



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**

**effinergie**

# L'OBSERVATOIRE DES BATIMENTS

## BEPOS & RENOVATION BASSE CONSOMMATION

### EN NOUVELLE AQUITAINE



#### RETOURS D'EXPÉRIENCES - CONSTRUCTION

Un retour d'expérience sur les bâtiments lauréats des appels à projets et certifiés effinergie en région nouvelle aquitaine avec un niveau énergétique à minima effinergie+

# SYNTHÈSE

## CONTEXTE

Depuis 15 ans, l'association Effinergie regroupe au sein de ses instances et de ses groupes de travail une diversité d'acteurs qui partagent des communs et portent une vision : **Mobiliser les énergies pour la conception et la massification de bâtiments durables à faibles impacts énergétiques et environnementaux.**

Reconnue d'intérêt général et experte dans son domaine, l'association a pour missions principales l'élaboration de labels préfigurateurs des réglementations futures, l'observation pour mieux comprendre-anticiper-évaluer-innover, et la promotion des retours d'expérience afin de faire évoluer les réglementations. Elle anime un réseau d'adhérents avec pour objectifs de proposer des espaces de paroles collaboratifs au service de l'intelligence collective afin de faire émerger des solutions durables pour le secteur du bâtiment.

## LES LABELS EFFINERGIE DANS LE NEUF

L'élaboration du label BBC-Effinergie en 2007 fut l'acte fondateur de l'association Effinergie. Il a permis d'anticiper les exigences de la réglementation thermique RT2012 et de fédérer les acteurs autour d'un objectif énergétique commun. Dès 2011, l'association a souhaité mobiliser la filière du bâtiment en élaborant le label Effinergie+ qui valorisait la sobriété et l'efficacité énergétique (RT2012-20%) au regard d'une réglementation RT2012 naissante. Ce label intégrait déjà des contrôles sur les systèmes de ventilation et la mesure de l'étanchéité des réseaux de ventilation afin de garantir le renouvellement de l'air intérieur et l'évacuation des polluants. Les notions d'énergie grise, d'écomobilité et l'évaluation des consommations mobilières et immobilières étaient également prises en compte. En 2013, le label Bepos-Effinergie 2013, intégrait les exigences du label Effinergie+ comme un prérequis et posait les bases de la première définition du bâtiment à énergie positive avec la notion de bilan en énergies non renouvelables. Il exigeait également la mise en place d'un commissionnement afin de fiabiliser les performances du bâtiment en exploitation. Enfin, elle lança les labels Effinergie 2017 (BBC, Bepos et Bepos+), intégrant des nouvelles exigences énergétiques et environnementales trois ans avant la future réglementation RE2020.

Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2022, Effinergie propose le label Effinergie RE2020, avec ou sans option Bepos, pour les bâtiments résidentiels allant au-delà des exigences de la réglementation environnementale – confirmant son rôle de boussole pour la filière du bâtiment.

En parallèle de la démarche de certification, de nombreuses collectivités ont intégré les exigences de ces labels dans leurs dispositifs d'accompagnement, tel que l'appel à projet « Bâtiments du Futur » en région Nouvelle Aquitaine.

Enfin, l'**Observatoire BBC** et ses déclinaisons dont l'**Observatoire régional en Nouvelle Aquitaine** permettent depuis dix ans :

- De promouvoir les constructions exemplaires et les acteurs

associés,

- D'identifier les solutions techniques mises en œuvre,
- D'étudier la faisabilité technico-économique des constructions Effinergie,
- D'évaluer l'impact des labels sur les objectifs énergétiques environnementaux et énergétiques,
- De contribuer à l'élaboration des futures réglementations nationales et territoriales.

## LA CONSTRUCTION EFFINERGIE EN RÉGION NOUVELLE AQUITAINE

Ce rapport propose un retour d'expérience sur les bâtiments certifiés et lauréats des appels à projets en Région Nouvelle Aquitaine sur la période 2012 – 2022. Il se focalise sur les bâtiments résidentiels et tertiaires ayant pour objectif d'atteindre à minima le niveau Effinergie+.

## RÉDUIRE LES BESOINS - LA SOBRIÉTÉ COMME PIERRE ANGULAIRE

Dès le lancement du label BBC Effinergie en 2007, la priorité a été mise sur une conception permettant de réduire les besoins énergétiques et de bénéficier d'une enveloppe thermique performante.

Concrètement, les bâtiments étudiés se caractérisent par des résistances de parois élevées (5,2 m<sup>2</sup>.K/W pour les murs, 7,8 m<sup>2</sup>.K/W pour les toitures, 5,5 m<sup>2</sup>.K/W pour les planchers bas, ...) et des conceptions bioclimatiques performantes au sens de la réglementation RT2012 (Bbio).

En parallèle, l'optimisation des apports solaires et de l'éclairage naturel, associée à une stratégie de confort d'été qui implique les futurs habitants/usagers du bâtiment, permet d'améliorer le confort d'usage.

Enfin, la mobilisation des acteurs autour du traitement des ponts thermiques structurels, de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des systèmes de ventilation contribuent à atteindre un niveau de sobriété énergétique performant.

## DES SOLUTIONS CONCRÈTES

Les labels Effinergie ne fixant pas d'exigence de moyens, les bâtiments étudiés présentent un large panel de solutions constructives. Cependant quelques tendances se dessinent :

Alors qu'à l'échelle nationale, les logements collectifs sont principalement construits en béton (60%) et isolés par l'extérieur (65%), les projets étudiés sur notre échantillon présentent un volume d'opérations en construction bois relativement important (42%) et l'isolation par l'intérieur est majoritairement mise en œuvre (56%).

Dans le secteur tertiaire, les bâtiments issus de notre échantillon, composé en grande partie de projets lauréats du dispositif « Bâtiment du Futur », sont construits majoritairement en bois (52%) et isolés avec des écomatériaux. Ces pourcentages, spécifiques à la Région Nouvelle Aquitaine et à la composition de l'échantillon étudié, traduit l'impact sur les filières des critères d'éco-conditionnalités intégrées dans les dispositifs d'accompagnement portés par les politiques publiques régionales.

Côté équipement, les logements collectifs sont majoritairement chauffés par des chaudières gaz à condensation (62%) associées à des radiateurs munis de robinets thermostatiques. Le renouvellement de l'air intérieur est réalisé par des ventilations hygro-réglables de type B. En parallèle, dans le secteur tertiaire, 42% des projets bénéficient

de solutions thermodynamiques réversibles. Cependant, l'usage du bâtiment (bureau/éducation) et le type de maîtrise d'ouvrage (public/privé) influencent la clé de répartition de l'énergie de chauffage et la présence d'un système de refroidissement actif. Enfin, la présence de panneaux photovoltaïques dépend logiquement du label visé (Effinergie+ ou Bepos)

## DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES ET ENVIRONNEMENTALES EXEMPLAIRES

Les consommations énergétiques des bâtiments étudiés présentent des gains supérieurs à 30% par rapport à l'exigence réglementaire. Dans le secteur résidentiel, les logements consomment 43 kWhep/m<sup>2</sup>.an dont 82% sont dus au chauffage (19,8 kWhep/m<sup>2</sup>.an) et à l'ECS (15,8 kWhep/m<sup>2</sup>.an). Cependant en intégrant les autres usages estimés à 70 kWhep/m<sup>2</sup>.an, ces deux postes ne représentent plus que respectivement 18% et 16% des consommations totales. En élargissant le périmètre de l'étude à la mobilité, on constate que les consommations énergétiques liées aux déplacements peuvent représenter 29% (logements collectifs) à 45% (maisons en secteur diffus) des consommations totales (mobilité, autres usages, consommations réglementaires), relativisant l'impact des consommations de chauffage ou d'ECS dans une approche globale.

Dans le secteur tertiaire, les configurations sont plus hétérogènes. En conséquence, les consommations énergétiques évoluent notamment en fonction de l'usage du bâtiment (bureau, éducation, spectacle, ...), de la présence de système de refroidissement actif ou de production d'ECS, et de la volonté du maître d'ouvrage de construire un bâtiment plus ou moins ambitieux d'un point de vue architectural et énergétique (Bepos). Cependant, les projets construits ont des consommations énergétiques bien inférieures aux exigences réglementaires. La consommation des autres usages étant estimée à 100 kWhep/m<sup>2</sup>.an dans les bureaux, la consommation des autres usages ne représente que 60% des consommations globales. Ce taux chute à 41% pour les bâtiments d'éducation – les autres usages étant estimés à 30 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour les projets Effinergie+

L'ensemble des maisons BBC Effinergie 2017 étudiées atteignent le niveau C1 et émettent près de 846 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> SDP dont 73% sont dues aux matériaux de construction et équipements. En parallèle, 45% des projets Bepos et Bepos+ Effinergie 2017 atteignent le niveau C2. Ils se caractérisent par une enveloppe thermique performante, l'utilisation de matériaux biosourcés, de structures en ossature bois ou béton bas carbone, associées à des solutions de chauffages décarbonées. Cependant, les résultats des analyses ACV sont impactées par un taux relativement important de données prises par défaut.

## A QUEL COÛT ?

Le montant des travaux hors VRD est estimé entre 1 100 et 1 300 € HT/m<sup>2</sup> SRT pour les projets Effinergie+ et BBC-Effinergie 2017 dans le secteur résidentiel. Au niveau national, ce montant atteint 1 272 € HT/m<sup>2</sup> SRT pour les projets Bepos-effinergie (2013 et 2017) avec en moyenne 5% affectée à la production locale d'électricité.

En parallèle, le montant des travaux hors VRD pour les bâtiments tertiaires Effinergie+ et BBC-Effinergie 2017 est estimé à 1 617 € HT/m<sup>2</sup> en Région Nouvelle Aquitaine. Cependant on constate une forte dispersion autour de cette valeur moyenne due à l'usage du bâtiment (éducation, bureaux, salles des fêtes...), aux choix architecturaux (bâtiment démonstrateur, vitrine d'un savoir-faire, ou bâtiment standard), à la présence d'une installation photovoltaïque, au type de travaux (extension ou nouvelle construction) ou aux matériaux et équipements mis en œuvre.



Atlantech - Ilôt A4 – MO : OPH de la Rochelle – Lagord – Bepos Effinergie 2017 –  
Architecte : Cointet Associés

# Table DES MATIÈRES

**7 LE CONTEXTE**

**9 LE PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE**

**11 LE CONFORT D'ÉTÉ**

**15 L'ENVELOPPE**

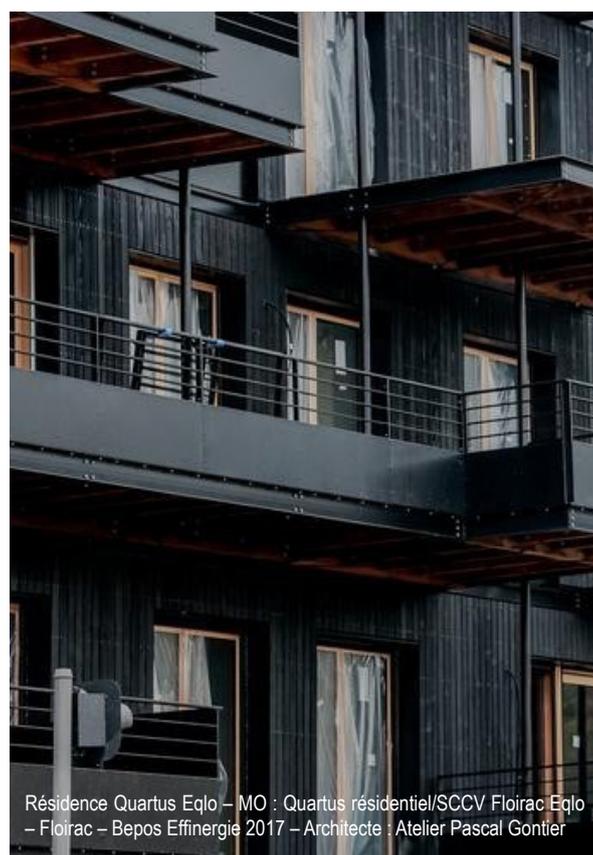
**25 LES ÉQUIPEMENTS**

**31 LES PERFORMANCES**

**38 LES DONNÉES  
ÉCONOMIQUES**

**41 LES BONNES PRATIQUES ET  
INNOVATIONS**

**45 LES LAURÉATS 2022-2021**



# L'OBSERVATOIRE BBC

lefeuvre@effinergie.org



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



© Dauphins Architecture

# L'OBSERVATOIRE EN NOUVELLE AQUITAINE

## UN OUTIL PÉDAGOGIQUE 2.0

[www.observatoirebbc.org/nouvelleaquitaine](http://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 données économiques ont été demandées auprès de certains acteurs du projet (maîtrise d'ouvrage, économiste de la construction, architecte) et des partenaires de l'Observatoire régional.

Une partie de la saisie des projets a été réalisée avec le soutien d'ODEYS (Cluster Construction et Aménagement Durables).

## UNE FICHE « RETOUR D'EXPÉRIENCE »

Sauf exceptions<sup>3</sup>, chaque projet lauréat des appels à projets régionaux a bénéficié d'une fiche retour d'expérience sur le site de l'Observatoire BBC régional. Elle a été communiquée aux bureaux d'études, architectes et maîtres d'ouvrages afin de bénéficier de leurs expertises.

## LES CIBLES

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

## LIMITE DE L'ÉTUDE

Cette étude propose une photographie des bâtiments neufs et exemplaires sur un périmètre défini à un instant donné. Elle apporte un éclairage sur le marché de la construction exemplaire à l'échelle régionale sans pour autant être représentative de l'ensemble des projets construits en France et en Région Nouvelle-Aquitaine.

<sup>1</sup> [www.observatoirebbc.org/nouvelleaquitaine](http://www.observatoirebbc.org/nouvelleaquitaine)

<sup>2</sup> Cf. Tableau de bord Nouvelle Aquitaine

<sup>3</sup> Refus d'un des acteurs, données obsolètes, ...

## LE PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Ce rapport propose un retour d'expérience sur les bâtiments certifiés et lauréats des appels à projets en Région Nouvelle Aquitaine sur la période 2012 – 2022. Il se focalise sur les bâtiments résidentiels et tertiaires ayant pour objectif d'atteindre à minima le niveau Effinergie+.



Figure 1 : Résidence Naturae – Logements collectifs - Privé - Bâtiments du Futur  
– MO : Immobilière Sud Atlantique – Architecte : Dauphins Architecture

## LES DONNÉES SOURCES

L'étude a été réalisée à partir des données de l'Observatoire BBC<sup>1</sup> en Région Nouvelle Aquitaine.

Cet Observatoire, créé par l'Association Effinergie, en partenariat avec la Direction Régionale de l'ADEME et la Région Nouvelle Aquitaine a pour objectifs :

- D'identifier la dynamique engendrée par les labels de l'association Effinergie en Région<sup>2</sup>,
- D'identifier les technologies utilisées dans les projets lauréats et certifiés,
- D'analyser les solutions techniques mises en œuvre,
- De promouvoir les acteurs de la filière du bâtiment s'engageant dans des démarches exemplaires,
- D'établir des tendances technico-économiques.

Les données techniques, économiques et administratives ont été collectées auprès de différents acteurs.

Ainsi, les données techniques et administratives ont été communiquées par les organismes certificateurs ou par la Région et la Direction Régionale de l'ADEME.

# LE PÉRIMÈTRE

# DE L'ÉTUDE



13,5% des projets ont visé les exigences du label BBC-Effinergie 2017 (n=15/111). Au titre de bâtiments exemplaires, trois opérations Bepos Effinergie 2013 (**Maison Poiraud**, **Maison Mansac**, **Logements de la caserne de la gendarmerie de Vouillé**) et deux Bepos-Effinergie 2017 (**La Maison Tomasi** et **la Résidence Oreka**) ont été réalisées en Région Nouvelle Aquitaine.

**Dans le secteur tertiaire** (n=65), 60% des opérations étudiées sont issues des appels à projets régionaux (n=39/65). En parallèle, 37% des bâtiments sont issus d'un label Effinergie (n=24/65) ou se sont engagées dans une double démarche « label et appel à projet » (3%, n=2/65).

Ils concernent principalement des bureaux (48%, n=31/65) ou des bâtiments d'éducation (29%, n=19/65) quelle que soit l'origine du projet (label ou appel à projet). Ils sont répartis sur 9 départements différents avec une plus forte concentration en Gironde (23%, n=15/65), en Charente Maritime (18%, n=12/65), en Haute Vienne (15%, n=10/65), et en Charente (12%, n=8/65). On constate que près de 82% des projets ont ciblé les labels Effinergie+ (29%, n=19/65), Bepos-Effinergie 2013 (27%, n=18/65) ou Bepos Effinergie 2017 (25%, n=16/65). En parallèle, un projet a visé le label BBC Effinergie 2017 et 11% des maîtres d'ouvrage (n=7/65) se sont engagés dans une démarche exemplaire d'un point de vue énergétique et environnemental en ciblant les exigences du label Bepos+ Effinergie 2017. Enfin, 3 projets ont atteint in fine un niveau réglementaire RT2012 à cause de contre-performance sur le respect des exigences sur le Bbio ou la consommation énergétique.



Figure 2 : Résidence de Tourisme - Athome – Bâtiments du Futur - MO : SNC Abalone  
- Architecte : Gravière et Foulon

L'Observatoire BBC régional référence, en partie publique, 371 bâtiments dont 177 bâtiments avec, à minima, un niveau Effinergie+ et des données techniques communiquées.

Notre étude intègre en complément des projets étudiés en partie privée. En conséquence, l'échantillon analysé se compose 242 projets répartis entre 58 lauréats d'appels à projet régionaux, 175 bâtiments ayant obtenu un label Effinergie dans le cadre d'une certification et 9 projets s'étant engagés dans une double démarche « label et appel à projet ».

## QUELLE TYPOLOGIE DE BÂTIMENTS ?

L'étude se focalise sur les projets de construction labellisés ou lauréats des différents appels à projets soutenus par la Région Nouvelle-Aquitaine et la Direction régionale de l'ADEME sur la période 2012 - 2022. L'échantillon de l'étude se compose :

- 66 bâtiments collectifs regroupant 2 480 logements,
- 111 projets de maisons, regroupant 564 logements,
- 65 projets tertiaires regroupant près de 251 203 m<sup>2</sup>.

**En logements collectifs** (n=66), 64% des projets ont été certifiés par Effinergie (n=42/66), regroupant 1 560 logements. En parallèle, 36% des opérations sont issues des appels à projet régionaux (n=17/66) ou se sont engagées dans une double démarche « label et appel à projet » (n=7/66).

Les bâtiments sont répartis sur 8 départements différents avec une plus forte concentration dans les départements de la Charente-Maritime (n=21/66), de la Gironde (n=20/66), de la Vienne (n=8/66) et des Pyrénées-Atlantiques (n=7/66).

Par ailleurs, 59% de l'échantillon a atteint le niveau Effinergie+ (n=39/66). En parallèle, les autres projets se sont engagés dans un label Bepos-Effinergie 2017 (n=12/66), Bepos Effinergie 2013 (n=4/66) ou BBC Effinergie 2017 (n=2/66). Enfin, 8 projets ont atteint in fine un niveau réglementaire RT2012 à cause de contre-performance sur le respect des exigences sur le Bbio ou la consommation.

**Les logements individuels** (n=111) se répartissent entre 71 maisons construites en secteur diffus et 40 opérations de logements groupés. 98% de ces bâtiments (n=109/111) ont été conçus dans le cadre d'un label Effinergie. Seulement deux opérations sont issues d'un appel à projet régional. Il s'agit des opérations de **La Ruche** à Bègles (33) et **du Clos de la Charrouffie** sur la commune de Ribérac (24).

Les maisons individuelles en secteur diffus se situent principalement dans l'ex Région Poitou-Charentes (89%, n=63/71) et plus particulièrement dans le département des Deux-Sèvres (65%, n=46/71). Les opérations de logements groupés se répartissent sur 7 départements avec un volume de bâtiments plus important en Charente-Maritime (40%, n=16/40), en Deux-Sèvres (22,5%, n=9/40), en Charente (20%, n=8/40) et en Vienne (12,5%, n=5/40). Comme pour les logements diffus, 87% des bâtiments étudiés sont construits dans l'ex Région Poitou-Charentes. Enfin, 77% de l'échantillon ont obtenu le niveau Effinergie+ (n=86/111). En parallèle,

# LE CONFORT

# D'ÉTÉ



En parallèle, une attention particulière a été apportée sur la conception bioclimatique et le confort d'été **du siège de la Communauté de Communes Aunis Atlantique** (modélisée en STD) qui s'articule autour de :

- la ventilation naturelle: les ouvertures sur la façade et la présence d'un patio bioclimatique favorisant la circulation de l'air,
- le traitement solaire des façades,
- l'inertie : une structure en ossature bois isolée avec de la paille locale et un enduit terre du site,
- la présence de débords de toiture, de stores, ainsi que d'un canal d'eau de récupération des eaux de pluies couplé à la toiture végétalisée.

Par ailleurs, les données météorologiques de la STD de **la Maison de l'Habitat** ont pris en compte les périodes de canicules récentes afin d'anticiper les effets du réchauffement climatique.

Cependant, il sera 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 STD<sup>5</sup>.

**Un exemple de sur-ventilation** : Dans le cadre du **groupe scolaire du Taillan Médoc**, les débits de ventilation ont été augmentés à 25 m<sup>3</sup>/h à la place des débits réglementaires de 15m<sup>3</sup>/h pour évacuer plus de polluants et diminuer le seuil de CO<sub>2</sub> dans les espaces confinés.

