

METHODOLOGIE D'ENCADREMENT DES RENOVATIONS « BBC PAR ETAPES » B2C2

Mars 2021

Rapport de l'Appel à Projet de Recherche
« Vers des bâtiments durables » B2C2

REMERCIEMENTS

Ce projet n'aurait pu voir le jour sans le soutien de l'ADEME que nous remercions particulièrement pour nous avoir accordé sa confiance, notamment en la personne de Jonathan LOUIS, et pour avoir suivi nos travaux tout au long de l'étude.

Nos remerciements vont aux membres du COPIL (Comité de pilotage) :

- Jonathan LOUIS pour l'ADEME ;
- Marie GRACIA et Jérôme GATIER pour le Plan Bâtiment Durable ;
- Julie BOYE, Florent MARTIN et Louis ORTA pour la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP) du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire ;
- Sophie PAPIN JAN pour la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire ;
- Aurélie COGNARD pour la Région Normandie.

Et membres du COTEC (Comité technique) :

- Jonathan LOUIS pour l'ADEME ;
- Martin GUER pour l'AQC (Agence Qualité Construction) ;
- Thierry RIESER pour Enertech
- Jennifer DAUDE pour Energies Demain

Ils nous ont par leur disponibilité, leur travail, leur force de proposition, permis d'avancer efficacement dans nos travaux.

Merci aux nombreuses Collectivités Territoriales qui en amont et pendant le projet, par le biais du Club des Collectivités (présenté plus loin), ont participé aux travaux de définition de rénovation « BBC par étapes » et du « BBC Compatible ».

Merci également à l'ensemble des interlocuteurs que nous avons rencontrés tout au long du projet pour confronter notre proposition.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| REMERCIEMENTS..... | 1 |
| SOMMAIRE..... | 3 |
| RÉSUMÉ..... | 4 |
| ABSTRACT..... | 5 |
| 1. Contexte du projet..... | 6 |
| 1.1. Des solutions complémentaires pour un objectif de massification | 6 |
| 1.2. Des rénovations par étapes nombreuses mais trop peu qualitatives..... | 7 |
| 1.3. Les collectivités territoriales, un acteur majeur de la rénovation énergétique | 7 |
| 1.4. Créer une méthodologie commune de rénovation « BBC par étapes » s'appuyant sur le "BBC Compatible" | 7 |
| 1.5. L'organisation du projet..... | 8 |
| 2. Recensement des initiatives « BBC par étapes » | 10 |
| 2.1. Etude préliminaire sur les dispositifs régionaux..... | 10 |
| 2.2. Recensement des initiatives locales | 10 |
| 2.3. Une page internet dédiée..... | 11 |
| 3. La méthodologie B2C2 pour encadrer les rénovations « BBC par étapes »..... | 14 |
| 3.1. Principes pour encadrer les rénovations « BBC par étapes » | 14 |
| 3.2. Méthodologie pour l'encadrement des dispositifs d'accompagnement des rénovations BBC par étapes..... | 17 |
| 3.2.1. Méthodologie générale..... | 17 |
| 3.2.2. Définition harmonisée du « BBC Compatibles » | 19 |
| 3.2.2.1. Préconisation techniques « BBC Compatibles » sur chaque lot travaux..... | 19 |
| 3.2.2.2. Niveaux d'exigence unitaires | 22 |
| 3.2.3. Traitement des interfaces & interactions | 31 |
| 3.2.4. Approche typologique..... | 36 |
| 3.2.5. Intégration de la démarche BBC par étapes dans un outil numérique | 36 |
| 3.2.6. Suivi de la qualité | 37 |
| 3.3. Valorisation dans l'Observatoire BBC..... | 40 |
| 4. Conclusion & perspectives | 41 |
| Références bibliographiques | 43 |
| Index des tableaux et figures | 43 |
| Sigles et acronymes | 43 |
| Annexes..... | 44 |
| Annexe 1 : Trame de questionnaire vierge pour les entretiens avec les porteurs de programmes BBC par étapes | 45 |
| Annexe 2 : Exemple de fiche dédiée à un programme local..... | 48 |
| Annexe 3 : Organigramme de la méthodologie B2C2 | 57 |
| Annexe 4 : Une méthodologie basée sur des programmes existants..... | 58 |
| Annexe 5 : Logigrammes des solutions BBC Compatibles | 60 |
| Annexe 6 : Validation des niveaux d'exigence unitaires..... | 72 |
| Annexe 7 : Base de données du traitement des interfaces et interaction à la même étape de travaux | 87 |
| Annexe 8 : Validation des niveaux d'exigence unitaires..... | 95 |
| Annexe 9 : Typologies intégrées à l'outil B2C2..... | 102 |
| Annexe 10 : Cahier des charges pour l'intégration de projets BBC par étapes dans l'Observatoire BBC..... | 139 |

RÉSUMÉ

La Stratégie Nationale Bas Carbone vise la rénovation intégrale du parc immobilier français d'ici 2050 au niveau Bâtiment Basse Consommation, ou BBC. Pour cela, une augmentation du nombre de rénovations énergétiques de qualité est indispensable.

La **rénovation globale et performante** d'un bâtiment, réalisée en une fois sur l'ensemble du bâtiment (des sols à la toiture, en considérant les systèmes énergétiques), reste rare. Aujourd'hui, 90% des rénovations énergétiques correspondent à des besoins terrains immédiats, comme un remplacement de chaudière. Effectuées **geste par geste**, pour des raisons organisationnelles, économiques ou techniques, elles ne sont pas compatibles avec l'atteinte d'une performance BBC en 2050.

Pour concilier qualité et quantité, Pouget Consultants, Effinergie et Eireno ont travaillé pendant trois ans avec l'ADEME, plusieurs experts et acteurs institutionnels ainsi qu'une quinzaine de collectivités représentatives du territoire français afin de proposer une méthodologie nationale de rénovations performantes par étapes, la **méthodologie B2C2, ou BBC par étapes**.

Cette méthodologie s'adresse principalement aux collectivités territoriales proposant des dispositifs d'accompagnement destinés aux propriétaires de maisons individuelles et de logements en petites copropriétés. En s'inspirant de l'expérience terrain des dispositifs existants, elle assure l'augmentation des rénovations performantes grâce à la planification par étapes.

La méthodologie BBC par étapes **rassure ménages et maîtres d'ouvrage, ainsi que financeurs et assureurs**, en offrant une vision globale du projet. L'intégralité des travaux à réaliser est définie dès le départ avec un planning sur le long terme. Celui-ci permet d'éviter l'apparition de problématiques techniques (comme la moisissure) grâce à une bonne gestion des interfaces entre les différentes parties du bâtiment, indispensable pour une rénovation performante.

Elle permet **aux collectivités** de mieux dimensionner les dispositifs d'accompagnement proposés et d'articuler plus facilement les différentes phases de travaux des acteurs de la rénovation.

Enfin, elle permet aux **institutionnels** d'atteindre leurs objectifs énergétiques en accélérant le nombre de rénovations performantes.

La méthodologie s'appuie sur plusieurs outils :

- Un **organigramme**, pour comprendre rapidement les grands temps d'un projet de rénovation par étapes,
- Une dizaine de **principes techniques**, pour sécuriser et mettre en œuvre les étapes, notamment la première qui priorise l'enveloppe du bâtiment,
- Un outil d'analyse, accessible en ligne, pour programmer facilement l'ensemble des travaux (utilisable par les conseillers FAIRE),
- Une **page internet**, pour recenser les différents programmes de rénovation par étapes existants,
- Ainsi qu'un **guide destiné aux collectivités**, pour les accompagner dans le déploiement de la méthodologie.

Ce programme est amené à se poursuivre avec l'expérimentation sur trois territoires de la méthodologie (Région Normandie, Région Bourgogne Franche Comté & Bordeaux Métropole).

ABSTRACT

The French low carbon national strategy aims at renovating the whole building stock by 2050 at the energy consumption level so called low consumption buildings (“Bâtiment Basse Consommation”, or BBC). An increase of the amount of quality energy-efficient renovation is required to reach this target.

Global renovation made at once on the entire building (from the ground to the roof, considering the energy systems) remains rare. Nowadays, 90% of energy-efficient renovations correspond to immediate and required needs such as the replacement of furnaces. Currently made gesture by gesture for organizational, economical or technical reasons, they are not compatible with reaching the BBC performance objectives by 2050.

To combine quality with quantity, Pouget Consultants, Effinergie and Eireno have worked for 3 years with the French agency for ecological transition (ADEME), several experts, institutional stakeholders and about fifteen local authorities representative of the French territory, to propose a national methodology of step by step performant renovations, the so called B2C2 methodology or step by step BBC.

This methodology is mainly addressed to local authorities proposing financial assistance and support to housing owners (individual houses or housing in small collective ownership). Inspired from field experience of existing support mechanisms, it ensures an increase of performant renovations through steps planning.

The global vision of the renovation project proposed by this methodology reassures households, contracting authorities, subsidizers and insurers. All the steps of the renovation works are defined from the beginning of the project, with a long-term planning. It allows avoiding technical problems (such as the appearance of moisture) through to the good management of interfaces between the different parts of the building, which is essential for a performant renovation.

Local authorities can properly adapt the size of their financial assistance and make coherent the different phases of the renovation stakeholders. Finally, institutional stakeholders can reach their objective by accelerating the amount of performant renovations.

The methodology is based on several tools:

- An organization chart, to understand quickly the main phases of a renovations project made step by step.
- Eight technical principles, to secure and properly implement the steps, especially the first step which is focused on the building envelope.
- An online analysis tool, to easily program all the renovation work, and which can be used by advisers from the FAIRE network.
- A web page, to make the inventory of the existing step-by-step-renovations programs.
- A guide book for local authorities, to help them develop the methodology.

This development of this program will carry on with an experimentation made in 3 territories (Région Normandie, Région Bourgogne Franche Comté & Bordeaux Métropole).

1. Contexte du projet

Alors que le secteur du bâtiment représente 45% de la consommation énergie finale et 27% des émissions de gaz à effet de serre, le gouvernement a présenté, en avril 2018, le Plan de Rénovation Énergétique des Bâtiments. Il a pour vocation de proposer la feuille de route de la politique des prochaines années en matière de rénovation énergétique. Il s'inscrit dans la continuité de la loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) du 17 août 2015 qui avait fixé notamment comme objectifs :

- De réduire de 40% les émissions de gaz à effet de serre en 2030 par rapport à 1990 ;
- De rénover l'ensemble des bâtiments en fonction des normes « bâtiment basse consommation » à l'horizon 2050 ;
- De rénover 500 000 logements par an à compter de 2017 ;
- De réduire de 15% la précarité énergétique d'ici 2020.

De plus, la stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), qui est inscrite dans le projet de loi Énergie-Climat en juin 2019, fixe un nouvel objectif pour la France afin d'accélérer la lutte contre le changement climatique : l'atteinte de la neutralité carbone en France en 2050.

Le Plan de relance et les échanges de la Convention Citoyenne pour le Climat met également en avant la problématique de la rénovation énergétique performante.

1.1. Des solutions complémentaires pour un objectif de massification

Ce plan confirme ainsi l'objectif d'un parc de bâtiments rénovés au niveau Bâtiment Basse Consommation (BBC rénovation) d'ici 2050. Force est de constater que la dynamique actuelle de rénovation n'est pas suffisante à l'atteinte de ces objectifs. En effet, bien que la rénovation énergétique globale demeure le meilleur moyen technique d'atteindre un objectif de performance réelle après les travaux de rénovation, seulement 45 000 rénovations de ce type sont comptabilisées par an, dont 30 000 dans le cadre du label BBC-Effinergie Rénovation (source Observatoire BBC), soit des chiffres bien en deçà des objectifs. Une part importante des rénovations globales est réalisée par les bailleurs sociaux, et ces rénovations globales s'observent presque exclusivement sur les projets de logements collectifs, seulement 3780 maisons individuelles ayant été rénovées avec un niveau à minima BBC Effinergie rénovation en une décennie¹. Depuis le lancement des labels BBC-Effinergie rénovation et Effinergie rénovation en 2009, plus de 223 300 logements sont en cours de certification. Ils se répartissent sur 3 019 opérations sur l'ensemble du territoire national. 86% du marché de la rénovation basse consommation en secteur résidentiel est porté par la rénovation de programmes de logements collectifs. En effet, 97,5% des logements rénovés à basse consommation sont des logements collectifs².

Financièrement, un renforcement des dispositifs d'aides et subventions doit être engagé pour soutenir ces rénovations. De nombreuses initiatives ont été lancées en ce sens. Citons tout d'abord le label BBC-Effinergie Rénovation, repris au sein de dispositifs régionaux qui soutiennent le déploiement de ces rénovations globales depuis 2009. On ne peut qu'encourager également les démarches en rupture, qu'elles soient financières ou techniques, notamment portées par les Sociétés de Tiers Financement ou encore les programmes techniques offrant des solutions innovantes de rénovations globales performantes.

La rénovation globale tire le marché de la rénovation vers le haut, tant par la qualité des rénovations que par les performances atteintes et la montée en compétence des professionnels. Néanmoins, les particuliers privilégient largement, et pour un certain nombre de raisons, la rénovation par étapes :

- Freins financiers : Une rénovation globale reste moins chère (comparée à la somme des phases d'une rénovation par étapes) mais l'investissement initial et la lourdeur des travaux ne favorise pas le passage à l'action des ménages. Au sein des copropriétés, les situations financières et sociales différentes entre les ménages peuvent également représenter un frein important au déclenchement des travaux de rénovation.
- Freins techniques : les composants du bâtiment ont des durées de vie ou des états de vétusté différents et certains ont pu être rénovés récemment. Une rénovation simultanée de l'ensemble des lots est donc rarement la réponse au projet des maîtres d'ouvrages. En outre, l'acte de rénovation est enclenché lors de moments de vie clés (transaction immobilière, agrandissement familial...) et le projet est souvent partiel et ciblé (en réponse à un besoin urgent : agrandissement, rénovation d'une pièce). Aussi, il est important de réfléchir dès à présent à une solution complémentaire à la rénovation globale qui permet d'encadrer les rénovations ne pouvant se faire en une fois.

¹ « Panorama des dispositifs existants de rénovation performante de maisons individuelles » Appel à projet Recherche « Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020 » Perf in Mind

² Source tableau de bord de l'Observatoire BBC – 2^{ème} trimestre 2020

1.2. Des rénovations par étapes nombreuses mais trop peu qualitatives

En considérant un taux de renouvellement du parc de 1 % (construction neuve) par an, l'intégralité des lots « enveloppe et équipements » des bâtiments construits avant 2000 nécessite d'être traité d'ici 2050 pour atteindre le niveau BBC-rénovation sur l'ensemble du parc³. Cela correspond à 3,9 millions de lots à traiter par an en considérant 5 à 77 lots par bâtiment en fonction du potentiel de rénovation (bâtiments protégés, terre-plein non isolable). En comparaison, 14,1 millions de gestes de rénovation ont été réalisés sur les maisons individuelles sur la période 2014-2016 (TREMI 2017), soit en première approximation, 4,7 millions de gestes par an.

La difficulté n'est alors pas tant liée au nombre de rénovations, mais plutôt à la difficulté :

- D'améliorer la qualité, notamment vis-à-vis du traitement des interfaces entre les lots pour ne pas générer de pathologie, ne pas dégrader le confort ni la performance ;
- D'augmenter le nombre de lots traités sur une étape de rénovation ;
- D'effectuer un meilleur suivi des rénovations par étapes dans le temps ;
- De minimiser le risque que la dernière étape ne soit jamais faite pour des raisons techniques (dans le cas où casser un élément soit nécessaire pour gérer l'interface), humaines (lassitude due à la nuisance des travaux) ou financières (travaux non rentables ou non finançables)
- Des artisans à proposer une approche globale, chacun proposant des travaux dans son domaine d'activité

1.3. Les collectivités territoriales, un acteur majeur de la rénovation énergétique

Les collectivités territoriales, de par leur vision globale du territoire, sont en capacité d'actionner des leviers importants de la rénovation énergétique et en constituent même des acteurs majeurs, et ce, sur plusieurs plans :

- **Technique** : accompagnement des particuliers et mise en lien avec des entreprises certifiées, opérant sur le territoire concerné.
- **Économique** : coordination des actions économiques en faveur de la rénovation énergétique – modalités d'attribution des chantiers et démarche qualité attendue.
- **Communication** : ils sont en capacité de diffuser sur tout le territoire les bonnes pratiques, les cahiers de solutions techniques, etc.

Certaines collectivités ont déjà enclenché la réflexion sur ces différents points mais les actions sont éparpillées, les réflexions énergétiques sont multiples et variées (selon les politiques et conditions climatiques locales, les caractéristiques architecturales) et de nombreuses collectivités territoriales n'ont pas nécessairement à disposition les éléments techniques qui peuvent les aider à mieux construire les modalités d'aides financières et accompagnement, à flécher les bénéficiaires, etc. Une base commune de travail s'avère donc plus que nécessaire.

D'autre part, le programme « Service d'Accompagnement à la Rénovation Énergétique » (SARE), piloté par l'Agence de la transition écologique (ADEME) et co-porté au niveau régional, vise la mise en œuvre d'actions d'information et d'accompagnement en faveur de la rénovation énergétique des logements et des petits locaux tertiaires privés, sur tout le territoire. La mise en œuvre de ce programme nécessite de s'appuyer sur des programmes et outils communs à l'échelle nationale, mais pouvant s'adapter au contexte du co porteur, comme par exemple la méthodologie B2C2.

1.4. Créer une méthodologie commune de rénovation « BBC par étapes » s'appuyant sur le «BBC Compatible»

Pour répondre à cet enjeu, une initiative autour du BBC Compatible et BBC par étapes a été entreprise par POUGET Consultants, Effinergie et Eireno, soutenue dans le cadre de l'Appel à Projet Recherche (APR) «Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020» de l'ADEME. Elle avait pour objectif de :

- Donner un cadre méthodologique nécessaire au déploiement des rénovations « BBC par étapes ».
- Harmoniser la définition de « BBC compatible ».

³ <http://www.pouget-consultants.eu/publication-commune-pouget-consultants-carbone-4-sur-les-conditions-de-renovation-pour-atteindre-les-objectifs-de-la-snbc/>

Ces deux concepts définis de manière précise en début de partie 3 sont fortement liés mais ne sont pas exclusifs. La méthodologie « BBC par étapes » doit notamment permettre de mieux prendre en compte le cycle de vie du bâtiment et ses besoins sans compromettre l'atteinte ultérieure d'un niveau de performance énergétique BBCBBC à terme. Elle doit donc s'appuyer sur la mise en œuvre de lots travaux « BBC Compatibles » mais cette définition n'est pas exclusive à la méthodologie.

Cette méthodologie nécessite une approche scientifique rigoureuse et complète puisqu'elle doit posséder, *in fine*, plusieurs dimensions :

- La méthodologie doit être **commune** à tous au niveau national : elle met en place une définition, aide à un suivi et une décision technique plus efficace, permet une meilleure orientation vers les aides travaux ;
- Elle doit posséder des **déclinaisons locales** : pour une bonne prise en compte des besoins et caractéristiques inhérents aux territoires ;
- Elle doit pouvoir **s'adapter** aux actions et programmes existants et être **progressive** : adaptabilité aux programmes régionaux et avec les aides à la précarité énergétique et aides ANAH ;
- Elle doit pouvoir être **partagée** avec tous les intervenants de l'acte de rénover : cela passe par les actions de formation, la montée en compétences des professionnels et la pérennité des emplois dans des entreprises locales ;

Ses résultats doivent pouvoir être mesurés et contrôlés sur des critères fiables et reproductibles.

1.5. L'organisation du projet

Pour valider l'ensemble des éléments produits dans le cadre de l'étude, le groupement s'est organisé avec 3 comités de validation aux rôles distincts :

- Un comité de pilotage ou COPIL qui valide les grandes orientations, les livrables...
- Un comité technique ou COTEC dont le rôle est la validation des éléments techniques produits pendant le projet
- Un club des Collectivités Territoriales à qui est destinée la méthodologie et qui valide l'ensemble des éléments proposés par le groupement.

Le **COPIL** était composé de :

- **Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)**
- **Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages**
- **Région Normandie**
- **Plan Bâtiment Durable**



Le **COTEC** était composé de :

- **Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)**
- **Agence Qualité Construction** - Association loi 1901 reconnue d'intérêt général, dont la vocation est la prévention des désordres et l'amélioration de la qualité de la construction.
- **Enertech** - Bureau d'étude fluides spécialisé dans les bâtiments performants. Enertech a apporté son expertise sur les enjeux de rénovation performante ;
- **Energies Demain** - Bureau d'études spécialisé dans la mise en œuvre opérationnelle des politiques publiques de réduction des consommations d'énergie et de lutte contre le changement climatique. Energies Demain est en particulier porteur d'une des solutions de passeport numérique pour le bâtiment, CaSBâ.



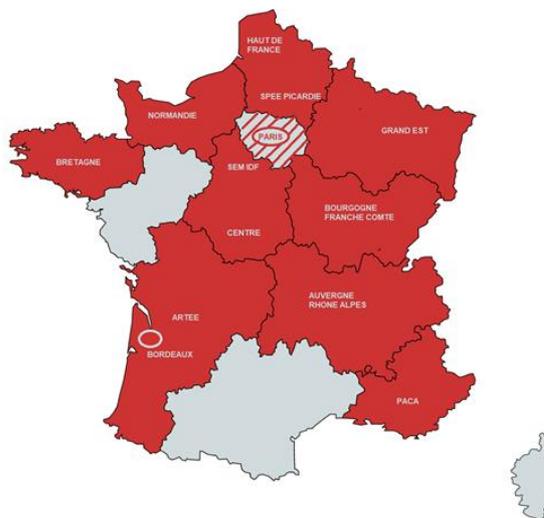
Prévenir les désordres,
améliorer la qualité
de la construction



Le **Club des collectivités Territoriales** a réuni en ateliers bi annuels 10 collectivités territoriales et 3 Sociétés de Tiers Financement pour alimenter et valider les éléments produits par le groupement.

Liste des participants :

- ARTEE
- Bordeaux Métropole
- Expérience P2E
- IDF Energies
- Région Auvergne Rhône Alpes
- Région Bourgogne Franche Comté
- Région Bretagne
- Région Centre
- Région Grand Est
- Région Haut de France
- Région Normandie
- Région PACA
- SPEE Picardie
- Ville de Paris



2. Recensement des initiatives « BBC par étapes »

Plusieurs collectivités territoriales ont déjà mis en œuvre des dispositifs visant à encadrer les rénovations par étapes. Ces dispositifs sont variés mais il est essentiel d'assoir la méthodologie développée dans le cadre de l'appel à projet sur les expériences existantes.

2.1. Etude préliminaire sur les dispositifs régionaux

Le Collectif Effinergie a mené une première étude sur le recensement et l'analyse comparative d'initiatives nationales et régionales qui ont proposé des alternatives à la rénovation globale. Cette étude a fait suite à des réflexions débutées depuis plusieurs années au sein de l'association. Elle a fait émerger une page internet dédiée au sujet sur le site Effinergie. Une première étude préliminaire a été menée grâce à une recherche bibliographique sur les dispositifs nationaux et régionaux puis à l'élaboration d'une grille d'entretien et à la tenue d'entretiens téléphoniques auprès des acteurs mettant en œuvre ces dispositifs. Ce sont ainsi 6 projets dédiés à la maison individuelle et 2 programmes centrés sur les logements collectifs sociaux qui ont été analysés :

- Le Passeport de l'Efficacité Énergétique ;
- Le projet « 123 rénovation » de la région PACA ;
- Le programme d'aide à la rénovation BBC par étapes des logements individuels « Effilogis » de la région Bourgogne Franche Comté ;
- Le « chèque éco-énergie Normandie » ;
- DOREMI et notamment le programme Oktave ;
- Le programme « Efficacité Énergétique des bâtiments – Rénovation globales ou BBC compatibles » de la Collectivité Territoriale de Corse ;
- La rénovation énergétique des logements sociaux en Région Grand Est ;
- L'éco rénovation en faveur du logement social public en Région Rhône Alpes.

Ces programmes présentent des constructions différentes mais également un objectif commun : l'atteinte d'un niveau BBC Rénovation en agissant sur le bâtiment en plusieurs étapes. Leurs différences se caractérisent sur plusieurs aspects :

- Périmètre ;
- Caractérisation de l'état initial ;
- Nombre d'étapes de travaux ;
- Définition de la notion "BBC compatibles" ;
- Accompagnement dans le temps ;
- Accompagnement financier.

Malgré ces différences, l'ambition commune de ces programmes et leurs points de convergences a permis d'initier les réflexions autour de la méthodologie commune. Cette analyse a également fait l'objet d'un rapport disponible sur le site internet du collectif Effinergie⁴. Dans le cadre, de l'APR, cette étude a été complétée par un recensement et une analyse des initiatives infrarégionales.

Au-delà de cette étude de recensement des initiatives, la mobilisation générale sur le sujet au niveau national a notamment donné lieu à l'Appel à Projet Recherche B2C2, objet de ce rapport et au groupe de travail du CeDRe (Centre de ressources pour les plateformes de la rénovation énergétique en Auvergne-Rhône-Alpes). Ce groupe de travail a permis, en réalisant un focus sur la rénovation « quasi-complète » ou par étapes de maisons individuelles d'étudier plusieurs thématiques en lien et, de mener une table ronde de restitution lors du Congrès National du Bâtiment Durable en octobre 2018.

2.2. Recensement des initiatives locales

Le recensement des initiatives locales s'est fait grâce au soutien de l'ADEME qui a permis la diffusion d'un sondage aux plateformes et Espaces Info Energie français. Les contacts et informations obtenues grâce à ce sondage ont été complétées par des investigations menées par Effinergie et ont ainsi permis à terme de valoriser 12 programmes liés à la rénovation par étapes au niveau infrarégional, ces programmes s'ajoutant donc à ceux recensés lors de l'étude au niveau national et régional.

4

https://www.effinergie.org/web/images/actualite/2018/B2C2/20181011_Rapport_R%C3%A9novation_par_%C3%A9tape_final.pdf

Les programmes, au niveau infrarégional, à ce jour valorisés sur le site Effinergie⁵ sont :

- Contrat de Pays et de Ruralité porté par le Syndicat Mixte du Pays Seine et Tilles,
- Point Réno porté par le Syndicat Mixte du Pays Seine et Tilles,
- RENOV+ par étapes et Thermologis porté par l'Espace Habitat Conseil du Grand Châlon
- Le Programme de Rénovation de lotissements pilotes porté par l'Espace Habitat Conseil du Grand Châlon
- La Plateforme TECH porté par la Communauté urbaine d'Alençon
- Ecoréno'v porté par l'ALEC de la Métropole de Lyon
- PTRE du Pays Lunévillois
- Mur|Mur 2 - Maisons individuelles porté par l'ALEC de la Métropole grenobloise
- Mur|Mur 2 - Logements collectifs porté par l'ALEC de la Métropole grenobloise
- Aide Réno' porté par le Pays Beaunois
- Réhab porté par le Pays Albigeois et des Bastides
- Regenero porté par Regenero

Les autres retours du sondage (au total au nombre de 28 auxquels s'ajoutent 5 programmes recensés par les recherches complémentaires d'Effinergie) :

- Ne recensaient pas de programme de rénovation par étapes, ou
- Orientaient vers des programmes régionaux déjà recensés,
- Le programme LEADER du Syndicat mixte du Pays Seine et Tille mettant en avant la rénovation globale a pu être intégré à la page du site internet Effinergie dédiée aux aides financières : <https://www.effinergie.org/web/les-aides-financieres> et
- Le programme PTRE du Réseau rénovation Communauté de communes du Pays de GEX a donné lieu en 2019 à la création du programme REGENERO, la page internet dédiée prend donc en considération cet élément.

Pour chaque contact, un entretien téléphonique a été mené afin de comprendre les tenants et aboutissants du programme au regard des enjeux de la rénovation par étapes, sur la base d'une grille d'entretien présentée en annexe 1. Ce questionnaire a pour base les conclusions de l'étude menée en amont sur les dispositifs nationaux et régionaux. En particulier, ces entretiens ont permis d'étudier :

- Le périmètre du programme ;
- La description du dispositif ;
- La méthode d'évaluation de l'état initial ;
- La définition du bouquet de travaux ;
- La phase suivie des travaux et accompagnement ;
- Le volet financier ;
- Les indicateurs du programme.

L'étude et la carte de France, initiées par Effinergie et mise en ligne sur le site internet du Collectif a ainsi été complétée par les programme infrarégionaux étudiés. La page internet mise en place est vouée à rester active et à pouvoir être mise à jour régulièrement.

2.3. Une page internet dédiée

Une page internet⁶ sur le site du collectif Effinergie présente une carte de France recensant les initiatives nationales, régionales et infrarégionales et donne accès au rapport de l'étude initiale.

⁵ <https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes>

⁶ <https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes>

Accueil >> BBC par étapes

BBC Par étape



Afin d'atteindre les objectifs fixés par la loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), il est indispensable d'accompagner la massification des rénovations basse consommation en France. Depuis la publication du label Effinergie rénovation en 2009, l'association Effinergie estime que plus de 235 000 logements et 3,4 Millions de m² de tertiaire sont concernés par une rénovation basse consommation, dite globale ou en une étape, dans le cadre d'une certification ou d'appels à projets régionaux. Cependant, ce volume de rénovations basse consommation ne suffit pas pour converger vers les objectifs nationaux. Afin de trouver une alternative à la rénovation basse consommation réalisée en une étape, les notions de « **rénovation BBC par étapes** » et « **solutions BBC compatibles** » ont été testées dans des appels à projets régionaux, utilisées dans la littérature, et même reprises dans le Plan de Rénovation Énergétique du Bâtiment, sans pour autant avoir une vision claire et partagée de ces définitions.

L'objectif de cette étude est de présenter une analyse comparative des différents dispositifs de rénovation BBC par étapes existants et d'identifier les points de vigilance. La cartographie ci-dessous permet de consulter les différentes initiatives et d'avoir accès à l'ensemble de la documentation associée.

- [Télécharger l'étude complète](#)

Cartographie des initiatives



Base documentaire

- ▼ Préconisations mises en œuvre
- ▼ Etudes sur la caractérisation du bâti par typologies

Conditions Générales d'Utilisation | Gestion de la marque | Contact

Cette carte permet, outre la visualisation du périmètre géographique de chaque programme, d'accéder au détail de celui-ci. Une fiche a effectivement été générée pour chaque programme. Elle met en avant le nom du programme, son secteur géographique d'action et le(s) porteur(s) associé. La fiche détaillée donne également accès à plusieurs éléments de compréhension répertoriés suivant plusieurs volets définis comme suit :

- Schéma générique du programme et sa légende
- Descriptif du dispositif :
 - Type de bâtiment ciblé,
 - Famille de bâtiment - date de construction,
 - Cibles du programme
 - Argumentaire descriptif
- Caractérisation de l'état initial
 - Type
 - Personne le réalisant
 - Qualification nécessaire
- Bouquet de travaux
 - Moyen de définition
 - Exigences
 - Définition de la notion de BBC Compatible : exigences techniques et niveau d'exigence
- Accompagnement
 - Ordonnancement des travaux si existant
 - Outil de suivi dans le temps si existant

- Types d'accompagnement
- Volet financier
 - Type d'aide
 - Subvention travaux
 - Aides liées à la caractérisation de l'état initial
 - Aides liées aux travaux
- Indicateurs
 - Nombre de bâtiments concernés
- Contacts

Le schéma générique du programme, permet ainsi une comparaison plus aisée des différents programmes existant. Un exemple de fiche dédié à un programme est donné en annexe 2.

La page dédiée au BBC par étapes compte à présent 20 programmes d'encadrement des rénovations par étapes. Ces programmes étant assez récents, les dispositifs encadrent actuellement uniquement la première étape de travaux. Le projet d'expérimentation de la méthodologie B2C2 qui interviendra à partir du second semestre 2020 permettra, entre autres, de s'assurer des possibilités et méthodes de suivi et d'accompagnement des étapes suivantes de rénovation.

3. La méthodologie B2C2 pour encadrer les rénovations « BBC par étapes »

Le projet B2C2 vise à définir une méthodologie encadrant les dispositifs de rénovation « BBC par étapes ». Pour cela, le projet fait appel à deux concepts distincts dont il est important d'introduire les définitions ici : la rénovation BBC par étape et les travaux BBC Compatibles. Alors que ces notions créent toutes deux un lien avec le niveau « BBC Rénovation » tel que défini dans l'arrêté du 29 septembre 2009⁷, par abus de langage elles sont souvent assimilées, alors qu'elles n'ont pas la même signification. Ces deux définitions sont donc proposées par le groupement. Elles ont été validées par l'ensemble des membres qui accompagnait le projet.

- **La rénovation « BBC par étapes »** est associée à la définition d'une feuille de route avec une vision globale qui vise à terme le résultat BBC. Les travaux se réaliseront donc en plusieurs étapes, espacées dans le temps mais définies dès le début du projet. Afin d'éviter les impasses techniques ou économiques, la feuille de route doit inclure spécifiquement la manière dont doivent être traitées les interfaces à chaque étape de travaux, Elle doit également prévenir des difficultés potentielles de traitement des interfaces entre des lots n'ayant pas lieu à la même étape de travaux et indiquer si cela est possible les moyens de traitement de ces interfaces. La méthodologie décrite à partir du paragraphe 3.1 décrit les principes d'une telle rénovation « BBC par étapes ».

- **Les travaux « BBC compatibles »** La notion de travaux « BBC Compatibles » est associée à chaque lot de travaux (murs, toiture, ventilation...). Elle a été définie pour que le niveau d'exigence pour chaque lot soit en adéquation avec l'obtention du niveau BBC Rénovation une fois l'ensemble des travaux réalisés. Cette définition est valable que les travaux soient faits en une ou plusieurs étapes. En effet, la notion de travaux « BBC Compatibles » n'est à la fois, pas assimilable à une rénovation « BBC par étapes et, dans le même temps, pas uniquement utilisée dans le contexte de la rénovation par étapes. Elle peut être utilisée aussi en cas de rénovation globale. Enfin, la notion de travaux « BBC Compatibles » ne se limite pas au respect d'une exigence technique à atteindre, i.e. une exigence de résultats (exemples : une résistance de parois, une épaisseur d'isolant). Elle traduit une exigence de moyens (exemples : mettre en place un pare vapeur, nommer un pilote du traitement de l'étanchéité à l'air. L'utilisation de lots travaux BBC Compatibles ne suffit pas pour assurer l'atteinte d'une rénovation BBC. Il est nécessaire de prendre en compte le traitement des interfaces ou interactions afin d'éviter les impasses techniques ou économiques. Une définition complète du BBC Compatible est proposée dans ce rapport au paragraphe 3.2.2.

La méthodologie objet du présent projet, vise donc à encadrer les rénovations « BBC par étapes ». Cependant, pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'appliquer aux différents lots de travaux des solutions « BBC Compatibles ».

3.1. Principes pour encadrer les rénovations « BBC par étapes »

Pour atteindre cet objectif, plusieurs principes méthodologiques ont été définis, sur la base notamment de l'étude de recensement des initiatives. Ils permettent d'encadrer la définition d'un programme de travaux « BBC par étapes ».

- **Une enveloppe rénovée et des équipements performants**

Au-delà de la définition du logement BBC mise en place initialement par le Collectif Effinergie puis nationalement officialisée par l'arrêté du 29 septembre 2009, la notion de BBC Compatible considère que l'ensemble des lots concourant à l'efficacité énergétique (enveloppe et équipements) pouvant être rénovés le sont. La méthodologie définie plus loin peut amener à simplifier la démarche par rapport à celle réalisée dans le cadre d'une rénovation globale classique. Il est donc nécessaire de considérer un programme de travaux qui ne néglige aucun gisement et apporte, malgré son apparente simplification, un niveau de performance au moins égal.

- **Une planification des travaux sur le long terme pour éviter des erreurs à court terme**

Le point essentiel de la définition d'une rénovation « BBC par étapes » est la planification d'un programme de travaux global, ne se limitant pas à un premier bouquet de travaux. L'évaluation du projet doit permettre à terme

⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021089668&categorieLien=id>

d'arriver au niveau BBC et celle-ci se définit dès la conception du projet de réhabilitation. Ainsi toutes les étapes de travaux sont connues en amont du début du chantier. L'objectif final est alors assuré d'être atteint après réception des étapes de travaux prévues : il n'y a pas de perte de gisement d'économie d'énergie à déplorer, les niveaux de performance des différents lots sont jugés au regard de l'objectif final à atteindre et le traitement des interactions et interactions entre lots planifié dès le début des travaux. L'évaluation technique et financière du projet doit permettre d'éviter les impasses de rénovation.

- **Pas de dégradation carbone après la rénovation**

Les objectifs nationaux s'expriment aujourd'hui en réduction des consommations et en réduction carbone. Au-delà de l'aspect énergétique, la rénovation des bâtiments, déjà vertueuse en termes de carbone par rapport à une reconstruction, doit assurer une diminution des émissions de gaz à effet de serre en exploitation après rénovation.

- **Une méthodologie en trois étapes de travaux maximum**

La rénovation « BBC par étapes » n'est cohérente qu'à partir du moment où elle s'inscrit dans un programme de travaux à la temporalité limitée. Au-delà de question de la temporalité, il est essentiel de regrouper au maximum les lots de travaux pour traiter au mieux les interfaces entre lots et ainsi s'assurer de l'atteinte de la performance attendue, et limiter les dérangements pour les usagers. Ce programme doit donc prendre en compte un nombre limité d'étapes de travaux pour être efficient. L'analyse des dispositifs montre une limitation généralement à deux² ou trois³ étapes de travaux. Un maximum de trois étapes est acté dans la définition d'une rénovation « BBC par étapes », une étape de travaux étant un nombre de lots travaux réalisés simultanément.

- **Une première étape priorisant l'enveloppe**

La première étape de travaux est la base du projet et se doit de prioriser des éléments considérés comme prépondérant pour l'efficacité énergétique et la diminution des risques de pathologie. Elle peut être espacée de plusieurs années de la deuxième étape. Grâce au retour d'expérience des projets de rénovation globale et des programmes de rénovation par étapes existants, il est acté que cette première étape doit remplir les objectifs suivants :

- **Prioriser l'enveloppe avec deux² lots « enveloppe » et le lot « ventilation »**
- ou
- **Permettre un gain sur les consommations énergétiques primaires d'au moins 40%**

L'étude sur les dispositifs existant en effet a montré que ces deux exigences coexistent mais ne sont pas mises en place conjointement. Actuellement, aucune collectivité n'a à la fois d'exigence de moyen aussi forte que celle définie ici (deux² lots enveloppe et ventilation) et d'exigence de résultats (gain énergétique) pour la première étape de travaux. Il a donc été décidé de conserver la possibilité d'avoir une seule des deux exigences pour inclure ces dispositifs. Cependant, l'objectif est bien la montée en compétence de ces dispositifs et l'expérimentation visera à amener les collectivités à évoluer pour mieux encadrer la définition de cette étape de travaux. Une double exigence sur l'enveloppe et les gains énergétiques sécuriserait et permettrait d'éviter un programme de travaux menant à des impasses de rénovation. Dans tous les cas, l'enveloppe doit donc être privilégiée sur cette première étape, même si le dispositif n'évalue la première étape que selon la variable comme un gain énergétique. De même, il est fortement recommandé d'inclure la ventilation ou a minima son contrôle si une VMC est déjà installée sur la première étape de travaux.

Pour les nouveaux programmes se basant sur la méthodologie, la mise en place des deux objectifs ou a minima de l'exigence de moyen est préconisée.

- **Des niveaux d'exigence unitaires**

La réalisation d'étapes de travaux en phase avec l'objectif énergétique doit en outre être complétée d'exigences sur les lots rénovés. Les travaux doivent donc être « BBC Compatible » et cela implique en particulier la mise en place de niveaux d'exigence unitaires. Ces niveaux ont été déterminés pour compenser le risque de perte de performance liée à la rénovation par étapes et de limiter les pertes de gisement sur une rénovation par étapes. Ces niveaux permettent donc de cadrer des performances pour chaque lot de travaux et de sécuriser l'atteinte de l'objectif BBC à terme.

- **Préconisation d'étapes de travaux limitant le risque pathologique pour le bâtiment**

Les travaux par étapes sont un facteur supplémentaire de risque de pathologie notamment au niveau des interfaces entre les différents lots. Le projet développé ici a pris à cœur de considérer ce problème et de permettre la préconisation d'étapes travaux limitant le risque de pathologies avec un bon traitement des interactions et interfaces planifié dès la conception de la feuille de route.

- **L'étanchéité à l'air embarquée à toutes les étapes**

L'étanchéité à l'air fait également partie des éléments à considérer. Deux sujets sont présents :

- Le niveau de perméabilité à l'air de l'enveloppe qui est un facteur de performance énergétique non négligeable apparaissant dans certaines des recommandations de travaux BBC Compatibles et surtout dans la gestion des interfaces entre lots ;
- La migration de la vapeur d'eau qui, mal gérée, sera un facteur de pathologie important. De mauvais choix peuvent entraîner des pathologies pour les parois.

La notion d'étanchéité à l'air doit ainsi être embarquée à chacune des étapes de la réhabilitation. Chaque étape doit donc être composée :

- d'un certain nombre de postes de travaux dont l'étanchéité à l'air est traitée en partie courante
- du traitement de toutes les interfaces avec les postes réalisés
- de l'anticipation de toutes les interfaces traitées ultérieurement, comme le prévoit la feuille de route

- **Des ponts thermiques systématiquement traités.**

L'atteinte du niveau BBC Rénovation ne peut être obtenue sans un traitement des ponts thermiques de liaison et intégrés. La feuille de route doit donc intégrer ces éléments par :

- Une préconisation sur la manière de traiter les ponts thermiques entre les lots réalisés à la même étape de travaux.
- Des exigences unitaires exprimées en résistance thermique additionnelle intégrant les ponts thermiques structurels.
- L'utilisation des préconisations du rapport « La rénovation performante par étapes - Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC ou équivalent à terme en logement individuel » du bureau d'étude ENERTECH et de DOREMIXX » pour le traitement des interfaces entre lots réalisés à des étapes de travaux différées.

L'évaluation financière du projet n'a pas été intégrée à la méthodologie car les collectivités territoriales et les acteurs territoriaux possèdent les outils adaptés et chaque projet sera différent. La méthodologie encadre l'investissement en préconisant une première étape priorisant les lots de l'enveloppe et donc potentiellement les travaux les plus lourds. Cependant, il sera nécessaire de réaliser une évaluation économique avec un plan de financement pluriannuel du programme de travaux, incluant les aides mobilisables par le particulier ou la copropriété. Le plan de financement doit ainsi s'assurer que l'ensemble des étapes est finançable et qu'aucune impasse financière n'est créée.

Les éléments ont été validés par la majorité des acteurs, sans recueillir l'unanimité, certains préconisant dans tous les cas une première étape composée de deux lots enveloppe et ventilation en complémentarité de l'exigence de résultat de 40 % d'économie d'énergie.

3.2. Méthodologie pour l'encadrement des dispositifs d'accompagnement des rénovations BBC par étapes

3.2.1. Méthodologie générale

La méthodologie définie ici vise à encadrer les rénovations BBC par étapes en y apportant une définition nationale. Elle spécifie les jalons, contrôles et méthodes de détermination des travaux à réaliser pour s'assurer que chaque étape de travaux, et en particulier la première étape, permette l'atteinte à terme du niveau BBC Rénovation.

Cette méthodologie a donc été construite sur la base des programmes nationaux, régionaux et locaux et a été validée par les différents comités du projet et en particulier le Club des Collectivités Territoriales. Des exemples d'adéquation entre la méthodologie créée et des programmes régionaux existants sont présentés en annexe 4.

Le constat fait apparaître une étape importante, pour tout projet et avant tout travaux. Il est alors nécessaire de comprendre le projet de rénovation par l'état actuel du bâtiment et la visualisation de l'objectif final de la réhabilitation. Cette étape de conception du projet de réhabilitation va ainsi comprendre la compréhension de l'état initial avant d'établir les travaux à appliquer. C'est la **conception de la feuille de route**.

La conception de cette feuille de route peut être définie de deux manières différentes :

- Une **conception poussée** avec l'intervention d'une expertise : dans ce premier cas, la définition de la feuille de route doit répondre aux exigences d'un audit suivant les critères de l'Arrêté du 30 décembre 2017⁸ pour les maisons individuelles (soit, entre autres, une visite sur site, étude thermique et propositions de scénarii de travaux) et petites copropriétés ou d'un DTG pour les copropriétés. Dans le cas des maisons individuelles, les auditeurs doivent respecter les critères du Décret n° 2018-416 du 30 mai 2018. Dans ce cas, l'ensemble des principes d'une rénovation par étapes, tels que définis au paragraphe 3.1, doivent être respectés dans les recommandations de l'auditeur. L'ordonnancement des travaux, à la charge de l'auditeur, est adapté au projet de rénovation selon son expertise et selon le bâtiment. Les solutions BBC Compatibles sont des recommandations à prendre en compte autant que possible par l'auditeur dans la définition de la feuille de route, et ce tant sur l'aspect technique que sur les niveaux d'exigence. Les préconisations sur le traitement des interfaces et interactions entre lots doivent être menées avec une réflexion pour éviter les impasses techniques et économiques. Les audits doivent aussi s'adapter à la rénovation par étapes, notamment dans le calcul des gains énergétiques. Cela passe donc par la préconisation du traitement des ponts thermiques entre les différentes étapes de travaux ou par l'utilisation de valeurs de coefficients de déperditions linéiques adaptés si l'expert considère que le pont thermique ne pourra pas être traité correctement en rénovation par étapes. A ce titre, un catalogue des ponts thermiques adapté à la rénovation par étapes pourrait permettre de s'assurer de la bonne prise en compte de ceux-ci. Le programme B2C2 XP s'attachera à définir celui-ci, l'outil d'analyse en ligne est donc à utiliser.
- Une **conception simplifiée**, sans forcément d'intervention d'une expertise technique : ce diagnostic est réalisé par un opérateur ou une entreprise (espace FAIRE, entreprise de travaux...). Il amène à un diagnostic ou à l'utilisation de typologies. Dans le cas d'une conception simplifiée, les recommandations travaux doivent suivre l'ensemble des recommandations de l'outil d'analyse définies plus loin. Les niveaux d'exigence sur les travaux d'enveloppe doivent être respectés et associés à des systèmes énergétiques pour lesquels l'atteinte du niveau BBC Rénovation a été vérifiée (voir paragraphe 3.2.2.3). L'ordonnancement des travaux doit respecter les grands principes définis au chapitre 3.1 et il est fortement recommandé aux utilisateurs la prise en compte de l'ordonnancement prédéfini dans l'approche typologique (voir chapitre 3.2.4).

Une évaluation économique du projet de rénovation dans sa globalité doit être proposée au maître d'ouvrage, avec la réalisation d'un plan de financement pluriannuel du programme de travaux, incluant les aides mobilisables à chaque étape de travaux. La question de la pérennité des aides est donc essentielle pour donner au maître d'ouvrage une bonne visibilité sur son projet.

Une fois ces étapes travaillées, la feuille de route du projet de réhabilitation est actée, les **travaux** peuvent démarrer avec une première étape telle que définie et validée précédemment.

A la fin de chacune des étapes de travaux le gisement d'économie d'énergie et le potentiel de rénovation est quantifié. S'il reste du gisement cela signifie que les étapes de travaux n'ont pas toutes été réalisées.

