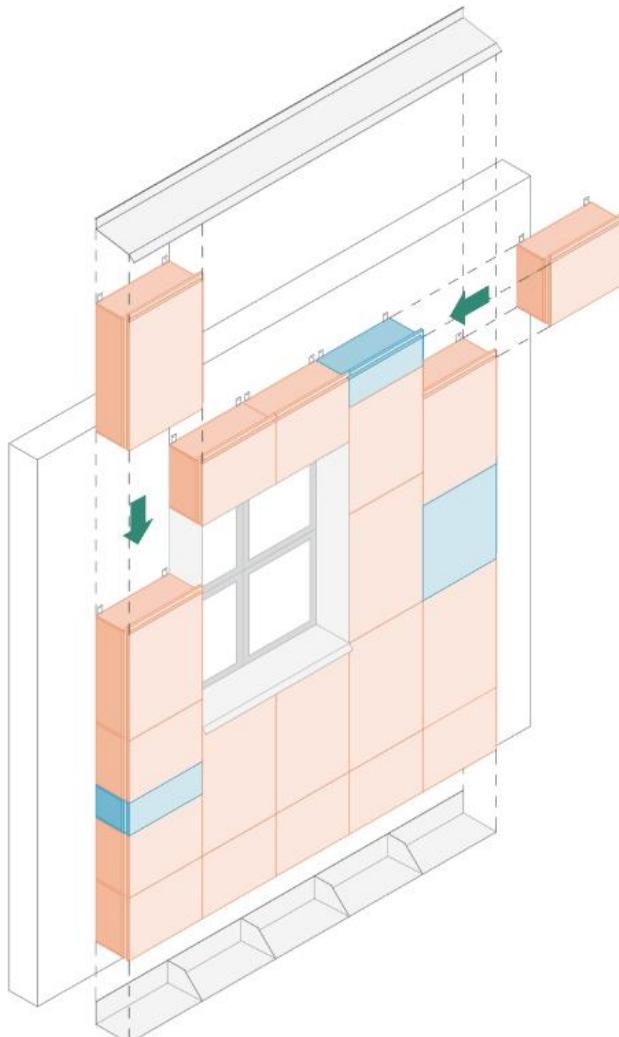


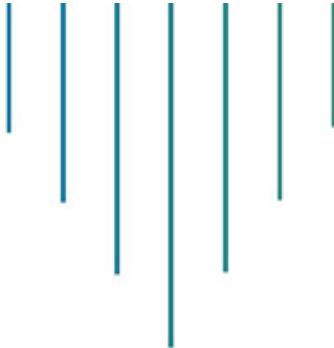
GUIDE PERFORMANCIEL

Solution Elément'R

Novembre 2025



RAPPORT RESTORE



RÉDACTION

Équipe de conception :

Maxime DE HAECK (NOBATEK)
Thomas GARNESSEN (NOBATEK)
Julien SZABLA (NOBATEK)
Emma UGHETTI (BLAU)
Marie BLANCKAERT (BLAU)

COORDINATION

Billy RAKOTOMALALA (CSTB)

RELECTURE

Franck LEGUILLOON (CSTB)
Rémi BOUCHIE (CSTB)
Caroline BOUTELOUP (CSTB)



1. OBJECTIF DE CE LIVRABLE	6
2. DESCRIPTION SUCCINCTE.....	6
2.1. Typologies visées par la gamme de solutions développée	6
2.2. Description de la gamme de solutions de rénovation développée	7
3. MÉTHODOLOGIE	7
3.1. Principe et outils de calcul.....	7
3.1.1. STD	8
3.1.2. ACV	8
3.2. Cibles à atteindre	8
3.2.1. Hypothèses imposées par le CSTB	9
3.2.2. Hypothèses spécifiques prises par le groupement	13
4. PLAN D'EXPERIENCE	13
5. RÉSULTATS.....	16
5.1. Situation initiale	16
5.1.1. Bilan thermique annuel de la maison et répartition des déperditions (en kWh/an) entre :.....	16
5.1.2. Indicateur de performance énergétique.....	19
5.1.3. Confort thermique atteint, pour chaque pièce	21
5.1.4. Les émissions de CO2 liées à l'utilisation de l'énergie en phase d'exploitation du bâtiment en kg CO2/m ² .an.....	24
5.2. Après travaux	24
5.2.1. Bilan thermique annuel de la maison et répartition des déperditions (en kWh/an)	24
5.2.2. Indicateur de performance énergétique.....	27
5.2.3. Confort thermique d'été atteint, pièce par pièce	29
5.2.4. Impact environnemental de la solution	31
5.2.5. Santé, confort	46
6. CONCLUSION	47
ANNEXE : HYPOTHÈSES COMMUNES À UTILISER	49
ANNEXE : HYPOTHÈSES PRISES PAR L'ÉQUIPE	58

Les projets RENOSTANDARD puis RESTORE ont été engagés pour favoriser la massification de la rénovation des maisons individuelles diffuses. Ce parc de maisons (16,5 millions de maisons en résidence principale) est un vivier très important dans un objectif de réduction du besoin énergétique et de l'impact environnemental du secteur du bâtiment, sachant que plus de 40 % des maisons ayant un DPE sont notées E, F ou G¹.

RESTORE s'appuie sur l'analyse architecturale du parc de maisons en France qui permet de faire ressortir des typologies de maisons aux caractéristiques constructives proches. Ces similarités permettent de concevoir des solutions de rénovation globale et performante adaptées à une même typologie de maisons qui pourront ensuite être ajustées en fonction du cas particulier de chaque maison (besoin du ménage, particularité du bâti, etc.). On parle alors d'une gamme de solutions.

La massification de la rénovation passe alors par le développement d'une offre de solutions innovantes dont la faisabilité technique, sur ces typologies, a déjà été validée par des réalisations ou des travaux de conception bien avancés.

Pour concevoir des solutions innovantes, plusieurs appels à manifestation d'intérêt (AMI) ont été lancés à destination de groupements d'entreprises puis une combinaison d'offres adaptées à des modèles de maisons très courants a été sélectionnée. Les critères de choix des solutions ont été, entre autres, le potentiel des solutions pour répondre à la massification, la complétude des groupements portant la solution, le potentiel de la solution à accéder rapidement au marché et bien sûr la performance de la solution (thermique, environnementale, confort et économique).

Les groupements sélectionnés bénéficient dans le cadre du projet d'un accompagnement dans la conception de leur solution. Cet accompagnement consiste essentiellement en la coordination et la mobilisation de différents experts du CSTB issus de différents domaines scientifiques ou techniques pour appuyer les équipes sur la consolidation technique, la validation du niveau de performance attendu et la réplicabilité des solutions développées.

Par ailleurs, quelques études spécifiques peuvent être conduites sur des problématiques bien ciblées afin d'aider certains groupements à opérer des choix dans la conception de

¹ [Le parc de logements par classe de performance énergétique au 1er janvier 2022, SDES, 2022.](#)

leur solution. Les travaux menés par l'ensemble des groupements concernent plusieurs typologies de bâtiments représentatives des techniques constructives de différentes régions. Chacune d'entre elles représente, à l'échelle locale ou régionale, une quantité de bâtiments importante, ce qui traduit un potentiel de rénovation tout aussi conséquent.

La suite du présent document s'intéresse à l'aspect performanciel de la gamme de solutions développée par le groupement.



1. OBJECTIF DE CE LIVRABLE

L'objectif de ce livrable est d'évaluer les performances de la solution de rénovation développée par l'équipe de conception dans le cadre du projet RESTORE. Il s'agit notamment de :

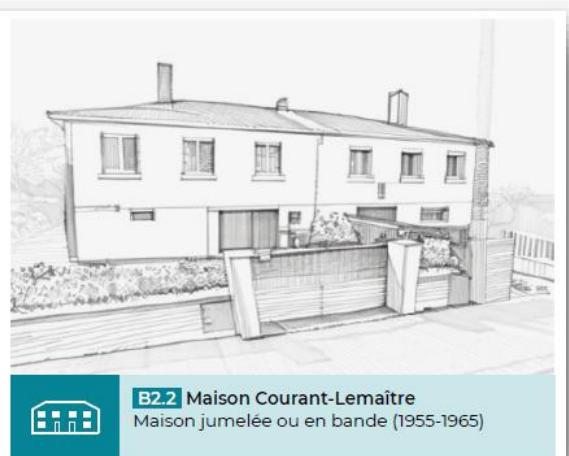
- Quantifier les consommations d'énergie de la maison et évaluer sa performance énergétique globale.
- Identifier les solutions qui offrent le meilleur confort thermique estival en minimisant les risques de surchauffe.
- Minimiser l'impact environnemental de la rénovation en prenant en compte les émissions de gaz à effet de serre et d'autres indicateurs environnementaux.
- Vérifier le respect des seuils fixés par le CSTB sur les indicateurs quantifiés sur ces trois points.
- Etudier la considération accordée aux enjeux relatifs aux performances non quantifiées de santé & confort, en mettant en œuvre des moyens visant à améliorer ces aspects, notamment la qualité de l'air intérieur (QAI), l'éclairage et l'acoustique.

2. DESCRIPTION SUCCINCTE

2.1. Typologies visées par la gamme de solutions développée

La maison Courant-Lemaître est construite à la reconstruction après la fin de la seconde guerre mondiale et jusqu'à la fin des années 60. Elle se retrouve surtout en périphérie de villes, dans des quartiers pavillonnaires homogènes, souvent autonome avec jardin.

Cette typologie de maison se décline en 2 types : « autonome » et « jumelée » (ou en bande), qui sont tous les deux étudiés dans le cadre de cette étude.



Maison Courant-Lemaître
autonome

Maison Courant-Lemaître jumelée
ou en bande

2.2. Description de la gamme de solutions de rénovation développée

L'objectif de répondre aux exigences du Label BBC rénovation 2024 ne peut être atteint sans une réflexion globale et une rénovation performante de l'habitat.

Cette étude montre les différentes solutions complémentaires à Élément'R qu'il est nécessaire de mettre en œuvre pour atteindre les performances visées. Pour cela, il est donc nécessaire d'agir sur les éléments suivants :

- Isolation renforcée de l'ensemble des parois : plancher haut, plancher bas, murs (solution Élément'R) ;
- Remplacement des menuiseries ;
- Augmentation de la taille des ouvertures, en particulier au sud ;
- Mise en place de protections solaires ;
- Amélioration de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe ;
- Remplacement du système de chauffage et de production de l'ECS ;
- Mise en place d'une VMC.

Pour en savoir plus sur la solution Élément'R consultez la [Fiche Solution](#).

3. MÉTHODOLOGIE

3.1. Principe et outils de calcul

La méthodologie adoptée intègre une approche globale prenant en considération divers aspects tels que l'énergie, l'environnement, le confort estival, la qualité de l'air intérieur, l'acoustique et l'éclairage. Pour quantifier les trois premiers aspects, des indicateurs spécifiques sont utilisés. Ainsi, des simulations thermiques dynamiques (STD) sont réalisées pour estimer les gains énergétiques envisageables selon les travaux prévus, ainsi que leur impact sur le confort thermique des espaces intérieurs. Les indicateurs relatifs à la consommation énergétique, demandés dans la suite du présent livrable, sont être exclusivement calculés par STD/SED (Simulation Energétique Dynamique : les consommations énergétiques sont calculées, en complément des besoins).

Parallèlement, des analyses du cycle de vie sont également réalisées pour évaluer leur impact environnemental.

Ces analyses se déclinent en deux phases distinctes :

- Le traitement du cas de la maison dans son état initial ;
- La simulation des différents scénarios de travaux envisagés. Il est demandé de traiter prioritairement les scénarios de travaux de la solution globale.

Les simulations sont réalisées sur des modèles théoriques de maison, mais conformes aux caractéristiques de la typologie étudiée (plan, volumétrie, données thermiques de l'enveloppe, ...). Ces données de l'état initial proviennent d'un **ensemble de ressources techniques mis à disposition sur Pro'Réno afin de faciliter la conception de solutions adaptées aux typologies B2.1 et B2.2.**

3.1.1. STD

La STD est réalisée à l'aide du logiciel PLEIADES Version 6.25.3.1

La maison est modélisée pièce par pièce offrant une segmentation en zones thermiques homogènes, tenant compte des facteurs externes et internes tels que l'orientation et l'utilisation des locaux. Chaque zone (pièce) est soumise au scénario réglementaire de la RE2020. Il est également demandé de calculer l'indicateur DH pour chaque pièce conformément à la méthode de la RE2020.

Cette approche permet d'analyser les besoins spécifiques et le confort de la maison pour chacune de ces pièces, en mettant en évidence les caractéristiques spécifiques à chaque espace.

