fibres de bois par l'extérieur. Le déphasage thermique annoncé par le bureau d'étude est estimé à 7h.

Sur le projet du Jardin sur le toit à la Réole, les murs en béton de chanvre permettent d'avoir une résistance thermique performante (4,6 m².K/W) tout en bloquant 92% de l'onde de chaleur en été avec un déphasage annoncé de plus de 18 heures.

Enfin, l'isolation de l'école de Saint Aubin a été réalisée avec des matériaux à fort déphasage thermique (fibre de bois, laine de mouton) pour améliorer le confort de vie des élèves et enseignants.

⁹ Confort d'été et réduction des surchauffes : 12 enseignements à connaître – EnvirobatBDM - AQC



Figure 4 : Logements collectifs - Public - BBC Effinergie Rénovation - Architecte : Lanoire & Courrian - Mo : ICF Habitat Atlantique

LES

PERFORMANCES

1. LES LOGEMENTS COLLECTIFS

Les logements collectifs étudiés (n=43) ont une compacité¹⁰ moyenne de 1,71, similaire aux bâtiments issus des projets certifiés ou lauréats d'appel à projets nationaux (compacité : 1,7). Ce ratio est logiquement inférieur à celui observé pour les maisons individuelles en secteur diffus (2,7) et les bâtiments tertiaires (2,3) qui possèdent une empreinte architecturale moins compacte.

UNE ENVELOPPE THERMIQUE PERFORMANTE

Sur la base de notre échantillon composé de 43 logements collectifs, les déperditions moyennes du bâtiment (Ubat) sont réduites d'un facteur 3,3 pour atteindre un Ubat proche de 0,57 W/m².K après travaux.

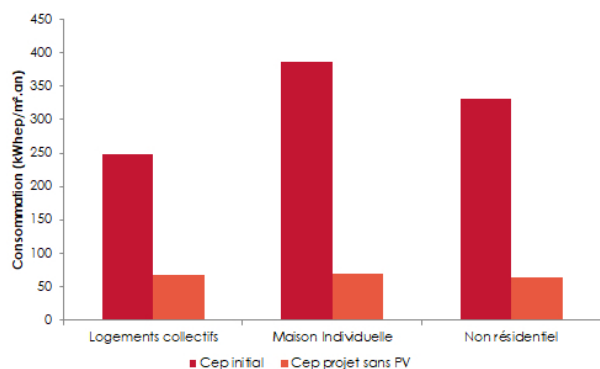


Figure 5 : Déperditions moyennes du bâtiment avant/après travaux suivant le type de bâtiment

Les murs extérieurs (31,5%) et les fenêtres (33%) demeurent les deux postes les plus déperditifs après rénovation. Le poids des pertes par ponts thermiques représente 19% des pertes totales. La mise en œuvre d'une isolation thermique par l'extérieur permet de réduire ce ratio à 18% alors qu'il s'élève à 23% lorsque le bâtiment a été isolé par l'intérieur.

La rénovation basse consommation d'un bâtiment collectif génère une baisse importante des pertes thermiques totales (HT) par m² de surface de référence. En effet, ce ratio passe de 2,1 avant travaux à 0,8 une fois les travaux terminés, soit une amélioration de la qualité thermique de l'enveloppe équivalente à un facteur 2,7.

Par ailleurs, l'étanchéité à l'air mesurée (coefficient Q4) se situe autour de 1,17 m³/h/m² sur 13 opérations réceptionnées. Elle est de 1,49 m³/h/m² à l'échelle nationale (n=463 projets) avec une valeur de n50 de 2,56 vol/h (n=93 projets).

UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE RÉDUITE D'UN FACTEUR 4

La consommation moyenne des 35 opérations rénovées à basse consommation en Région Nouvelle Aquitaine est de l'ordre de 66 kWhep/m².Shon.an avec ou sans prendre en compte la production locale d'électricité. La consommation initiale (248 kWhep/m².an) est réduite par un facteur 4 en moyenne.

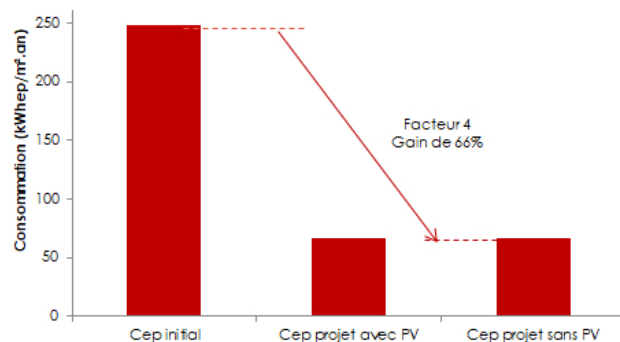


Figure 6 : Consommation d'énergie en logements collectifs avant/après travaux

La consommation après travaux des logements rénovés au niveau BBC se situe en moyenne 13,5 kWhep/m².an en dessous de l'exigence du label BBC-Effinergie, soit un gain de 18% et 25% en dessous de l'exigence réglementaire.

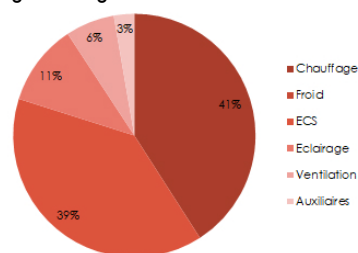


Figure 7 : Répartition des consommations énergétiques pour les logements collectifs rénovés à basse consommation

La production de chauffage (41%) et d'ECS (39%) sont les deux principaux postes de consommation d'énergie dans les logements collectifs rénovés. La ventilation (8%) et l'éclairage (11%) couvrent 19% de la consommation totale.

UNE RÉNOVATION BAS CARBONE ET DES ÉMISSIONS RÉDUITES PAR UN FACTEUR 4

Les émissions de GES des bâtiments rénovés ont été calculées en se basant sur les consommations énergétiques des 5 usages réglementaires, l'utilisation des coefficients d'émissions de GES par énergie issus de l'expérimentation E+C- et sur une durée d'un an. Elles sont exprimées en kgéqCO₂/m².an.

La rénovation énergétique basse consommation génère systématiquement une réduction des émissions de GES et permet d'atteindre des émissions de niveau bas carbone.

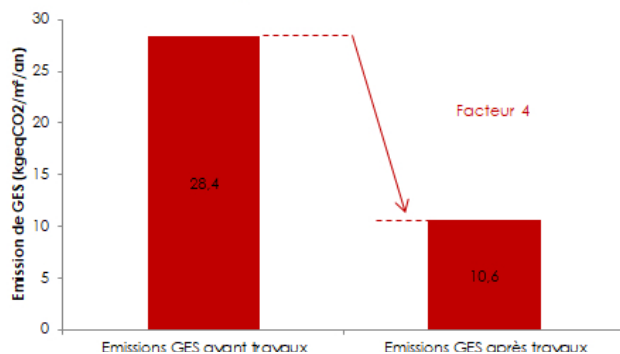


Figure 8 : Emission de GES en logements collectifs avant/après travaux

¹⁰ La compacité est définie comme le ratio entre la surface extérieure et la SHON RT

En effet, les émissions de GES après une rénovation énergétique basse consommation de logements collectifs se situent en moyenne à 10,6 kgéqCO₂/m²/an. Plus précisément, 90% des émissions de GES après travaux se situent entre 1 kgéqCO₂/m²/an et 20 kgéqCO₂/m²/an. Le niveau d'émission de GES après travaux dépend également de l'énergie de chauffage. Ainsi, les logements collectifs chauffés au gaz émettent 12,6 kgéqCO₂/m²/an alors que les émissions des bâtiments raccordés au réseau de chaleur (8 kgéqCO₂/m²/an) ou chauffés à l'électricité ou au bois sont nettement inférieures (2 à 2,5 kgéqCO₂/m²/an).

Les émissions de GES sont réduites par un facteur 4 lors d'une rénovation BBC. Ce facteur de réduction dépend notamment de l'énergie de chauffage présente avant après les travaux. Ainsi, il peut varier :

- D'un facteur 3,5 pour des bâtiments chauffés au gaz avant et après travaux, à
- Un facteur 22 pour des bâtiments initialement chauffés au gaz mais équipés d'une chaudière bois après travaux.

Figure 9 : Logements collectifs - Public - BBC-Effinergie Rénovation
- Architecte : THAL ARCHI - MO : OPH des Pyrénées-Atlantiques



2. LES LOGEMENTS INDIVIDUELS

Les logements individuels étudiés (n=10) ont une compacité moyenne de 2,5. Les maisons individuelles en secteur diffus présentant plus de surface déperditive par rapport à la surface du bâtiment, ces logements sont moins compacts (2,8) que les logements groupés (2,3). Elle demeure identique avant et après travaux traduisant le fait que peu de projets associe une extension à leur projet de rénovation.

UNE ENVELOPPE THERMIQUE PERFORMANTE

Sur la base de notre échantillon composé de 10 logements individuels, les déperditions moyennes du bâtiment (Ubat) sont réduites d'un facteur 3,4 pour atteindre un Ubat proche de 0,44 W/m².K après travaux.

Les déperditions, après rénovation, sont principalement émises par les murs extérieurs (25%), les fenêtres (24%) et par les planchers bas (19%). Le poids des pertes par ponts thermiques représente 17% des pertes totales. La rénovation basse consommation des 10 maisons individuelles génère une baisse significative des pertes thermiques totales (HT) par m² de surface de référence. En effet, ce ratio passe de 3,1 avant travaux à 0,91 une fois les travaux terminés, soit une amélioration de la qualité thermique de l'enveloppe équivalente à un facteur 3,5.

Par ailleurs, l'étanchéité à l'air mesurée (coefficient Q4) se situe autour de 0,68 m³/h/m² sur 2 opérations réceptionnées. Elle est de 1,08 m³/h/m² à l'échelle nationale (n=784 projets) avec une valeur de n50 de 3,7 vol/h (n=12 projets).

UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE RÉDUITE D'UN FACTEUR 5,5

La consommation moyenne des 10 maisons rénovées à basse consommation en Région Nouvelle Aquitaine est de l'ordre de 68 kWhep/m².an avec ou sans prendre en compte la production locale d'électricité. La consommation initiale (386 kWhep/m².an) est réduite par un facteur 5,5 en moyenne.

Ce facteur de réduction varie de 6,5 pour les maisons en secteur diffus à 2,6 en logements groupés à cause de situations avant travaux différentes. En effet, les maisons en secteur diffus présentent des consommations initiales (462 kWhep/m².an) bien plus élevées que les logements groupés étudiés (235 kWhep/m².an).

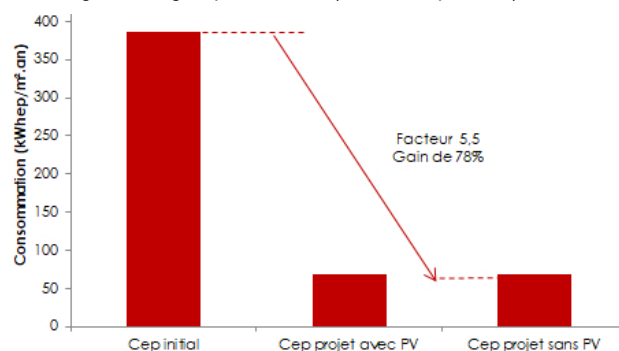


Figure 10 : Consommation d'énergie en logements individuels avant/après travaux

La consommation après travaux des logements rénovés au niveau BBC se situe en moyenne 11 kWhep/m².an en dessous de l'exigence du label BBC-Effinergie, soit un gain de 14,5% et 49% en dessous de l'exigence réglementaire.