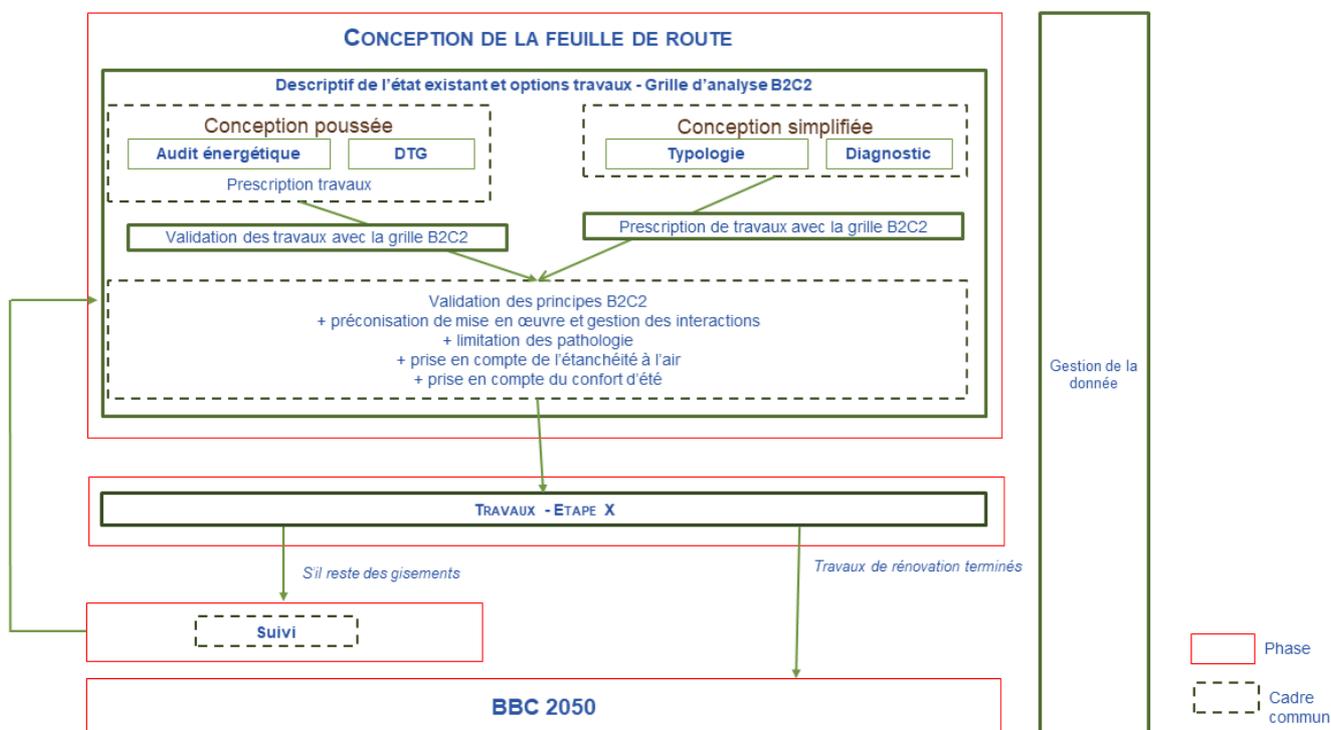
⁸ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000036342655&categorieLien=id>

La feuille de route du projet doit être mise à jour avec les travaux déjà effectués et servira de support aux futurs travaux. Une fois l'ensemble des étapes effectuées, les travaux de rénovation sont achevés et le projet a atteint le niveau d'efficacité énergétique souhaité, le plaçant ainsi en adéquation avec les objectifs nationaux à 2050.

Tout au long du projet une attention particulière est accordée à la gestion de la donnée qui va permettre de garder une connaissance précise des éléments du projet de sa conception à la dernière étape de travaux. Véritable carte d'identité du projet cette gestion permet de comprendre et retrouver la feuille de route initiale et ses différentes évolutions en fonction des étapes de travaux. Dans le cadre de la méthodologie il est important d'identifier l'outil de suivi et la personne en charge de ce suivi. Cette donnée doit être conservée par le porteur du programme, généralement la collectivité territoriale. La gestion de cette donnée pourrait particulièrement bien s'intégrer au carnet d'information du logement (ou carnet numérique).

Pour plus de lisibilité, la méthodologie a été traduite en organigramme présenté page suivante et en annexe 3 de ce rapport. Des exemples d'utilisation de la méthodologie sont présentés en annexe 8.

La méthodologie, inspirée des expériences terrains, a pu être validée dans le cadre de l'APR B2C2 par les COTEC et COFIL du projet mais également par les collectivités participant activement au projet, dans le cadre du Club des Collectivités. Elle exprime donc une méthodologie nationale qui permet à chacun des programmes existants et à venir de se retrouver dans cette définition.



3.2.2. Définition harmonisée du « BBC Compatibles »

Au-delà de la méthodologie, il est essentiel que l'ensemble des recommandations de la feuille de route, et donc des travaux, respectent les critères « BBC Compatibles ». Ces critères sont séparés en deux catégories :

- Préconisation techniques « BBC Compatibles » sur chaque lot travaux visant à limiter le risque pathologique et traiter l'étanchéité à l'air du lot concerné en partie courante ;
- Niveaux d'exigence unitaires.

La conception dite simplifiée de la feuille de route nécessite que les clés soient données à l'utilisateur de la méthode pour :

- Compléter les données techniques nécessaires à l'établissement de la liste des solutions BBC Compatibles
- Définir un ordonnancement de travaux vis-à-vis des enjeux énergétiques et de traitement de l'étanchéité à l'air.

L'ensemble des éléments du projet ont été intégrés dans un outil d'analyse accessible en ligne, qui peut être utilisé par tout acteur souhaitant appliquer la méthodologie et les critères définis dans ce projet.

3.2.2.1. Préconisation techniques « BBC Compatibles » sur chaque lot travaux

Au-delà de la définition d'un programme travaux basé sur les niveaux énergétiques, les solutions BBC Compatibles doivent limiter le risque pathologique, ainsi que traiter les ponts thermiques intégrés et l'étanchéité à l'air du bâti. L'outil d'analyse dédié est construit à partir d'une base de données de l'état existant de chaque lot. A partir de cette base de données, des logigrammes permettent de définir les solutions « BBC Compatibles ».

Les solutions « BBC Compatibles » ont été conçues pour fournir des solutions de rénovation sur chaque lot répondant à trois problématiques distinctes :

- **Risque pathologique** : La limitation du risque pathologique est essentielle dans une rénovation de manière générale, et spécifiquement pour une rénovation par étapes. Il est en effet important que les collectivités territoriales encadrent ce risque afin de prévenir des retours d'expérience négatifs, qui auraient un effet néfaste sur la santé des occupants, la massification des rénovations et la confiance des maîtres d'ouvrage envers les acteurs (Collectivités et professionnels). L'ensemble des solutions BBC Compatibles définies visent donc à limiter ce risque en partie courante et à proposer un traitement lorsque la pathologie est déjà présente, et ce en amont des travaux. Cet enjeu est d'autant plus important que le projet s'axe autour de la rénovation par étapes, facteur pouvant aggraver une situation déjà existante ou même en générer alors qu'aucune problématique n'existait alors. Ce phénomène peut être accentué lors d'une rénovation par étapes, car la gestion des interfaces peut être plus délicate à traiter, surtout si plusieurs années séparent les étapes et qu'un historique précis des travaux n'a pas été fait.
- **Etanchéité à l'air** : La prise en compte de l'étanchéité à l'air est, d'un point de vue énergétique, un des éléments clés de la réussite du projet de rénovation par étapes. Comme il sera démontré plus loin, un niveau cible exigeant peut être une condition de l'atteinte du niveau BBC Rénovation. La démarche « BBC par étapes » doit donc prendre en compte ce critère et les solutions BBC Compatibles doivent pouvoir répondre à cette problématique. Les solutions, de par la nature des travaux ou par les recommandations liées à la mise en œuvre, sont définies pour traiter de façon cohérente l'étanchéité à l'air.
- **Confort d'été** : Dans un contexte de multiplication des épisodes caniculaires, le confort d'été est devenu un enjeu majeur de rénovation pour les maîtres d'ouvrage. Il est donc essentiel que les solutions BBC Compatibles prennent en compte ce critère. Cet aspect a été pris en compte de manière partielle dans ce projet et sera complété avec le projet B2C2 XP.

Les solutions BBC Compatibles permettant de répondre à ces enjeux peuvent donc, dans certains cas, se montrer plus ambitieuses et contraignantes que les aides actuelles et les règles imposées actuellement pour chacun des lots (Normes DTU, CPT...). Au-delà de la définition d'exigences énergétiques pour chacun des lots enveloppe, les solutions BBC Compatibles doivent répondre à différentes règles techniques pour limiter le risque pathologique, traiter l'étanchéité et s'assurer d'un confort en toute saison. Il est en effet essentiel que les travaux financés par des dispositifs n'entraînent pas de malfaçons qui conduiraient les ménages à se limiter à une seule étape de travaux.

La description du bâtiment a été scindé en sept lots :

- Eléments du bâti
 - Murs
 - Planchers hauts
 - Planchers bas
 - Menuiseries

- Equipements
 - Ventilation
 - Chauffage
 - ECS

Pour chaque lot, les logigrammes sont décomposés en deux grandes parties :

- Les données permettant de caractériser l'état existant du bâtiment, qui renvoient à une base de données.
- Les éléments de prise de décision concernant le projet, permettant d'affiner les recommandations et d'établir les solutions BBC compatibles pertinentes vis-à-vis de l'état existant.

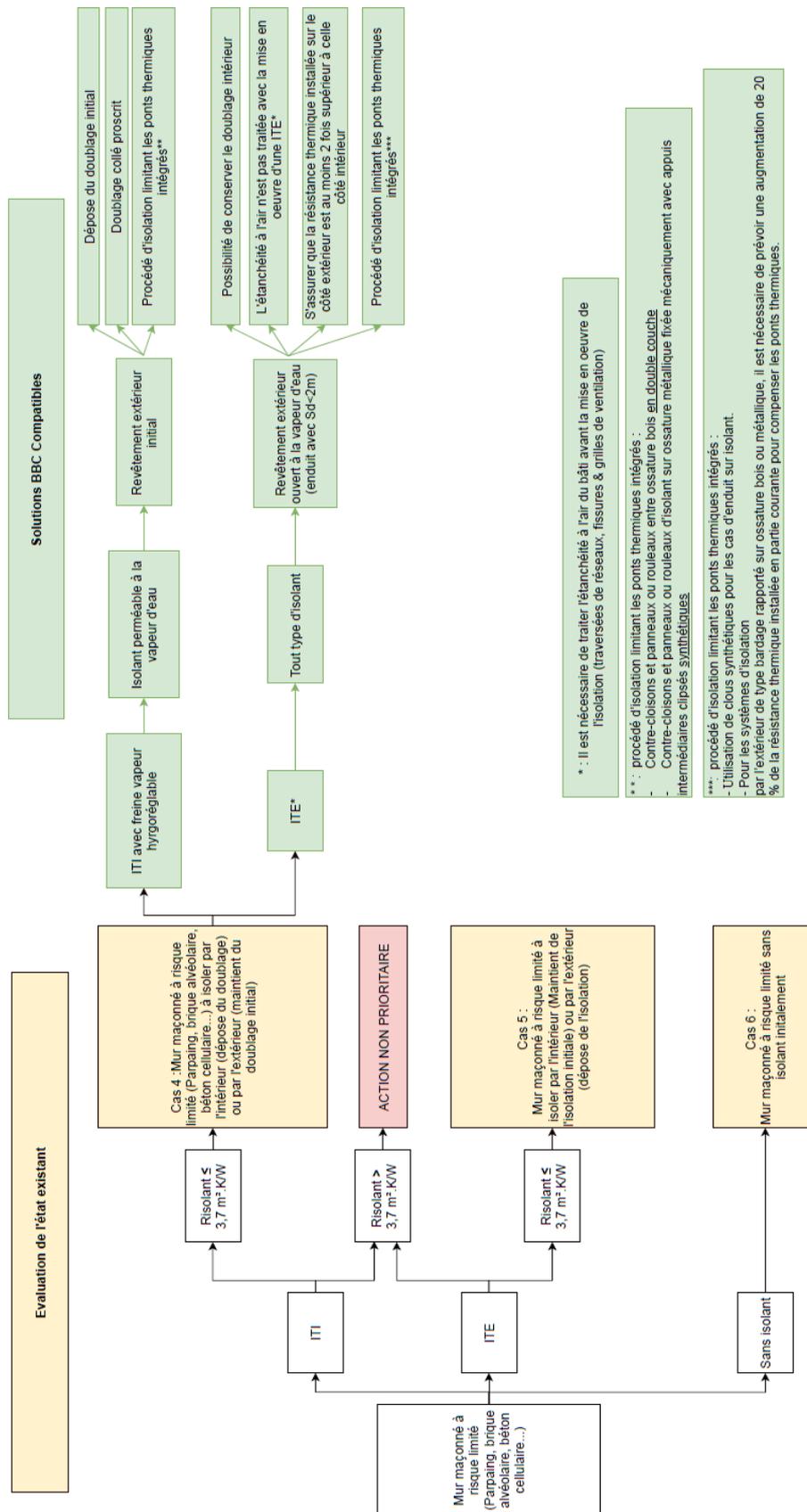
Un regroupement et une rationalisation des données d'entrées afin de simplifier au maximum l'utilisation de la méthode ont permis d'aboutir à une base qui comptabilise 27 données d'entrées se décomposant ainsi :

- Murs (4 données) :
 - Élément structurel principal de la paroi
 - Élément de finition extérieure
 - Caractéristique de l'isolation de la paroi
 - Présence et position le cas échéant : côté intérieur ou extérieur du mur
 - Performance de l'isolant
- Planchers hauts (6 données) :
 - Type : Rampants / Toiture terrasse / Plancher de combles perdus
 - Élément structurel principal de la paroi
 - Élément de finition intérieure
 - Élément de finition extérieure
 - Caractéristique de l'isolation de la paroi
 - Présence
 - Performance de l'isolant
- Planchers bas (4 données) :
 - Type de contact : Sol / Vide sanitaire non accessible / Vide sanitaire accessible ou sous-sol
 - Élément structurel principal de la paroi
 - Caractéristique de l'isolation de la paroi
 - Présence et le cas échéant, positionnée côté intérieur ou extérieur du mur
 - Performance de l'isolant
- Menuiseries (3 données) :
 - Type de pose
 - Performance globale de la menuiserie
 - Présence de protection solaire
- Ventilation (2 données) :
 - Type : Ouverture des fenêtres / Simple Flux Auto / etc.
 - Présence d'un système de chauffage ou ECS lié à la ventilation
- Chauffage (6 données) :
 - Production centralisée ou non
 - Age du système
 - Type de production
 - Type de régulation centrale
 - Type d'émetteur
 - Type de régulation terminale
- Eau Chaude Sanitaire (2 données) :
 - Indépendance ou pas vis-à-vis du système de chauffage
 - Type de production

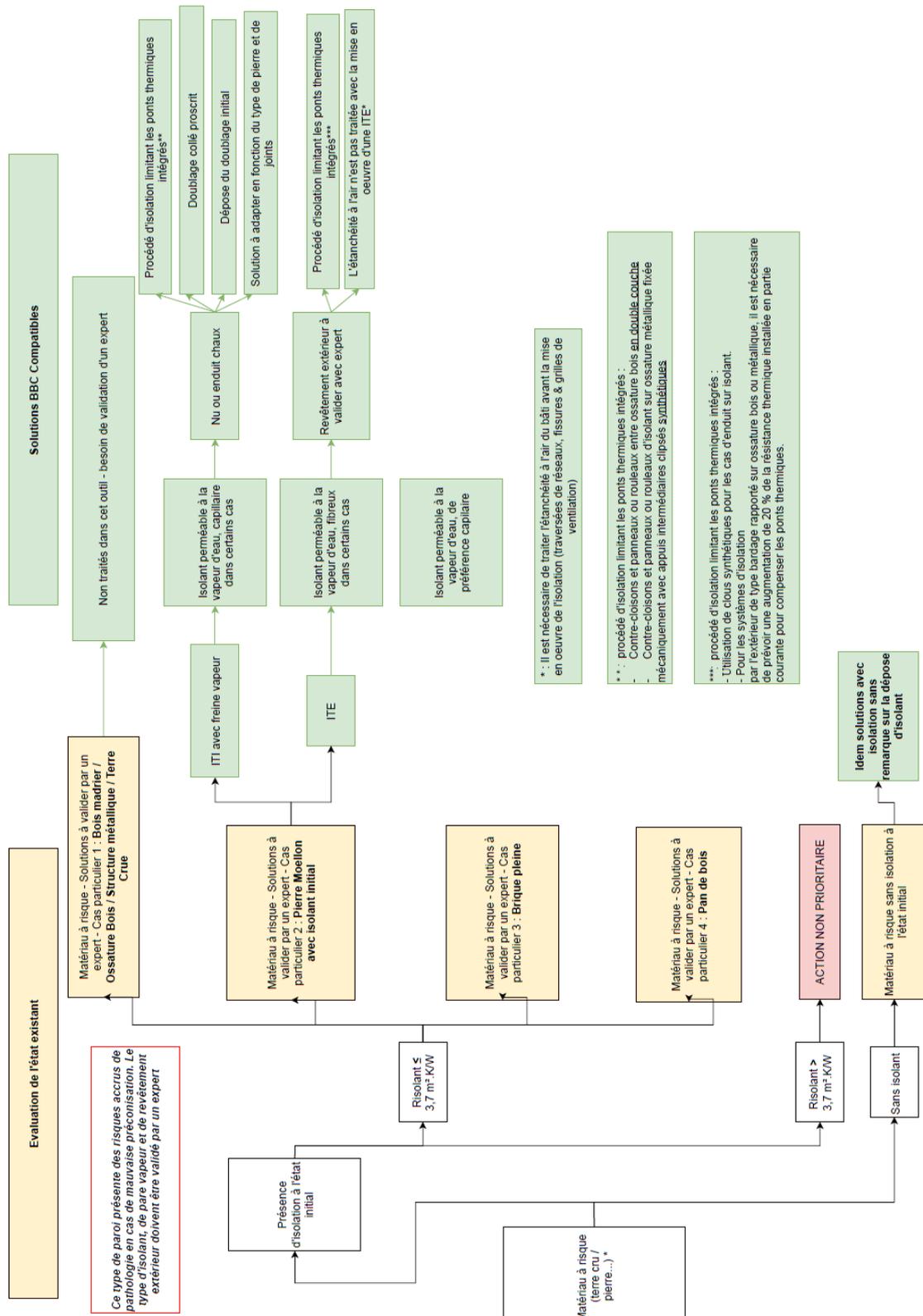
Cette base de données est évolutive et pourra s'étoffer avec les avancées des règles de l'art, ainsi que les spécificités des bâtiments de certains territoires.

Deux exemples de cheminement pour murs sont détaillés ci-après.

Le premier exemple présente le cas d'un mur en maçonnerie courante isolé par l'intérieur.



Le deuxième exemple présente le cas d'un mur en brique pleine non isolé. Cette configuration présente un risque de pathologie plus important. Les exigences BBC compatibles sont donc plus importantes et la solution préconisée au final devra faire l'objet d'une validation après visite d'un expert (artisan, maître d'œuvre...).



L'ensemble des logigrammes sont présentés en annexe 5.

3.2.2.2. Niveaux d'exigence unitaires

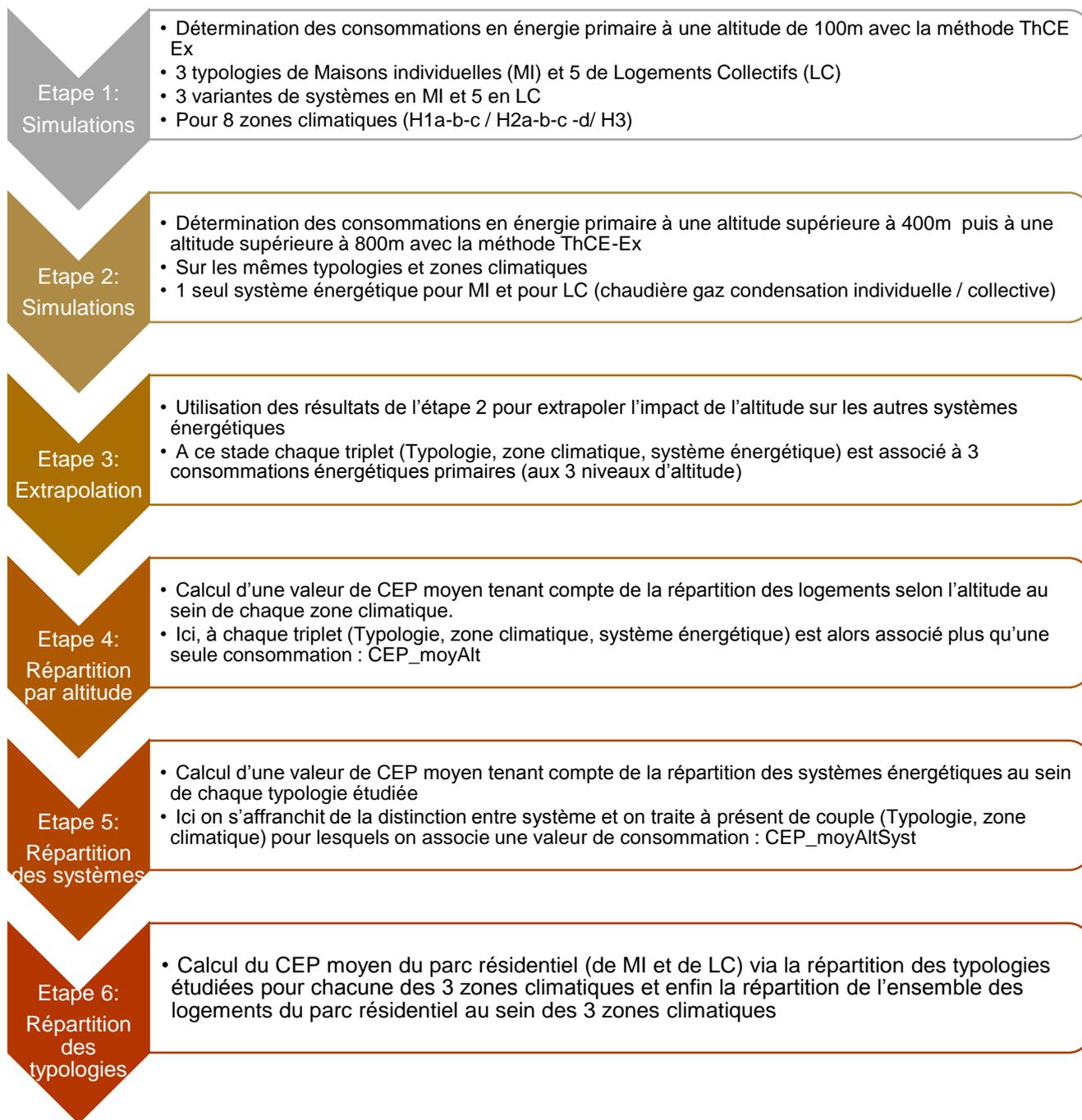
La mise en place de niveaux d'exigence unitaires est nécessaire pour s'assurer que les rénovations atteignent à terme l'objectif BBC. Contrairement au cas d'une rénovation globale pour laquelle l'ensemble des travaux sont réalisés à la même étape, le niveau énergétique ne sera sans doute pas évalué entre chaque étape de travaux. La définition en amont du programme est donc essentielle et cette définition doit s'accompagner de recommandations énergétiques sur tous les lots travaux. L'importance de la feuille de route est indéniable.

Les niveaux d'exigence définis dans le cadre de ce projet, comme étant compatibles avec le niveau BBC, sont utilisés de manière différente, en fonction de la méthode de définition de la feuille de route travaux :

- Pour la collectivité territoriale mettant en place un dispositif permettant un diagnostic simplifié (typologique par exemple), il est alors **nécessaire** d'utiliser les niveaux d'exigence unitaires pour chaque lot afin de s'assurer de l'atteinte du BBC à terme et que le gisement sur chaque lot n'est pas perdu. Cette recommandation pourrait aussi s'appliquer aux dispositifs d'aides nationaux. Les niveaux d'exigence sur l'enveloppe doivent alors être associés à une rénovation des systèmes énergétiques précise et détaillée. Cependant pour toute configuration qui s'écarte des limites d'utilisation des critères (système énergétique non pris en compte dans la méthode simplifiée, non isolation d'un lot ou partie de lot non considérée dans les contraintes, non-respect des recommandations de traitement des interfaces...), une évaluation énergétique, caractérisant une conception poussée de la feuille de route est nécessaire.
- Pour la collectivité territoriale mettant en place un dispositif avec une conception poussée de la feuille de route (Audit, DTG par exemple), les niveaux d'exigence unitaires définis ici **peuvent** alors être utilisés comme une exigence pour chacun des lots. Le choix est laissé à la collectivité territoriale d'associer cette exigence à l'exigence de résultats.

Les niveaux présentés ci-après sont définis sur la base de l'étude de l'observatoire BBC qui permet un retour d'expérience sur des projets labellisés BBC-Effinergie Rénovation ou issus d'appels à projets de Régions (<https://www.observatoirebbc.org/>) et ont fait l'objet d'échanges entre l'équipe projet et le COTEC pour être validés. Le processus de mise en place de ces niveaux et de leur validation a connu plusieurs grandes étapes décrites ci-dessous :

- L'étude met en avant notamment les niveaux moyens de l'ensemble des projets BBC Rénovation. Une différenciation suivant les usages, les zones climatiques, les altitudes et quelques spécificités (tel que le potentiel d'isolation d'une paroi), ont permis d'approfondir l'approche ;
- Pour prendre en compte les potentiels défauts de mise en œuvre dans le cas d'une rénovation par étapes (traitement de l'étanchéité à l'air, traitement des points singuliers), les performances ont été majorées par rapport aux moyennes ;
- Les niveaux définis sont différenciés en fonction :
 - Des zones climatiques ;
 - Du potentiel d'isolation du lot concerné. Ainsi, une différenciation est faite entre les différents types de planchers, les logements collectifs et maisons individuelles...
- Les propositions définies ont ensuite fait l'objet de modélisations avec le moteur de calcul ThCEex pour vérifier que le niveau BBC est atteint en moyenne pour le parc avec ces performances et que chaque configuration ne dépasse pas de manière importante le niveau BBC Rénovation (15% par rapport au niveau BBC Rénovation au maximum). Le logigramme suivant présente cette méthodologie et l'ensemble des résultats de l'étude est présentée en annexe 6.



Les simulations qui ont permis la validation de ces niveaux d'exigence ont été réalisées pour des systèmes énergétiques spécifiques (Chauffage, ECS et ventilation). L'utilisation des solutions BBC Compatibles dans le cadre d'une définition de feuille de route avec un diagnostic simplifié doit rester dans le cadre de ces systèmes énergétiques. Si d'autres systèmes énergétiques que ceux prévus ici devaient être mis en œuvre, la conception de la feuille de route devra alors être réalisée de façon poussée (avec Audit, DTG par exemple) afin de s'assurer de l'atteinte du niveau BBC Rénovation. Sont par exemple exclus de la démarche simplifiée les logements dont un des systèmes énergétiques suivants est maintenu ou installé à l'état rénové final est :

- Chauffage à effet joule couvrant 100 % des besoins
- PAC Air Air
- Ballon électrique individuel
- Chaudière fioul
- Autres systèmes avec des performances inférieures à celles préconisées.

Les simulations menées pour valider les différents niveaux de performance à atteindre ont notamment étudié l'impact de l'étanchéité à l'air dans une rénovation et l'impact sur les niveaux d'isolation. Les résultats montrent que de manière générale le niveau d'étanchéité à l'air par défaut de la réglementation (Q4 = 1,7 m³/m².h) permet

d'atteindre l'objectif du BBC en rénovation à la fin des travaux. L'utilisation de ce niveau par défaut peut ainsi permettre de ne pas se fixer d'objectif cible important mais l'étanchéité à l'air nécessite malgré tout d'être traitée. En effet, l'étanchéité à l'air moyenne mesurée des bâtiments à l'état existant est de 2,4 m³/m².h selon l'étude Exist'Air du CEREMA ⁹avec de très larges variations observées. L'atteinte de l'objectif est donc conditionnée à la réalisation d'une rénovation sur l'ensemble des lots de l'enveloppe avec des niveaux de rénovation « BBC Compatible », y compris le plancher bas, en intégrant le traitement des interfaces et interactions entre lots et le changement des systèmes de production de chauffage et de ventilation tel que détaillé plus loin.

Cependant, pour certaines configurations, un niveau d'étanchéité à l'air cible plus exigeant que le niveau par défaut peut être visé (configurations mises en avant ci-dessous). Dans ces cas, il est alors obligatoire d'intégrer un contrôle de l'objectif d'étanchéité à l'air après finalisation des travaux, voire après la réalisation de la première étape de travaux si les principaux postes de l'enveloppe ont été traités (voir chapitre 3.2.6). Ces cas particuliers sont :

- La non isolation d'un plancher bas sur terre-plein. Pour l'approche simplifiée, l'atteinte du niveau BBC est conditionnée à une diminution des déperditions par renouvellement d'air. D'autres solutions pourraient être envisagée (mise en place d'une ventilation double flux par exemple), mais elles nécessitent une évaluation énergétique précise au cas par cas et sortent donc de l'approche simplifiée.
- La mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur. Les niveaux d'exigences choisis pour la mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur sont inférieurs à ceux pour l'isolation par l'extérieur, suite à l'analyse des données de la base Effnergie. Pour compenser ces niveaux et le traitement des ponts thermiques moins performants généralement, un niveau d'étanchéité à l'air supérieur doit être visé. Ce niveau est détaillé plus loin.

Dans tous les cas une attention particulière est à porter sur l'étanchéité à l'air du bâti et la notion de migration de la vapeur d'eau et ce pour tout projet, comme exposé au paragraphe 3.1. Le respect de la méthodologie encadre ce point avec :

- o La feuille de route qui définit un programme travaux prenant en compte ce paramètre, que ce soit par une conception de la feuille de route poussée ou simplifiée, pour ordonnancer les étapes de travaux en fonction de lots liés ;
- o La prise en compte des recommandations de traitement des interfaces ;
- o Le renforcement des exigences grâce aux logigrammes de l'outil d'analyse par rapport à l'ensemble des solutions à disposition des entreprises et artisans pour la rénovation de certains lots.

Niveaux d'exigence pour la maison individuelle

Les tableaux ci-dessous présentent les niveaux d'exigence BBC Compatibles sur l'enveloppe pour les maisons individuelles. Les systèmes permettant d'utiliser ces niveaux d'exigence dans une approche simplifiée sont présentés après. Au-delà des exigences sur le niveau d'isolation, il est rappelé que les solutions BBC Compatibles doivent également respecter les préconisations techniques définies au paragraphe 3.2.1.

- **Parois verticales**

La résistance thermique, exprimée en m².K/W, minimale à ajouter pour le projet dépend du type d'isolation mis en œuvre et de la zone climatique

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|---|------|------|------|
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre lors d'une isolation par l'intérieur des murs (m ² .K/W) | 3,90 | 3,70 | 3,70 |
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre lors d'une isolation par l'extérieur des murs (m ² .K/W) | 4,40 | 4,40 | 4,00 |

Dans le cas de mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur, le projet « BBC par étapes » doit viser une perméabilité à l'air renforcée avec un objectif cible de Q4Pa-surf < 1,3 m³/ (m².h).

⁹ <https://www.cerema.fr/fr/actualites/campagne-mesures-permeabilite-air-logements-construits-2005> consulté le 12/11/2020

Prise en compte des coefficients de déperditions intégrés

La prise en compte des ponts thermiques structurels dans le calcul de l'épaisseur d'isolant est essentielle. A titre d'exemple, pour la mise en œuvre d'une isolation thermique par l'extérieur, il est essentiel d'intégrer le type de pose de l'isolant. A titre d'exemple, le tableau suivant présente la résistance thermique équivalente ajoutée pour une épaisseur d'isolant de 16 cm avec une conductivité thermique de 0,038 W/m.K ($R=4,2 \text{ m}^2\text{.K/W}$). Il est considéré une densité de clou de 10 par m^2 de paroi et une paroi de résistance thermique de $0,17 \text{ m}^2\text{.K/W}$ à l'état initial.

| Type de cheville | Clou en acier galvanisé fixé sur la paroi | Clou synthétique fixé sur la paroi |
|---|---|------------------------------------|
| Résistance thermique équivalente additionnelle en intégrant les ponts thermiques intégrés | 3,66 $\text{m}^2\text{.K/W}$ | 4,21 $\text{m}^2\text{.K/W}$ |

Ce résultat justifie l'intégration dans la grille des solutions BBC Compatible de l'obligation d'utilisation de clous synthétiques pour les cas d'enduit sur isolant.

Pour les systèmes d'isolation par l'extérieur de type bardage rapporté sur ossature bois ou métallique, il est nécessaire de prévoir une augmentation de 20 % de la résistance thermique installée en partie courante pour compenser les ponts thermiques.

De même pour une isolation par l'intérieur, il est intégré l'obligation de mettre en œuvre un procédé d'isolation limitant les ponts thermiques intégrés :

- Contre-cloisons et panneaux ou rouleaux entre ossature bois en double couche
- Contre-cloisons et panneaux ou rouleaux d'isolant sur ossature métallique fixée mécaniquement avec appuis intermédiaires clipsés synthétiques

Note : Le résultat obtenu dans le tableau précédent est difficilement accessible directement car issu d'un calcul du coefficient de déperdition surfacique U d'une paroi théorique auquel est ajouté la déperdition liée aux chevilles. Facilement intégrable lorsqu'un logiciel précis d'évaluation énergétique est utilisé, cette méthode de calcul exprimée à partir de Psi et de Khi est beaucoup moins adaptée pour une utilisation par un conseiller d'espace FAIRE ou une entreprise. Une simplification de la prise en compte des déperditions linéiques et ponctuelles intégrées en ΔR par exemple pourrait permettre de mieux sensibiliser sur l'importance de cette prise en compte et sur la validation des offres d'artisans vis-à-vis d'objectifs unitaires exprimés en résistance thermique additionnelle.

• Menuiseries

Les caractéristiques énergétiques des menuiseries sont exprimées par coefficient de déperdition surfacique U_w et sont en $W/(m^2.K)$. Elles dépendent de la zone climatique. Les exigences techniques du BBC Compatibles imposent également un classement d'étanchéité à l'air des menuiseries de type A*4 (voir annexe 6). La pose en rénovation est proscrite de l'approche simplifiée, les performances étant réduites, tant au niveau de la surface de vitrage que du traitement des ponts thermique au niveau du dormant. Le risque pathologique est également limité en encoffrant le dormant existant en bois dans un capot non perméable à la vapeur.

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|--|------|------|------|
| Coefficient U_w des menuiseries maximal à mettre en œuvre exprimé en $W/(m^2.K)$ | 1,30 | 1,30 | 1,50 |

• Planchers hauts

La résistance thermique, exprimée en $\text{m}^2\text{.K/W}$, minimale à ajouter pour le projet dépend du type de plancher et de la zone climatique.

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|---|------|------|------|
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des combles perdus ($\text{m}^2\text{.K/W}$) | 8,00 | 8,00 | 7,00 |

| | | | |
|--|------|------|------|
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des rampants (m².K/W) | 7,00 | 7,00 | 6,50 |
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des toitures terrasses (m².K/W) | 8,00 | 8,00 | 7,00 |

Ces écarts entre les différents types de planchers hauts sont principalement dus aux problématiques de terrain et notamment la diminution de la hauteur sous plancher pour les rampants.

- **Planchers bas**

La résistance thermique, exprimée en m².K/W, minimale à ajouter pour le projet dépend de la zone climatique.

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des planchers bas (m².K/W) | 4,0 | 4,0 | 4,0 |

L'isolation des planchers bas est à planifier pour tous les projets pour lesquels elle est techniquement réalisable. Cependant, pour certains projets sur terre-plein suivant les circonstances, il est très possible que ces travaux ne seront pas réalisés. Dans ces cas, pour compenser la perte d'isolation, les projets doivent viser une perméabilité à l'air renforcée avec un objectif cible de Q4Pa-surf < 1,3 m³/(m².h). Un test de perméabilité à l'air doit alors être planifié après l'achèvement des travaux sur l'enveloppe.

- **Systèmes de production de chauffage et d'ECS associés à ces niveaux pour la conception simplifiée**

La combinaison de certains systèmes énergétiques avec l'isolation des lots de l'enveloppe telle que définie précédemment permet l'atteinte d'un niveau BBC en moyenne. Dans ces cas, il est possible d'inscrire la définition de la feuille de route dans une approche simplifiée. Pour les maisons individuelles, les systèmes énergétiques permettant de s'intégrer dans une définition de la feuille de route simplifiée sont :

- Chaudière gaz à condensation pour la production de chauffage et d'ECS. L'efficacité énergétique saisonnière (η_s) de la chaudière, selon le règlement (EU) n°813/2013 de la commission du 2 août 2013, est supérieure ou égale à 90%. L'efficacité énergétique saisonnière prise en compte est celle de la chaudière seule pour les besoins de chauffage des locaux (hors dispositif de régulation).
- Système de production de chaleur utilisant la chaleur renouvelable pour l'ECS et/ou le chauffage (PAC, panneaux solaires...) avec une chaudière gaz à condensation en appoint. La chaudière doit respecter les exigences décrites dans le paragraphe précédent.
- Pompe à chaleur hybride. L'efficacité énergétique saisonnière (η_S) selon le règlement (EU) n° 813/2013 de la commission du 2 août 2013 est supérieure ou égale à 111 % pour la pompe à chaleur munie de son dispositif d'appoint (hors dispositif de régulation de la température).
- Chaudière biomasse bénéficiant du label « Flamme verte 7* »
- Appareil indépendant de chauffage au bois bénéficiant du label "Flamme verte 7*" couvrant les besoins d'au moins 70% de la surface habitable. L'appoint électrique doit être composé d'émetteur avec un coefficient CA < 0,10 K. La production d'ECS doit être réalisée avec un ballon thermodynamique dont le COP mesuré conformément aux conditions de la norme EN 16147 est supérieur à 2,5.
- Pompe à chaleur air / eau ou Eau / Eau pour la production de chauffage et d'ECS dont l'efficacité énergétique saisonnière (η_s) selon le règlement (EU) n° 813/2013 de la commission du 2 août 2013 est supérieure ou égale à :
 - 111% pour les PAC moyenne et haute température
 - 126% pour les PAC basse température
- Réseau de chaleur.

Dans tous les cas, un calorifugeage de classe 4 au minimum des réseaux hors volume chauffé doit être mis en œuvre. L'isolation des points singuliers du réseau de chauffage et d'ECS hors volume chauffé est également obligatoire avec une résistance thermique minimale installée de 1,5 m².K/W pour une température de 50 °C. Si le logement est équipé de radiateurs, ils doivent être équipés de robinets thermostatiques avec une variation temporelle maximale de 0,3 K. Dans les cas de planchers chauffants, des vannes de régulation doivent être mises en place.

La mise en œuvre d'autres systèmes énergétiques impose la définition d'une feuille de route travaux suivant une conception poussée (cf. paragraphe 3.1).

De manière générale, l'étape à laquelle est mis en place un nouveau système de chauffage dépend de sa plage de modulation de puissance, paramètre important afin d'assurer un bon rendement, y compris à basse puissance puisque les besoins sont extrêmement réduits dans une rénovation d'un niveau BBC. Le remplacement des systèmes de chauffage en début de parcours est à proscrire sous peine de surconsommation importante ou de devoir remplacer le système une seconde fois en fin de parcours. La modulation de puissance étant importante pour les chaudières gaz, cela permet leur mise en place durant la deuxième étape suite à une première étape de travaux. Pour les chaudières bois, fioul, les PAC, ou encore les poêles à bois, la plage de modulation est plus restreinte, il faudra les remplacer plutôt en fin de parcours. L'ensemble de ces éléments sont détaillés détaillées dans le rapport « La rénovation performante par étapes - Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC ou équivalent à terme en logement individuel » réalisé par DOREMI et le bureau d'étude Genentech pour le compte de l'ADEME. ¹⁰

¹⁰ ADEME, Dorémi, Enertech, 2020. La rénovation performante par étapes - Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC ou équivalent à terme en logement individuel. 160 pages

- **Ventilation associée à ces niveaux pour l'approche simplifiée**

L'utilisation des niveaux d'exigence pour l'approche simplifiée est valable avec les ventilations suivantes :

- Ventilation simple flux hygroréglable de type a ou b : Le caisson de ventilation doit être de classe d'efficacité énergétique B ou supérieure selon le règlement européen (UE) n°1254/2014 de la Commission du 11 juillet 2014. Le caisson de ventilation est un caisson basse consommation dont la puissance électrique absorbée pondérée est inférieure ou égale à 15 WThC dans une configuration T4 avec une salle de bain et un WC.
- Ventilation double flux : le caisson de ventilation doit être de classe d'efficacité énergétique A ou supérieure selon le règlement européen (UE) n°1254/2014 de la Commission du 11 juillet 2014. L'échangeur présente une efficacité thermique mesurée selon la norme NFEN13141-7 supérieure à 85% certifiée par un organisme établi dans l'Espace économique européen et accrédité selon la norme NFENISO/CEI17065 par le comité français d'accréditation (COFRAC) ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation. Est réputé satisfaire cette exigence d'efficacité thermique, un caisson de ventilation certifié NF205 ou équivalent.

Pour les altitudes supérieures à 400 mètres, dans les zones H1 et H2, seules les ventilations doubles flux sont acceptées pour une définition simplifiée.

Niveaux d'exigence pour le logement collectif

Les tableaux ci-dessous présentent les niveaux d'exigence BBC Compatibles sur l'enveloppe pour les logements collectifs. Les systèmes permettant d'utiliser ces niveaux d'exigence dans une approche simplifiée sont présentés après. Au-delà des exigences sur le niveau d'isolation, il est rappelé que les solutions BBC Compatibles doivent également respecter les préconisations techniques définies au paragraphe 3.1.2.

- **Parois verticales**

La résistance thermique, exprimée en $m^2.K/W$, minimale à ajouter pour le projet dépend du type d'isolation mis en œuvre et de la zone climatique

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|---|------|------|------|
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre lors d'une isolation par l'intérieur des murs ($m^2.K/W$) | 3,70 | 3,70 | 3,70 |
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre lors d'une isolation par l'extérieur des murs ($m^2.K/W$) | 4,20 | 4,20 | 3,70 |

Dans le cas de mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur, le projet doit viser une perméabilité à l'air renforcée avec un objectif cible de $Q4 < 1,3 m3/(m^2.h)$. Cet objectif est valable lorsqu'un projet prévoit la mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur sur au moins 50 % des parois verticales, tandis que les autres parois sont isolées par l'extérieur.

- **Menuiseries**

Les caractéristiques des menuiseries à installer sont exprimées sur le coefficient de déperdition surfacique maximal U_w et sont en $W/(m^2.K)$. Elles dépendent de la zone climatique. Les exigences techniques du BBC Compatibles imposent également un classement d'étanchéité à l'air des menuiseries de type A*4 (voir annexe 6). La pose en rénovation est proscrite de l'approche simplifiée, les performances étant réduites, tant au niveau de la surface de vitrage que du traitement des ponts thermique au niveau du dormant.

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|--|------|------|------|
| Coefficient Uw des menuiseries maximal à mettre en œuvre exprimé en W/(m².K) | 1,30 | 1,30 | 1,50 |

- **Planchers hauts**

La résistance thermique, exprimée en m².K/W, minimale à ajouter pour le projet dépend du type de plancher et de la zone climatique.

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|--|------|------|------|
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des combles perdus (m².K/W) | 8,00 | 8,00 | 7,00 |
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des rampants (m².K/W) | 7,00 | 7,00 | 6,50 |
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des toitures terrasses (m².K/W) | 5,50 | 5,50 | 5,50 |

- **Planchers bas**

La résistance thermique, exprimée en m².K/W, minimale à ajouter pour le projet dépend de la zone climatique

| Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
|---|-----|-----|-----|
| Résistance thermique minimale à mettre en œuvre pour l'isolation des planchers bas (m².K/W) | 3,0 | 3,0 | 3,0 |

- **Systèmes de production de chauffage et d'ECS associés à ces niveaux pour l'approche simplifiée**

La combinaison de certains systèmes énergétiques avec l'isolation des lots de l'enveloppe telle que définie précédemment permet l'atteinte d'un niveau BBC en moyenne. Dans ces cas, il est possible d'inscrire la définition de la feuille de route dans une approche simplifiée. Pour les logements collectifs, les systèmes énergétiques permettant de de s'intégrer dans une définition de la feuille de route simplifiée sont :

- Chaudière gaz à condensation collective pour la production de chauffage et d'ECS.
 - Pour les puissances nominales inférieures ou égales à 70 kW, l'efficacité énergétique saisonnière (E_{tas}) selon le règlement (EU) n° 813/2013 de la commission du 2 août 2013 est supérieure ou égale à 90%.
 - Pour les puissances nominales comprises entre 70 et 400 kW, l'efficacité utile à 100 % de la puissance thermique nominale selon le règlement (EU) n° 813/2013 de la commission du 2 août 2013 est supérieure ou égale à 87% et l'efficacité utile à 30 % de la puissance thermique nominale selon le règlement (EU) n° 813/2013 de la commission du 2 août 2013 est supérieure ou égale à 95,5%.
 - Pour les puissances nominales supérieures à 400 kW, le rendement PCI à pleine charge et le rendement PCI à 30% de charge selon l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants sont supérieurs ou égaux à 92%.
- Système de production de chaleur utilisant la chaleur renouvelable pour l'ECS et/ou le chauffage avec des chaudières à condensation respectant les exigences sur celles-ci telles que décrites dans le paragraphe précédent.

- Pompe à chaleur air / eau ou eau / eau pour le chauffage et l'ECS dont l'efficacité énergétique saisonnière (es) selon le règlement (EU) n° 813/2013 de la commission du 2 août 2013 supérieure ou égale à :
 - 111% pour les PAC moyenne et haute température
 - 126% pour les PAC basse température.
- Chaudière gaz à condensation individuelle pour la production de chauffage et d'ECS. L'efficacité énergétique saisonnière (η_s) de la chaudière, selon le règlement (EU) n°813/2013 de la commission du 2 août 2013, est supérieure ou égale à 90%. L'efficacité énergétique saisonnière prise en compte est celle de la chaudière seule pour les besoins de chauffage des locaux (hors dispositif de régulation).
- Réseau de chaleur

Dans tous les cas, un calorifugeage de classe 4 au minimum des réseaux hors volume chauffé doit être mis en œuvre. L'isolation des points singuliers du réseau de chauffage et d'ECS hors volume chauffé est également obligatoire avec une résistance thermique minimale installée de 1,5 m².K/W.

Si le logement est équipé de radiateurs, ils doivent être équipés de robinets thermostatiques avec une variation temporelle maximale de 0,3 K. Dans les cas de planchers chauffants, des vannes de régulation doivent être mises en place.