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.

**Le cabinet de kinésithérapie de Marans** a fait le choix d'installer une ventilation double flux thermodynamique qui permet de réaliser du refroidissement nocturne passif via un principe de free cooling. 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, des projets intègrent dès la conception une architecture favorisant **la ventilation naturelle**.

C'est le cas du projet d'habitat participatif **la résidence le Nid** où les concepteurs ont intégré la possibilité de ventiler naturellement les logements afin de les décharger thermiquement.

Le projet de **la Résidence Plateau des Possibles** - Ilot 6.6 offre également la possibilité de ventiler naturellement les logements via les fenêtres des séjours protégés par des volets battants ajourés.

En parallèle, la ventilation naturelle **du siège social LIM Group** est réalisée par la combinaison d'ouvrants de ventilation positionnés derrière un bardage ajouré en façades et en toiture permettant d'associer une ventilation traversante et de bénéficier de l'effet de tirage thermique. Par ailleurs, des brasseurs d'air ont été mis en place dans les locaux afin d'assurer un confort thermique satisfaisant.

Les logements de **la résidence Naturae - Ilot B3** bénéficient d'une ventilation naturelle nocturne via les fenêtres des séjours protégés

## 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 ?

## AGIR SUR LA VENTILATION NOCTURNE

### 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 de la ventilation afin de renouveler plus rapidement l'air intérieur.

**La simulation thermique dynamique<sup>4</sup>** : un outil au service du confort d'été.

Dans le cadre de l'extension du **Centre d'excellence fruitier Andros**, la Simulation Thermique Dynamique<sup>4</sup> a permis de qualifier les conditions de confort au sein des bâtiments une analyse du confort des bureaux 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.

En parallèle, la simulation thermique dynamique ainsi qu'une étude de masque ont été réalisées dans le but de garantir une température confortable dans les locaux de **la Maison de l'Artolie** en période estivale.

Pour **les logements de Saint Yrieix**, la STD montre que sous condition d'un bon usage de la ventilation naturelle et des protections solaires, la température intérieure des logements est supérieure à 28°C pendant moins de 0,1 % du temps d'occupation.

Le confort d'été **du groupe scolaire Frida Kahlo** a été traité en s'appuyant sur une conception bioclimatique autour d'une STD et en privilégiant la construction des bâtiments autour d'un espace central créant un effet d'îlot de fraîcheur.

<sup>4</sup> Simulation Thermique Dynamique : STD

<sup>5</sup> Confort d'été et réduction des surchauffes : 12 enseignements à connaître – EnvirobatBDM - AQC

par des volets persiennés et par les balcons des étages supérieurs.

Dans le cadre du **groupe scolaire du Taillan Médoc**, une attention particulière a été portée sur les convections naturelles pour permettre une ventilation naturelle avec la pose d'ouvrants verticaux derrière les bardages ou les ventelles et la présence d'ouvrants en toiture.

Les bâtiments du **groupe scolaire Frida Kahlo** sont implantés suivant les vents dominants d'ouest afin de favoriser la ventilation naturelle via les grandes cheminées. En parallèle, la présence d'une ventilation simple flux couplée à un système de puits climatiques permet d'avoir des bâtiments confortables sans avoir recours à la climatisation. Enfin, 100% de logements des bâtiments **Wood** et **Stone** sont bi-orientés ou traversants pour faciliter la ventilation naturelle et le free-cooling nocturne. Il en est de même au sein de **la résidence les Jardins d'Embrun** où 93% des logements sont traversants afin de favoriser la 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'améliorent pas le confort thermique.

Dans le cadre de **la résidence le Nid**, des protections solaires adéquates ont été mises en place sur les menuiseries. Par ailleurs, les menuiseries du **groupe scolaire de Brossac** sont protégées par des stores textiles positionnés en extérieur de couleur gris clair coloré.

Le **Centre d'excellence fruitier Andros** a mis en place des brise-soleils horizontaux orientables sur la façade sud des bureaux, des brise-soleils verticaux orientables sur la façade ouest et une casquette au niveau du hall d'accueil afin de limiter les surchauffes estivales et à mi-saison.

Par ailleurs, le dimensionnement de la coursive et du débord de toiture, validés par une étude d'ensevelissement, permet de protéger les vitrages de la façade Sud du rayonnement solaire en période estivale sur le bâtiment du **siège social LIM Group**. L'ensemble des vitrages, y compris les vitrages de toiture sont équipés de stores.

Le débord de toiture du **cabinet de kinésithérapie** de Marans limite la surchauffe potentielle du bâtiment l'été été.



Figure 3 : Maison de l'habitat – BEPOS effinergie 2017 - E3C2 - MO : Société d'Economie Mixte du Périgord - Semiper - Architecte : Coco Architecture

Pour éviter la surchauffe, des protections solaires sont implantées sur les bâtiments du **groupe scolaire Frida Kahlo** (stores toiles extérieures, débords de couverture, ...).

Les logements des bâtiments **Wood** et **Stone** possèdent des espaces extérieurs couverts, disposés au Sud, qui créent des zones ombragées et qui permettent de conserver un apport de lumière naturelle tout en fermant les occultations des menuiseries en façades.

Les façades de **la Maison de l'Habitat** disposent de brise-soleils à lames horizontales orientables intégrés côté sud-est et sud-ouest et les façades nord-est et nord-ouest sont équipées de stores extérieurs en toiles.

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'usage<sup>6</sup>.

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.

## 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 conception de **la Maison de l'Habitat**, la STD a permis de démontrer que la seule solution qui permettait de respecter l'objectif de confort fixé est celle avec l'utilisation de la climatisation. En effet, les variantes de sur-ventilation nocturne ne suffisait pas à décharger thermiquement les bâtiments à cause des apports internes trop importants.

Dans le cadre de construction d'école, il est intéressant d'interroger en amont les futurs usagers sur les équipements qui seront utilisés (tableaux numériques, vidéoprojecteurs, ordinateurs, ...).

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, dans le cadre du projet d'habitat participatif **résidence le Nid**, l'opération intègre des éléments contribuant à améliorer l'inertie avec un plancher bas en dalle béton, des planchers intermédiaires bois avec une chape béton et des parois déphasantes.

<sup>6</sup> Confort d'été et réduction des surchauffes : 12 enseignements à connaître – EnvirobatBDM - AQC

Le confort d'été est également assuré dans la **résidence Plateau des Possibles - Ilot 6.6** en partie par la structure en ossature bois remplie avec 37 cm de paille en rez-de-chaussée, par de la laine de bois et du chanvre/lin/coton dans les étages, par la forte isolation en laine de bois en toiture et par les caissons bois isolés par de la ouate de cellulose qui donnent sur le vide sanitaire.

L'inertie de la **résidence Naturae - Ilot B3** est apportée par des enduits intérieurs en terre et des planchers recouverts d'une chape béton.

L'inertie du **cabinet de kinésithérapie** de Marans a été renforcée avec la création d'une paroi en brique de terre crue en cloisonnement des différents locaux en partie centrale du bâtiment. Cette masse thermique assure une bonne diffusion de la chaleur et régule l'hygrométrie dans la construction.

La **résidence les Jardins d'Embrun** utilise des briques extrudées de terre crue reconnues pour leurs qualités hygrométriques et thermiques en cloisonnements non porteurs ainsi qu'en enduit intérieur. Elles régulent naturellement l'humidité et maintiennent une température idéale en restituant, la nuit, la chaleur accumulée durant la journée.

Enfin, dans le cadre du projet de la **Maison de l'Habitat**, le bois a été combiné avec d'autres matériaux afin de lisser les courbes de températures et de bénéficier de leurs qualités hygrothermiques.

## LA DURÉE DE LA PÉRIODE DE CHALEUR

### IMPACT SUR LA TEMPÉRATURE : 1 À 2°C

## LE REVÊTEMENT DES PAROIS ET L'AMÉNAGEMENT PAYSAGER

### 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. Notamment, 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, l'équipe de conception du **cabinet de kinésithérapie** de Marans a fait le choix d'une couverture en zinc naturel, de couleur gris clair qui permet de limiter, par sa couleur, le réchauffement inutile de la toiture.

Le **groupe scolaire du Taillan Médoc**, construit avec des murs en pisé permet, au-delà de ses caractéristiques de déphasage et d'amortissement, de garder de la fraîcheur et de réguler la vapeur d'eau.

Enfin, l'aménagement paysager et la végétalisation potentielle des façades et/ou de la toiture de la **Maison de l'Habitat** sont également des leviers pour agir sur le confort d'été. Par ailleurs, le choix de vêtements de façades ventilées, de couleurs claires renforce ces leviers d'actions.

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 garanti<sup>7</sup>.

## 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, l'équipe de conception du **siège social LIM Group** met en avant la qualité de déphasage (10h) et d'amortissement (4% du flux de chaleur a pénétré jusqu'à l'intérieur au bout des 12 heures) de la paille qui dispose d'une très bonne résilience aux surchauffes.

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

# L'ENVELOPPE



## 1. LES LOGEMENTS COLLECTIFS

### MURS VERTICAUX

**Premier enseignement :** Trois matériaux de construction plébiscités en Région Nouvelle Aquitaine.

Les logements collectifs issus de notre étude (n=59) ont été construits principalement en ossature bois (42%), en béton (27%) et en briques (19%). A l'échelle nationale, les constructions en béton sont largement majoritaires (60%) devant les bâtiments en ossature bois (17%) et en briques (16%).

A l'échelle régionale, la répartition des matériaux utilisés semble être impactée par l'origine du projet (certifié ou lauréat d'appel à projet). En effet, 70% (n=12/17) des bâtiments collectifs lauréats d'un appel à projet régional sont construits en ossature bois alors que ce taux chute à 17% (n=7/42) pour les projets certifiés, en faveur des constructions en béton ou parpaings (50%, n=21/42) ou en briques (21%, n=9/42).

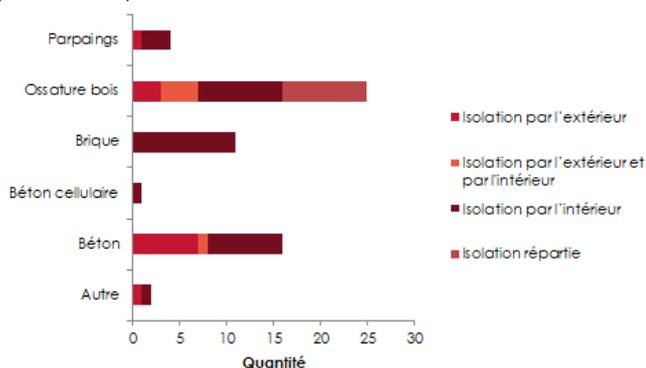


Figure 4 : Répartition des types d'isolation en fonction du matériau de construction en logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

**Deuxième enseignement :** L'isolation répartie par l'intérieur est principalement mise en œuvre afin de garantir une qualité thermique de l'enveloppe performante.

En effet, 56% des bâtiments de logements collectifs étudiés ont bénéficié d'une isolation par l'intérieur en région Nouvelle Aquitaine. En parallèle, 22% des projets ont été isolés par l'extérieur.

**Troisième enseignement :** Cependant, le type d'isolation dépend du matériau de construction.

Ainsi, les bâtiments en ossature bois (n=25) ont bénéficié d'une grande variété d'isolation, à savoir :

- Une isolation répartie entre les montants (36%),
- Un doublage par l'intérieur en complément de l'isolation entre les montants (36%),
- Un doublage par l'intérieur et par l'extérieur en complément de l'isolation entre les montants (16%),
- Un doublage par l'extérieur en complément de l'isolation entre les montants (12%).

En parallèle, les bâtiments en béton (n=16) ont principalement été

isolés par l'extérieur (44%) ou par l'intérieur (50%). Seulement, 6% des opérations bénéficient d'une double isolation (ITI+ITE).

Enfin, l'ensemble des logements collectifs construits en briques a été isolé par l'intérieur (n=11/11).

**Quatrième enseignement :** Plus de 80% des murs des opérations de logements collectifs sont isolés avec de la laine minérale (57%) ou du plastique alvéolaire (26%).

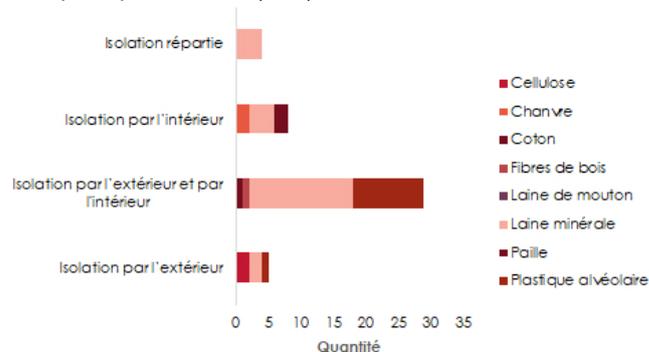


Figure 5 : Isolants mis en œuvre suivant les types d'isolation en logements collectifs en Nouvelle Aquitaine

En effet, les murs extérieurs des bâtiments collectifs issus de notre échantillon sont isolés majoritairement avec de la laine minérale (57%) et du plastique alvéolaire (26%). Les solutions à base d'écomatériaux (fibres de bois, cellulose, paille, laine de mouton, coton) sont utilisées dans 17% des projets étudiés. Ce taux varie en fonction de l'origine du projet. En effet, 47% (n=8/17) des projets lauréats des dispositifs régionaux sont isolés avec des écomatériaux quand ce taux chute à 7% (n=2/29) pour les projets certifiés.

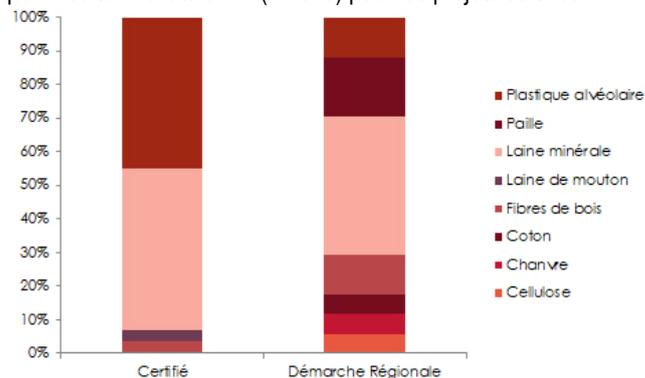


Figure 6 : Influence de l'origine des projets sur la clé de répartition des isolants utilisés

**Cinquième enseignement :** La résistance moyenne de la paroi principale des logements collectifs est de 5,3 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type d'isolation mise en œuvre.

Type d'isolation	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>Tous</b>	<b>66</b>	<b>5,30</b>	<b>3,3</b>	<b>9,1</b>
ITI	28	5	3,3	6,2
ITE	11	4,7	3,5	6,2
ITI+ITE	1	5,8		
ITI+OS-B+ITE	4	7,1	5,3	9,1
OSB+ITE	3	5,8	4,3	7,7
ITI+OSB	9	6,1	5	7,7
OSB	9	5,3	4,3	7,1

Figure 7 : Résistance des murs extérieurs en logements collectifs en Nouvelle Aquitaine

## TOITURES

**Premier enseignement :** Les toitures des logements collectifs étudiés (n=58) sont principalement des toitures terrasses (48%, n=28/58).

En parallèle, les autres bâtiments sont construits avec des combles (24%, n=14/58) ou des rampants (17%, n=10/58). Enfin, quatre toitures sont en ossatures métalliques.

**Deuxième enseignement :** La laine minérale et le plastique alvéolaire sont très majoritairement mis en œuvre pour isoler ces toitures.

En effet, la laine minérale (45%) et le plastique alvéolaire (38%) représentent 83% des matériaux utilisés pour l'isolation des toitures. 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 (n=16/24) alors que les toitures terrasses bénéficient majoritairement d'une isolation réalisée avec du plastique alvéolaire (n=19/28).

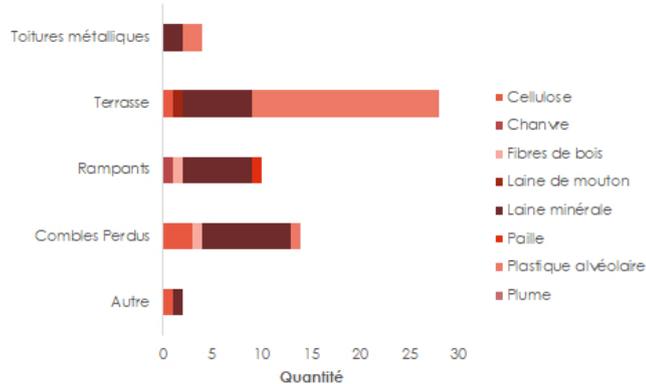


Figure 8 : Isolants mis en œuvre en fonction des types de toitures en logements collectifs en Nouvelle Aquitaine

Les écomatériaux sont mis en œuvre dans 17% des projets de notre échantillon.

**Troisième enseignement :** La résistance moyenne de la toiture principale des logements collectifs est de 7,8 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type de toiture.

Type d'isolation	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Toutes	66	7,8	2,2	12,5
Comble & Rampant	23	8,2	5	12,5
Terrasse	34	7,3	2,2	12,5
Toitures métalliques	5	8,6	7,1	10

Figure 9 : Résistances des toitures en logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

## PLANCHERS BAS

**Premier enseignement :** Une majorité de bâtiments collectifs sont construits principalement sur terre-plein.

En effet, 49% des dalles des planchers bas donnent sur un terre-plein (n=32/65). En parallèle, une grande diversité de solutions a été proposée (vide sanitaire, sous-sol, extérieur, local non chauffé).

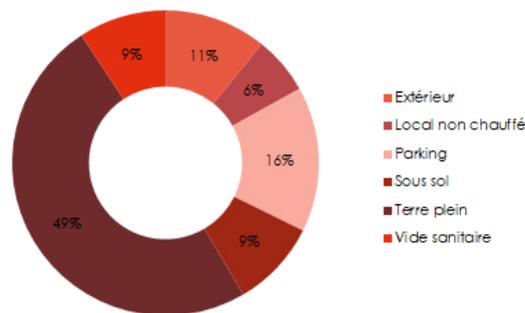


Figure 10 : Répartition des planchers bas des logements collectifs en Nouvelle Aquitaine

**Deuxième enseignement :** 72% des dalles sont isolées avec du plastique alvéolaire (polyuréthane, polystyrène expansé) sous chape.

Cependant, comme pour la toiture et les murs extérieurs, le choix de l'isolant dépend également du type de paroi. En effet, les dalles donnant sur les vides sanitaires, l'extérieur ou les parkings sont isolées majoritairement avec de la laine minérale en sous face de dalle.

**Troisième enseignement :** La résistance moyenne des planchers bas des logements collectifs est de 5,5 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type de plancher.

Type d'isolation	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Tous	66	5,5	2,6	10
Terre-plein	32	5,6	2,6	10
Sous-sol	6	6,9	5	8,3
Parking	10	5,2	3	8,3
Vide sanitaire	6	5,4	4,5	6,7
Extérieur	7	4,5	3,2	5,6
Local non chauffé	4	5,6	3,8	9,1

Figure 11 : Résistances des planchers bas en logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

## BAIES

**Premier enseignement :** Peu de fenêtres à triple vitrage installées dans les logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine.

Sur notre échantillon (n=66), seulement 6% des bâtiments possèdent des triples vitrages (n=4/66).

**Deuxième enseignement :** Les menuiseries en PVC sont majoritaires dans les logements collectifs.

En effet, 47% des fenêtres sont en PVC (n=31/66). En parallèle, les menuiseries en bois représentent 27% (n=18/66) du marché devant les châssis en aluminium à rupteurs de ponts thermiques qui représentent 19% du marché (n=12/66).

Les baies sont principalement des doubles vitrages 4/16 ou 15/4 avec une lame d'argon. Elles sont majoritairement équipées de volets roulants en PVC.

Type	N.	Uw moyen	Uw min	Uw max
Tous	66	1,25	0,8	1,63

Figure 12 : Uw des fenêtres en logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

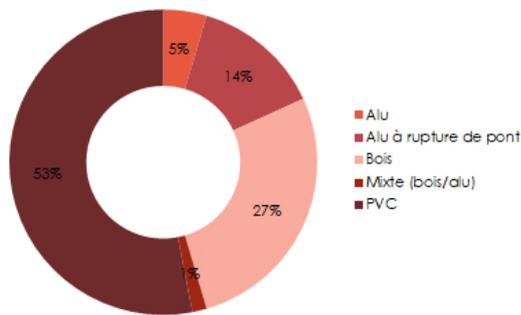


Figure 13: Types de menuiseries présentes sur les logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

**Troisième enseignement :** La surface vitrée des bâtiments collectifs représente en moyenne 19,5% de la surface habitable pour une exigence à 16,6%.

La surface vitrée orientée au Sud est, en moyenne, plus importante par rapport aux autres orientations. En effet, 42% de la surface vitrée est exposée au Sud pour 24% au Nord, 18% à l'Ouest et 17% à l'Est.

## PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

**Avant-propos :** L'application des principes fondamentaux de la conception bioclimatique est un prérequis indispensable afin d'assurer le confort, en toutes saisons, aux occupants des bâtiments Effinergie. Ainsi, il est nécessaire d'intégrer dès la conception :

- La prise en compte du contexte de la parcelle (climat, relief, vent...),
- L'étude de la taille, de la forme, de la compacité et de l'orientation du bâtiment,
- L'optimisation des apports solaires au fil des saisons tout en proposant des protections solaires extérieures,
- La sobriété énergétique de l'enveloppe,
- La circulation de l'air favorisant le rafraîchissement du bâtiment (sur-ventilation nocturne, puits canadien, logements traversants, ...)
- La végétalisation du bâti et de la parcelle avec des espèces adaptées au climat local...