3.1.2. ACV

L'ACV est réalisée en utilisant le logiciel Vizcab version 0205_0658 - 1.203, selon une adaptation particulière de la méthode quartier énergie carbone (QEC) et de celle de la RE2020.

Le périmètre de l'évaluation est restreint aux éléments neufs mis en œuvre dans la solution globale : cycle de vie complet (modules A, B, C et D), en prenant en compte leur renouvellement après la rénovation.

Les contributeurs chantier et eau sont à évaluer selon la méthodologie de la RE2020.

Le groupement doit fournir le Récapitulatif Standardisé de l'Étude Environnementale (RSEE).

3.2. Cibles à atteindre

En plus du respect des obligations de moyens de la RT élément/élément, le CSTB fixe comme cible l'atteinte du label « BBC Rénovation résidentielle », en se restreignant à l'obtention d'une étiquette A ou B du DPE, c'est-à-dire une consommation énergétique inférieure à 110 kWhEP/m²/an et des émissions de gaz à effet de serre inférieures à 11 kg

éqCO₂/m²/an en exploitation. Ce niveau de performance est uniquement attendu sur les scénarios de rénovation globale. Néanmoins, étant basé sur la méthode de calcul du DPE, quelques calculs selon la méthode 3CL sont réalisés sur quelques cas pour compléter les SED et vérifier au minimum l'atteinte de l'étiquette énergétique B.

De plus, il est demandé à l'équipe de conception de minimiser l'impact environnemental des PCE (Produits de construction et équipements).

3.2.1. Hypothèses imposées par le CSTB

Un certain nombre d'hypothèses, notamment sur l'état initial sont imposées par le CSTB. Les autres hypothèses (simplificatrices comme spécifiques) prises par l'équipe de conception sont explicitées dans le paragraphe § 3.3.2.

- **ACV**

- Les données d'entrée retenues proviennent en priorité des fiches collectives FDES ou PEP, lorsque celles-ci couvrent les Produits de Construction et d'Équipement (PCE).
 - En l'absence de telles données, l'analyse s'appuie successivement sur les Données Environnementales par Défaut (DED), des fiches configurées.
 - L'évaluation des impacts environnementaux des PCE intègre les lots définis par la **RE2020**, à savoir :
 - Lot 1: VRD (Voirie et Réseaux Divers) ;
 - Lot 2: Infrastructure (éléments structurels du bâtiment, y compris les fondations, les dalles, les poteaux, etc.) ;
 - Lot 3: Superstructure (éléments porteurs au-dessus du sol, comme les piliers, les planchers, les poutres, etc.) ;
 - Lot 4 : Étanchéité (systèmes d'étanchéité) ;
 - Lot 5 : Cloisonnement / Faux Plafond (séparation des espaces) ;
 - Lot 6 : Façade et Menuiseries Extérieures : (murs extérieurs, fenêtres, portes, volets, etc.)
 - Lot 7 : Revêtement Intérieur (finitions intérieures telles que les peintures, les revêtements muraux, etc.) ;
 - Lot 8 : CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation) ;

- Lot 9 : Plomberie (installations de plomberie, les équipements sanitaires, etc.) ;
 - Lot 10 : CFO (Courants Forts) ;
 - Lot 11 : CFA (Courants faibles) ;
 - Lot 13 : Panneaux photovoltaïques.
- L'état initial des matériaux existants est fourni par le CSTB, sans indicateurs d'impacts environnementaux. La quantité de déchets sortants est estimée à partir de la liste des éléments déposés.
 - Les coefficients de conversion de l'énergie consommée en émissions de gaz à effet de serre sont ceux définis par la **RE2020**, conformément aux valeurs indiquées en annexe du présent document.

- **STD**

Des éléments détaillés sont reportés en annexe du présent rapport. Ces éléments concernent :

Les données sur l'occupation des locaux :

Les scénarios d'occupation et d'apports internes utilisés pour la simulation sont donnés en annexe. En configuration de base, la température de consigne pour conduire les simulations est de 19 °C en hiver en période d'occupation et 16 °C en absence (réduit).

La puissance de chauffe par m² :

La puissance de chauffe par pièce (zone) doit être déterminée selon la NF EN 12 831 en définissant la puissance totale au niveau du générateur et en disposant les émetteurs dans chaque pièce avec la température de 19 °C en consigne via le dimensionnement du chauffage avec l'outil Pléiades. À défaut, elle peut être prise à 100 W/m² de surface au sol chauffé pour les calculs à l'état initial.

La période de chauffe considérée s'étend de septembre à mai.

L'environnement :

Les masques proches et lointains sont ici négligés.

L'orientation :

Les orientations des maisons sont données en détail dans les plans en annexe. Opérer des rotations peut être requis pour traiter l'ensemble des 4 orientations possibles.

Zone de bruit :

2 situations peuvent être traitées :

- Les zones de bruits BR1 ;
- Les zones de bruit BR2-3.

Le détail de l'implication de ces zones de bruit sur les ouvertures de baie est donné en annexe. La période estivale considérée pour le scénario d'ouverture des baies s'étend de juin à août.

L'enveloppe :

Les données de l'enveloppe pour l'état initial sont disponibles dans le **recueil de ressources techniques mis à disposition sur Pro'Réno afin de faciliter la conception de solutions adaptées aux typologies [B2.1](#) et [B2.2](#)**.

Celles-ci renseignent :

- Pour les parois opaques : coefficients U et facteurs solaires des différentes parois opaques et leur composition.
- Pour les menuiseries : le Uw (fenêtres), le Ud (portes), le Sws et Sw (facteur solaire de la fenêtre avec et sans protection solaire).
- Ponts thermiques (localisation, valeur).

NB : En dehors de la période estivale, de juin à août, les protections solaires doivent être considérées comme fermées la nuit (de 22 h à 7 h) et ouvertes pendant la journée (de 7 h à 22 h). En été, leur ouverture doit être synchronisée avec celle des baies.

Les valeurs de conductivité thermique des matériaux, pour la solution et l'état initial, proviennent des données génériques compilées à partir de plusieurs bases et analyses bibliographiques, mises à disposition sur [Pro'Réno](#).

Les hypothèses sur la perméabilité à l'air de l'enveloppe et les situations de parois déjà isolées ou de menuiseries déjà remplacées sont données en annexe.

Masques :

Absence d'occultations solaires fixes.

Systèmes énergétiques :

- Absence de système de ventilation, de rafraîchissement ou de climatisation, hormis l'ouverture de baie dont le renouvellement d'air est estimé à : 5 vol/h si traversant, 1 vol/h si non traversant. Le planning d'ouverture est donné en annexe.
- Chauffage et production ECS instantanée assurés par une chaudière gaz standard de 23 kW de puissance nominale dont les caractéristiques sont données en annexe.

Éclairage :

Les scénarios d'éclairage et les puissances d'éclairage sont donnés en annexe.

Les fichiers météo :

Pour évaluer le confort d'été de la maison rénovée à l'horizon 2040-2050, les fichiers météorologiques utilisés intègrent des séquences caniculaires représentatives de l'événement de 2003, considérées comme ayant la plus forte probabilité d'occurrence à cette échéance selon le scénario RCP 8.5.

L'étude porte principalement sur la zone climatique H1a, correspondant au domaine d'application revendiqué par la solution pour la typologie définie dans le [guide technique](#). Une analyse complémentaire est réalisée en zone H3 afin d'apprécier le confort d'été dans des conditions plus chaudes.

Les facteurs de conversion de l'énergie finale en énergie primaire :

Les coefficients de transformation de l'énergie finale en énergie primaire à utiliser sont celles de la RE2020 en annexe.

Coefficient de réduction des déperdition b :

Local non chauffé	Coefficient b
Combles	0,95
Dégagement, WC	0,5
Entresol	0,95

3.2.2. Hypothèses spécifiques prises par le groupement

Hypothèses de modélisation :

En plus des scénarios précisés par le CSTB, voici les hypothèses complémentaires prises pour la STD / SED :

- Équipement d'éclairage : Scénario Th-BCE Résidentiel – maison individuelle ;
- Scénario d'éclairage : Scénario Th-BCE : Usage01 – Maison individuelle Éclairage ;
- Besoins en ECS : Scénario Th-BCE ECS logements T3 Besoins ECS.

4. PLAN D'EXPERIENCE

Ci-après le plan d'expérience des études réalisées, notamment les différents bouquets de travaux à réaliser pour améliorer l'efficacité énergétique et agir sur le confort d'été.

Scénario de base :

Le scénario de base vise à modéliser le cas initial afin de le comparer aux scénarios de rénovation envisagés.

Scénario intermédiaire :

Dans un premier temps, nous avons envisagé et simulé le scénario suivant :

Travaux réalisés :

- Isolation des murs par ITE ;
- Remplacement de l'isolation thermique en comble perdu par un isolant vrac type ouate de cellulose ;
- Isolation du plancher bas ;
- Remplacement des menuiseries par des menuiseries PVC ;
- Remplacement de la chaudière gaz par une PAC air/eau haute température ;
- Mise en place d'une VMC Hygro B.

Hypothèses de modélisation :

Le premier scénario envisagé et modélisé se limite au respect de la RT éléments par éléments, à savoir :

- Isolation des parois

Paroi	Isolant	Résistance thermique paroi [m ² .K/W]
Plancher haut	Ouate cellulose soufflée 350 mm	8,52
Plancher bas	PSE + fibres de bois liées 75 mm	3,23
Murs extérieurs	Ouate cellulose insufflée 160 mm + Pare-pluie rigide 22 mm	4,62

- Remplacement des menuiseries par des menuiseries PVC avec $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k} / TL = 0,65 / Sw = 0,35$;
- Dimension des ouvertures identiques au cas de base ;
- Étanchéité à l'air après travaux avec $Q4 = 1,2 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$;
- Remplacement de la chaudière gaz par une PAC Air/eau haute température avec conservation du réseau de radiateurs existants ;
- Mise en place d'une VMC hygro B ;
- Conservation du scénario existant de ventilation naturelle ;
- Conservation des protections solaires existantes : volets battants

Ce scénario s'est révélé être insuffisant pour atteindre les performances demandées par le label BBC Rénovation.

Scénario de rénovation final :

Ce scénario s'inspire des principes de conception bioclimatique. Il devra toutefois être adapté au cas par cas, car il ne tient pas compte des éventuels masques solaires qui pourraient être présents dans des situations réelles.

Travaux réalisés (en gras les ajustements par rapport au scénario intermédiaire) :

- Isolation des murs par ITE avec les modules Élément'R (R renforcé) ;
- Remplacement de l'isolation thermique en comble perdu par un isolant vrac type ouate de cellulose (R renforcé) ;
- Isolation du plancher bas (R renforcé) ;
- Remplacement des menuiseries par des menuiseries PVC ;
- Remplacement de la chaudière gaz par une PAC air/eau haute température ;

- **Mise en place d'une VMC double flux ;**
- **Augmentation de la taille des ouvertures (en particulier au sud) avec installation d'une protection solaire fixe ou mobile ;**
- **Mise en place d'un chauffe-eau solaire.**

Hypothèses de modélisation :

Les solutions mises en œuvre dans ce deuxième scénario sont les suivantes :

- Isolation des parois

Paroi	Isolant	Résistance thermique paroi [K.m ² /W]
Plancher haut	Ouate cellulose soufflée 400 mm	10,0
Plancher bas	PSE + fibres de bois liées 135 mm	4,0
Murs extérieurs	Solution ÉLEMENT'R - Composition de l'intérieur vers l'extérieur : - Membrane textile - Ossature OSB + Montants bois / Isolant mixte laine de chanvre coton, lin 200 mm - Pare-pluie rigide en fibre de bois compressé 60 mm	5,6

- Remplacement des menuiseries par des menuiseries PVC avec $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2.\text{k}$ / $TL = 0,65$ / $Sw = 0,65$; Porte d'entrée en PVC $U_d = 1,3 \text{ W/m}^2.\text{k}$
- Étanchéité à l'air après travaux avec $Q4 = 1,2 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$;
- Remplacement de la chaudière gaz par une PAC Air/eau haute température avec conservation du réseau de radiateurs existants ;
- Mise en place d'une VMC double flux Hygro, efficacité de l'échangeur de 70 % ;
- Débits de ventilation conformes à la RE2020 :
- Modification du scénario de ventilation naturelle : ouverture à 80 % des menuiseries de 7 h à 9 h et de 21 h à 23 h en période chaude ;
- Protections solaires : volets battants ou volets roulants fermés à 70 %
- Mise en place d'un chauffe-eau solaire.