- **Ventilation associée à ces niveaux pour l'approche simplifiée**

L'utilisation des niveaux d'exigence pour l'approche simplifiée est valable avec les ventilations suivantes :

- Ventilation simple flux hygro-réglable de type a ou b : La puissance électrique absorbée pondérée du caisson de ventilation est inférieure ou égale à 0,25WThC/(m³/h). Il est dit à basse consommation si sa puissance électrique absorbée pondérée est inférieure ou égale à 0,10WThC/(m³/h) au débit pondéré et sa courbe aérodynamique est montante (la pression croît avec le débit, la pression du ventilateur s'adapte au débit demandé par la bouche). Dans le cas contraire, le caisson est dit standard.
- Ventilation basse pression simple flux hygro-réglable de type a ou b : La puissance électrique absorbée pondérée du caisson de ventilation est inférieure ou égale à 0,12WThC/(m³/h).
- Ventilation double flux : l'échangeur statique est collectif et a une efficacité supérieure ou égale à 75% selon les normes NFEN308 ou NFEN51-763. Est réputé satisfaire cette exigence d'efficacité, un échangeur statique collectif certifié Eurovent Certified Performance Echangeurs à plaques air-air (AAHE) ou Echangeur régénératif (AARE) ou possédant des caractéristiques de performance et de qualité équivalentes établies par un organisme implanté dans l'Espace économique européen et accrédité selon la norme NFENISO/CEI17065 par le comité français d'accréditation (COFRAC) ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord européen multilatéral pertinent pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation.

3.2.3. Traitement des interfaces & interactions

Le traitement des interfaces et interactions est essentiel pour l'atteinte d'une rénovation BBC, qu'elle soit réalisée par étapes ou de manière globale.

Interface ou interaction ?

Les deux termes sont généralement utilisés de manière identique bien qu'ils puissent traiter de sujets différents.

Une **interface** représente une jonction physique entre deux éléments hors partie courante. Ces éléments peuvent être des lots de l'enveloppe ou des systèmes. C'est par exemple le cas de la liaison entre une menuiserie et l'isolation par l'intérieur ou encore du passage des réseaux hydraulique dans un plancher bas. Sont inclus également dans les interfaces des liens entre un lot faisant l'objet de travaux énergétiques et d'autre ne faisant pas l'objet d'une amélioration. C'est par exemple le cas du traitement de l'interface entre le plancher intermédiaire et la façade. Le traitement des interfaces nécessite généralement un travail autour de l'étanchéité à l'air et du traitement du pont thermique.

L'interaction est définie comme la conséquence sur d'autres lots des actions menées sur un lot, sans présence d'interfaces entre les lots. Il s'agit par exemple du lien entre la mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur (étanchéification du bâti) et la ventilation. Ou encore, celui entre la mise en œuvre d'une isolation de l'enveloppe et le dimensionnement de la chaudière.

Dans une rénovation « BBC par étapes », il est nécessaire de prendre en compte ces deux aspects en compte. Ce chapitre traite des deux sujets, bien que certaines interactions soient plutôt intégrées à la définition du programme travaux (ventilation à la première étape par exemple, avec l'isolation de l'enveloppe). Par souci de simplification, le terme interface est utilisé pour désigner le travail global mené sur cette partie.

Le traitement des interfaces pour la rénovation BBC par étapes passe par deux analyses :

- **Les interfaces des lots faisant l'objet de travaux menés à la même étape** : le traitement de ces interfaces est essentiel et doit être intégré à la feuille de route. Les éléments présentés ensuite traitent spécifiquement de ces interfaces.
- **Les interfaces entre lots faisant l'objet des travaux à des étapes différentes**. Le traitement de ces interfaces est également essentiel pour l'atteinte du niveau BBC à terme. La difficulté réside dans la planification des travaux et donc l'anticipation du traitement de l'interface. A l'heure actuelle, il n'existe pas d'étude qui permette de prendre en compte ce point. L'établissement de spécifications est essentiel pour mener un projet BBC par étapes à terme mais était hors du cadre de l'étude B2C2. DOREMI et le bureau d'étude ENERTECH ont travaillé à l'établissement d'un tableau présentant les difficultés de traitement de ces interfaces en fonction du lot réalisé en premier. Les conclusions de cette étude sont attendues pour l'automne 2020 et pourront alimenter la méthodologie et l'établissement de la feuille de route travaux. Les premières conclusions de l'étude montrent que certains lots sont en très forte interaction et que la réalisation de certains lots à une étape différente d'autres lots peut amener à une impossibilité de l'atteinte du niveau BBC à terme. Dans l'attente de conclusions plus précises et de carnets carnet de détails présentant les manières de traiter les différents lots à deux étapes de travaux différentes, une approche simplifiée est proposée et est reprise dans l'approche typologique :
 - o Il est fortement recommandé de traiter à la même étape de travaux les lots travaux menuiseries (verticales) et isolation des murs
 - o Si un sarking et une isolation par l'extérieur sont prévus dans la feuille de route travaux, il est fortement recommandé de les traiter à la même étape de travaux.

Les données d'entrée de l'établissement de la feuille de route permettent d'évaluer le traitement nécessaire des interfaces entre lots travaux réalisés à la même étape de travaux.

Ce traitement des interfaces vient à la suite du choix de lots travaux, en strate complémentaire, car certains points de traitement ne sont pas propres uniquement à un lot. Cela permet d'apporter des recommandations, tout en gardant à l'esprit, à la fois les enjeux réglementaires, le respect des DTU et règles de l'art, mais aussi les enjeux précités, les risques pathologiques liés notamment à la migration de la vapeur d'eau, les ponts thermiques, l'étanchéité à l'air et le confort d'été.

Les recommandations au niveau de la gestion des interfaces sont spécifiques aux travaux choisis, et peuvent être différentes pour un même lot en fonction des configurations.

Cette gestion se présente sous la forme d'un tableau à deux entrées, avec les différentes configurations du lot concerné concernés par la rénovation. Le tableau ci-dessous présente un exemple de traitement des interfaces pour une étape de travaux d'un projet.

- Lots et configurations de rénovation concernés par cette étape de rénovation et type de solution choisie
 - Mur : isolation des murs par l'extérieur
 - Menuiseries Menuiserie : Changement des menuiseries avec pose au nu intérieur
 - Ventilation : Mise en œuvre d'une ventilation Hygro B
- Lots non concernés par cette étape de rénovation :
 - Planchers hauts : Isolation des combles perdus
 - Planchers bas : Isolation du vide sanitaire
 - Chauffage : Mise en œuvre d'une PAC double service
 - ECS : Lié au chauffage

| Lot | Mur | | | Menuiserie | | | Ventilation | | |
|-------------|---|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|--|
| | Condition de l'interface ou interaction | Risque | Solution | Point identifié | Risque | Solution | Point identifié | Risque | Solution |
| Mur | ITE | Etanchéité à l'air | La mise en œuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. Il faudra mettre en œuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceils, adhésifs, masti...) | | | | | | |
| | ITI & ITE | Etanchéité à l'air | | | | | | | |
| | ITE | Pont thermique | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) | | | | | | |
| | ITE | Pont thermique | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité | | | | | | |
| | ITE | Pont thermique | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents | | | | | | |
| | | ITE - nu intérieur, feuillure & tunnel | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + étanchéité à l'air | Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant (R>0,4m².K/W) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air | Présence de volets roulants | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mise en œuvre dans le coffre selon la place disponible | | |
| Ventilation | ITI & ITE | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraulique | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air | Simple flux | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) | Dans tous les cas | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détaillage des portes |
| | Simple flux | Mauvais balayage et circulation aéraulique | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbent le balayage et le renouvellement d'air général | | | | Dans tous les cas | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |

Dans cet exemple, les recommandations concernant les interfaces des lots réalisés lors de la même étape peuvent concerner :

- Les différents lots rénovés entre eux :
 - La rénovation du lot Ventilation et du lot Menuiseries Menuiserie : « *Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro)* »
 - La rénovation du lot Menuiseries Menuiserie avec positionnement au nu intérieur et du lot isolation des murs par l'extérieur : « *Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ($R > 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air* »
 - ...
- Les lots non rénovés ou l'interface avec des éléments non considérés comme un lot travaux (planchers, balcons, coffres de volets roulants...) :
 - « *Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production* »
 - « *Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien s'assurer du détalonnement des portes* »
 - « *Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...)* »

Pour chaque interface ou interaction, la base de données présente :

- La configuration du lot (ITI vs ITE, positionnement des menuiseries, type de système de ventilation...)
- Le risque lié au non traitement de l'interface ou l'interaction
- La préconisation technique pour le traitement de cette interface ou interaction.

Il s'agit là d'un exemple avec des recoupements qui se font entre chaque lot ou sous lot, intégrant à la fois, respect des règles de l'art et conformité vis-à-vis des DTU, risques pathologiques, étanchéité à l'air et confort d'été. Les interfaces traitées concernent celles entre travaux réalisés lors d'une même étape La base de données complète est présentée en annexe 7. Cette prise en compte des interfaces devra être complétée de la gestion des interfaces entre travaux réalisés à des étapes différentes, hors champs d'action du projet B2C2.

3.2.4. Approche typologique

Dans le cadre d'une approche simplifiée de la définition de la feuille de route travaux, une approche typologique a été intégrée à la démarche. Cette approche permet de définir les principales caractéristiques du bâti à l'état existant et propose un programme travaux adapté au bâtiment. Ce programme travaux vise en priorité à traiter les lots enveloppe présentant une interface à fort enjeu pour l'étanchéité à l'air du bâti à la première étape de travaux (voir 3.2.3). Ces typologies ont été définies à un niveau national. Certaines collectivités territoriales ont également souhaité intégrer à la méthodologie des typologies spécifiques à leur territoire. L'ensemble des fiches typologiques sont présentées en annexe 99. Elles sont définies pour un système énergétique dans ce rapport, mais l'outil numérique présenté ci-dessous intègre plusieurs systèmes énergétiques à l'état existant et rénové pour chaque typologie.

3.2.5. Intégration de la démarche BBC par étapes dans un outil numérique

L'ensemble des éléments définis dans l'étude ont été intégrés dans un outil d'analyse accessible en ligne pour une utilisation simplifiée de la démarche. Les préconisations sur les interfaces entre travaux réalisés à des étapes différentes n'ont pas été étudiées dans le cadre de cette étude. Elles sont néanmoins incluses dans l'outil **Excel**, et se basent sur des études réalisées sur ce sujet par ailleurs¹¹. La rentabilité de chaque étape de travaux ne fait pas partie du périmètre de l'étude et n'est donc pas abordée dans l'outil d'analyse.

Cet outil est destiné à l'ensemble des acteurs opérationnels mettant en œuvre une démarche BBC par étapes sur les territoires (auditeur, opérateur des EIE, opérateur des collectivités territoriales...). L'outil est composé d'un onglet d'informations générales, de sept onglets correspondant aux différents lots travaux sur l'enveloppe et les systèmes et d'un onglet présentant la feuille de route travaux.

- **Informations générales**

Cet onglet permet de compléter les informations générales au projet qui ne concernent pas spécifiquement un lot travaux. En particulier, il est nécessaire de remplir les informations suivantes :

- Nombre d'étapes travaux souhaité
- Type de logement
- Nombre de logements pour les copropriétés

Une évaluation des consommations énergétiques avant et après travaux a été intégrée à l'outil, ce qui peut alors nécessiter plusieurs données complémentaires. Le choix d'une typologie dans cet onglet permet la génération d'un programme travaux par défaut qui peut être modifiable par la suite.

Dans le cas d'une approche spécifique au bâtiment, et donc non typologique, chaque onglet correspondant aux lots travaux devra être complété.

- **Données par lots**

Pour chaque lot (mur, plancher haut, plancher bas, ventilation, chauffage & ECS), il est nécessaire de compléter l'état initial du bâtiment. A partir des informations recueillies, l'outil propose la liste des solutions BBC Compatibles issus des logigrammes. L'utilisateur doit alors faire le choix de la solution BBC Compatible et de l'étape travaux à laquelle la rénovation du lot aura lieu.

- **Feuille de route travaux**

Une fois l'ensemble des données complétées, la feuille de route travaux présente le type d'intervention prévue pour chacun des lots, les recommandations associées à la solution BBC Compatible choisie et les recommandations sur le traitement des interfaces au niveau de l'étape 1. La feuille de route présente également l'évaluation énergétique avant et après chaque étape de rénovation.

Cet outil n'est pas exhaustif et doit être complété du traitement des interfaces entre lots menés à des étapes de travaux différentes. Une partie de ce travail, pour le logement collectif, doit être réalisé dans le cadre de l'Appel à Projet Recherche B2C2 XP, une autre est en cours dans le cadre du projet Dorémi-Enertech déjà cité précédemment soutenue par l'ADEME pour la maison individuelle.

¹¹ Projet Dorémi-Enertech déjà cité précédemment-

3.2.6. Suivi de la qualité

L'ensemble des éléments caractérisés dans le cadre de la définition du programme travaux doit s'accompagner de la mise en œuvre d'un processus de suivi de la qualité de rénovation. Du fait de l'accompagnement, voire du financement associé aux travaux, la collectivité peut être en mesure d'imposer une certaine organisation pour assurer ce suivi de qualité. L'étude des programmes existants a permis de recenser des préconisations de mise en œuvre et de suivi qualité éditées par les porteurs des programmes (<https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes>). Le suivi de la qualité peut se décomposer en plusieurs catégories. Pour chaque catégorie, plusieurs propositions sont faites, demandant un investissement plus ou moins important de la part de la collectivité, mais présentant également des impacts sur la qualité plus ou moins forts. Certains outils présentés ici sont considérés comme indispensables pour assurer le suivi qualité d'une rénovation BBC par étapes.

- Lien entre la définition du programme travaux et les devis réalisés avec les entreprises pour s'assurer de la bonne prise en compte des recommandations
 - **Devis type** : la connaissance du programme travaux, spécifiquement avec les éléments développés dans les logigrammes peut permettre de générer les éléments indispensables que doit contenir le devis. Ce document, fourni à la suite de l'établissement de la feuille de route permettrait de s'assurer que la proposition des entreprises correspond à ce qui a été planifié lors du diagnostic. Cela permettrait également une vérification plus aisée des conseillers qui s'assurent que l'offre de l'entreprise correspond bien aux exigences du dispositif. Ce programme pourrait s'inspirer par exemple des travaux menés par Le Havre Seine Métropole.

EXEMPLE DE DEVIS

Attention, ceci est un exemple de devis, il est de la responsabilité des entreprises de respecter les mentions obligatoires en vigueur à la date d'édition du devis

Les points essentiels à indiquer pour obtenir des aides

Si qualification requise (RGE), demander l'attestation dans le domaine de travaux concernés + numéro de certificat.

Pour les PAC > 126% (basse température) > 111% (moyenne ou haute température)

Pour les CET > 95% (profil de soutirage de classe M) > 100% (profil de soutirage de classe L) > 110% (profil de soutirage de classe XL)

L'installation d'une PAC peut permettre de bénéficier d'aides sur de nouveaux émetteurs (radiateurs, plancher chauffant, etc.)

Dissocier le coût du matériel de la main d'œuvre.

Entreprise XXX
Adresse, téléphone, mail

Références de l'assurance professionnelle obligatoire pour les activités exercées

Adresse des travaux si différente

Devis n° : 234
Date : 01/04/2019
Validité : x mois

Client : M. XXX
Adresse du client

RECONNU GARANT RGE

Devis installation pompe à chaleur pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire

Description : Installation d'une pompe à chaleur (PAC) / Installation d'un chauffe-eau thermodynamique (CET)

| Designation | Quantité | Unité | Prix Unitaire | Total TVA | Total HT |
|--|----------|-------|---------------|-------------|----------|
| Description du type de PAC ou de CET PAC géothermique ou aérothermique Description des capteurs dans le cas de la géothermie | 1 | | | | |
| Description de l'appareil Marque, modèle Puissance | | | | | |
| Efficacité énergétique saisonnière (EIAS)* (PAC) Efficacité énergétique et COP (CET) | | | | | |
| Description des émetteurs La mise en place de nouveaux émetteurs éventuels | | | | | |
| Coût main d'œuvre | | | | | |
| | | | | Total HT : | |
| | | | | Total TVA : | |
| | | | | Total TTC : | |

| Taux TVA | Montants |
|---|---------------------------|
| 5,50% (Rénovation énergétique respectant les exigences) | Montant HT Montant TVA |
| 10% (Rénovation) | Montant HT Montant TVA |
| 20% (Neuf) | Montant HT Montant TVA |
| | Total TTC |

Visite préalable du logement en date du 11/01/2019

Délais de livraison :
Modalités et conditions de paiement :
% à la signature, le solde à la livraison

Le client (Signature précédée de la mention «Bon pour accord») L'entrepreneur

Entreprise XXX
Siret ou Siren ou RCS 123456789 - SA ou SARL au capital de xx € - TVA Intra FR12345612345

Modèle de devis par Le Havre Seine Métropole pour l'installation d'une pompe à Chaleur

- **Formation des conseillers à la lecture d'un devis** : une des difficultés rencontrées par les collectivités est de s'assurer que les travaux menés par les artisans et entreprises correspondent aux attentes de la collectivité sur les exigences énergétiques et techniques. La formation des opérateurs chargés de la validation des dossiers d'aides sur la lecture et l'interprétation des devis peut permettre de faciliter la gestion du dossier et ainsi s'assurer que les travaux menés sont conformes au financement associé. Des fiches d'aides à la lecture des devis pour chaque lot peuvent également être rédigées et mise à disposition des opérateurs.
- **Processus de sélection et de qualification des entreprises**
 - **Qualification des entreprises** : Les dispositifs de financement des travaux peuvent associer une qualification minimale pour les entreprises réalisant les travaux de rénovation énergétique. A minima, la qualification RGE permet de sélectionner des entreprises possédant un socle de base pour la réalisation de rénovations énergétiques. Une des difficultés rencontrées aujourd'hui sur les territoires est le nombre limité d'entreprises qualifiées RGE et pouvant donc répondre aux chantiers de rénovation performante. Les problématiques liées à la rénovation par étapes étant spécifiques et différentes de celles d'une rénovation globale ou de la rénovation mono-lot, il paraît essentiel d'imaginer une qualification supplémentaire pour toutes les entreprises intervenant sur un chantier encadré par un dispositif de rénovation BBC par étapes. D'autres actions peuvent être menées

pour s'assurer d'une montée en compétence des entreprises et artisans sur les rénovations performantes comme la formation par exemple. C'est par exemple le cas du service Oktave, impulsé par la Région Grand Est, qui permet l'accession au partenariat pour les entreprises seulement si une formation complète à la rénovation performante est menée. De même, cette démarche devrait être adaptée à la rénovation par étapes pour intégrer la complexité du traitement des interfaces lorsque les professionnels interviennent à des étapes différentes. Ces formations doivent par ailleurs s'appuyer sur des compléments d'études nécessaires afin de fournir des carnets de détails sur ces traitements. De manière générale, on constate un manque de prise en compte de ce volet crucial de la rénovation performante dans les formations, le dispositif RGE ne prenant par exemple pas du tout cet aspect en compte.

- Suivi de la qualité sur chantier

- **Coordinateur de chantier** : La présence d'un coordinateur (Maître d'œuvre, entreprise ou artisan formé) permet une meilleure prise en compte des interfaces et notamment des enjeux d'étanchéité à l'air sur la rénovation. Cette présence peut être imposée sur certains chantiers par la collectivité (voir plus bas).
- **Fiches d'autocontrôle** : A destination des entreprises et artisans, ces fiches pourraient être mises à disposition ou même imposées par la collectivité pour les chantiers financés à l'aide d'un dispositif territorial. Ces fiches reprennent les principaux points à contrôler avant, pendant et après les travaux. Elles sont spécifiques à chaque lot rénové et typologie d'intervenants (menuisiers, plaquistes...). Plusieurs travaux sont actuellement en cours pour mettre à disposition des acteurs de la rénovation ce type de fiches. Ces fiches pourraient également être créées pour le traitement des interfaces entre lots mais pourraient être intégrées au programme du projet B2C2 XP lancé à l'automne 2020.
- **Reportage photographique** : Une des difficultés, si un contrôle des travaux est réalisé par une expertise externe, est la capacité à vérifier les travaux en cours de chantier. La bonne mise en œuvre d'un pare vapeur par exemple est difficile à vérifier après les travaux. Une solution peut être de demander à l'entreprise de réaliser un reportage photo du chantier et des principaux points clés.
- **Carnets de détails** : La fourniture aux entreprises de carnets de détails sur le traitement des interfaces en rénovation BBC par étapes permettrait de faire monter en compétence l'ensemble de la filière professionnelle mais également de s'assurer de l'atteinte du niveau BBC à terme.

Le contrôle de la performance du bâtiment après rénovation permet d'inscrire l'ensemble de la chaîne d'acteur dans un processus de qualité tout au long du projet. Plusieurs contrôles ou mesures peuvent être mis en œuvre après rénovation :

- **Fiches de réception** : Au-delà d'un PV de réception classique, la fiche de réception permet de transmettre aux MOA les points relatifs à l'usage et à l'entretien après travaux. Plusieurs projets sont en cours pour la création de ce type de fiches pour les professionnels.
- **Test d'étanchéité à l'air** : L'étanchéité à l'air est un enjeu majeur de la réussite d'une rénovation BBC, qu'elle soit globale ou par étapes. Inscrire l'enjeu d'une vérification de l'étanchéité à l'air comme objectif post travaux est donc essentiel pour garantir un bon traitement des interfaces. Le test est ainsi obligatoire pour les dispositifs Effilogis de la Région Bourgogne Franche Comté et Chèques Eco Energie de la Région Normandie. Une attention particulière est à donner à l'étape (aux étapes) travaux à laquelle (auxquelles) le niveau d'étanchéité à l'air sera vérifié. Cette décision doit dépendre des étapes travaux planifiées et de leur incidence sur la perméabilité à l'air. La possibilité de plusieurs tests, dans le cadre d'une rénovation BBC par étapes, est donc à envisager.
- **Test de contrôle des réseaux de ventilation** : Une mauvaise mise en œuvre des réseaux de ventilation peut entraîner la baisse de la qualité de l'air intérieur (important en termes de santé des occupants, d'énergie consommée et de risque de pathologie pour le bâti). Un réglage trop puissant de la ventilation conduit à une surconsommation énergétique inutile. La perméabilité à l'air d'un réseau de ventilation caractérise la quantité d'air qui entre ou sort de manière non contrôlée à travers les parois des gaines de ventilation du réseau. La perméabilité à l'air du réseau se quantifie par la valeur du débit de fuite traversant les parois des gaines, sous un écart de pression donné. Un test du contrôle des réseaux de ventilation peut être souhaitable pour assurer l'atteinte d'une bonne qualité d'air intérieur.
 - **Après l'installation d'une ventilation mécanique, soit généralement après la première étape de travaux**
 - **Avant toute étape de travaux si une ventilation mécanique est déjà installée dans le bâtiment**

Le contrôle des débits et de la perméabilité à l'air des systèmes de ventilation est défini par les normes NF EN 12237, NF EN 1507, NF EN 13403 et NF EN 12599 et par le Fascicule Documentaire FD E51-767. Cependant, ces normes ne sont pas suffisamment détaillées et adaptées aux bâtiments à usage d'habitation. Aussi, afin d'apporter des règles précises et

indiscutables sur les conditions d'évaluation de la performance des systèmes de ventilation, des protocoles viennent en complément des normes existantes. Il est donc nécessaire de suivre le protocole PROMEVENT dans le résidentiel ou le protocole Effinergie pour les projets non résidentiels.

- **Instrumentation et suivi de la performance** : Au-delà de vérifier l'impact de la rénovation sur les consommations énergétiques, l'instrumentation et le suivi de la performance par un tiers permet pour le ménage :
 - une assistance pour la bonne utilisation et la maintenance des nouveaux équipements ;
 - une assistance pour maintenir un haut niveau de confort quelle que soit la saison de l'année ;
 - une sensibilisation aux écogestes.

Pour la collectivité, le suivi de la performance et l'accompagnement des ménages permet de vérifier l'impact de la rénovation, limiter l'effet rebond et maintenir un contact pour inciter à engager la deuxième étape de travaux. Ce suivi, idéal dans le cas d'une rénovation par étapes comme en rénovation globale, manque cependant actuellement d'un modèle de financement.

3.3. Valorisation dans l'Observatoire BBC

L'Observatoire BBC est un outil de partage d'expériences initialement prévu, en 2009, pour les opérations de bâtiments basse consommation. Dès 2012 l'Observatoire s'oriente également vers la valorisation des projets dans la rénovation. Il permet une valorisation des projets atteignant un niveau de performance énergétique reconnu par une certification ou un appel à projets de Région.

La valorisation de projets BBC par étapes fait partie de l'enjeu de massification de la rénovation. Pour ce faire il est imaginé qu'un projet, entrant dans le cadre du programme d'une Collectivité, répondant aux attentes exprimées ci-dessus quant à un projet BBC par étapes, puisse être valorisé dans le cadre de l'Observatoire BBC.

Une fiche dédiée à ce projet serait alors créée et intégrerait des éléments de la feuille de route du dit projet ainsi que des éléments sur la situation actuelle du projet et donc son évolution dans les travaux.

Un cahier des charges a ainsi été édité, permettant de cadrer les modifications devant être apportées aux fiches actuellement éditées dans l'Observatoire BBC. Ce cahier des charges, disponible en annexe 1010, sera exploité pour les premiers projets qui seront expérimentés et feront l'objet d'un prochain APR.

4. Conclusion & perspectives

Le projet a donc permis de définir deux concepts essentiels à la rénovation énergétique des logements :

- **Les solutions BBC Compatibles**, indispensables dans le cadre d'une rénovation par étapes, permettent de vérifier que chaque lot rénové s'inscrit bien dans une trajectoire pouvant mener à une rénovation BBC. Cela passe par des niveaux d'exigence sur chaque lot et des recommandations techniques permettant de limiter le risque pathologique, de s'assurer du bon traitement de l'étanchéité à l'air et de vérifier que le confort d'été sera assuré. Ces solutions BBC Compatibles telles que définies peuvent globalement être utilisées pour tout projet de rénovation, qu'il soit global, par étapes ou sur un seul lot.
- **La rénovation « BBC par étapes », cœur de cible de ce projet** : Entre la rénovation globale et la rénovation au geste de travaux, il est nécessaire d'encourager des rénovations de qualité, qui mènent à terme au niveau BBC. Au vu de l'enjeu, il est cependant essentiel d'encadrer ces rénovations, tant sur l'aspect énergétique que sur la limitation du risque pathologique. La méthodologie définie ici donne les grandes étapes et contrôles qu'il est nécessaire d'intégrer pour mener à bien ce type de rénovation. Une rénovation BBC par étapes est constituée :
 - o D'une feuille de route travaux prenant en compte les principes généraux d'une rénovation par étapes ;
 - o De l'utilisation de solutions BBC Compatibles avec des recommandations techniques et énergétiques pour chaque lot de rénovation ;
 - o Du traitement des interfaces entre lots (non exhaustif ici mais complété par d'autres études en cours ou à venir) pour s'assurer de l'atteinte de la performance énergétique, notamment vis-à-vis de l'étanchéité à l'air, de la migration de vapeur d'eau et des ponts thermiques ;
 - o De la réalisation d'un plan de financement pluriannuel des investissements liés à la rénovation énergétique du logement. L'objectif étant de s'assurer des possibilités de réalisation de l'ensemble des étapes travaux.

Les éléments définis ici s'inscrivent fortement dans le programme d'information « Service d'Accompagnement à la Rénovation Energétique » (SARE) dont les Régions sont porteurs-associés et l'ADEME est le porteur pilote. Un des axes développés dans ce programme et qui doit être transcrit localement est de soutenir le déploiement d'un service d'accompagnement des particuliers. Le programme vise ainsi à contribuer aux missions d'information, de conseil et d'accompagnement des ménages, y compris par le développement ou le renforcement d'outils permettant de systématiser l'accompagnement des ménages et de communiquer massivement vers les citoyens.

En particulier, la méthodologie s'inscrit complètement dans la définition de l'acte métier « Accompagnement des ménages pour la réalisation de leurs travaux de rénovation globale » tel que défini dans l'annexe 3 : « Guide des actes métiers du programme »¹² de la circulaire présentant le programme SARE aux préfets de Régions et Départements¹³.

Cet acte est réservé aux rénovations respectant les critères suivants :

- La réalisation d'au moins deux des quatre catégories de travaux ci-après : chauffage, production d'eau, ventilation et isolation de l'enveloppe de la maison ;
- La consommation conventionnelle annuelle en énergie primaire après travaux, rapportée à la surface habitable, est inférieure à 331 kWh/m².an sur les usages chauffage, refroidissement et production d'eau chaude sanitaire, ventilation et isolation de l'enveloppe ;
- Le gain énergétique est d'au moins 35 % par rapport à la consommation annuelle en énergie primaire.

La première étape de travaux telle que définie dans le projet B2C2 respecte à minima les critères 1 et 3, de par les principes proposés. Le critère 2 sera atteint de fait, une diminution de 40 % des consommations énergétiques ou l'intervention sur au moins 2 lots d'enveloppe et la ventilation amenant à des consommations inférieures au critère.

Il est laissé la possibilité de réaliser cet accompagnement par une maîtrise d'œuvre ou un conseiller FAIRE. La méthodologie définie dans le projet permet d'encadrer les cas de professionnels ayant des compétences différentes et ainsi de fournir des outils pour fiabiliser à la fois la définition du programme travaux mais également le suivi de chantier.

Les éléments développés dans cet APR ont permis de poser les bases de la méthodologie. Pour poursuivre l'étude, une nouvelle réponse a été déposée dans le cadre de l'Appel à Projet Recherche « Vers des bâtiments

¹² <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Annexe%205%20-%20vf.docx>

¹³ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Note%20technique%20CEE%20-SARE.pdf>

responsables » de l'ADEME et a été retenu. Cette nouvelle étude débutera courant 2020 et aura pour objectif principal l'expérimentation de la méthodologie B2C2 sur trois territoires.

Pour cette nouvelle étape, l'équipe sera composée de :

- POUGET Consultants en coordination,
- Le Collectif Effinergie,
- Gaëtan BRISEPIERRE sociologue et Viviane Hamon Conseil,
- l'AJENA Energie et Environnement, association de Bourgogne-Franche-Comté.

Ce nouveau projet se développera sur cinq axes principaux :

- L'expérimentation de la méthodologie sur plusieurs territoires. Trois territoires se sont engagés à mettre en œuvre une expérimentation, en vue du déploiement du programme :
 - La région Normandie et la région Bourgogne Franche Comté qui, au travers de leurs programmes respectifs Chèque Eco Energie et Effilogis, ont déjà mis en place des dispositifs de rénovation par étapes en maison individuelle. Ce sera l'occasion de tester la méthode de façon progressive, en vue d'une potentielle généralisation à l'ensemble du territoire.
 - Bordeaux Métropole qui souhaite débiter un programme pour la maison individuelle mais aussi les petites copropriétés. L'intérêt est donc double : définir un programme sur un territoire n'ayant pas encore de dispositif de rénovation par étapes et le tester sur un secteur résidentiel à la peine en nombre de rénovations.
- Aspects sociologiques & appropriation du parcours B2C2. La réussite d'un projet de rénovation par étapes nécessite :
 - Pour la collectivité, l'assurance que le ménage est bien inscrit sur un parcours menant à la rénovation BBC ;
 - Pour le ménage : que le projet défini soit en cohérence avec ses attentes qui sont rarement uniquement énergétiques.

L'approche sera donc évaluée sous l'angle sociologique en amont et en aval du projet pour vérifier la cohérence des recommandations et de la méthodologie. Spécifiquement, il sera étudié comment un système d'aides progressif inciterait à regrouper des postes de travaux cohérents et à engager la deuxième étape de travaux.

- La rénovation est souvent vue uniquement sous l'angle énergétique. Nous souhaitons compléter l'approche technique du projet avec certains aspects qui n'ont pas pu être pris en compte dans le projet B2C2, tels que :
 - Une base de coût global,
 - L'adaptation au changement climatique,
 - Le confort d'été,
 - L'acoustique,
 - La qualité d'air intérieur,
 - L'usage.
- Enfin, d'autres publics pourraient tirer profit de la méthodologie définie jusqu'ici pour les collectivités territoriales. L'adaptabilité de la méthodologie à d'autres cibles telles que les opérateurs ANAH, les sociétés de tiers financement ou le secteur tertiaire sera donc étudiée.

Références bibliographiques

- ADEME TREMI. (2018, Octobre). Enquête TREMI (Travaux de Rénovation Énergétique des Maisons Individuelles), Campagne 2017. Récupéré sur ADEME: <https://www.ademe.fr/travaux-renovation-energetique-maisons-individuelles-enquete-tremi>
- AQC Réno par étape. (2015, Octobre). Rénovation thermique performante par étape, AQC, EDF, ES, energivie.pro. Récupéré sur Agence Qualité Construction: <https://qualiteconstruction.com/publication/renovation-thermique-performante-par-etapes/>.
- Observatoire BBC - Effinergie – tableau de bord du 2^{ème} trimestre 2020 accessible sur https://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/2715/20200717tableau-de-bordt2compressed-2.pdf ou via <https://www.observatoirebbc.org/publications/tableaux-de-bord>
- Effinergie BBC par étapes. (2018, Octobre). Le BBC par étapes, état des lieux des initiatives. Récupéré sur Effinergie: <https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes>
- Observatoire BBC réno. (2018, Avril). Observatoire BBC rénovation, Étude sur les bâtiments rénovés à basse consommation, Effinergie. Récupéré sur https://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/2336/20180701etude-sur-les-projets-renoves-bbc.pdf
- Enertech Migration de vapeur. (2017, Décembre). Migration d’humidité et de vapeur d’eau dans les parois du bâti ancien, synthèse bibliographique pour la rénovation performante à destination des concepteurs et des artisans, Enertech SCOP avec Dorémi pour Climaxion/ADEME/Région Grand Est/Oktave. Récupéré sur Enertech: <https://www.enertech.fr/rubrique/rubrique-2/>
- PACTE Analyse du parc résidentiel. (2017, Juillet). Analyse détaillée du parc résidentiel existant, de Pouget Consultants version 2.0. Récupéré sur Programme PACTE: <https://www.programmepacte.fr/analyse-detaillee-du-parc-residentiel-existant-rapport>
- PACTE Stratégie de rénovation. (2017, Octobre). Stratégie de rénovation, Pouget Consultants dans le cadre du programme PACTE. Récupéré sur PACTE: <https://www.programmepacte.fr/strategie-de-renovation>
- ADEME, Dorémi, Enertech, 2020. La rénovation performante par étapes - Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC ou équivalent à terme en logement individuel. 160 pages

Index des tableaux et figures

TABLEAUX

Aucune entrée de table d’illustration n’a été trouvée.

FIGURES

Aucune entrée de table d’illustration n’a été trouvée.

Sigles et acronymes

| | |
|--------------|--|
| ADEME | Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Énergie |
| ITI | Isolation par l’intérieur |
| ITE | Isolation par l’extérieur |
| BBC | Bâtiment Basse Consommation |
| APR | Appel à Projet Recherche |

Annexes

Annexe 1 : Trame de questionnaire vierge pour les entretiens avec les porteurs de programmes BBC par étapes

Fiche descriptive n°XXX

Nom du Programme :

Région :

Contact

- Mail :
- Nom du contact :
- Téléphone :

Périmètre

- Type de bâtiment : MI
LC social public LC social privé Copro
Tertiaire
Autres, à préciser : xxx
- Date de construction des bâtiments pris en compte :
- Cibles concernés :
Particuliers Bailleur social Collectivités Professionnels
Association SCI Secteur Public
- Date de lancement du programme :
- Date de fin du programme :
- Etat du programme : En cours Abandonné Fini

Description du dispositif

- Descriptif du programme (rappels des objectifs)

- Existe-t-il une exigence énergétique :
Niveau Effinergie demandé Label Effinergie demandé
Autre, à préciser : xxx

L'Etat initial

- Comment est-il caractérisé ?
Etude thermique Audit
Visite du site Typologie de bâtiments Autres, à préciser : xxx
- Existe-t-il un cahier des charges qui définit les exigences de l'audit, de la visite, ... initial ?
Non Si oui, merci de le communiquer.
 - Commentaire :
- Par qui est-il réalisé ?
Professionnel (BET, ...) Conseillers, EIE

Auditeurs

Autres, à préciser : xxx

- Existe-t-il une validation des compétences de la personne réalisant l'état initial ?
 - Non Qualification Formation Autres, à préciser : xxx
 - o Si oui, merci de communiquer le CdC de la qualification
 - o Commentaire :

Définition du bouquet de travaux

- Le bouquet de travaux est-il défini par

Etude thermique

Audit

Combinatoires Enertech

Méthode 3CL

Autres, à préciser : xxx

- Le bouquet de travaux est-il mis en place
 - Avec un nombre limité d'étapes, si oui combien :
 - Sans exigence sur le nombre d'étapes
 - Avec une première étape imposée
 - Autres, merci de préciser :
- o Commentaire :
- Définition de la notion de BBC "Compatible"
 - Des exigences techniques (niveau de résistance, équipements imposés, ...), si oui merci de communiquer les documents associés à ces exigences
 - Des exigences sur la mise en œuvre, le respect de règles de l'art, ..., si oui merci de communiquer les documents associés à ces exigences
 - Autres, à préciser : xxx
- o Commentaire :

La phase suivie des travaux et accompagnement

- Un ordonnancement des travaux est-il communiqué au MO ?
 - Non Oui, merci de fournir un exemple d'ordonnancement
- Existe-t-il un outil de suivi des travaux dans le temps ?
 - Non Oui, merci de
 - o Le décrire :
 - o Mettre le lien vers le site web :
- Quel type d'accompagnement est-il prévu ?
 - Financier Technique Formation Communication
 - o Description de l'accompagnement :
 - o Mettre le lien vers le ou les sites web :

Volet financier

- Le programme propose-t-il une estimation des montants des travaux ?
 - Non Si oui, merci d'expliquer la méthode utilisée (devis, valeur forfaitaire, ...)
 - o Commentaire

- Quels types d'aide ?
 - Pas d'aides
 - Prêt
 - Accompagnement (AMO)
 - Subvention
 - Avance de trésorerie

- Les aides sont ciblées sur
 - La partie « caractérisation de l'état initial »
 - o Descriptif des aides « état initial »
 - o Lien vers les aides « état initial »

 - Les Travaux « Equipements » Les Travaux « Enveloppe »
 - o Descriptif des aides « travaux »
 - o Lien vers les aides « travaux »

Les indicateurs du programme

- Quel est le nombre d'état initial réalisé ?
- Quel est le nombre de projets qui ont engagé des travaux à chaque étape?
- Quel est le nombre de projets finalisés ?
 - o En combien d'étapes ?
 - o Sur quelle durée ?
- Autres indicateurs de suivi du programme ?

Annexe 2 : Exemple de fiche dédiée à un programme local

Fiche sur le programme de rénovation par étapes Point Réno : <https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes/2516>

effinergie
Officiel de référence
et contact dans les communes

QUI SOMMES-NOUS? ACTUALITÉS LABELS PROJETS FORMATIONS OUTILS EN RÉGION

ActualitéBBC par étapesPoint Réno

Point Réno

POINT RÉNO
LE RÉFLEXE POUR BIEN RÉNOVER

Programme de rénovation par étapes
Point Réno

État initial

Objectif de -40% sur la consommation
Garde-lous du CITE

État intermédiaire 1

État intermédiaire n

n étapes pour atteindre le BBC rénovation

État final
80 * (a+b)
kWhep/
m².an
BBC Effinergie rénovation

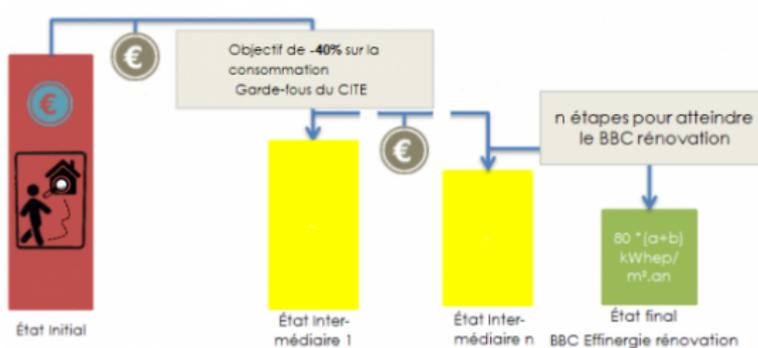
- ▶ Légende du graphique
- ▶ Descriptif du dispositif
- ▶ Caractérisation de l'état initial
- ▶ Bouquet de travaux
- ▶ Accompagnement
- ▶ Volet financier
- ▶ Indicateurs
- ▶ Contact

Conditions Générales d'Utilisation | Gestion de la marque | Contact

Point Réno



Programme de rénovation par étapes Point Réno



▶ Légende du graphique

▶ Descriptif du dispositif

▶ Caractérisation de l'état initial

▶ Bouquet de travaux

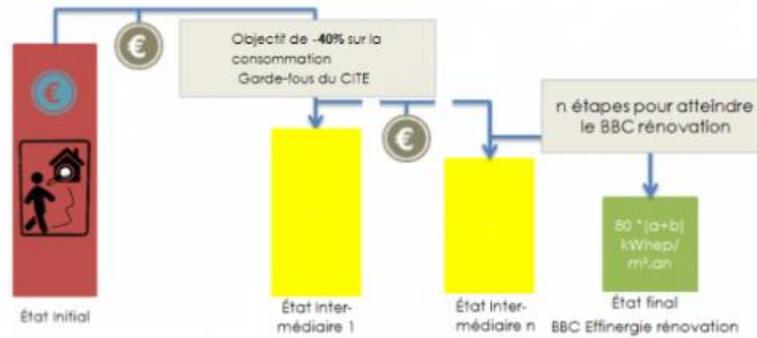
▶ Accompagnement

▶ Volet financier

▶ Indicateurs

▶ Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



▼ Légende du graphique

| | |
|---|--|
| <p> L'état initial est caractérisé par une étude thermique</p> <p> L'état initial est caractérisé par un audit thermique</p> <p> L'état initial est caractérisé par une visite sur site</p> <p> L'état initial est caractérisé par la typologie du bâtiment</p> | <p> Le programme propose un outil de suivi dans le temps</p> <p> Les professionnels sont formés et/ou qualifiés</p> <p> Le programme propose une aide financière pour la caractérisation de l'état initial</p> <p> Le programme propose une aide financière pour la phase travaux</p> <p> Le programme propose des préconisations sur les bons gestes de mise en œuvre</p> |
|---|--|

► Descriptif du dispositif

► Caractérisation de l'état initial

► Bouquet de travaux

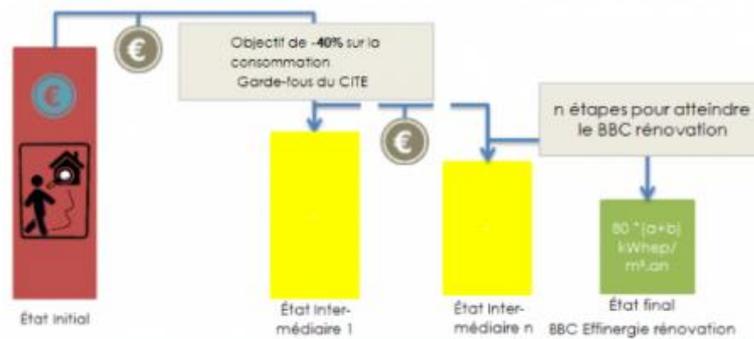
► Accompagnement

► Volet financier

► Indicateurs

► Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



► Légende du graphique

▼ Descriptif du dispositif

| Type de Bâtiment | Date de construction | Cibles concernées |
|---------------------|----------------------|-------------------|
| Maison Individuelle | Toutes dates | Particuliers |

Le Point Réno du Syndicat Mixte du Pays Seine et Tillees (66 communes en Bourgogne-Franche-Comté) a pour objectif d'accompagner les ménages gratuitement dans leurs projets de rénovation de logement.

Pour se faire le Point Réno apporte :

- un conseil technique : préconisations de travaux, détails techniques, conditions de mise en œuvre, priorisation des travaux, aide au choix des devis... ;
- un conseil financier : estimation du coût des travaux, conseil sur les dispositifs financiers mobilisables (aides de l'Anah, du Département et du Pays, Crédits d'impôts, Eco-PTZ, Certificats d'Economie d'Énergie...);
- un accompagnement administratif pour constituer les éventuels dossiers de demande de subvention (notamment Anah, Département de la Côte d'Or et Pays dans le cadre de l'Opération Programmée d'Amélioration de l'Habitat).



► Caractérisation de l'état initial

► Bouquet de travaux

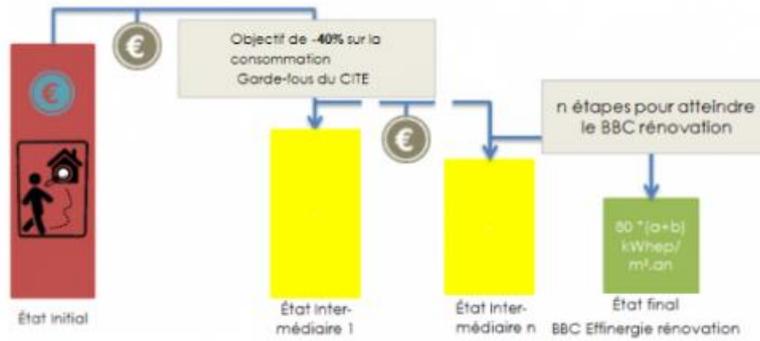
► Accompagnement

► Volet financier

► Indicateurs

► Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



► Légende du graphique

► Descriptif du dispositif

▼ Caractérisation de l'état initial

Comment est défini l'état initial ? [Visite sur site](#)

Le travail sur l'état initial du bâtiment s'effectue en lien avec les travaux recevables par l'ANAH.

L'Etat initiale est défini par un conseiller : soit par l'opérateur ANAH, soit par un EIE (sans visite sur site dans ce dernier cas).

Existe-t-il une validation de compétences ? Non

► Bouquet de travaux

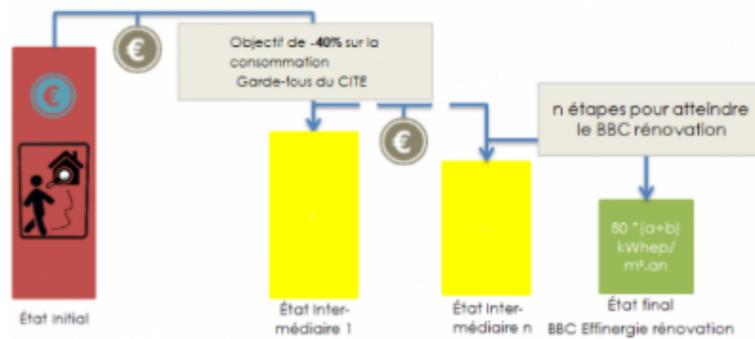
► Accompagnement

► Volet financier

► Indicateurs

► Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



► Légende du graphique

► Descriptif du dispositif

► Caractérisation de l'état initial

▼ Bouquet de travaux

Le bouquet de travaux est-il mis en place Avec une première étape imposée

Définition de la notion de BBC "Compatible" :

Définition des exigences techniques

Objectif de réduction des consommations de 40%.

Des exigences techniques (niveau de résistance, équipements imposés, etc.) permettent de définir la notion de BBC Compatible. Ils se basent sur les garde-fous du CITE.

Définition des exigences sur la mise en oeuvre

Pas d'exigence sur la mise en oeuvre.