En parallèle, les labels Effinergie imposent, dans le cadre du calcul réglementaire, une conception bioclimatique (Bbio) renforcée avec un gain minimal de 20% sur le coefficient Bbio max de la RT2012. Ce gain est modulé en fonction de la compacité du bâtiment uniquement pour les bâtiments de logements collectifs engagés dans un des labels Effinergie 2017.

**Premier enseignement :** Un coefficient Bbio des bâtiments Effinergie, caractérisant la qualité de la conception bioclimatique de la RT2012, bien en deçà des exigences de la réglementation et des labels Effinergie+ (RT2012-20%).

Bbio	N.	Bbio Projet	Bbio RT2012	Gain %
Tous	66	36,4	57,9	37,3

Figure 14 : Conception bioclimatique des bâtiments collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

**Deuxième enseignement :** Les pertes thermiques sont principalement dues aux baies (37%), aux ponts thermiques (27%) et aux murs extérieurs (21%).

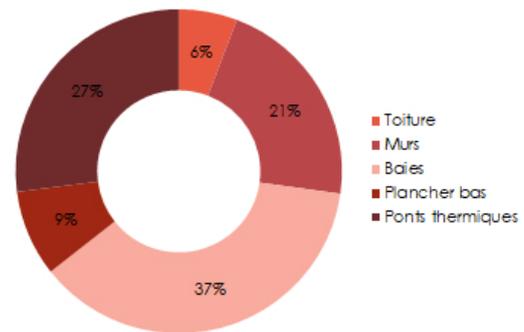


Figure 15 : Répartitions des pertes thermiques en logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

**Troisième enseignement :** Au-delà de la qualité des vitrages proposés, le traitement des ponts thermiques demeure un enjeu majeur.

Ils représentent plus d'un quart des pertes totales et leurs contributions évoluent suivant le type d'isolation. Ainsi, elles représentent 21% dans le cas d'une isolation répartie, 23% en isolation par l'extérieur et 30% pour une isolation par l'intérieur. On constate également que le poids des pertes par les ponts thermiques augmente en fonction du nombre d'étages du bâtiment.

Les pertes par les ponts thermiques sont caractérisées par leurs pertes totales (Psi global) et les pertes au niveau des planchers intermédiaires (Psi 9). Les niveaux de performances du ratio Psi (0,15 W/m<sup>2</sup>.K) et du Psi 9 (0,37 W/m<sup>2</sup>.K) des logements collectifs étudiés sont bien en deçà des exigences réglementaires.

Ils s'avèrent importants de s'assurer de l'adéquation entre ces résultats issus des études thermiques, la mise en œuvre des solutions préconisées et le confort des usagers.

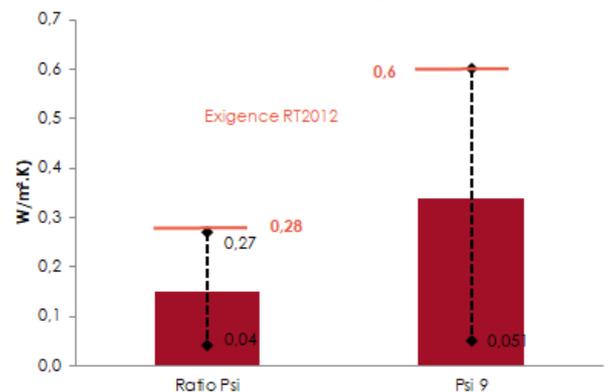


Figure 16 : Ponts thermiques dans les logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine (moyenne : bleu - min et max)

**Quatrième enseignement :** Une étanchéité à l'air de l'enveloppe performante.

Perméabilité mesurée	N.	Moyenne m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	Min m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	Max m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Tous	8	0,46	0,2	0,74

Figure 17 : Etanchéité à l'air dans les logements collectifs en Région Nouvelle Aquitaine

Sur 8 opérations réceptionnées, l'étanchéité à l'air mesurée (coefficient Q4) se situe autour de 0,346 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> pour un seuil effinergie à 1 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>, relativement en deçà de la moyenne nationale (0,514 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>).

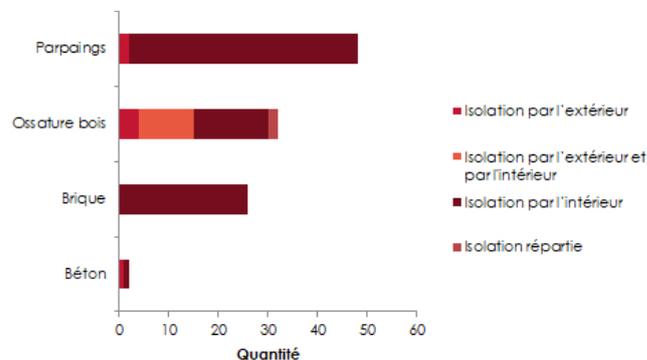


Figure 19 : Répartition des types d'isolation en fonction du matériau de construction dans les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

## 2. LES LOGEMENTS INDIVIDUELS



Figure 18 : Zac Fief des Dompierres – Effinergie+ - Saint-Xandre

### MURS VERTICAUX

**Premier enseignement :** Trois types de matériaux de construction sont utilisés majoritairement (98%) en maisons individuelles (n=108).

En effet, le parpaing (44%), l'ossature bois (30%) et la brique (24%) dominent ce marché.

On constate que cette clé de répartition évolue en fonction du type de maisons individuelles. Ainsi, les constructions en briques sont plus nombreuses (30%) dans les programmes de logements groupés au détriment de l'ossature bois (16%). Cependant, les parts de marché de la brique (21%, -3 pts) et du parpaing (42%, -2 pts) des constructions en secteur diffus baissent en faveur de l'ossature bois (37%, +7 pts).

Par ailleurs, 98% des maisons étudiées étant certifiées Effinergie, l'influence de l'origine du projet sur les choix des matériaux de construction ne peut être étudié. Il est davantage lié à la géolocalisation des opérations.

**Deuxième enseignement :** L'isolation par l'intérieur : La solution privilégiée en maisons individuelles.

En effet, 81% des maisons étudiées bénéficient d'une isolation par l'intérieur (n=90/111). En parallèle, 10% des maisons ont réalisé un doublage intérieur en complément d'une isolation par l'extérieur (n=11/111). Enfin, seulement 7% ont mis en œuvre une isolation par l'extérieur (n=8/111).

Les constructions en briques ont toutes été isolées par l'intérieur (n=20/20). En parallèle, à l'exception de deux opérations qui ont été isolées par l'extérieur, les maisons en parpaings sont également isolées exclusivement par l'intérieur (n=46/48). Enfin, les maisons en ossatures bois ont bénéficié de différentes solutions d'isolation (n=32) :

- Un doublage par l'intérieur en complément de l'isolation entre les montants (47%),
- Un doublage par l'intérieur et par l'extérieur en complément de l'isolation entre les montants (34%),
- Un doublage par l'extérieur en complément de l'isolation entre les montants (12,5%).
- Une isolation répartie entre les montants (6,5%),

**Troisième enseignement :** 87% des maisons sont isolées avec de la laine minérale ou la laine de verre :

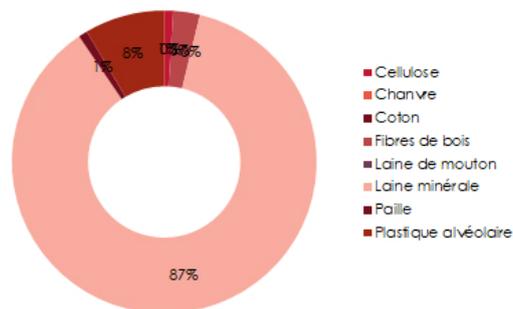


Figure 20 : Isolants mis en œuvre dans les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

En parallèle, près de 5% des projets sont isolés avec des éco-matériaux (n=5/106), notamment avec de la fibre de bois (n=3), de la paille (n=1) ou de la ouate de cellulose (n=1). Enfin, les isolations à base de polyuréthane, polystyrène expansé et polystyrène représentent 8% des maisons étudiées.

**Quatrième enseignement :** La résistance moyenne de la paroi principale des logements individuels est de 5,2 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type d'isolation mise en œuvre.

Type	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Tous	111	5,2	3,4	7,7
ITI	75	4,6	3,4	6,2
ITE	4	5,7	5	7,1
ITI+OSB	14	5,8	4,1	6,7
OSB+ITE	3	7,3	6,7	7,7
ITI+OSB+ITE	11	7,4	6,7	7,7
OSB	2	6	5,3	6,7

Figure 21 : Résistance des murs extérieurs en logements individuels en Nouvelle Aquitaine

## TOITURES

**Premier enseignement :** Près de 90% des toitures des maisons étudiées (n=107) en Région Nouvelle Aquitaine sont des rampants (23%) ou des combles perdus (65%). En parallèle, quelques projets de logements groupés intègrent des toitures terrasses (8%) ou métalliques (2%).

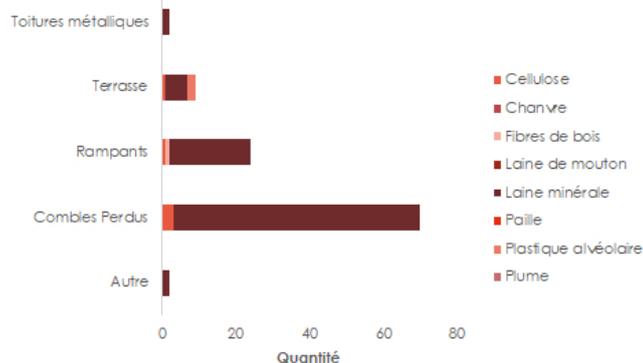


Figure 22 : Isolants mis en œuvre en fonction des types toitures en logements individuels

**Deuxième enseignement :** 92% des toitures sont isolées avec de la laine minérale.

Les toitures terrasses étudiées (n=9/107) ont été isolées avec de la laine minérale (n=6/9), du polyuréthane (n=2/9) et de la ouate de cellulose (n=1/9).

**Troisième enseignement :** La résistance moyenne de la toiture des logements individuels est de 8,5 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type de toiture.

Type	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Toutes	111	8,5	4,8	12,5
Comble	71	8,5	4,8	12,5
Rampants	24	8,4	4,8	11,1
Terrasse	10	8,6	7,1	11,1

Figure 23 : Résistances des toitures dans les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

## PLANCHERS BAS

**Premier enseignement :** 96% des dalles des maisons étudiées (n=110) en Région Nouvelle Aquitaine donnent sur un terre-plein (65%) ou un vide sanitaire (31%).

Ce taux baisse à 59% (n=42/71) pour les maisons en secteur diffus en faveur des constructions sur vide sanitaire (40%, n=28/71). En parallèle, 77% des maisons groupées sont construites sur terre-plein.

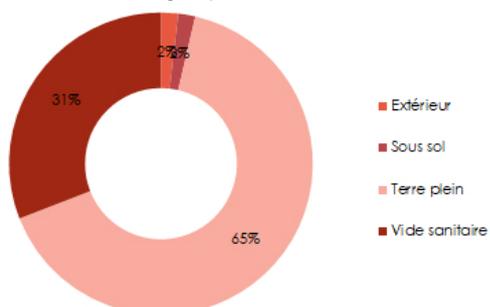


Figure 24 : Répartition des planchers bas des logements individuels en Nouvelle Aquitaine

**Deuxième enseignement :** Comme en logement collectif, les dalles sont isolées très majoritairement (94%) avec du plastique alvéolaire (polyuréthane ou polystyrène expansé).

**Troisième enseignement :** La résistance moyenne des planchers bas des logements individuels est de 5,8 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type de plancher.

Type	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Tous	111	5,7	3,2	10
Terre-plein	72	5,6	3,7	10
Vide sanitaire	34	6,2	3,2	9,1
Extérieur et sous-sol	4	4,9	4,2	6,6

Figure 25 : Résistances des planchers bas dans les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

## BAIES

**Premier enseignement :** Comme en logement collectif, peu de fenêtres à triples vitrages sont installées dans les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine.

Sur notre échantillon (n=105), seulement 3% bâtiments possèdent des triples vitrages (n=3/105).

**Deuxième enseignement :** Des menuiseries différentes entre les maisons en secteur diffus et les logements groupés.

En effet, dans le secteur diffus, 80% des maisons sont équipées de châssis en PVC pour les fenêtres et en aluminium à rupteurs de ponts thermiques pour les baies coulissantes (n=58/71). En parallèle, 15% des projets ont installé des châssis en PVC.

A contrario, en logements groupés, 53% (n=21/40) des maisons sont équipées de châssis en PVC.



Figure 26 : Types de menuiseries présentes sur les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

Les baies sont principalement des doubles vitrages 4/16 ou 15/4 avec une lame d'argon. Elles sont majoritairement équipées de volets roulants en PVC.

Type	N.	Uw moyen	Uw min	Uw max
Tous	111	1,27	0,9	1,78

Figure 27 : Uw des fenêtres en logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

**Troisième enseignement :** La surface vitrée représente en moyenne 19,3% de la surface habitable pour une exigence à 16,6%.

La surface vitrée orientée au Sud est, en moyenne, plus importante par rapport aux autres orientations. En effet, 56% de la surface vitrée est exposée au Sud pour 24% au Nord, 11% à l'Ouest et 9% à l'Est.

## PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

**Premier enseignement :** Comme en logements collectifs, le coefficient Bbio est bien en deçà des exigences de la réglementation et des labels Effergie+ (RT2012-20%).

Bbio	N.	Bbio projet	Bbio RT2012	Gain %
Diffus	71	46	62,2	26
Groupés	40	43,4	65,8	34

Figure 28 : Conception bioclimatique des logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

En effet, alors que le label Effergie+ exige un gain de 20% à minima par rapport à la RT2012, les projets étudiés présentent un gain de 26% à 34%.

**Deuxième enseignement :** Une clé de répartition des pertes thermiques différentes entre le logement collectif et individuel.

En effet, les pertes thermiques sont principalement dues aux baies (33%), aux murs extérieurs (25%) et aux planchers bas 17%). Les pertes par les ponts thermiques ne représentent plus que 11% en logements individuels contre 27% en collectifs.

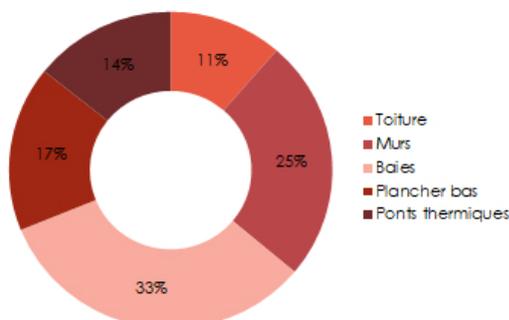


Figure 29 : Répartitions des pertes thermiques dans les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine

Ce résultat s'explique par le fait que les maisons sont principalement construites de plain-pied réduisant les pertes par les planchers intermédiaires.

**Troisième enseignement :** Ne pas négliger le traitement des ponts thermiques.

Le poids des pertes par ponts thermiques varie en fonction du nombre d'étages. Ainsi, il représente pour les maisons groupées :

- 12% en plain-pied,
- 17% pour un R+1,
- 19% pour un R+2.

**Quatrième enseignement :** Une étanchéité à l'air du bâtiment plus performante qu'en logements collectifs.

Sur 67 opérations réceptionnées, l'étanchéité à l'air mesurée (coefficient Q4) est inférieure de 30% par rapport à l'exigence réglementaire et se situe autour de 0,278 m³/h/m², relativement proche de la moyenne nationale (0,30 m³/h/m²). En parallèle, le coefficient n<sup>50</sup> se situe autour de 1,4 vol/h. Pour mémoire, l'objectif pour une maison passive est de 0,6 vol/h au maximum.

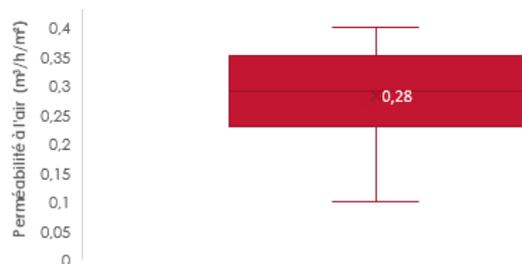


Figure 30 : Etanchéité à l'air dans les logements individuels en Région Nouvelle Aquitaine (Moyenne, décile, quartile)

## 3. LES BÂTIMENTS TERTIAIRES



Figure 31 : Siège Social LIM Group – MO : SCI BIM – Lauréat Bâtiments du Futur – Architecte : Agence Monsieur Madame

### MURS VERTICAUX

**Premier enseignement :** Une large variété de matériaux de construction utilisée dans les bâtiments tertiaires de notre échantillon (n=65), mais l'ossature bois demeure majoritaire.

En effet, 52% des opérations de notre échantillon sont construites en ossatures bois, devant les constructions en béton (25%), en briques (9%), en ossature métallique (6%), parpaings (6%) et en pierres (2%).

A titre d'information, ce taux chute à 36% au niveau national en faveur du béton (49%).

Il est le résultat de facteurs liés à :

- L'origine des projets : 60% des projets tertiaires étudiés sont des lauréats d'appels à projets de la Région Nouvelle Aquitaine intégrant des recommandations et/ou des exigences sur l'usage des matériaux biosourcés. A contrario, à l'échelle nationale, les projets tertiaires sont davantage des projets certifiés utilisant des matériaux dits traditionnels.
- L'implantation géographique des opérations,
- Le type de bâtiment et de maîtrise d'ouvrage, à savoir une majorité de bâtiments d'éducation sous maîtrise d'ouvrage publique qui intègre davantage d'écomatériaux.

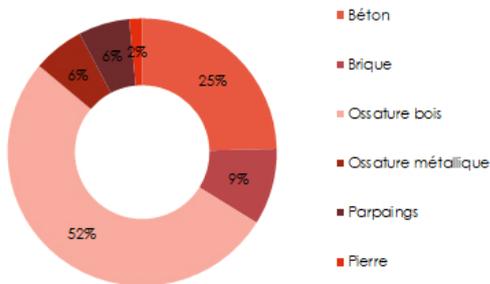


Figure 32 : Matériaux de constructions utilisés dans les bâtiments tertiaires

**Deuxième enseignement :** Les bâtiments tertiaires présentent des types d'isolation différents suivant les matériaux de construction.

Comme dans le secteur résidentiel, 81% des constructions en béton ont bénéficié d'une isolation par l'extérieur (n=13/16). A contrario, une isolation par l'intérieur (n=4/6) a été majoritairement mise en œuvre dans les projets en briques (n=6). Enfin, les constructions en ossature bois (n=34) présentent une grande diversité de solutions d'isolation proposées :

- Une isolation répartie entre les montants (38%),
- Un doublage par l'intérieur en complément de l'isolation entre les montants (38%),
- Un doublage par l'extérieur en complément de l'isolation entre les montants (18%).
- Un doublage par l'intérieur et par l'extérieur en complément de l'isolation entre les montants (6%),

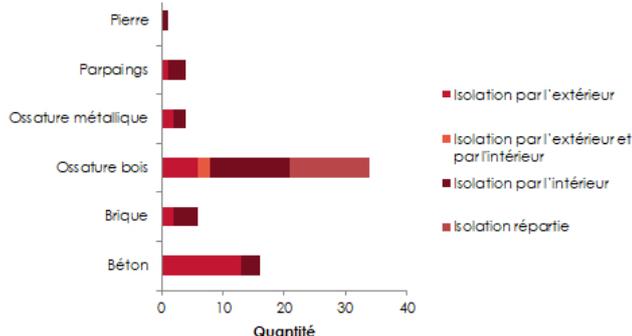


Figure 33 : Répartition des types d'isolation en fonction du matériau de construction dans les projets tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

**Troisième enseignement :** Plus de la moitié des projets tertiaires étudiés sont isolés avec des écomatériaux.

En effet, 51% des projets tertiaires issus de notre échantillon (n=65) sont isolés avec de la fibre de bois (22%), de la ouate de cellulose (15%), ou de la paille (12%). La laine de minérale demeure majoritairement proposée pour l'isolation des murs extérieurs (42%).