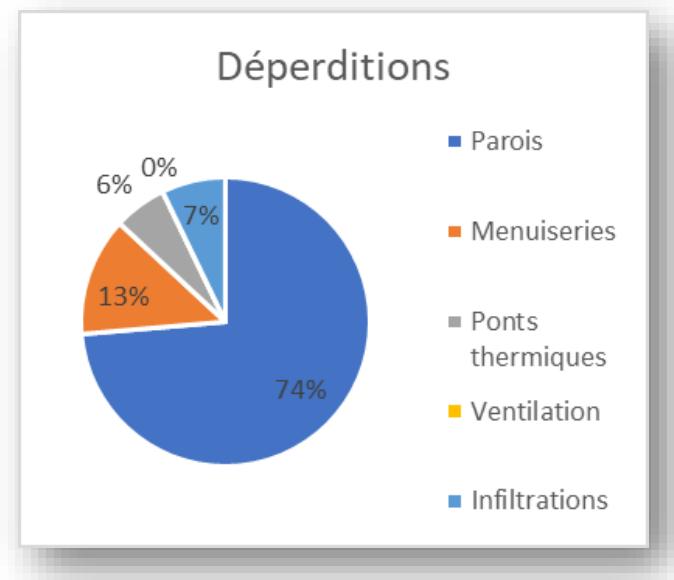
5. RÉSULTATS

5.1. Situation initiale

5.1.1. Bilan thermique annuel de la maison et répartition des déperditions (en kWh/an) entre :

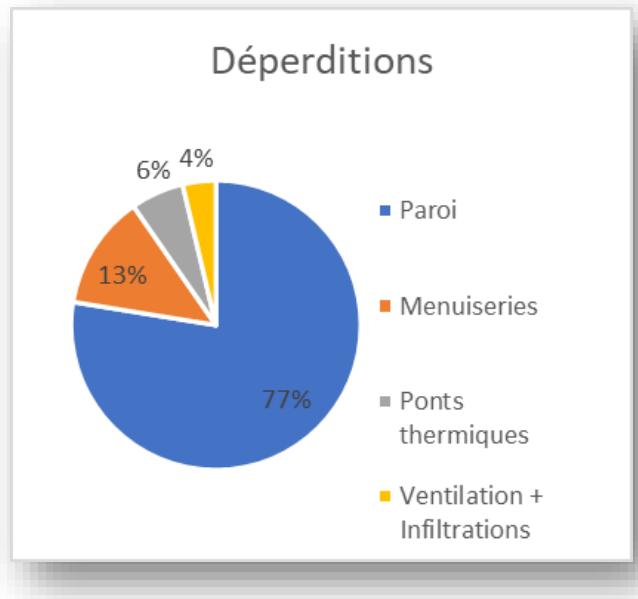
Bilan des déperditions pièce par pièce :

Type B2.1 :



Déperditions en kW - Type B2.1					
Pièce	Parois	Menuiseries	Ponts thermiques	Ventilation + Infiltrations	TOTAL
Salon - Salle à manger	2,88	0,63	0,22	0,35	4,1
Chambre 1	1,3	0,22	0,12	0,12	1,8
Chambre 2	1,59	0,22	0,13	0,16	2,1
Cuisine	1,42	0,22	0,12	0,1	1,9
Salle de bain	0,52	0,1	0,03	0,02	0,7
TOTAL	7,71	1,39	0,62	0,75	10,1

Les déperditions totales sont de 10,1 kW soit 119 W/m².

Type B2.2 :

Déperditions en kW - Type B2.2					
Pièce	Parois	Menuiseries	Ponts thermiques	Ventilation + Infiltrations	TOTAL
Salon - Salle à manger	1,89	0,27	0,14	0,05	2,35
Chambre 1	0,95	0,17	0,07	0,09	1,28
Chambre 2	0,91	0,19	0,07	0,06	1,23
Cuisine	0,9	0,14	0,08	0,03	1,15
Salle de bain	0,57	0,09	0,14	0,08	0,88
TOTAL	5,22	0,86	0,5	0,31	6,89

Les déperditions totales sont de 6,9 kW soit 109 W/m².

On constate que les déperditions pour la typologie B2.2 sont plus faibles que pour la typologie B.2.1 ce qui est cohérent avec le fait que cette typologie soit plus compacte du fait de la présence d'un mur mitoyen.

Bilan thermique pièce par pièce :**Type B2.1 :**

Bilan thermique en kWh/an - Type B2.1				
Pièce	Déperditions	Apports solaires	Apports occupants	Autres apports internes
Salon - Salle à manger	10219	494	671	771
Chambre 1	4427	293	244	281
Chambre 2	5487	315	322	370
Cuisine	4226	897	215	247
Salle de bain	1350	288	47	54
LNC	0	685	228	262
TOTAL	25709	2972	1727	1985
TOTAL /m²	383,7	44,4	25,8	29,6

Type B2.2 :

Bilan thermique en kWh/an - Type B2.2				
Pièce	Déperditions	Apports solaires	Apports occupants	Apports puissance dissipée
Salon - Salle à manger	7828	1083	518	560
Chambre 1	3882	336	313	339
Chambre 2	4145	793	379	409
Cuisine	3353	278	166	180
Salle de bain	2052	167	133	145
LNC	0	0	116	125
TOTAL	21260	2657	1625	1758
TOTAL /m²	335,6	41,6	25,7	27,8

5.1.2. Indicateur de performance énergétique

Consommation annuelle en énergie primaire et finale en kWhEP/m²/an et en kWhEP/m²/an calculées par SED et coefficient Ubat en W/m².K

Type B2.1 :

Consommation en énergie finale et primaire - Type B2.1			
Usage	Consommation en énergie finale(kWh/m ² /an)	Coef de conversion	Énergie primaire (kWh/m ² /an)
Chauffage	623	1 (gaz)	623
ECS	6	1 (gaz)	6
Distribution	0,15	2,3 (électricité)	0,34
Éclairage	2,12	2,3 (électricité)	4,87
TOTAL	629		634,22

Type B2.2 :

Consommation en énergie finale et primaire - Type B2.2			
Usage	Consommation en énergie finale(kWh/m ² /an)	Coef de conversion	Énergie primaire (kWh/m ² /an)
Chauffage	448	1 (gaz)	623
ECS	6	1 (gaz)	6
Distribution	0,14	2,3 (électricité)	0,3
Éclairage	2,03	2,3 (électricité)	4,9
TOTAL	629		634,22

Calcul du Ubat :

$$U_{bat\ base} = \frac{a_1A_1 + a_2A_2 + a_3A_3 + a_4A_4 + a_5A_5 + a_6A_6 + l_7L_7 + l_8L_8 + l_9L_9}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6}$$

A1	surface des parois verticales opaques, y compris les parois verticales des combles aménagés et les surfaces projetées des coffres de volets roulants non intégrés dans la baie, à l'exception des surfaces opaques prises en compte dans A5 et A6
A2	surface des planchers hauts et toitures autres que ceux pris en compte en A3
A3	surface des planchers hauts donnant sur l'extérieur en béton ou en maçonnerie pour tout bâtiment
A4	surface des planchers bas
A5	surface des portes, exception faite des portes entièrement vitrées
A6	surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres ou des parois transparentes et translucides des bâtiments
L7	linéaire de la liaison périphérique des planchers bas avec un mur
L8	linéaire de la liaison périphérique des planchers intermédiaires ou sous comble aménageable avec un mur
L9	linéaire de la liaison périphérique avec un mur des planchers hauts en béton, en maçonnerie ou à base de tôles métalliques nervurées

Type B2.1

- $U_{bat\ base} = 0,40\ W/m^2.K$
- $U_{bat} = 2,84\ W/m^2.K$

Type B2.2

- $U_{bat\ base} = 0,39\ W/(m^2.K)$
- $U_{bat} = 2,3\ W/(m^2.K)$

Les 2 maisons étudiées sont donc très déperditives dans leurs configurations initiales.

5.1.3. Confort thermique atteint, pour chaque pièce

T°(C) maximale atteinte en occupation et inoccupation :

Type B2.1 :

Confort thermique - Type B2.1		
Pièce	Tmax (°C) en occupation	Tmax (°C) en inoccupation
Salon - Salle à manger	31,6	28,5
Chambre 1	31,8	28,6
Chambre 2	31,2	28
Cuisine	32,7	30,5
Salle de bain	31,9	29,4
LNC	31,4	29,2

Type B2.2 :

Confort thermique - Type B2.1		
Pièce	Tmax (°C) en occupation	Tmax (°C) en inoccupation
Salon - Salle à manger	30,4	27,6
Chambre 1	30,5	28,4
Chambre 2	29,9	27,7
Cuisine	31,5	28,8
Salle de bain	31,0	28,5
LNC	30,4	28,0

Nombre de DH

DH - Type B2.1 - Zone H1	
Pièce	Nombre de DH
Salon - Salle à manger	56,0
Chambre 1	54,9
Chambre 2	40,0
Cuisine	140,2
Salle de bain	66,5

DH - Type B2.2 - Zone H1	
Pièce	Nombre de DH
Salon - Salle à manger	64,9
Chambre 1	45,0
Chambre 2	40,5
Cuisine	96,1
Salle de bain	71,5

À l'état initial, les 2 maisons fictives étudiées présentent un confort maîtrisé du point de vue de l'indicateur DH du fait de leur implantation dans la zone climatique H1 et la présence de protection solaire.

- Nombre d'heures > 28 °C, > 32 °C, > 34 °C **de jour (7 h – 22 h) en occupation et inoccupation.**
- Nombre d'heures > 24 °C, > 26 °C, 30 °C **de nuit (22 h – 7 h) en occupation et inoccupation.**

Type B2.1 :

Répartition des surchauffes - Type B2.1 de jour (7 h à 22 h) - Zone H1 2050						
Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>28 °C	>32 °C	>34 °C	>28 °C	>32 °C	>34 °C
Cuisine	86	11	0	76	12	0
SDB	74	4	0	75	1	0
Chambre 1	78	6	0	81	5	0
Chambre 2	63	5	0	68	0	0
Salon / Salle à manger	55	4	0	55	0	0

Répartition des surchauffes - Type B2.1 de nuit (22 h à 7 h) - Zone H1 2050						
Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>24 °C	>26 °C	>30 °C	>24 °C	>26 °C	>30 °C
Cuisine	315	162	23	65	32	11
SDB	301	160	21	65	33	10
Chambre 1	309	160	20	64	32	11
Chambre 2	291	151	16	58	29	9
Salon / Salle à manger	276	133	14	53	28	8

Bien que l'indicateur DH soit maîtrisé, certaines pièces, y compris des chambres, connaissent plus d'une dizaine d'heures au-dessus de 3 °C. Ce phénomène s'explique par leur orientation défavorable (sud et ouest) et par de larges baies vitrées qui, malgré la présence de volets battants, laissent passer des apports solaires.

Type B2.2 :

Répartition des surchauffes - Type B2.2 de jour (7 h à 22 h) - Zone H1 2050						
Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>28 °C	>32 °C	>34 °C	>28 °C	>32 °C	>34 °C
Cuisine	64	6	0	73	2	0
SDB	51	0	0	53	0	0
Chambre 1	44	0	0	47	0	0
Chambre 2	37	0	0	36	0	0
Salon / Salle à manger	46	0	0	44	0	0

Répartition des surchauffes - Type B2.2 de nuit (22 h à 7 h) - Zone H1 2050						
Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>24 °C	>26 °C	>30 °C	>24 °C	>26 °C	>30 °C
Cuisine	285	143	18	55	28	8
SDB	276	137	14	49	28	7
Chambre 1	251	106	8	41	25	1
Chambre 2	235	96	5	40	22	0
Salon / Salle à manger	244	109	7	42	24	4

La maison B2.2 étudiée ayant des ouvertures plus modestes, celle-ci présente des dépassements moins critiques.