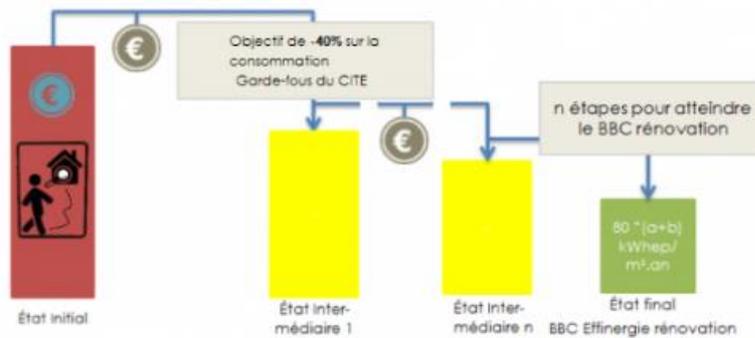
► Accompagnement

► Volet financier

► Indicateurs

► Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



- ▶ Légende du graphique
- ▶ Descriptif du dispositif
- ▶ Caractérisation de l'état initial
- ▶ Bouquet de travaux
- ▼ Accompagnement

Un ordonnancement des travaux est-il communiqué au MO ? Oui

Existe-t-il un outil de suivi dans le temps ? Oui

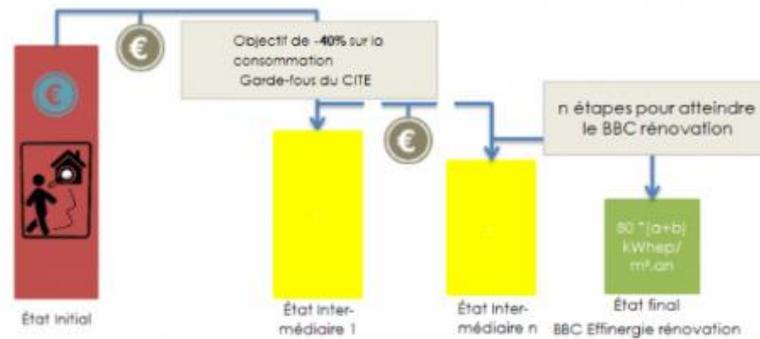
Il existe un dossier de suivi dans le temps pour les dossiers ANAH avec visite post-travaux obligatoire.

Quels types d'accompagnement ? Montage financier, Accompagnement technique

Le Point Réno assure un accompagnement technique et financier pour le montage des dossiers de demande de subvention.

- ▶ Volet financier
- ▶ Indicateurs
- ▶ Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



► Légende du graphique

► Descriptif du dispositif

► Caractérisation de l'état initial

► Bouquet de travaux

► Accompagnement

▼ Volet financier

Type d'aide : Subvention

Aides liées à la caractérisation de l'état initial

Public ANAH : une aide ciblée sur la caractérisation de l'état initial permet à un technicien de se rendre sur place pour réaliser audit et étude thermique poussée puis aide le particulier pour les devis avant d'avoir potentiellement une aide sur les travaux de 500€ (subvention Pays) si l'objectif de 40% de gain de consommation énergétique est atteint.

Public hors ANAH : Le particulier est accompagné vers l'espace info énergie de Côte d'Or.

Aides liées aux travaux

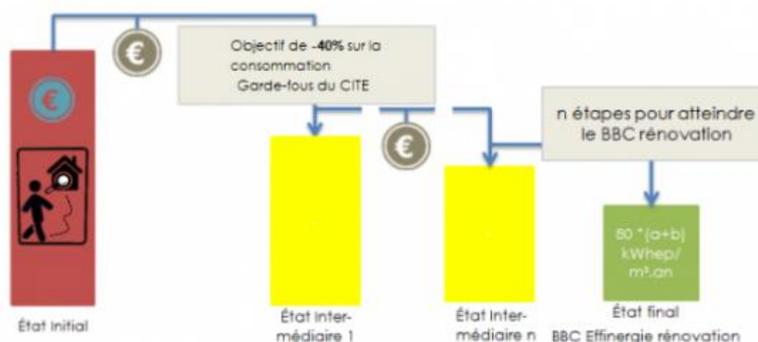
Les aides liées aux travaux sont sous condition de ressources.

<https://www.point-reno-seine-et-filles.fr/aides-financieres-opah/>

► Indicateurs

► Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



► Légende du graphique

► Descriptif du dispositif

► Caractérisation de l'état initial

► Bouquet de travaux

► Accompagnement

► Volet financier

▼ Indicateurs

Nombre de bâtiments concernés : Le Point Réno accompagne tous les particuliers.

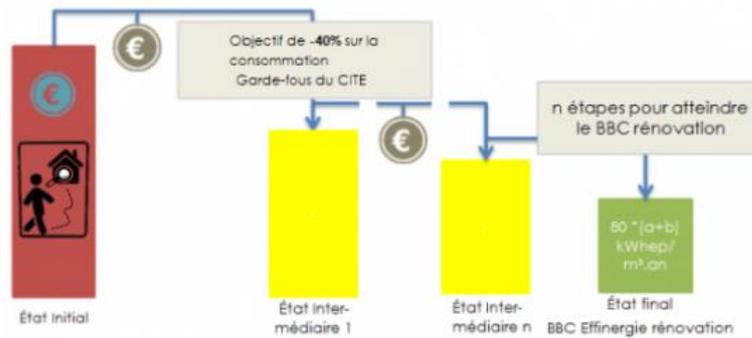
Il comptabilise 115 projets financés dans le cadre de l'OPAH et 600 contacts en 3 ans de fonctionnement.

3-4 projets BBC global et 20 à 30 projets en BBC par étapes (objectif de réduction de la consommation de 40% avec les travaux du bouquet échelonnés sur plusieurs années.

Plus de 60% des projets ont fait plus de 40% d'économie d'énergie dans le cadre de l'OPAH.

► Contact

Programme de rénovation par étapes Point Réno



► Légende du graphique

► Descriptif du dispositif

► Caractérisation de l'état initial

► Bouquet de travaux

► Accompagnement

► Volet financier

► Indicateurs

▼ Contact

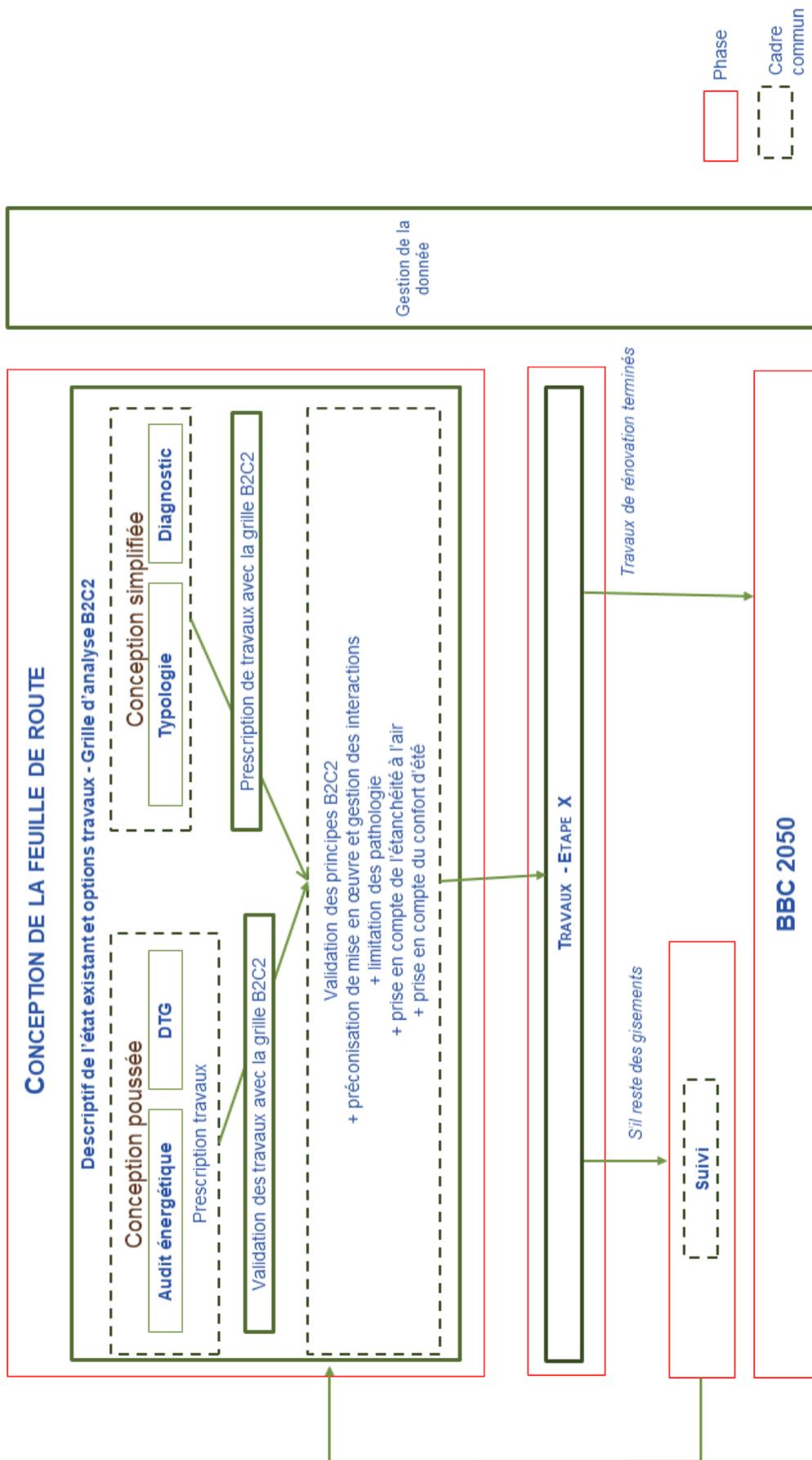
Marie-Capucine BARRACHIN

leader@pays-seine-et-tilles.fr

03 80 85 50 65

<https://www.point-reno-seine-et-tilles.fr/>

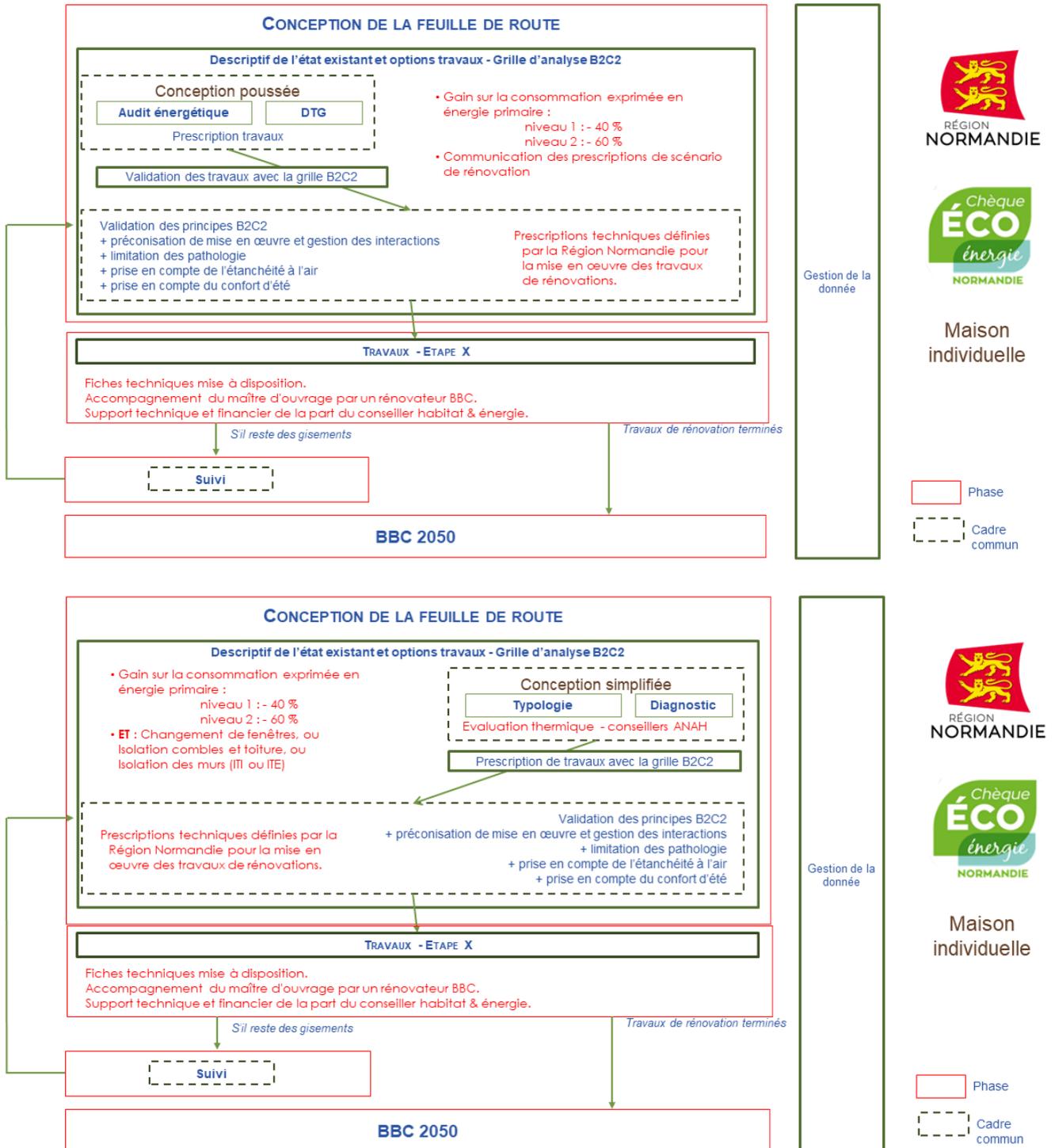
Annexe 3 : Organigramme de la méthodologie B2C2



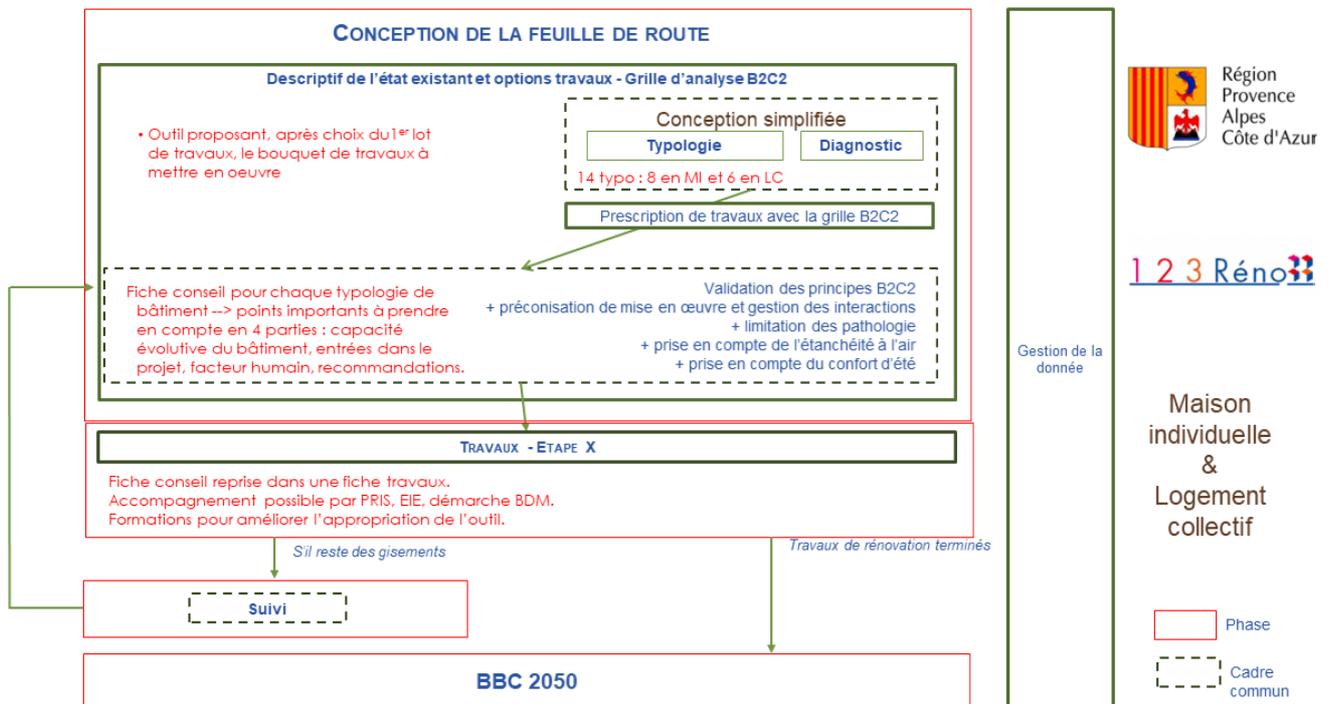
Annexe 4 : Une méthodologie basée sur des programmes existants

L'organigramme présenté en **annexe 3** est basé sur les programmes existants au niveau national, régional et infrarégional. Il permet ainsi à chacun des programmes existants de s'inscrire dans la définition nationale de la rénovation BBC par étape. Pour matérialiser cette adéquation avec les programmes existants 4 exemples sont donnés dans cette annexe.

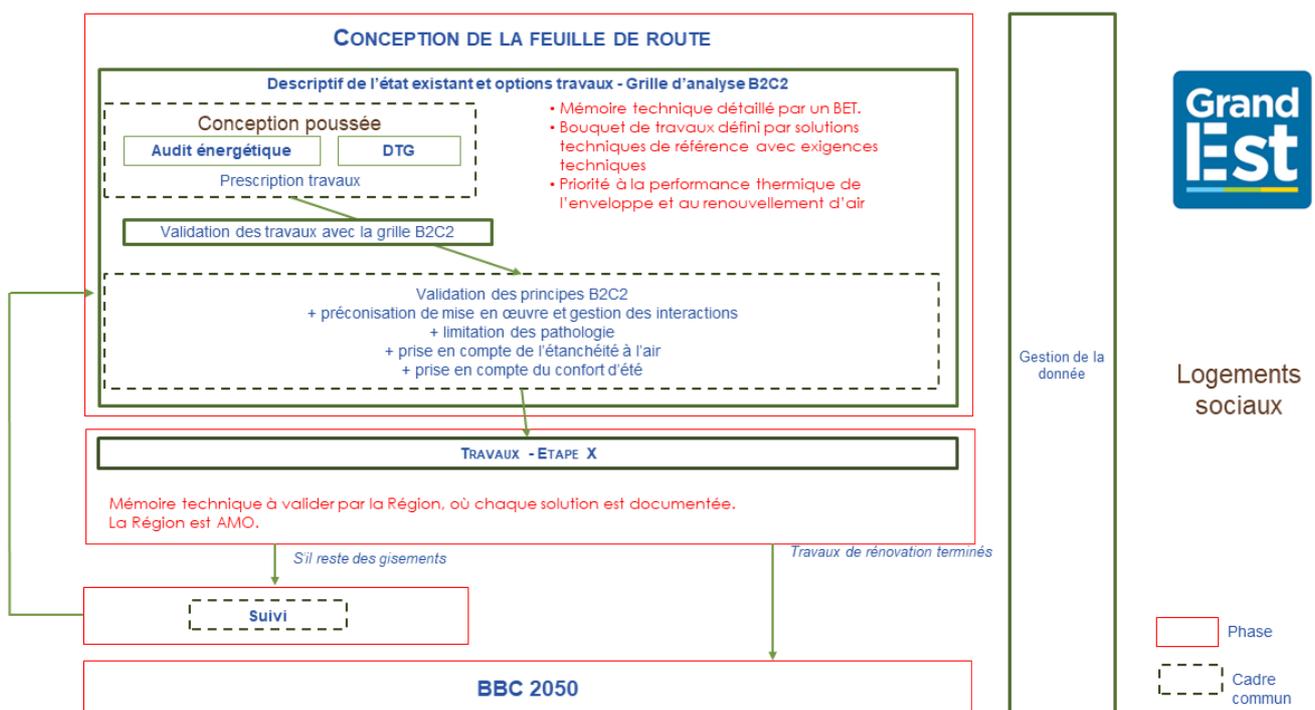
Le programme Chèque éco-énergie en Normandie, permet, dans le cadre de projet de rénovation de maisons individuelles, de passer par une conception poussée ou une conception simplifiée de la feuille de route. Le tout associé à des niveaux d'exigence en corrélation avec les principes de la rénovation BBC par étapes (<https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes/2263>) :



Le programme 123Réno de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, se reconnaît dans la conception simplifiée de la feuille de route avec l'application de typologie. Ce programme s'adresse aux maisons individuelles et logements collectifs et posent des recommandations pour chaque typologie (<https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes/2266>) :

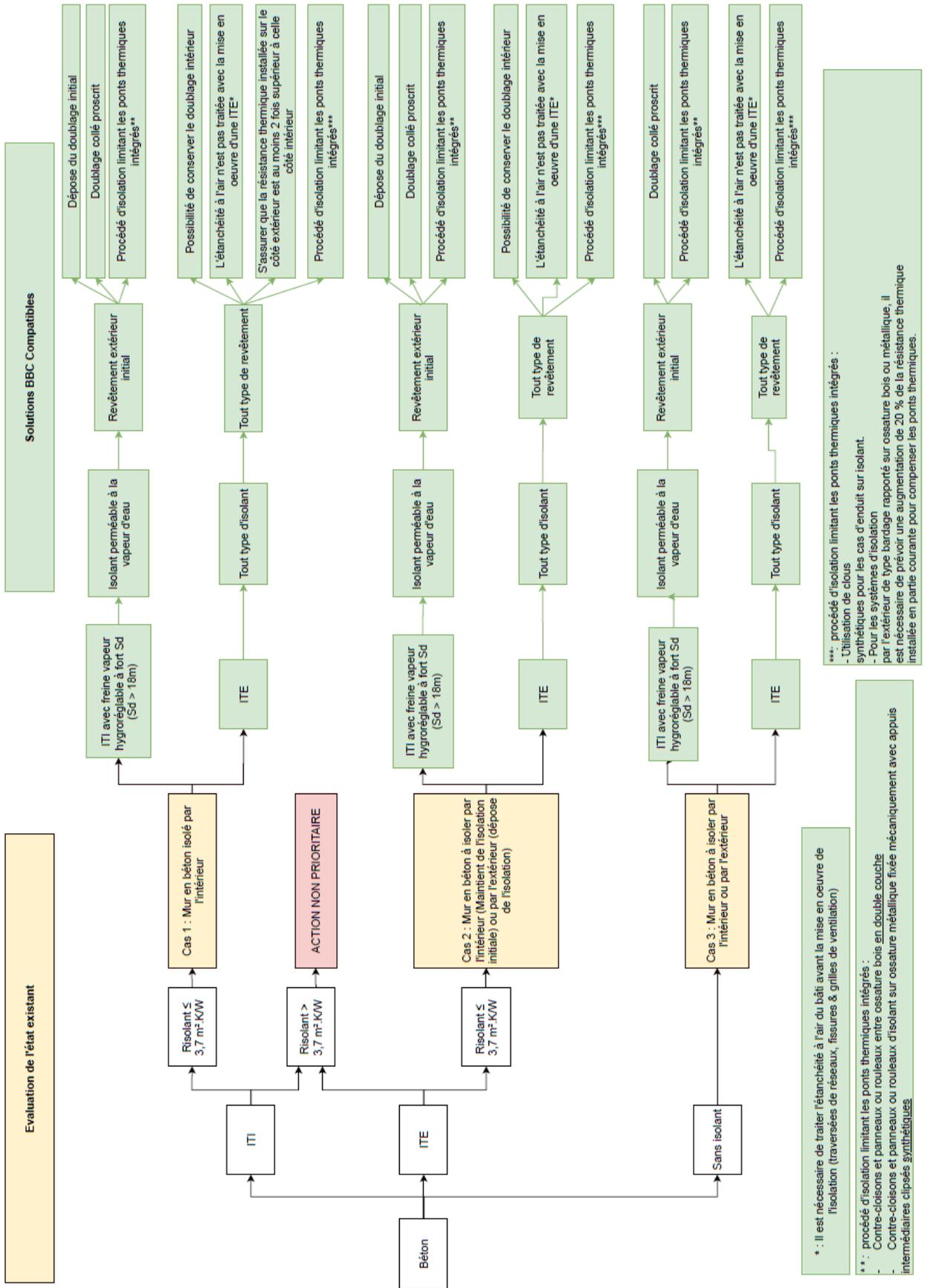


Un dernier exemple avec le programme dédié aux logements sociaux de la Région Grand Est qui suit une conception poussée de la feuille de route (<https://www.effinergie.org/web/bbc-par-etapes/2327>) :

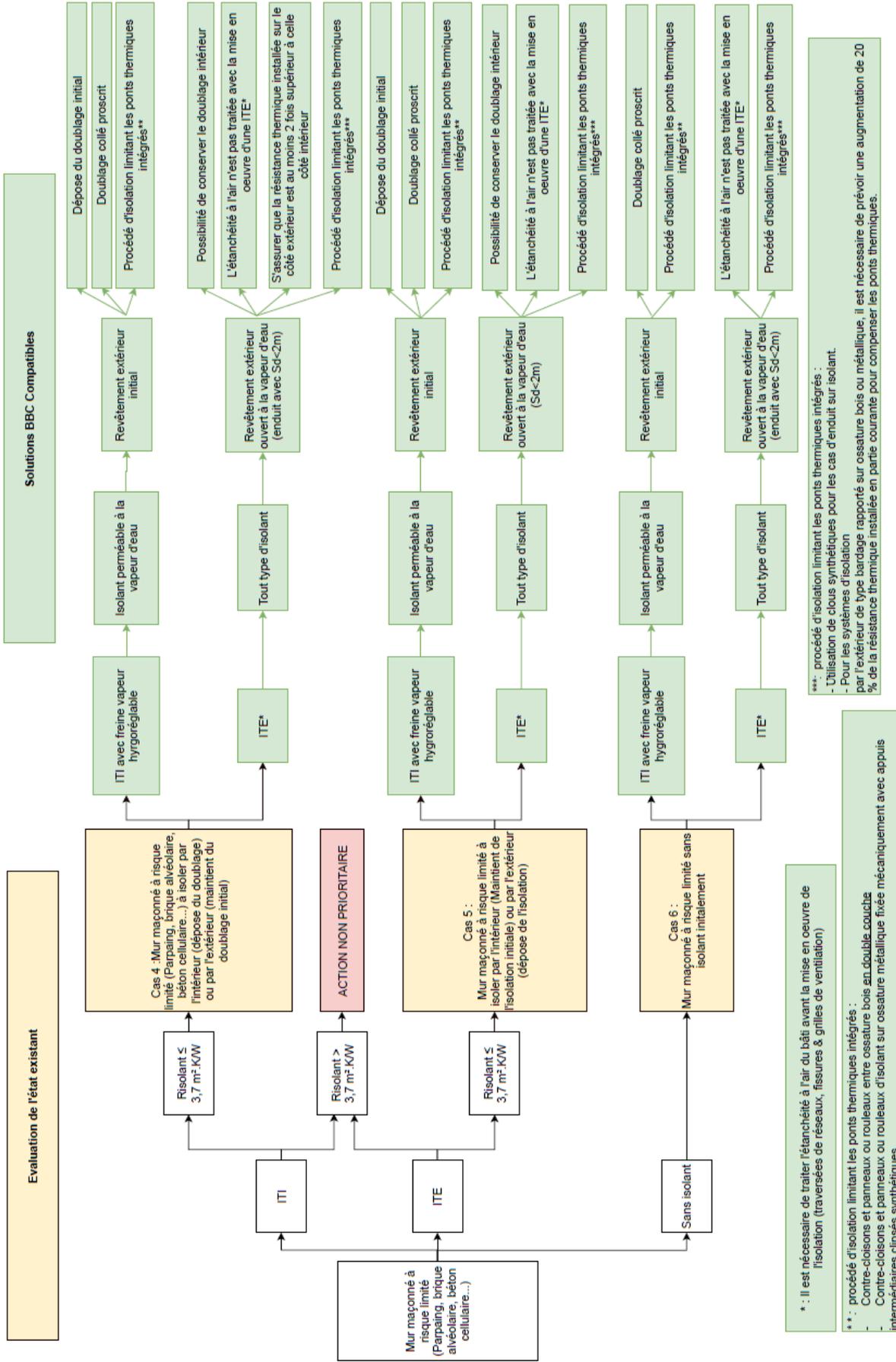


Annexe 5 : Logigrammes des solutions BBC Compatibles

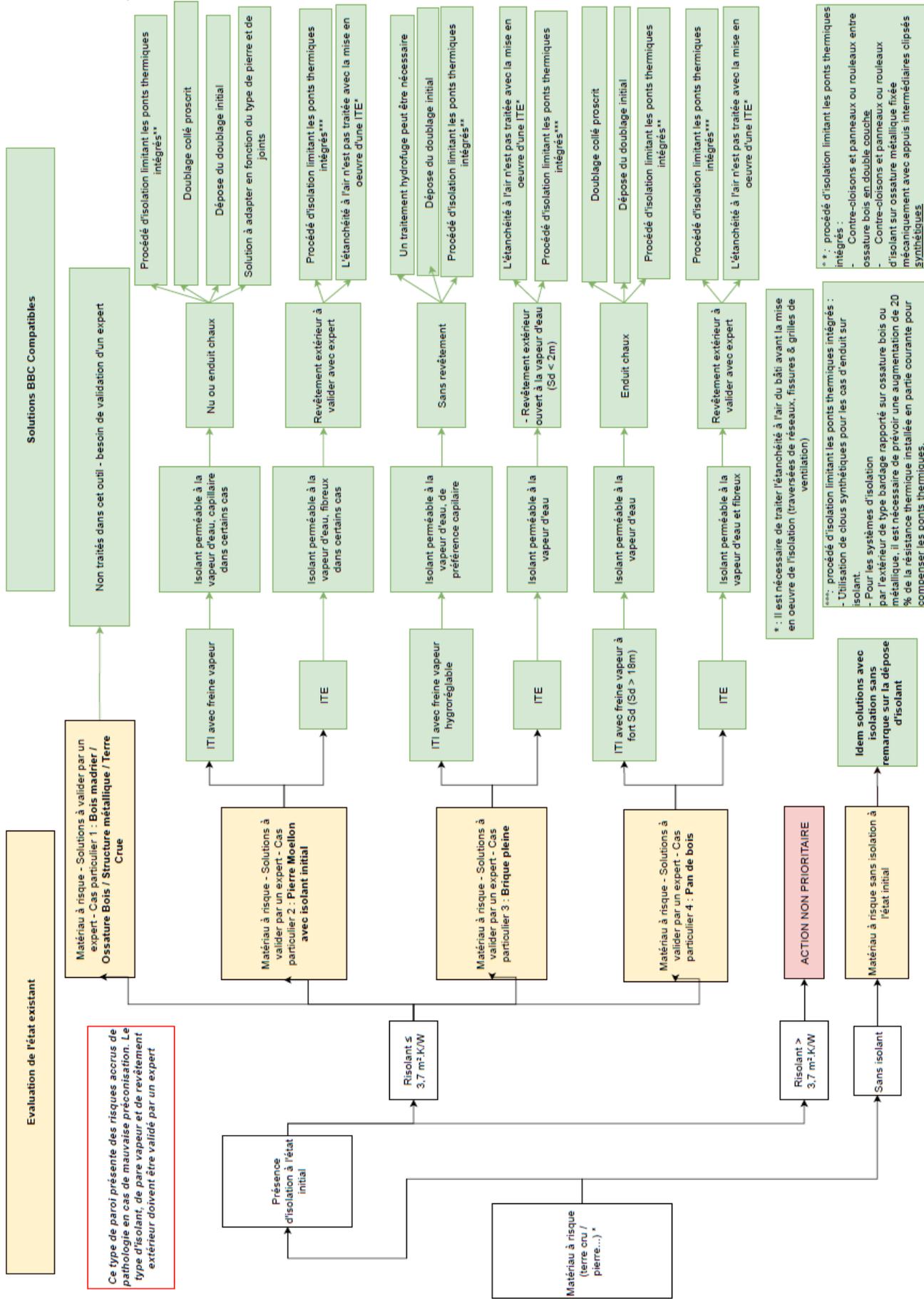
Cas des murs en béton



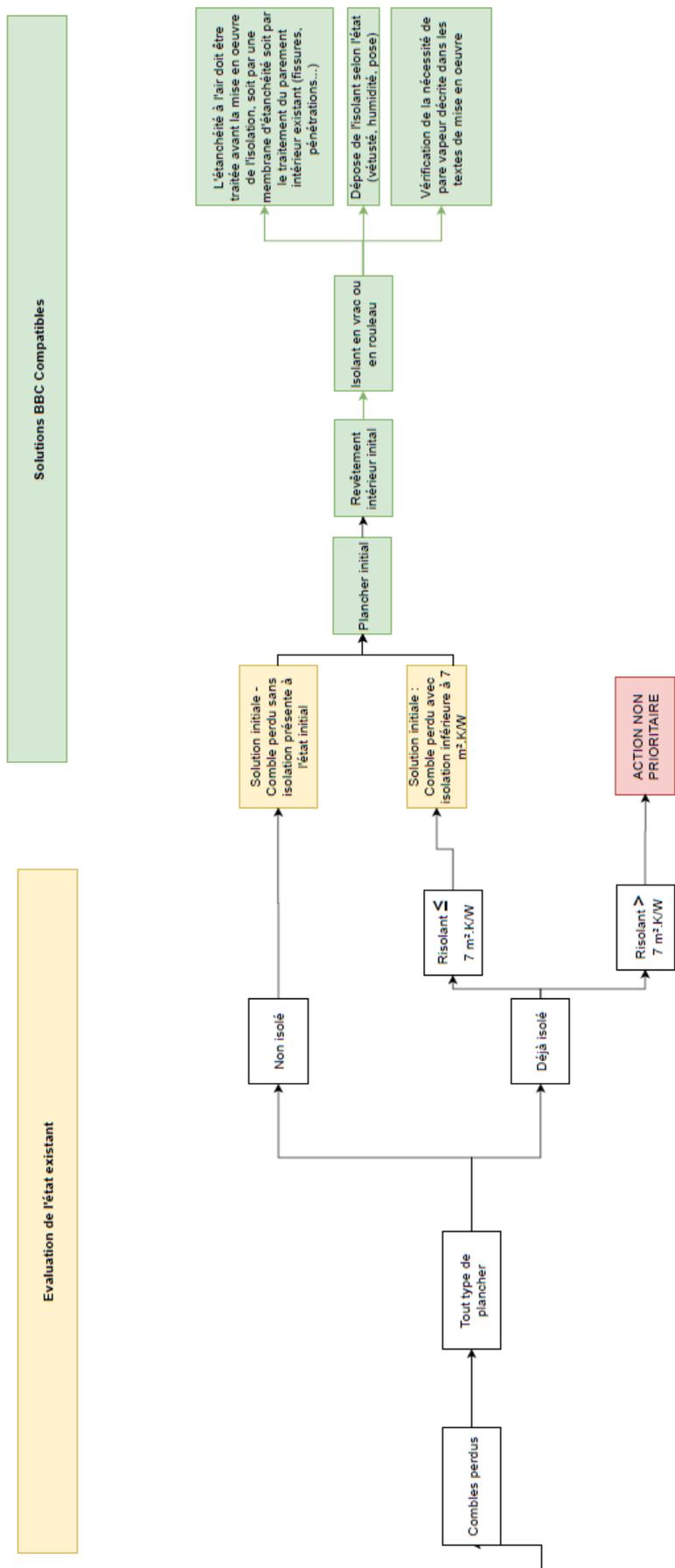
Cas des murs en maçonnerie à risque limité (parpaing, brique alvéolaire, béton cellulaire)



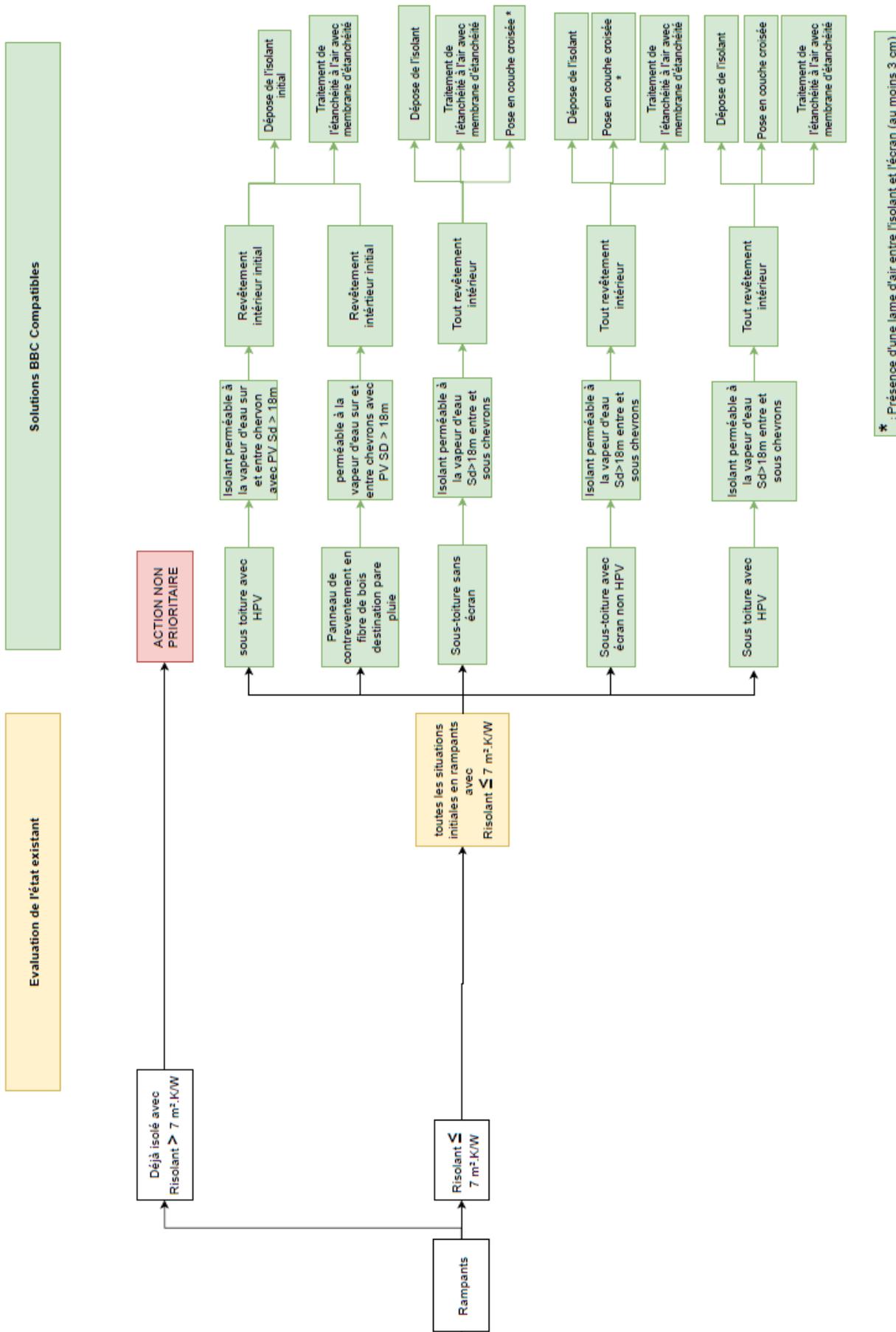
Cas des autres parois verticales



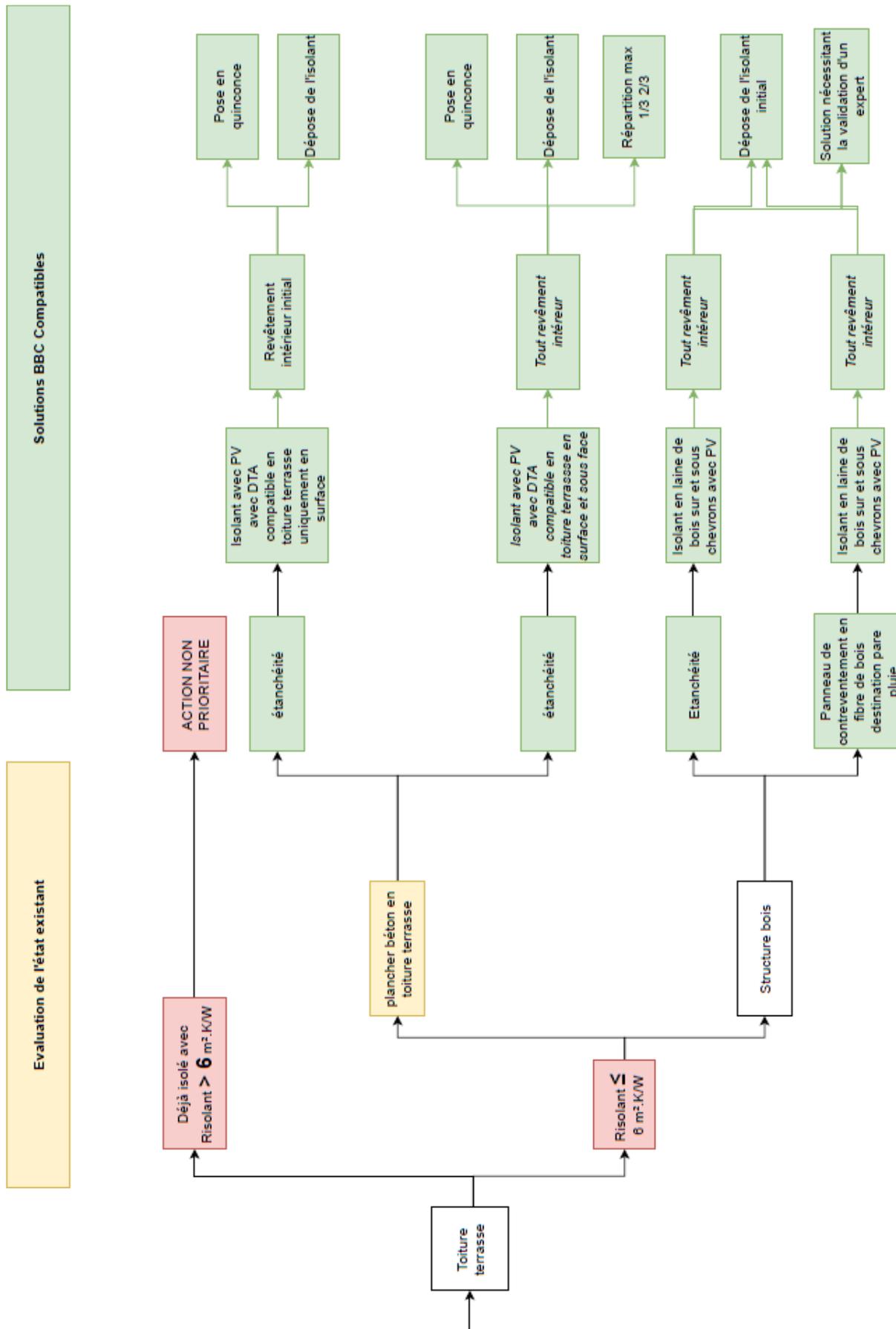
Cas des planchers hauts en combles perdus



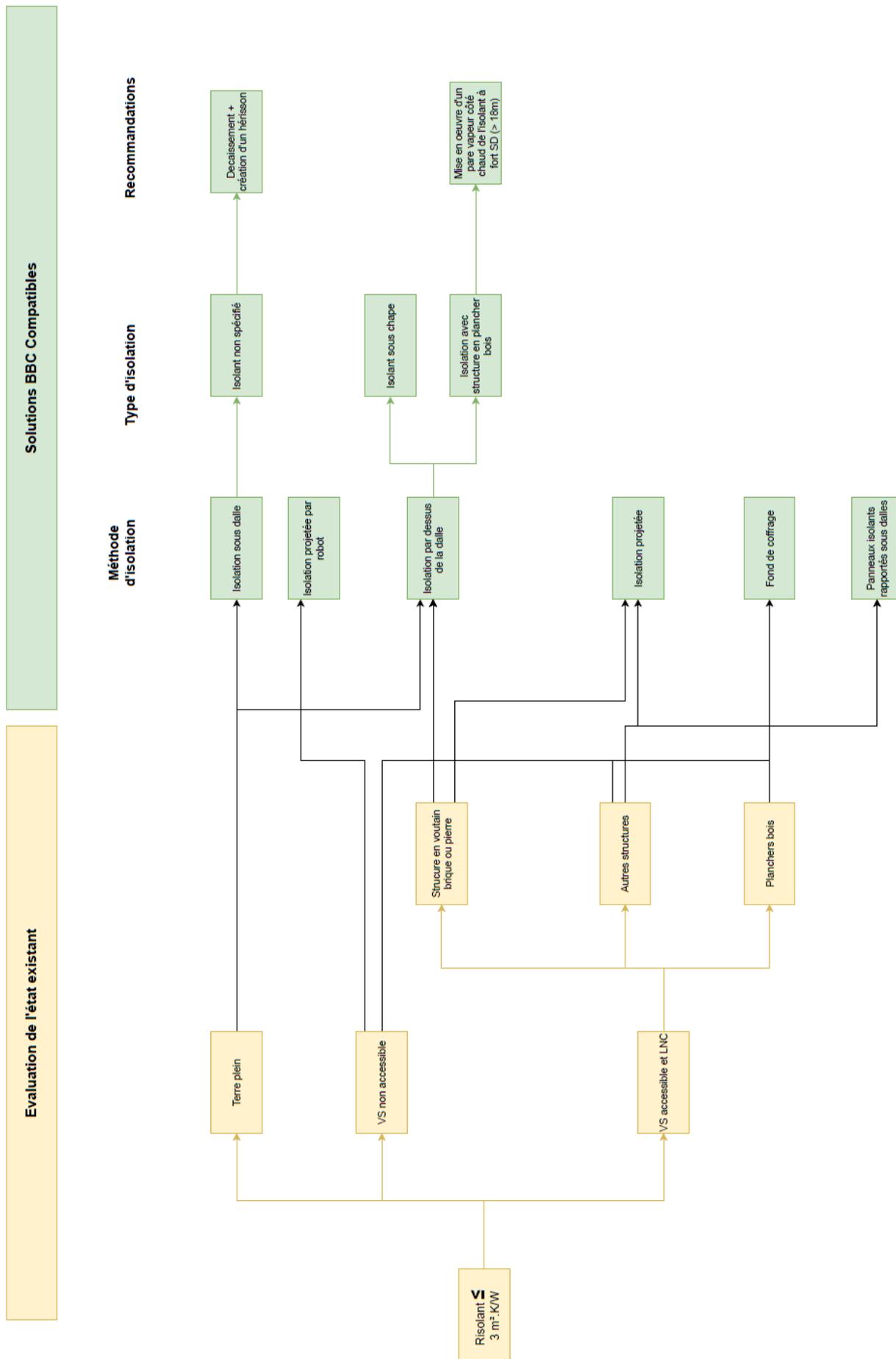
Cas des planchers hauts de combles aménagés (rampants)