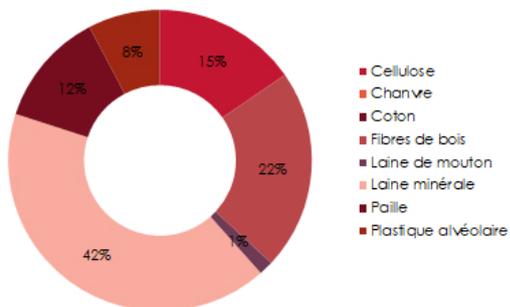


Figure 34 : Matériaux de constructions utilisés dans les bâtiments tertiaires

**Quatrième enseignement :** Des éco-matériaux mis en œuvre quel que soit le système constructif mis en œuvre.

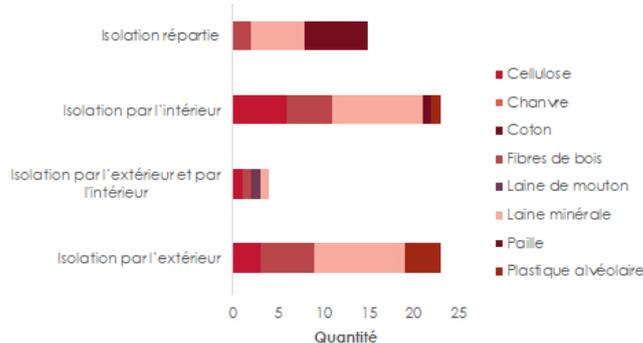


Figure 35: Isolants mis en œuvre suivant les systèmes constructifs dans les projets tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

**Cinquième enseignement :** Un fort impact des éco-conditionnalités sur la mise en œuvre des éco-matériaux.

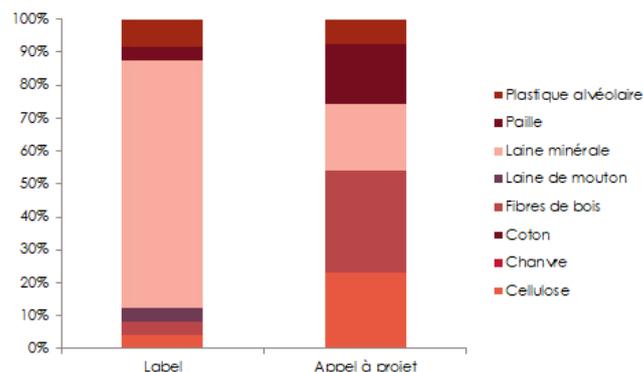


Figure 36 : Répartition des isolants mis en œuvre en fonction de l'origine du projet dans les bâtiments tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

En effet, 84% des projets certifiés sont isolés avec de la laine minérale (75%) ou du plastique alvéolaire (9%) alors que ce taux chute à 28% pour les bâtiments lauréats des appels à projets régionaux en Nouvelle Aquitaine. En parallèle, 72% des bâtiments lauréats sont isolés avec des écomatériaux et plus spécifiquement avec de la fibre de bois (31%), de la ouate de cellulose (23%) ou de la paille (18%).

**Sixième enseignement :** La résistance moyenne de la paroi principale des bâtiments tertiaires est de 5,4 m<sup>2</sup>.K/W.

Type	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Tous	65	5,5	1,26	9,1
ITI	13	5,4	4,2	6,7
ITE	18	4,9	1,3	7,1
ITI+OSB	13	5,9	4,5	9,1
OSB+ITE	6	5	4,2	5,9
ITI+OSB+ITE	2	6,9	6,7	7,1
OSB	13	6,7	5,3	8,3

Figure 37 : Résistance des murs extérieurs dans les projets tertiaires Nouvelle Aquitaine

Une partie des « OSB » sont construites en bois avec une isolation par des bottes de paille de 35 à 37 cm expliquant le niveau élevé de résistance.

## TOITURES

**Premier enseignement :** Une grande diversité de toitures pour les bâtiments tertiaires étudiés.

Ce résultat est lié à la diversité des bâtiments étudiés : bureaux, mairie, collèges, groupe scolaire, centre de formation, cantine,...

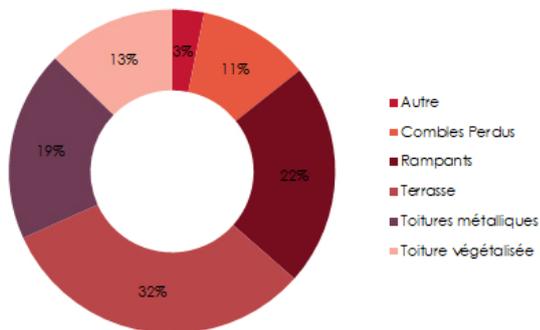


Figure 38 : Type de toitures dans les bâtiments tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

Alors que 52% des bureaux étudiés sont construits avec une toiture terrasse (n=16/31), seulement 28% des bâtiments d'éducation ont fait ce choix en faveur de toitures métalliques (33%). Par ailleurs, près de la moitié des toitures terrasses des bâtiments d'éducation ont été végétalisées (n=3/5) alors que cette démarche semble demeurer marginale pour les bureaux (n=1/16).

**Deuxième enseignement :** Une majorité de projets (64%) isolée avec des matériaux traditionnels de type laine minérale (32%) ou polyuréthane (32%). Les écomatériaux ont été mis en œuvre dans 35% des bâtiments, et plus particulièrement dans les toitures de projets lauréats de dispositifs régionaux.

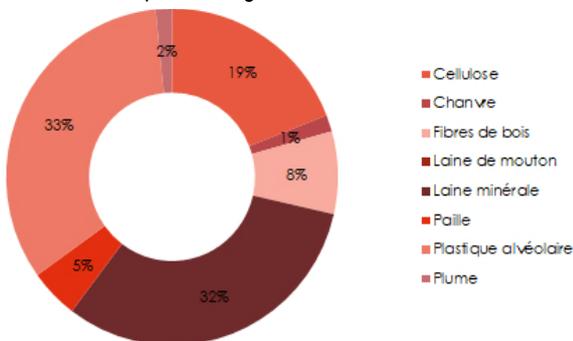


Figure 39 : Isolants mis en œuvre en toiture des bâtiments tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

**Troisième enseignement :** La résistance moyenne de la toiture des bâtiments tertiaires est de 7,9 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type de toitures.

Type	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Tous	66	7,9	3,4	12,5
Combles/Rampants	22	7,8	3,4	12,5
Terrasses	29	8	4,2	11,1
Métallique	12	7,8	4,8	12,5

Figure 40 : Résistance des murs extérieurs dans les projets tertiaires Nouvelle Aquitaine

## PLANCHERS BAS

**Premier enseignement :** Les dalles des planchers bas sont principalement posées sur des terre plein (66%, n=43/65) et sur vide sanitaire (17%, n=11/65). Elles sont isolées majoritairement avec du plastique alvéolaire (80%). En parallèle, quelques projets ont été isolés avec de la laine minérale (10%), de la ouate de cellulose (4%), du liège (4%), et de la fibre de bois (2%).

**Deuxième enseignement :** La résistance moyenne des plancher bas des projets tertiaires est de 5,95 m<sup>2</sup>.K/W. Elle varie en fonction du type de plancher.

Type	N.	R moyen (m <sup>2</sup> .K/W)	R min (m <sup>2</sup> .K/W)	R max (m <sup>2</sup> .K/W)
Tous	66	6	2	10
Terre-plein	43	6,4	2	10
Vide sanitaire	11	5,2	3,2	7,1
Autres	11	5	2,5	7,1

Figure 41 : Résistances des planchers bas dans les projets tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

## BAIES

**Premier enseignement :** Près de 11% (n=7/65) de triples vitrages mis en œuvre dans les projets tertiaires (n=65) en Région Nouvelle Aquitaine.

Ce taux est supérieur à celui constaté dans le secteur résidentiel.

**Deuxième enseignement :** Des types de menuiseries différents suivant l'usage du bâtiment tertiaire et l'origine du projet.

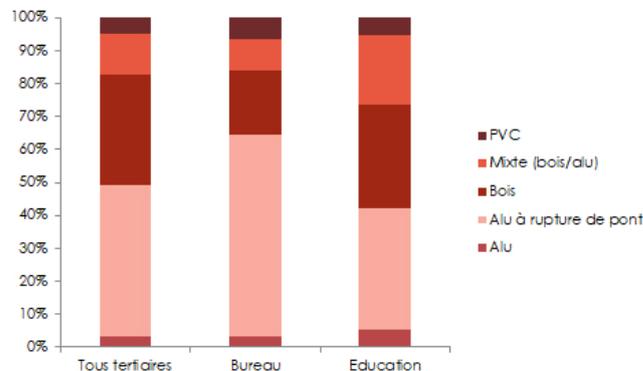


Figure 42 : Types de menuiseries présentes sur les projets tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

Les vitrages sont montés principalement sur des châssis en aluminium à rupteurs de ponts thermiques (46%) et en bois (33%).

Par ailleurs, 61% des bureaux sont équipés de châssis en aluminium à rupteurs de ponts thermiques (n=19/31) alors que ce taux chute à 37% pour les bâtiments d'éducation (n=7/19) en faveur des menuiseries en bois (n=6/19) ou mixte bois/aluminium (n=4/19).

Enfin, l'origine du projet (certifié ou lauréat d'un appel à projet) est un facteur déterminant pour le choix des châssis installés. Ainsi, si 58% projets tertiaires certifiés sont équipés de menuiseries en aluminium à rupteurs de ponts thermiques, ce taux chute à 36% pour les lauréats régionaux en faveur de châssis en bois (49%, n=19/39).

Les baies sont principalement des doubles vitrages 4/16 ou 15/4 avec une lame d'argon. Elles sont majoritairement équipées de

protections solaires (stores motorisés intérieurs ou extérieurs, volets roulants, stores enroulables intérieurs opaques, ...)

Type	N.	Uw moyen	Uw min	Uw max
Tous	66	1,4	0,7	1,8

Figure 43 : Uw des fenêtres dans les projets tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

**Troisième enseignement** : La surface vitrée représente en moyenne 22,6% de la surface utile. Elle n'était que de l'ordre de 18% en résidentiel.

La surface vitrée orientée au Sud est, en moyenne, plus importante par rapport aux autres orientations. En effet, 36% de la surface vitrée est exposée au Sud pour 37% au Nord, 10% à l'Ouest, 15% à l'Est et 2% à l'horizontal.

## PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

**Premier enseignement** : Comme en logements collectifs, le Bbio est bien en deçà des exigences de la réglementation et des labels Effinergie+ (RT2012-20%).

En effet, alors que le label Effinergie+ exige un gain de 20% à minima par rapport à la RT2012, les projets étudiés présentent un gain de 27% (Bureau) à 32% (Education).

Bbio	N.	Bbio projet	Bbio RT2012	Gain %
Tous	65	69,6	99,7	28,8
Bureau	31	79,7	112,3	27,5
Education	19	50	70,7	29,1

Figure 44 : Conception bioclimatique des bâtiments tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

**Deuxième enseignement** : Les performances et la mise en œuvre des baies sont des enjeux importants pour limiter les pertes thermiques.

Dans notre échantillon (n=65), les pertes thermiques sont principalement dues aux baies (53%) dans les bâtiments tertiaires, loin devant les murs ou les ponts thermiques.

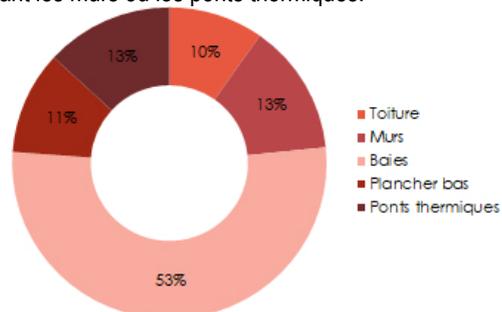


Figure 45 : Répartitions des pertes thermiques dans les projets tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine

La qualité des vitrages, leurs traitements et leurs mises en œuvre sont des enjeux primordiaux pour limiter les déperditions. Pour mémoire, les pertes thermiques par les baies ne représentent que 33% des pertes totales dans le secteur résidentiel. Ce résultat s'explique par la présence de bâtiments tertiaires avec de larges baies vitrées (murs rideaux, ...)

**Quatrième enseignement** : Sur 18 opérations réceptionnées, l'étanchéité à l'air mesurée (coefficient Q4) se situe autour de 0,625 m³/h/m². En parallèle, le coefficient n<sup>50</sup> se situe autour de 1,43 vol/h. Au niveau national, l'étanchéité à l'air atteint 0,8 m³/h/m².



Figure 46 : Tour Silva - Bâtiments du Futur - MO : Kaufman & Broad - Architecte : Art&Build

# LES ÉQUIPEMENTS



## 1. LE CHAUFFAGE ET LA PRODUCTION D'ECS LOGEMENTS COLLECTIFS

**Premier enseignement :** Le chauffage au gaz est largement majoritaire (62%, n=41/66) dans les opérations de logements collectifs étudiés.

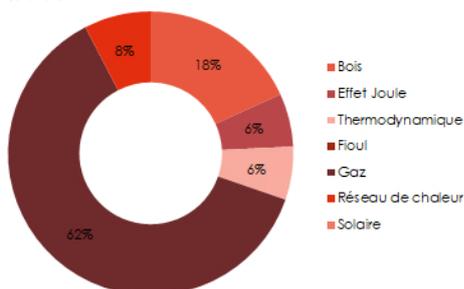


Figure 47 : Répartition de l'énergie de chauffage en collectif

Cette clé de répartition est identique à celle observée pour les bâtiments BBC-Effinergie ou Effinergie+.

71% des bâtiments de logements collectifs sont équipés de chaudières gaz à condensation individuelles (n=29/41) dont la puissance nominale moyenne est de 23,8 kW. En parallèle, 29% des bâtiments sont chauffés par une chaudière collective (n=6/41) ou une chaufferie commune à plusieurs bâtiments (n=6/41).

En parallèle, 18% des bâtiments sont chauffés par une chaudière bois (n=12/66) et 12% avec une solution électrique (n=8/66). Enfin, uniquement 8% des bâtiments ont été raccordés à un réseau de chaleur urbain (n=5/66).

A l'échelle nationale, le chauffage au gaz demeure majoritaire (56%), mais une part plus importante de bâtiments sont raccordés à des réseaux de chaleur urbains (n=26%) au détriment des solutions bois (10%) ou électriques (8%).

**Deuxième enseignement :** L'émission de chaleur est assurée par des radiateurs munis de robinets thermostatiques dans 83% des cas, qu'elle que soit l'énergie de chauffage.

**Troisième enseignement :** La chaudière gaz assure dans près de la majorité des cas la production de chauffage et d'ECS.

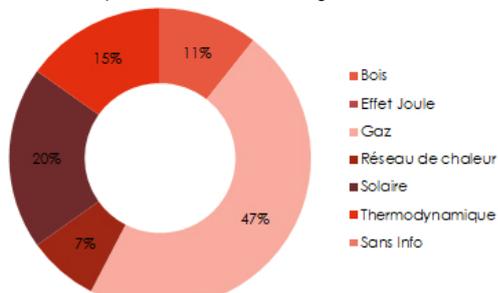


Figure 48 : Répartition de l'énergie d'ECS en collectif

Dans le cas d'un chauffage par une chaudière au gaz (62%, n=41/66), 73% des logements sont équipés d'une chaudière gaz assurant le chauffage et la production d'ECS (n=31/41). En parallèle, 22% des projets chauffés au gaz bénéficient d'une installation solaire (n=9/41) composée de 1 m<sup>2</sup> de capteurs solaires par logement – l'appoint étant assuré par la chaudière. Enfin, un bâtiment produit son ECS grâce à une pompe à chaleur tirant les calories des eaux grises du bâtiment avec un appoint réalisé par la chaudière gaz.

Les projets chauffés au bois (n=12/66) sont équipés d'une chaudière bois à double service (chauffage et ECS) dans la moitié des cas (n=6/12). En parallèle, des ballons thermodynamiques (n=3/12) et des installations solaires (n=3/12) assurent la production d'ECS en parallèle de la chaudière bois.

Les bâtiments chauffés à l'électricité (n=8/66) ont privilégié :

- Un ballon ECS thermodynamique systématiquement à un chauffage par effet joule (n=4/8) ou,
- Une pompe à chaleur à double service (n=2/4) ou une production d'ECS solaire à une pompe à chaleur (n=2/4).

Enfin, l'ensemble des bâtiments raccordés à un réseau de chaleur (n=5/12) bénéficie d'une production de chaud et de d'ECS via des sous-stations.

**Quatrième enseignement :** L'origine du projet (label ou appel à projet) influence la clé de répartition de l'énergie de chauffage et d'ECS.

En effet, si 64% des projets labélisés sont équipés d'une chaudière gaz, ce taux chute à 18% (n=3/17) pour les bâtiments lauréats des dispositifs régionaux, en faveur d'une production d'ECS via une solution biomasse (29%, n=5/17) ou thermodynamique (n=23%, n=4/17). La part du solaire demeure relativement stable qu'elle que soit l'origine du projet (17% à 18%). Ce résultat peut être le fruit d'éco-conditionnalités présentes dans les règlements des appels à projets, du profil des maîtres d'ouvrages, ....

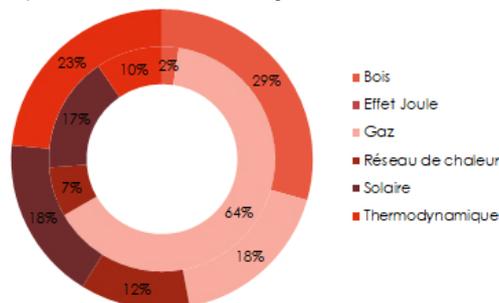


Figure 49 : Répartition de l'énergie ECS en fonction de l'origine du projet (anneau extérieur : lauréat appel à projet régional – anneau intérieur : label) en logement collectif

## LOGEMENTS INDIVIDUELS

**Premier enseignement :** 90% (logements groupés) à 92% (secteur diffus) des maisons sont chauffées au gaz ou à l'électricité. Les autres projets étant chauffés au bois.

**Deuxième enseignement :** La clé de répartition de l'énergie de chauffage des logements individuels est fortement impactée par le type de logement.

En effet, alors que 63% des maisons en secteur diffus sont chauffées par une solution thermodynamique (n=45/71), seulement 25% (n=10/40) des logements groupés sont équipés d'une telle solution. A contrario, le chauffage au gaz, majoritaire dans les logements groupés (n=24/40, 60%), ne représente plus que 28% (n=20/71) des solutions proposées en secteur diffus.

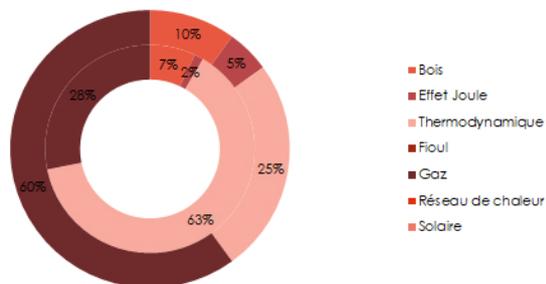


Figure 50 : Répartition de l'énergie de chauffage en fonction du type de logements individuels

Un chauffage au bois a été installé dans 10% des logements groupés (n=4/40) et 7% des maisons en secteur diffus (n=5/71).

**Troisième enseignement :** La pompe à chaleur air/eau largement semble être majoritairement proposée dans les maisons chauffées avec une solution thermodynamique (n=54).

En effet, 87% des logements individuels équipés d'une solution thermodynamique (n=54) ont installé des pompes à chaleur air/eau (n=47/54). Elles sont associées à des planchers chauffants (n=35/54) ou à des radiateurs (n=12/54). La puissance des pompes à chaleur installée est de 5 kW pour un COP de 4,1. En parallèle, 13% des bâtiments sont équipés d'une pompe à chaleur air extérieur/air recyclé combiné au réseau aéraulique ou à des ventilo-convecteurs (n=7/54).

**Quatrième enseignement :** Des émetteurs de chaleur différents pour les bâtiments chauffés en gaz en fonction du type de logements.

L'ensemble des logements chauffés au gaz (n=44) sont équipés d'une chaudière gaz à condensation associée à des planchers chauffants (n=20/44) ou des radiateurs (n=24/44). Cependant, on constate que les radiateurs sont principalement installés dans les logements groupés (n=22/24) et les planchers chauffant dans les maisons en secteur diffus (n=18/20). La puissance moyenne de la chaudière est de 23 kW.



Figure 51 : Caserne Gendarmerie - Bepos Effinergie 2013 – MO : Communauté de Communes du Haut Poitou - Architectes : Corset Roche & Associés

Les logements individuels étudiés étant issus d'un label Effinergie, aucune étude sur l'impact de l'origine du projet (label ou lauréat d'appel à projet) ne sera faite dans ce rapport.

**Cinquième enseignement :** Une clé de répartition de l'énergie d'ECS impactée par le type de logements (groupés ou diffus) et l'énergie de chauffage

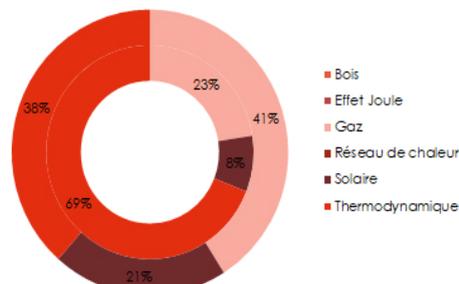


Figure 52 : Répartition de l'énergie d'ECS en fonction du type de logements individuels (anneau extérieur : logement groupé – anneau intérieur : maison en secteur diffus)

En effet, la production d'ECS solaire est plus importante dans les logements groupés (21%, n=8/40) que dans les logements diffus (8%, n=6/71).

Par ailleurs, 100% des logements diffus équipés d'une pompe à chaleur produisent l'ECS avec des pompes à chaleur à double service air/eau ou des ballons thermodynamiques (n=45/71). En parallèle, les chaudières gaz installées dans les logements diffus (n=20/71) assurent majoritairement la production d'ECS et de chauffage (n=16/20). En parallèle, quatre projets ont une solution solaire avec un appoint gaz. Enfin, les logements chauffés au bois (n=5/71) sont équipés de ballons thermodynamiques (n=3/5) ou d'une production solaire (n=2/5).

Les installations solaires se caractérisent par une surface de panneaux solaires variant de 2 à 4 m<sup>2</sup> et des ballons de 180 à 290 litres.

Dans les logements groupés (n=40), la chaudière gaz (n=24/40) assure la production de chauffage et d'ECS (n=16/24) ou l'appoint dans le cas d'une installation solaire (n=8/24).

En parallèle, lors d'un chauffage thermodynamique (n=10/40), la pompe à chaleur assure, comme dans le secteur diffus, aussi la production d'ECS (n=9/10), à l'exception d'un projet qui a installé une chaudière gaz dédiée à la production d'ECS (n=1/10).