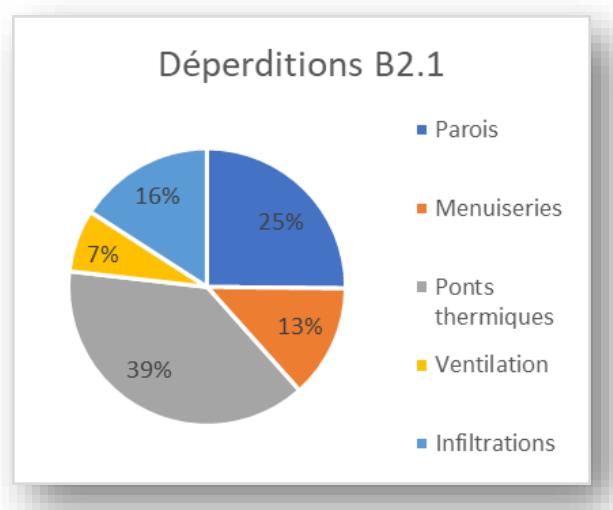
5.1.4. Les émissions de CO2 liées à l'utilisation de l'énergie en phase d'exploitation du bâtiment en kg CO2/m².an

- 35,2 g de CO2/kWh électrique en France
- 250 g de CO2/kWh gaz en France
 - Type B2.1 : $(0,0352 \times 2,27 + 0,25 \times 629) = 157,3 \text{ kg CO2/m}^2.\text{an}$
 - Type B2.2 : $(0,0352 \times 2,17 + 0,25 \times 454) = 113,6 \text{ kg CO2/m}^2.\text{an}$

5.2. Après travaux

5.2.1. Bilan thermique annuel de la maison et répartition des déperditions (en kWh/an) :

Déperditions (enveloppe et par l'air) :

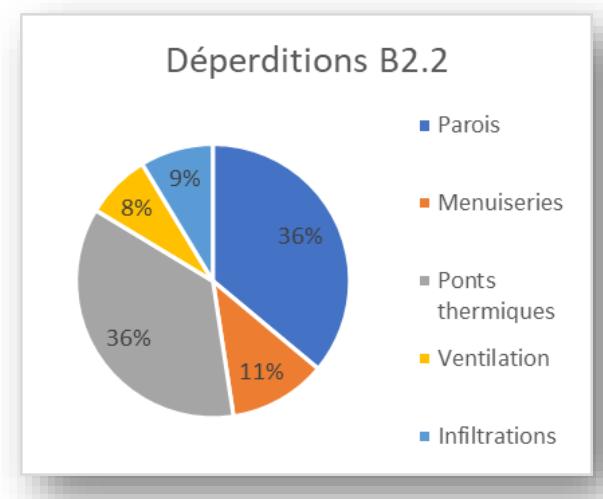


Déperditions en kW - Type B2.1						
Pièce	Parois	Menuiseries	Ponts thermiques	Ventilation	Infiltrations	TOTAL
Salon - Salle à manger	0,29	0,26	0,44	0,04	0,27	1,30
Chambre 1	0,14	0,04	0,21	0,04	0,09	0,52
Chambre 2	0,18	0,04	0,25	0,04	0,12	0,63
Cuisine	0,13	0,04	0,21	0,08	0	0,46
Salle de bain	0,02	0,02	0,05	0,02	0	0,11
TOTAL	0,76	0,4	1,16	0,22	0,48	3,02

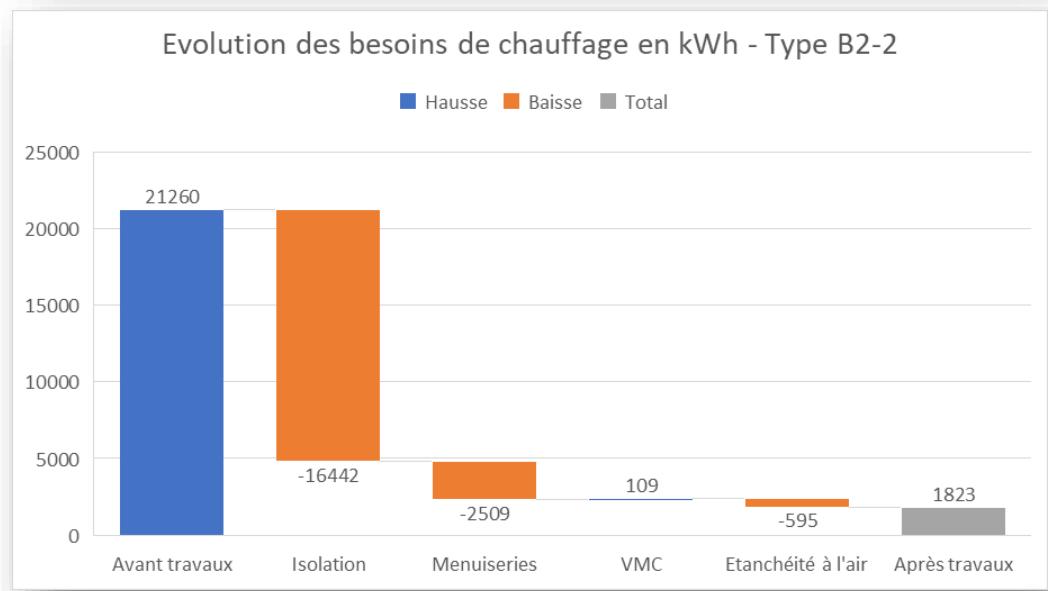
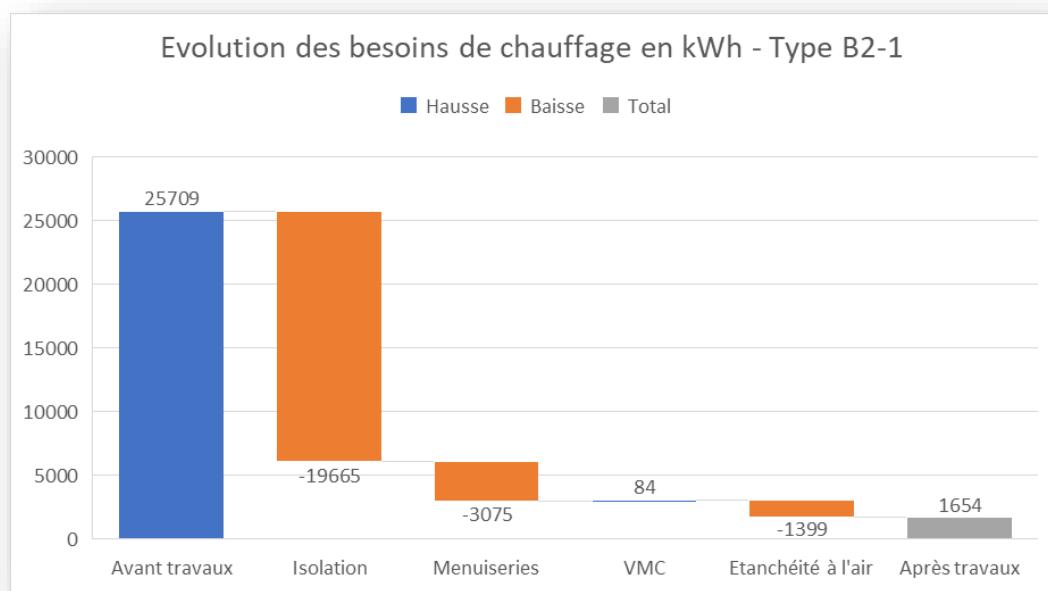
Les déperditions sur la maison B2.1 ont diminué de 71 % avec la solution de rénovation globale.

De même, les déperditions sur la maison B2.2 ont diminué de 70 % avec la solution de rénovation globale.

Déperditions en kW - Type B2.2						
Pièce	Parois	Menuiseries	Ponts thermiques	Ventilation	Infiltrations	TOTAL
Salon - Salle à manger	0,21	0,12	0,27	0,03	0,09	0,72
Chambre 1	0,18	0,03	0,13	0,05	0,03	0,42
Chambre 2	0,22	0,04	0,14	0,03	0,06	0,49
Cuisine	0,09	0,03	0,15	0,03	0	0,3
Salle de bain	0,05	0,02	0,06	0,02	0	0,15
TOTAL	0,75	0,24	0,75	0,16	0,18	2,08



Bilan thermique annuel du bâtiment à l'échelle de la maison :



Bilan thermique – température de consigne 19 °C					
Typologie	Besoin en chauffage (kWh/m ² .an)	Apports solaires (kWh/m ² .an)	Apports occupants (kWh/m ² .an)	Apports puissance dissipée (kWh/m ² .an)	Gain par rapport à l'initial
Type B2-1	74,2	49,5	25,8	25,7	-93 %
Type B2-2	56,3	46,3	25,7	27,8	-91 %

Besoins si la température de consigne après travaux passe de 19 à 21 °C (effet rebond) :

Bilan thermique – température de consigne 21 °C					
Typologie	Besoin en chauffage (kWh/m ² .an)	Apports solaires (kWh/m ² .an)	Apports occupants (kWh/m ² .an)	Apports puissance dissipée (kWh/m ² .an)	Augmentation du besoin
Type B2-1	95,0	49,5	25,8	25,7	+22%
Type B2-2	72,8	46,3	25,7	27,8	+23%

5.2.2. Indicateur de performance énergétique

Consommation annuelle en énergie primaire en kWhEP/m²/an => étiquette énergétique finale avec les échelles du DPE :

Consommation en énergie finale et primaire - Type B2.1				
Énergie	Électricité			TOTAL
Usage	Consommation en énergie finale (kWh/m ² /an)	Coef de conversion	Énergie primaire (kWh/m ² /an)	Énergie primaire (kWh _{EP} /m ² /an)
Chauffage	9,15	2,3 (électricité)	21,04	21,04
ECS	18,01	2,3 (électricité)	41,43	41,43
Distribution	0,30	2,3 (électricité)	0,69	0,69
Éclairage	2,00	2,3 (électricité)	4,60	4,60
Ventilation	5,03	2,3 (électricité)	11,57	11,57
TOTAL	34,49		79,33	79,33

➤ Étiquette B

- Réduction de la consommation en énergie primaire = consommation totale état initial – consommation totale état rénové = 634,2 – 79,3 = **554,9 kWh/m².an (-87 %)**.

Consommation en énergie finale et primaire - Type B2.2				
Énergie	Électricité		TOTAL	
Usage	Consommation en énergie finale (KWh/m ² /an)	Coef de conversion	Énergie primaire (KWh/m ² /an)	Énergie primaire (KWh _{EP} /m ² /an)
Chauffage	8,03	2,3 (électricité)	18,47	18,47
ECS	19,16	2,3 (électricité)	44,07	44,07
Distribution	0,30	2,3 (électricité)	0,69	0,69
Éclairage	2,13	2,3 (électricité)	4,89	4,89
Ventilation	5,35	2,3 (électricité)	12,30	12,30
TOTAL	34,97		80,43	80,43

➤ **Étiquette B**

- Réduction de la consommation en énergie primaire = consommation totale état initial – consommation totale état rénové = 459,4 – 80,4 = **379,0 kWh/m².an (-83 %)**.

Coefficient Ubat en W/m².K :

- Type B2.1: Ubat = 0,44 W/m².K
- Type B2.2: Ubat = 0,29 W/m².K

La performance de l'enveloppe a été améliorée d'au moins 80 % sur les 2 maisons après rénovation globale.

5.2.3. Confort thermique d'été atteint, pièce par pièce

Nombre de DH :

DH - Type B2.1 - Zone H1	
Pièce	Nombre de DH
Salon - Salle à manger	17,0
Chambre 1	14,7
Chambre 2	12,0
Cuisine	18,4
Salle de bain	13,0

DH - Type B2.2 - Zone H1	
Pièce	Nombre de DH
Salon - Salle à manger	29,4
Chambre 1	29,5
Chambre 2	27,9
Cuisine	22,8
Salle de bain	25,4

DH - Type B2.1 - Zone H3	
Pièce	Nombre de DH
Salon - Salle à manger	108,7
Chambre 1	92,8
Chambre 2	81,9
Cuisine	98,5
Salle de bain	74,3

DH - Type B2.2 - Zone H3	
Pièce	Nombre de DH
Salon - Salle à manger	188,0
Chambre 1	175,3
Chambre 2	175,6
Cuisine	126,3
Salle de bain	145,1

Répartition des surchauffes pour les mois d'avril à octobre :Nombre d'heures > 28 °C, > 32 °C, 34 °C **de nuit (22 h – 7 h) en occupation et inoccupation**

Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>28 °C	>32 °C	>34 °C	>28 °C	>32 °C	>34 °C
Cuisine	17	0	0	13	0	0
SDB	15	0	0	14	0	0
Chambre 1	18	0	0	14	0	0
Chambre 2	16	0	0	9	0	0
Salon / Salle à manger	17	0	0	13	0	0

Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>28 °C	>32 °C	>34 °C	>28 °C	>32 °C	>34 °C
Cuisine	22	0	0	22	0	0
SDB	22	0	0	18	0	0
Chambre 1	27	0	0	26	0	0
Chambre 2	29	0	0	24	0	0
Salon / Salle à manger	29	0	0	28	0	0

Nombre d'heures > 24 °C, > 26 °C, 30 °C **de nuit (22 h – 7 h) en occupation et inoccupation**

Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>24 °C	>26 °C	>30 °C	>24 °C	>26 °C	>30 °C
Cuisine	276	113	0	52	12	0
SDB	276	113	0	52	12	0
Chambre 1	250	107	0	51	15	0
Chambre 2	212	84	0	47	11	0
Salon / Salle à manger	236	97	0	49	14	0

Répartition des surchauffes - Type B2.2 de nuit (22 h à 7 h)						
Pièce	Occupation			Inoccupation		
	>24 °C	>26 °C	>30 °C	>24 °C	>26 °C	>30 °C
Cuisine	212	84	0	47	11	0
SDB	236	97	0	49	14	0
Chambre 1	276	113	0	52	12	0
Chambre 2	276	113	0	52	12	0
Salon / Salle à manger	250	107	0	51	15	0

En conclusion, le confort d'été est globalement amélioré avec un bon scénario de ventilation nocturne.