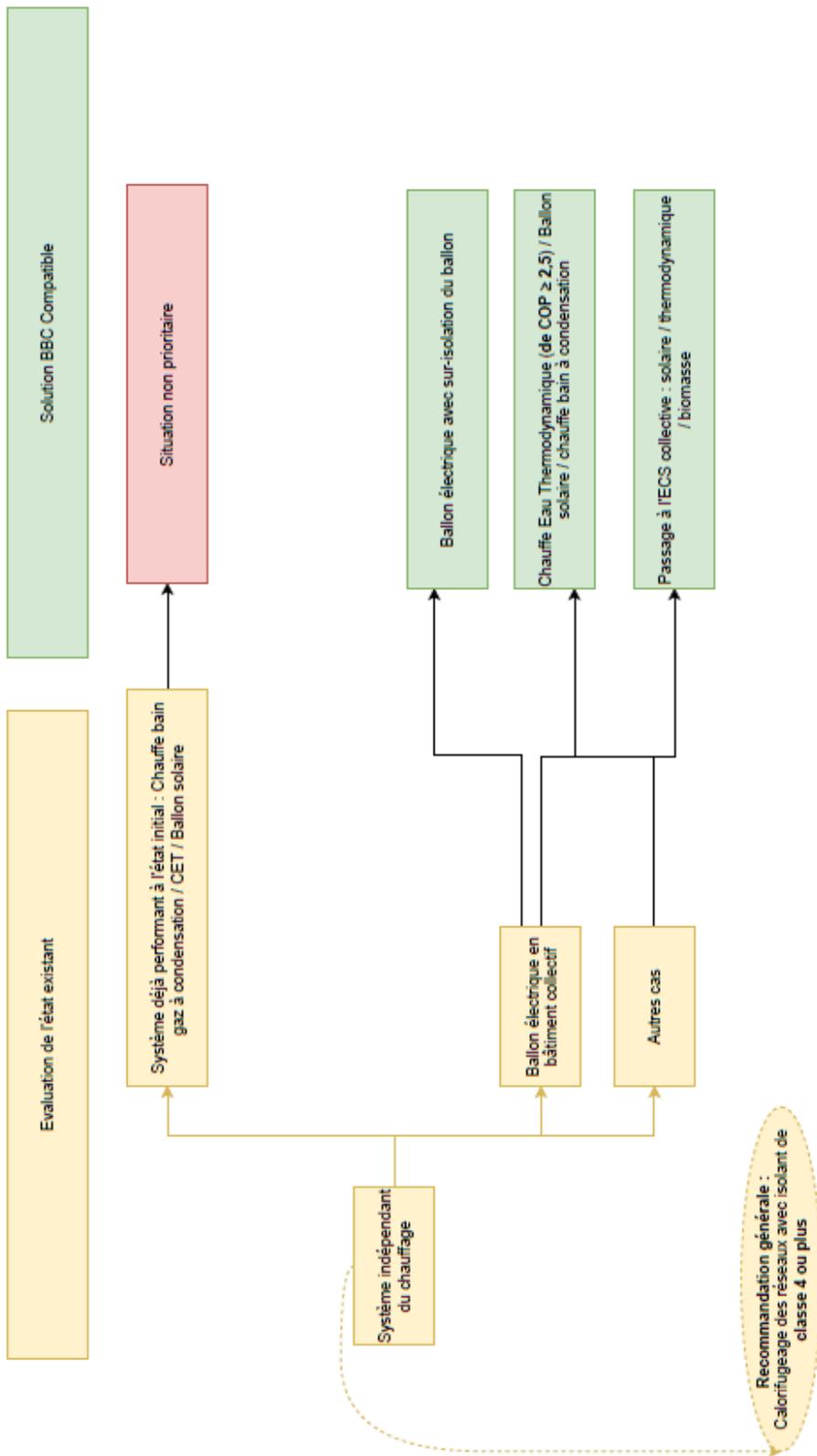
Cas des planchers hauts de toiture terrasse



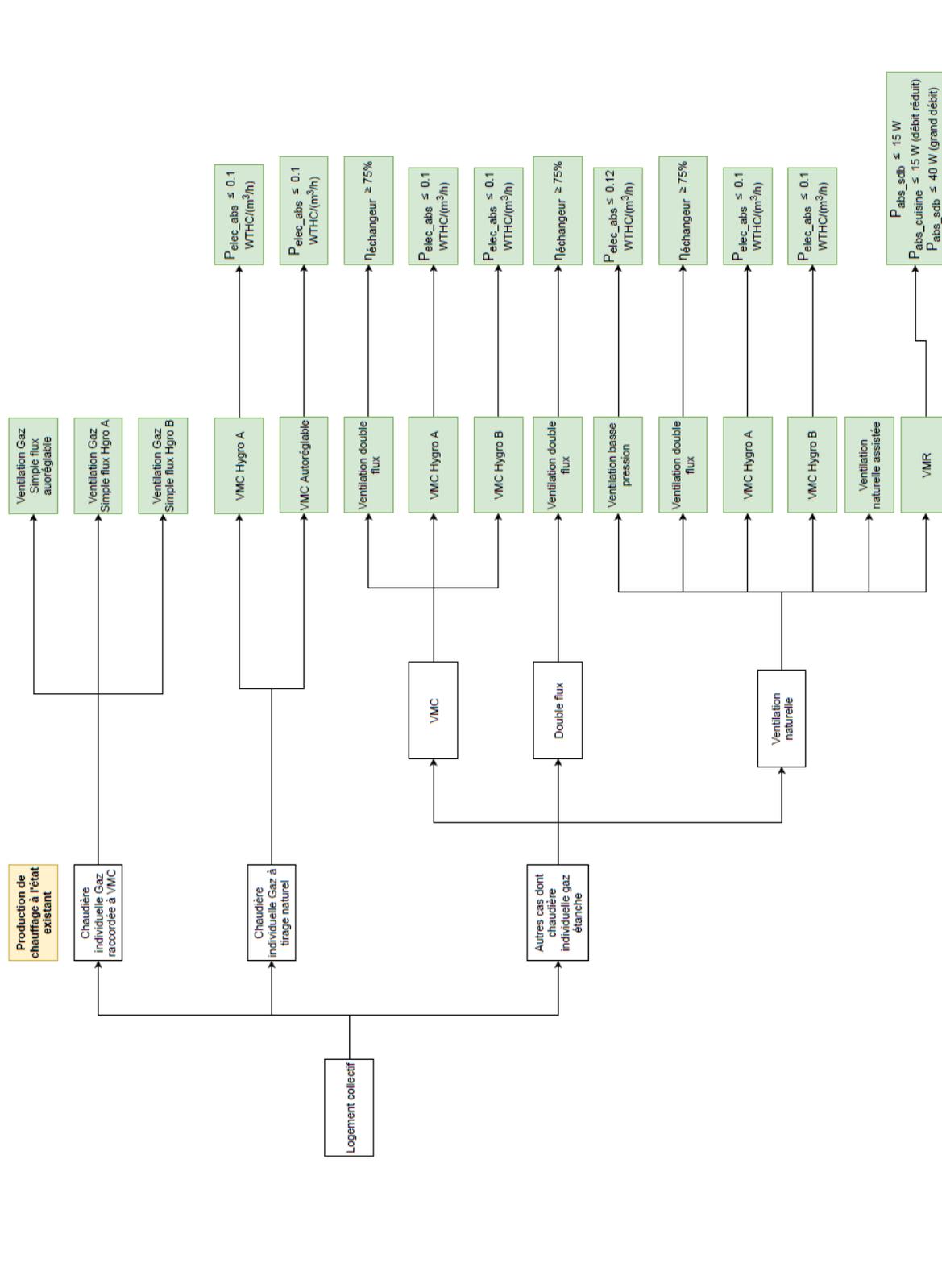
Cas des planchers bas



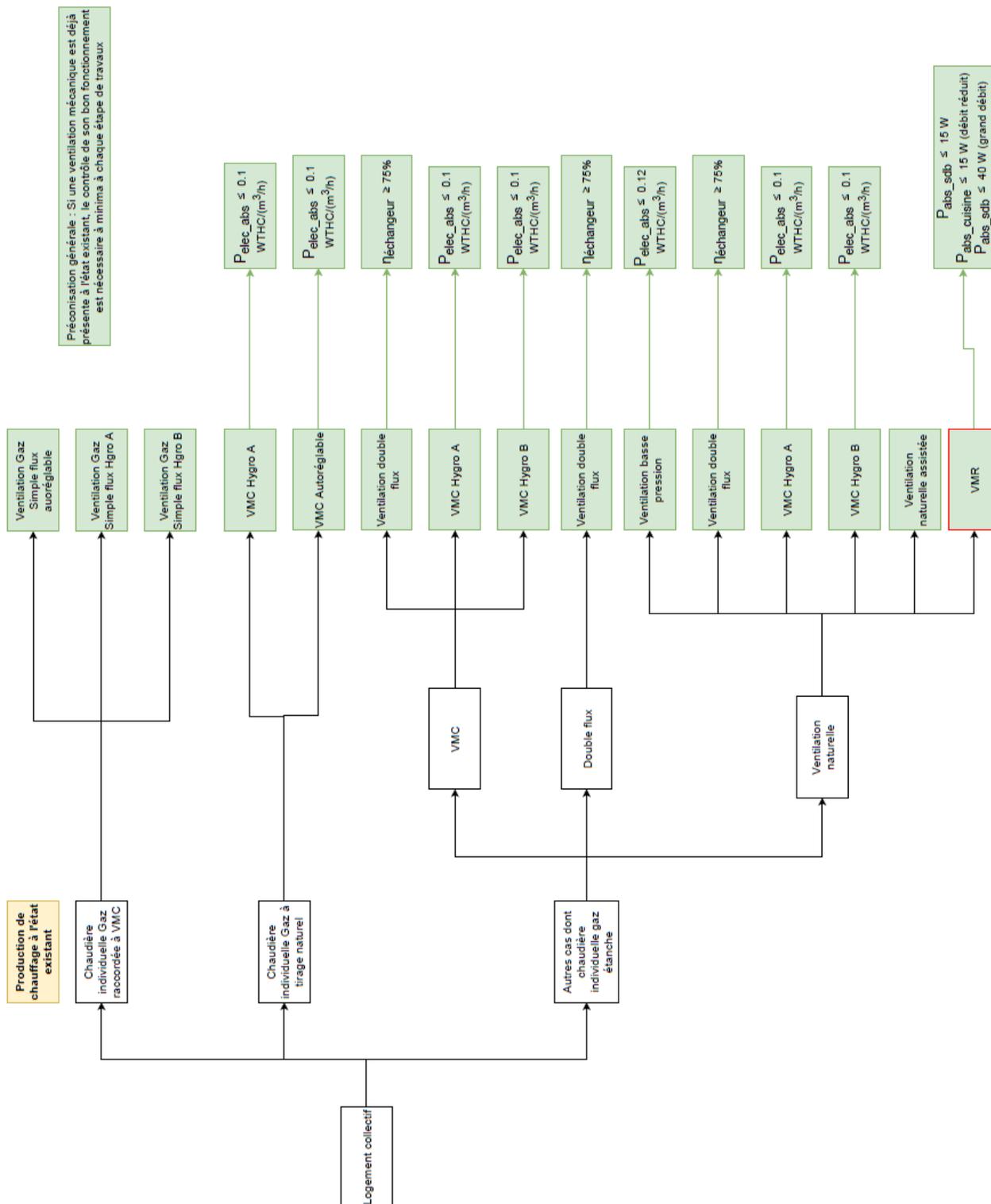
Cas de la production d'eau chaude sanitaire



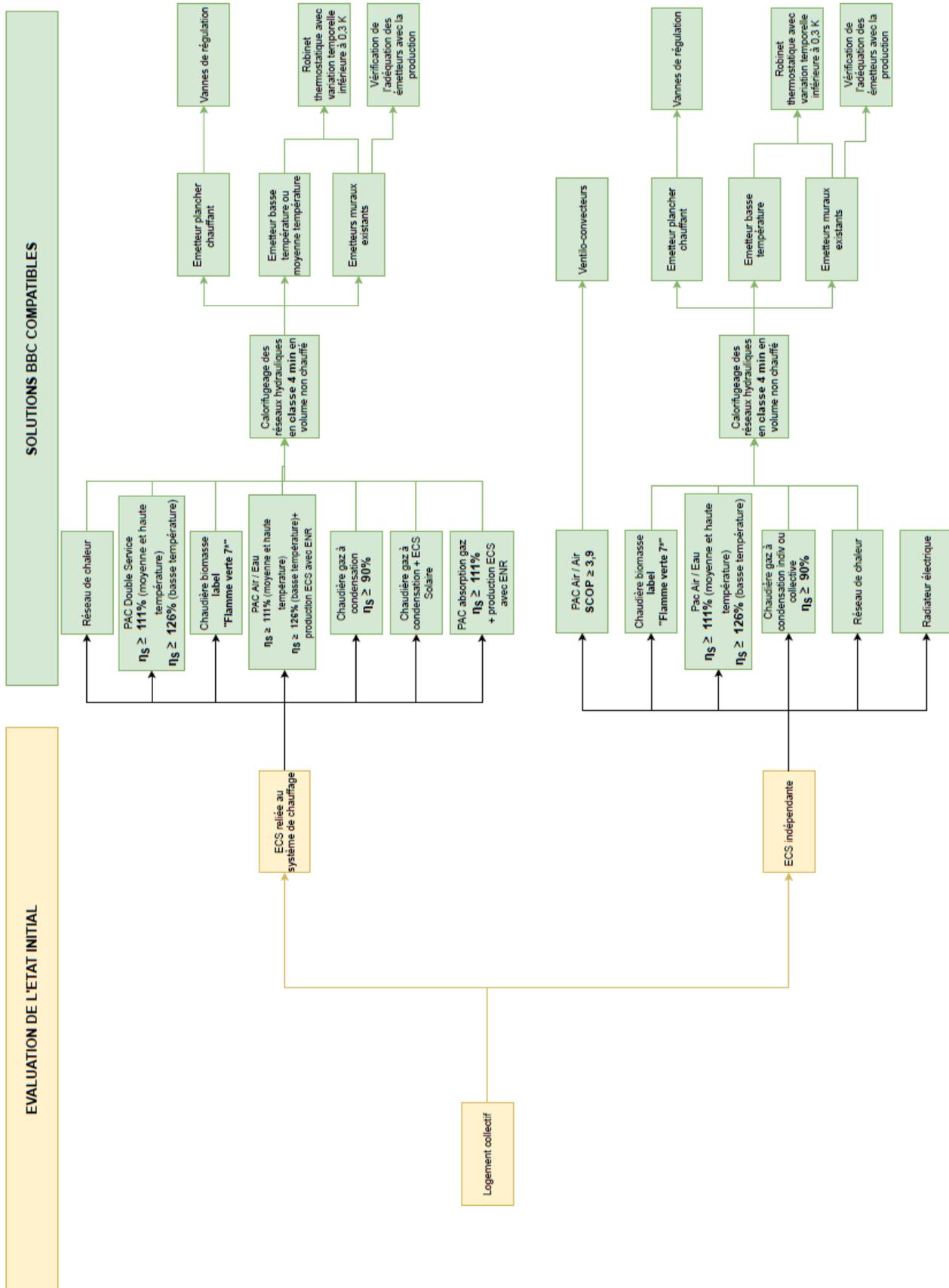
Cas de la ventilation en logement collectif



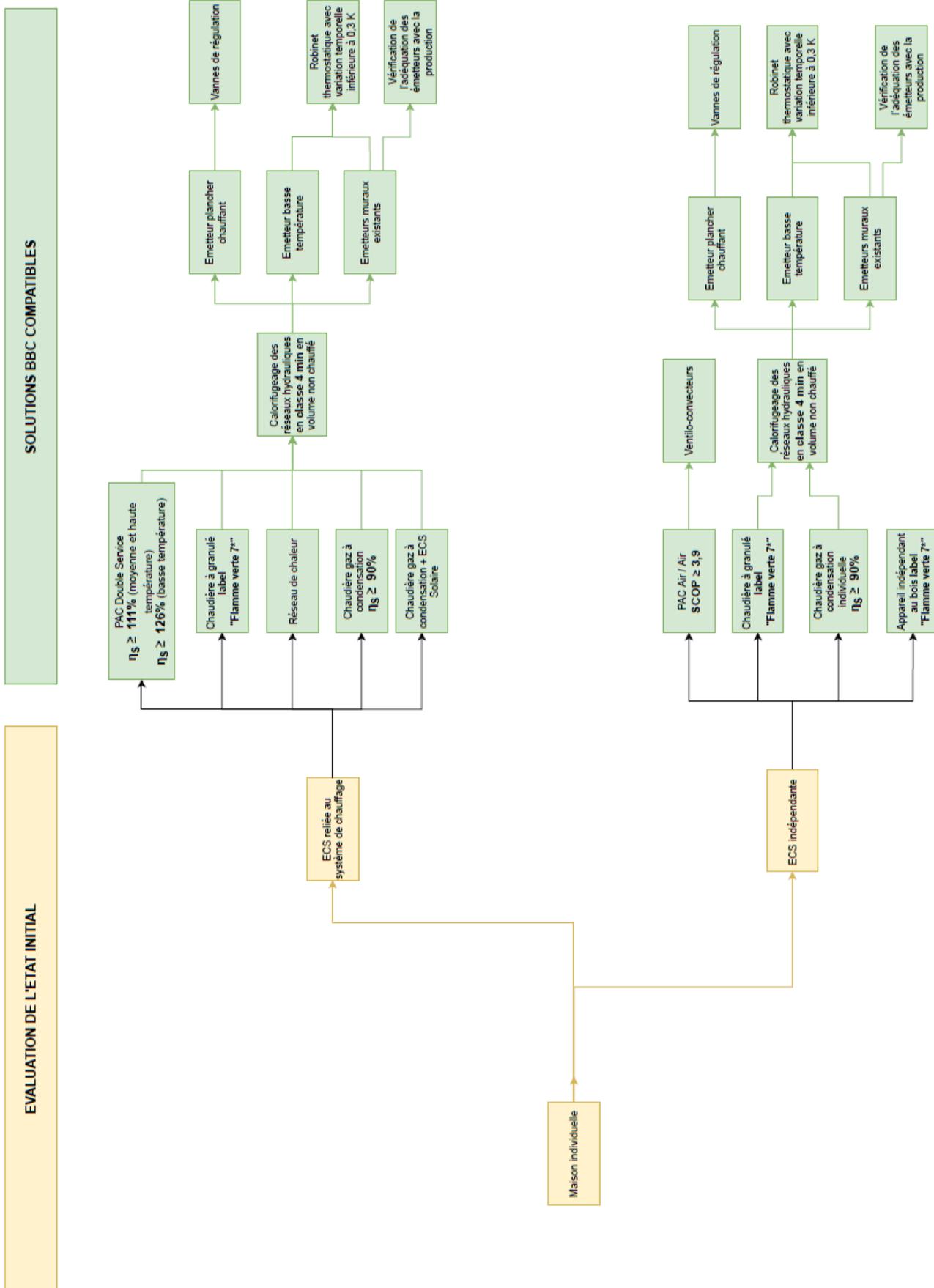
Cas de la ventilation en maison individuel



Cas de la production de chauffage en logement collectif



Cas de la production de chauffage en maison individuelle

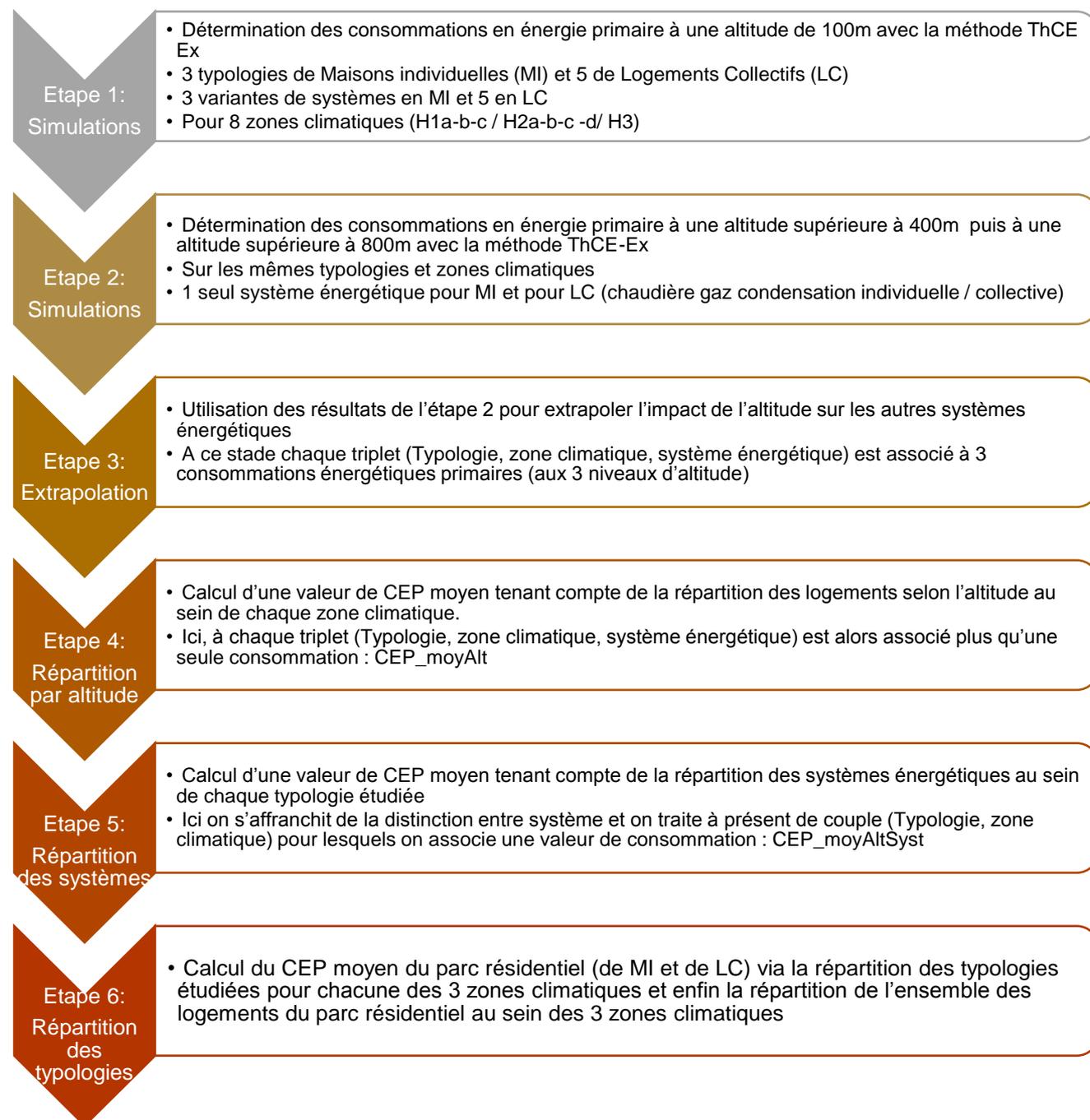


Annexe 6 : Validation des niveaux d'exigence unitaires

La mise en place de niveaux d'exigence unitaires est nécessaire pour s'assurer que les rénovations atteignent à terme l'objectif BBC. Cette annexe fournit les détails de la démarche de validation de ces seuils.

Il s'agit donc de que les solutions proposées sont bien compatibles avec la rénovation du parc de logements existants, en moyenne, à un niveau inférieur au « BBC Rénovation ». Chaque configuration doit également ne pas dépasser de manière importante le niveau BBC Rénovation. Ainsi, pour s'assurer de la pertinence des niveaux, une reconstitution du parc de logements existants rénovés avec les niveaux d'exigence en prenant compte notamment, la répartition géographique des différentes typologies sélectionnées, ainsi que la répartition des systèmes énergétiques au sein de ces typologies.

Vue d'ensemble du processus de validation des exigences



Description des typologies sélectionnées

La validation de ces niveaux de performance se base sur une sélection de typologies de bâtiments considérés énergivores et propices à la rénovation. L'étude s'est concentrée sur les bâtiments construits avant 1974 car ils nécessitent des efforts plus conséquents en termes de rénovation afin d'atteindre le niveau BBC.

- **Maisons individuelles**

| Typologie | Maison bourgeoise éclectique (avant 1948) | rurale/ villa (avant 1948) | Pavillon de banlieue – maison de bourg (avant 1948) | Récent non isolé (1948 – 1974) |
|---------------------------|---|----------------------------|---|--------------------------------|
| % parc de MI en 2017 | 12 % | | 18 % | 17 % |
| Surface habitable | 115 m ² | | 75 m ² | 110 m ² |
| Nombre d'étages | R+1 | | RDC | R+1 |
| Type de plancher bas | Terre-plein* | | Terre-plein* | Vide Sanitaire |
| Type de plancher haut | Rampants | | Combles perdus | Combles perdus |
| Type d'isolation des murs | ITI | | ITI | ITE |

* Non isolé après rénovation

- **Logements collectifs**

| Typologie | Haussmannien et assimilés (avant 1948) | Immeuble de bourg (avant 1948) | Barres (1948 – 1974) | Moyen collectif (1948 – 1974) | Petit Collectif (1948 - 1974) |
|---------------------------|--|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| % parc de LC en 2017 | 10 % | 11 % | 12 % | 14 % | 14 % |
| Surface habitable | 6 500 m ² | 213 m ² | 10 080 m ² | 4 026 m ² | 1405 m ² |
| Nombre d'étages | R+7 | R+2 | R+4 | R+4 | R+4 |
| Nombre d'appartements | 116 | 4 | 128 | 60 | 25 |
| Type de plancher bas | LNC ³ | Terre-plein* + LNC | LNC | LNC | LNC |
| Type de plancher haut | Rampants combles + | Rampants combles + | Toiture terrasse | Toiture terrasse | Combles |
| Type d'isolation des murs | ITI + ITE | ITE | ITE | ITE | ITE |

* Non isolé après rénovation

Description des solutions modélisées

- **Rappel des niveaux de performance d'enveloppe**

Les niveaux présentés ci-après sont définis sur la base de l'étude de l'observatoire BBC du collectif Effinergie qui permet un retour d'expérience sur des projets labellisés BBC-Effinergie Rénovation ou issu d'appel à projet de Régions (<https://www.observatoirebbc.org/>) et ont été l'objet d'échanges avec l'équipe projet et le Cote où ont été présentés ces résultats, pour être validés.

| Résistance thermique (m ² .K/W) | ITE | | | ITI | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zone climatique | H1 | H2 | H3 | H1 | H2 | H3 |
| Maison individuelle | 4,4 | 4,4 | 4,0 | 3,9 | 3,7 | 3,7 |
| Logement collectif | 4,2 | 4,2 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| LC (Électrique) | 5 | 5 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 |

| U _w (W/m ² .K) | Menuiseries | | | Résistance thermique (m ² .K/W) | Planchers bas (tous types) | | |
|---|-------------|-----|-----|---|----------------------------|-----|-----|
| Zone climatique | H1 | H2 | H3 | Zone climatique | H1 | H2 | H3 |
| Maison individuelle | 1,3 | 1,3 | 1,5 | Maison individuelle | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Logement collectif | 1,3 | 1,3 | 1,5 | Logement collectif | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| LC (Électrique) | 1,1 | 1,1 | 1,3 | LC (Électrique) | 4,0 | 4,0 | 4,0 |

| Résistance thermique (m ² .K/W) | Rampants | | | Combles perdus | | | Toiture terrasse | | |
|---|----------|-----|-----|----------------|------|-----|------------------|-----|-----|
| Zone climatique | H1 | H2 | H3 | H1 | H2 | H3 | H1 | H2 | H3 |
| Maison individuelle | 7,0 | 7,0 | 6,5 | 8,0 | 8,0 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 7,0 |
| Logement collectif | 7,0 | 7,0 | 6,5 | 8,0 | 8,0 | 7,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| LC (Électrique) | 9,0 | 9,0 | 8,0 | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |

Les valeurs « LC (électrique) » pour les logements collectifs chauffés à l'électrique correspondent à des niveaux envisagés pour des bâtiments collectifs conservant un système effet joule de chauffage après rénovation. Cette compensation a été étudiée, mais comme présenté plus loin, les niveaux atteints n'ont pas permis de conclure à une utilisation de ces niveaux dans ces cas particuliers.

L'ensemble des simulations a été réalisé en considérant un bon traitement des interfaces et interactions et donc des coefficients de déperditions linéiques d'une rénovation globale. Il est donc essentiel, pour l'atteinte du BBC à terme que ces éléments soient traités.

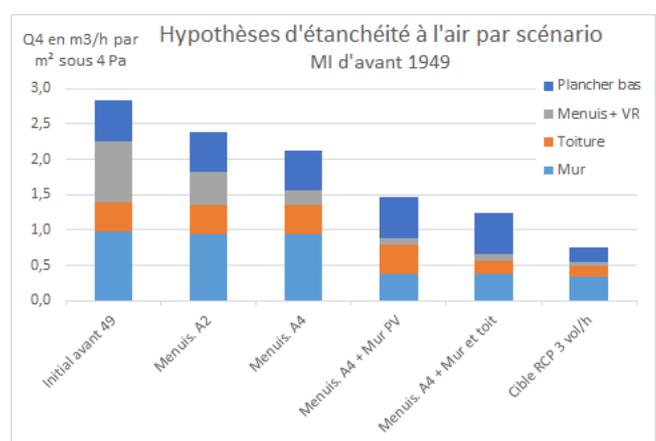
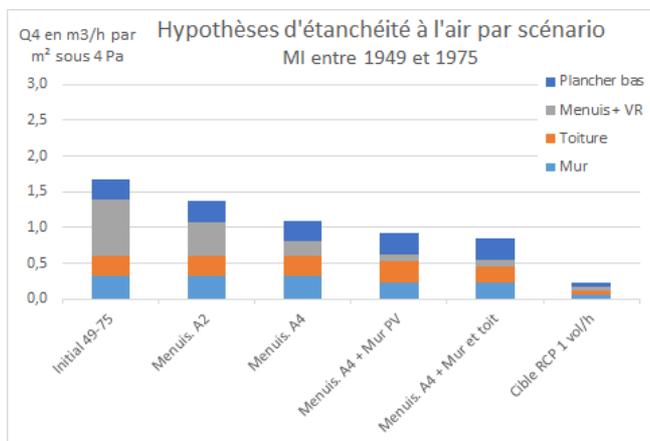
- **Systemes énergétiques modélisés**

Le tableau suivant présente les différents systèmes de production étudiés.

| | | | | | | |
|--|--------------------------------|---|--|---|--|---|
| | | | | | | |
| | Hygroréglable de type B | Poêle à granulés : - Rendement à Pnom : 90 % - Part couverte : 70 % Panneaux rayonnants : - CA 0,08 Chauffe-Eau Thermodynamique sur air extérieur : - COP Pivot 3,2 | Chaudière à condensation Rpn : 97,7 % Rpi : 109,2 % | PAC Double Service - COP nominal Chauffage : 4,08 - COP nominal ECS : 3,9 | | |
| | Hygroréglable de type B | (Sauf typo immeuble de bourg) : Chaudières à condensation Rpn : 98,3 % Rpint : 110,4 Radiateur ancien avec régulation terminale Isolation du réseau : classe 2 | Chaudières individuelles gaz à condensation Rpn : 97 % Rpint : 109 % Emetteurs anciens avec régulation terminale | Panneaux rayonnants - CA 0,08 Chauffe-Eau Thermodynamique COP 3,2 Ballons EJ | PAC Double Service - COP nominal Chauffage : 4,40 - COP nominal ECS : 3,9 | Réseau de Chaleur Emetteurs anciens avec régulation terminale |

- **Traitement de l'étanchéité à l'air**

La prise en compte de l'étanchéité à l'air est essentielle pour les projets de rénovation par étapes. Dans un premier temps, il est montré que l'atteinte de niveaux d'étanchéité à l'air tel qu'utilisé par défaut dans les calculs en rénovation par étapes est possible. Les graphiques suivants présentent les niveaux d'étanchéité à l'air de deux typologies de bâtiments après rénovation de chacun des lots cibles :

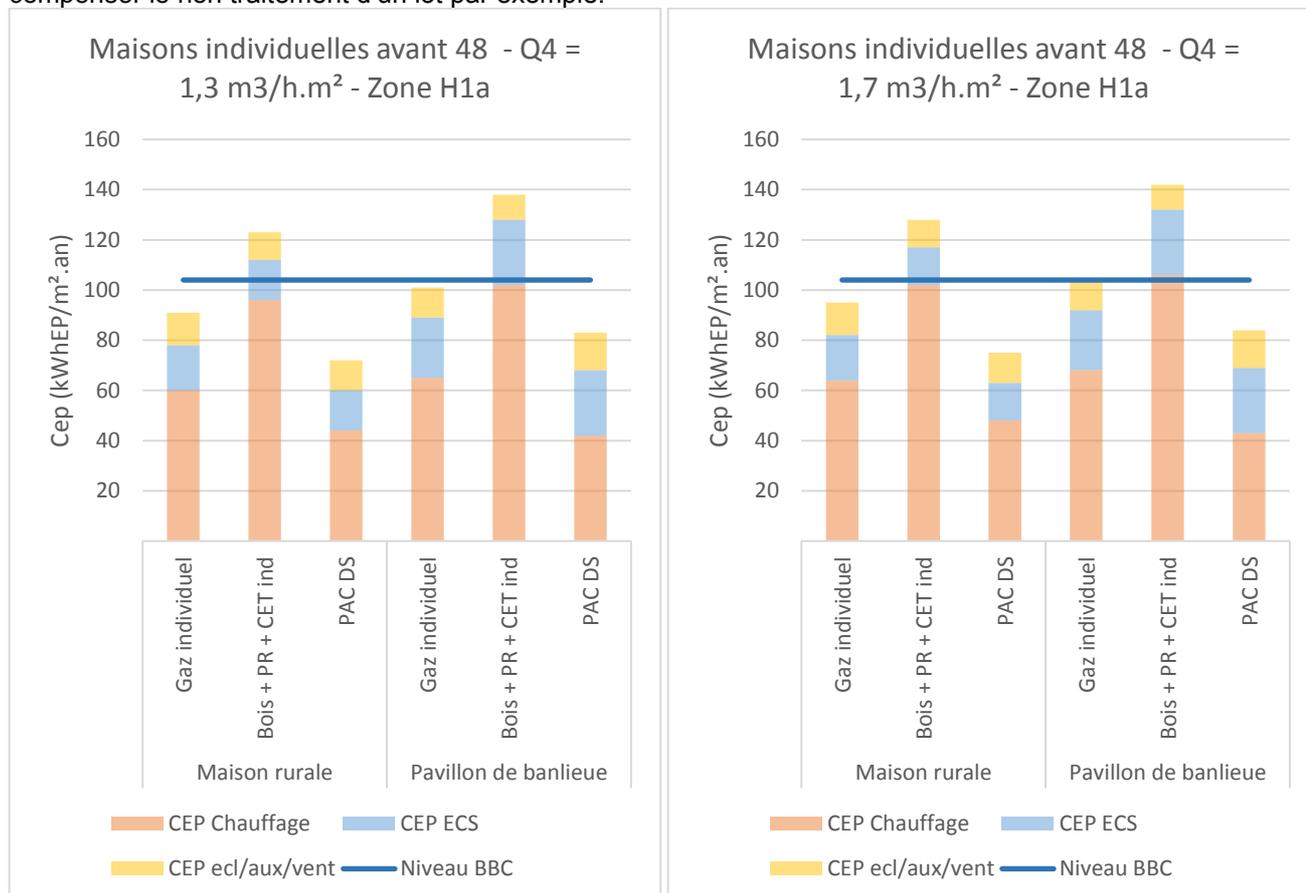


Source : Enertech

Dans le cas de la maison construite entre 1949 et 1975, il est possible d'atteindre un coefficient Q4 inférieur à 1,0 m3/h.m². Dans le cas de la maison individuelle avant 1949, le niveau atteint est Q4 = 1,3 m3/h.m². Cela est conditionné à un bon traitement des lots unitaires (notamment présence de membrane d'étanchéité à l'air en ITI et isolation de rampant ou sarking), un traitement correct des interfaces, ainsi que le traitement des fuites hors

enveloppe (trappes d'accès, cheminées...) mais également à la mise en œuvre de menuiseries avec un classement AA*4 sur le classement AEVAEV. Cette dernière contrainte doit donc être ajoutée à l'outil d'analyse des solutions « BBC Compatibles ». On note que des niveaux beaucoup plus performants sont atteignables en rénovation globale.).

Par défaut dans les calculs, il a été pris en compte une étanchéité à l'air de 1,6 m³/h.m², ce qui est sécuritaire vis-à-vis des résultats présentés. Les résultats montrent que, par défaut, aucune exigence complémentaire sur l'étanchéité à l'air n'est nécessaire avec les niveaux tels qu'ils ont été définis (voir graphiques ci-dessous). Cependant, pour certaines configurations, un niveau d'étanchéité à l'air plus ambitieux doit être visé pour compenser le non traitement d'un lot par exemple.



Légende :

- PR : Panneau rayonnant
- CET : Chauffe-Eau Thermodynamique
- PAC DS : Pompe à Chaleur Double Service

Les configurations concernées sont les maisons individuelles isolées par l'intérieur sur terre-plein non isolé. Dans ces cas, il est nécessaire d'intégrer un contrôle de l'objectif d'étanchéité à l'air après finalisation des travaux, voir après la réalisation de la première étape de travaux.

Dans tous les cas, le respect de la méthodologie permet, sans obtenir nécessairement la qualité de traitement d'une rénovation globale, de garantir une prise en compte de ce paramètre par :

- La définition d'un programme travaux qui doit prendre en compte ce paramètre, que ce soit par l'approche typologique ou par l'audit pour ordonnancer les étapes de travaux en fonction de lots liés
- La prise en compte des recommandations de traitement des interfaces
- Le renforcement des exigences grâce aux logigrammes de l'outil d'analyse par rapport à l'ensemble des solutions à disposition des entreprises et artisans pour la rénovation de certains lots.

Résultats des simulations

Les simulations ont été réalisées sous le logiciel U48-Win de Perrenoud. Elles sont paramétrées conventionnellement à une altitude de 100m. Les résultats affichés sur les courbes représentent la consommation énergétique en énergie primaire (kWhEP/m².an) sur les postes de consommation suivants :

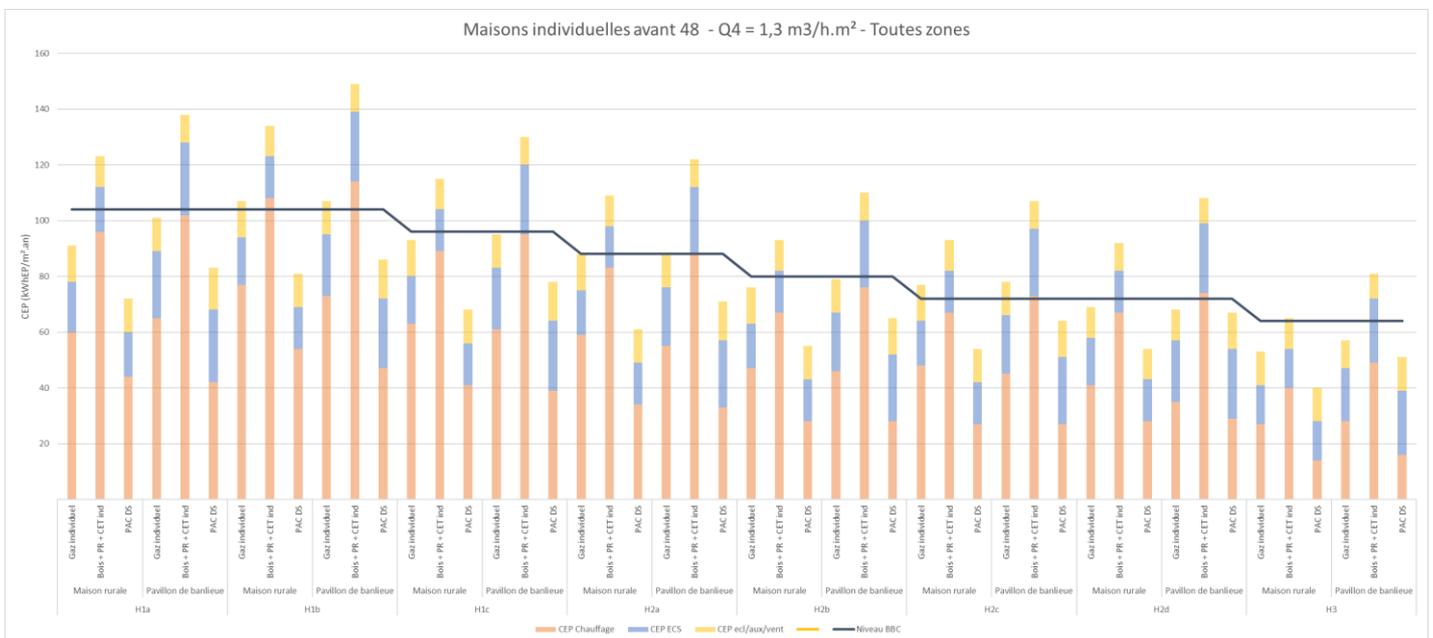
- Chauffage
- Eau chaude sanitaire
- Auxiliaires + Ventilation + Eclairage

L'objectif du niveau BBC est représenté en bleu en ligne continue afin de cibler les typologies les plus énergivores et ne permettant pas l'atteinte du niveau BBC avec les solutions préconisées.

Le but est cependant de vérifier, qu'en moyenne, le parc de logements existants atteint le niveau BBC et que chaque configuration doit également ne pas dépasser de manière importante le niveau BBC Rénovation. Ces résultats servent de base de travail pour calculer la consommation moyenne du parc. Les différentes répartitions permettant la construction de cette moyenne sont données dans le paragraphe suivant.

• Maisons individuelles

a. Maisons individuelles avant 1948 sur terre-plein non isolé (avec ITI), CEP à 100m, toutes zones climatiques

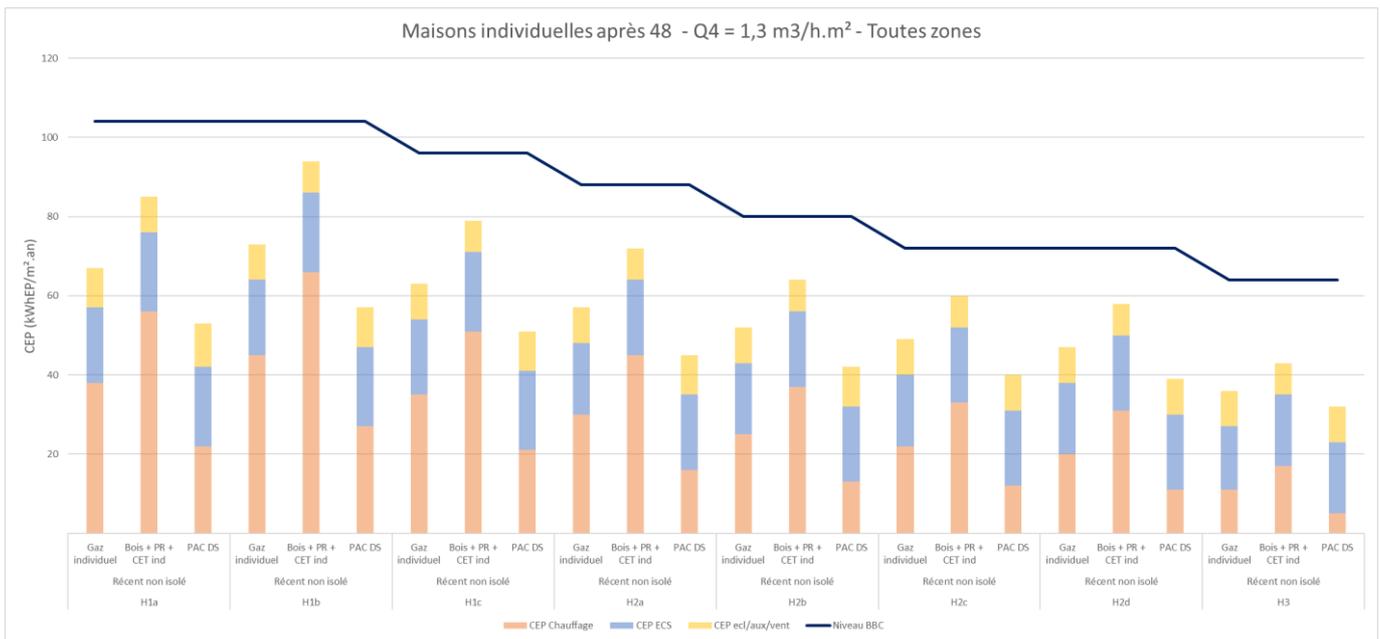


L'isolation des planchers bas est à planifier pour tous les projets pour lesquels elle est techniquement réalisable. Cependant, pour certains projets sur terre-plein, il est très probable que ces travaux ne seront pas réalisés. Dans ces cas, pour compenser la perte d'isolation, les projet doivent viser une perméabilité à l'air renforcée avec un objectif cible de $Q4Pa_{surf} < 1,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{h})$. Un test de perméabilité à l'air doit alors être planifié après l'achèvement des travaux sur l'enveloppe, spécifiquement si tous les lots murs, menuiseries et planchers hauts sont traités à la première étape.

Dans le cas de mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur, le projet doit viser une perméabilité à l'air renforcée avec un objectif cible de $Q4Pa_{surf} < 1,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{h})$. Cet objectif est valable lorsqu'un projet prévoit la mise en œuvre d'une isolation par l'intérieur sur au moins 50 % des parois verticales, tandis que les autres parois sont isolées par l'extérieur.