La production de chauffage (49%) et d'ECS (33%) sont les deux principaux postes de consommation d'énergie dans les logements collectifs rénovés. En parallèle, l'éclairage couvre 11% de la consommation totale devant la ventilation (4%) et les auxiliaires (3%).

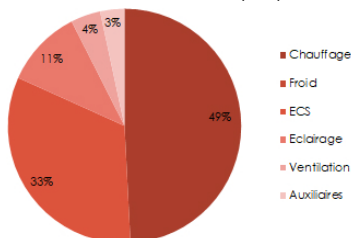


Figure 11 : Répartition des consommations énergétiques pour les logements individuels rénovés à basse consommation

UNE RÉNOVATION BAS CARBONE ET DES ÉMISSIONS RÉDUITES PAR UN FACTEUR 15

Comme pour le logement collectif, la rénovation énergétique basse consommation génère systématiquement une réduction des émissions de GES et permet d'atteindre des émissions de niveau bas carbone.

En effet, les émissions de GES après une rénovation énergétique basse consommation de logements individuels se situent en moyenne à 8 kgéqCO₂/m²/an, cela correspond à une réduction des émissions de GES par un facteur 15.

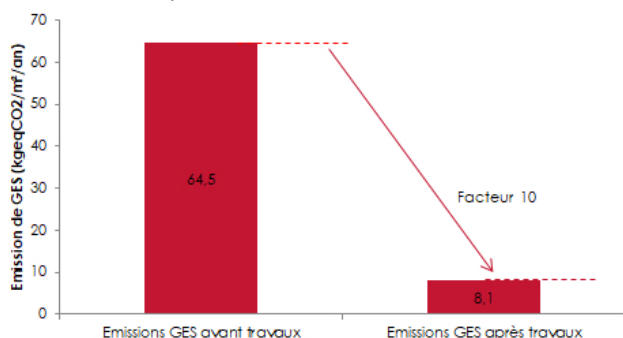


Figure 12 : Emission de GES en logements individuels avant/après travaux

Le niveau d'émission de GES après travaux dépend également de l'énergie de chauffage. Ainsi, les maisons chauffées au gaz émettent 12,6 kgéqCO₂/m²/an alors que les émissions des bâtiments chauffés à l'électricité (1,8 kgéqCO₂/m²/an) ou au bois (3,4 kgéqCO₂/m²/an) sont nettement inférieures.

Par ailleurs, le facteur de réduction des émissions de GES dépend également du couple « énergie de chauffage avant/après » et de la qualité thermique de l'enveloppe. Ainsi, il peut varier :

- D'un facteur 3 pour des bâtiments chauffés au gaz avant et après travaux, à
- A un facteur 45 pour des bâtiments initialement chauffés au gaz mais équipés d'une solution thermodynamique après travaux.

3. LES BÂTIMENTS TERTIAIRES

Les bâtiments tertiaires étudiés (n=32) ont une compacité moyenne de 1,71. Elle dépend de l'usage de bâtiment.

En effet, elle varie de 1,6 pour 3 bâtiments d'hébergement à 3,1 pour des locaux industriels.

Une enveloppe thermique performante

Sur la base de notre échantillon (n=32), les déperditions moyennes du bâtiment (Ubat) sont réduites d'un facteur 4,1 en tertiaire, pour atteindre un Ubat proche 0,44 W/m².K.

Après les travaux de rénovation, les déperditions thermiques sont principalement dues aux fenêtres (30,6%) et aux planchers bas (26,4%)

En parallèle, les pertes par ponts thermiques représentent 18% des pertes totales devant les murs extérieurs (13%).

Comme en collectif, le poids des pertes par les ponts thermiques évolue en fonction du type d'isolation mise en œuvre. Ainsi, il atteint 19% pour une isolation par l'intérieur et chute à 13% lors d'une isolation par l'extérieur.

La rénovation basse consommation des 32 bâtiments tertiaires génère une baisse importante des pertes thermiques totales (HT) par de m² surface de référence. En effet, ce ratio passe de 3,8 avant travaux à 1,7 une fois les travaux terminés, soit une amélioration de la qualité thermique de l'enveloppe équivalente à un facteur 2,2.

Par ailleurs, l'étanchéité à l'air mesurée (coefficient Q4) se situe autour de 0,665 m³/h/m² sur 4 opérations réceptionnées. Elle est de 1,26 m³/h/m² à l'échelle nationale (n=176 projets) avec une valeur de :

- 1,33 m³/h/m² pour les bureaux (n=66 projets),
- 1,19 m³/h/m² pour les bâtiments d'éducation (n=33 projets),
- 1,21 m³/h/m² pour les salles des fêtes (n=14 projets),
- 1,21 m³/h/m² pour des gymnases (n=9 projets).



Figure 13 : Tertiaire - BBC Effinergie Rénovation - MO Mairie de St Paul - ARCHITECTE : Ox Architectures

UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE RÉDUITE D'UN FACTEUR 5,5

La consommation moyenne des 32 bâtiments tertiaires rénovés à basse consommation en Région Nouvelle Aquitaine varie, respectivement de 61 kWhep/m².Shon.an à 64,5 kWhep/m² Shon.an avec ou sans prendre en compte la production locale d'électricité. La consommation initiale (330 kWhep/m².an) est réduite par un facteur 5,5 en moyenne.

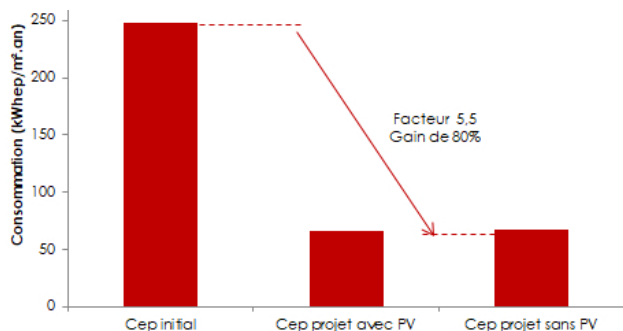


Figure 14 : Consommation d'énergie en tertiaire avant/après travaux

Ce niveau se situe en moyenne 16 kWhep/m².an en dessous de l'exigence du label BBC-Effinergie, soit un gain de 24% et 53% en dessous de l'exigence réglementaire.

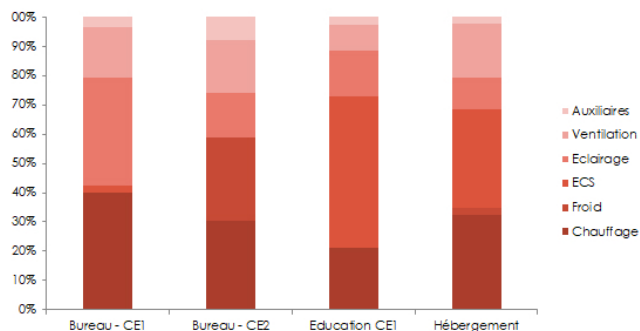


Figure 15 : Répartition des différents postes de consommations en fonction du type de tertiaires rénovés

La répartition des postes de consommations varie en fonction du type de bâtiment (éducation, bureaux, santé) et de la présence de systèmes de refroidissement et/ou d'ECS.

Une rénovation bas carbone et des émissions de GES réduites par un facteur 25

Comme pour le secteur résidentiel, la rénovation énergétique basse consommation génère systématiquement une réduction des émissions de GES et permet d'atteindre des émissions de niveau bas carbone.

En effet, les émissions de GES après une rénovation énergétique basse consommation de logements collectifs se situent en moyenne à 3 kgéqCO₂/m²/an, cela correspond à une réduction des émissions de GES par un facteur 25. Les bâtiments tertiaires étudiés étant principalement chauffés à l'électricité (37%) ou au bois (31%), 90% des émissions de GES après travaux se situent entre 1,2 kgéqCO₂/m²/an et 6 kgéqCO₂/m²/an.

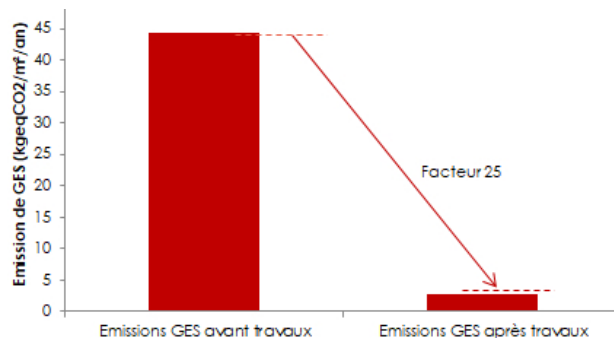


Figure 16 : Emission de GES en logements individuels avant/après travaux

Le niveau d'émission de GES après travaux dépend également de l'énergie de chauffage. Ainsi, les bâtiments tertiaires chauffés au gaz émettent 5,5 kgéqCO₂/m²/an alors que les émissions des bâtiments raccordés au réseau de chaleur (3 kgéqCO₂/m²/an) ou chauffés à l'électricité ou au bois sont nettement inférieures (2 kgéqCO₂/m²/an).

Par ailleurs, le facteur de réduction des émissions de GES dépend également du couple « énergie de chauffage avant/après » et de la qualité thermique de l'enveloppe avant travaux. Il peut varier de 4,5 (gaz avant/après travaux) à 35 (gaz avant travaux/bois après travaux) en passant par 19 (gaz avant/thermodynamique après travaux).



Figure 17 : Tertiaire - BBC Effinergie Rénovation - MO Mairie de St Paul - ARCHITECTE : Ox Architectures

L'ENVELOPPE



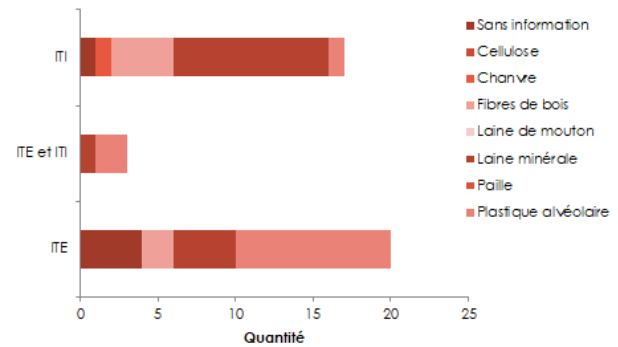


Figure 19 : Isolants mis en œuvre suivant les types d'isolation en logements collectifs

L'origine du projet (label ou appel à projet) semble avoir une influence sur l'utilisation d'écomatériaux dans l'isolation des murs extérieurs. En effet, le pourcentage d'isolant biosourcés varie de 16% pour les projets certifiés à 20% pour les lauréats des appels à projets régionaux.