- Température (°C) maximale atteinte en occupation et inoccupation :
 - Type B2.1 : occupation : 29,7 °C inoccupation : 29,0 °C
 - Type B2.2 : occupation : 29,7 °C inoccupation : 29,1 °C

Les températures maximales restent en dessous de 30 °C après rénovation.

5.2.4. Impact environnemental de la solution

L'empreinte carbone : les émissions de GES (kg CO₂eq/m²/an) sur l'ensemble du cycle de vie, détaillées de la façon suivante :

- Répartition par module du cycle de vie :
 - Module A : production et transport ;
 - Module B : vie en œuvre ;
 - Module C : fin de vie ;
 - Module D : bénéfices et charges au-delà des frontières du système.
- Répartition par type de produit :
 - Produits & Équipements (PCE) ;
 - Consommation d'énergie ;
 - Consommations et rejets d'eau ;
 - Chantier.

Type B2.1 (bardage fibres ciment)

Indicateur	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Ensemble des bénéfices et charges	Total cycle de vie
IC composants	231.38	106.03	264.97	59.77	-10.24	651.92
IC énergie	0.00	0.00	93.82	0.00	0.00	93.82
IC eau	0.00	0.00	56.44	0.00	0.00	56.44
IC chantier	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14
IC construction	231.38	106.17	264.97	59.77	-10.24	652.05
IC batiment	231.38	106.17	415.23	59.77	-10.24	802.32

Type B2.1 (bardage bois)

Indicateur	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Ensemble des bénéfices et charges	Total cycle de vie
IC composants	160.90	28.49	246.43	70.81	-12.27	494.37
IC énergie	0.00	0.00	93.82	0.00	0.00	93.82
IC eau	0.00	0.00	56.44	0.00	0.00	56.44
IC chantier	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14
IC construction	160.90	28.63	246.43	70.81	-12.27	494.50
IC batiment	160.90	28.63	396.70	70.81	-12.27	644.77

Type B2.2 (bardage fibres ciment) :

Indicateur	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Ensemble des bénéfices et charges	Total cycle de vie
IC composants	178.89	81.15	241.46	50.48	-7.66	544.32
IC énergie	0.00	0.00	94.43	0.00	0.00	94.43
IC eau	0.00	0.00	60.03	0.00	0.00	60.03
IC chantier	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.15
IC construction	178.89	81.29	241.46	50.48	-7.66	544.46
IC batiment	178.89	81.29	395.92	50.48	-7.66	698.93

Type B2.2 (bardage bois) :

Indicateur	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Ensemble des bénéfices et charges	Total cycle de vie
IC composants	134.92	24.80	241.46	59.09	-9.19	451.08
IC énergie	0.00	0.00	94.43	0.00	0.00	94.43
IC eau	0.00	0.00	60.03	0.00	0.00	60.03
IC chantier	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.15
IC construction	134.92	24.95	241.46	59.09	-9.19	451.22
IC batiment	134.92	24.95	395.92	59.09	-9.19	605.69

Répartition par lot technique :**Type B2.1 (bardage fibres ciment)**

	Unité	Valeur	Proportion
Lot 6 Façades et menuiseries extérieures	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	269.25	41.3%
Lot 8 CVC	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	236.92	36.34%
Lot 3 Superstructure - Maçonnerie	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	145.75	22.36%

Type B2.1 (bardage bois) :

	Unité	Valeur	Proportion
Lot 8 CVC	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	236.92	47.92%
Lot 6 Façades et menuiseries extérieures	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	235.18	47.57%
Lot 3 Superstructure - Maçonnerie	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	22.26	4.5%

Type B2.2 (bardage fibres ciment) :

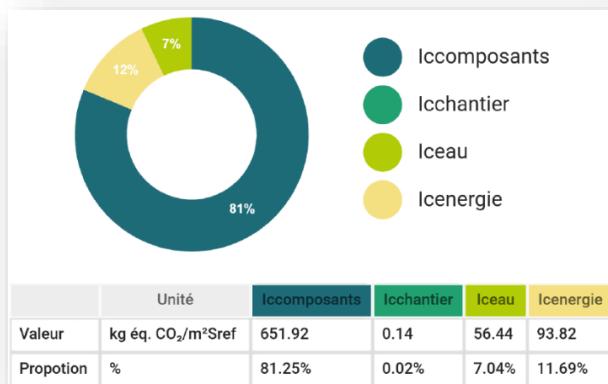
	Unité	Valeur	Proportion
Lot 6 Façades et menuiseries extérieures	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	269.41	49.5%
Lot 8 CVC	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	251.96	46.29%
Lot 3 Superstructure - Maçonnerie	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	22.95	4.22%

Type B2.2 (bardage bois) :

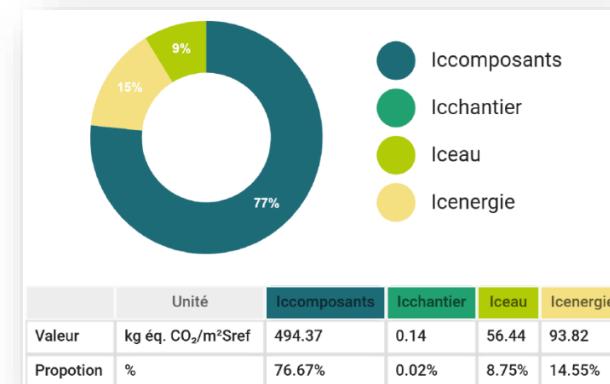
	Unité	Valeur	Proportion
Lot 8 CVC	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	251.96	55.86%
Lot 6 Façades et menuiseries extérieures	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	176.17	39.06%
Lot 3 Superstructure - Maçonnerie	kg éq. CO ₂ /m ² Sref	22.95	5.09%

Répartition par contributeur (énergie, PCE) :

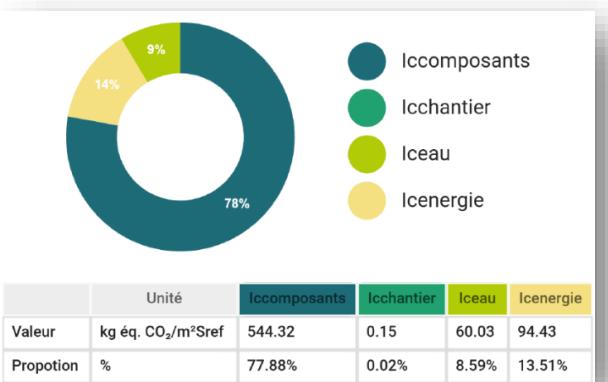
Type B2.1 bardage fibres ciment



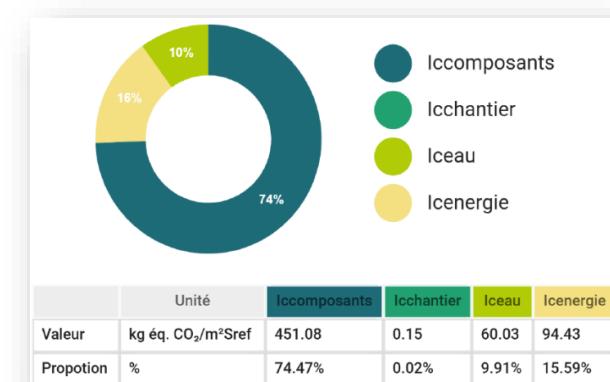
Type B2.1 bardage bois



Type B2.2 bardage fibres ciment :

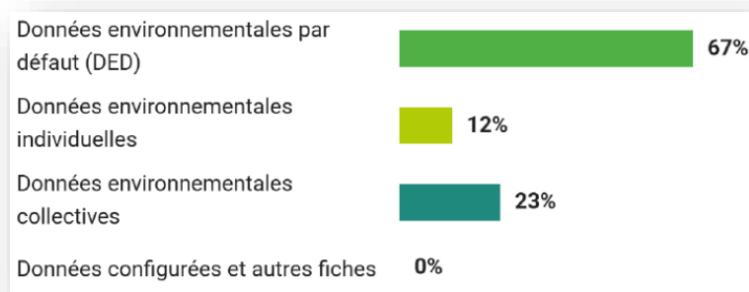


Type B2.2 bardage bois :

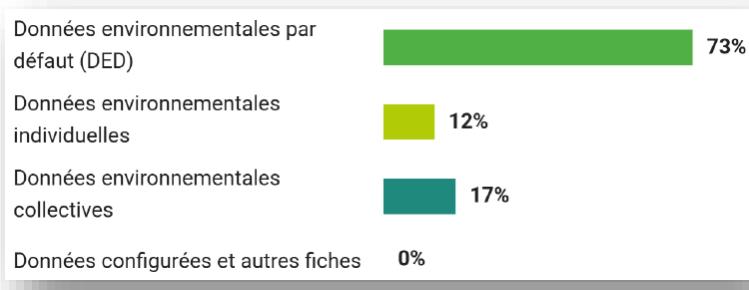


Répartition par fiche (collectives, DED, configurées) :

Bardage fibres ciment :



Bardage bois :



Le temps de retour carbone de la solution, afin de déterminer le temps requis pour que les avantages environnementaux de la solution étudiée compensent les émissions générées pendant la phase de rénovation.

Temps de retour carbone de la solution couplée aux autres travaux de rénovation											
Type	Ic Composants (kg.éq.CO2)	Ic Chantier (kg.éq.CO2)	Ic Rénovation (kg.éq.CO2)	Conso initiale d'énergie annuelle (kWh) chauffage et ECS gaz	Emissions chauffage gaz (kg.éq.CO2/kWh EF)	Electricité Chauffage PAC (kWh)	Emissions chauffage élec (kg.éq.CO2/kWh EF)	Electricité ECS PAC (kWh)	Emissions ECS élec (kg.éq.CO2/kWh EF)	Emissions économisées (k.éq.CO2)	Temps de retour (années)
B2-1 Bardage fibre ciment	49700	9,17	49709	42169	0,227	613	0,079	1207	0,065	9445	5,3
B2-1 Bardage bois	41300	9,17	41309	42169	0,227	613	0,079	1207	0,065	9445	4,4
B2-2 Bardage fibre ciment	34300	9,17	34309	28627	0,227	506	0,079	1207	0,065	6380	5,4
B2-2 Bardage bois	28400	9,17	28409	28627	0,227	506	0,079	1207	0,065	6380	4,5

- La quantité de matériaux utilisés issus du recyclage (en kg et en % de la masse totale) :

Pas de matériaux issus du recyclage dans les panneaux.

- La quantité de matériaux biosourcés (en kg et en % de la masse totale).