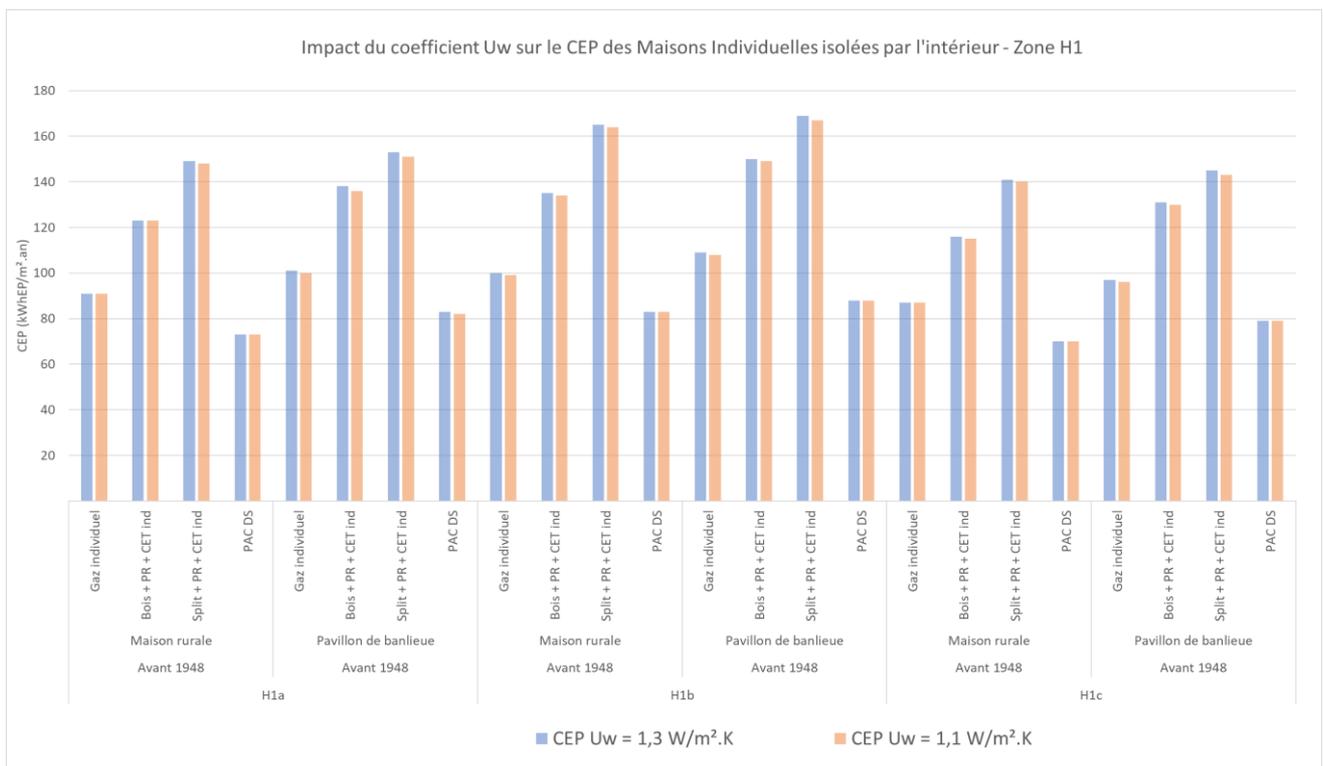
Il est observé que les cas d'insert bois avec appoint électrique ne permettent pas l'atteinte du niveau « BBC Rénovation ». Dans ces cas, des simulations complémentaires ont été menées pour déterminer l'impact de la répartition du panneau rayonnant dans les consommations. Celles-ci sont prépondérantes. Il est donc essentiel de s'assurer dans les cas d'insert bois que celui-ci couvre bien tous les besoins à terme, l'effet joule n'étant utilisé uniquement comme appoint dans certaines pièces (salle de bain par exemple).

b. Maisons individuelles après 1948 (avec ITE), CEP à 100m, toutes zones climatiques



c. Impact d'une performance renforcée sur les menuiseries

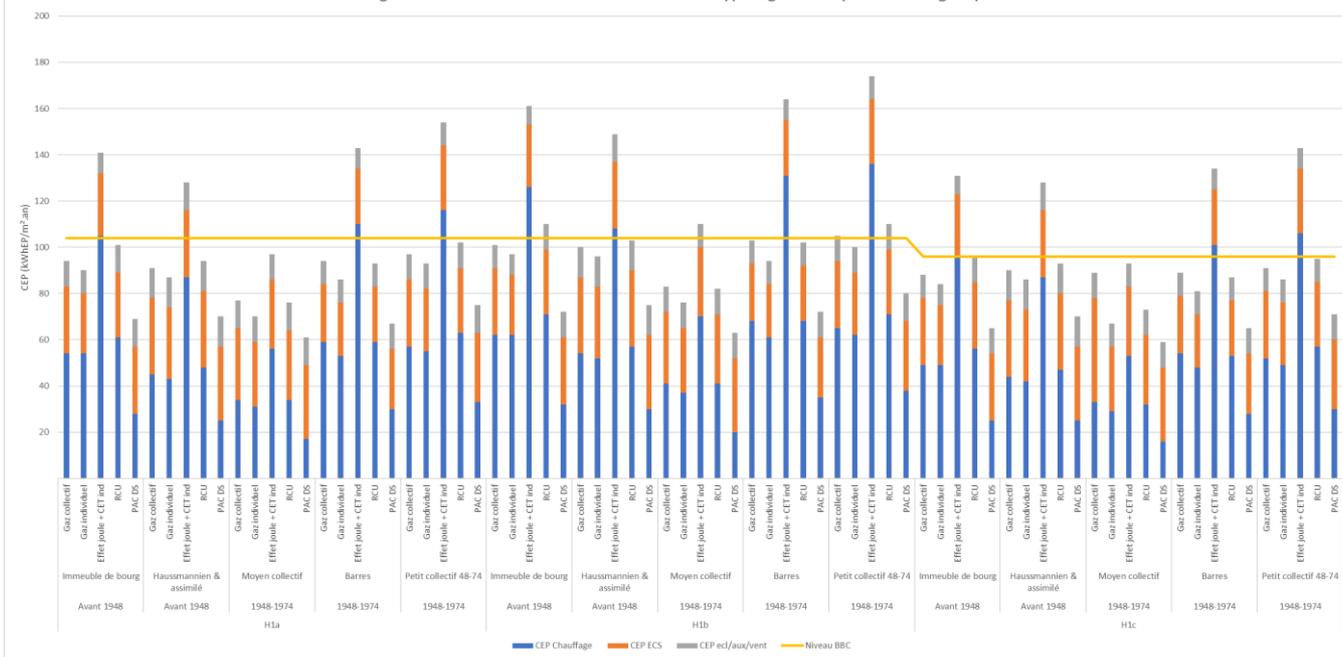
Des simulations avec des valeurs de U_w renforcées (H1 et H2 : $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et H3 : $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ avec des facteur solaire S_w de 0,38)) ont été réalisées dans les cas des maisons individuelles en ITI. Cependant les résultats des simulations n'ont pas permis de conclure à un impact significatif sur les CEP.



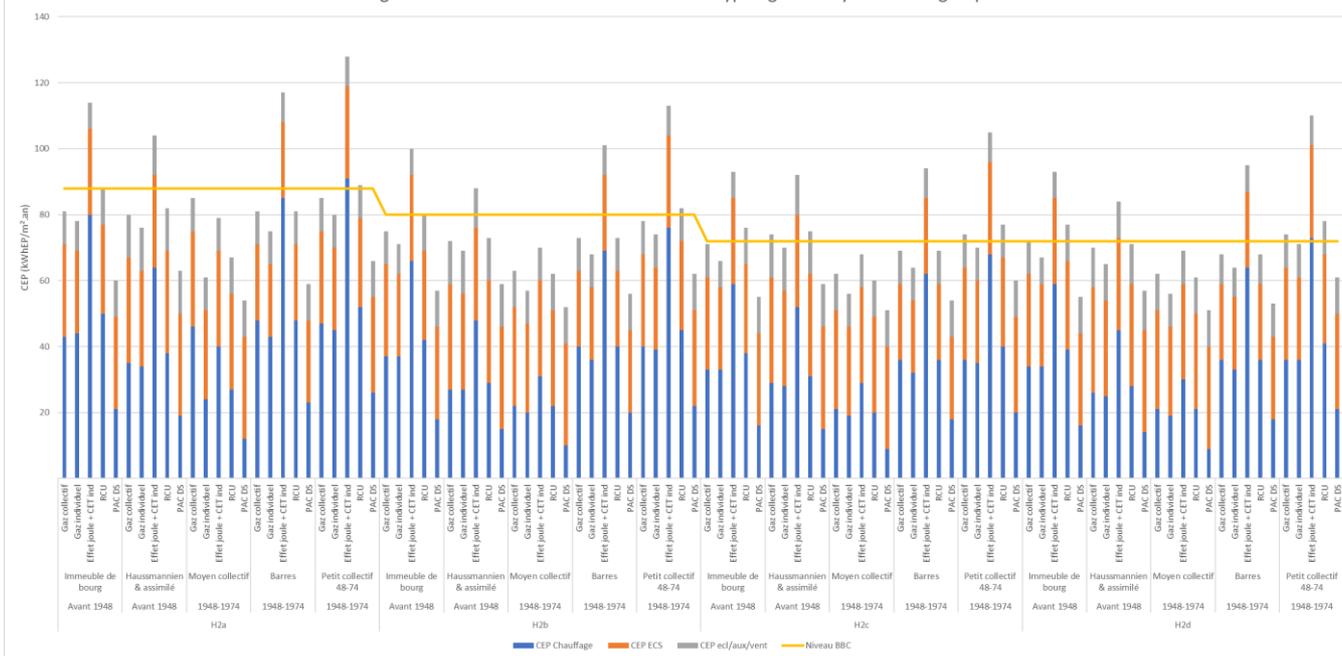
• **Logements collectifs**

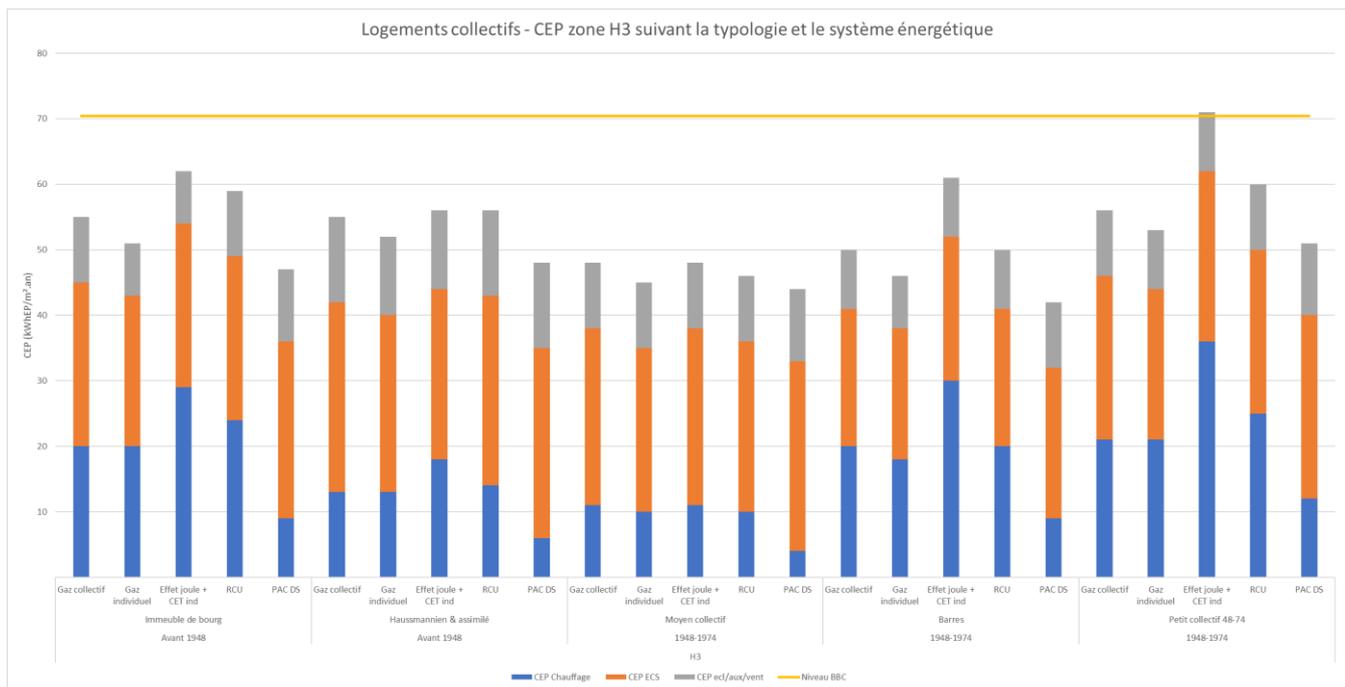
Les niveaux définis pour les logements collectifs permettent bien l'atteinte des consommations du BBC Rénovation pour toutes les configurations sauf pour le logement conservant de l'effet Joule pour chauffage après rénovation. Ces cas sont donc exclus de l'approche simplifiée de la démarche et devront faire l'objet de calculs précis par un auditeur ou maître d'œuvre.

Logements collectifs - CEP zone H1 suivant la typologie et le système énergétique



Logements collectifs - CEP zone H2 suivant la typologie et le système énergétique





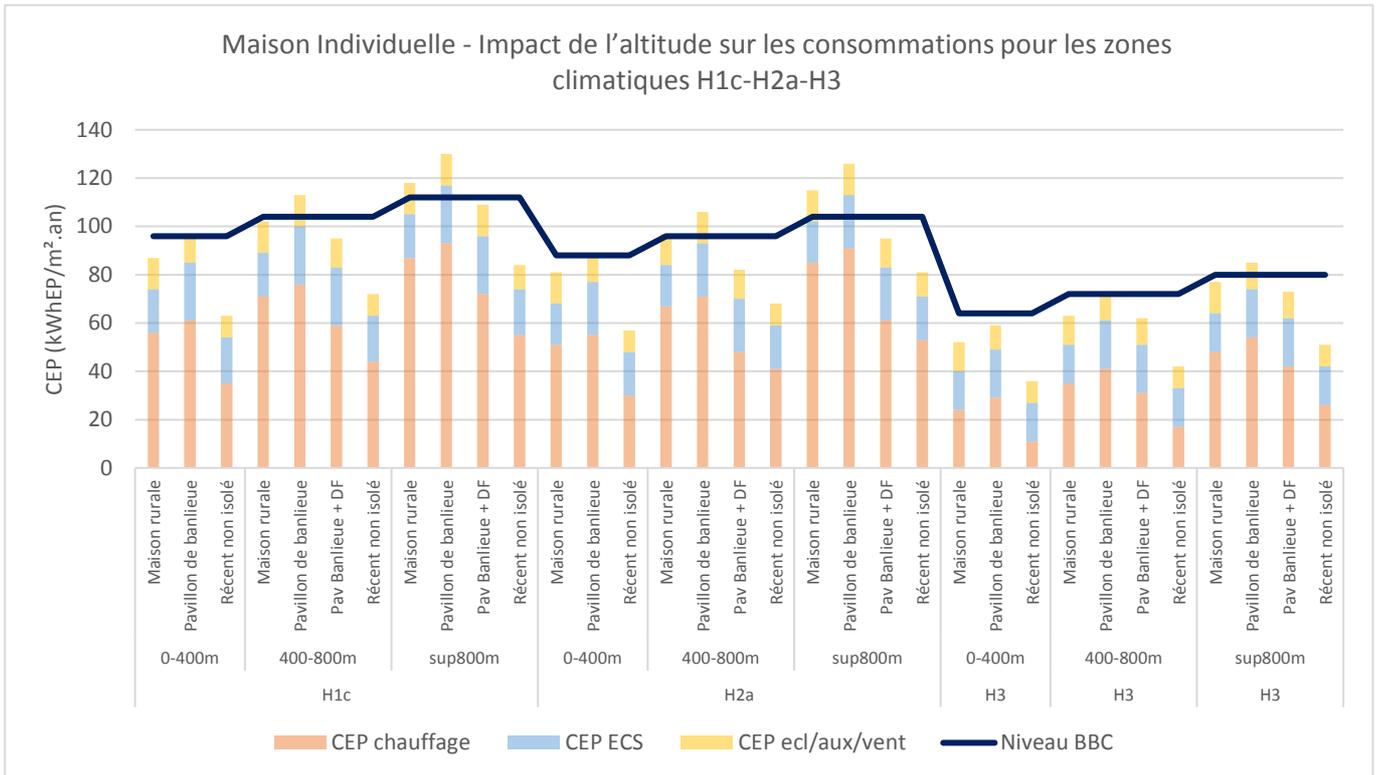
- **Impact de l'altitude**

Les simulations ci-dessous se basent sur le système « Chaudière gaz condensation » (individuelle pour les maisons et collective pour les logements collectifs).

Les résultats de ces simulations ont permis de déterminer la consommation d'énergie primaire des autres systèmes énergétiques, pour les trois paliers d'altitude de chaque typologie. En effet, des coefficients de proportionnalité (par rapport à la consommation énergétique à une altitude de 100m) ont été calculés à partir des résultats de la chaudière gaz condensation.

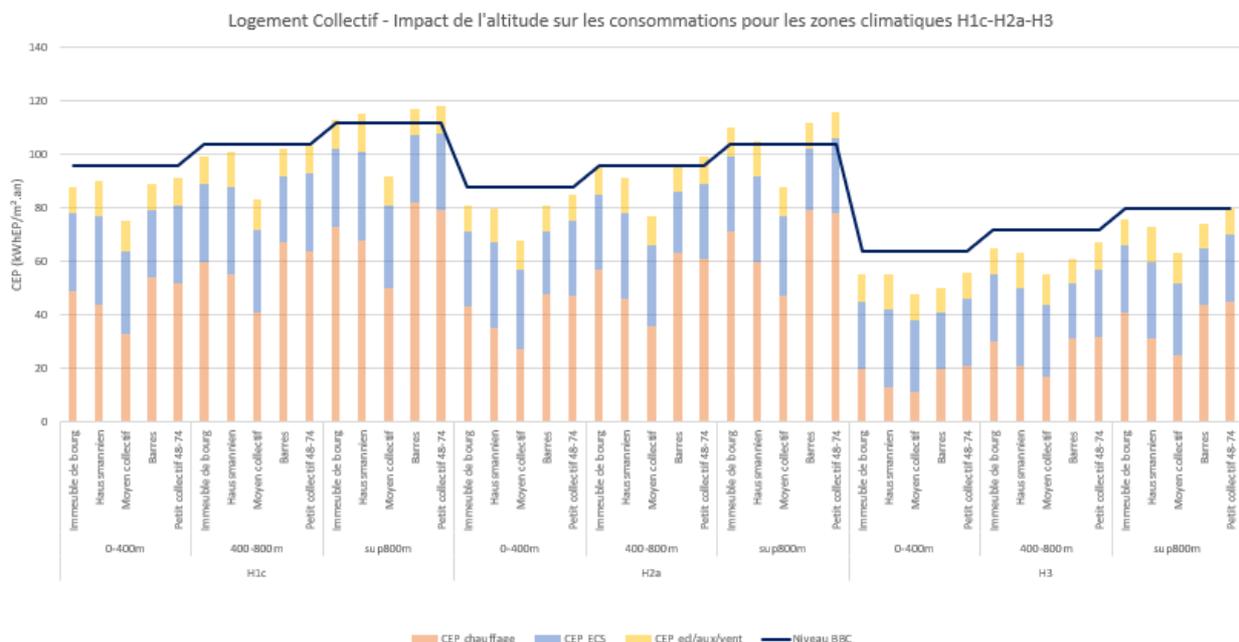
La méthode utilisée est considérée satisfaisante au premier ordre pour une approximation de l'effet de l'altitude sur les consommations.

a. Maisons individuelles



Le graphique ci-dessus comporte une variante préconisée dans le cas des maisons individuelles construites à plus de 400m d'altitude. Elle consiste à préconiser la pose d'une ventilation double flux au lieu d'une ventilation simple flux hygro-réglable de type B. Cette solution permet de passer largement le seuil BBC rénovation comme explicité dans le graphique dans le cas de la typologie la plus énergivore (variante « +DF »).

b. Logements collectifs



Les niveaux définis sont donc compatibles avec le niveau BBC Rénovation pour le logement collectif, quel que soit l'altitude.

Répartition géographique et hypothèses de répartition des systèmes

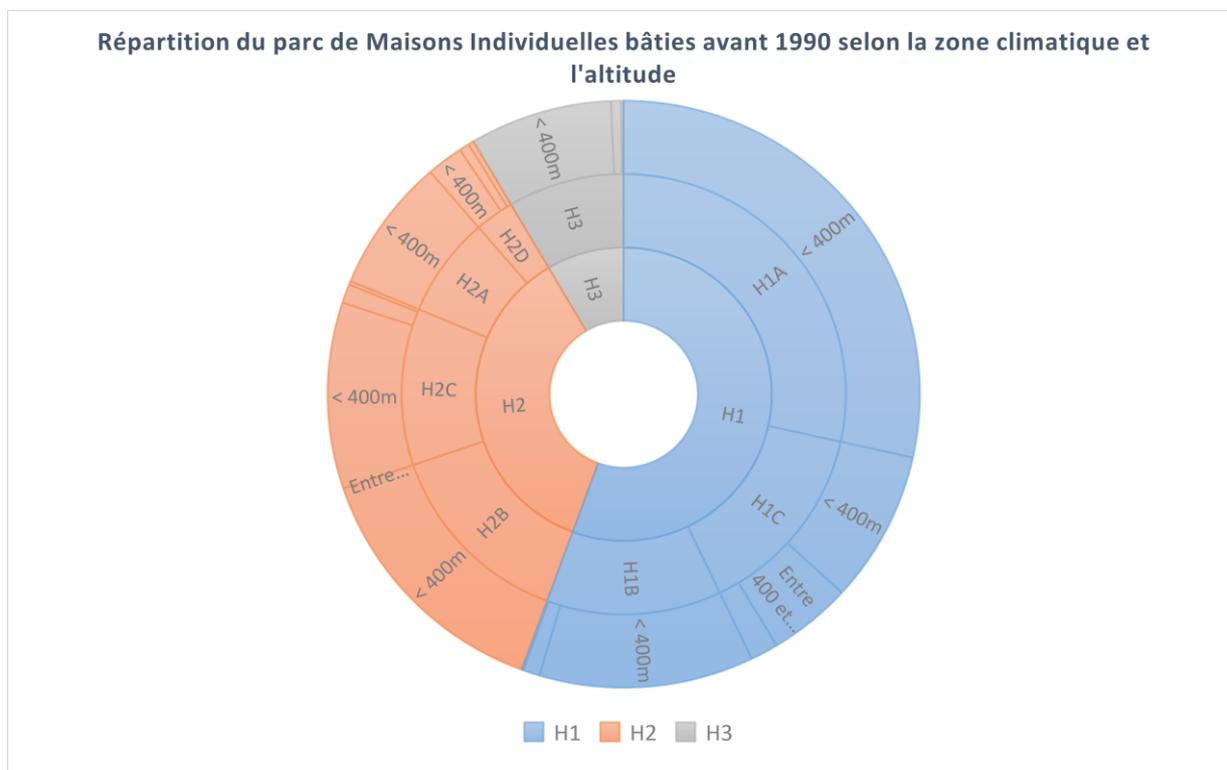
• Présentation des sources et leur utilisation

Les données ayant permis la réalisation de ces graphiques sont issues de la base INSEE de répartitions des résidences principales sur le territoire français (publication en 2019, chiffres de 2016).

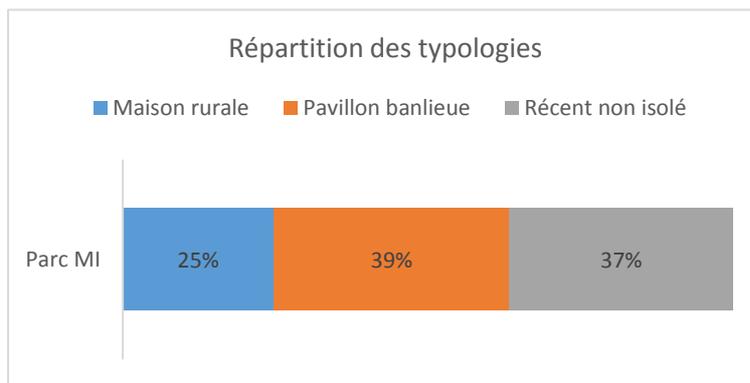
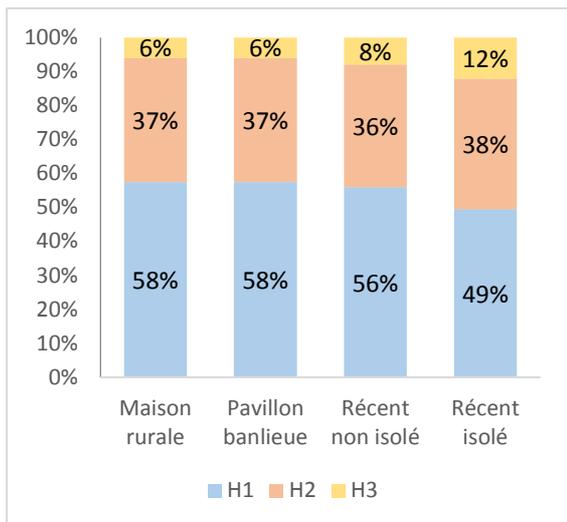
La base de données initiale a été travaillée pour correspondre à la segmentation du parc prise en compte dans l'étude. Les résultats sont donnés dans les figures suivantes.

1. Répartition des maisons individuelles
 - a. Géographique

| Répartition par ZC (Chiffres INSEE 2016) | Zone climatique | Répartition par zones RT | Zones RT | Altitude | | |
|---|-----------------|--------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | Inférieure à 400m | Entre 400 et 800m | Supérieure à 800m |
| 55,6% | H1 | 51,2% | H1a | 100% | 0% | 0% |
| | | 22,9% | H1b | 92% | 7% | 1% |
| | | 25,9% | H1c | 58% | 32% | 11% |
| 35,9% | H2 | 20,5% | H2a | 100% | 0% | 0% |
| | | 39,5% | H2b | 100% | 0% | 0% |
| | | 32,0% | H2c | 89% | 9% | 2% |
| | | 7,9% | H2d | 70% | 19% | 11% |
| 8,5% | H3 | 100,0% | H3 | 92% | 7% | 2% |

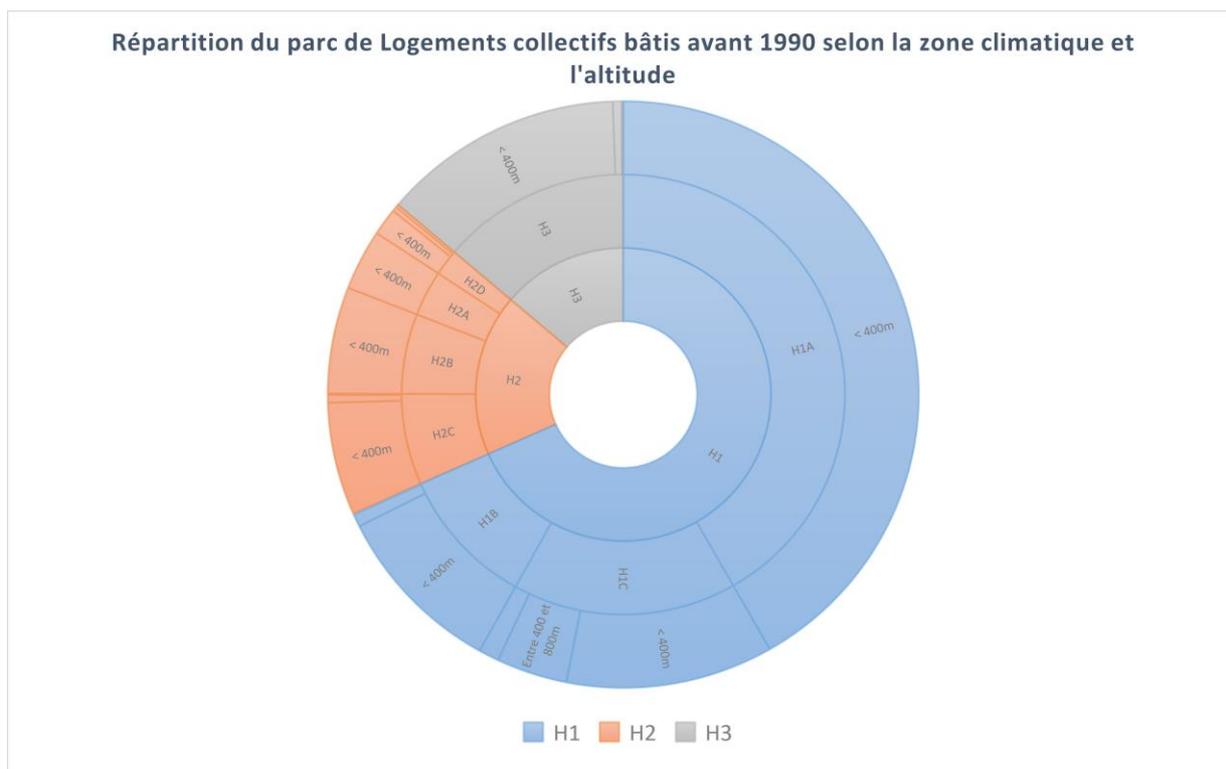


b. Typologique



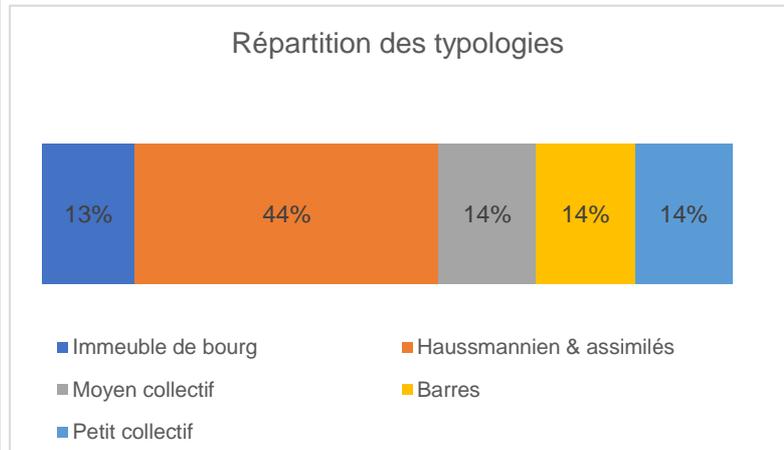
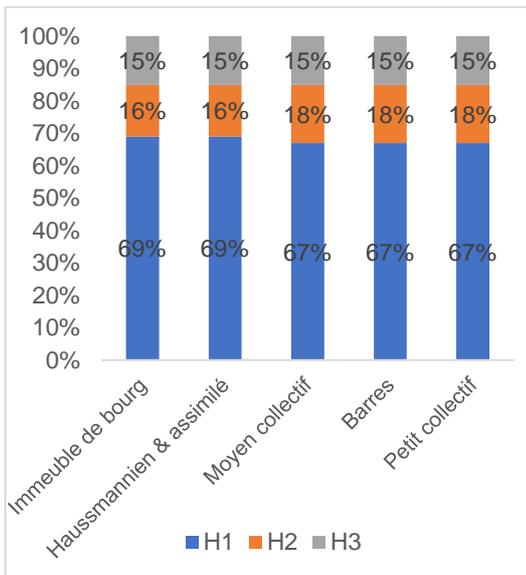
1. Répartition des logements collectifs
a. Géographique

| Répartition par ZC (Chiffres INSEE 2016) | Zones climatiques | Répartition par zones RT | Zones RT | Altitude | | |
|--|-------------------|--------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | Inférieure à 400m | Entre 400 et 800m | Supérieure à 800m |
| 68,3% | H1 | 61,1% | H1a | 100,0% | 0,0% | 0,0% |
| | | 15,0% | H1b | 92,6% | 6,8% | 0,6% |
| | | 23,9% | H1c | 69,5% | 23,7% | 6,8% |
| 17,9% | H2 | 18,8% | H2a | 100,0% | 0,0% | 0,0% |
| | | 32,9% | H2b | 100,0% | 0,0% | 0,0% |
| | | 37,6% | H2c | 92,6% | 6,4% | 1,1% |
| | | 10,7% | H2d | 78,2% | 13,5% | 8,4% |



| | | | | | | |
|-------|----|--------|----|-------|------|------|
| 13,8% | H3 | 100,0% | H3 | 95,9% | 3,4% | 0,7% |
|-------|----|--------|----|-------|------|------|

b. Typologique

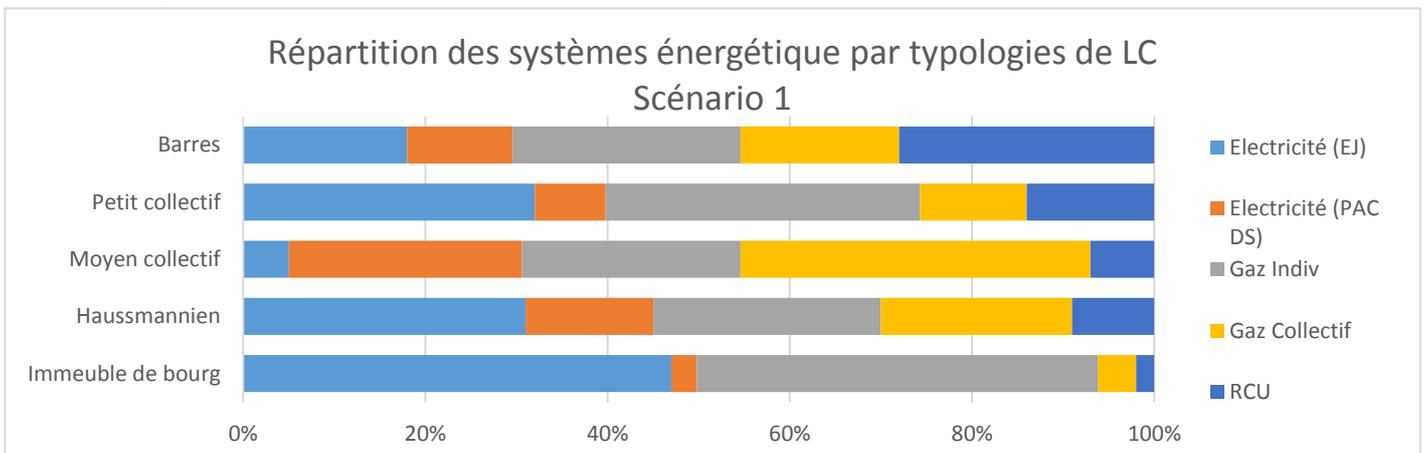


• **Présentation des hypothèses de répartition des systèmes**

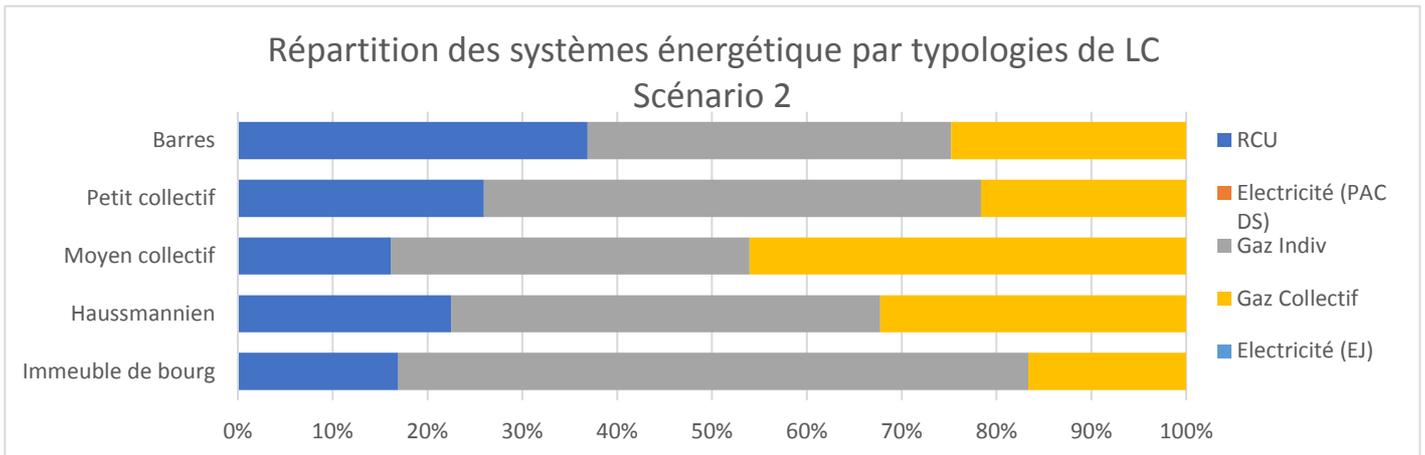
Dans le cas des maisons individuelles : l'hypothèse de travail a été une **répartition uniforme des 3 systèmes** étudiés entre les logements.

Dans le cas des logements collectifs, deux cas ont été identifiés :

- Répartition initiale :

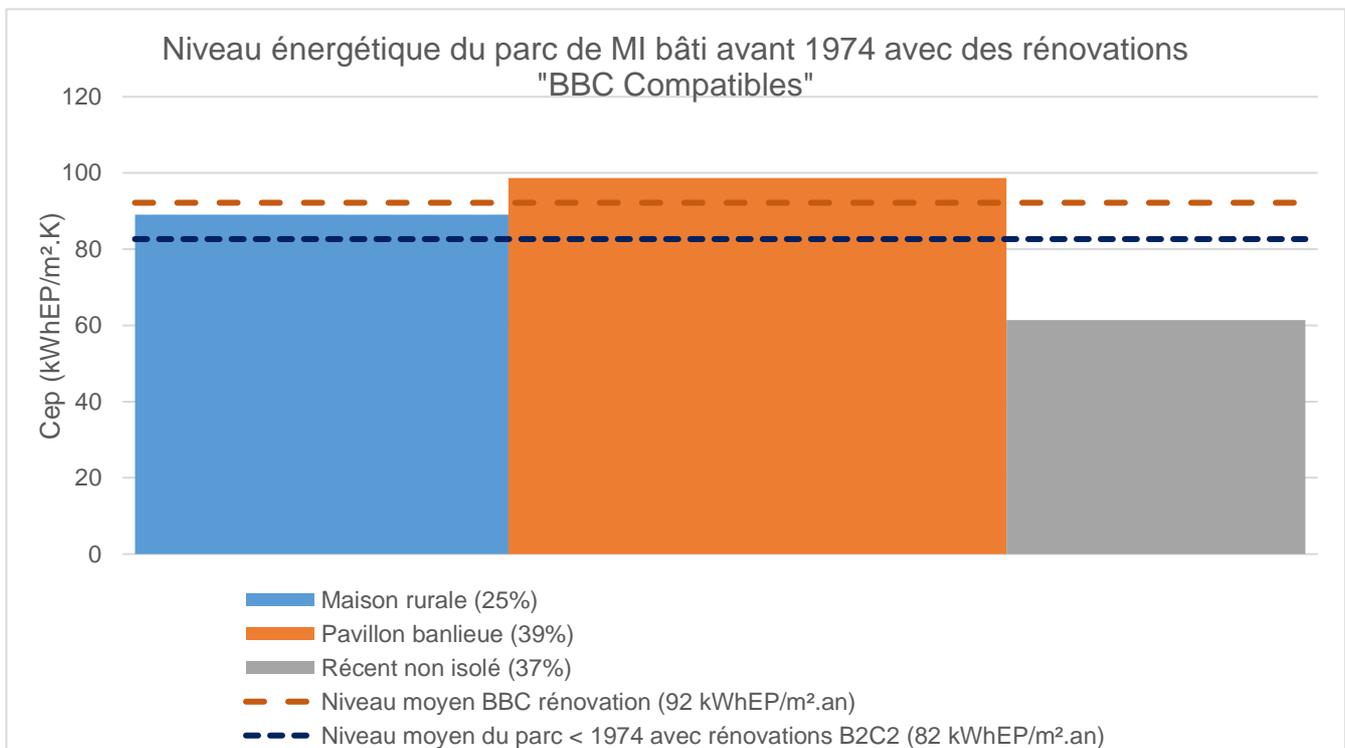


- Cas d'un parc de logements collectifs sans système électrique :



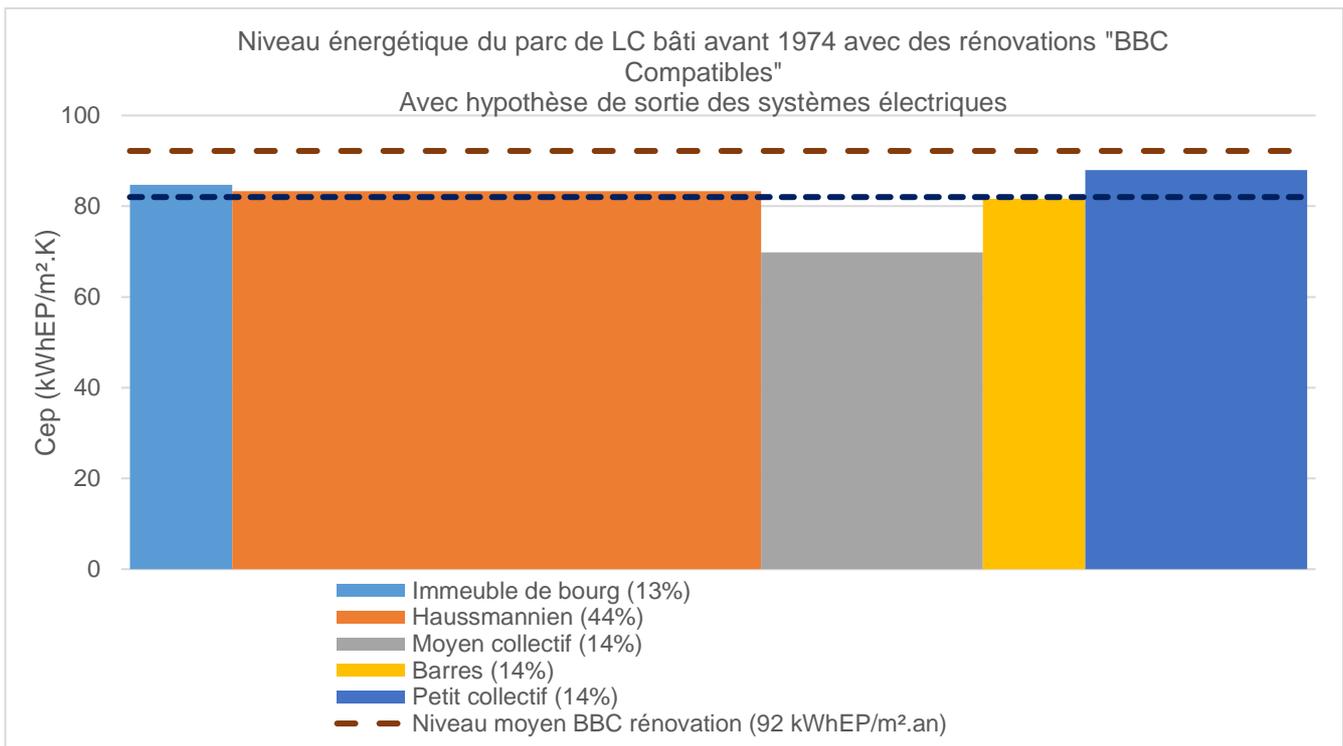
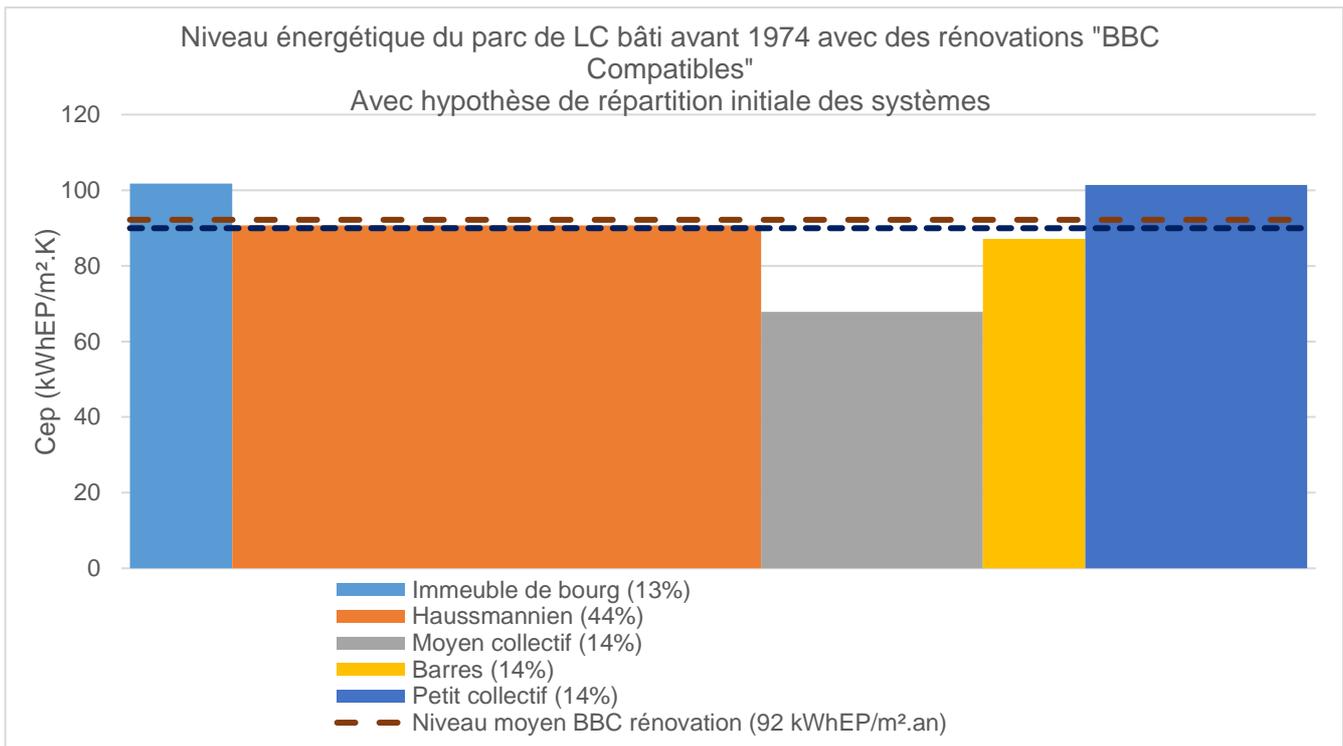
• **Croisement des résultats**

1. Maison individuelle



Les niveaux d'exigence préconisés permettent donc d'atteindre le niveau BBC moyen sur l'ensemble du parc de maisons individuelles. Ainsi, dans le cas des systèmes étudiés, le programme de travaux indiqué ne nécessite pas d'étude énergétique complémentaire afin d'atteindre le niveau BBC à l'échelle nationale.

2. Logements collectifs



Dans le cas des logements collectifs, on remarque que malgré la présence des systèmes électriques dans l'étude, l'ensemble du parc de LC atteint bien le niveau BBC en moyenne, mais avec des dépassements non négligeables pour certaines typologies. C'est pourquoi le chauffage électrique a été écarté de l'approche simplifiée, ce qui permet d'atteindre le niveau BBC pour toutes les typologies et avec un niveau de marge suffisant pour tenir compte des aléas de la rénovation par étapes.

Ainsi, les niveaux d'exigence sont validés, ils permettent bien d'atteindre le niveau BBC en moyenne sur le parc. Le programme de travaux préconisé avec les niveaux d'exigence présentés permet d'atteindre le niveau BBC en moyenne et ne nécessite pas d'étude énergétique complémentaire dans le cas des systèmes étudiés.

Annexe 7 : Base de données du traitement des interfaces et interaction à la même étape de travaux

Dans le cadre de l'étude, une base de données sur le traitement des interfaces et interactions a été créée pour des lots étant réalisés à la même étape de travaux. Certaines interfaces ne concernent pas nécessairement deux lots travaux distincts et doivent être traités à partir dès que des travaux sont engagés sur le lot. C'est par exemple le cas du traitement des plancher intermédiaire lorsqu'une façade est isolée.

Ce tableau recense près de 70 interfaces et interactions. Il a été produit comme une base de données intégré à l'outil d'analyse pour préciser la liste des interactions à prendre en compte pour chaque feuille de route. Ce tableau croisé reprend les différents lots de travaux tels que définis dans le projet.

| Lot | Mur | | | Plancher haut | | | Plancher bas | | | Menuiserie | | | Ventilation | | | ECS | | | Chauffage | | |
|---------------|---------|------------|---|---------------|-------|-------------|--------------|-------|-------------|------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|---------|-------|-------------|-----------|-------|-------------|
| | Travaux | Phase | Description | Travaux | Phase | Description | Travaux | Phase | Description | Travaux | Phase | Description | Travaux | Phase | Description | Travaux | Phase | Description | Travaux | Phase | Description |
| Mur | M1 | Rénovation | Rénovation des murs extérieurs | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M2 | Rénovation | Rénovation des murs intérieurs | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M3 | Rénovation | Rénovation des murs de la cuisine | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M4 | Rénovation | Rénovation des murs de la salle de bain | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M5 | Rénovation | Rénovation des murs de la chambre | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M6 | Rénovation | Rénovation des murs de la chambre | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M7 | Rénovation | Rénovation des murs de la chambre | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M8 | Rénovation | Rénovation des murs de la chambre | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M9 | Rénovation | Rénovation des murs de la chambre | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M10 | Rénovation | Rénovation des murs de la chambre | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plancher haut | PH1 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH2 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH3 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH4 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH5 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH6 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH7 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH8 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH9 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PH10 | Rénovation | Rénovation du plancher haut | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plancher bas | PB1 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB2 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB3 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB4 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB5 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB6 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB7 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB8 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB9 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PB10 | Rénovation | Rénovation du plancher bas | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Menuiserie | MEN1 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN2 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN3 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN4 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN5 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN6 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN7 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN8 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN9 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEN10 | Rénovation | Rénovation des menuiseries | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventilation | V1 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V2 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V3 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V4 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V5 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V6 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V7 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V8 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V9 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V10 | Rénovation | Rénovation de la ventilation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECS | ECS1 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS2 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS3 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS4 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS5 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS6 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS7 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS8 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS9 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ECS10 | Rénovation | Rénovation des équipements ECS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chauffage | CH1 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH2 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH3 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH4 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH5 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH6 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH7 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH8 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH9 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH10 | Rénovation | Rénovation des équipements de chauffage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Base de données des interfaces et interactions entre lots

A chaque interface ou interaction détectée, il est donné :

- Les lots d'entrée travaux
- Les configurations sur les lots d'entrée pour prendre en compte cette interface ou interaction
- Le risque encouru si l'interface n'est pas traitée
- La solution à mettre en œuvre pour traiter cette interface ou interaction

Cette annexe reprend la base de données en considérant les interfaces et interactions avec un lot travaux. Les éléments présentés à partir du deuxième tableau ne prennent pas en compte les interfaces et interactions des tableaux présentés avant. Cela ne veut pas dire qu'elles ne sont pas prises en compte. Par exemple, le premier tableau présenté est le cas où le mur est rénové. Pour les tableaux suivants, il n'y aura pas d'interaction ou interface avec ce lot, celles-ci étant déjà prises en compte.