Enfin, les logements groupés chauffés au bois (n=4/40) et à l'effet joule (n=2) ont installé des ballons ECS thermodynamiques.

## TERTIAIRE

**Premier enseignement :** Une plus grande diversité de solutions de chauffage en qu'en résidentiel.

En effet, les bâtiments tertiaires étudiés (n=65) sont chauffés majoritairement par des solutions thermodynamiques (42%), biomasses (31%), ou au gaz (18%). Le raccordement à un réseau de chaleur (6%) et le chauffage solaire (5%) demeurent minoritaires. (Maison des Services Publics de Sarliac et de la construction du Pôle jeunesse intercommunal d'Aix sur Vienne).

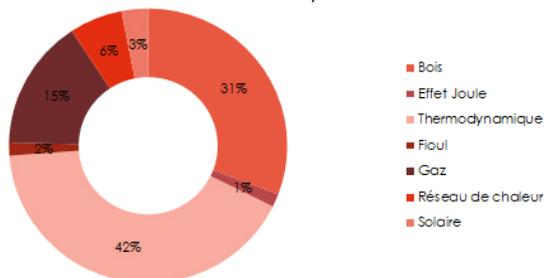


Figure 53 : Répartition de l'énergie de chauffage en tertiaire

La puissance des pompes à chaleur installées dépend du dimensionnement du projet. Elle varie de 3,6 kW pour le projet de

maison médicale à Saubrigues à 160 kW pour l'extension du siège de MACS à Saint-Vincent-de-Tyrosse ou la création d'un Pôle Service Public à la Ferrières d'Aunis. Le COP nominal est de 4,5. Les bâtiments chauffés au gaz (18%, n=10/65) sont équipés de chaudières à gaz à condensation (n=9/10), à l'exception des bureaux de la Communauté de communes Hautes Landes - Labouheyre qui possèdent une chaudière micro-cogénération avec ventilateurs. Les puissances des sous-stations des bâtiments raccordés à des réseaux de chaleur varient de 375 kW pour les Bureaux Lumi à 800 kW pour le chauffage des bureaux Amédée Saint Germain.

**Deuxième enseignement :** L'usage du bâtiment et le type de maîtrise d'ouvrage influencent la clé de répartition de l'énergie de chauffage.

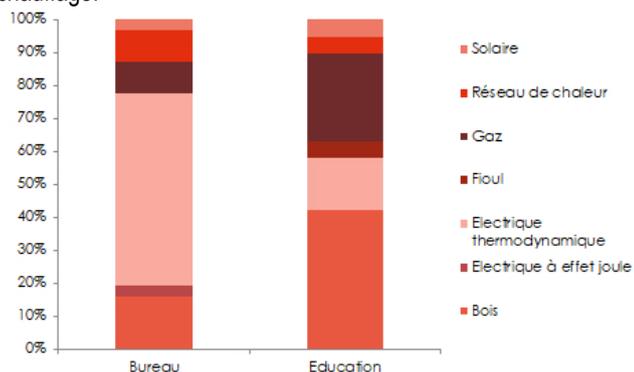


Figure 54 : Répartition de l'énergie de chauffage par usage de bâtiment tertiaire

Ainsi, les bâtiments d'éducation (n=19), portés par une maîtrise d'ouvrage publique, sont principalement chauffés au bois (42%, n=8/19) et au gaz (26%, n=5/19) alors que 58% des bureaux sont équipés de solutions thermodynamiques (n=18/31).

**Troisième enseignement :** Une plus grande diversité de pompes à chaleur réversibles installées.

Alors que la pompe à chaleur air/eau prédomine dans le secteur résidentiel, les opérations tertiaires sont équipées de différentes solutions thermodynamiques à savoir :

- 10 projets avec des PAC air extérieur / eau,
- 8 projets avec des PAC air extérieur / air recyclé,
- 5 projets avec eau glycolée / eau,
- 3 projets avec PAC eau de nappe / eau.



Figure 55 : Usine Sociale – Bâtiments du Futur - MO : SCI Usine Social de Brazza - Architecte : Blamm Architecture

## 2. LA VENTILATION RÉSIDENTIEL

**Premier enseignement :** La ventilation mécanique hygroréglable de type B (n=164/168) est très majoritairement mise en œuvre dans les projets résidentiels de la Région Nouvelle Aquitaine.

La ventilation double flux n'est proposée que dans 7,3% (n=12/168) des installations dans le secteur résidentiel. L'efficacité théorique moyenne de l'échangeur est de l'ordre de 83% en logements collectifs et de 90% en maisons.

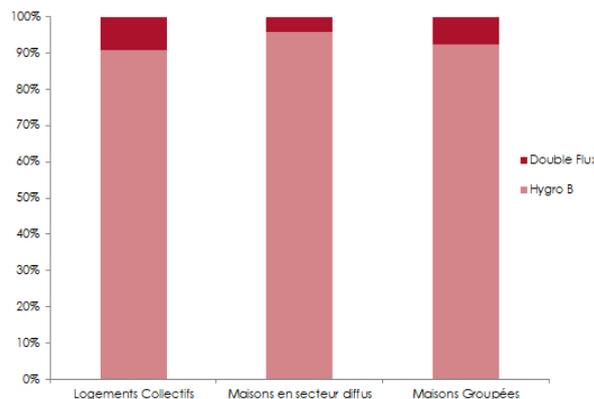


Figure 56 : Répartition des systèmes de ventilation installés dans les logements en Nouvelle Aquitaine

Cette clé de répartition est similaire aux tendances observées à l'échelle nationale (85% hygro B, 15% double flux, 5% autres).

**Deuxième enseignement :** L'origine du projet (appel à projet ou label) et le niveau énergétique visé ne semblent pas impacter la répartition des systèmes de ventilation sur l'échantillon étudié.

**Troisième enseignement :** Une majorité de réseaux de ventilation en classe A après mesure de l'étanchéité à l'air.

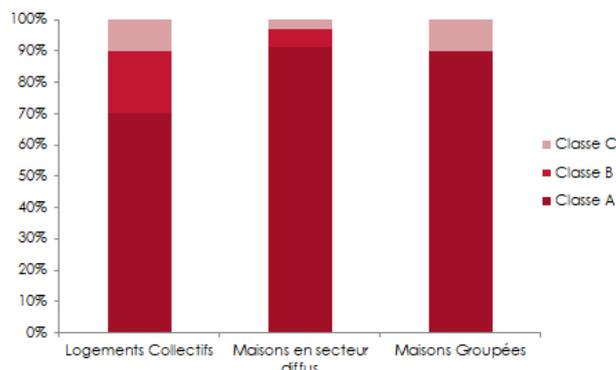


Figure 57 : Répartition des classes d'étanchéité des réseaux de ventilation en résidentiel en Région Nouvelle Aquitaine

En effet, 88% des réseaux de ventilation contrôlés in situ à réception sont de classe A (n=53/60). Ce taux varie de 70% en logements collectifs à 90% dans les maisons individuelles en secteur diffus et groupées.

## TERTIAIRE

**Premier enseignement :** Dans le secteur tertiaire, 77% des projets (n=50/65) sont équipés d'une ventilation double flux en Nouvelle Aquitaine.

Les autres opérations sont équipées de ventilation simple flux (n=8/65) et hygroréglable de type A ou B (n=3/65)

Enfin, la **Maison des Services Publics de Sarliac** et **Le Foyer à Siorac** de Ribérac ont mis en œuvre une ventilation hybride (n=2/65) et une ventilation naturelle assistée a été préconisée dans le projet du **Pôle Jeunesse Intercommunal** à Aix sur Vienne.

Par ailleurs, l'efficacité théorique moyenne de l'échangeur des systèmes de ventilation double flux est de l'ordre de 81,5%.

**Deuxième enseignement :** Peu de données ayant été communiquées en phase réception sur les réseaux de ventilation, seules les classes visées en phase conception sont précisées ci-dessous.

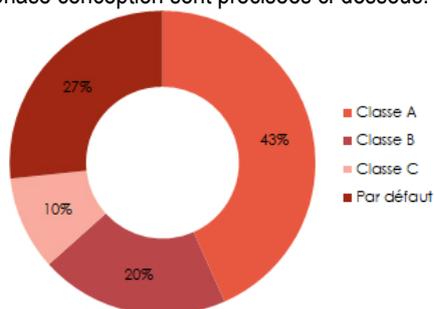


Figure 58 : Répartition des classes d'étanchéité des réseaux de ventilation en tertiaire en Région Nouvelle Aquitaine



Figure 59 : Groupe scolaire Frida Kahlo – Bâtiment du Futur Effnergie+ - MO : Maire de Bruges - Architecte : Compagnie architecture

## 3. LE REFROIDISSEMENT

### TERTIAIRE

**Premier enseignement :** 38,5% (n=25/65) des projets tertiaires issus de notre échantillon sont équipés de solution de refroidissement.

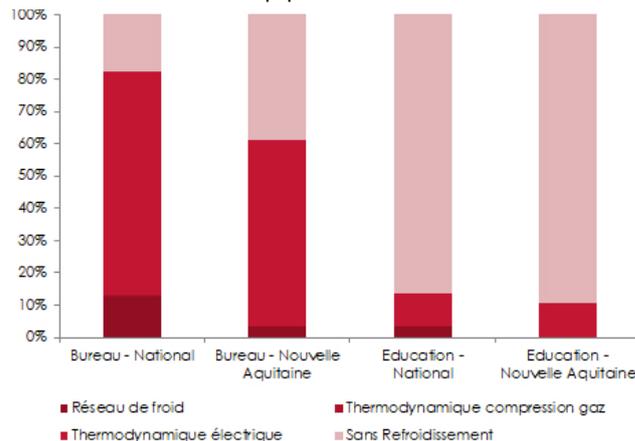


Figure 60 : Taux d'installation de système de refroidissement en Région Nouvelle Aquitaine et en France suivant le type de bâtiment

Ce taux atteint 57% au niveau national.

Par ailleurs, on constate que ce taux dépend de l'usage du bâtiment. Ainsi, les bâtiments d'éducation sont peu équipés de système de refroidissement en Région Nouvelle Aquitaine (11%) et en France (14%). En parallèle, les bureaux sont refroidis dans 82% des cas en France et dans 61% des projets étudiés en Nouvelle Aquitaine.

**Deuxième enseignement :** Une solution thermodynamique a été proposée dans 100% des projets tertiaires en Région Nouvelle Aquitaine, à l'exception d'un projet raccordé au réseau urbain de froid (**Bureaux Amédée Saint Germain**).

Il s'agit de groupes froids thermodynamiques air/air, eau/eau de nappe, air/eau...

Au niveau national, 86% des bâtiments refroidis sont équipés de solution thermodynamique. Les autres bâtiments sont raccordés à un réseau de froid urbain (14%).

**Troisième enseignement :** L'origine du projet semble impacter le taux d'installation de solution de refroidissement active.

Ainsi, le taux d'installation de système de refroidissement est de 35% (n=6/17) pour les bureaux lauréats d'appel à projets en Région Nouvelle Aquitaine alors qu'il atteint 92% (n=12/13) pour les bureaux engagés dans une certification. Cette tendance est également observée à l'échelle nationale : 48% de taux d'installation de solution de froid active pour les bâtiments issus de démarches régionales et 90% pour les projets certifiés.



Figure 62 : Dimensionnement des installations photovoltaïques pour les logements individuels en Nouvelle Aquitaine

**Quatrième enseignement :** Le type de capteurs semble être impacté par le type de bâtiment résidentiel.

En effet, 58% des bâtiments de logements collectifs sont équipés de panneaux monocristallins (n=15/26) alors que ce taux chute à 37% (n=15/40) dans le logement individuel.

Le rendement des panneaux (puissance crête/m<sup>2</sup>) est de l'ordre de 16,7 kWc/m<sup>2</sup>.

### TERTIAIRE

Individuel	Nb	Puissance crête	Surface
Effinergie+	3	5,6 kWc	54 m <sup>2</sup>
Bepos Effinergie 2013	18	111 kWc	637 m <sup>2</sup>
Bepos Effinergie 2017	12	37 kWc	190 m <sup>2</sup>
Bepos+ Effinergie 2017	6	24 kWc	152 m <sup>2</sup>

Figure 63 : Dimensionnement des installations photovoltaïques dans les bâtiments tertiaires en Nouvelle Aquitaine

65% des bâtiments tertiaires étudiés possèdent une installation photovoltaïque en Région Nouvelle Aquitaine. Elle est composée à 78% de panneaux monocristallin (n=32/41).

100% des projets Bepos-Effinergie 2013 (n=18/18), 86% des projets Bepos+ Effinergie 2017 (n=6/7) et 75% des bâtiments Bepos-Effinergie 2017 (n=12/16) sont équipés d'une installation photovoltaïque. Ce taux chute à 16% pour les projets Effinergie+(n=3/19).

Le rendement des panneaux (puissance crête/m<sup>2</sup>) est de l'ordre de 18,5 kWc/m<sup>2</sup>.

## 4. LE PHOTOVOLTAÏQUE

### LOGEMENTS COLLECTIFS ET INDIVIDUELS

**Premier enseignement :** 27% des maisons en secteur diffus et 41% des logements collectifs étudiés sont équipés de panneaux photovoltaïques.

**Deuxième enseignement :** Ce taux varie en fonction du niveau énergétique visé.

Ainsi, les bâtiments s'engageant dans le label Bepos Effinergie 2013 sont tous équipés de panneaux photovoltaïques quel que soit l'usage du bâtiment (n=7/7). En parallèle, les labels Effinergie 2017 et Effinergie+ n'imposant pas la présence de production locale d'électricité, 64% des projets Bepos Effinergie 2017 (n=9/14) possèdent une installation photovoltaïque. Ce taux chute à 37% pour les projets Effinergie+ et 11,7% pour les bâtiments BBC Effinergie 2017.

**Troisième enseignement :** Au niveau national, le taux d'installation est plus important dans les projets lauréats des dispositifs régionaux. A titre d'exemple, il atteint 29% pour les lauréats Effinergie+ alors qu'il ne se situe qu'à 16% pour les bâtiments certifiés Effinergie+.

**Quatrième enseignement :** Le dimensionnement de l'installation varie en fonction du niveau énergétique visé.

En effet, la puissance crête moyenne des installations photovoltaïques des logements collectifs Bepos-Effinergie 2013 et Bepos-Effinergie 2017 est largement supérieure aux projets Effinergie+.

Collectif	Nb	Puissance crête	Surface
Effinergie+	13	6,6 kWc	33 m <sup>2</sup>
Bepos Effinergie 2013/2017	11	26 kWc	154 m <sup>2</sup>

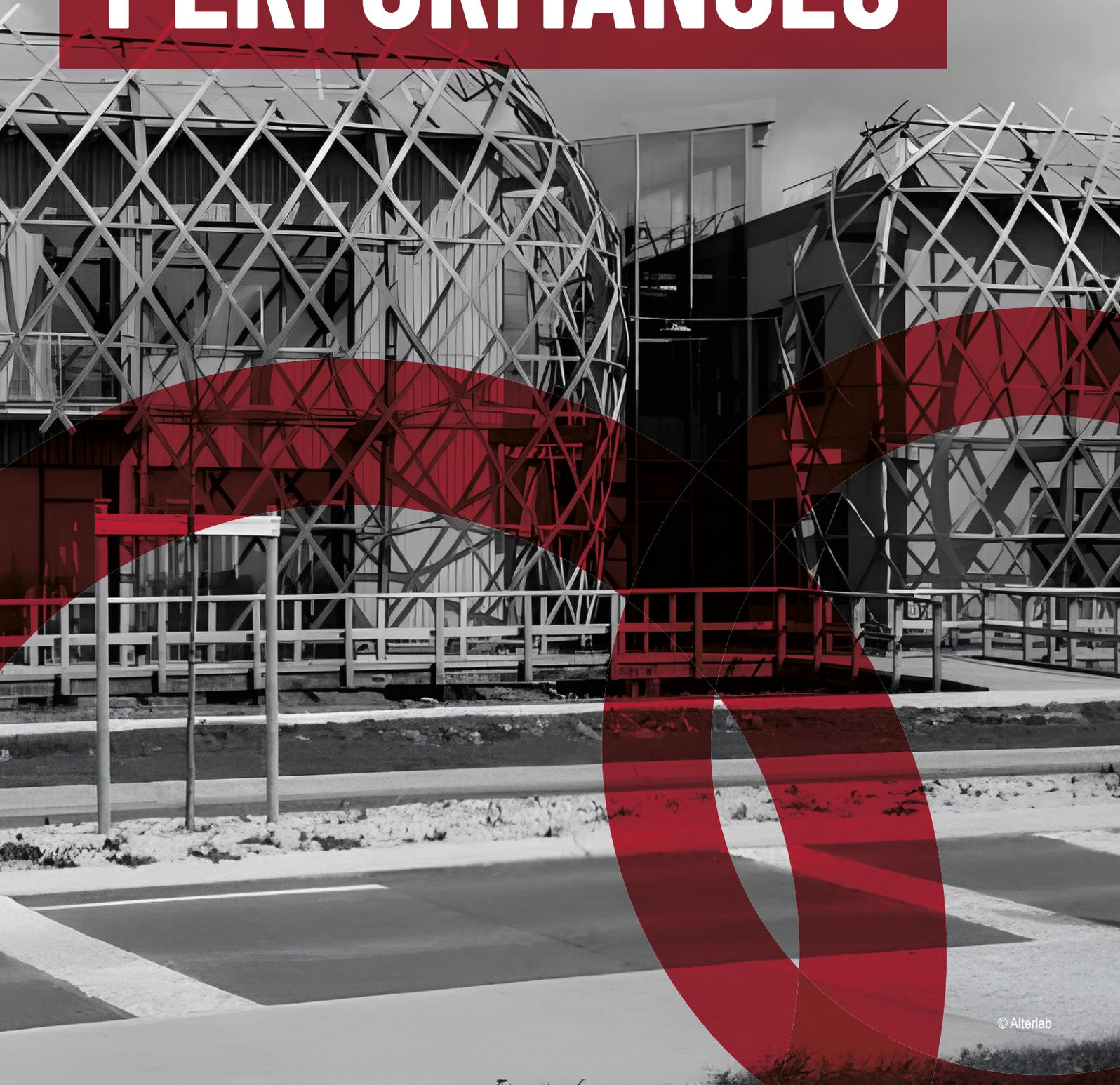
Figure 61 : Dimensionnement des installations photovoltaïques pour les logements collectifs en Nouvelle Aquitaine

Il en est de même pour les maisons individuelles en secteur diffus et groupées. Par ailleurs, les installations photovoltaïques en logements individuels sont plus petites qu'en collectif.

Individuel	Nb	Puissance crête	Surface
Effinergie+	33	1,3 kWc	8 m <sup>2</sup>
Bepos Effinergie 2013/2017	5	8 kWc	44 m <sup>2</sup>

**LES**

**PERFORMANCES**



la production locale d'électricité à 43 kWhep/m<sup>2</sup>.an sur uniquement les 5 usages réglementaires dans le résidentiel (n=125).

Dans le secteur tertiaire, la consommation énergétique varie de 63,8 kWhep/m<sup>2</sup>.an en prenant en compte la production locale d'électricité à 65 kWhep/m<sup>2</sup>.an sur uniquement les 5 usages réglementaires dans le résidentiel (n=18).

Par ailleurs, la consommation réglementaire, hors production locale d'électricité, évolue de :

- 43,1 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour les bâtiments d'éducation sans système de refroidissement actif mais avec une production d'ECS (n=4), à
- 52,3 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour les bâtiments de bureau dépourvus de système de refroidissement mais avec une production d'ECS (n=6), à
- 66,3 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour les bâtiments de bureau équipés d'un système de refroidissement sans production d'ECS (n=2), à
- 81,5 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour les bâtiments de bureau équipés d'un système de refroidissement et d'une production d'ECS (n=2), à
- 75,8 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour des restaurants sans refroidissement mais avec une production d'ECS (n=2), à
- 105,7 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour une salle de spectacle sans refroidissement mais avec une production d'ECS (n=1), à
- 130,4 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour une salle polyvalente sans refroidissement mais avec une production d'ECS (n=1).

**Troisième enseignement :** Des répartitions de consommations par postes différentes suivant l'usage du bâtiment et la présence de système de refroidissement.

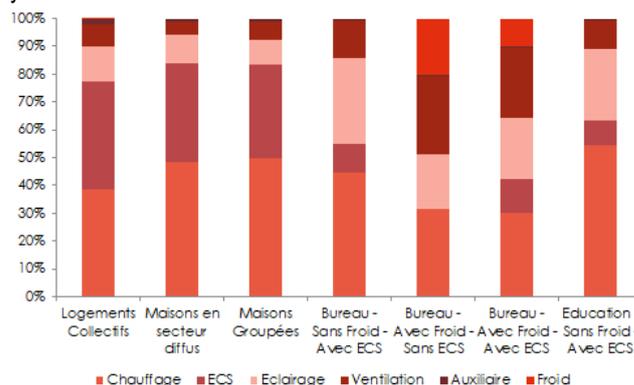


Figure 65 : Répartition de la consommation énergétique sur les usages réglementaires hors production locale d'électricité en Nouvelle Aquitaine

Dans le secteur résidentiel, les consommations de chauffage et d'ECS représentent 82% de la consommation énergétique réglementaire d'un logement. La consommation de chauffage atteint 19,8 kWhep/m<sup>2</sup>.an dans le secteur résidentiel et celle de la production d'ECS avoisine les 15,5 kWhep/m<sup>2</sup>.an. L'éclairage (10,6%) et la ventilation (6,2%) et représentent moins de 20% de la consommation énergétique réglementaire.