Matériaux Biosourcés		
Composants	Masse B2.1 (kg)	Masse B2.2 (kg)
Panneau OSB	768,4	545,5
Montants bois	143	101,5
Isolant	476,7	338,4
Pare-pluie rigide	1287	913,7
Bardage bois	873,4	620,4
TOTAL option bardage bois	3548,5	2519,5
TOTAL option bardage fibres ciment	2675,1	1899,1

Matériaux non biosourcés		
Composants	Masse B2.1 (kg)	Masse B2.2 (kg)
Pare-vapeur	7,9	5,6
Lisse haute	39,5	27,9
Lisse basse	176	125
Bardage fibre ciment	1191	846
TOTAL option bardage bois	223,4	158,5
TOTAL option bardage fibres ciment	1414,4	1004,5

	Type B2.1	Type B2.2
Taux de biosourcé option bardage bois	94,1%	94,1%
Taux de biosourcé option bardage fibres ciment	65,4%	65,4%

Impacts du panneau comparés aux impacts des autres bouquets de travaux :

Type B2.1 (bardage bois)	
Éléments	GES (kg CO2.eq/m² Sref)
Total Panneau Élément'R	106
Isolant	42
Pare-pluie FDB	30
Profilé alu haut	21
Précadre alu	14
Appui de baie	8
Lisse basse	4
Membrane fond de caisson	3
Tasseaux bois	-1
OSB	-5
Bardage bois	-10
Total Autres	391

PAC	134
Chauffe-eau solaire	73
Volets PVC	73
Fenêtres PVC	54
VMC Double Flux	31
Isolant plancher bas	17
Isolant sous bassement	8
Isolant plancher haut ouate cellulose	1

Type B2.2 (bardage bois)

Éléments	GES (kg CO ₂ .eq/m ² Sref)
Total Panneau Élément'R	78
Isolant	31
Pare-pluie FDB	22
Profilé alu haut	16
Précadre alu	10
Appui de baie	7
Lisse basse	3
Membrane fond de caisson	2
Tasseaux bois	-1
OSB	-4
Bardage bois	-8
Total Autres	360
PAC	134
Chauffe-eau solaire	73
Volets PVC	56
Fenêtres PVC	41
VMC Double Flux	33

Isolant plancher bas	16
Isolant sous bassement	6
Isolant plancher haut ouate cellulose	1

Type B2.1 (bardage fibres-ciment)	
Éléments	GES (kg CO ₂ .eq/m ² Sref)
Total Panneau Élément'R	229
Bardage fibres-ciment	113
Isolant	42
Pare-pluie FDB	30
Profilé alu haut	21
Précadre alu	14
Appui de baie	8
Lisse basse	4
Membrane fond de caisson	3
Tasseaux bois	-1
OSB	-5
Total Autres	403
PAC	142
Chauffe-eau solaire	77
Volets PVC	73
Fenêtres PVC	54
VMC Double Flux	31
Isolant plancher bas	17
Isolant sous bassement	8
Isolant plancher haut ouate cellulose	1

Type B2.2 (bardage fibres-ciment)	
Éléments	GES (kg CO₂.eq/m² Sref)
Total Panneau Élément'R	172
Bardage fibres-ciment	86
Isolant	31
Pare-pluie FDB	22
Profilé alu haut	16
Précadre alu	10
Appui de baie	7
Lisse basse	3
Membrane fond de caisson	2
Tasseaux bois	-1
OSB	-4
Total Autres	372
PAC	142
Chauffe-eau solaire	77
Volets PVC	56
Fenêtres PVC	41
VMC Double Flux	33
Isolant plancher bas	16
Isolant sous bassement	6
Isolant plancher haut ouate cellulose	1

Type B2.1 bardage fibres ciment :

Indicateur	Unité	Valeur
Stockage de carbone biogénique – Stock C	kgC /m ² Sref	15.79

Type B2.1 bardage bois :

Indicateur	Unité	Valeur
Stockage de carbone biogénique – Stock C	kgC /m ² Sref	22.24

Type B2.2 bardage fibres ciment :

Indicateur	Unité	Valeur
Stockage de carbone biogénique – Stock C	kgC /m ² Sref	13.19

Type B2.2 bardage bois :

Indicateur	Unité	Valeur
Stockage de carbone biogénique – Stock C	kgC / m ² Sref	18.07

- La quantité d'éléments déposés (en kg)
 - Anciennes menuiseries bois (environ 22 kg/m²) :
 - Type B2.1 = 14,35 m², soit environ 316 kg ;
 - Type B2.2 = 8,85 m² soit environ 195 kg ;
 - Mur (agrandissement des ouvertures sud, environ 310 kg/m²).
 - Type B2.1 = +4,7 m² soit environ 1457 kg ;
 - Type B2.2 = + 3,8 m² soit environ 1178 kg ;
 - Ancienne chaudière : environ 150 kg.

Type B2.1 bardage fibre ciment :

Indicateur	Unité	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Bénéfices et charges liés à la valorisation des produits en fin de vie	Bénéfices et charges liées à l'export d'énergie	Bénéfices et charges au delà du cycle de vie	Total cycle de vie
Emissions de gaz à effet de serre - total	kg éq. CO ₂	1.55e+4	7.10e+3	2.16e+4	6.71e+3	-1.19e+3	0.00e+0	-1.19e+3	4.97e+4
Emissions de gaz à effet de serre - total dynamique	kg éq. CO ₂	1.55e+4	7.10e+3	1.78e+4	4.00e+3	-6.86e+2	0.00e+0	-6.86e+2	4.37e+4
Emissions de gaz à effet de serre - fossile	kg éq. CO ₂	2.57e+3	1.75e+2	1.61e-1	4.85e+1	-8.75e+2	0.00e+0	-8.75e+2	1.92e+3
Emissions de gaz à effet de serre - biogénique	kg éq. CO ₂	-2.87e+2	5.65e+1	5.60e-4	5.14e+2	-3.00e+0	0.00e+0	-3.00e+0	2.81e+2
Emissions de gaz à effet de serre - occupation des sols et transformation de l'occupation des sols	kg éq. CO ₂	6.68e+0	1.44e-1	2.88e-4	1.33e-2	-1.55e+1	0.00e+0	-1.55e+1	-8.68e+0
Potentiel de destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg éq. CFC 11	4.21e-3	4.76e-4	4.90e-3	7.01e-5	-9.32e-5	0.00e+0	-9.32e-5	9.56e-3
Potentiel d'acidification du sol et de l'eau	kg éq. SO ₂	6.31e+1	3.39e+1	4.03e+1	5.49e+1	-7.55e-1	0.00e+0	-7.55e-1	1.91e+2
Potentiel d'acidification, dépassement cumulé	mole eq. H ⁺	3.06e+1	2.72e+0	3.55e+1	3.98e-1	-5.84e+0	0.00e+0	-5.84e+0	6.34e+1
Potentiel d'eutrophisation	kg éq. (PO ₄) ₃₋	2.13e+1	3.34e+0	1.01e+1	1.59e+0	-1.67e-2	0.00e+0	-1.67e-2	3.63e+1
Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final eaux douces	kg de P.éq	1.68e+0	1.68e-2	3.26e+0	1.30e-2	-3.67e-2	0.00e+0	-3.67e-2	4.93e+0
Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final marine	kg de N.éq	5.61e+0	6.50e-1	7.21e+0	3.31e-1	-7.64e-1	0.00e+0	-7.64e-1	1.30e+1
Potentiel de formation d'oxydants photochimiques de l'ozone troposphérique (A1)	kg éq. éthylène	6.12e+0	2.08e+0	3.82e+0	2.48e+0	-4.68e-2	0.00e+0	-4.68e-2	1.44e+1
Potentiel d'eutrophisation, dépassement cumulé	mole eq. N	6.07e+1	6.99e+0	7.39e+1	1.75e+0	-8.49e+0	0.00e+0	-8.49e+0	1.35e+2
Potentiel de dégradation abiotique des ressources pour les éléments	kg éq. Sb	1.24e+0	2.83e-2	1.48e+0	7.03e-4	1.40e-2	0.00e+0	1.40e-2	2.76e+0
Potentiel de dégradation abiotique des combustibles fossiles	MJ, valeur calorifique nette	3.12e+5	8.19e+4	2.31e+5	5.83e+3	-1.52e+4	0.00e+0	-1.52e+4	6.16e+5
Potentiel de formation d'ozone troposphérique (A2)	kg de COVNM	4.14e+1	3.49e+0	2.33e+1	6.26e-1	-3.05e+0	0.00e+0	-3.05e+0	6.58e+1
Potentiel de privation en eau (des utilisateurs), consommation d'eau pondérée en fonction de la privation	m ³ .éq de priv. dans le monde	1.17e+3	1.35e+2	1.38e+3	2.03e+0	-1.78e+2	0.00e+0	-1.78e+2	2.51e+3
Emissions de particules fines	Incidence de maladies	1.53e-4	1.21e-5	8.46e-9	5.21e-6	-6.85e-5	0.00e+0	-6.85e-5	1.01e-4
Rayonnements ionisants, santé humaine	kBq de U235.éq	1.83e+2	1.07e+1	1.99e-2	2.40e+0	-4.30e+1	0.00e+0	-4.30e+1	1.53e+2
Ecotoxicité (eaux douces)	CTUe	4.11e+4	3.87e+3	6.84e-1	3.49e+2	-1.38e+3	0.00e+0	-1.38e+3	4.40e+4
Toxicité humaine, effets cancérogènes	CTUh	6.11e-6	8.09e-7	6.92e-10	1.55e-8	-1.53e-6	0.00e+0	-1.53e-6	5.41e-6
Toxicité humaine, effets non cancérogènes	CTUh	3.85e-5	2.95e-6	8.90e-9	4.17e-7	-1.36e-5	0.00e+0	-1.36e-5	2.83e-5
Impacts liés à l'occupation des sols/Qualité du sol	sans unité	1.01e+4	1.01e+3	6.40e-1	5.95e+2	-2.12e+3	0.00e+0	-2.12e+3	9.63e+3

Type B2.1 bardage bois :

Indicateur	Unité	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Bénéfices et charges liés à la valorisation des produits en fin de vie	Bénéfices et charges liées à l'export d'énergie	Bénéfices et charges au delà du cycle de vie	Total cycle de vie
Emissions de gaz à effet de serre - total	kg éq. CO ₂	1.08e+4	1.91e+3	2.00e+4	7.99e+3	-1.42e+3	0.00e+0	-1.42e+3	3.92e+4
Emissions de gaz à effet de serre - total dynamique	kg éq. CO ₂	1.08e+4	1.91e+3	1.65e+4	4.74e+3	-8.22e+2	0.00e+0	-8.22e+2	3.31e+4
Emissions de gaz à effet de serre - fossile	kg éq. CO ₂	2.57e+3	1.75e+2	1.61e-1	4.85e+1	-8.75e+2	0.00e+0	-8.75e+2	1.92e+3
Emissions de gaz à effet de serre - biogénique	kg éq. CO ₂	-2.87e+2	5.65e+1	5.60e-4	5.14e+2	-3.00e+0	0.00e+0	-3.00e+0	2.81e+2
Emissions de gaz à effet de serre - occupation des sols et transformation de l'occupation des sols	kg éq. CO ₂	6.68e+0	1.44e-1	2.88e-4	1.33e-2	-1.55e+1	0.00e+0	-1.55e+1	-8.68e+0
Potentiel de destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg éq. CFC 11	4.03e-3	2.32e-4	4.88e-3	5.46e-5	-1.19e-4	0.00e+0	-1.19e-4	9.08e-3
Potentiel d'acidification du sol et de l'eau	kg éq. SO ₂	5.40e+1	5.73e+0	4.03e+1	5.47e+1	-1.56e+0	0.00e+0	-1.56e+0	1.53e+2
Potentiel d'acidification, dépassement cumulé	mole eq. H ⁺	2.53e+1	1.67e+0	2.59e+1	3.70e-1	-5.84e+0	0.00e+0	-5.84e+0	4.74e+1
Potentiel d'eutrophisation	kg éq. (PO ₄) ₃₋	1.58e+1	1.34e+0	1.01e+1	1.41e+0	-7.57e-2	0.00e+0	-7.57e-2	2.86e+1
Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final marine	kg de N.éq	4.78e+0	4.60e-1	5.63e+0	2.97e-1	-7.64e-1	0.00e+0	-7.64e-1	1.04e+1
Potentiel de formation d'oxydants photochimiques de l'ozone troposphérique (A1)	kg éq. éthylène	5.41e+0	4.91e-1	3.82e+0	2.47e+0	-1.49e-1	0.00e+0	-1.49e-1	1.20e+1
Potentiel d'eutrophisation, dépassement cumulé	mole eq. N	5.15e+1	4.89e+0	5.68e+1	1.63e+0	-8.49e+0	0.00e+0	-8.49e+0	1.06e+2
Potentiel de dégradation abiotique des ressources pour les éléments	kg éq. Sb	1.23e+0	9.46e-3	1.47e+0	5.37e-4	1.40e-2	0.00e+0	1.40e-2	2.73e+0
Potentiel de dégradation abiotique des combustibles fossiles	MJ, valeur calorifique nette	2.83e+5	2.67e+4	2.14e+5	4.81e+3	-1.90e+4	0.00e+0	-1.90e+4	5.09e+5
Potentiel de formation d'ozone troposphérique (A2)	kg de COVNM	3.85e+1	2.68e+0	1.77e+1	5.84e-1	-3.05e+0	0.00e+0	-3.05e+0	5.64e+1
Potentiel de privation en eau (des utilisateurs), consommation d'eau pondérée en fonction de la privation	m ³ éq de priv. dans le monde	1.06e+3	7.27e+1	1.13e+3	5.69e+0	-1.78e+2	0.00e+0	-1.78e+2	2.10e+3
Emissions de particules fines	Incidence de maladies	1.53e-4	1.21e-5	8.46e-9	5.21e-6	-6.85e-5	0.00e+0	-6.85e-5	1.01e-4
Rayonnements ionisants, santé humaine	kBq de U235.éq	1.83e+2	1.07e+1	1.99e-2	2.40e+0	-4.30e+1	0.00e+0	-4.30e+1	1.53e+2
Ecotoxicité (eaux douces)	CTUe	4.11e+4	3.87e+3	6.84e-1	3.49e+2	-1.38e+3	0.00e+0	-1.38e+3	4.40e+4
Toxicité humaine, effets cancérogènes	CTUh	6.11e-6	8.09e-7	6.92e-10	1.55e-8	-1.53e-6	0.00e+0	-1.53e-6	5.41e-6
Toxicité humaine, effets non cancérogènes	CTUh	3.85e-5	2.95e-6	8.90e-9	4.17e-7	-1.36e-5	0.00e+0	-1.36e-5	2.83e-5
Impacts liés à l'occupation des sols/Qualité du sol	sans unité	1.01e+4	1.01e+3	6.40e-1	5.95e+2	-2.12e+3	0.00e+0	-2.12e+3	9.63e+3