Enfin, les travaux de rénovation des murs extérieurs permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 5,8 pour atteindre une résistance moyenne de 4,2 m².K/W.

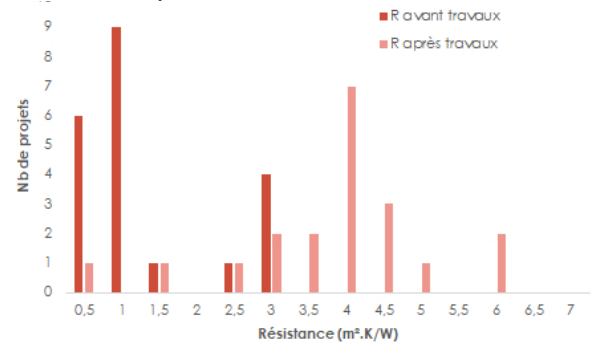


Figure 20 : Résistance avant/après travaux pour les murs extérieurs des logements collectifs

TOITURES

50% des toitures des logements collectifs étudiés (n=42) sont des toitures terrasses (n=21/42). En parallèle, les autres bâtiments possèdent des combles (24%, n=10/42) ou des rampants (24%, n=10/42). Enfin, un bâtiment possède une toiture métallique (2%, n=1/42).

Sur cet échantillon, 83% des projets ont rénové leurs toitures.

Elles ont été principalement isolées avec de la laine minérale (38%, n=16/42) et du plastique alvéolaire (33%, n=14/42). Par ailleurs, on constate que le choix des isolants dépend du type de toiture. En effet, les combles et rampants sont principalement isolés avec de la laine minérale (70%, n=14/20) alors que les toitures terrasses bénéficient d'une isolation réalisée avec du plastique alvéolaire (67%, n=14/21).

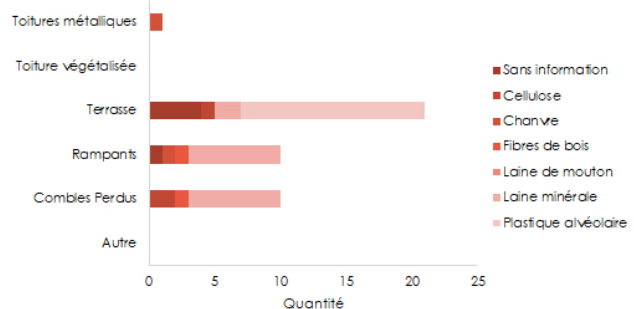


Figure 21 : Isolants mis en œuvre en fonction des types toitures en logements collectifs

Les écomatériaux sont mis en œuvre dans 17% (n=7/42) des projets de notre échantillon. A titre de comparaison, à l'échelle nationale

1. LES LOGEMENTS COLLECTIFS

MURS VERTICAUX

Les logements collectifs issus de notre échantillon (n=41) sont construits principalement en béton (49%, n=20/41). En parallèle, les autres projets ont été conçus en pierres (22%, n=9/41), en parpaings (12%, n=5/41), briques (9%, n=4/41), ossature bois (5%, n=2/41). Un seul bâtiment a été construit en béton cellulaire (3%, n=1/41).

Sur cet échantillon, 93% des bâtiments ont rénové leurs parois extérieures (n=38/41)

L'isolation par l'extérieur¹¹ demeure la solution la plus préconisée (ITE : 50%, n=20/40). En parallèle, 41% (n=17/40) ont été isolées par l'intérieur¹² et 7% (n=3/40) ont associé une ITE et une ITI.

On constate que le type d'isolation dépend du matériau de construction. Ainsi, les constructions en béton ont été majoritairement isolées par l'extérieur (70%, n=14/20), alors que les bâtiments en pierre ont été isolés par l'intérieur (100%, n=9/9). Les constructions traditionnelles (parpaings, briques) sont également majoritairement isolées par l'extérieur (60%, n=6/10).

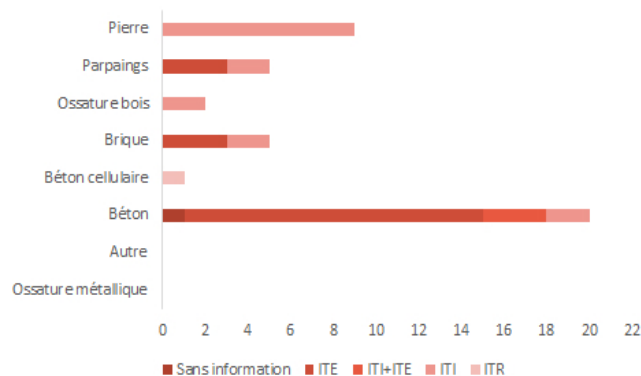


Figure 18 : Solutions de rénovation sur les murs extérieurs des logements collectifs

Enfin, les deux bâtis en ossature bois ont bénéficié d'une isolation entre les montants et d'un doublage par l'intérieur (100%, n=2/2).

Après travaux, les murs extérieurs des bâtiments collectifs issus de notre échantillon (n=41) sont isolés majoritairement avec de la laine minérale (38%, n=15/41) et du plastique alvéolaire (33%, n=13/41). Les solutions à base d'écomatériaux (fibres de bois) représentent 17,5% des produits mis en œuvre.

L'isolation par l'extérieur est associée principalement avec du plastique alvéolaire (50%, n=10/20) – la laine minérale ne représentant que 25% des solutions proposées (n=4/20). A contrario, la laine minérale (59%, n=10/17) est privilégiée, au côté des écomatériaux (29%, n=5/17) dans le cadre d'une isolation par l'intérieur au détriment du plastique alvéolaire (6%, n=1/17).

¹¹ ITI : Isolation par l'intérieur

¹² ITI : Isolation par l'extérieur

seulement 3% des projets certifiés ont des toitures isolées avec des écomatériaux.

Les résistances thermiques moyennes des toitures varient de 5,7 m².K/W pour les toitures terrasses à 6,8 m².K/W dans les combles/rampants.

| Type | N. | R moyen (m ² .K/W) | R min (m ² .K/W) | R max (m ² .K/W) |
|------------------|----|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Comble & Rampant | 21 | 6,8 | 4 | 9,09 |
| Terrasse | 21 | 5,7 | 2,38 | 8,3 |

Figure 22 : Résistances des toitures après travaux suivant le type de toitures en logements collectifs

Elles sont améliorées d'un facteur 5,3 par rapport à la situation initiale.

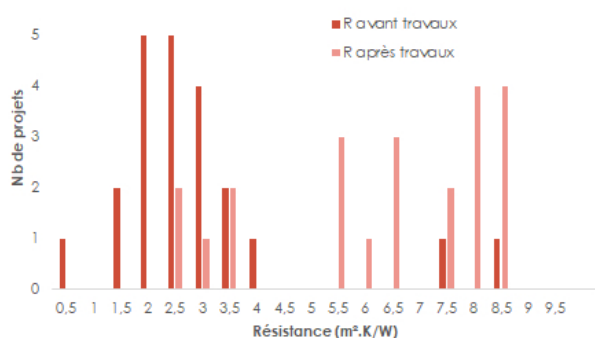


Figure 23 : Résistance avant/après travaux pour les toitures des logements collectifs

PLANCHERS BAS

Les bâtiments collectifs étudiés ont été construits principalement sur des terre-plein (33%, n=14/42), des sous-sol (24%, n=10/42), l'extérieur (16%, n=7/42) et des locaux non chauffés (12%, n=5/42). Par ailleurs, sur notre échantillon 85% des projets ont intégré l'isolation des dalles des planchers bas dans leur bouquet de travaux (n=36/42) en utilisant majoritairement de la laine minérale ou du plastique alvéolaire.

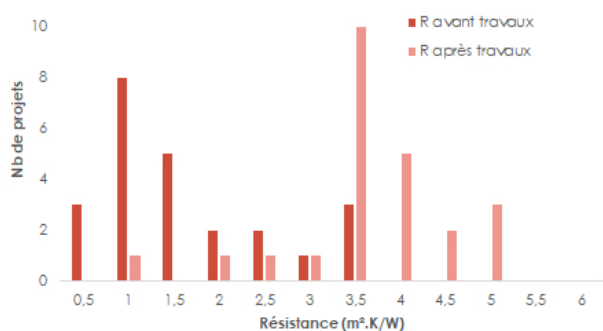


Figure 24 : Résistance avant/après travaux pour les planchers des logements collectifs

La résistance moyenne des planchers bas est de l'ordre de 3,5 m².K/W. Les travaux de rénovation des planchers bas permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 4,8.

BAIES

Sur notre échantillon (n=40), 88% des opérations ont rénové ou remplacé leurs fenêtres.

Après travaux, les logements sont équipés principalement de menuiseries en PVC (55%, n=22/40) et en bois (25%, n=10/40). En parallèle, 15% des bâtiments ont posé des châssis en aluminium à rupteurs de ponts thermiques (n=6/40). Les solutions mixtes bois/aluminium demeurent marginales sur notre échantillon (5%, n=2/40). Les baies sont principalement des doubles vitrages 4/16 ou 15/4 avec une lame d'argon. Ces travaux de rénovation sont souvent couplés avec le remplacement des occultations existantes. Par ailleurs, le remplacement des baies vitrées doit être associé à une rénovation du système de ventilation afin d'éviter de générer des pathologies dans le bâtiment.

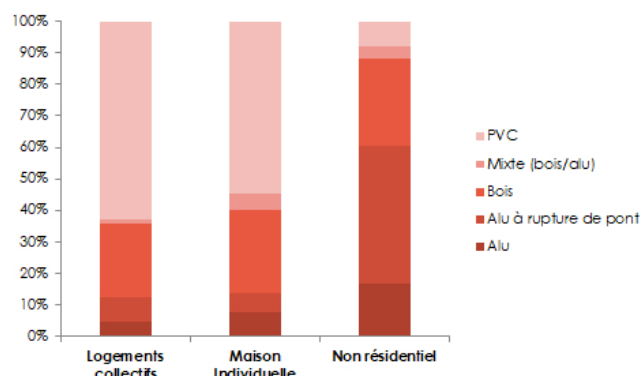


Figure 25 : Types de menuiseries présentes sur les logements collectifs rénovés

Le remplacement des baies permet d'améliorer les performances des fenêtres de 3,29 W/m².K à 1,48 W/m².K (U_{jn}), soit une amélioration d'un facteur 2,4.

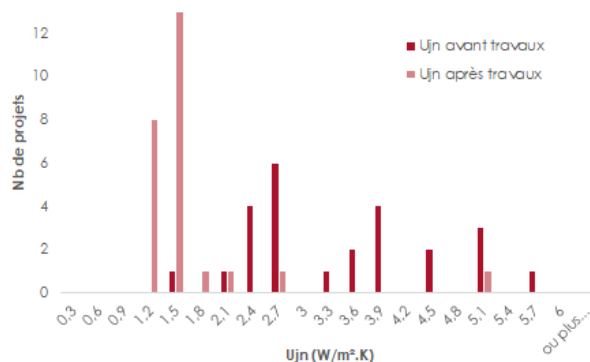


Figure 26 : Performance des baies avant/après travaux en collectif

Enfin, la résistance thermique moyenne des toitures est de $8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ après rénovation.