Dans le secteur tertiaire, la clé de répartition dépend notamment de l'usage du bâtiment, de la présence d'un système de refroidissement et d'une production d'ECS.

Ainsi, dans les bâtiments d'éducation dépourvus de système de refroidissement actif mais possédant une production d'ECS, les postes de chauffage (54%) et d'éclairage (26%) sont les plus énergivores. Il en est de même pour les bâtiments de bureaux non climatisés mais équipés d'une production d'ECS.

En parallèle, les consommations énergétiques sont réparties de manière relativement proportionnées entre les différents postes de chauffage (30%), ventilation (25%), et éclairage (22%) pour

## 1. LE LABEL EFFINERGIE+

### RAPPELS DES EXIGENCES

En résidentiel la consommation sur les 5 usages réglementaires du projet (Cep projet) doit être inférieure à minima de 20% par rapport à la consommation maximale réglementaire (Cep RT2012). Cette exigence se traduit par :

#### Résidentiel :

Cep projet < 0,8 x Cep RT2012 = Cep max label

#### Bureaux, hôtels, restaurants, commerces...

Cep projet < 0,6 x Cep RT2012 = Cep max label

#### Enseignement, petite enfance, santé...

Cep projet < 0,8 x Cep RT2012 = Cep max label

## RÉSULTATS

**Premier enseignement :** Les maîtres d'ouvrage s'engageant dans un label Effinergie+ en Région Nouvelle Aquitaine démontre une volonté de dépasser les exigences imposées par la RT2012 et le label Effinergie+.

En effet, sur notre échantillon (n=144), la consommation énergétique réglementaire des bâtiments étudiés est inférieure à l'exigence de la RT2012 de :

- 28% pour les maisons à 51% en logements individuels groupés
- 36,5% en logements collectifs,
- 47% en tertiaire.

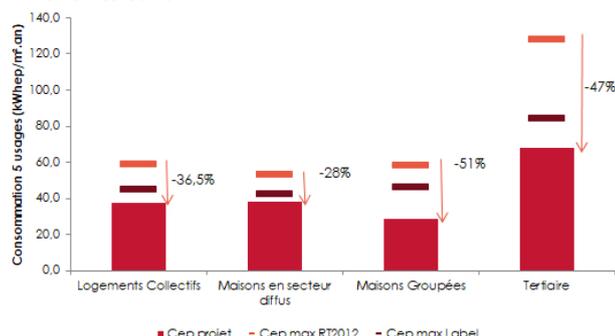


Figure 64 : Consommation énergétique des 5 usages réglementaires (bleu), exigence réglementaire (rouge) et Effinergie+ (vert) pour les projets en Région Nouvelle Aquitaine

Cette consommation est également inférieure de 9,4% (secteur diffus) à 38,6% (logements groupés) à l'exigence du label Effinergie+. Le gain est de 15,7% en logements collectifs et de 20% en tertiaire. Les gains importants constatés en tertiaire et en logements groupés s'expliquent par la présence d'installation photovoltaïque sur certains projets.

**Deuxième enseignement :** Une consommation énergétique réglementaire qui varie de 35,7 kWhep/m<sup>2</sup>.an en prenant en compte

les bureaux équipés d'un système de refroidissement et d'une production d'ECS.

**Quatrième enseignement :** Identifier de nouveaux enjeux énergétiques : La consommation des autres usages.

Dans le résidentiel, les autres usages (cuisson, électroménager, éclairage des communs, ascenseurs, bureautique, informatique ...) sont estimés à 70 kWhpe/m<sup>2</sup>.an. Ils représentent 62% de la consommation globale définie par la somme des consommations réglementaires et des autres usages.

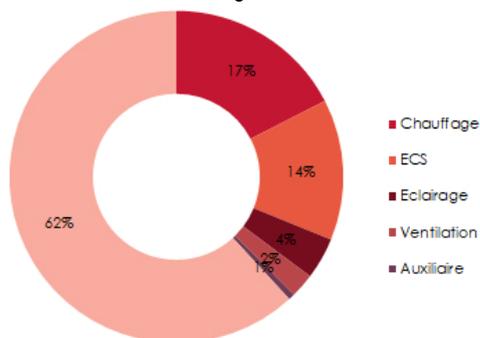


Figure 66 : Répartition des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel en Nouvelle Aquitaine en prenant en compte les autres usages.

Le chauffage et l'ECS ne représentent respectivement alors que 17% et 14% des consommations totales.

Dans le secteur tertiaire, la consommation des autres usages étant estimée à 100 kWhpe/m<sup>2</sup>.an dans les bureaux, la consommation des autres usages ne représente que 60% des consommations globales. Ce taux chute à 41% pour les bâtiments d'éducation – les autres usages étant estimés à 30 kWhpe/m<sup>2</sup>.an.



Figure 67 : salle de spectacle - Bâtiments du Futur - MO : Ville de Cénac - Architecte : Dauphins Architecture

## 2.LE LABEL BEPOS EFFINERGIE 2013

### RAPPELS DES EXIGENCES

Le label Bepos Effinergie 2013 impose comme prérequis le respect du label Effinergie+ afin d'assurer la sobriété énergétique du bâtiment. Par ailleurs, si le bâtiment est équipé d'une production locale d'électricité, une exigence additionnelle est mise sur la consommation énergétique réglementaire avant déduction de cette production. Cette exigence permet d'éviter une surcompensation d'un défaut de qualité thermique de l'enveloppe par une production locale d'électricité.

#### Résidentiel :

Cep projet < Cep max label +12

#### Tertiaire

Cep projet < Cep max label + 12xCoeff<sup>8</sup>.

En parallèle, la notion de BEPOS se traduit par le calcul d'un bilan en énergie non renouvelable (Bilan Epnr). Ce dernier doit être inférieur à un écart autorisé qui prend en compte le contexte urbain (densité, masque urbain), la zone climatique et le type de bâtiment<sup>9</sup>.

### RÉSULTATS

**Premier enseignement :** Le respect des exigences du label Effinergie+ comme pré-requis implique une sobriété énergétique des bâtiments Bepos-Effinergie 2013.

En effet, la consommation énergétique des bâtiments Bepos-Effinergie 2013, sans prendre en compte la production locale d'électricité, se situe au même niveau que celle des projets Effinergie+, à savoir :

- 34,6 kWhpe/m<sup>2</sup>.an pour les maisons (n=3),
- 41,5 kWhpe/m<sup>2</sup>.an dans le collectif (n=2), et
- 61,7 kWhpe/m<sup>2</sup>.an dans le tertiaire (n=18).

La priorité est mise sur la réduction des besoins avec une bonne qualité thermique de l'enveloppe et la mise en place d'équipements correctement dimensionnés et performants.

La consommation énergétique moyenne des bâtiments Bepos-Effinergie en Région Nouvelle Aquitaine varie de :

- -30 kWhpe/m<sup>2</sup> en collectif (n=4), à
- -40,6 kWhpe/m<sup>2</sup>.an pour les bâtiments d'enseignement (n=8), à
- -52,5 kWhpe/m<sup>2</sup>.an pour les bureaux (n=10),
- -66 kWhpe/m<sup>2</sup>.an pour les logements individuels (n=3).

<sup>8</sup> La valeur du coefficient dépend de l'usage du bâtiment

<sup>9</sup> Pour plus d'information : [www.effinergie.org](http://www.effinergie.org)

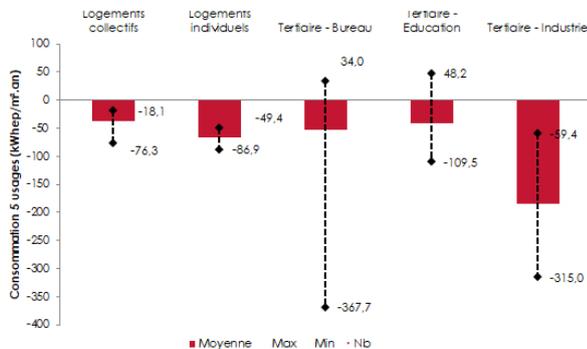


Figure 68 : Consommation énergétique (Moyenne, min et max) des projets Bepos Effinergie 2013 en Région Nouvelle Aquitaine

On constate une forte dispersion autour de ces consommations énergétiques moyennes, notamment en tertiaire, liée à la volonté du maître d'ouvrage de concevoir un bâtiment exemplaire et d'aller au-delà de l'exigence sur le bilan Bepos..

**Deuxième enseignement :** La clé de répartition des consommations énergétiques est logiquement identique entre les bâtiments effinergie+ et Bepos-Effinergie 2013.

**Troisième enseignement :** La prise en compte des autres usages dans la définition du bâtiment à énergie positive demeure un enjeu primordial.

Ils représentent 64% de la consommation globale (autres usages et 5 usages réglementaires) dans le secteur résidentiel, 62% pour les bureaux et 38% dans les bâtiments d'éducation. Par ailleurs, l'intégration de ces autres usages dans la définition du bâtiment à énergie positive conditionne le dimensionnement des installations de production locale d'électricité, les investissements initiaux ainsi que le temps de retour sur investissement.

**Quatrième enseignement :** Un bilan Bepos (Bilan Epnr) révélant des stratégies énergétiques différentes suivant les maîtres d'ouvrage.

Dans le secteur résidentiel, les maîtres d'ouvrage ont tendance à concevoir et à dimensionner leurs projets afin de converger au plus proche de l'objectif, i.e l'écart autorisé. C'est une recherche d'optimum technico-économique.

Dans le secteur tertiaire, les bâtiments présentent des bilans Bepos Epnr allant de -267 kWh/m<sup>2</sup>.an à 114,2 kWh/m<sup>2</sup>.an.

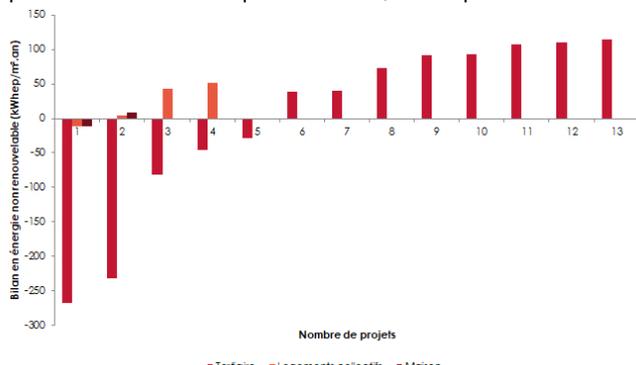


Figure 69 : Bilan Bepos-Effinergie 2013 pour les bâtiments tertiaires et collectifs étudiés en Nouvelle Aquitaine

Cette dispersion est due à différents facteurs :

- L'exigence de l'écart autorisé qui peut varier de -44 kWh/m<sup>2</sup>.an (*Ecole des Cerisiers*) à +123,51 kWh/m<sup>2</sup>.an (*Bureaux Amédée Saint Germain*) en fonction de l'usage du bâtiment,
- La volonté du maître d'ouvrage de construire un bâtiment

démonstrateur et exemplaire. En effet, au sein de la même région, deux projets présentent des bilans Bepos (Epnr) totalement différents pour une exigence relativement identique :

- ▶ Bilan *Canopée* : 39,1 kWh/m<sup>2</sup>.an
- ▶ Bilan *Atelier municipal* : -232,1 kWh/m<sup>2</sup>.an

### 3.LE LABEL BBC-EFFINERGIE 2017 RAPPELS DES EXIGENCES

D'un point de vue énergétique, le label BBC-Effinergie 2017 impose comme prérequis le respect du label Effinergie+ afin d'assurer la sobriété énergétique du bâtiment.

Il reprend le calcul du bilan énergétique et les exigences de l'expérimentation E+C-.

#### AVANT PROPOS

L'échantillon est composé de 18 bâtiments dont 17 issus du secteur résidentiel (15 maisons et 2 logements collectifs). En conséquence, aucune étude n'a été réalisée sur le **bâtiment tertiaire** et sur les deux opérations de logements collectifs engagés dans un label BBC-Effinergie 2017.

#### RÉSULTATS

**Premier enseignement :** Les projets BBC Effinergie 2017 ont des performances énergétiques similaires aux bâtiments Effinergie+ dans le secteur résidentiel.

En effet, la consommation énergétique sur les 5 usages réglementaires, sans prendre en compte la production locale d'électricité, se situe autour de 43,2 kWh/m<sup>2</sup>.an. Les consommations de chauffage (46%) et d'ECS (36%) représentent plus de 80% des consommations réglementaires. Les projets ont une performance énergétique inférieure de 28% par rapport aux exigences de la RT2012.

**Deuxième enseignement :** Les opérations BBC-Effinergie 2017 atteignent le niveau E2 du label E+C-.

kWh/m <sup>2</sup> .an	Nb	Bilan E2	Exigence E2	Gain
BBC 2017	15	99,2	111,4	11%

Figure 70 : Bilan énergétique projet BBC-Effinergie 2017 en Nouvelle Aquitaine

Elles présentent un gain moyen de 11% par rapport au niveau E2 exigé, sans pour autant atteindre le niveau E3, à l'exception du projet *Urb'in - Ilot Offenbach - Grand Parc*.

**Troisième enseignement :** L'ensemble des projets étudiés BBC-Effinergie 2017 (n=15) atteint le niveau C1 du label E+C- à l'exception du projet *Urb'in - Ilot Offenbach - Grand Parc* qui est C2.

GES <sup>10</sup>	Nb	Composant	Energie	Eau	Chantier
Maison	15	616	193	33	4,2

Figure 71 : Emissions de GES dans les projets BBC-Effinergie 2017 en Région Nouvelle Aquitaine

Ainsi, les émissions moyennes de GES s'élèvent à 846 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.SdP au total. Elles sont dues à 73% aux matériaux de construction et équipements installés dans les maisons.

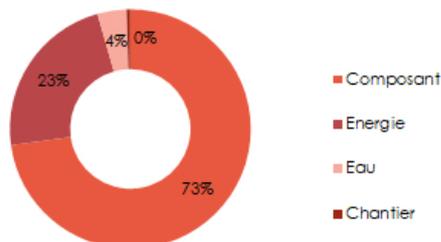


Figure 72 : Répartition des émissions de GES par contributeurs dans les maisons BBC-Effinergie 2017 de la Région Nouvelle Aquitaine

**Quatrième enseignement :** Les lots « CVC » (20%), « maçonnerie » (13%), « revêtements » (12%) et « façades et menuiseries extérieures » (12%) sont les principaux émetteurs de GES au sein du contributeur « Composant – PCE »

En parallèle, les choix de solutions sur les lots « Cloisonnement, doublage, menuiseries intérieures » (8%), « réseaux d'énergie » (8%) et « Charpente, Couverture, Etanchéité » (7%) peuvent également avoir des impacts non négligeables.

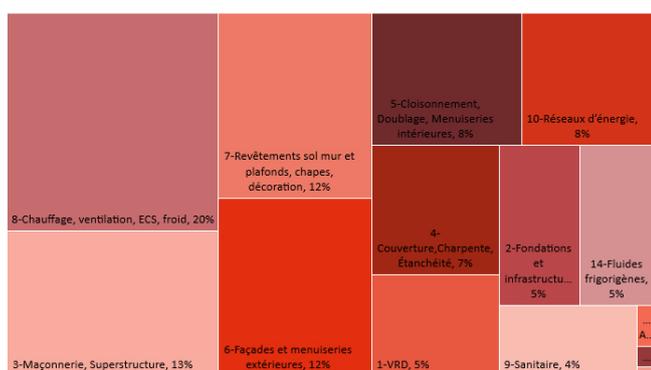


Figure 73 : Répartition des émissions de GES par lots au sein du contributeur « Composant » dans les maisons BBC-Effinergie 2017 de la Région Nouvelle Aquitaine par lots

**Cinquième enseignement :** 43% des données prises par défaut dans le calcul des émissions de GES.

Ces valeurs par défaut biaisent les résultats et ne permettent pas de valoriser correctement certains matériaux et équipements.

<sup>10</sup> GES : Emissions de Gaz à Effet de Serre exprimé en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.SdP

## 4. LES LABELS BEPOS/BEPOS+ EFFINERGIE 2017

### RAPPELS DES EXIGENCES

D'un point de vue énergétique, les labels Bepos et Bepos+ Effinergie 2017 imposent comme prérequis le respect du label Effinergie+ afin d'assurer la sobriété énergétique du bâtiment.

Ils reprennent le calcul du bilan énergétique et les exigences de l'expérimentation E+C. Ils imposent également que le bâtiment soit producteur d'énergie renouvelable.

### AVANT PROPOS

L'échantillon est composé de 37 bâtiments dont 11 bâtiments collectifs et 23 bâtiments tertiaires. En conséquence, aucune étude n'a été réalisée sur le projet de maison individuelle et l'opération de logements groupés Oreka engagés dans un label Bepos-Effinergie 2017.

### RÉSULTATS

**Premier enseignement :** Comme pour le BBC-Effinergie 2017, la consommation réglementaire en excluant la production locale d'électricité des projets Bepos/Bepos+ Effinergie 2017 sont similaires, voire légèrement inférieures, aux consommations des projets Effinergie+.

En effet, la consommation énergétique des bâtiments Bepos-Effinergie 2013, sans prendre en compte la production locale d'électricité, se situe au même niveau que celle des projets Effinergie+, à savoir :

- 31,2 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour les maisons (n=1),
- 40,6 kWhep/m<sup>2</sup>.an dans le collectif (n=12), et
- 67,1 kWhep/m<sup>2</sup>.an dans le tertiaire (n=16).

**Deuxième enseignement :** Les bâtiments Bepos-Effinergie 2017 atteignent le niveau E3.

Par ailleurs, les projets s'engagent au-delà de l'objectif du niveau E3, avec un gain moyen de 15% dans le secteur résidentiel et de 26% en tertiaire par rapport à l'exigence.

kWhep/m <sup>2</sup> .an	Nb	Bilan E3	Exigence E3	Gain
Collectifs	11	69,5	83,1	15%
Tertiaire	16	97,6	123,5	26%

Figure 74 : Bilan énergétique projet Bepos Effinergie 2017 en Nouvelle Aquitaine

**Troisième enseignement :** Les bâtiments Bepos+ Effinergie 2017 atteignent le niveau E4 et ils atteignent des performances qui vont également au-delà de l'exigence.

kWhep/m <sup>2</sup> .an	Nb	Bilan E4	Exigence E4	Gain
Tertiaire	7	-8,7	0	-8,7

Figure 75 : Bilan énergétique projet Bepos+ Effinergie 2017 en Nouvelle Aquitaine

**Quatrième enseignement :** Les projets atteignant les niveaux E3 et E4 dans le secteur tertiaire et résidentiel semblent avoir une forte emprise au sol.

En conséquence, il est nécessaire d'évaluer l'impact de la définition du Bepos sur l'emprise au sol, la localisation des bâtiments permettant de répondre à cette dépendance foncière et à la mobilité associée. L'enjeu est de ne pas reporter les économies d'énergie générées par une conception performante du bâtiment sur les consommations énergétiques liées aux déplacements des usagers des bâtiments à énergie positive.

**Cinquième enseignement :** 45% des projets Bepos et Bepos+ Effinergie 2017 étudiés (n=17/37) atteignent le niveau C2. En parallèle, 20 projets ont visé le niveau C1.

Ce taux monte à 58% pour les logements collectifs et chute à 43% dans le secteur tertiaire.

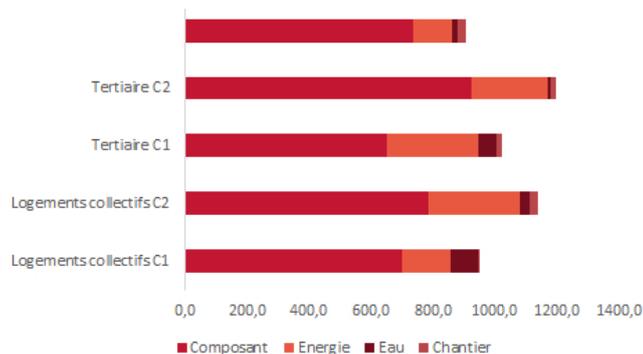


Figure 76 : Emissions de GES dans les projets Bepos et Bepos+ Effinergie 2017 en Région Nouvelle Aquitaine

Ainsi, les émissions moyennes de GES s'élèvent à :

- 1 137 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.SdP pour les logements collectifs - C1
- 1 022 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.SdP pour les logements collectifs - C2
- 1 198 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.SdP pour les tertiaires - C1
- 905 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.SdP pour les tertiaires - C2

Comme pour le label BBC-Effinergie 2017, les émissions de GES sont principalement dues aux matériaux de construction et équipements qui représentent 75% des émissions de GES.

Au sein du contributeur matériaux de construction et équipements, le lot « Maçonnerie, Superstructure » semble être un des plus émetteurs de GES quel que soit le niveau visé (C1 ou C2) et le type de bâtiment (collectif ou tertiaire). Il représente respectivement 20% et 12% des émissions en collectif et tertiaire.

Dans le logement collectif, près de 80% des émissions de GES sont dues aux lots :

- 20% : Maçonnerie, Superstructure,
- 14% : Revêtements sol mur et plafonds, chapes, décoration,
- 13% : Façades et menuiseries extérieures,
- 9% : Chauffage, ventilation, ECS, froid,
- 7% : VRD,
- 6% : Réseaux.