Type B2.2 bardage fibre ciment :

Indicateur	Unité	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Bénéfices et charges liés à la valorisation des produits en fin de vie	Bénéfices et charges liés à l'export d'énergie	Bénéfices et charges au delà du cycle de vie	Total cycle de vie
Emissions de gaz à effet de serre - total	kg éq. CO ₂	1.13e+4	5.11e+3	1.83e+4	5.29e+3	-8.34e+2	0.00e+0	-8.34e+2	3.91e+4
Emissions de gaz à effet de serre - total dynamique	kg éq. CO ₂	1.13e+4	5.11e+3	1.52e+4	3.18e+3	-4.82e+2	0.00e+0	-4.82e+2	3.43e+4
Emissions de gaz à effet de serre - fossile	kg éq. CO ₂	1.98e+3	1.48e+2	1.13e-1	3.94e+1	-6.13e+2	0.00e+0	-6.13e+2	1.55e+3
Emissions de gaz à effet de serre - biogénique	kg éq. CO ₂	-2.48e+2	4.22e+1	3.92e-4	4.56e+2	-2.10e+0	0.00e+0	-2.10e+0	2.48e+2
Emissions de gaz à effet de serre - occupation des sols et transformation de l'occupation des sols	kg éq. CO ₂	4.77e+0	1.18e-1	2.02e-4	1.07e-2	-1.09e+1	0.00e+0	-1.09e+1	-5.96e+0
Potentiel de destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg éq. CFC 11	3.52e-3	3.54e-4	4.59e-3	5.33e-5	-6.56e-5	0.00e+0	-6.56e-5	8.46e-3
Potentiel d'acidification du sol et de l'eau	kg éq. SO ₂	4.71e+1	2.47e+1	3.37e+1	4.85e+1	-5.37e-1	0.00e+0	-5.37e-1	1.53e+2
Potentiel d'acidification, dépassement cumulé	mole eq. H ⁺	2.10e+1	1.36e+0	2.42e+1	3.14e-1	-4.09e+0	0.00e+0	-4.09e+0	4.27e+1
Potentiel d'eutrophisation	kg éq. (PO ₄) ³⁻	1.56e+1	2.48e+0	8.55e+0	1.32e+0	-1.19e-2	0.00e+0	-1.19e-2	2.80e+1
Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final marine	kg de N.éq	4.07e+0	3.89e-1	5.34e+0	2.70e-1	-5.36e-1	0.00e+0	-5.36e-1	9.53e+0
Potentiel de formation d'oxydants photochimiques de l'ozone troposphérique (A1)	kg éq. éthylène	4.60e+0	1.53e+0	3.35e+0	2.15e+0	-3.34e-2	0.00e+0	-3.34e-2	1.16e+1
Potentiel d'eutrophisation, dépassement cumulé	mole eq. N	4.37e+1	4.12e+0	5.37e+1	1.39e+0	-5.95e+0	0.00e+0	-5.95e+0	9.69e+1
Potentiel de dégradation abiotique des ressources pour les éléments	kg éq. Sb	1.10e+0	1.95e-2	1.43e+0	5.24e-4	9.83e-3	0.00e+0	9.83e-3	2.56e+0
Potentiel de dégradation abiotique des combustibles fossiles	MJ, valeur calorifique nette	2.33e+5	5.85e+4	1.86e+5	4.49e+3	-1.07e+4	0.00e+0	-1.07e+4	4.71e+5
Potentiel de formation d'ozone troposphérique (A2)	kg de COVNM	3.34e+1	2.28e+0	1.67e+1	5.11e-1	-2.14e+0	0.00e+0	-2.14e+0	5.08e+1
Potentiel de privation en eau (des utilisateurs), consommation d'eau pondérée en fonction de la privation	m ³ , éq de priv. dans le monde	9.07e+2	5.61e+1	1.08e+3	5.35e+0	-1.25e+2	0.00e+0	-1.25e+2	1.93e+3
Emissions de particules fines	Incidence de maladies	1.11e-4	9.78e-6	5.92e-9	3.95e-6	-4.80e-5	0.00e+0	-4.80e-5	7.68e-5
Rayonnements ionisants, santé humaine	kBq de U235.éq	1.42e+2	9.00e+0	1.39e-2	1.87e+0	-3.01e+1	0.00e+0	-3.01e+1	1.23e+2
Ecotoxicité (eaux douces)	CTUe	3.38e+4	3.36e+3	4.79e-1	2.84e+2	-9.65e+2	0.00e+0	-9.65e+2	3.65e+4
Toxicité humaine, effets cancérogènes	CTUh	4.37e-6	6.42e-7	4.84e-10	1.21e-8	-1.06e-6	0.00e+0	-1.06e-6	3.97e-6
Toxicité humaine, effets non cancérogènes	CTUh	2.81e-5	2.50e-6	6.23e-9	3.46e-7	-9.52e-6	0.00e+0	-9.52e-6	2.14e-5
Impacts liés à l'occupation des sols/Qualité du sol	sans unité	7.37e+3	8.21e+2	4.48e-1	4.94e+2	-1.48e+3	0.00e+0	-1.48e+3	7.20e+3

Type B2.2 bardage bois :

Indicateur	Unité	Production	Construction	Exploitation	Fin de vie	Bénéfices et charges liés à la valorisation des produits en fin de vie	Bénéfices et charges liés à l'export d'énergie	Bénéfices et charges au delà du cycle de vie	Total cycle de vie
Emissions de gaz à effet de serre - total	kg éq. CO ₂	8.50e+3	1.56e+3	1.83e+4	6.23e+3	-1.00e+3	0.00e+0	-1.00e+3	3.36e+4
Emissions de gaz à effet de serre - total dynamique	kg éq. CO ₂	8.50e+3	1.56e+3	1.52e+4	3.72e+3	-5.79e+2	0.00e+0	-5.79e+2	2.84e+4
Emissions de gaz à effet de serre - fossile	kg éq. CO ₂	1.98e+3	1.48e+2	1.13e-1	3.94e+1	-6.13e+2	0.00e+0	-6.13e+2	1.55e+3
Emissions de gaz à effet de serre - biogénique	kg éq. CO ₂	-2.48e+2	4.22e+1	3.92e-4	4.56e+2	-2.10e+0	0.00e+0	-2.10e+0	2.48e+2
Emissions de gaz à effet de serre - occupation des sols et transformation de l'occupation des sols	kg éq. CO ₂	4.77e+0	1.18e-1	2.02e-4	1.07e-2	-1.09e+1	0.00e+0	-1.09e+1	-5.96e+0
Potentiel de destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg éq. CFC 11	3.40e-3	1.84e-4	4.59e-3	4.24e-5	-8.40e-5	0.00e+0	-8.40e-5	8.14e-3
Potentiel d'acidification du sol et de l'eau	kg éq. SO ₂	4.07e+1	4.68e+0	3.37e+1	4.83e+1	-1.11e+0	0.00e+0	-1.11e+0	1.26e+2
Potentiel d'acidification, dépassement cumulé	mole eq. H ⁺	2.10e+1	1.36e+0	2.42e+1	3.14e-1	-4.09e+0	0.00e+0	-4.09e+0	4.27e+1
Potentiel d'eutrophisation	kg éq. (PO ₄) ³⁻	1.18e+1	1.06e+0	8.55e+0	1.20e+0	-5.39e-2	0.00e+0	-5.39e-2	2.25e+1
Potentiel d'eutrophisation, fraction d'éléments nutritifs atteignant le compartiment final marine	kg de N.éq	4.07e+0	3.89e-1	5.34e+0	2.70e-1	-5.36e-1	0.00e+0	-5.36e-1	9.53e+0
Potentiel de formation d'oxydants photochimiques de l'ozone troposphérique (A1)	kg éq. éthylène	4.09e+0	4.07e-1	3.35e+0	2.14e+0	-1.06e-1	0.00e+0	-1.06e-1	9.88e+0
Potentiel d'eutrophisation, dépassement cumulé	mole eq. N	4.37e+1	4.12e+0	5.37e+1	1.39e+0	-5.95e+0	0.00e+0	-5.95e+0	9.69e+1
Potentiel de dégradation abiotique des ressources pour les éléments	kg éq. Sb	1.10e+0	7.69e-3	1.43e+0	4.16e-4	9.80e-3	0.00e+0	9.80e-3	2.55e+0
Potentiel de dégradation abiotique des combustibles fossiles	MJ, valeur calorifique nette	2.18e+5	2.16e+4	1.86e+5	3.80e+3	-1.34e+4	0.00e+0	-1.34e+4	4.15e+5
Potentiel de formation d'ozone troposphérique (A2)	kg de COVNM	3.34e+1	2.28e+0	1.67e+1	5.11e-1	-2.14e+0	0.00e+0	-2.14e+0	5.08e+1
Potentiel de privation en eau (des utilisateurs), consommation d'eau pondérée en fonction de la privation	m ³ .éq de priv. dans le monde	9.07e+2	5.61e+1	1.08e+3	5.35e+0	-1.25e+2	0.00e+0	-1.25e+2	1.93e+3
Emissions de particules fines	Incidence de maladies	1.11e-4	9.78e-6	5.92e-9	3.95e-6	-4.80e-5	0.00e+0	-4.80e-5	7.68e-5
Rayonnements ionisants, santé humaine	kBq de U235.éq	1.42e+2	9.00e+0	1.39e-2	1.87e+0	-3.01e+1	0.00e+0	-3.01e+1	1.23e+2
Ecotoxicité (eaux douces)	CTUE	3.38e+4	3.36e+3	4.79e-1	2.84e+2	-9.65e+2	0.00e+0	-9.65e+2	3.65e+4
Toxicité humaine, effets cancérogènes	CTUh	4.37e-6	6.42e-7	4.84e-10	1.21e-8	-1.06e-6	0.00e+0	-1.06e-6	3.97e-6
Toxicité humaine, effets non cancérogènes	CTUh	2.81e-5	2.50e-6	6.23e-9	3.46e-7	-9.52e-6	0.00e+0	-9.52e-6	2.14e-5
Impacts liés à l'occupation des sols/Qualité du sol	sans unité	7.37e+3	8.21e+2	4.48e-1	4.94e+2	-1.48e+3	0.00e+0	-1.48e+3	7.20e+3

5.2.5. Santé, confort

Qualité de l'air intérieur :

La qualité de l'air intérieur n'est pas directement impactée par les matériaux car il s'agit d'une solution d'ITE.

L'isolant biosourcé coton, lin chanvre dispose d'un étiquetage polluant volatil classé A+.

En outre, la mise en place d'une VMC va permettre de renouveler l'air vicié du logement par de l'air neuf et donc améliorer sa qualité.

Débits hygiéniques :

- Salon : 25 / 45 m³ / h
- Chambre 1 : 25 / 45 m³ / h
- Chambre 2 : 25 / 45 m³ / h
- Cuisine : 45 / 105 m³ / h
- Salle de bain : 30 / 30 m³ / h

Éclairage

L'accès à la lumière naturelle est réduit par la solution de panneaux en ITE. Une des préconisations est de pouvoir passer d'une fenêtre à une baie vitrée dans le séjour afin de maximiser les apports solaires gratuits et la lumière naturelle. Une étude spécifique doit être réalisée suivant la taille et la disposition des ouvertures.

Acoustique

La solution Élément'R repose sur un complexe associant un pare-pluie rigide en fibre de bois et la maçonnerie existante, complété par un isolant léger en intercalaire. Cette configuration assure une paroi à forte performance acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs grâce à la combinaison masse + absorption.

Les équipements CVC (PAC en sous-sol, VMC en combles) sont positionnés hors du volume chauffé, ce qui limite la transmission directe du bruit dans les espaces de vie. Toutefois, pour éviter la propagation des vibrations par voie solidaire, il est indispensable de désolidariser la VMC du plancher haut (par suspentes acoustiques ou plots antivibratiles).