PLANCHERS BAS

Les maisons étudiées sont construites sur terre-plein (80%, $n=8/10$), à l'exception de deux bâtiments construits sur un vide sanitaire et un sous-sol.

Par ailleurs, sur notre échantillon, 89 % projets ont intégré la rénovation des dalles des planchers bas dans leur bouquet de travaux.

La résistance moyenne des planchers bas est de l'ordre de $3,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Les travaux de rénovation des planchers bas permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 3,4.

BAIES

Sur notre échantillon ($n=10$), près de 70% des opérations ont rénové ou remplacé leurs fenêtres.

Après travaux, les logements étudiés sont équipés de menuiseries en aluminium à rupteurs de ponts thermiques ($n=10$), en bois ($n=3/10$) ou en PVC ($n=4/10$). Les baies sont principalement des doubles vitrages 4/16 ou 15/4 avec une lame d'argon.

Le remplacement des baies permet d'améliorer les performances des fenêtres de $3,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ à $1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (Ujn).

Figure 29 : Maison en secteur diffus - BBC-Effinergie Rénovation - Bas Carbone



2. LES LOGEMENTS INDIVIDUELS

MURS VERTICAUX

Les 10 logements individuels étudiés étaient construits initialement en pierres ($n=4/10$), en briques ($n=4/10$) ou en parpaings ($n=2/10$).

Sur cet échantillon, 100% des bâtiments ont rénové leurs parois extérieures. Ce taux est de 92% au niveau national.

L'isolation par l'intérieur demeure la solution la plus préconisée (ITI : $n=9/10$) sur notre échantillon, à l'exception d'une opération en pierre qui a mis en œuvre une isolation par l'extérieur en complément.

Après travaux, les murs extérieurs des bâtiments issus de notre échantillon sont isolés avec différents types de matériaux : fibres de bois, laine de mouton, laine minérale ou plastique alvéolaire.

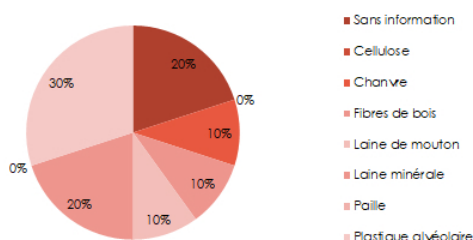


Figure 27 : Isolants mis en œuvre suivant les types d'isolation en logements individuels

Enfin, les travaux de rénovation des murs extérieurs permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 4 pour atteindre une résistance moyenne de $4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

TOITURES

Les maisons étudiées ($n=10$) ont été construites avec des toitures sous combles (50%, $n=5/10$) ou avec des rampants (20%, $n=2/10$). Sur cet échantillon, 90% des projets ont rénové leurs toitures ($n=9/10$).

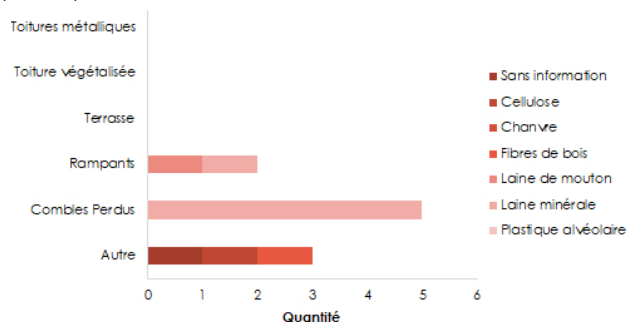


Figure 28 : Isolants mis en œuvre en fonction des types de toitures en logements individuels

Elles ont été principalement isolées avec de la laine minérale (60%). Les solutions d'isolation composées d'écomatériaux (fibres de bois, laine de mouton, ouate de cellulose) représentent 30% ($n=3/10$) des techniques mises en œuvre. Ce taux est largement au-dessus de la moyenne nationale.

Les résistances thermiques moyennes des murs extérieurs sont de 4,4 m².K/W après rénovation. Elles varient de 4,3 à 5,2 m².K/W en fonction de la solution d'isolation mises en œuvre.

| Type | N. | R moyen (m ² .K/W) | R min (m ² .K/W) | R max (m ² .K/W) |
|---------|----|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ITE | 13 | 4,8 | 3,6 | 8,3 |
| ITE+ITI | 2 | 5,2 | 4,5 | 5,8 |
| ITI | 13 | 4,3 | 2,5 | 5,5 |

Figure 32 : Résistances des murs après travaux suivant le type d'isolation en tertiaire

Enfin, la résistance thermique de la paroi a été améliorée d'un facteur 9.

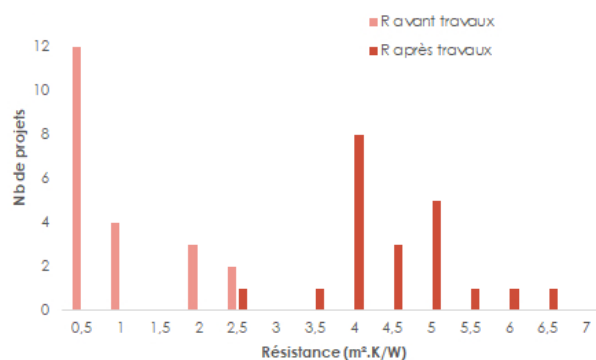


Figure 33: Résistance avant/après travaux pour les murs extérieurs

Alors qu'à l'échelle nationale, la diversité des projets tertiaires (bureaux, éducation, cabinet médicale, salle polyvalente...) génère des constructions avec des types de toitures plus hétérogènes que dans le secteur résidentiel, on constate que 72% des projets étudiés et soutenus par la Région Nouvelle Aquitaine possèdent des combles (56%, n=18/32) ou des rampants (16%, n=5/32). Les autres projets sont construits avec des toitures terrasses en béton (13%, n=4/32) ou métalliques (9%, n=3/32).

Sur cette échantillon (n=32), 91% des bâtiments ont rénové leurs toitures (n=29/32).

Elles ont été principalement isolées avec de la laine minérale (41%, n=13/32), du plastique alvéolaire (19%, n=6/32) et de la fibre de bois (19%, n=6/32). Les écomatériaux (ouate de cellulose, chanvre, laine de mouton et fibre de bois) sont mis en œuvre dans 41% des projets de notre échantillon.

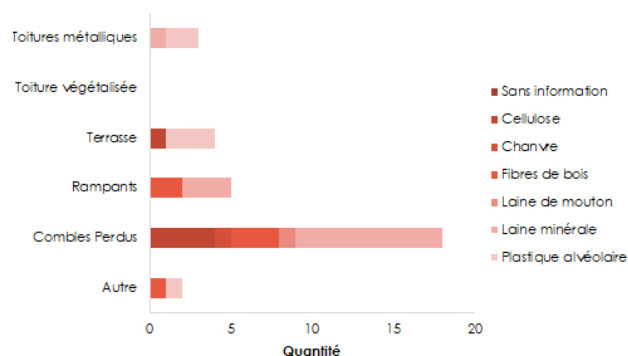


Figure 34 : Isolants mis en œuvre suivant les types de toiture en tertiaire

Comme en résidentiel, on constate que la répartition des isolants dépend du type de toiture. En effet, les combles et rampants sont principalement isolés avec de la laine minérale et des écomatériaux, alors que les toitures terrasses/métalliques bénéficient d'une isolation réalisée avec du plastique alvéolaire (polyuréthane, polystyrène expansé,...).

3. LES BÂTIMENTS TERTIAIRES

MURS VERTICAUX

Notre échantillon de bâtiments tertiaires (n=32) est composé principalement de construction en pierres (n=10/32, 31%) et en béton (n=8/32, 25%). Les constructions en parpaings (n=6/32, 19%) et briques (n=5/32, 16%) représentent près du tiers des bâtiments. Enfin, quelques bâtiments étaient construits initialement en métallique (n=2/32) ou en ossature bois (n=1/32).

Sur cette échantillon, 97% ont fait le choix de rénover leurs murs extérieurs lors des travaux.

Plus d'une opération sur deux a mis en œuvre une isolation par l'extérieur (ITE : 44%, ITE+ITI existante : 6%). En parallèle, une ITI a été proposée dans 44% des cas.

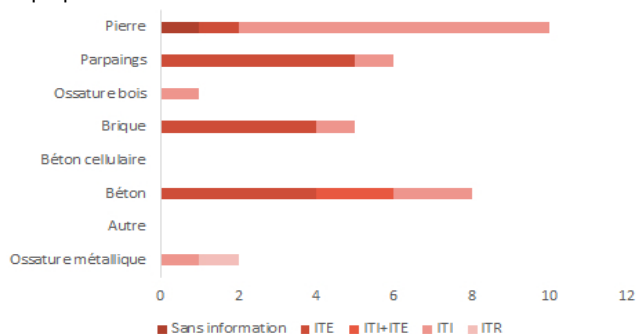


Figure 30 : Solutions de rénovation sur les murs extérieurs des bâtiments tertiaires

Comme en résidentiel, l'ITE est majoritairement associée à des constructions en béton, briques et parpaings alors que les murs en pierres bénéficient davantage d'une ITI.

Les murs extérieurs sont isolés principalement avec de la fibre de bois (37%, n=11/30), du plastique alvéolaire (27%, n=8/30) et de la laine minérale (20%, n=6/30). Les écomatériaux ont été mis en œuvre dans 50% des projets (n=15/30). Ce résultat, largement au-dessus de la moyenne nationale (5% à 10%), s'explique par l'origine des projets de notre échantillon. En effet, à l'exception de deux projets engagés dans un label Effinergie, les bâtiments étudiés sont lauréats d'appels à projet régionaux intégrant des éco-conditionnalités et/ou attirant des acteurs avec une certaine aptitude pour ces écomatériaux.

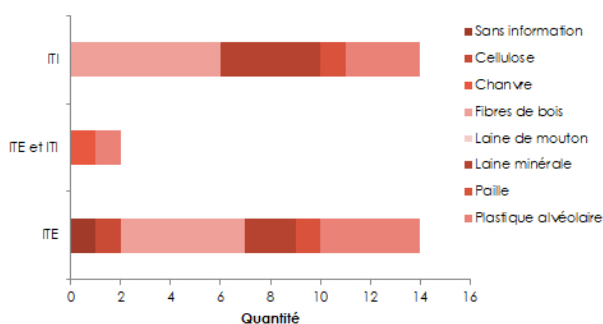


Figure 31 : Isolants mis en œuvre suivant les types d'isolation en tertiaire

| Type | N. | R moyen (m².K/W) | R min (m².K/W) | R max (m².K/W) |
|----------|----|------------------|----------------|----------------|
| Combles | 23 | 7,7 | 4 | 11 |
| Terrasse | 7 | 7,4 | 5 | 10 |

Figure 35 : Résistances des toitures après travaux suivant le type de toitures en tertiaire

Les résistances thermiques moyennes des toitures oscillent autour de 7,5 m².K/W suivant les typologies de toiture.