Tableau des interactions et interfaces dans le cas où le lot mur est rénové.

| | Mur | | |
|----------------------|---|-------------------------|---|
| Lot | Condition de l'interface ou interaction | Risque | Solution |
| Mur | ITE | Etanchéité à l'air | La mise en œuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. il faudra mettre en œuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. |
| | ITI | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant le long des refends sur au moins 60 cm. |
| | ITI | Etanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec les cloisonnements intérieurs |
| | ITI | Etanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec le plancher maçonné ou entre solive avec plancher bois. |
| | ITI | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant sur 60 cm (plancher maçonné) ou entre solive (plancher bois) |
| | ITI & ITE | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (œilletons, adhésifs, mastic...) |
| | ITE | Pont thermique | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) |
| | ITE | Pont thermique | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité |
| | ITE | Pont thermique | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents |
| | | Tout type de rénovation | Inconfort & surconsommation |
| Plancher haut | ITE / rampants intérieur | Pont thermique | Assurer la continuité de l'isolation entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation des rampants, au niveau de la tête de mur. Bien prévoir l'isolation par l'extérieur jusqu'en haut du mur (dépose de cache moineaux si présent). |
| | ITE/ rampants sarking | Pont thermique | Assurer la continuité de l'isolation entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation des rampants par l'extérieur. |

| | | | |
|---------------------|--|---|---|
| | ITE - Toiture terrasse | Pont thermique | Prévoir un recouvrement des acrotères avec une résistance thermique minimale de 2 m ² .K/W. Isoler sur les 3 faces si l'acrotère fait moins de 60 cm ou 2 faces si supérieur à 60 cm |
| | ITE Combles | Pont thermique | Assurer la continuité de l'isolation entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation des combles au niveau de la tête de mur. Bien prévoir l'isolation par l'extérieur jusqu'en haut du mur (dépose de cache moineaux si présent). |
| | ITI | Étanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'intérieur du mur et l'isolation du plancher haut |
| | ITI/ rampants sarking | Pont thermique | Assurer la continuité de l'isolation en montant l'isolation par l'intérieur jusqu'en sous face du sarking |
| | ITI - Toiture terrasse | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolation ou un complément d'isolation en sous face de plancher en respectant la règle des 1/3 2/3 |
| | ITE | Étanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'extérieur du mur et l'isolation du plancher haut |
| Plancher bas | ITE - LNC | Pont thermique | Prévoir une descente de l'isolation du plancher sur 40 cm |
| | ITE - VS | Pont thermique | Prévoir une descente de l'isolation du plancher sur 40 cm si vide sanitaire accessible |
| | ITE Extérieur | Pont thermique | Prévoir la continuité de l'isolation entre la sous face et l'isolation par l'extérieur |
| | ITI | Étanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'intérieur du mur et le plancher bas |
| Menuiserie | ITE - nu intérieur, feuillure & tunnel | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + étanchéité à l'air | Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant (R>0,4m ² .K/W) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air |

| | | | |
|--------------------|---|---|---|
| | ITE nu extérieur | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air |
| | ITI - nu intérieur / feuillure | Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. |
| | ITI Autres cas de pose | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + pathologie | Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ($R > 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiseries et le mur (réaliser une liaison de la membrane, ruban adhésif, mastic) |
| Ventilation | ITI & ITE | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraulique | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |
| | Double flux | Diminution de l'efficacité du système | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites et la diminution de l'efficacité de l'échangeur |
| | Simple flux | Mauvais balayage et circulation aéraulique | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général |
| ECS | CET sur air extérieur ou chaudière ventouse murale | Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air autour des conduits d'air neuf et de rejet avec des dispositifs adaptés (œillet, ruban adhésif, mastic, ...) |
| Chauffage | ITI | Pont thermique intégré | Si réseaux existants, prévoir un dévoiement de ceux-ci pour ne pas réduire l'épaisseur de l'isolation à ces endroits |
| | Chaudière ventouse murale, PAC, appareil indépendant de chauffage au bois | Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air au niveau des pénétrations de réseaux (conduits concentriques, à liaison frigorifique) avec des dispositifs adaptés (œillet, ruban adhésif, mastic, ...) |
| | Appareil indépendant de chauffage au bois & ITI | Sécurité incendie | Prévoir un parement et un isolant qui répondent aux exigences de la sécurité incendie |

Tableau des interactions et interfaces dans le cas où le lot plancher haut est rénové.

| Plancher haut | | | |
|----------------------|--|--------------------------------------|--|
| Lot | Point identifié | Risque | Solution |
| Plancher haut | Combles | Pont thermique & étanchéité à l'air | Si présence d'une trappe d'étanchéité, isoler la trappe et s'assurer de l'étanchéité à l'air de la jonction de la trappe avec le plancher |
| | Combles & rampants | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| | Rampants | Etanchéité à l'air | Si présence de pied droit, assurer la continuité de l'isolation du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air. |
| | Combles & rampants | Pont thermique et étanchéité à l'air | Assurer la continuité de l'isolation du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air entre le comble & rampant |
| | Combles & rampants | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (œillets, ruban adhésif, mastic...) |
| | Isolation combles ou rampants par l'intérieur & écran de sous-toiture non HPV ou absence écran | Condensation | Assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| | Combles & rampants | Sécurité incendie | Si présence d'un conduit de fumée, s'assurer de la tenue de l'écart au feu et de la compatibilité de l'isolant vis-à-vis de la sécurité incendie |
| | Toiture terrasse | Pont thermique | Si présence de lanterneau ou puit de lumière, réaliser une isolation des costières et un remplissage performant et relevé d'étanchéité. Réaliser un relevé du dispositif d'étanchéité à l'air (membrane, ruban adhésif, ...) au pourtour des éléments traversant |
| | Rampant | Pont thermique | Au niveau de la fenêtre de toit, prévoir la continuité d'isolation autour de la fenêtre de toit pour traiter le pont thermique |
| | Rampant | Etanchéité à l'air | Réaliser un retour du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air sur le dormant de la fenêtre de toit |

| | | | |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| | Tous planchers hauts | Pont thermique et étanchéité à l'air | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| Ventilation | Comble perdu / Ventilation mécanique | Problème d'accès | Prévoir dans les combles un cheminement technique pour l'accès au caisson de ventilation ou équipement technique |

Tableau des interactions et interfaces dans le cas où le lot plancher bas est rénové.

| Plancher bas | | | |
|---------------------|------------------------------------|---------------------------|---|
| Lot | Point identifié | Risque | Solution |
| Plancher bas | LNC ou VS - Isolation en sous face | Pont thermique | Traiter les refends du local non chauffé ou du vide sanitaire avec une retombée d'isolation de 40 cm |
| | LNC | Pont thermique & sécurité | Dans les locaux non chauffés, les équipements techniques doivent rester accessibles (boite de dérivation, réseaux...) |
| | VS LNC | Pathologie | Maintenir toutes les ouvertures de ventilation (grille, soupiraille...) |
| | LNC VS Ext | Etanchéité à l'air | Pour le plancher bas, prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (œilletons, ruban adhésif, mastic...) |
| | Plancher en bois | Etanchéité à l'air | Dans le cas des plancher en bois, la mise en œuvre d'un pare vapeur peut être nécessaire pour assurer l'étanchéité à l'air du plancher |

Tableau des interactions et interfaces dans le cas où le lot Menuiserie est rénové.

| Menuiserie | | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---|
| Lot | Point identifié | Risque | Solution |
| Menuiserie | Présence de volets roulants | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mis en œuvre dans le coffre selon la place disponible |

| | | | |
|--------------------|---|------------------|---|
| | Appareil indépendant de chauffage non étanche | Sécurité | Si un appareil indépendant de chauffage non étanche est présent dans le logement, le dimensionnement des entrées d'air est compatible avec le bon fonctionnement de l'appareil de chauffage |
| Ventilation | Simple flux | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |

Tableau des interactions et interfaces dans le cas où le lot Ventilation est rénové.

| Ventilation | | | |
|--------------------|------------------------|--|---|
| Lot | Point identifié | Risque | Solution |
| Ventilation | Dans tous les cas | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes |
| | Double Flux | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Dans le cas de l'installation d'une ventilation double flux, colmater toutes les entrées d'air parasites |
| | Dans tous les cas | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Logement collectif | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Etanchéification ou condamnation des vides ordures s'ils débouchent dans le logement |
| | Logement collectif | Mauvais fonctionnement de la ventilation | S'assurer de l'étanchéité à l'air de la porte palière |
| | VMR | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Dans le cas d'une VMR, vérifier que l'alimentation électrique est commune à tous les caissons |
| | Dans tous les cas | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (œilletons, adhésifs, mastic...) |
| | Ventilation | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation ($R > 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) en volume non chauffé |
| ECS | CET sur air extrait | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Le Chauffe-Eau Thermodynamique sur air extrait doit assurer la ventilation complète du logement |

Tableau des interactions et interfaces dans le cas où le lot ECS est rénové.

| ECS | | | |
|-----|-------------------|---------------------------|--|
| Lot | Point identifié | Risque | Solution |
| ECS | Dans tous les cas | Étanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées aux réseaux (œilletons, adhésifs, mastic...) |
| | Réseau bouclé | Confort & surconsommation | Vérifier l'équilibrage du réseau d'ECS |
| | Dans tous les cas | Confort & surconsommation | Mettre en place des dispositifs de réduction de consommation d'eau chaude (réducteur de débit par exemple) |

Tableau des interactions et interfaces dans le cas où le lot Chauffage est rénové.

| Chauffage | | | |
|-----------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| Lot | Point identifié | Risque | Solution |
| Chauffage | Tous | Inconfort & surconsommation | Si un appareil non étanche est changé, colmater les grilles de ventilation du local où était installé l'appareil et vérifier le dimensionnement des entrées d'air présentes |
| | Tous | Surconsommation | Le dimensionnement de l'appareil de chauffage doit être prévu par rapport au projet final. Prévoir l'utilisation d'appoint simple pour les états intermédiaires |
| | Cas de base + appoint | Confort | Dans le cas d'une production principale avec appoint, la régulation ne doit autoriser le fonctionnement de l'appoint qu'en complément. |
| | Réseaux hydraulique + collectif | Surconsommation | Isolation des points singuliers du réseau de chauffage et d'ECS en volume non chauffé. Avec : Risolant $\geq 1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (à Tréseau = 50°C) Risolant $\geq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (à Tréseau = 100°C) |

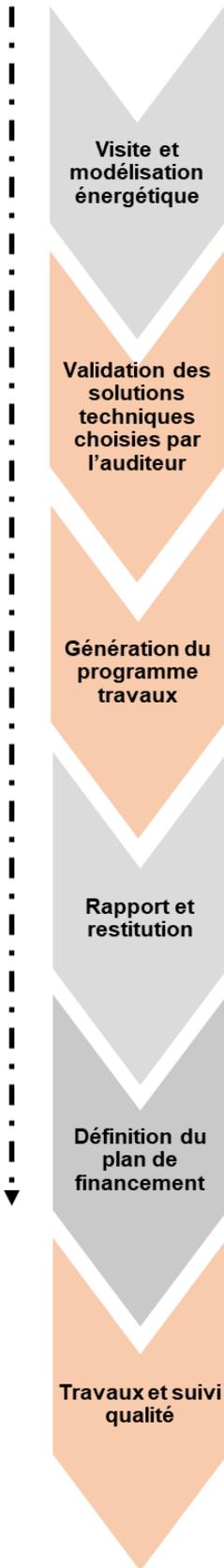
Annexe 8 : Validation des niveaux d'exigence unitaires

La Grille B2C2 permet la validation ou l'établissement de la feuille de route travaux en fonction de la méthode utilisée par la collectivité. Cette outil d'analyse accessible en ligne reprend l'ensemble des éléments présentés dans la méthodologie et intègre une approche typologique qui permet une utilisation simplifiée de l'outil. Dans ce cas, le programme travaux est prédéfini en s'assurant du meilleur ordonnancement possible vis-à-vis notamment de l'étanchéité à l'air. Son utilisation permet de réaliser le programme travaux en quelques minutes et de l'adapter si besoin aux besoins du maître d'ouvrage. 15 typologies ont été définies dans le cadre du projet B2C2. L'outil est ouvert pour pouvoir intégrer des typologies spécifiques au territoire.

L'utilisation de l'outil d'analyse est présentée ici pour 2 exemples :

- Une maison individuelle avec l'établissement d'une feuille de route selon une conception poussée
- Une maison individuelle avec l'établissement d'une feuille de route selon une conception simplifiée

Cas 1 – Maison individuelle – conception poussée de la feuille de route



- Relevé terrain (mètres, compositions, pathologies)
- Recueil projet Maitrise d'ouvrage
- Modélisation de l'état initial et de
- Propositions techniques et d'ordonnancement

- Description compositions de parois
- Description des équipements
- Validation des solutions BBC Compatibles (voir page suivante)

| Bilan thermique | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Zone | Volume | Surface | U | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| 1 | 1000 | 100 | 0.15 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| 2 | 2000 | 200 | 0.15 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |
| 3 | 3000 | 300 | 0.15 | 4500 | 4500 | 4500 | 4500 | 4500 | 4500 | 4500 |

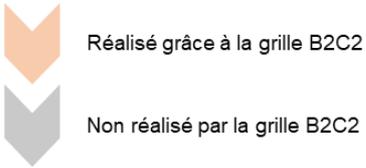
- Génération de la feuille de route en adéquation avec les recommandations de l'audit avec les différentes phases
- Ordonnancement renseigné par rapports aux résultats de l'audit

| Feuille de route | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------|--------------------|------------|------------|----------|-------------|--------|------|--------|
| Phase | Activité | Responsable | Début | Fin | Statut | Commentaire | Impact | Coût | Risque |
| 1 | Diagnostic énergétique | Maitrise d'ouvrage | 01/01/2024 | 31/03/2024 | Terminé | | | | |
| 2 | Validation des solutions | Maitrise d'ouvrage | 01/04/2024 | 30/06/2024 | En cours | | | | |
| 3 | Travaux de rénovation | Maitrise d'ouvrage | 01/07/2024 | 31/12/2024 | Planifié | | | | |

Rapport et restitution

- Non pris en compte dans la grille d'analyse - A réaliser par ailleurs

Définition du plan de financement



Travaux et suivi qualité

Exemple de validation de solution BBC Compatibles

| Nombre de murs différents sur le projet | Description de l'état initial | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|----------------------|--|--|--|--|----------------|--------------------|---|-----------------|
| | Contact | Matériau / structure | Finition intérieure | Finition extérieure | Isolant | | | Surface du mur (%) | Pathologies | |
| 1 | | | | | Type d'isolant | Type d'isolant | R (m².K/W) | | | |
| 1 | Extérieur | Bloc de béton creux | | Enduit mortier | Non isolé | | R < 1 m².K/W | 100% | | |
| Solutions BBC compatibles pour le mur 1 | | | | | Solution BBC Compatible choisie | | | 2 | 4 | |
| A quelle étape ou br va-t-elle l'objet de travaux ? | | | | | 1 | | | | | |
| Génération des solutions BBC Compatibles | | | | | | | | | | |
| 3 | Numérotation | Contact | Matériau / structure | Finition intérieure | Finition extérieure | Isolant | | | Surface du mur (%) | Recommandations |
| | | | | | | Présence isolant | Type isolant | R min (m².K/W) | | |
| 1 | Extérieur | Bloc de béton creux | Toutes les revêtements intérieurs acceptés | Revêtement extérieur initial | Isolation par l'intérieur avec présence d'un pare vapeur hygroscopique assurant l'étanchéité à l'air | Isolant perméable à la vapeur d'eau (voir liste) | R > 3,7 m².K/W | 100% | Doublage collé prescrit | |
| 2 | Extérieur | Bloc de béton creux | Revêtement intérieur initial | Enduit ou bardage avec présence de pare pluie - Ouvert à la vapeur d'eau (Sd < 2m) | Isolation par l'extérieur | Isolant perméable à la vapeur d'eau (voir liste) | R > 4,4 m².K/W | 100% | L'étanchéité à l'air n'est pas assurée par l'isolation par l'extérieur et doit donc être assurée par le parement intérieur. Piquetage de l'enduit extérieur initial | |

1 – Description de l'état existant à partir de la base de données

2 – Génération des solutions BBC Compatibles

3 – Choix de la solution

4 – Choix de l'étape de travaux

Maison rurale (Av. 1948)

DESCRIPTION GENERALE



| | |
|----------------------------|--------------------|
| Zone climatique | H1c |
| Période de construction | 1948 ou avant |
| Nombre de niveaux chauffés | 2 niveaux |
| Surface chauffée (SHAB) | 115 m ² |
| Mitoyenneté | Isolé |

DESCRIPTION DETAILLEE

| | |
|--|-----------------------------------|
| Description du type de bâtiment | Maison rurale (av 1948) |
| Maison individuelle, isolée sur parcelle. Construction massive (grande majorité) en pierre moellon ou pierre de taille, en béton, en brique ou en pan de bois, sans revêtement extérieur ou avec enduit. Taux de vitrage moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture double pente, comble initialement non habitable (majoritairement). Sur terre-plein ou sur cave (le plus souvent). Sans isolation thermique. | 1 |
| | Sur terre plein |
| | 5% |
| | Chaudière fioul basse température |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | Etape 1 | | Etape 2 | |
|-----------------|--|--------------|--------------|---|--|
| | | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Niveaux énergétiques | Description des travaux |
| Toiture | Combles perdus / Solivage bois / Avec isolation R > 1 m ² .KW | X | | R > 8 m ² .KW - Isolant en vrac ou rouleau | <ul style="list-style-type: none"> - L'étanchéité à l'air doit être traitée avant la mise en oeuvre de l'isolation, soit par une membrane d'étanchéité soit par le traitement du parement intérieur existant (fissures, pénétrations...) - Dépose de l'isolant selon l'état (vétusté, humidité, pose) - Vérification de la nécessité de pare vapeur décrite dans les textes de mise en oeuvre |
| Murs extérieurs | Pierre, moellons / Non isolé / | X | | R > 3,9 m ² .KW - Isolation par l'intérieur des murs avec pare vapeur côté intérieur - sans revêtement extérieur ou enduit à la chaux - Isolant perméable à la vapeur d'eau, capillaire dans certains cas | <ul style="list-style-type: none"> - Dépose de l'isolant initial - Doublage collé prescrit - Solution à adapter en fonction du type de pierre et de joint - Ce type de paroi présente des risques accrus de pathologie en cas de mauvaise préconisation. Le type d'isolant, de pare vapeur et de revêtement extérieur doivent être validés par un expert |

Enveloppe

| | | | | | | |
|---------------|-------------------------------|---|-------------------|--|---|------------|
| Baies vitrées | Menuiseries / 2,6 < Uw ≤ 4,00 | X | Uw < 1,3 W/(m².K) | - Menuiseries avec Uw < 1,3 W/m².K - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | - Mise en œuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Terre plein / Dalle béton | | | | | Non traité |

PARCOURS B2C2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | |
|---------------------|---|---------|---------|---------------------------------|--|-------------------------|---|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Recommandations | Description des travaux | |
| Chauffage | Chaudière fioul basse température / Radiateur à eau haute température | | X | | | | PAC Double Service $\eta_S \geq 111\%$ (moyenne et haute température) $\eta_S \geq 126\%$ (basse température) |
| Eau Chaud Sanitaire | Production liée au chauffage | | X | | | | Reliée au système de production d'ECS |
| Ventilation | Absence de ventilation mécanique | | X | Ventilation simple flux Hygro B | - Classe d'efficacité énergétique ≥ B - Puissance absorbée Pelec_abs ≤ 15 W | | |

RÉSULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Absence d'isolation du plancher bas et isolation par l'intérieur - une étanchéité à l'air avec O4 < 1,3 m3/(m².h) est visée et un test d'étanchéité à l'air après achèvement des travaux devra être réalisé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|---|--|
| Murs | Pont thermique important | Prévoir un retour d'isolant le long des refends sur au moins 60 cm. |
| | Etanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec les cloisonnements intérieurs |
| | Plancher intermédiaire / étanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec le plancher maçonné ou entre solive avec plancher bois. |
| | Plancher intermédiaire / pont thermique | Prévoir un retour d'isolant sur 60 cm (plancher maçonné) ou entre solive (plancher bois) |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceillets, adhésifs, mastic...) |
| Murs - Plancher haut | Etanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'intérieur du mur et l'isolation du plancher haut |
| Murs - Menuiseries | Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraluque | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| | Mauvais balayage et circulation aéralique | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mis en œuvre dans le coffre selon la place disponible |
| Ventilation - Menuiseries | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes |
| Ventilation | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (œillets, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation (R>0.6 m².K/W) en volume non chauffé |
| | Pont thermique & étanchéité à l'air | Si présence d'une trape d'étanchéité, isoler la trappe et s'assurer de l'étanchéité à l'air de la jonction de la trappe avec le plancher |
| | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| Plancher haut | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (œillets, ruban adhésif, mastic...) |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| | Problème d'accès | Prévoir dans les combles un cheminement technique pour l'accès au caisson de ventilation ou équipement technique |

Cas 2 – Maison individuelle – conception simplifiée de la feuille de route



Visite sur site
(optionnelle)

- Repérage de la typologie
- Relevé des mètres



Intégration des données
d'entrées à la
grille B2C2

- Choix de la typologie & vérification des informations sur l'état existant
- Choix du système énergétique à l'état existant
- Mètres (optionnel - permet une évaluation énergétique plus fine)

| Données générales au projet | |
|---|----------------------|
| Maître d'ouvrage | |
| Département | 82 - Tarn-et-Garonne |
| Nombre d'étapes de travaux par rapport au BBC | 2 |
| Élévation | 0% |
| Séisme typologique | 0% |
| Énergie choisie | Pavillon (1960-1974) |
| Énergie choisie | Électrique |

| Données sur le bâtiment | |
|-------------------------------|---|
| Type de logement | Maison individuelle |
| Année de construction | Entre 1943 et 1974 |
| Nombre de niveaux | 1 étage |
| Surface utile | 100 |
| Métromètre | Isolé |
| Nombre de logements | 1 |
| Forme du bâtiment | Moyenne |
| Surface murs extérieurs | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 106 |
| Surface menuiseries | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 21 |
| Surface plancher haut | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 100 |
| Surface plancher bas | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 100 |
| Perméabilité à l'air initiale | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 1,7 |
| Perméabilité à l'air finale | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 1,7 |

Génération de la typologie

10 données d'entrées et environ 30 données à vérifier



Génération de la
feuille de route

- Génération de la feuille de route
- Vérification de la cohérence entre le programme travaux et les attentes du MOA
- Modification si besoin du programme travaux
si choix de solution non prises en compte dans l'approche typologique => réalisation d'un feuille de route complète avec audit

| Pavillon (1960-1974) | |
|-------------------------------|---|
| Année de construction | Entre 1943 et 1974 |
| Nombre de niveaux | 1 étage |
| Surface utile | 100 |
| Métromètre | Isolé |
| Nombre de logements | 1 |
| Forme du bâtiment | Moyenne |
| Surface murs extérieurs | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 106 |
| Surface menuiseries | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 21 |
| Surface plancher haut | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 100 |
| Surface plancher bas | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 100 |
| Perméabilité à l'air initiale | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 1,7 |
| Perméabilité à l'air finale | <input checked="" type="checkbox"/> Ne s'applique pas 1,7 |



Définition du plan de
financement

- Non pris en compte dans la grille d'analyse - A réaliser par ailleurs



Travaux et suivi
qualité



Réalisé grâce à la grille B2C2

Non réalisé par la grille B2C2

Annexe 9 : Typologies intégrées à l'outil B2C2

11 typologies ont été étudiées dans le cadre du projet B2C2 :

- Maison Rurale
- Maison de bourg
- Pavillon av. 1948
- Pavillon de la reconstruction
- Pavillon 1968 – 1974
- Pavillon 1975 1990
- Haussmanien et assimilés
- Immeuble de Bourg
- Immeuble Bourgeois
- Petit collectif 1948 – 1974
- Barre 1948 1974

Pour chacune des typologies, une feuille de route travaux est présentée. Celle-ci propose un programme travaux avec une première étape qui respecte les critères de la méthodologie et surtout qui permet un traitement des interfaces et interactions optimisé pour une rénovation BBC par étapes. Ce programme travaux sera celui généré automatiquement par l'outil d'analyse.

Pour ces fiches présentées ici, un choix de localisation et d'énergie principale de chauffage à l'état initial et rénové a été proposé. L'outil permettra de choisir en entrée ces données afin d'adapter la feuille de route générée au contexte du projet.

Maison rurale (Av. 1948)

DESCRIPTION GENERALE



| | |
|----------------------------|--------------------|
| Zone climatique | H1c |
| Période de construction | 1948 ou avant |
| Nombre de niveaux chauffés | 2 niveaux |
| Surface chauffée (SHAB) | 115 m ² |
| Mitoyenneté | Isolé |

DESCRIPTION DETAILLEE

Description du type de bâtiment

Maison individuelle, isolée sur parcelle. Construction massive (grande majorité) en pierre moellon ou pierre de taille, en béton, en brique ou en pan de bois, sans revêtement extérieur ou avec enduit. Taux de vitrage moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture double pente, comble initialement non habitable (majoritairement). Sur terre-plein ou sur cave (le plus souvent). Sans isolation thermique.

| | |
|---------------------|-----------------------------------|
| Type de bâtiment | Maison rurale (av 1948) |
| Nombre de logements | 1 |
| Plancher bas sur | Sur terre plein |
| Taux de vitrage | 5% |
| Chauffage initial | Chaudière fioul basse température |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | B2C2 Étape 1 | B2C2 Étape 2 | Étape 1 | | Étape 2 | |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|----------------------------|---|--|-------------------------|
| | | | | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Recommandations | Niveaux énergétiques |
| Toiture | Combles perdus / Solivage bois / Avec isolation R > 1 m ² .KW | X | | R > 8 m ² .KW | - Isolant en vrac ou rouleau | - L'étanchéité à l'air doit être traitée avant la mise en oeuvre de l'isolation, soit par une membrane d'étanchéité soit par le traitement du parement intérieur existant (fissures, pénétrations...) - Dépose de l'isolant selon l'état (vétusté, humidité, pose) - Vérification de la nécessité de pare vapeur décrite dans les textes de mise en oeuvre | |
| Murs extérieurs | Pierre, moellons / Non isolé / | X | | R > 3,9 m ² .KW | - Isolation par l'intérieur des murs avec pare vapeur côté intérieur - sans revêtement extérieur ou enduit à la chaux - Isolant perméable à la vapeur d'eau, capillaire dans certains cas | - Dépose de l'isolant initial - Doublage collé prescrit - Solution à adapter en fonction du type de pierre et de joint - Ce type de paroi présente des risques accrus de pathologie en cas de mauvaise préconisation. Le type d'isolant, de pare vapeur et de revêtement extérieur doivent être validés par un expert | |

Enveloppe

| | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|---|--|--|--|---|------------|
| Baies vitrées | Menuiseries / $2,6 < U_w < 4,00$ | X | | $U_w < 1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ | - Menuiseries avec $U_w < 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ - Pose en applique intérieure | - Mise en œuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Terre plein / Dalle béton | | | | | | Non traité |

PARCOURS B2C2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | |
|------------------------|---|---------|---------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|---|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Recommandations | Description des travaux | |
| Equipements techniques | | | | | | | |
| Chauffage | Chaudière fioul basse température / Radiateur à eau haute température | | X | | | | PAC Double Service $\eta_S \geq 111\%$ (moyenne et haute température) $\eta_S \geq 126\%$ (basse température) |
| Eau Chaud Sanitaire | Production liée au chauffage | | X | | | | Reliée au système de production d'ECS |
| Ventilation | Absence de ventilation mécanique | X | | Ventilation simple flux Hygro B | | | - Classe d'efficacité énergétique $\geq B$ - Puissance absorbée Pelec_abs $\leq 15 \text{ W}$ |

RÉSULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Absence d'isolation du plancher bas et isolation par l'intérieur- une étanchéité à l'air avec $Q_4 < 1,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ est visée et un test d'étanchéité à l'air après achèvement des travaux devra être réalisé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|---|--|
| Murs | Pont thermique important | Prévoir un retour d'isolant le long des retends sur au moins 60 cm. |
| | Etanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec les cloisonnements intérieurs |
| | Plancher intermédiaire / étanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec le plancher maçonné ou entre solive avec plancher bois. |
| | Plancher intermédiaire / pont thermique | Prévoir un retour d'isolant sur 60 cm (plancher maçonné) ou entre solive (plancher bois) |
| Murs - Plancher haut | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceillets, adhésifs, mastic...) |
| Murs - Menuiseries | Etanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'intérieur du mur et l'isolation du plancher haut |
| | Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aérodynamique | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| | Mauvais balayage et circulation aéralique | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mis en oeuvre dans le coffre selon la place disponible |
| Ventilation - Menuiseries | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes |
| Ventilation | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (oeillets, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation (R>0,6 m².K/W) en volume non chauffé |
| | Pont thermique & étanchéité à l'air | Si présence d'une trape d'étanchéité, isoler la trappe et s'assurer de l'étanchéité à l'air de la jonction de la trappe avec le plancher |
| | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| Plancher haut | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (caillets, ruban adhésif, mastic...) |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| | Problème d'accès | Prévoir dans les combles un cheminement technique pour l'accès au caisson de ventilation ou équipement technique |

Maison de bourg (Av. 1948)

DESCRIPTION GENERALE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  | Zone climatique H1b |
| | | | | Période de construction 1948 ou avant |
| | | | | Nombre de niveaux chauffés 3 niveaux dont le 3ème est en combles habités |
| | | | | Surface chauffée (SHAB) 144 m² |
| | | | | Mitoyenneté Mitoyen sur 2 pignons |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|---|--|
| Description du type de bâtiment | Maison de bourg (av 1948) |
| Maison individuelle, alignée sur rue en bande ou mitoyenne à une autre maison (plus rare). Construction massive (grande majorité) en pierre moellon ou pierre de taille, en brique ou en pan de bois, majoritairement sans revêtement extérieur. Taux de vitrage faible à moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture double pente, comble initialement non habitable. Sur terre-plein ou sur cave. Sans isolation thermique. | 1 |
| | Plancher bas sur |
| | Taux de vitrage 17% |
| | Chauffage initial Chaudière gaz basse température |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Etape 1 | | Etape 2 | |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|---|--|--|----------------------|
| | | | | Description des travaux | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Niveaux énergétiques |
| Toiture | Rampants / Charpente traditionnelle / Avec isolation $R > 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | X | | - Isolation des rampants par l'intérieur - Sous toiture avec écran HPV - Isolant perméable à la vapeur d'eau avec pare vapeur côté intérieur ($S_d > 18\text{m}$) | $R > 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | - Dépose de l'isolant initial - Traitement de l'étanchéité à l'air avec membrane d'étanchéité | |
| Murs extérieurs | Pierre, moellons / Non isolé / | X | | - Isolation par l'intérieur des murs avec pare vapeur côté intérieur ou sans revêtement extérieur ou enduit à la chaux - Isolant perméable à la vapeur d'eau, capillaire dans certains cas | $R > 3,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | - Dépose de l'isolant initial - Doublage collé proscrit - Solution à adapter en fonction du type de pierre et de joint - Ce type de paroi présente des risques accrus de pathologie en cas de mauvaise préconisation. Le type d'isolant, de pare vapeur et de revêtement extérieur doivent être validés par un expert | |

Enveloppe

| | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|-------------------------------------|---|--|--|
| Baies vitrées | Menuiseries / $2,6 < U_w \leq 4,00$ | X | | $U_w < 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ | - Menuiseries avec $U_w < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Pose en applique intérieure | - Mise en oeuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Sur sous-sol / Voutain brique ou pierre / Non isolé | | X | | | | R > 4,0 $\text{m}^2\text{K/W}$ Isolation projetée |

PARCOURS B2C2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | |
|------------------------|----------------------|---|---------|-------------------------|---------------------------------|--|--|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Recommandations | Description des travaux | |
| Equipements techniques | Chauffage | Chaudière gaz basse température / Radiateur à eau haute température | X | | | | Chaudière gaz à condensation $\eta_s \geq 90\%$ |
| | Eau Chaude Sanitaire | Production liée au chauffage | | X | | | Reliée au système de production d'ECS |
| | Ventilation | Absence de ventilation mécanique | X | | Ventilation simple flux Hygro B | - Classe d'efficacité énergétique $\geq B$ - Puissances absorbées Pelec_abs $\leq 15 \text{ W}$ | |

RÉSULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|--|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✔ | Etanchéité à l'air | Isolation par l'intérieur- une étanchéité à l'air avec $Q4 < 1,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ est visée et un test d'étanchéité à l'air après achèvement des travaux devra être réalisé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|--|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|--|--|
| Murs | Pont thermique important | Prévoir un retour d'isolant le long des refuls sur au moins 60 cm. |
| | Etanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec les cloisonnements intérieurs |
| | Plancher intermédiaire / étanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec le plancher maçonné ou entre solive avec plancher bois. |
| | Plancher intermédiaire / pont thermique | Prévoir un retour d'isolant sur 60 cm (plancher maçonné) ou entre solive (plancher bois) |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (cellulets, adhésifs, mastic...) |
| Murs - Plancher haut | Etanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'intérieur du mur et l'isolation du plancher haut |
| Murs - Menuiseries | Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraulique | Dans le cas de mise en oeuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en oeuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| | Mauvais balayage et circulation aéroulique | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mis en œuvre dans le coffre selon la place disponible |
| Ventilation - Menuiseries | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes |
| Ventilation | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (ceilllets, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation (R>0,6 m².K/W) en volume non chauffé |
| | Etanchéité à l'air | Si présence de pied droit, assurer la continuité de l'isolation du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air. |
| | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| Plancher haut | Sécurité incendie | Si présence d'un conduit de fumée, s'assurer de la tenue de l'écart au feu et de la compatibilité de l'isolant vis-à-vis de la sécurité incendie |
| | Etanchéité à l'air | Réaliser un retour du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air sur le dormant de la fenêtre de toit |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| | Pont thermique | Au niveau de la fenêtre de toit, prévoir la continuité d'isolation autour de la fenêtre de toit pour traiter le pont thermique |

Pavillon de banlieue (av 1948)

DESCRIPTION GENERALE

| | | | | |
|---|---|---|---|-----------------------|
|  |  |  |  | H1a |
| Zone climatique | | | | 1948 ou avant |
| Période de construction | | | | 2 niveaux |
| Nombre de niveaux chauffés | | | | 75 m² |
| Surface chauffée (SHAB) | | | | Mitoyen sur 2 pignons |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|--|--|
| Description du type de bâtiment Maison individuelle, généralement mitoyen "en bande", parfois isolé. Construction massive (grande majorité) en meulière, moellon local, brique ou béton de mâchefer, majoritairement avec revêtement extérieur. Taux de vitrage faible à moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture double pente, comble initialement non habitable. Plancher bas sur cave (50%) ou dallage sur terre-plein. Sans isolation thermique. | Pavillon de banlieue (av 1948) 1 Sur terre plein 17% Chaudière gaz basse température |
| Type de bâtiment | |
| Nombre de logements | |
| Plancher bas sur | |
| Taux de vitrage | |
| Chauffage initial | |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Etape 1 | | Etape 2 | | |
|---------|--|-----------------|-----------------|----------------------|------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| | | | | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Recommandations | Niveaux énergétiques | Description des travaux |
| Toiture | Combles perdus / Solivage bois / Avec isolation R > 1 m².K/W | X | | R > 8 m².K/W | - Isolant en vrac ou rouleau | - L'étanchéité à l'air doit être traitée avant la mise en oeuvre de l'isolation, soit par une membrane d'étanchéité soit par le traitement du parement intérieur existant (fissures, pénétrations...) - Dépose de l'isolant selon l'état (vétusté, humidité, pose) - Vérification de la nécessité de pare vapeur décrite dans les textes de mise en oeuvre | | |

| Enveloppe | | Murs extérieurs | | Briques pleine / Non isolé / | | R > 4,4 m².K/W | | Isolation par l'extérieur des murs - Revêtement extérieur ouvert à la vapeur d'eau (Sd < 2m) | | L'étanchéité à l'air n'est pas traitée avec la mise en oeuvre d'une ITE. Il est nécessaire de traiter l'étanchéité à l'air du bâti avant la mise en oeuvre de l'isolation (traversées de réseaux, fissures & grilles de ventilation) - Ce type de paroi présente des risques accrus de pathologie en cas de mauvaise préconisation. Le type d'isolant, de pare vapeur et de revêtement extérieur doivent être validés par un expert - Piquetage de l'enduit extérieur initial si présent et à base de ciment | |
|-----------|---------------|-------------------------------|---|------------------------------|--|----------------|--|---|--|--|------------|
| | | | X | | | | | | | | |
| | Bates vitrées | Menuiseries / 2,6 < Uw ≤ 4,00 | X | | | | | - Menuiseries avec Uw < 1,5 W/m².K - Pose en applique intérieure | | | |
| | Plancher bas | Terre plein / Dalle béton | | | | | | | | | Non traité |

PARCOURS B2C2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | | Recommandations | Description des travaux |
|------------------------|----------------------|---|---------|-------------------------|-------------------------|---------|--|--|--|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Description des travaux | | | | |
| Equipements techniques | Chauffage | Chaudière fioul basse température / Radiateur à eau haute température | X | X | | | | | Chaudière gaz à condensation ηS ≥ 90% |
| | Eau Chaude Sanitaire | Production liée au chauffage | | X | | | | | Reliée au système de production d'ECS |
| | Ventilation | Absence de ventilation mécanique | X | | | | | - Classe d'efficacité énergétique ≥ B - Puissance absorbée Pelec_abs ≤ 15 W | |

RÉSULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|--|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Absence d'isolation du plancher bas - une étanchéité à l'air avec Q4 < 1,3 m3/(m².h) est visée et un test d'étanchéité à l'air après achèvement des travaux devra être réalisé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|--|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|--------------------|--------------------|---|
| Etanchéité à l'air | Etanchéité à l'air | La mise en oeuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. Il faudra mettre en oeuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. |

| | | |
|----------------------------------|---|--|
| Murs | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceillets, adhésifs, mastic...) |
| | Pont thermique ponctuels | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) |
| | Pont thermique important | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité |
| | Pont thermique important | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents |
| Murs - Plancher haut | Pont thermique important | Assurer la continuité de l'isolation entre l'extérieur et l'isolation des combles au niveau de la tête de mur. Bien prévoir l'isolation par l'extérieur jusqu'en haut du mur (dépose de cache moineaux si présent). |
| | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + étanchéité à l'air | Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ($R > 0,4m^2.K/W$) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéroulique | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |
| | Mauvais balayage et circulation aéroulique | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbent le balayage et le renouvellement d'air général |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mise en œuvre dans le coffre selon la place disponible |
| | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| Ventilation - Menuiseries | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détaillonnement des portes |
| | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (ceillets, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation ($R > 0,6 m^2.K/W$) en volume non chauffé |
| Plancher haut | Pont thermique & étanchéité à l'air | Si présence d'une trape d'étanchéité, isoler la trape et s'assurer de l'étanchéité à l'air de la jonction de la trape avec le plancher |
| | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumées (ceillets, ruban adhésif, mastic...) |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture | |

| | |
|------------------|--|
| Problème d'accès | Prévoir dans les combles un cheminement technique pour l'accès au caisson de ventilation ou équipement technique |
|------------------|--|

Pavillon de la reconstruction

DESCRIPTION GENERALE

| | | | | |
|---|---|---|---|----------------------|
|  |  |  |  | H3 |
| Zone climatique | | | | Entre 1949 et 1974 |
| Période de construction | | | | 2 niveaux |
| Nombre de niveaux chauffés | | | | 79 m ² |
| Surface chauffée (SHAB) | | | | Mitoyen sur 1 pignon |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|--|---|
| Description du type de bâtiment | Pavillon de la reconstruction (1948-1974) |
| Maison individuelle, alignée sur rue en bande ou mitoyenne à une autre maison, type pavillon de banlieue. Construction massive (grande majorité) en pierre moellon, en brique pleine ou creuse, généralement avec enduit. Taux de vitrage faible à moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture double pente, comble, toiture terrasse (rare). Sur terre-plein ou sur cave, sans isolation thermique. | 1 |
| Type de bâtiment | Sur terre plein |
| Nombre de logements | 14% |
| Plancher bas sur | Radiateurs électriques |
| Taux de vitrage | |
| Chauffage initial | |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Etape 1 | | Etape 2 | |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|---------------------------|---|--|-------------------------|
| | | | | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Recommandations | Niveaux énergétiques |
| Toiture | Combles perdus / Solivage bois / Avec isolation R > 1 m ² .K/W | X | | R > 7 m ² .K/W | - Isolant en vrac ou rouleau | - L'étanchéité à l'air doit être traitée avant la mise en oeuvre de l'isolation, soit par une membrane d'étanchéité soit par le traitement du parement intérieur existant (fissures, pénétrations...) - Dépose de l'isolant selon l'état (vétusté, humidité, pose) - Vérification de la nécessité de pare vapeur décrite dans les textes de mise en oeuvre | |
| Murs extérieurs | Brique creuse / Non isolé / | X | | R > 4 m ² .K/W | - Isolation par l'extérieur des murs - Revêtement extérieur ouvert à la vapeur d'eau (Sd < 2m) | - Dépose de l'isolant initial - L'étanchéité à l'air n'est pas traitée avec la mise en oeuvre d'une ITE. Il est nécessaire de traiter l'étanchéité à l'air du bâti avant la mise en oeuvre de l'isolation (traversées de réseaux, fissures & grilles de ventilation) - Piquetage de l'enduit extérieur | |

Enveloppe

| | | | | | | |
|---------------|-------------------------------------|---|---|---|--|------------|
| Bales vitrées | Menuiseries / $2,6 < U_w \leq 4,00$ | X | $U_w < 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ | - Menuiseries avec $U_w < 1,5 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ - Pose en applique intérieure | - Mise en oeuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Terre plein / Dalle béton | | | | | Non traité |

PARCOURS B2C2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | |
|------------------------|---------------------|----------------------------------|---------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|--|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Recommandations | Description des travaux | |
| Equipements techniques | Chauffage | Radiateurs électriques | X | | | | $\eta_S \geq 11\%$ (moyenne et haute température) $\eta_S \geq 126\%$ (basse température) |
| | Eau Chaud Sanitaire | Ballon électrique | X | | | | Réglée au système de production d'ECS |
| | Ventilation | Absence de ventilation mécanique | X | Ventilation simple flux Hygro B | | | - Classe d'efficacité énergétique $\geq B$ - Puissance absorbée Pelec_abs $\leq 15 \text{ W}$ |

RESULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|--|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes renouvelés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Absence d'isolation du plancher bas - une étanchéité à l'air avec $O_4 < 1,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ est visée et un test d'étanchéité à l'air après achèvement des travaux devra être réalisé |
|-----------------------------------|--|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|---|--|
| Murs | Etanchéité à l'air | La mise en oeuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. Il faudra mettre en oeuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (cellats, adhésifs, mastic...) |
| | Pont thermique ponctuels | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) |
| | Pont thermique important | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité |
| | Pont thermique important | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents |
| Murs - Plancher haut | Pont thermique important | Assurer la continuité de l'isolation entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation des combles au niveau de la tête de mur. Bien prévoir l'isolation par l'extérieur jusqu'en haut du mur (dépose de cache moineaux si présent). |
| Murs - Menuiseries | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + étanchéité à l'air | Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ($R > 0,4 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air |

| | | |
|---------------------------|---|--|
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraluque | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |
| | Mauvais balayage et circulation aéraluque | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbent le balayage et le renouvellement d'air général |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mise en œuvre dans le coffre selon la place disponible |
| | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| Ventilation | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détaillement des portes |
| | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (oilets, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation (R>0,6 m².K/W) en volume non chauffé |
| | Pont thermique & étanchéité à l'air | Si présence d'une trape d'étanchéité, isoler la trappe et s'assurer de l'étanchéité à l'air de la jonction de la trappe avec le plancher |
| Plancher haut | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (caillets, ruban adhésif, mastic...) |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| | Problème d'accès | Prévoir dans les combles un cheminement technique pour l'accès au caisson de ventilation ou équipement technique |

Pavillon (1968-1974)

DESCRIPTION GENERALE

| | | | | |
|---|---|---|---|------------------------|
|  |  |  |  | Zone climatique H1a |
| Période de construction Entre 1949 et 1974 | | | | |
| Nombre de niveaux chauffés 1 niveau | | | | |
| Surface chauffée (SHAB) 100 m² | | | | |
| Moyenneté Isolé | | | | |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|
| Maison individuelle, isolée sur parcelle, type pavillon. Construction massive (grande majorité) en parpaing, en brique pleine ou creuse, généralement avec enduit. Taux de vitrage moyen. Menuiseries bois ou PVC simple vitrage (rarement double vitrage). Toiture double pente ou à 4 pans, comble perdu (majoritairement), rarement toiture terrasse. Sur terre-plein, vide sanitaire ou sur cave. Sans isolation thermique (majoritairement) ou avec faible isolation sur façade et/ou toiture, sur rez-de-chaussée non chauffé, sans isolation thermique. | Description du type de bâtiment | Pavillon (1968-1974) |
| | Type de bâtiment | Pavillon (1968-1974) |
| | Nombre de logements | 1 |
| | Plancher bas sur | Sur sous-sol |
| | Taux de vitrage | 17% |
| Chauffage initial | | Chaudière gaz basse température |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Etape 1 | | Etape 2 | |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|--|--|--|----------------------|
| | | | | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Recommandations | Niveaux énergétiques |
| Toiture | Combles perdus / Solivage bois / Avec isolation $R > 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | X | | $R > 8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | - Isolant en vrac ou rouleau | - L'étanchéité à l'air doit être traitée avant la mise en oeuvre de l'isolation, soit par une membrane d'étanchéité soit par le traitement du parement intérieur existant (fissures, pénétrations...) - Dépose de l'isolant selon l'état (vétusté, humidité, pose) - Vérification de la nécessité de pare vapeur décrite dans les textes de mise en oeuvre | |
| Murs extérieurs | Bloc de béton creux / Non isolé / | X | | $R > 4,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | - Isolation par l'extérieur des murs - Revêtement extérieur ouvert à la vapeur d'eau ($Sd < 2\text{m}$) | - Dépose de l'isolant initial - L'étanchéité à l'air n'est pas traitée avec la mise en oeuvre d'une ITE. Il est nécessaire de traiter l'étanchéité à l'air du bâti avant la mise en oeuvre de l'isolation (traversées de réseaux, fissures & grilles de ventilation) | |