6. CONCLUSION

Volet	Résultats / performance (par rapport à l'état initial)	Éléments de justification
Énergie	<p><u>Maison autonome Type B2.1 :</u> Consommation : 79,3 KWh EF/m²/an vs 634 KWh EF/m²/an Soit Étiquette B</p> <p><u>Maison en bande Type B2.2 :</u> Consommation : 80 KWh EF/m²/an vs 459 KWh EF/m²/an Soit Étiquette B</p>	STD, SED
Confort d'été	<p><u>Maison autonome Type B2.1 :</u> DH max = 18 vs 140</p> <p><u>Maison en bande Type B2.2 :</u> DH max = 29 vs 96</p> <p>DH maîtrisé même en cas de scénario caniculaire</p>	STD
Environnementale	<p><u>Maison autonome Type B2.1 :</u> Ic rénovation 41,3 à 49,7 TCO2 Retour entre 5,3 et 4,4 années</p> <p><u>Maison en bande Type B2.2 :</u> Ic rénovation 41,3 à 49,7 TCO2 Retour entre 4,5 et 5,4 années</p>	ACV
Santé et confort	<p>QAI</p> <p>La qualité de l'air intérieur n'est pas impactée par les matériaux car il s'agit d'une solution d'ITE.</p> <p>En outre, la mise en place d'une VMC va permettre de renouveler l'air vicié du logement par de l'air neuf et donc améliorer sa qualité.</p>	
	<p>Éclairage</p> <p>L'accès à la lumière naturelle est réduit par la solution de panneaux en ITE. Une des préconisations est de pouvoir passer d'une fenêtre à une baie vitrée dans le séjour afin de maximiser les apports solaires gratuits et la lumière naturelle. Une étude spécifique doit être réalisée suivant la taille et la disposition des ouvertures.</p>	
	<p>Acoustique</p> <p>La solution de panneaux RESTORE ELEMENT'R propose un complexe de matériaux denses (pare-pluie rigide en fibre de bois et maçonnerie d'origine) avec un isolant léger entre les deux. Cette configuration permet d'obtenir une paroi très performante au niveau de l'atténuation acoustique des bruits extérieurs.</p>	

Glossaire :

ACV	Analyse de cycle de vie
DH	Degré-heure
ECS	Eau chaude sanitaire
FDES	Fiche de déclaration environnementale et sanitaire
GES	Gaz à effet de serre
HQE	Haute qualité environnementale
ITE	Isolation thermique par l'extérieur
ITI	Isolation thermique par l'intérieur
PAC	Pompe à chaleur
PEP	Profil environnemental produit
QAI	Qualité de l'air Intérieur
QEC	Quartier échelle carbone
SDP	Surface de plancher
SHAB	Surface habitable
STD	Simulation thermique dynamique

ANNEXE : HYPOTHÈSES COMMUNES À UTILISER

Pour rappel les caractéristiques exhaustives de l'enveloppe à l'état initial sont l'état initial sont inclus dans un **ensemble de ressources techniques mis à disposition sur Pro'Réno afin de faciliter la conception de solutions adaptées aux typologies B2.1 et B2.2.**

Étanchéité à l'air :

	Maisons après 1948 (B étudiés)	Maisons avant 1948 (A1, C2, C4)	Après rénovation globale
Perméabilité à l'air de l'enveloppe (m³/h/m²)	2,2	2,5	1,2*

* : Valeur seuil du label BBC Rénovation à prendre dans les calculs, néanmoins, il est possible de valoriser des conceptions plus performantes en prenant 0,9 sur quelques configurations.

Hypothèses pour les situations de parois déjà isolées :

Pour traiter les cas de parois déjà isolées (murs, toiture, plancher), il est demandé au groupement de fixer une valeur de résistance thermique en dessous de laquelle, il n'est plus possible d'atteindre la cible BBC Rénovation en compensant sur les autres gestes.

Hypothèses pour les menuiseries déjà remplacées :

Idem que pour les situations de parois déjà isolées, il est demandé au groupement de fixer des performances de fenêtres en dessous de laquelle, il n'est plus possible d'atteindre la cible BBC Rénovation en compensant sur les autres gestes. Pour ce faire, le CSTB met à disposition des groupements une feuille Excel recensant les technologies de fenêtres jusqu'au début des années 2000.

Systèmes énergétiques :

Chaudière gaz standard	
Mode	Chauffage et ECS
Puissance nominale Pn (kW)	24
Puissance thermique utile intermédiaire du générateur (kW)	8
Rendement sur PCI à puissance nominale RPn (%)	87
Rendement sur PCI à 30 % de charge (%)	84
Pertes à l'arrêt QPO (en % puissance nominale Pn)	1,4
Température max. de fonctionnement (°C)	70
Température min. de fonctionnement (°C)	50

Émetteurs de chauffage		
Type	Radiateur à eau chaude	
Génération	Chaudière gaz standard	
Mode de gestion	Mode de gestion en fonction de la température extérieure	
	Différence température (°C)	10
Mode de régulation	Température de départ (°C)	60
	Circulateur	Vitesse constante
	Fonctionnement	Débit constant et fonctionnement intermittent
	Débit nominal (m ³ /h)	0,2
	Puissance circulateur (W)	50
Surpuissance de l'émetteur (W/m ²)	0	

Correction de puissance de l'émetteur (%)	20
Longueur réseau de distribution circuit chauffage / ECS (m)	~ 2 x périmètre de la maison
Isolation réseau	nulle
Variation temporelle	Pas de robinet thermostatique
Variation spatiale	B3

Émetteur d'ECS	
Parts des besoins d'ECS passant par des mélangeurs (%)	100
Types d'appareils sanitaires	Douches seules
Génération	Chaudière gaz standard
Utilisation des eaux grises	Sans
Nombre de puisage /h	10

Ventilation en gestion manuelle	
Ventilation par ouverture de baie (vol/h)	5

Facteurs de conversion énergie finale en énergie primaire :

Type d'énergie importée par le bâtiment	Coefficients de transformation de l'énergie entrant dans le bâtiment en énergie primaire
Bois	1
Électricité	2,3
Réseau urbain (chauffage)	1
Réseau urbain (froid)	1
Gaz méthane (naturel) issu des réseaux	1

Énergie renouvelable captée sur le bâtiment ou la parcelle	0
Autres énergies	1

Facteurs d'émissions pour la conversion de l'énergie finale en émissions de GES :

Type d'énergie par kWh EF PCI	kg équivalent CO2 par kilowattheure d'énergie finale en PCI
Bois, biomasse - plaquettes forestière	0,024
Bois, biomasse - Granulés (pellets) ou briquettes	0,03
Bois, biomasse - Buche	0,03
Électricité chauffage	0,079
Électricité refroidissement	0,064
Électricité ECS	0,065
Électricité éclairage tertiaire	0,064
Électricité éclairage habitation	0,069
Électricité autres usages	0,064
Gaz méthane (naturel) issu des réseaux	0,227
Gaz butane	0,272
Gaz propane	0,272
Autres combustibles fossiles	0,324

Scénarios :

Température de consigne :

Température de consigne (°C)	
Normal	19
Arrêt moins de 48 h	16
Arrêt plus de 48 h	7

Chauffage :

vacances > 1 : tableau ci dessus ; inoccupation = 0												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
5			1		1		1		1			

Ce calendrier est basé sur une année commençant un Lundi

Chauffage jour V / heure >	scenario horaire Température de consigne chaud > normal : 1 ; réduc de moins de 48 h: 0 ; réduction de plus de 48 h : -1																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

vacances 1 : tableau ci dessus ; -1 : réduc de plus de 48 h												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
5			1		1		1		1			

Occupation :

Le scénario d'occupation suivant doit être appliqué dans toutes les pièces principales.

0,048 occupant /m ² SHAB*	
90 W/occupant	0,055 kg/h/occupant

* : le nombre d'occupant obtenu à l'échelle de la maison doit être arrondi à l'unité pour les besoins en ECS.

Heures	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi, mardi, jeudi, vendredi	70	70	70	70	70	70	70	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	70	
Mercredi	70	70	70	70	70	70	70	100	100	100	100	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	70	
Weekend	70	70	70	70	70	70	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	70	

Ventilation :

Scénario de ventilation (été)	Ouverture de baies = 1; Fermetures de baies = 0																							
	Jour V/heure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
BR1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
BR2-3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Ouverture / fermeture des protections solaire :

En dehors de la période estivale, les protections solaires doivent être fermées la nuit (de 22 h à 7 h) et ouvertes pendant la journée (de 7 h à 22 h).

En été, leur ouverture doit être synchronisée avec celle des baies.

Scénario d'ouvertures (été)		Ouverture de protection solaire = 1; Fermetures de protection solaire = 0																							
Jour V / heure		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
BR1-2-3		1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1

Eau chaude sanitaire :

Température eau chaude	40 °C
Besoin journalier/occupants	56 L / occupant / jour

Heures	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tous les jours									Besoin x nb occ															

Apport hors occupants et éclairage :

Apports de chaleur hors occupants et éclairage																											
		m ² unité		par ex surface du local																							
		5,7 Watts/unité		Apports de chaleur hors occupants et éclairage, par unité																							
ratio apports apports nominaux (compris entre 0 et 1)																											
jour V / heure >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2			
2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2			
3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0,2			
4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2			
5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2			
6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0,2		
7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0,2		
ratio correctif de la semaine (0 à 1)																											
semaine/mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1															
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1															
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0															
5		1	1					1				1															

Apports d'humidité hors occupants et éclairage																											
		m ² unité		m ² en résidentiel, nombre de lits, nombres de douches																							
		0 kg/h/unité		production d'humidité hors occupants et éclairage, par unité																							
ratio apports apports nominaux (compris entre 0 et 1)																											
jour V / heure >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ratio correctif de la semaine (0 à 1)																											
semaine/mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
5	1	1						1				1															

Éclairage :

Type de local	Bâtiment à usage d'habitation – maison individuelle et accolée
Gestion de l'éclairage	Interrupteur manuel marche/arrêt
Gradation de l'éclairage	Gestion manuelle avec la lumière du jour
Référence	Moyenne des points d'exclusion des 23 % les plus sombres
Puissance d'éclairage	1,4 W/m ²
Auxiliaires	0 W/m ²

C1	0,9
Ei A	100 Lux
Ei B	200 Lux
Ei C	2800 Lux
C2 B	0,05

Heures	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Jours ouvrés								200	200											200	200	200		
Weekend								200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200		

ANNEXE : HYPOTHÈSES PRISES PAR L'ÉQUIPE

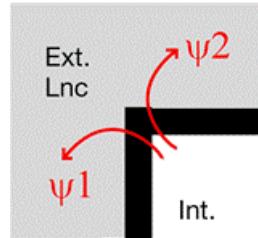
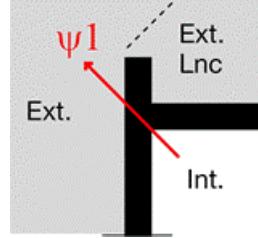
Compositions de parois :

PLANCHER HAUT						
Composante : Simple	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Ouate de cellulose soufflée 40 cm R=10	40.0	0.040	23	0.583	0.10	10.00
RESTORE_plâtre	1.0	0.571	1200	0.278	57.14	0.02
TOTAL					0.10	10.02

MUR EXTÉRIEUR						
Composante : Simple	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Pare pluie rigide fdb 60 mm	2.2	0.048	180	0.583	2.17	0.46
Fibre de coton lin chanvre 200 mm	20.0	0.042	30	0.500	0.21	4.80
RESTORE_enduit	1.0	1.299	1900	0.278	129.87	0.01
RESTORE_parpaing	20.0	0.700	1400	0.278	3.50	0.29
RESTORE_plâtre	1.0	0.571	1200	0.278	57.14	0.02
TOTAL					0.18	5.57

PLANCHER BAS						
Composante : Simple	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Isolant PSE + Fibre de bois 13.5cm R=3.95	13.5	0.034	90	0.292	0.25	3.95
RESTORE_hourdi béton	15.0	2.000	2450	0.278	13.33	0.08
TOTAL					0.25	4.03

Ponts thermiques :

Nom	Classif.	Origine	y	y1	y2	y3	
Angle_sortant	4.1		0.09	0.04	0.04	0.00	
Mur-Plancher_haut	3.1		0.44	0.44	0.00	0.00	

Pl. bas-mur	1.2	0.60	0.60	0.00	0.00	
Appui personnalisable	5.1	1.20	1.20	0.00	0.00	
Linteaupersonnalisable	5.2	0.11	0.11	0.00	0.00	
Tableau personnalisable	5.3	0.11	0.11	0.00	0.00	