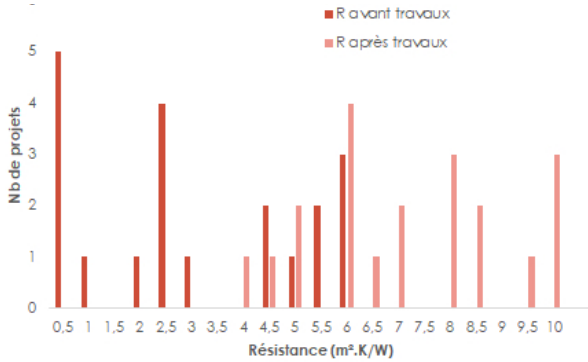


Figure 36 : Résistance avant/après travaux pour les toitures

Enfin, les travaux de rénovation des toitures permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 8,3.

PLANCHERS BAS

Les bâtiments tertiaires étudiés ont été initialement construits sur des terre-plein (71%, n=22/32). 78% des dalles ont été isolées dans le cadre des rénovations BBC malgré les éventuelles contraintes techniques associées à ce type de plancher bas.

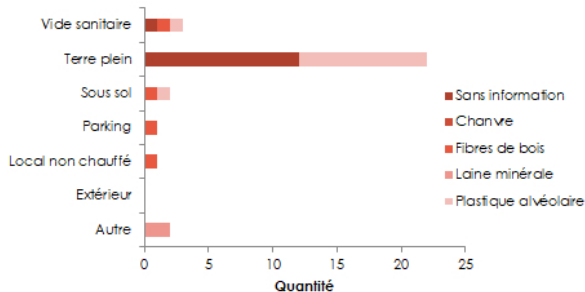


Figure 37 : Isolants mis en œuvre suivant les types de plancher bas en tertiaire

Les autres projets étaient construits sur des vide sanitaires (10%, n=3/32), dessous-sols (6%, n=2/32),...

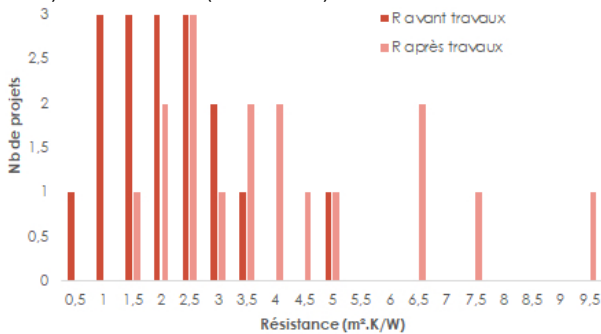


Figure 38 : Résistance avant/après travaux pour les planchers bas

La résistance moyenne des planchers bas est de l'ordre de 4 m².K/W. Enfin, les travaux de rénovation des planchers bas permettent d'améliorer la résistance thermique d'un facteur 2,9.

BAIES

En Nouvelle Aquitaine, les menuiseries installées sur les bâtiments lauréats des appels à projets sont majoritairement en aluminium ou en aluminium à rupteurs de ponts thermiques (55%, n=17/31) ou en bois (26%). Les châssis en PVC (n=3/31) et mixtes bois/aluminium (n=3/31) ne sont posés que dans 10% des projets de rénovation. Les baies sont principalement des doubles vitrages 4/16 ou 15/4 avec une lame d'argon.

En parallèle, un projet a installé des triples vitrages.

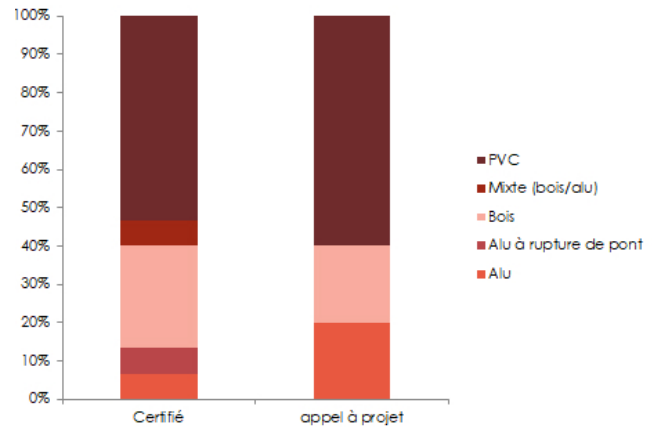


Figure 39 : Répartition des types de menuiseries en tertiaire

Cette clé de répartition est proche de celle constatée sur les projets certifiés à l'échelle nationale.

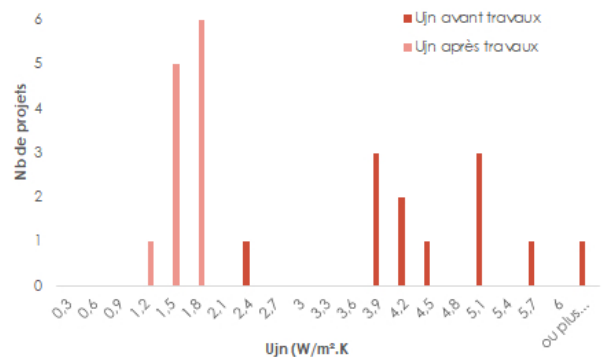


Figure 40 : Performance des baies avant/après travaux en tertiaire

Enfin, le remplacement des baies permet d'améliorer les performances des fenêtres de 4,4 W/m².K à 1,49 W/m².K (Ujn).

LES ÉQUIPEMENTS



et

- une installation solaire thermique à la pompe à chaleur air extérieur/eau VCV dans le cadre de la rénovation **Peyrelongue**.

Enfin, les logements de la résidence Bourneuf, chauffés par une solution à effet joule, ont installé des ballons thermodynamiques pour la production d'ECS.

Note :

Au niveau national, les lauréats des appels à projets régionaux sont principalement chauffés au gaz (56%). En parallèle, 34% sont soit raccordés à un réseau de chaleur (19%), soit chauffés au bois (16%). Enfin, on constate que le taux de logements chauffés au bois est sensiblement supérieur pour les lauréats des appels à projets (15%) au regard des projets certifiés (3%). Cette différence s'explique par l'intégration de critères d'éco conditionnalités ciblant le chauffage biomasse dans certains appels à projets régionaux.

1. LES LOGEMENTS COLLECTIFS

La rénovation ou le remplacement du système de chauffage a été intégré dans 93% des bouquets de travaux.

LE CHAUFFAGE ET LA PRODUCTION D'ECS

68% des logements rénovés issus de notre échantillon (n=29/43) sont chauffés au gaz.

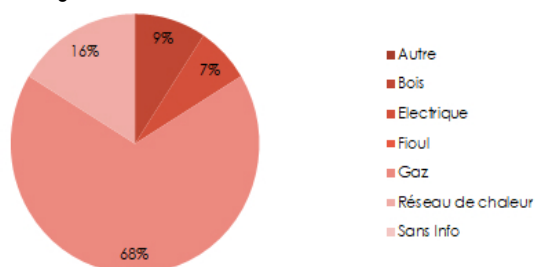


Figure 41 : Répartition de l'énergie de chauffage pour les logements collectifs rénovés à basse consommation en Nouvelle Aquitaine

En parallèle, 16% des bâtiments ont été raccordés à un réseau de chaleur urbain (n=7/43) et 9% programmes bénéficient d'un chauffage au bois (n=4/43). Enfin, 7% opérations sont chauffées par une solution électrique (n=2/3 thermodynamique – n=1/3 Effet Joule).

Les bâtiments chauffés au gaz (n=29) sont majoritairement équipés de chaudières gaz à condensation (n=25/29). Les autres projets ont installé/ conservé une chaudière gaz à basse température (n=2/29) ou standard (n=2/29). Les logements sont équipés, à parts égales, de chaudières individuelles (n=14/29 – puissance nominale : 25,5kW) ou de solutions collectives (n=15/29). Elles sont associées dans une grande majorité des projets à des radiateurs munis de robinets thermostatiques (n=27/29).

76% d'entre elles (n=22/29) assurent la production de chauffage et d'ECS après rénovation. En parallèle, 24% des projets ont installé une solution solaire thermique pour la production d'ECS (n=7/29) avec un appoint réalisé par la chaudière gaz.

Les bâtiments raccordés au réseau de chaleur (n=7) sont équipés de sous-station qui assure la production de chauffage et d'ECS (86%, n=6/7) à l'exception du projet de rénovation du **Foyer René Crozet** qui est équipé d'une solution solaire thermique pour la production d'ECS.

Dans le cas des projets chauffés au bois (n=4), les chaudières bois assurent également la production d'ECS (75%, n=3/4) à l'exception de la rénovation de la **Résidence Route de Royan** qui est équipée de ballons thermodynamiques.

Les projets équipés de solutions thermodynamiques (n=2) ont associé :

- un ballon thermodynamique à la pompe à chaleur air extérieur/ eau plancher au sein des logements de la **Résidence Mélusine**,

LE CHANGEMENT D'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE

Près de 40% des projets étudiés dans notre échantillon ont modifié leur énergie de chauffage lors des travaux de rénovation. Cependant, ce taux évolue en fonction de l'énergie de chauffage présente avant les travaux. Ainsi, sur 43 projets avec une énergie de chauffage avant travaux connue, on constate que :

- 100% des bâtiments initialement raccordés à un réseau de chaleur ont conservé leur système énergétique (100%, n=5/5). Les sous-stations et la distribution ont par contre été rénovées.
- Le bâtiment chauffé au bois a fait le choix de conserver son énergie de chauffage.
- 89% des opérations chauffées au gaz ont conservé leur énergie de chauffage (n=17/19). En parallèle, une opération (**Cité Le Dorat 2**) a installé une chaudière au bois et un bâtiment a été raccordé à un réseau de chaleur urbain (**Résidence Ansabere**),
- 14% (n=1/7) des opérations chauffées à l'effet joule avant travaux ont conservé leur système de chauffage. En parallèle, 57% des bâtiments ont installé une chaudière gaz (n=4/7). En parallèle, une solution thermodynamique et un chauffage au bois ont été installés dans les deux derniers projets. Au final, 86% des projets chauffés initialement par Effet Joule ont modifié leur système de chauffage.

LA VENTILATION

83% (n=35/43) des logements collectifs ont modifié leur système de ventilation dans le cadre d'une rénovation à basse consommation. Ils sont équipés majoritairement (68%, n=29/43) d'une ventilation mécanique simple flux hygro réglable de type B.

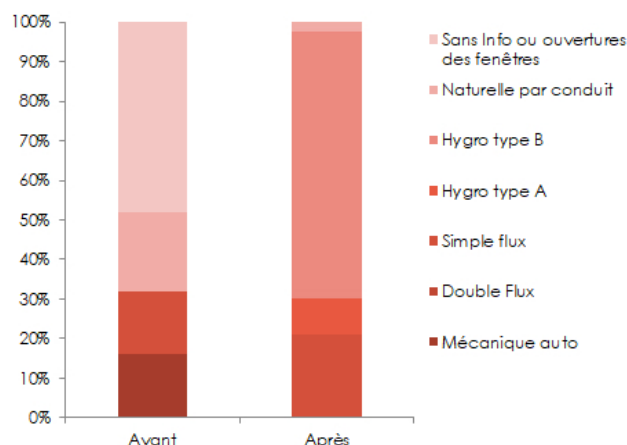


Figure 42 : Système de ventilation avant/après pour les logements collectifs en Nouvelle Aquitaine

Ils étaient initialement dépourvus de système de ventilation (68%), équipés d'une ventilation simple flux (16%) ou bénéficiant d'une ventilation naturelle par conduit (20%) dans les logements collectifs.