Cette clé de répartition évolue dans le secteur tertiaire avec :

- 17% : Chauffage, ventilation, ECS, froid,
- 14% : Réseaux d'énergie
- 12% : Maçonnerie, Superstructure,
- 11% : VRD,
- 10% : Façades et menuiseries extérieures,
- Revêtements sol mur et plafonds, chapes, décoration,
- 7% : Fondations et infrastructures,
- 7% : Couverture, Charpente, Étanchéité.

Ils se caractérisent par une enveloppe thermique performante, l'utilisation de matériaux biosourcés, de structures en ossature bois ou béton bas carbone, associés à des solutions de chauffages électriques, biomasses ou raccordées à un réseau de chaleur à faible contenu carbone.

Cependant, certaines opérations sont impactées par l'absence de FDES spécifiques (impliquant l'utilisation de valeurs par défaut et pénalisantes dans le calcul de l'ACV) et l'installation de photovoltaïque. A titre d'exemple, le groupe scolaire de Périgny atteint le niveau C1 malgré une conception ciblant une structure porteuse en ossature bois, une charpente traditionnelle en bois et l'utilisation d'isolants biosourcés locaux.

L'ensemble de ces impacts sur la contribution de chaque lot peut être visualisé avec le **module statistique** de l'Observatoire régional.

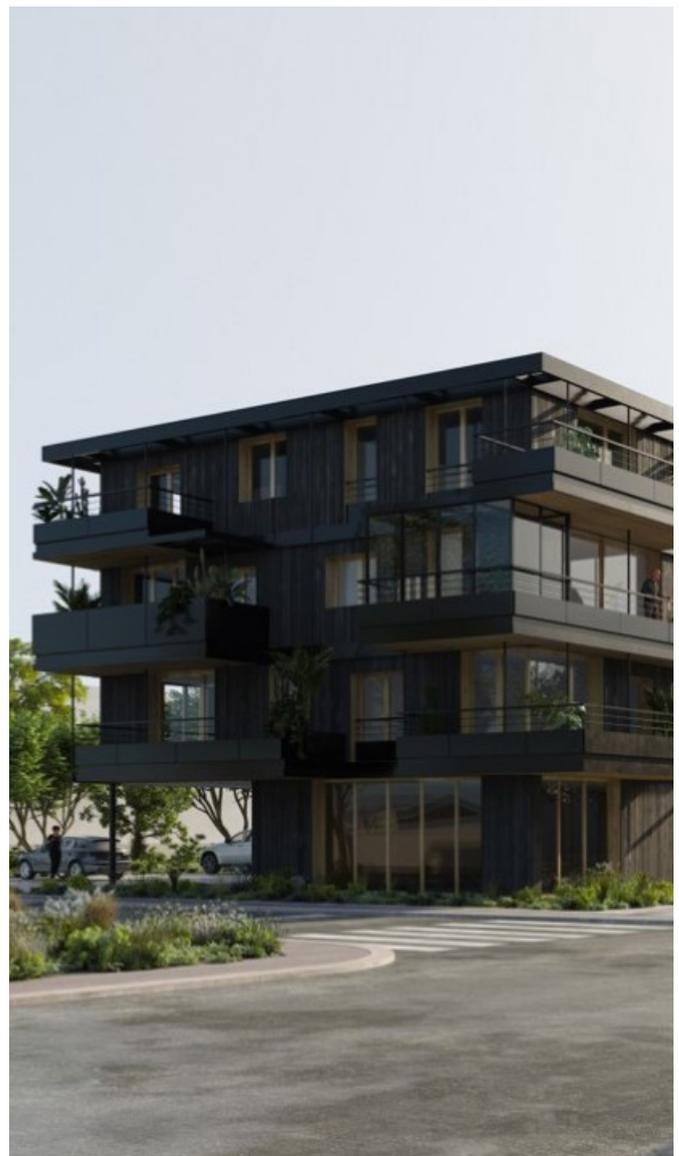


Figure 77: Résidence Quartus «Eqlo»- Bâtiments du Futur - MO : Quartus résidentiel et SCCV Floirac Eqlo - Architecte : Atelier Pascal Gontier

Les huit projets étudiés présentent des impacts énergétiques et environnementaux liés à la mobilité qui varient de 55 kWhep/m<sup>2</sup>.an à 314 kWhep/m<sup>2</sup>.an suivant le contexte urbain. A quelques rares exceptions, les consommations énergétiques liées aux déplacements qui représentent 54% des consommations globales, devant les usages réglementaires (24%) et les autres usages (22%).

## 5. FOCUS SUR L'ÉCOMOBILITÉ

### RAPPELS DES EXIGENCES

Depuis le lancement du label Effinergie+ en 2011, l'association recommande d'évaluer les consommations d'énergie liées aux déplacements des futurs utilisateurs des bâtiments. Un outil a été développé avec le CSTB et l'association Qualitel. Il est mis à disposition gratuitement sur internet : [Outil Effinergie Ecomobilité](#)

### RÉSULTATS

**Premier enseignement :** La consommation énergétique liée aux déplacements varie en fonction du contexte urbain et du type de bâtiments.

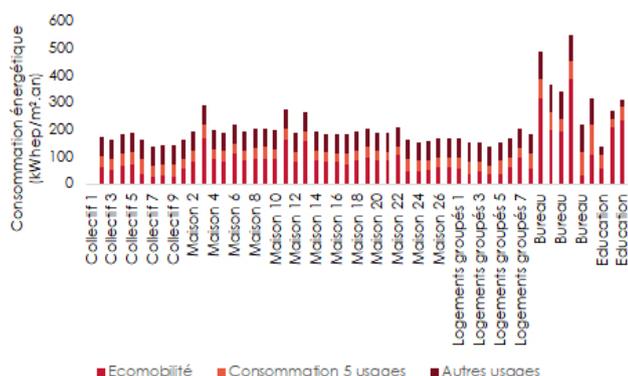


Figure 78 : Répartition des consommations énergétiques liées aux usages réglementaires, aux autres usages et à la mobilité pour les logements

La consommation associée à la mobilité atteint 89 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour les habitants des maisons en secteur diffus (n=27). Elle représente 45% des consommations globales (mobilité, 5 usages RT et autres usages), devant les consommations des autres usages (36%) et les usages réglementaires 19%.

Cette mise en perspective permet d'identifier les enjeux énergétiques et environnementaux à cibler dans les années à venir, notamment dans le secteur de la construction de maisons individuelles.

En parallèle, les logements collectifs (n=9) et groupés (n=7) étudiés ont une consommation moyenne liée à la mobilité estimée à 49 kWhep/m<sup>2</sup>.an, à l'exception d'une opération avec peu d'infrastructures liées aux mobilités douces à proximité qui atteint 350 kWhep/m<sup>2</sup>.an, soit dix fois plus que la consommation réglementaire.

Situés principalement en milieu urbain, Les logements collectifs bénéficient d'infrastructures permettant de limiter les consommations énergétiques liées aux déplacements qui représentent 29% des consommations globales, devant les autres usages (43%) et les usages réglementaires (28%).

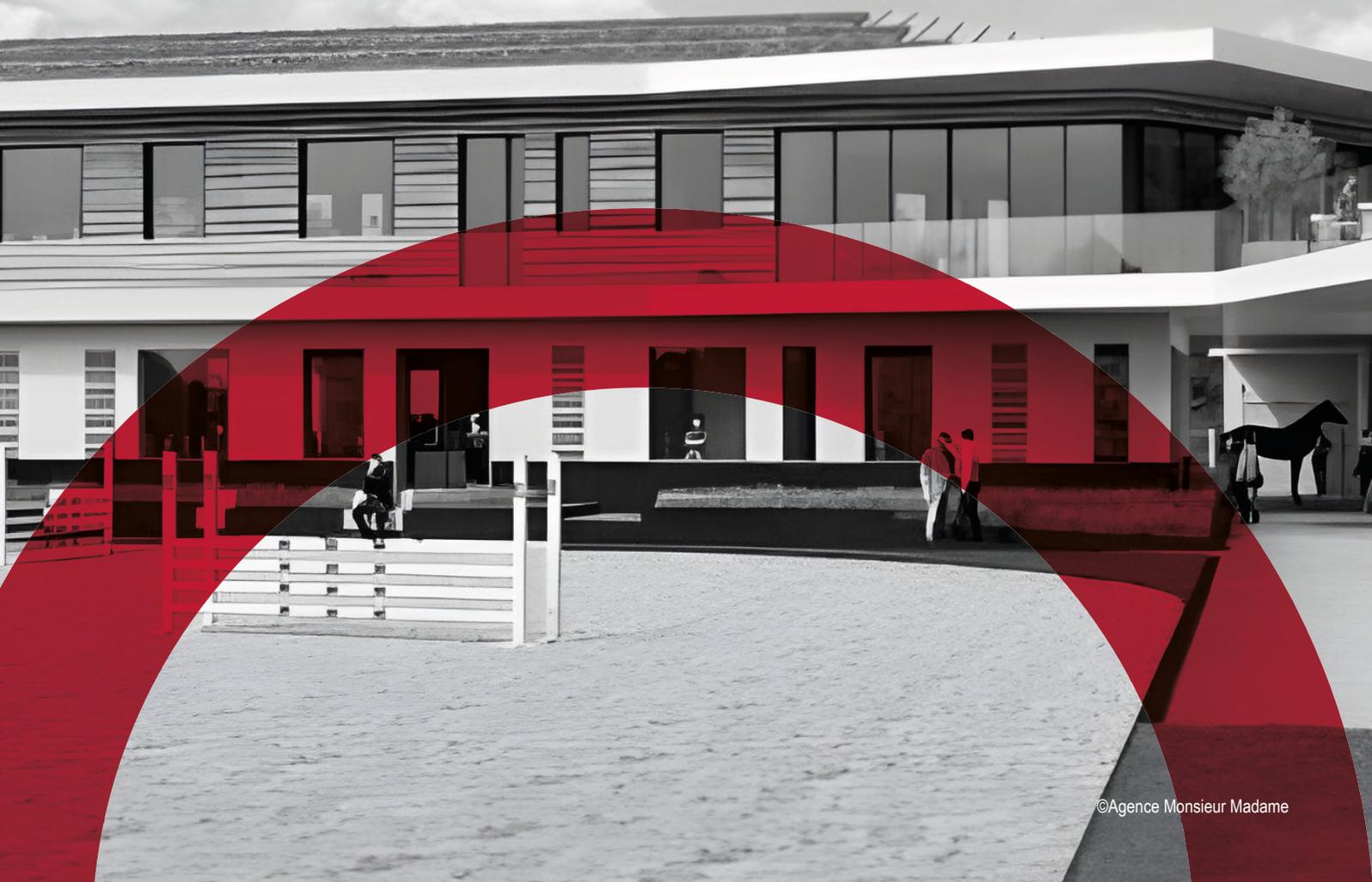
Dans le secteur tertiaire, la situation est plus hétérogène en fonction du contexte urbain et, des solutions de mobilités mises en place.



Salle polyvalente – MO : Commune de Paillet – Bâtiment du Futur Effinergie+ - Architecte : Hobo Architecture

# LES DONNÉES

# ÉCONOMIQUES



Montant des travaux HT hors VRD/m <sup>2</sup>	Nb	Min	Moyenne	Max
France	20	906 €	1 257 €	2 613 €
N.Aquitaine	12	906 €	1 181 €	1 806 €

Figure 80 : Montant des travaux des maisons groupées Effinergie+

Le surcoût lié à l'atteinte des objectifs de performance énergétique est estimé à 95 € HT/m<sup>2</sup>, soit 9% du montant des travaux. Il a été calculé sur un projet de 16 logements groupés sociaux Effinergie+ réalisés par la SARL La Charrouffie à Ribérac.

**Deuxième enseignement :** Le lot « Gros Oeuvre » concentre la majeure partie des dépenses.

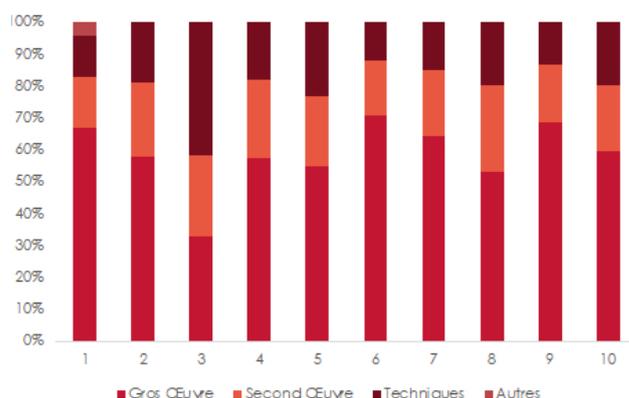


Figure 81 : Répartition du montant des travaux par lots en maisons groupées

Il représente 60% du montant des travaux pour les projets étudiés (n=10) sans énergie renouvelable (ENR : photovoltaïque ou ECS solaire). Ce taux chute à 38% pour les deux projets équipés d'ENR. En parallèle, les lots « Second œuvre » et « Techniques » représentent respectivement 22% et 19% des dépenses totales.

## BEPOS-EFFINERGIE 2013 ET 2017

Le montant des travaux en Région Nouvelle Aquitaine pour une maison Bepos 2013 ou 2017 a été communiqué uniquement sur un projet. Il a été évalué à 805 € HT/m<sup>2</sup>, bien en deçà de la moyenne nationale (1 272 €/m<sup>2</sup> SRT HT).

La part du photovoltaïque représente en moyenne 10% (de 6% à 14%) du montant des travaux suivant les opérations et le niveau d'exemplarité énergétique visé.



Figure 82 : Maison Mansac – Bepos Effinergie 2013– Constructeur : Maisons Aliénor

## AVANT-PROPOS :

Depuis 2015, l'Observatoire BBC sollicite les acteurs de chaque opération étudiée afin de collecter les données économiques. Lors de ces échanges, l'ensemble des parties prenantes partage le constat suivant : les professionnels et les particuliers manifestent un intérêt majeur pour la publication de données économiques. Cependant, en regard de cette forte demande, les données mises à disposition sont limitées (confidentialité) et hétérogènes (absence de modèle de décomposition de coût des travaux).

En conséquence, la taille de l'échantillon étudié est relativement petite. En parallèle, les chiffres communiqués ont été ventilés dans une décomposition élaborée au fil de l'eau, en concertation avec les membres du comité technique de l'Observatoire BBC.

L'analyse économique, réalisée au cas par cas, présente dans de nombreuses fiches de l'Observatoire BBC ([www.observatoirebbc.org](http://www.observatoirebbc.org)), permet de compléter les tendances publiées dans cette étude.

Les coûts d'ingénierie (architecte, bureau d'étude, assistance à maîtrise d'ouvrage, économiste, étanchéité à l'air, ...), d'achats (équipements, meubles, cuisines), des dépenses connexes (notaire, annonce légale, publicité, assurance, signalétique,) et des blocs extérieurs (VRD, terrassement, raccordement, aménagement extérieur, ...) sont pris en compte pour établir le montant de l'opération dans sa globalité mais ne sont pas comptabilisés dans les montants des travaux.

## 1. LA MAISON INDIVIDUELLE EFFINERGIE+ ET BBC-EFFINERGIE 2017

**Premier enseignement :** Un montant des travaux hors VRD de 1 000 € HT/m<sup>2</sup> surface réglementaire en Région Nouvelle Aquitaine.

L'Observatoire Régional a étudié les données économiques de 5 maisons en secteur diffus Effinergie+ ou BBC-Effinergie 2017. Le montant des travaux par m<sup>2</sup> de surface réglementaire semble être relativement moins élevé en Région Nouvelle Aquitaine qu'en France.

Montant des travaux hors VRD HT/m <sup>2</sup>	Nb	Min	Moyenne	Max
France	14	878 €	1 304 €	2 317 €
N.Aquitaine	5	905 €	1 000 €	1 155 €

Figure 79 : Montant des travaux des maisons individuelles Effinergie+

En parallèle, neuf projets de logements groupés situés en Région Nouvelle Aquitaine ont été étudiés. Le montant des travaux par m<sup>2</sup> de surface réglementaire est relativement proche des maisons en secteurs diffus.

### 3. LES BÂTIMENTS TERTIAIRES EFFINERGIE+ ET BBC-EFFINERGIE 2017

**Premier enseignement :** Un montant des travaux hors VRD de l'ordre de 1 617 € HT/m<sup>2</sup> surface réglementaire avec une forte dispersion.

Montant des travaux HT/m <sup>2</sup>	Nb	Min	Moyenne	Max
France	63	663 €	2 025 €	5 990 €
N.Aquitaine	13	663 €	1 617 €	2 403 €

Figure 85: Montant des travaux pour les tertiaires Effinergie+

En effet, le montant des travaux dépend :

- De l'usage du bâtiment (éducation, bureaux, salles des fêtes,...)
- Des choix architecturaux (bâtiment démonstrateur, vitrine d'un savoir faire, ou bâtiment standard)
- De la présence d'une installation photovoltaïque
- Du type de travaux : extension ou nouvelle construction
- Des matériaux et équipements mis en œuvre

### BEPOS-EFFINERGIE 2013 ET 2017

**Premier enseignement :** Un montant des travaux hors VRD de l'ordre de 1 940 € HT/m<sup>2</sup> surface réglementaire avec une forte dispersion.

Montant des travaux HT/m <sup>2</sup>	Nb	Min	Moyenne	Max
France	110	520 €	1 907 €	5 455 €
N.Aquitaine	29	919 €	1 940 €	5 455 €

Figure 86 : Montant des travaux pour les tertiaires Bepos-Effinergie 2013

Le surcoût lié à l'atteinte des objectifs de l'appel à projet « Bâtiments du Futur » est évalué sur 6 bâtiments à 344 € HT/m<sup>2</sup>, soit au 19% du montant des travaux.

**Deuxième enseignement :** La part du photovoltaïque représente en moyenne 5% (de 4% à 17%) du montant des travaux suivant les opérations et le niveau d'exemplarité énergétique visé.

**Troisième enseignement :** Le lot « Gros Oeuvre » concentre 58% du montant des travaux sur l'ensemble des projets Bepos étudiés devant les lots techniques (23%) et le second œuvre (19%).

### 2. LES LOGEMENTS COLLECTIFS

#### EFFINERGIE+ ET BBC-EFFINERGIE 2017

**Premier enseignement :** Un montant des travaux hors VRD de l'ordre de 1 334 € HT/m<sup>2</sup> surface réglementaire en Région Nouvelle Aquitaine pour les projets Effinergie+ et BBC Effinergie 2017.

Montant des travaux HT/m <sup>2</sup>	Nb	Min	Moyenne	Max
France	72	869 €	1 513 €	3 797 €
N.Aquitaine	15	981 €	1 334 €	2 856 €

Figure 83 : Montant des travaux des logements collectifs Effinergie+

#### BEPOS-EFFINERGIE 2013 ET 2017

L'Observatoire Régional ne possède pas de données économiques sur les logements collectifs Bepos-Effinergie 2013.

En France, le montant des travaux d'un projet Bepos Effinergie 2013 est évalué à 1 387 € HT/m<sup>2</sup> SRT (n=16). La part du photovoltaïque représente en moyenne 5% (de 6% à 9%) du montant des travaux suivant les opérations et le niveau d'exemplarité énergétique visé.

Au niveau national, le montant des travaux pour un bâtiment collectif Bepos Effinergie 2017 est estimé à 1 411 € HT/m<sup>2</sup> (n=23). En parallèle, ce montant atteint 1 476 € HT/m<sup>2</sup> en Région Nouvelle Aquitaine.

Montant des travaux HT/m <sup>2</sup>	Nb	Min	Moyenne	Max
France	23	1 017 €	1 411 €	1 869 €
N.Aquitaine	10	1 070 €	1 476 €	1 869 €

Figure 84 : Montant des travaux des logements collectifs Bepos Effinergie 2017

Le surcoût lié à l'atteinte des objectifs de l'appel à projet « Bâtiments du Futur » varie de 122 € HT/m<sup>2</sup> à 390 € HT/m<sup>2</sup>, soit au maximum de 20% du montant des travaux. Il a été calculé sur un échantillon de 4 projets situés en Nouvelle.



Figure 84 : Les Jardins d'Embruns - Bâtiments du Futur - MO : SNC Biganos A - Quartus Résidentiel - Architecte : Joly et Loiret



**LES BONNES**

**PRATIQUES ET**

**INNOVATIONS**

## 1. LES INNOVATIONS (2020-2023) QUELQUES EXEMPLES D'INNOVATION SUR LES SYSTÈMES

- Alimentation par un réseau de chaleur biomasse communal, avec du bois issu d'un circuit court, permettant au **Groupe Scolaire de Brossac** d'être autonome au niveau des besoins thermiques et présence d'une installation photovoltaïque permettant de couvrir près d'un quart des besoins du groupe scolaire.
- Système de ventilation équipé d'un puits climatique au sein du **siège Social LIM Group** afin de réduire les pertes thermiques tout en limitant les consommations énergétiques pour le prétraitement de l'air et en conservant un taux de renouvellement d'air correct.
- Installation de systèmes individuels de récupération de chaleur sur eaux grises afin de réduire les besoins en chaude sanitaire des logements de la **résidence Naturae - Ilot B3**.
- Présence d'une ventilation double flux thermodynamique au sein du **cabinet de kinésithérapie de Marans**, équipement doté d'une pompe à chaleur et d'une ventilation double flux avec échangeur thermique qui permet de renforcer la qualité de l'air intérieur et de réaliser du refroidissement nocturne passif via un principe de free cooling.
- Présence de grandes cheminées favorisant la ventilation naturelle et d'une ventilation simple flux par insufflation couplée à un système de puits climatiques au sein du **groupe scolaire Frida Kahlo**,
- Présence d'une ventilation double flux avec récupération d'énergie et rafraîchissement adiabatique au sein du **siège de la Communauté de Communes Aunis Atlantique**,
- Utilisation du processus BIM de niveau de maturité 2 dans la conception de la **Maison de l'Habitat** afin d'optimiser l'organisation et les échanges entre les acteurs.