Par ailleurs, on constate que l'installation d'une ventilation mécanique simple flux hygroréglable de type B demeure la solution la plus déployée qu'elle que soit l'origine du projet (certifiée ou appel à projet).

LE PHOTOVOLTAÏQUE

Sur l'ensemble des bâtiments de logements collectifs étudiés (n=43), seul le projet de rénovation BBC de la résidence Marracq, située à Bayonne, a intégré une production locale d'électricité.

Au niveau national, le taux d'installation de panneaux photovoltaïques se situe autour de 6% en rénovation BBC.



Figure 43 : Logements collectifs - BBC-Effinergie Rénovation - MO : SILAB (filiale groupe CILSO) et PACT HD du Pays Basque

2. LES LOGEMENTS INDIVIDUELS

LE CHAUFFAGE ET LA PRODUCTION D'ECS

Sur les neuf projets étudiés, huit maisons ont entrepris des travaux de rénovation sur le système de chauffage.

Désormais, cinq maisons sont chauffées par une chaudière gaz à condensation après rénovation. En parallèle, trois maisons ont installé une pompe à chaleur. Enfin, deux logements sont chauffés par un poêle à bois.

La production d'ECS est majoritairement associée au générateur de chauffage lors d'un chauffage au bois (n=1/2) ou au gaz (n=5/5), à l'exception d'une maison équipée d'une solution solaire pour la production d'ECS (n=1/2). Dans les autres cas, des ballons thermodynamiques ont été installés.

LE CHANGEMENT D'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE

Enfin, sur 9 projets avec une énergie de chauffage avant travaux connue, on constate que :

- Le bâtiment chauffé au bois a fait le choix de conserver son énergie de chauffage.
- Cinq maisons sur sept chauffées au gaz ont conservé leur énergie de chauffage. En parallèle, deux opérations ont remplacé leur chauffage au gaz par une solution thermodynamique.

Note :

Au niveau national, plus de la moitié (54%) des logements individuels sont chauffés au gaz. En parallèle, le chauffage au bois (20%) est mis en œuvre dans près d'un quart des projets devant la solution électrique (17%). Par ailleurs, trois facteurs principaux ont tendance à impacter les choix énergétiques :

- Le type de bâtiment : les logements groupés rénovés sont majoritairement chauffés au gaz (75%), alors que les logements diffus ont une clé de répartition plus équilibrée (Gaz : 55% - Bois : 20% - Electricité : 17% - Fioul : 7%).
- L'origine des projets : Le chauffage au bois (23%) et au gaz (52%) sont les deux principales sources d'énergie utilisées dans les maisons lauréates d'appel à projet. Les projets certifiés sont principalement chauffés au gaz (61%) et à l'électricité (20%).
- La localisation du bâtiment.

LA VENTILATION

L'ensemble des maisons rénovées dans le cadre de notre échantillon ont remplacé leur système de ventilation.

Elles sont équipées majoritairement (80%, n=8/10) d'une ventilation mécanique simple flux hygroréglable de type B.

A noter que 50% des constructions étaient initialement dépourvues de système de ventilation (n=5/10).

LE PHOTOVOLTAÏQUE

Sur l'ensemble des 10 maisons étudiées, seuls les projets de rénovation BBC de l'ancienne mairie des Forges et la maison rue de Lavaud, ont intégré une production locale d'électricité.

Au niveau national, le taux d'installation de panneaux photovoltaïques se situe autour de 6% en rénovation BBC.

3. LES BÂTIMENTS TERTIAIRES

LE CHAUFFAGE

En tertiaire, 47% des opérations étudiées en Région Nouvelle Aquitaine sont chauffées par une solution électrique (n=15/32) dont une très grande majorité avec une solution thermodynamique. En parallèle, 28% des projets sont chauffés au bois (n=9/32). Enfin, 13% sont chauffés au gaz (n=4/32) et 9% ont été raccordés à un réseau de chaleur (n=3/32).

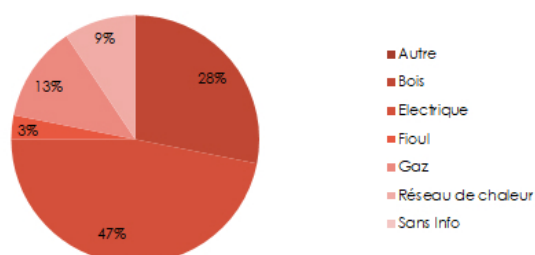


Figure 44 : Répartition de l'énergie de chauffage pour les bâtiments tertiaires rénovés à basse consommation en Nouvelle Aquitaine

Cette répartition de l'énergie de chauffage semble être spécifique à la Région Nouvelle Aquitaine.

En effet, si l'on ne considère que les projets de bureaux au niveau national, on constate que les projets certifiés sont très majoritairement chauffés par une solution électrique (41%) ou raccordés à un réseau de chaleur (43%). Une grande majorité de ces projets sont situés en Région Ile de France, et plus particulièrement dans le centre-ville de Paris ou à la Défense. En parallèle, les lauréats d'appels à projets sont chauffés, à parts égales, au bois (32%), à l'électricité (35%) ou au gaz (20%).

LE CHANGEMENT D'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE

On constate que 52% des projets issus de notre échantillon ont modifié leur énergie de chauffage lors des travaux de rénovation. Ce taux monte à 74% si on prend en compte le passage d'un chauffage à effet joule à une solution thermodynamique.

Ainsi, sur la base de 23 projets avec une énergie de chauffage avant travaux connue, on constate que :

- Les bâtiments initialement chauffés par effet joule (n=6) ont tous installé une solution thermodynamique (n=5/6) à l'exception d'un projet équipé désormais d'un chauffage au bois.
- Les chaudières au fioul (n=4) ont été remplacées par un chauffage au bois (n=2/4) ou par une pompe à chaleur (n=1/4). Seul un projet a conservé son installation initiale.
- 72% des opérations équipées de chaudière gaz (n=11) ont privilégié un changement d'énergie (n=8/11). Elles ont installé un chauffage au bois (n=3/10) ou des pompes à chaleur (n=3/11), ou elles se sont raccordées à un réseau de chaleur (n=1/11).
- Enfin, les deux bâtiments raccordés à un réseau de chaleur ont conservé leur solution de chauffage tout en rénovant les sous-stations et la distribution.

¹³ Cf. Tableau de bord Effinerie

LA VENTILATION

Dans le secteur tertiaire, 72% des projets rénovés (n=23/32) sont équipés d'une ventilation double flux en Nouvelle Aquitaine. A l'échelle nationale, 68% des lauréats des appels à projets et 92% des projets certifiés sont équipés de ventilation double flux.

Enfin, quel que soit l'usage du bâtiment, l'efficacité moyenne de l'échangeur des systèmes double flux, mentionnée en phase conception, est de l'ordre de 82%.

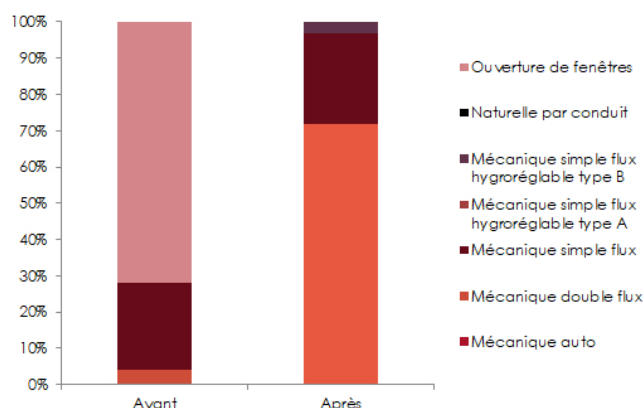


Figure 45 : Système de ventilation avant/après pour les bâtiments tertiaires lauréats et rénovés en Nouvelle Aquitaine

LE REFROIDISSEMENT

Près de 60% des bâtiments tertiaires (n=19/32) issus de l'échantillon étudié ne sont pas équipés de solutions de refroidissement actives. Ce taux varie 54% (n=7/13) pour les bureaux à 71% (n=5/7) pour les bâtiments d'éducation.

La réalisation de simulations thermiques dynamiques en conception couplées à la mise en œuvre de solutions passives (protections solaires, ventilation naturelle, ...) et d'une attention particulière portée sur les caractéristiques (déphasage, inertie, ...) des matériaux utilisés, ont permis des alternatives à la climatisation.

Le froid est généré uniquement par des solutions thermodynamiques. Aucun bâtiment étudié n'a été raccordé à réseau de froid. L'émission est assurée principalement par le soufflage d'air froid ou des planchers rafraichissants.

On notera, à l'échelle nationale, que le taux d'installation de système de refroidissement dépend de l'origine du projet et du type de bâtiment.

Le type de bâtiments

Ainsi, les bâtiments d'éducation étudiés à l'échelle nationale (n=46) sont peu équipés de systèmes de refroidissement alors que plus de 70% des bureaux possèdent un système de refroidissement (n=152/207).

L'origine du projet

En parallèle, on constate que pour un même usage de bâtiments (exemple : bureaux), le taux d'installation d'une climatisation varie en fonction de l'origine du projet de 92% pour les projets certifiés à 35% pour les bâtiments lauréats des appels à projet.

Ce constat est le résultat de plusieurs facteurs :

- Le type de bureaux : Les bureaux certifiés sont principalement des grands ensembles situés en Région Ile de France sous maîtrise d'ouvrage privée. A contrario, les bureaux lauréats des appels à projets sont pour la plupart des bâtiments communaux de petites ou moyennes tailles (mairie, bureaux administratifs,...).
- Les matériaux de construction : les bureaux certifiés sont souvent dotés de grandes surfaces vitrées (type Tour de la Défense) alors

que les bâtiments communaux étaient construits en pierre ou en béton, bénéficiant d'une bonne inertie thermique.

- Le contenu des règlements des appels à projets régionaux qui interdisent parfois l'utilisation de système de refroidissement actif.

LE PHOTOVOLTAÏQUE

En tertiaire, six opérations (n=6/32) en Région Nouvelle Aquitaine ont installé des panneaux photovoltaïques, à savoir à titre d'exemples :

- **L'espace famille et de la parentalité Cap Ouest** à Saint Médard en Jales,
- **La maison du temps libre** à Chalandray,
- **La réhabilitation de la salle des fêtes** de Lusignan-Petit,
- **Le groupe scolaire** à Brossac.

Au niveau national, le taux d'installation de panneaux photovoltaïques se situe autour de 8,6% lors d'une rénovation BBC.



© HPL ARCHITECTES & ASSOCIES

LES BOUQUETS

DE TRAVAUX

1. LES LOGEMENTS COLLECTIFS

Dans le cadre de l'échantillon étudié en Région Nouvelle Aquitaine, les équipes projets ont proposé 15 bouquets différents pour atteindre les objectifs du label BBC Effinergie rénovation.