## QUELQUES EXEMPLES D'INNOVATION DANS LES SYSTÈMES CONSTRUCTIFS

- Ecologie urbaine favorisant la biodiversité et intégrant des façades nourricières dans le cadre de la **Résidence Plateau des Possibles - Ilot 6.6**.
- Utilisation au maximum des matériaux présents sur place (réutilisation de pierres locales pour l'empierrement, ...) dans le cadre de l'**extension** et de la **rénovation** de l'école de Brossac.
- Construction en ossature bois avec remplissage par bottes de paille en rez-de-chaussée du **siège Social LIM Group** avec un taux d'incorporation de 101 kg/m<sup>2</sup> de matériaux biosourcés, plus de deux fois supérieur à la valeur seuil du niveau 3 du label biosourcé. Il en est de même pour la **résidence Naturae - Ilot B3** avec un taux d'incorporation de 104 kg/m<sup>2</sup> de matériaux biosourcés et la **Résidence Entre Générations** bénéficiant d'un d'incorporation de 127 kg/m<sup>2</sup> de matériaux biosourcés.
- Mise en œuvre de matériaux biosourcés (bois, paille...) et d'un enduit terre pour l'enduit intérieur des logements de la **résidence**

**Naturae - Ilot B3.**

- Utilisation de la technique du pisé en mur extérieur pour le **groupe scolaire de Taillan Médoc** avec l'utilisation de terre crue mise en œuvre dans des coffrages.
- Utilisation de la brique en terre crue en cloisonnements non porteurs et enduit intérieur au sein de la **résidence Les Jardins d'Embrun**.
- Présence d'une structure mixte bois-béton bas carbone avec une vêtue en menuiseries de réemploi et un bardage en tuiles plates réutilisé pour l'**Usine Sociale de Brazza** – Possibilité de faire évoluer le bâtiment et de moduler les espaces intérieurs en l'absence d'élément structurel et porteur au milieu des étages.
- Façade de la **Maison de l'Habitat** non porteuse en ossature bois isolée avec de la paille hachée insufflée (ATEX en cours) et recouverte d'un bardage en tuiles périgourdines plates de terre cuite.
- Utilisation de béton sans cuisson et sans clinker pour la construction du **cabinet de kinésithérapie de Marans**.
- Nouveau concept innovant de co-création «Bespoke Open Building» pour la **résidence Eqlo**, développé par l'architecte en charge du projet, consistant à partager des idées de conception entre l'architecte et les futurs résidents via un outil digital sur les possibilités d'agencement intérieur des appartements, des espaces extérieurs, ...Le principe consiste à co-concevoir les logements entièrement évolutifs autour d'une structure primaire intégrant des éléments intangibles à la construction tels que les gaines techniques et les noyaux de circulation.
- Présence d'un bardage en Bois Brûlé, selon la méthode ancestrale japonaise appelée SHOU SUGI BAN, apparue au 18ème siècle, sur les façades de la **résidence Eqlo**.
- Mise en œuvre de béton de chanvre préfabriqué pour l'isolation des façades de la **Résidence Entre Générations**.
- **Tour Silva** de 17 étages sur 50 mètres de haut avec un exosquelette à colombage en structure bois répondant aux enjeux structurels et environnementaux (vent, stabilité, séisme).
- Réalisation d'un ATEX de chantier pour la façade recouverte d'une finition enduit sur du bois massif CLT pour les bâtiments **Wood et Stone**.
- Création d'un patio climatique au sein du **siège de la Communauté de Communes Aunis Atlantique**.

## 2. DES BONNES PRATIQUES EN CONCEPTION

### QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

- Prise en compte de la qualité d'air pour le choix des revêtements intérieurs (peintures à base végétales, certifications attestant la limitation des émissions) dans le cadre de la **Résidence Plateau des Possibles - Ilot 6.6** et du **siège Social LIM Group**.
- Utilisation de matériaux à faible émissivité de COV (Composés Organiques Volatils) dans le cadre de la construction de l'**Usine Sociale de Brazza**.
- Un **cabinet de Kinésithérapie** sain et naturel avec une filtration de l'air par une VMC double flux avec filtres, l'utilisation de mobiliers d'occasion afin de limiter l'émission de composés organiques volatils, la gestion de l'hygrométrie avec la présence de terre crue dans certaines cloisons intérieures, l'application de peinture biosourcée à base d'algues, l'utilisation de plantes « dépolluantes».
- Mise en place de matériaux de revêtements intérieurs « actifs » permettant de neutraliser les polluants dans l'air comme dans le **groupe scolaire de Taillan Médoc**.
- Une **Maison de l'Habitat** équipée d'une ventilation performante et de systèmes de régulation sur sonde CO<sub>2</sub>, tout en limitant

l'utilisation de produits d'entretiens générant une pollution intérieure, favorisant la sélection de matériaux sains pour le mobilier (A+) et s'appuyant sur l'instrumentation du commissionneur pour analyser la qualité de l'air.

- Contrôles systématiques des réseaux de ventilation et mesure de l'étanchéité sur les projets étudiés.

## ECLAIRAGE NATUREL

- Etude Facteur Lumière Jour – FLJ – sur plusieurs projets dont la **Résidence Entre Générations** et le **groupe scolaire Frida Kahlo**
- Salles de classe du **groupe scolaire Frida Kahlo** doublement orientées, permettant une autonomie lumineuse de 75% et limitant ainsi le recours à l'électricité.
- Simulation numérique d'éclairage naturel réalisé pour garantir un bon confort de travail au sein de **la Maison de l'Habitat**.

## ANALYSE DE CYCLE DE VIE

- Intégration d'une mission de conseil en ingénierie environnementale dans le cadre du marché de maîtrise d'œuvre pour **la résidence le Nid**.
- Construction en filière sèche réduisant les déchets en phase chantier dans le cadre de **la Résidence Plateau des Possibles - Ilot 6.6**.
- Limiter l'impact environnemental de la construction du **cabinet de kinésithérapie** de Marans en s'appuyant sur des filières locales et en privilégiant le réemploi (mobilier, dalles de plafond, menuiseries, ...).
- Réduction de l'empreinte écologique de la construction en utilisant des matériaux biosourcés, géo-sourcés, et de fabrication locale au sein de **la résidence les Jardins d'Embrun**.

## ETUDE EN COÛT GLOBAL

- Recherche de financements innovants dans le domaine de la construction/rénovation par des subventions (ex : CARSAT, MSA, AGIRC ARRCO...), mise en place d'une démarche d'économie partagée et d'analyse en coût global expérimental sur le projet de **La Maison de l'Artole**.
- Prise en compte de la notion de coût global dans le projet dès les phases de conception de **la Maison de l'Habitat** afin d'avoir in fine des coûts d'exploitation optimisés.

## 3. BONNES PRATIQUES EN EXPLOITATION

### SUIVI DES CONSOMMATIONS & MAINTENANCE

- Mise en place d'une mission d'AMO commissionnement pour le suivi des consommations de **la résidence le Nid**.
- Entreprise **Andros** certifiée « Iso 50001 – management de l'énergie » depuis 2016 afin de s'inscrire dans une démarche énergétique et environnementale exemplaire, mise en place d'une GTB et d'une mission de commissionnement et de suivi d'exploitation de 2 ans.
- Présence d'un agent de commissionnement et d'un plan de commissionnement rédigé et partagé à tous les acteurs dans le cadre de **l'Usine Sociale de Brazza**.
- Recours à un AMO qui sera chargé du commissionnement global de **la résidence Eqlo**.
- Présence d'une mission de suivi des consommations sur 5 ans des bâtiments **Wood** et **Stone**.
- Recours à une AMO en charge du commissionnement global de **la résidence les Jardins d'Embrun** et de **la Maison de l'Habitat**.
- Regroupement des fluides de manière stratégiques pour faciliter la maintenance et les interventions ultérieures, présence

de réseaux apparents dans le souci de faciliter l'évolutivité des espaces, chemins de câbles et équipements électriques repositionnables pour **l'Usine Sociale de Brazza**.

- Mise en place d'une Gestion Technique du Bâtiment dans de nombreux projets.

## EAUX PLUVIALES

- Imperméabilisation limitée de la parcelle du **Centre d'excellence fruitier Andros** avec une végétalisation partielle des places de parking, la présence d'une noue de rétention de 380 m<sup>3</sup> qui permet d'assurer un tamponnement de fuite avant le rejet des eaux pluviales dans le fossé existant. Utilisation d'une cuve de stockage des eaux pluviales de 100 m<sup>3</sup> qui permet d'assurer les besoins d'arrosage du site.
- Stockage des eaux sous chaussée sur une épaisseur de 0.85ml sur 335 m<sup>2</sup> pour le projet du **siège Social LIM Group** et présence d'un bassin de rétention des eaux pluviales au nord de la parcelle.
- Eaux pluviales dirigées vers une noue continue végétalisée composée de plantes phyto-épuratrices qui se rejettent dans le talweg naturel au nord de la parcelle **résidence Naturae - Ilot B3**.
- Mise en place de puisards et de récupérateurs d'eau de pluie à destination du potager et des divers usages extérieurs dans le cadre de **La Maison de l'Artole**.
- Limitation des surfaces étanches afin de favoriser l'infiltration naturelle des eaux de pluie, notamment au niveau des parkings en utilisant un mélange terre/pierre pour **le cabinet de kinésithérapie de Marans**.
- Présence d'une toiture végétalisée, de cheminements extérieurs en sable stabilisé non renforcé (sans béton ou autre liant), de parkings en dalles gazon, de jardins et d'espaces extérieurs communs entièrement perméables au sein de **la Résidence Entre Générations**.
- Récupération des eaux pluviales pour une réutilisation dans les sanitaires et pour l'arrosage des espaces verts de **la Maison de l'Habitat**.

## 4. BONNES PRATIQUES POUR L'ACCOMPAGNEMENT DES USAGERS

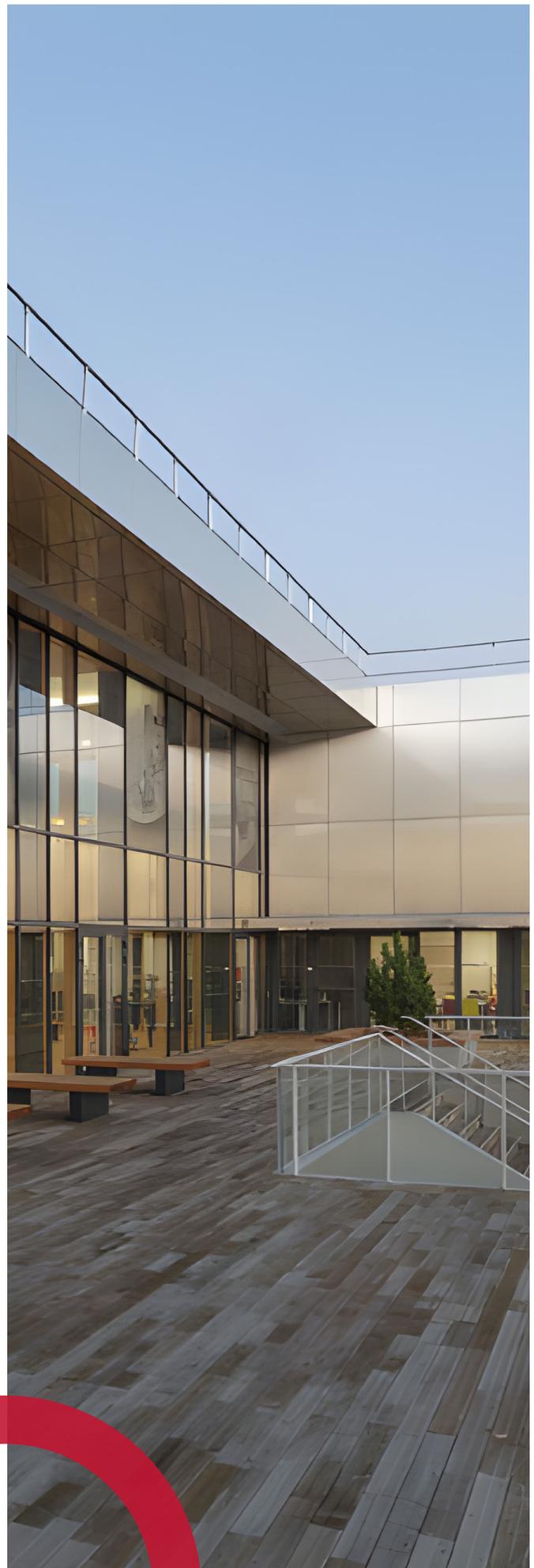
- Mise en place d'un travail de sensibilisation auprès des élèves du **Groupe Scolaire de Brossac** avec la mise en place de cours dédiés aux volets Energies et Environnement, présence d'un panneau de communication intégrant la production de la centrale solaire, les performances environnementales, la présentation du bois utilisé sur le projet. En parallèle, le corps enseignant, ainsi que les agents techniques sont associés la démarche environnementale du projet.
- Mise en œuvre de formation multi-thématiques (contexte climatique, techniques sur la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air, ...) portées par le maître d'ouvrage à destination des ouvriers du chantier dans le cadre du chantier de rénovation et extension de **Centre d'excellence fruitier Andros**.
- Accompagnement des utilisateurs du **siège Social LIM Group** avec la création d'un guide d'usage et la mise en place d'affichage des consommations d'énergie.
- Mise en place d'une méthode participative lors d'atelier d'Assistance à Maîtrise d'Usage, intégrée à la commande publique, et d'un poste de médiateur post réception du chantier de **La Maison de l'Artole**.
- Futurs utilisateurs et visiteurs du bâtiment sont parties prenantes du processus d'élaboration du projet de **l'Usine Sociale de Brazza** dès la phase programmation avec la mise en place d'une démarche de concertation (altiers, journée immersion, visite de

chantiers, ..).

- Mise en place d'un projet de jardin partagé par le biais d'assistant à maîtrise d'usage au sein de la **Résidence Entre Générations**.
- Développement d'outils de transmission (maquette en bois, visite de chantiers, conférences, ...), interventions artistiques pour co-concevoir avec les enfants et constitution d'un livre d'histoires autour de la construction du **groupe scolaire Frida Kahlo**.
- Mise en place d'une dynamique participative dès la phase programmation (questionnaires) auprès des futurs usagers de la **Maison de l'Habitat**, de visite de chantiers, élaboration d'un livret d'usage et création d'une matériauthèque.
- Utilisation de l'outil IMMERSITE® développé par NOBATEK pour présenter la qualité bioclimatique de la **Maison de l'Habitat** aux futurs usagers du bâtiment.

## 5. UNE APPROCHE ÉCONOMIQUE, SOCIALE ET HUMAINE

- Caractère participatif au sein du projet de **la résidence le Nid** avec l'implication des futurs habitants (propriétaires des logements) dans la conception de leur lieu de vie, de leur logement, dans la composition d'un collectif de voisins, dans la préparation à la gestion de leur résidence et des espaces mutualisés.
- Volonté de développer les filières locales (pré-fabrication caisson bois / paille, enduit terre de Gironde-sur-Dropt ou Le Barp, bois de structure douglas du Limousin, bardage bois en pin maritime des Landes, plantation endémiques et choix des entreprises locales en corps d'états séparés) dans le cadre de **la résidence Plateau des Possibles - Ilot 6.6**.
- Une approche collaborative en conception mais également dans la réalisation des travaux avec l'accompagnement des habitants par l'association des Compagnons Bâisseurs dans le cadre de **la résidence Plateau des Possibles - Ilot 6.6**.
- Création d'une serre collective en transformant une ruine présente sur la parcelle de **la résidence Naturae - Ilot B3** afin de créer un lieu de rencontre.
- Volonté d'utiliser de la laine de coton recyclée fabriquée par une entreprise favorisant l'insertion de personnes en situation d'exclusion pour les logements de **la résidence Naturae - Ilot B3**.
- Création de 8 logements indépendants en habitat partagé - **La Maison de l'Artolie** - pour retraités ruraux qui souhaitent anticiper leur vieillissement en se rassemblant au sein d'un bâtiment d'habitation qui valorise l'entraide, le partage, la mutualisation des espaces et des coûts.
- Introduction de clauses d'insertion et environnementales dans le dossier de consultation des entreprises pour **l'Usine Sociale de Brazza**.
- Réalisation en conception-réalisation du **groupe scolaire Frida Kahlo**.
- Accès à des usages partagés de la toiture du parking silo (salle polyvalente, salle de sport, terrains de sport, potagers et espaces verts) dans le cadre de la construction des bâtiments **Wood et Stone**.
- Création d'un espace mutualisé dédié aux pauses « déconnectées sans écran », exclu à l'utilisation du téléphone portable, d'équipements numériques et de bornes WFI au sein de **la Maison de l'Habitat**.



# LES LAURÉATS

2021-2023



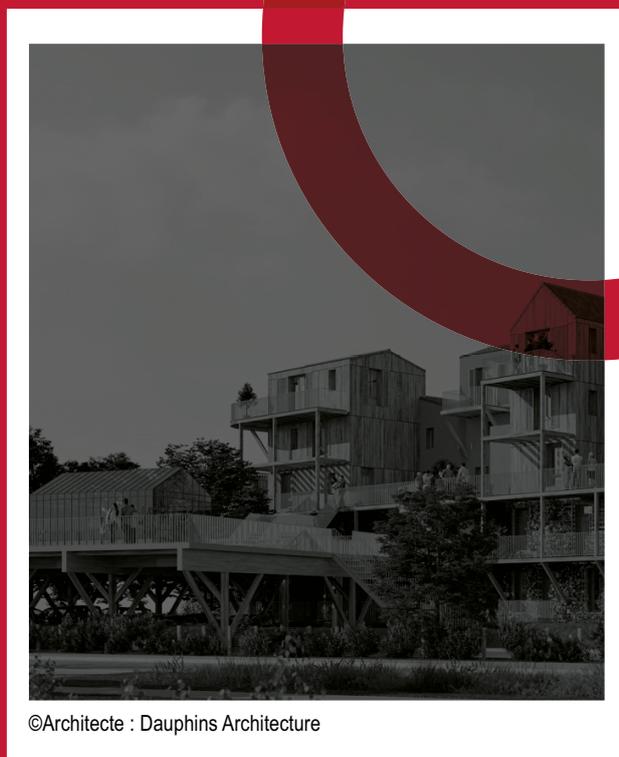
Les projets lauréats de l'appel à projet Bâtiment du Futur en 2020, 2021 et 2022 ont été intégrés à cette étude, à savoir :

2020  2021  2022

Ville	Projet	Neuf ou Rénovation	Niveau Energétique (BBC, Effinergie+, Bepos, ...)
La Rochelle	Ilot A4 - Atlantech	Neuf	Bepos Effinergie 2017
Périgueux	La Maison de l'Habitat	Neuf	Bepos Effinergie 2017
Biganos	Les jardins d'Embruns	Neuf	Bepos Effinergie 2017
Ferrières d'Aunis	Siège de la CC Aunis Atlantique et services annexes	Neuf	Bepos Effinergie 2017
Bordeaux	WOOD - Bordeaux Euratlantique ilot 8.12	Neuf	Bepos Effinergie 2017
Bordeaux	Tour Silvia Bois	Neuf	BBC Effinergie 2017
Bruges	Groupe scolaire innovant	Neuf	BBC Effinergie 2017
Saint Aubin	Rénovation globale & énergétique de l'école communale	Rénovation	BBC Effinergie rénovation
Le Taillan Médoc	Construction d'un groupe scolaire éco-responsable et performant au Taillan Médoc	Neuf	BBC Effinergie 2017
Saint Yrieix sur Charente	Entre génération - construction de 16 logements	Neuf	BBC Effinergie 2017
Floirac	Résidence logements collectifs	Neuf	BBC Effinergie 2017
Marans	Cabinet de kinésithérapie	Neuf	BBC Effinergie
Bordeaux	Construction de l'usine social de brazza	Neuf	BBC Effinergie 2017
Lestiac sur Garonne	Habitat partagé de Lestiac - Partie neuve uniquement	Neuf	E3C2 - Niveau Réglementaire
Ambares et Lagrave	Résidence Ilot B3 - Ambares-Poètes	Neuf	E3C2 - Niveau Réglementaire
Le Bouscat	Siège LIM Group - Centre équestre	Neuf	Bepos Effinergie 2017
Altillac	Centre d'excellence fruitier - Andros	Neuf	Bepos Effinergie 2017
Altillac	Centre d'excellence fruitier - Andros	Rénovation	BBC Effinergie rénovation
Brossac	Groupe scolaire des 4B Sud Charente	Neuf	Bepos+ Effinergie 2017
Brossac	Groupe scolaire des 4B Sud Charente	Rénovation	BBC Effinergie rénovation
Limoges	Bureaux et salles de formation CAPEB	Rénovation	BBC Effinergie rénovation
Bègles	Résidence - Plateau des Possibles - Ilot 6.6	Neuf	E3C2 - Niveau Réglementaire
Mérignac	Le Nid Axanis	neuf	E2C2 - Niveau Réglementaire

**Sébastien Lefeuve**  
*Responsable Observatoire National Effinergie*

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



©Architecte : Dauphins Architecture