Ces bouquets sont composés d'interventions sur différents lots. Sept lots ont été identifiés :

- 4 lots sur l'enveloppe : murs extérieurs, toiture, plancher bas et fenêtres
- 3 lots sur les équipements : chauffage, ventilation, ECS.

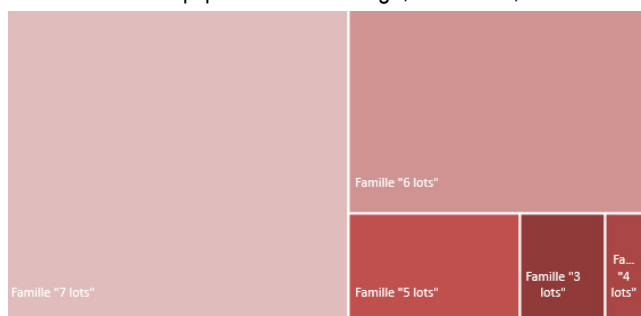


Figure 46 : Familles de bouquets de travaux en logements collectifs

On constate que près de 83% des projets ont été rénovés avec des bouquets composés de 7 lots (53%, n=23/43) ou de 6 lots (30%, n=13/43). Cependant, un bouquet de « x » lots pouvant être composé de différentes combinaisons d'intervention sur les lots, il est nécessaire de préciser les bouquets d'interventions les plus utilisés dans le cadre d'une rénovation BBC.

Sur notre échantillon, les deux principaux bouquets mis en œuvre concernent une intervention sur :

- L'ensemble des parois et des équipements (53%, n=23/43). Par ailleurs, 26% de ces projets (n=6/23) ont installé une ECS solaire. En parallèle trois opérations bénéficient d'une production locale d'électricité.
- L'ensemble des lots de l'enveloppe, l'ECS et le chauffage (9%, n=4/43) projets).

2. LA MAISON INDIVIDUELLE

Deux types de bouquets de travaux ont été mis en œuvre pour atteindre le niveau BBC rénovation sur les sept logements étudiés.

On constate que 83% des projets ont été rénovés avec un bouquet composé de 7 lots.

En parallèle, 3 opérations ont mis en œuvre des bouquets différents avec des interventions sur 5 lots :

- Toiture – Baies – Chauffage/ECS – Ventilation rénovés
- Mur – Toiture - Chauffage/ECS – Ventilation rénovés
- Mur – Plancher - Chauffage/ECS – Ventilation rénovés

Au niveau national, 26 bouquets de travaux différents ont été mis en œuvre pour atteindre le niveau BBC Effinergie rénovation. Par ailleurs, on constate que près 90% des projets ont été rénovés sur la

base de bouquets composés de 7 lots (50%) ou de 6 lots (28%) ou 5 lots (9%). Le principal (50%) bouquet de travaux mis en œuvre pour atteindre le niveau BBC Effinergie se compose d'interventions sur l'ensemble des lots, à savoir une rénovation des murs extérieurs, de la toiture, du plancher bas, des baies, du chauffage, de la ventilation et de l'ECS.

3. LES BÂTIMENTS TERTIAIRES

La présence ou l'absence d'un système de refroidissement dans les bâtiments tertiaires impactant le nombre de lots maximum (7 ou 8 lots) composant le bouquet de travaux, l'analyse sera désormais réalisée en séparant les deux catégories de bâtiments. Par ailleurs, l'éclairage étant systématiquement rénové, il ne sera pas étudié dans les bouquets de travaux.

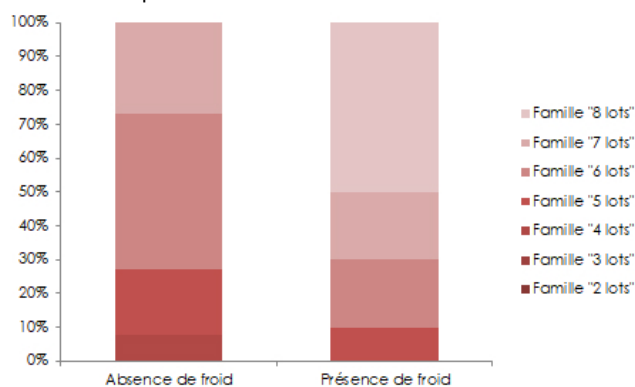


Figure 47 : Familles de bouquets de travaux en tertiaire

SANS SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

Les bouquets sont composés à plus de 70% de rénovation portant sur 6 lots (46%, n=12/26) ou 7 lots (27%, n=7/26).

Les principaux bouquets mis en œuvre concernent une intervention sur :

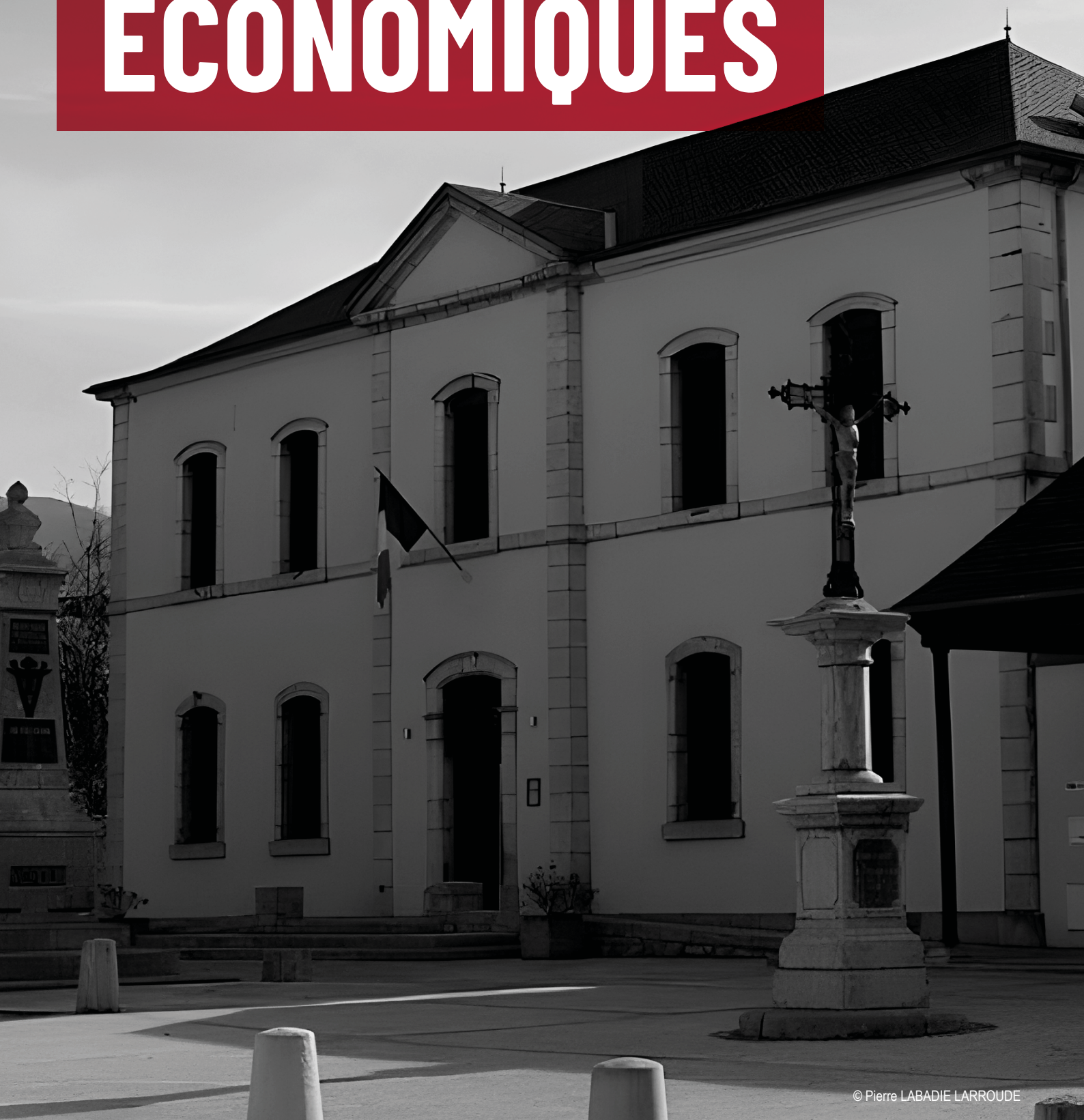
- 7 lots composés de l'ensemble de l'enveloppe, du chauffage, de l'ECS et du système de ventilation (27%).
- 6 lots composés de l'ensemble de l'enveloppe, du chauffage et du système de ventilation. La production d'ECS, quand elle est présente, est rénovée. Il s'agit la plupart du temps de petits ballons électriques situés dans les sanitaires au plus près des points de puisage.

AVEC SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

Les projets rénovés ont des bouquets composés de 8 lots (5 projets), de 7 lots (3 projets – tous les lots sauf l'ECS), 6 lots (1 projet – ECS et plancher bas non rénovés) ou 5 lots (1 projet – toiture, baies, chauffage et pose d'un système de refroidissement).

LES DONNÉES

ÉCONOMIQUES



- Travaux de rénovation,
- Aménagements intérieurs (équipements, cuisines, meubles),
- Instrumentation,
- Extérieurs (VRD, raccordement, installation de chantier, aménagement extérieur et espace vert, ...),
- Frais administratifs (taxes, frais de notaires, annonce légale, signalétique, publicité, assurance, ...),
- Aléas et révisions.

Par ailleurs, le lot « travaux de rénovation » se décompose en différentes interventions sur :

- L'enveloppe dans le cadre d'une rénovation énergétique (Murs, plancher bas, toitures, baies et protections solaires),
- Les équipements dans le cadre d'une rénovation énergétique (Chauffage, ECS, émetteurs, ECS solaire, régulation et calorifugeage, ventilation, refroidissement, production locale d'électricité, éclairage),
- Les autres travaux regroupant 25 sous lots (démolition, curage, fondation, terrassement, gros œuvre, forage, chape, plomberie, électricité, métallerie, ...).

Enfin, les travaux de rénovation énergétiques sont identifiés en prenant en compte :

- L'isolation des murs,
- L'isolation des planchers bas,
- L'isolation des toitures,
- Le remplacement des menuiseries extérieures et des occultations,
- L'étanchéité à l'air de l'enveloppe,
- La fourniture et la pose des systèmes de ventilation,
- Le changement des systèmes de chauffage et de production d'ECS,
- Le calorifugeage des réseaux de chauffage et d'ECS,
- Les modifications des systèmes de régulations centrales et terminales,
- L'ensemble des travaux induits, dont la définition est régie par le taux réduit à 5,5% de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA).

Les résultats présentés ci-après concernent :

- **En logements individuels** : un seul projet situé en Nouvelle Aquitaine ayant communiqué des montants de travaux détaillés, les résultats mentionnés sont issus de l'étude au niveau national.
- **En logements collectifs** : 17 projets ont été étudiés en Région Nouvelle Aquitaine. Cependant, seulement 4 opérations ont communiqué des données sur les coûts de la rénovation énergétique
- **En tertiaire** : 32 opérations ont été étudiées. En parallèle, 19 d'entre elles présentent des informations sur les coûts de la rénovation énergétique.

L'analyse économique, réalisée au cas par cas, présente dans de nombreuses fiches de l'Observatoire national (www.observatoirebbc.org) ou régional en Nouvelle Aquitaine (www.observatoirebbc.org/nouvelleaquitaine), permet de compléter les tendances publiées dans cette étude.

¹⁴ Comment analyser les coûts associés à une rénovation énergétique – Guide Méthodologique

AVANT-PROPOS :

L'Observatoire BBC a pu constater au cours de ces dernières années :

- Une appétence croissante des acteurs du bâtiment pour l'identification des coûts associés aux travaux de rénovation,
- Une faible propension des acteurs à communiquer les informations économiques de leur projet afin d'alimenter un retour d'expérience national, à l'exception des lauréats des dispositifs régionaux dont le paiement des aides financières est conditionné par la communication des décompositions économiques et des factures,
- L'absence d'une décomposition économique « standardisée » des rénovations permettant :
 - D'identifier les coûts relatifs à l'opération, aux travaux de rénovation et aux travaux de rénovation énergétique,
 - De comparer les opérations entre elles.
- La difficulté pour les artisans d'élaborer des devis et des factures en conformité avec une législation complexe.
- ...

A ce jour, ces constats génèrent de la confusion auprès des différents acteurs (politiques, filière du bâtiment, particulier, ...), alimentent les idées reçues sur les coûts de la rénovation énergétique performante et contribuent à freiner la massification de la rénovation performante.

Dans ce contexte, l'Observatoire BBC a élaboré au fil des années une méthodologie d'analyse des coûts de rénovation¹⁴ afin de :

- Standardiser la décomposition économique utilisée pour toutes les opérations étudiées dans l'Observatoire BBC,
- Identifier les lots pris en compte dans le cadre des coûts d'une opération, d'une rénovation et d'une rénovation énergétique,
- Définir le périmètre d'une rénovation énergétique,
- De clarifier la notion de travaux induits indissociablement liés aux travaux d'amélioration de la qualité énergétique.

Cependant, au regard des informations communiquées, la taille de l'échantillon étudié ne permet pas d'établir des conclusions définitives. Il a pour objectif d'actualiser les indicateurs clés issus de la précédente publication. Enfin,

UNE DÉFINITION

Les informations économiques relatives à chaque opération ont été analysées et ventilées au sein d'une décomposition économique définie par les lots présentés ci-dessous :

- Foncier et/ou achat du bâtiment,
- MOE (architecte, économiste, assistance à maîtrise d'ouvrage, SPS, OPC, ...),
- Ingénierie (étude thermique et environnementale, acoustique, structure, sol, bureau de contrôle...),
- Labels et concours (certification, étanchéité à l'air, frais de concours...),

- 120 € HT/m², soit 9 295 € par logement pour l'opération de rénovation de 76 logements à Guéret par Creusalis,
- 328 € HT/m², soit 19 846 € par logement pour le projet de rénovation du bâtiment G de la résidence « Un jardin sur le toit » porté par Gironde Habitat,
- 452 € HT/m², soit 16 911 € par logement pour le projet de rénovation de la Cité Dorat 2 pour le compte de ICF Habitat Atlantique

Dans les deux derniers cas, le montant de la rénovation énergétique représente 38% du montant des travaux de rénovation hors VRD. Au niveau national, le montant des travaux sur l'enveloppe représente en moyenne 70% du montant total de rénovation énergétique. En parallèle, le montant des équipements représente 30% du montant des travaux de rénovation énergétique.

1. LA MAISON INDIVIDUELLE

Sur les 72 projets étudiés issus de l'Observatoire BBC, le montant moyen des travaux de rénovation énergétique est de **367 € HT/m² SRT**, soit un investissement moyen proche de **55 576 € HT**.

| Travaux énergétiques | Nb. Projets | Min | Moy | Moy corrigée | Max |
|----------------------------|-------------|----------|----------|--------------|-----------|
| Coût | 72 | 23 610 € | 55 576 € | 51 260 € | 129 903 € |
| Coût HT/m ² SRT | 20 | 128 € | 367 € | 368 € | 818 € |

Figure 48 : Montant des travaux énergétiques en maisons individuelles issu de l'Observatoire BBC

La forte dispersion du montant des travaux résulte de la diversité des situations constatées : rénovation d'une ancienne grange en logement, rénovation d'un pavillon des années 1960, rénovation et transformation d'un grenier en chambre, rénovation et création d'une verrière, réaménagement d'un sous-sol....Ainsi, en excluant de l'étude les projets intégrant une extension et la création d'une verrière, l'investissement moyen est de **51 260 € HT, soit 368 € HT/m²** (cf. Moyenne corrigée du tableau ci-dessus).

2. LES LOGEMENTS COLLECTIFS

Le montant moyen des travaux de rénovation sur les 17 opérations étudiées en Région Nouvelle Aquitaine s'élève à **737 € HT/m²**, soit 47 411 € HT par logement. Ce montant inclut l'ensemble des lots définis dans l'avant-propos et notamment les coûts de la rénovation énergétique. A titre de comparaison, l'analyse effectuée au niveau national, sur 145 projets, fait état d'un montant autour de 606 € HT/m², soit 41 584 € HT par logement.

Ces différents ratios présentent une forte dispersion liée à l'hétérogénéité des solutions mises en œuvre, de la granularité des données communiquées et l'incapacité à affecter les montants à certains lots définis dans la décomposition économique utilisée.

En parallèle, une étude sur 62 opérations à l'échelle nationale, avec des données d'entrées plus précises, permet d'estimer que le montant moyen des travaux :

- De la rénovation est de 560 € HT/m², soit un investissement moyen de 44 231 € HT par logement,
- De la rénovation énergétique est de 285 € HT/m², soit un investissement moyen de 22 780 € HT par logement, soit
- Par ailleurs, sur 6 opérations, le surcoût pour atteindre le niveau BBC Effinergie rénovation par rapport à un projet rénovation « standard » a été évalué à 137 € HT/m².

Au niveau régional, les trois opérations étudiées présentent un montant des travaux de rénovation énergétique de

3. LES BÂTIMENTS TERTIAIRES

Le montant moyen des travaux de rénovation sur les 31 opérations étudiées en Région Nouvelle Aquitaine s'élève à 1 260 € HT/m². Ce montant inclut l'ensemble des lots définis dans l'avant-propos et notamment les coûts de la rénovation énergétique. A titre de comparaison, l'analyse effectuée au niveau national sur 186 projets, fait état d'un montant associé aux travaux de rénovation de 1 296 € HT/m².

Ces différents ratios présentent une forte dispersion liée à l'hétérogénéité des solutions mises en œuvre, de la granularité des données communiquées et l'incapacité à affecter les montants à certains lots définis dans la décomposition économique utilisée

L'étude de 72 opérations à l'échelle nationale, avec des données d'entrées plus précises, permet d'estimer que le montant moyen des travaux de rénovation énergétique est de 468 € HT/m². Par ailleurs, sur 18 opérations, le surcoût pour atteindre le niveau BBC Effinergie rénovation par rapport à un projet rénovation « standard » a été évalué à 245 € HT/m².

Le tableau ci-dessous présente les montants des travaux de rénovation énergétiques par m² de surface suivant les usages de bâtiments :

| Travaux énergétiques (€/m ² ShonRT) | Nb. Projets | Min | Moy | Max |
|--|-------------|-------|-------|---------|
| Bureaux - Nouvelle Aquitaine | 10 | 143 € | 305 € | 509 € |
| Bureaux - National | 37 | 107 € | 439 € | 1 116 € |
| Education - Nouvelle Aquitaine | 2 | 819 € | 850 € | 881 € |
| Education - National | 22 | 156 € | 528 € | 1 076 € |
| Hébergement - Nouvelle Aquitaine | 1 | | 580 € | |
| Hébergement - National | 6 | 249 € | 619 € | 1 109 € |
| Médical - Nouvelle Aquitaine | 2 | 495 € | 498 € | 502 € |
| Médical - France | 4 | 386 € | 451 € | 502 € |
| Spectacle - Nouvelle Aquitaine | 4 | 326 € | 528 € | 763 € |
| Spectacle - National | 8 | 302 € | 423 € | 763 € |

Figure 49 : Montant des travaux de rénovations énergétiques en tertiaire

On constate que sur l'ensemble des projets tertiaires situés en Région Nouvelle Aquitaine, le montant des travaux dédiés à l'amélioration thermique de l'enveloppe représente 60% du montant des travaux de rénovation énergétique - les montants des travaux sur les équipements représentant 40%. Ces ratios sont identiques à l'échelle nationale.

4. LES EXTERNALITÉS POSITIVES DE LA RÉNOVATION BBC

Les analyses économiques réalisées dans le cadre de cette étude permettent d'identifier des premiers ratios et d'accompagner les différents acteurs dans leur montée en compétence.

Par ailleurs, au-delà des enseignements économiques présentés dans cette étude, la rénovation basse consommation génère des externalités positives à valoriser telles que :

- La réduction des consommations énergétiques permettant de financer, tout ou une partie, les travaux via de l'ingénierie financière¹⁵ (aides directes, apport personnel, certificat d'économie d'énergie, prime rénov,...).
- La résilience du logement aux éventuelles hausses des coûts de l'énergie et des matières premières.
- L'augmentation de la surface de vie réellement habitable avec la suppression des parois froides.
- L'augmentation de la valeur patrimoniale du logement¹⁶ avec une plus-value variant de :
 - +6% à +14% pour les maisons avec une étiquette A ou B,
 - +3% à 16% pour les appartements avec une étiquette A ou B.
- Une maison plus saine avec une enveloppe thermique et un système de ventilation performants, réduisant les risques de pathologies¹⁷ (respiratoires, ostéo-articulaires, pathologies hivernales,), améliorant la santé des habitants, notamment ceux en situation de précarité énergétique et réduisant les dépenses de santé.
- L'amélioration du confort au quotidien (thermique, acoustique, visuel, ...)
- La réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle du bâtiment mais également au niveau national.
- La création d'emplois locaux non délocalisables. A titre d'exemple, la Direction Régionale Grand Est de l'ADEME¹⁸ a estimé que le secteur de la rénovation des bâtiments pourrait créer 43 750 Equivalent Temps Plein supplémentaires d'ici 2050 à l'échelle régionale.

¹⁵ Retour d'expérience de rénovation basse consommation – DOREMI

¹⁶ La valeur verte des logements en 2021 – Publication : Septembre 2022 - Conseil supérieur du notariat

¹⁷ Etude de la Fondation Abbé Pierre sur l'impact de la précarité énergétique sur la santé

¹⁸ Transition énergétique en Grand Est : quels impacts sur l'emploi local – Publication novembre 2020 – Direction Régionale de l'ADEME Grand Est



Figure 50 : Logements collectifs - Public - BBC Effnergie Rénovation - Architecte : Lanoire & Courrian - Mo : Icf Habitat Atlantique

Sébastien Lefevre
Responsable Observatoire National Effinergie

lefeuvre@effinergie.org
Tél : 07 69 38 20 46



©Architecte : SEXTANT Architecture