Enveloppe

| | | | | | | |
|---------------|--|---|-------------------------------------|--|--|---|
| Baies vitrées | Menuiseries / $2,6 < U_w \leq 4,00$ | X | $U_w < 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ | - Menuiseries avec $U_w < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Pose en applique extérieur | - Mise en oeuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A'4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Sur sous-sol / Entrevous béton / Non isolé | | | | | R > 4 m ² .KW Isolation projetée sous dalle |

PARCOURS B2C2 ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 |
|------------------------|----------------------|---|---------|-------------------------------------|---------------------------------|---|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Recommandations | Description des travaux |
| Equipements techniques | Chauffage | Chaudière gaz basse température / Radiateur à eau haute température | X | | | Chaudière gaz à condensation $\eta_s \geq 90\%$ |
| | Eau Chaude Sanitaire | Production liée au chauffage | X | | | Reliée au système de production d'ECS |
| | Ventilation | Absence de ventilation mécanique | X | $U_w < 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ | Ventilation simple flux Hygro B | - Classe d'efficacité énergétique $\geq B$ - Puissance absorbée Pelec_ abs $\leq 15 \text{ W}$ |

RESULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Un test d'infiltrométrie après travaux est recommandé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|---|--|
| Murs | Etanchéité à l'air | La mise en oeuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. Il faudra mettre en oeuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceillecs, adhésifs, mastic...) |
| | Pont thermique ponctuels | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) |
| | Pont thermique important | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité |
| | Pont thermique important | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents |
| Murs - Plancher haut | Pont thermique important | Assurer la continuité de l'isolation entre l'extérieur et l'isolation des combles au niveau de la tête de mur. Bien prévoir l'isolation par l'extérieur jusqu'en haut du mur (dépense de cache moineaux si présent). |
| Murs - Menuiseries | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air |

| | | | |
|---------------------------|---|--|--|
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraluque | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air | |
| | Mauvais balayage et circulation aéraluque | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbent le balayage et le renouvellement d'air général | |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mise en œuvre dans le coffre selon la place disponible | |
| | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) | |
| Ventilation | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détaillonnement des portes | |
| | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production | |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (oillelets, adhésifs, mastic...) | |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation ($R > 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) en volume non chauffé | |
| | Pont thermique & étanchéité à l'air | Si présence d'une trape d'étanchéité, isoler la trappe et s'assurer de l'étanchéité à l'air de la jonction de la trappe avec le plancher | |
| Plancher haut | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation | |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (oillelets, ruban adhésif, mastic...) | |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut | |
| | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture | |
| | Problème d'accès | Prévoir dans les combles un cheminement technique pour l'accès au caisson de ventilation ou équipement technique | |
| | | | |
| | | | |

Pavillon (1975-1990)

DESCRIPTION GENERALE

| | | |
|--|---|---|
| |     | Zone climatique H1a Période de construction Entre 1975 et 1981 Nombre de niveaux chauffés 1 niveau Surface chauffée (SHAB) 95 m ² Mitoyenneté Isolé |
|--|---|---|

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|--|---|
| | Description du type de bâtiment Pavillon (1975-1985) |
| Maison individuelle, isolée sur parcelle, type pavillon. Construction massive (grande majorité) en brique creuse, Siporex ou béton cellulaire, généralement avec enduit. Taux de vitrage moyen. Menuiseries bois ou PVC double vitrage (simple vitrage de moins en moins). Toiture double pente ou à 4 pans, comble perdu (majoritairement), rarement toiture terrasse. Sur terre-plein, vide sanitaire ou sur cave. Avec isolation thermique selon RT 74. | |
| | Type de bâtiment Pavillon (1975-1985) |
| | Nombre de logements 1 |
| | Plancher bas sur Sur vide sanitaire non accessible |
| | Taux de vitrage 25% |
| | Chauffage initial Chaudière gaz basse température |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Etape 1 | | | Etape 2 | |
|-----------------|--|--------------|---|---|-------------------------|
| | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Description des travaux |
| Toiture | Rampants / Charpente traditionnelle / Avec isolation $R > 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | X | $R > 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ - Isolation des rampants par l'intérieur - Sous toiture avec écran HPV - Isolant perméable à la vapeur d'eau avec pare vapeur côté intérieur (Sd > 18m) | - Dépose de l'isolant initial - Traitement de l'étanchéité à l'air avec membrane d'étanchéité | |
| Murs extérieurs | Bloc de béton creux / Isolation par l'intérieur / $R < 1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ | X | $R > 4,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ - Isolation par l'extérieur des murs - Revêtement extérieur ouvert à la vapeur d'eau (Sd < 2m) | - Dépose de l'isolant initial - L'étanchéité à l'air n'est pas traitée avec la mise en oeuvre d'une ITE. Il est nécessaire de traiter l'étanchéité à l'air du bâti avant la mise en oeuvre de l'isolation (traversées de réseaux, fissures & grilles de ventilation) | |

Enveloppe

| | | | | | | |
|---------------|--|---|-------------------|--|--|---|
| Baies vitrées | Menuiseries / 1,3 < Uw ≤ 2,6 | X | Uw < 1,3 W/(m².K) | - Menuiseries avec Uw < 1,3 W/m².K - Pose au nu extérieur | - Mise en oeuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A'4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Sur vide sanitaire accessible / Dalle béton / R ≤ 1 m².K/W | | | | | R > 4 m².K/W Isolation projetée sous dalle |

PARCOURS B2C2 ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | |
|------------------------|----------------------|---|---------|-------------------------|---------------------------------|--|--|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Recommandations | Description des travaux | |
| Equipements techniques | Chauffage | Chaudière gaz basse température / Radiateur à eau haute température | X | | | | Chaudière gaz à condensation ηS ≥ 90% |
| | Eau Chaude Sanitaire | Production liée au chauffage | | X | | | Pellée au système de production d'ECS |
| | Ventilation | VMC simple flux Autoréglable | X | | Ventilation simple flux Hygro B | - Classe d'efficacité énergétique ≥ B - Puissance absorbée Pelec_abs ≤ 15 W | |

RÉSULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Un test d'infiltrométrie après travaux est recommandé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|--------------------------|---|
| Murs | Etanchéité à l'air | La mise en oeuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. Il faudra mettre en oeuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoirs adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceillets, adhésifs, mastic...) |
| | Pont thermique ponctuels | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) |
| | Pont thermique important | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité |
| | Pont thermique important | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents |
| Murs - Plancher haut | Pont thermique important | Assurer la continuité de l'isolation entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation des rampants, au niveau de la tête de mur. Bien prévoir l'isolation par l'extérieur jusqu'en haut du mur (dépense de cache moutons si présent). |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'extérieur du mur et l'isolation du plancher haut |

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Murs - Menuiseries | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraulique | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |
| Menuiseries | Mauvais balayage et circulation aéraulique | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général |
| Ventilation - Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mis en œuvre dans le coffre selon la place disponible |
| Ventilation | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détaillonnement des portes |
| | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (oilets, adhesifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Prévoir l'isolation des gaines de ventilation (R>0,6 m².K/W) en volume non chauffé |
| | Etanchéité à l'air | Si présence de pied droit, assurer la continuité de l'isolation du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air. |
| | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| Plancher haut | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| | Sécurité incendie | Si présence d'un conduit de fumée, s'assurer de la tenue de l'écart au feu et de la compatibilité de l'isolant vis-à-vis de la sécurité incendie |
| | Etanchéité à l'air | Réaliser un retour du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air sur le dormant de la fenêtre de toit |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| | Pont thermique | Au niveau de la fenêtre de toit, prévoir la continuité d'isolation autour de la fenêtre de toit pour traiter le pont thermique |

Haussmannien & assimilés (av 1948)

DESCRIPTION GENERALE

| | |
|---|---|
|  | <p>H1a</p> <p>1948 ou avant</p> <p>7 niveaux dont le 7ème est en combles habités</p> <p>516 m²</p> <p>Mitoyen sur 2 pignons</p> |
| Zone climatique | H1a |
| Période de construction | 1948 ou avant |
| Nombre de niveaux chauffés | 7 niveaux dont le 7ème est en combles habités |
| Surface chauffée (SHAB) | 516 m ² |
| Mitoyenneté | Mitoyen sur 2 pignons |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|--|--|
| <p>Description du type de bâtiment</p> <p>Grand immeuble collectif, en zones urbaines, en général aligné en formant un îlot. Construction massive en pierre moellon, en brique ou en béton, majoritairement sans revêtement extérieur. Taux de vitrage élevé. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture terrasse, rarement mansardée. Sur cave. Sans isolation thermique.</p> | <p>Haussmannien (av 1948)</p> <p>6</p> <p>Sur sous-sol</p> <p>10%</p> <p>Réseau de chaleur</p> |
| Type de bâtiment | Haussmannien (av 1948) |
| Nombre de logements | 6 |
| Plancher bas sur | Sur sous-sol |
| Taux de vitrage | 10% |
| Chauffage initial | Réseau de chaleur |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Etape 1 | | Etape 2 | | |
|---------|---|-----------------|-----------------|----------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|--|
| | | | | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Préconisations | Niveaux énergétiques | Description des travaux |
| Toiture | Rampants / Charpente traditionnelle / Avec isolation R > 3 m ² /K/W | | X | | | | R > 7 m ² /K/W | <ul style="list-style-type: none"> - Isolation des rampants par l'intérieur - Sous toiture avec écran HPV - Isolant perméable à la vapeur d'eau avec pare vapeur côté intérieur (Sd > 18m) |

| Enveloppe | | | | | | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Murs extérieurs | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Baies vitrées | | | | | | | | | |
| Plancher bas | | | | | | | | | |

PARCOURS B2C2 ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Étape 1 | | Étape 2 | | |
|----------------------|---|---------|---------|-------------------------|----------------|-------------------------|--|--|
| | | Étape 1 | Étape 2 | Description des travaux | Préconisations | Description des travaux | | |
| Chauffage | Réseau de chaleur / Radiateur à eau haute température | X | | | | | | |
| Eau Chaude Sanitaire | Production liée au chauffage | X | | | | | | |
| Ventilation | Ventilation naturelle (conduit, ouverture des baies...) | X | | | | | | |

RÉSULTATS

| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes renouvelés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Un test d'infiltrométrie après travaux est recommandé |
|---|---|---|--------------------|---|
| TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX | | | | |
| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir | | |
| Murs | Etanchéité à l'air | La mise en oeuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. Il faudra mettre en oeuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. | | |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceillets, adhésifs, mastic...) | | |
| | Pont thermique ponctuels | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) | | |
| | Pont thermique important | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité | | |
| | Pont thermique important | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents | | |
| | Confort & surconsommation | Vérifier l'équilibrage du réseau d'ECS | | |
| Chauffage & ECS | Confort & surconsommation | Mettre en place des dispositifs de réduction de consommation d'eau chaude (réducteur de débit par exemple) | | |
| | Surconsommation | Isolation des points singuliers du réseau de chauffage et d'ECS en volume non chauffé. Avec : Risolant $\geq 1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{KW}$ (à Tréseau = 50°C) | | |
| | Surconsommation | Le dimensionnement de l'appareil de chauffage doit être prévu par rapport au projet final. Prévoir l'utilisation d'appoint simple pour les états intermédiaires | | |
| Murs - Menuiseries | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + Etanchéité à l'air | Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ($R > 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air | | |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraluque | Dans le cas de mise en oeuvre de dispositifs d'entrées d'air acoustiques, mettre en oeuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air | | |
| | Mauvais balayage et circulation aéraluque | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général | | |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mis en oeuvre dans le coffre selon la place disponible | | |
| Ventilation - Menuiseries | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) | | |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes | | |

| | | |
|--------------------|--|--|
| Ventilation | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Étanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (caillots, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Étanchéification ou condamnation des vides ordures s'ils débouchent dans le logement |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | S'assurer de l'étanchéité à l'air de la porte palière |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Dans le cas d'une VIMR, vérifier que l'alimentation électrique est commune à tous les caissons |

Immeuble de bourg (av 1948)

DESCRIPTION GENERALE

| | | | | |
|---|---|---|---|------------------------|
|  |  |  |  | Zone climatique H1a |
| Période de construction 1948 ou avant | | | | |
| Nombre de niveaux chauffés 5 niveaux | | | | |
| Surface chauffée (SHAB) 624 m ² | | | | |
| Mitoyenneté Mitoyen sur 2 pignons | | | | |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Description du type de bâtiment | Immeuble de bourg (av 1948) |
| Type de bâtiment | Immeuble de bourg (av 1948) |
| Nombre de logements | 20 |
| Plancher bas sur | Sur sous-sol |
| Taux de vitrage | 16% |
| Chauffage initial | Radiateurs électriques |

Petit immeuble collectif, aligné sur rue avec mitoyenneté ou isolé (plus souvent). Construction massive (grande majorité) en pierre moellon ou pierre de taille, en béton ou en brique, sans revêtement extérieur ou avec enduit. Taux de vitrage moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture double pente. Sur terre-plein ou sur cave (le plus souvent). Sans isolation thermique.

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Etape 1 | | Etape 2 | |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---|
| | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Niveaux énergétiques | Description des travaux |
| Toiture | X | | R > 7 m ² .KW | <ul style="list-style-type: none"> - Isolation des rampants par l'intérieur - Sous toiture avec écran HPV - Isolant perméable à la vapeur d'eau avec pare vapeur côté intérieur (Sd > 18m) |
| Murs extérieurs | X | | R > 3,7 m ² .KW | <ul style="list-style-type: none"> - Isolation par l'intérieur des murs avec pare vapeur côté intérieur - sans revêtement extérieur ou enduit à la chaux - Isolant perméable à la vapeur d'eau, capillaire dans certains cas |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Dépose de l'isolant initial - Doublage collé prescrit - Solution à adapter en fonction du type de pierre et de joint - Ce type de parcel présente des risques accrus de pathologie en cas de mauvaise préconisation. Le type d'isolant, de pare vapeur et de revêtement extérieur doivent être validés par un expert |

Enveloppe

| | | | | | | |
|---------------|---|---|-------------------|---|--|--------------------|
| Baies vitrées | Menuiseries / 1,3 < Uw ≤ 2,6 | X | Uw < 1,3 W/(m².K) | - Menuiseries avec Uw < 1,3 W/m².K - Pose en applique intérieure | - Mise en oeuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Sur sous-sol / Voutain brique ou pierre / Non isolé | X | | | R > 4,0 m².K/W | Isolation projetée |

PARCOURS B2C2 ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Étape 1 | | Étape 2 | |
|------------------------|----------------------|---|---------|--------------------------------|--|-------------------------|------------------------|
| | | Étape 1 | Étape 2 | Description des travaux | Préconisations | Description des travaux | |
| Equipements techniques | Chauffage | Radiateurs électriques | X | | | | PAC Air / Air |
| | Eau Chaude Sanitaire | Ballon électrique | X | | | | Ballon thermodynamique |
| | Ventilation | Ventilation naturelle (conduit, ouverture des bales...) | X | Ventilation mécanique répartie | - Pabs_sdb ≤ 15 W Pabs_cuisine ≤ 15 W (débit réduit) Pabs_cuisine ≤ 40 W (grand débit) | | |

RESULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|--|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes renouvelés + ventilation | ✓ | Étanchéité à l'air | Un test d'infiltrométrie après travaux est recommandé |
|-----------------------------------|--|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|--|---|
| Murs | Pont thermique important | Prévoir un rebour d'isolant le long des refends sur au moins 60 cm. |
| | Étanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec les cloisonnements intérieurs |
| | Plancher intermédiaire / étanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec le plancher maçonné ou entre solive avec plancher bois. |
| | Plancher intermédiaire / pont thermique | Prévoir un rebour d'isolant sur 60 cm (plancher maçonné) ou entre solive (plancher bois) |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (oilets, adhésifs, mastic...) |
| Murs - Plancher haut | Étanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'intérieur du mur et l'isolation du plancher haut |
| Murs - Menuiseries | Étanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraulique | Dans le cas de mise en oeuvre de dispositifs d'entrées d'air acoustiques, mettre en oeuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| | Mauvais balayage et circulation aéraluque | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbent le balayage et le renouvellement d'air général |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mise en œuvre dans le coffre selon la place disponible |
| | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| Ventilation - Menuiseries | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes |
| | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (œilletons, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Etanchéification ou condamnation des vides ordures s'ils débouchent dans le logement |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | S'assurer de l'étanchéité à l'air de la porte palière |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Dans le cas d'une VMP, vérifier que l'alimentation électrique est commune à tous les caissons |
| | Etanchéité à l'air | Si présence de pied droit, assurer la continuité de l'isolation du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air. |
| Plancher haut | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| | Sécurité incendie | Si présence d'un conduit de fumée, s'assurer de la tenue de l'écart au feu et de la compatibilité de l'isolant vis-à-vis de la sécurité incendie |
| | Etanchéité à l'air | Réaliser un retour du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air sur le dormant de la fenêtre de toit |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des relènds sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| | Pont thermique | Au niveau de la fenêtre de toit, prévoir la continuité d'isolation autour de la fenêtre de toit pour traiter le pont thermique |

Immeuble bourgeois (av 1948)

DESCRIPTION GENERALE

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
|  |  |  |  | Zone climatique H1a |
| | | | | 1948 ou avant |
| | | | | 7 niveaux |
| | | | | Surface chauffée (SHAB) 3204 m ² |
| | | | | Mitoyenneté Mitoyen sur 2 pignons |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|--|--|
| Description du type de bâtiment | Immeuble bourgeois (av 1948) |
| | Nombre de logements 52 |
| | Plancher bas sur Sur sous-sol |
| | Taux de vitrage 18% |
| | Chauffage initial Chaudière gaz basse température |
| Grand immeuble collectif, en zones urbaines, en général aligné en formant un îlot. Construction massive en structure béton avec remplissage brique pleine ou creuse, majoritairement avec revêtement enduit ou plâtre. Taux de vitrage moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture terrasse ou combles aménagés. Sur sous-sol ou vide sanitaire. Sans isolation thermique. | |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Existant | B2C2 Etape 1 | B2C2 Etape 2 | Etape 1 | | Etape 2 | |
|---------|--|-----------------|-----------------|--------------------------|--|--|----------------------|
| | | | | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Préconisations | Niveaux énergétiques |
| Toiture | Rampants / Charpente traditionnelle / Avec isolation R > 1 m ² .KW | X | | R > 7 m ² .KW | <ul style="list-style-type: none"> - Isolation des rampants par l'intérieur - Sous toiture avec écran HPV - Isolant perméable à la vapeur d'eau avec pare vapeur côté intérieur (Sd > 18m) | <ul style="list-style-type: none"> - Dépose de l'isolant initial - Traitement de l'étanchéité à l'air avec membrane d'étanchéité | |

| | | | | |
|---|---|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Un test d'infiltrométrie après travaux est recommandé |
| TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX | | | | |
| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir | | |
| | Pont thermique important | Prévoir un retour d'isolant le long des relevés sur au moins 60 cm. | | |
| Murs | Etanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec les cloisonnements intérieurs | | |
| | Plancher intermédiaire / étanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec le plancher maçonné ou entre solive avec plancher bois. | | |
| | Plancher intermédiaire / pont thermique | Prévoir un retour d'isolant sur 60 cm (plancher maçonné) ou entre solive (plancher bois) | | |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (celllets, adhésifs, mastic...) | | |
| Murs - Plancher haut | Etanchéité à l'air | Prévoir la continuité du plancher d'étanchéité à l'air (membrane ou autre) entre l'isolation par l'intérieur du mur et l'isolation du plancher haut | | |
| Murs - Menuiseries | Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. | | |
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraluque | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air | | |
| | Mauvais balayage et circulation aéraluque | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général | | |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mis en œuvre dans le coffre selon la place disponible | | |
| Ventilation - Menuiseries | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) | | |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes | | |
| | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production | | |
| Ventilation | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (celllets, adhésifs, mastic...) | | |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Etancheification ou condamnation des vides ordures s'ils débouchent dans le logement | | |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | S'assurer de l'étanchéité à l'air de la porte palière | | |

| | | |
|--|--|---|
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Dans le cas d'une VMR, vérifier que l'alimentation électrique est commune à tous les caissons |
| | Étanchéité à l'air | Si présence de pied droit, assurer la continuité de l'isolation du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air. |
| | Sécurité incendie | Dans le cadre d'appareillage électrique encastré en plancher haut, prévoir la mise en place de dispositif pour garantir la distance entre la source de chaleur et l'isolation |
| | Condensation | En l'absence d'écran de sous toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture |
| | Sécurité incendie | Si présence d'un conduit de fumée, s'assurer de la tenue de l'écart au feu et de la compatibilité de l'isolant vis-à-vis de la sécurité incendie |
| | Étanchéité à l'air | Réaliser un retour du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air sur le dormant de la fenêtre de toit |
| | Pont thermique | Prévoir un retour d'isolant en haut des reliefs sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut |
| | Pont thermique | Au niveau de la fenêtre de toit, prévoir la continuité d'isolation autour de la fenêtre de toit pour traiter le pont thermique |
| | Plancher haut | |

Petit collectifs (1948-1974)

DESCRIPTION GENERALE

| | | | | |
|---|---|---|---|------------------------|
|  |  |  |  | Zone climatique H1a |
| Période de construction | | | | Entre 1949 et 1974 |
| Nombre de niveaux chauffés | | | | 4 niveaux |
| Surface chauffée (SHAB) | | | | 947 m ² |
| Mitoyenneté | | | | Isolé |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|--|---------------------------------|
| Description du type de bâtiment | Petit collectifs (1948-1974) |
| Petit immeuble collectif, aligné sur rue avec mitoyennetés ou isolé (plus souvent). Construction massive (grande majorité) en poteau-dalle et maçonnerie de remplissage, en parpaing ou brique creuse, généralement avec enduit. Taux de vitrage moyen. Menuiseries bois simple vitrage. Toiture double pente ou à 4 pans (rare) ou toiture terrasse. Sur terre-plein ou sur cave (le plus souvent). Sans isolation thermique, sur RdC non chauffés. Sans isolation thermique. | 13 |
| Type de bâtiment | Sur sous-sol |
| Nombre de logements | 14% |
| Plancher bas sur | Chaudière gaz basse température |
| Taux de vitrage | |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Etape 1 | | Etape 2 | |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|--|
| | Niveaux énergétiques | Description des travaux | Préconisations | Description des travaux |
| Toiture | | | | |
| | | | | |
| Murs extérieurs | R > 4,2 m ² .K/W | - Isolation par l'extérieur des murs | - L'étanchéité à l'air n'est pas traitée avec la mise en oeuvre d'une ITE. Il est nécessaire de traiter l'étanchéité à l'air du bâti avant la mise en oeuvre de l'isolation (traversées de réseaux, fissures & grilles de ventilation) | R > 5,5 m ² .K/W Isolation sur dalle |

| | | | | | | |
|---------------|--|---|-------------------|---|---|----------------------|
| Baies vitrées | Menuiseries / 2,6 < Uw ≤ 4,00 | X | Uw < 1,3 W/(m².K) | - Menuiseries avec Uw < 1,3 W/m².K - Pose en applique extérieure | - Mise en œuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Sur sous-sol / Dalle béton / Non isolé | X | | | R > 4,0 m².K/W | Isolation sous dalle |

PARCOURS B2C2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | |
|------------------------|----------------------|---------|---------|--|---|--|--|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Préconisations | Description des travaux | |
| Equipements techniques | Chauffage | X | X | - Chaudière gaz à condensation indiv ou collective ηS ≥ 90% - Calorifugeage des réseaux hydrauliques en classe 4 min en volume non chauffé - Robinet thermostatique avec variation temporelle inférieure à 0,3 K | - Vérification de l'adéquation des émetteurs avec la production | | |
| | Eau Chaude Sanitaire | | X | Liée à la production de chauffage | | | |
| | Ventilation | | X | Ventilation naturelle (conduit, ouverture des baies...) | Ventilation mécanique Simple flux Hygro B | - Classe d'efficacité énergétique ≥ B - Puissance absorbée Pelec_abs ≤ 15 W | |

RÉSULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Un test d'infiltrométrie après travaux est recommandé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|----------------|---------------------------|---|
| Murs | Etanchéité à l'air | La mise en œuvre d'une ITE n'assure pas l'étanchéité à l'air en partie courante. Il faudra mettre en œuvre un revêtement ou une membrane d'étanchéité, intérieur ou extérieur, qui assure cette fonction. |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (oillets, adhésifs, mastic...) |
| | Pont thermique ponctuels | Prévoir l'utilisation de rupteurs de pont thermique pour les fixations sur le mur (volets, descentes eaux pluviales...) |
| | Pont thermique important | Prévoir une descente de l'isolation par l'extérieur sur 60 cm. Si l'isolation est enterrée, l'isolant devra être résistant à l'humidité |
| | Pont thermique important | Prévoir un traitement adapté du pont thermique au niveau des balcons si présents |
| | Confort & surconsommation | Vérifier l'équilibrage du réseau d'ECS |

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Chauffage & ECS | Confort & surconsommation | Mettre en place des dispositifs de réduction de consommation d'eau chaude (réducteur de débit par exemple) |
| | Surconsommation | Isolation des points singuliers du réseau de chauffage et d'ECS en volume non chauffé. Avec : Risquant $\geq 1,5 \text{ m}^2 \text{ KW}$ (à Trésseau = 50°C) |
| | Surconsommation | Le dimensionnement de l'appareil de chauffage doit être prévu par rapport au projet final. Prévoir l'utilisation d'appoint simple pour les états intermédiaires |
| Murs - Menuiseries | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + Étanchéité à l'air | Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ($R > 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air |
| | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraluque | Dans le cas de mise en œuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en œuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |
| Murs - Ventilation | Mauvais balayage et circulation aéraluque | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbent le balayage et le renouvellement d'air général |
| | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs conservés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mise en œuvre dans le coffre selon la place disponible |
| Ventilation - Menuiseries | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le détalonnement des portes |
| Ventilation | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (cillets, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Étanchéification ou condamnation des vides ordures s'ils débouchent dans le logement |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | S'assurer de l'étanchéité à l'air de la porte palière |
| | | |

Barres (1948-1974)

DESCRIPTION GENERALE

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Zone climatique | | | |
| H2a | | | |
| Période de construction | | | |
| Entre 1949 et 1974 | | | |
| Nombre de niveaux chauffés | | | |
| 5 niveaux | | | |
| Surface chauffée (SHAB) | | | |
| 10516 m ² | | | |
| Mitoyenneté | | | |
| Isolé | | | |

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

| | |
|--|---|
| Description du type de bâtiment Grand immeuble collectif, en zones urbaines, isolé ou en cité, en forme de barre. Construction massive en béton banché ou avec panneau préfabriqué, avec ou sans enduit extérieur. Taux de vitrage élevé. Menuiseries bois ou aluminium simple vitrage. Toiture terrasse. Avec sous-sol (parking). Sans isolation thermique, sur rez-de-chaussée non chauffé. Sans isolation thermique. | Type de bâtiment Barres (1948-1974) |
| Nombre de logements Plancher bas sur Taux de vitrage Chauffage initial | 128 Sur sous-sol 18% Réseau de chaleur |

PARCOURS B2C2 ENVELOPPE

| LOTS | Etape 1 | | Etape 2 | | Niveaux énergétiques | Description des travaux |
|-----------------|--------------|---|--------------|--|----------------------|-------------------------|
| | B2C2 Etape 1 | Existant | B2C2 Etape 2 | Préconisations | | |
| Toiture | X | Toiture terrasse / Dalle en béton / Avec isolation R > 4 m ² .KW | | - dépose de l'isolant initial | | |
| Murs extérieurs | X | Béton / Non isolé / | | - L'étanchéité à l'air n'est pas traitée avec la mise en oeuvre d'une ITE. Il est nécessaire de traiter l'étanchéité à l'air du bâti avant la mise en oeuvre de l'isolation (traversées de réseaux, fissures & grilles de ventilation) | | |

| | | | | | | |
|---------------|--|---|-------------------------------------|---|--|--|
| Baies vitrées | Menuiseries / $2,6 < U_w \leq 4,00$ | X | $U_w < 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ | - Menuiseries avec $U_w < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Pose en applique extérieure | - Mise en oeuvre d'une protection solaire conseillée pour les orientations Est, Ouest et Sud - Classement A*4 au classement AEV des menuiseries | |
| Plancher bas | Sur sous-sol / Dalle béton / Non isolé | X | | | | R > 4,0 $\text{m}^2\text{K/W}$ isolation sous dalle |

PARCOURS B2C2 EQUIPEMENTS TECHNIQUES

| LOTS | Existant | B2C2 | | Etape 1 | | Etape 2 | |
|------------------------|----------------------|---|---------|---|----------------|-------------------------|---|
| | | Etape 1 | Etape 2 | Description des travaux | Préconisations | Description des travaux | |
| Equipements techniques | Chauffage | Chaudière gaz collective basse consommation | X | | | | - Calorifugeage des réseaux hydrauliques en classe 4 min en volume non chauffé - Robinet thermostatique avec variation temporelle inférieure à 0,3 K |
| | Eau Chaude Sanitaire | Liée à la production de chauffage | X | | | | Liée à la production de chauffage |
| | Ventilation | Ventilation naturelle (conduit, ouverture des baies...) | X | Ventilation mécanique Simple flux Hygro B | | | - Classe d'efficacité énergétique \geq B - Puissance absorbée Pelec_abs \leq 15 W |

RÉSULTATS

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Critère de validation à l'étape 1 | 2 lots enveloppes rénovés + ventilation | ✓ | Etanchéité à l'air | Un test d'infiltrométrie après travaux est recommandé |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|---|

TRAITEMENT DES INTERACTIONS A L'ETAPE 1 DE TRAVAUX

| Lots concernés | Risque | Traitement à prévoir |
|-----------------------------|---|---|
| Murs | Pont thermique important | Prévoir un retour d'isolant le long des relends sur au moins 60 cm. |
| | Etanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec les cloisonnements intérieurs |
| | Plancher intermédiaire / étanchéité à l'air | Assurer une continuité du traitement d'étanchéité à l'air des murs à l'interface avec le plancher maçonné ou entre solive avec plancher bois. |
| | Plancher intermédiaire / pont thermique | Prévoir un retour d'isolant sur 60 cm (plancher maçonné) ou entre solive (plancher bois) |
| | Pénétration de réseau | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations (ceillets, adhésifs, mastic...) |
| Murs - Plancher haut | Pont thermique | Prévoir un recouvrement des acrotères avec une résistance thermique minimale de $2 \text{ m}^2\text{K/W}$. Isoler sur les 3 faces si l'acrotère fait moins de 60 cm ou 2 faces si supérieur à 60 cm |
| Murs - Menuiseries | Risque de pont thermique fort au niveau de la menuiserie + Etanchéité à l'air | Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries, pour s'assurer de la continuité d'isolation et d'étanchéité à l'air |

| | | |
|----------------------------------|---|--|
| Murs - Ventilation | Défaut de renouvellement d'air et circulation aéraluque | Dans le cas de mise en oeuvre de dispositifs d'entrée d'air acoustiques, mettre en oeuvre ceux-ci au préalable de la réalisation de l'isolation et le traitement de l'étanchéité à l'air |
| | Mauvais balayage et circulation aéraluque | Assurer une étanchéité à l'air complète pour éviter les entrées d'air parasites qui perturbe le balayage et le renouvellement d'air général |
| Menuiseries | Pont thermique & étanchéité à l'air | Dans le cadre de coffres intérieurs consentés, prévoir de renforcer l'étanchéité à l'air avec la menuiserie et le mur. Une isolation rigide peut être mise en oeuvre dans le coffre selon la place disponible |
| | Risque sanitaire | Dans le cas d'une ventilation simple flux, le dimensionnement des entrées d'air en concordance avec le système de ventilation choisi (auto, hygro) |
| Ventilation - Menuiseries | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Pour un bon fonctionnement de la ventilation, bien vérifier le décalonnement des portes |
| | Mauvais combustion / Production de monoxyde de carbone | Dans le cas de la présence d'un appareil à combustion non étanche, prévoir amener une entrée d'air dédiée ou changement du système de production |
| | Etanchéité à l'air | Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (oellets, adhésifs, mastic...) |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Etanchéification ou condamnation des vides ordures s'ils débouchent dans le logement |
| Ventilation | Mauvais fonctionnement de la ventilation | S'assurer de l'étanchéité à l'air de la porte palière |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | Dans le cas d'une VMP, vérifier que l'alimentation électrique est commune à tous les caissons |
| | Mauvais fonctionnement de la ventilation | |
| Plancher haut | Pont thermique | Si présence de lanterneau ou puit de lumière, réaliser une isolation des costières et un remplissage performant et relevé d'étanchéité. Réaliser un relevé du dispositif d'étanchéité à l'air (membrane, ruban adhésif, ...) au pourtour des éléments traversant |

Annexe 10 : Cahier des charges pour l'intégration de projets BBC par étapes dans l'Observatoire BBC

L'Observatoire BBC (<https://www.observatoirebbc.org/>) se constitue notamment de fiche de retour d'expérience de projets performants. Les dites fiches permettent d'apporter de l'information sur le contexte, les éléments mis en œuvre et les performances des projets. En cela, ces fiches ont déjà intégré un certain nombre d'informations mais ne sont aujourd'hui pas adaptées aux projets de rénovation par étapes.

Présentation d'une fiche de retour d'expérience d'un projet de rénovation sur l'Observatoire BBC :

Chaque fiche de l'observatoire est dédiée. Elle se compose des onglets :

- Descriptif
- Critères Effinergie
- Acteurs
- Système constructif
- Equipement
- Energie
- Carbone

The screenshot displays the website interface for the Observatoire BBC. At the top, there are logos for the French Republic, ADEME, and Effinergie. Below the navigation menu, a banner image shows various modern buildings. The main content area features a project card for 'Rénovation - Résidence Bois de la Barre'. This card includes a table of technical specifications, a 'Descriptif' section with a detailed description of the renovation work, and a sidebar with a table of navigation tabs. At the bottom of the page, there are logos for partner organizations and a copyright notice.

| PRÉSENTATION | PROJETS | STATISTIQUES | PUBLICATIONS | EN RÉGION | CONTACT |
|--------------|---------|--------------|--------------|-----------|---------|
|--------------|---------|--------------|--------------|-----------|---------|

Rénovation - Résidence Bois de la Barre

| | | | | | |
|--|------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------|--|
| | Type bâtiment | Logements collectifs - Public | Zone climatique | H2b | |
| | Ville | Angers | Altitude | 12 m | |
| | Code postal | 49000 | | | |
| | Travaux | Rénovation - RT ex | Permis | 01-2013 | |
| | Fiabilité | Certifié | Construction | 1979 | |
| | Niv. énergétique | BBC-Effinergie Rénovation | Livraison | 08-2021 | |
| | Shon | 4 276 m ² du bâtiment | Consommation | 38,9 kWh/(m ² .an) | |
| | Surface | 25 779 m ² du projet | Emission CO2 | 1 kg-eqCO2/(m ² .an) | |
| | Usage principal | Habitation Logement collectif | | | |

| Descriptif | Descriptif |
|---------------------|--|
| Critères Effinergie | Ce projet consiste à la rénovation basse consommation des 283 logements, répartis sur 8 bâtiments, de la résidence Bois de la Barre sous l'égide d'Angers Loire Habitat. |
| Acteurs | Les travaux de rénovation ont consisté à améliorer la qualité thermique de l'enveloppe. En conséquence, une isolation par l'extérieur a été ajoutée en façades et les menuiseries en bois à simple vitrage ont été remplacées par des doubles vitrages performants. La toiture et les planchers bas ont été conservés en l'état. |
| Système Constructif | Côté équipement, les deux chaufferies au gaz ont été remplacées par des chaufferies bois alimentant les bâtiments par blocs (ABCD et EFGH). En parallèle, les émetteurs ont été rénovés et une ventilation collective hygroréglable de type B a été mise en œuvre. |
| Equipement | Au final, le bouquet de travaux proposé a permis de réduire les consommations énergétiques d'un facteur 3 et les émissions de GES d'un facteur 22. |
| Energie | Cette fiche décrit les solutions retenues pour le bâtiment F. |
| Carbone | |

OBSERVATOIRE BBC PROMOTELEC EFFINERGIE CEQUAMI GUIDE RÉNOVATION CERQUAL INDICATEURS CERTIVEA

© 2020 Observatoire BBC MENTIONS LEGALES - CONNEXION [Back to Top](#)

1 - Impression d'écran d'une fiche de l'Observatoire BBC dédiée à la rénovation de logements collectifs : <https://www.observatoirebbc.org/renovation/7395>

Plusieurs modifications sont planifiées pour répondre à la valorisation des projets de rénovation par étapes.

Les *informations générales* sur le projet, situées dans le bandeau supérieur, devront laisser apparaître clairement que le projet s'inscrit dans une rénovation BBC par étapes et indiquer l'étape à laquelle le projet se situe en fonction du nombre d'étapes prévues par le feuille de route (exemple « étape 2/3 »)

Observatoire BBC | L'OBSERVATOIRE DES BÂTIMENTS BEPOS ET BASSE CONSOMMATION

PRÉSENTATION PROJETS STATISTIQUES PUBLICATIONS EN RÉGION CONTACT

Rénovation - Résidence Bois de la Barre

| | | | | |
|--|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|
|  Avant travaux | Type bâtiment | Logements collectifs - Public | Zone climatique | H2b |
| | Ville | Angers | Altitude | 12 m |
| Code postal | 49000 | | | |
| Travaux | Rénovation - RT ex | | Permis | 01-2013 |
| Fiabilité | Certifié | | Construction | 1979 |
| Niv. énergétique | BBC-Effinergie Rénovation | | Livraison | 08-2021 |
| Shon | 4 276 m ² du bâtiment | | Consommation | 38,9 kWh/(m ² .an) |
| Surface | 25 779 m ² du projet | | Emission CO2 | 1 kg eq CO2/(m ² .an) |
| Usage principal | Habitation Logement collectif | | | |

BBC par étapes - Etape 2/3

2 - Informations générales : valorisation du projet BBC par étapes avec l'étape en cours

L'onglet *descriptif*, en complément de la présentation du projet, mettra en avant une description précise de la feuille de route et les détails des différentes étapes de rénovation.

Observatoire BBC

L'OBSERVATOIRE
DES BÂTIMENTS
BEPOS ET
BASSE CONSOMMATION






Efficacité énergétique
et confort dans les bâtiments

PRÉSENTATION
PROJETS
STATISTIQUES
PUBLICATIONS
EN RÉGION
CONTACT



Rénovation - Résidence Bois de la Barre



Avant travaux

| | | | |
|------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| Type bâtiment | Logements collectifs - Public | Zone climatique | H2b |
| Ville | Angers | Altitude | 12 m |
| Code postal | 49000 | | |
| Travaux | Rénovation - RT ex | Permis | 01-2013 |
| Fiabilité | Certifié | Construction | 1979 |
| Niv. énergétique | BBC-Effinergie Rénovation | Livraison | 08-2021 |
| Shon | 4 276 m ² du bâtiment | Consommation | 38,9 kWh/(m ² .an) |
| Surface | 25 779 m ² du projet | Emission CO2 | 1 kg eq CO2/(m ² .an) |
| Usage principal | Habitation Logement collectif | | |

| Descriptif | Descriptif |
|---------------------|---|
| Critères Effinergie | <p>Ce projet consiste à la rénovation basse consommation des 283 logements, répartis sur 8 bâtiments, de la résidence Bois de la Barre sous l'égide d'Angers Loire Habitat.</p> <p>Les travaux de rénovation ont consisté à améliorer la qualité thermique de l'enveloppe. En conséquence, une isolation par l'extérieur a été ajoutée en façades et les menuiseries en bois à simple vitrage ont été remplacées par des doubles vitrages performants. La toiture et les planchers bas ont été conservés en l'état.</p> <p>Côté équipement, les deux chaufferies au gaz ont été remplacées par des chaufferies bois alimentant les bâtiments par blocs (ABCD et EFGH). En parallèle, les émetteurs ont été rénovés et une ventilation collective hygro-réglable de type B a été mise en œuvre.</p> <p>Au final, le bouquet de travaux proposé a permis de réduire les consommations énergétiques d'un facteur 3 et les émissions de GES d'un facteur 22.</p> <p>Cette fiche décrit les solutions retenues pour le bâtiment F.</p> |
| Acteurs | |
| Système Constructif | |
| Équipement | |
| Énergie | |
| Carbone | |

[Feuille de route du projet de rénovation par étapes](#)

...

...

...

...

...

3 - Onglet *descriptif*

Dans la rubrique *système constructif*, chaque parois (murs, toiture, plancher bas, fenêtres) est décrite. Le bouquet de travaux et les recommandations de la feuille de route seront ajoutés. Par ailleurs, l'étape des travaux sera mentionné sur chaque lot et les performances a minima à atteindre pour chaque paroi seront précisées.

La présence du graphique, ainsi que le tableau sur les déperditions, sera conditionnée à la réalisation d'une étude thermique ou d'un audit.

Indication des performances et des recommandations en lien avec ce lot

Parois et baies

Murs extérieurs
 $R = 1.1 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ $\Rightarrow R = 1.1 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
 Murs extérieurs avec un parement en bois et 4,5 cm de laine de verre
 $R = 1.6 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ $\Rightarrow R = 4.1 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
 Murs en béton banché de 16 cm isolé par l'intérieur avec 5 cm de polystyrène expansé et par l'extérieur avec 10 cm de laine de verre sous un bardage bois

Toiture
 $R = 2.8 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ $\Rightarrow R = 2.8 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
 Toiture terrasse composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 7,5 cm de mousse de polyuréthane
 $R = 0.4 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ $\Rightarrow R = 0.4 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
 Plafond sous chaufferie composée d'une dalle de béton 20cm non isolée

Plancher
 $R = 1.5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ $\Rightarrow R = 1.5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
 Plancher bas sur sol composé d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 5 cm de laine de verre, et d'une chape de 4 cm en ciment

Fenêtres/Porte-Fenêtres
 $U_{j,n} = 3,65 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ $\Rightarrow U_{j,n} = 1,492 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
 Fenêtre battante PVC - Double vitrage 4/15/4 - Présence de volets roulants en PVC
 $U_{j,n} = 1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ $\Rightarrow U_{j,n} = 1,253 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
 Porte-fenêtre battante des séjours en PVC - Double vitrage 4/15/4 - Présence de volets roulants en PVC

Surface : 18,90 % de la surface utiles ou vitrée :

Déperdition du bâtiment

| Actuel (W) | Projet (W) | Gain |
|---------------|---------------|--------|
| 1,50 W/(m².K) | 1,03 W/(m².K) | 31,33% |

Répartition des déperditions

- Murs verticaux opaques (A1) : 667,00 W/K
- Autres planchers hauts et toitures (A2) : 102,29 W/K
- Planchers hauts en béton ou en maçonnerie (A3) : 437,00 W/K
- Planchers bas (A4) : 24,65 W/K
- Portes (A5) : 54,00 W/K
- Parois vitrées résidentiel (A7) : 124,00 W/K
- Liasons plancher bas avec mur (L8) : 117,30 W/K
- Liasons plancher intermédiaire avec mur (L9) : 386,61 W/K
- Liasons plancher haut AS avec mur (L10) : 143,80 W/K

Ajout : "travaux à l'étape X"
Exemple : "Murs extérieurs - travaux en étape 1"

4 - Onglet système constructif

L'onglet *équipement* sera également complété par les recommandations de la feuille de route sur les équipements. Par ailleurs, l'étape de travaux sera mentionnée sur chaque lot comme pour l'onglet *système constructif*.

Indication des performances et des recommandations en lien avec ce lot

Chauffage
 Générateur : Remplacement du chauffage au gaz par une chaufferie commune à 4 bâtiments raccordés à un réseau de chaleur bois - Puissege des réservoirs 155000 W
 Emetteurs : Emission par radiateurs muris de radiateurs thermostatiques

Ventilation
 Système : Installation d'une ventilation collective hygroréglable de type B

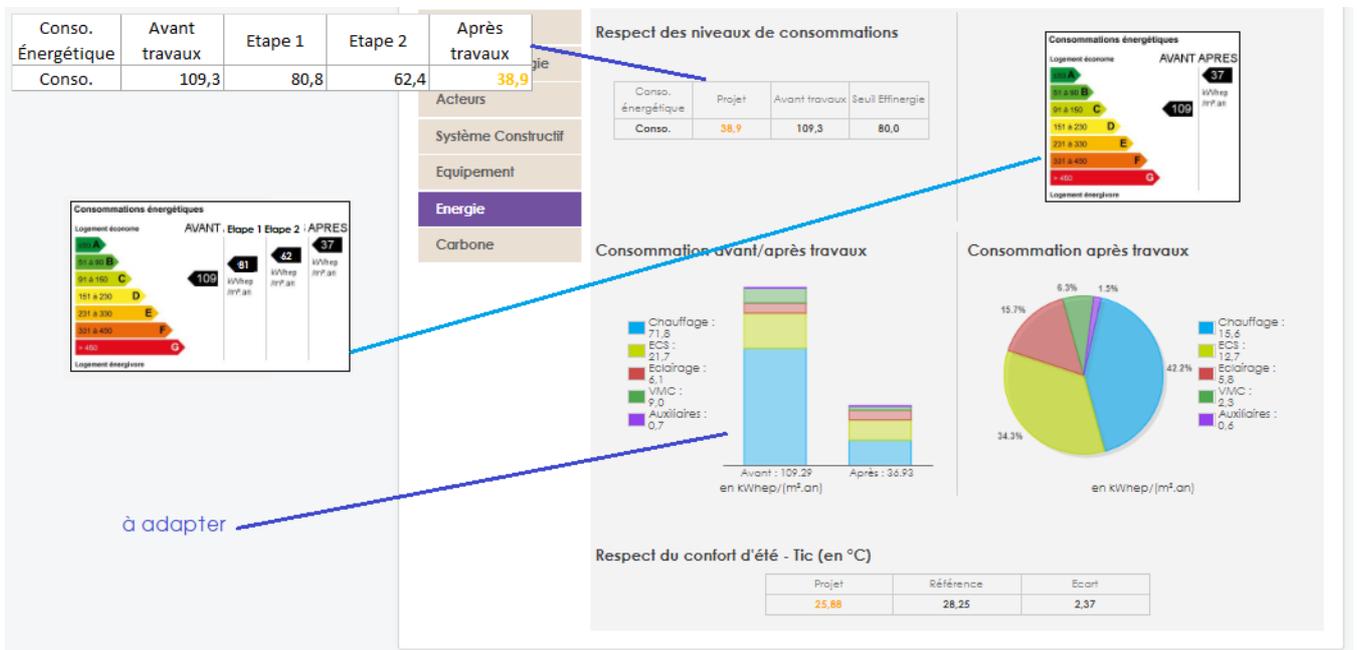
ECS
 Générateur : Production ECS par la chaufferie bois

Ajout : "travaux à l'étape X"
Exemple : "chauffage - travaux à l'étape 1"

5 - Onglet équipement

Dans l'onglet **énergie** les informations seront adaptées afin d'intégrer chaque étape de la feuille de route :

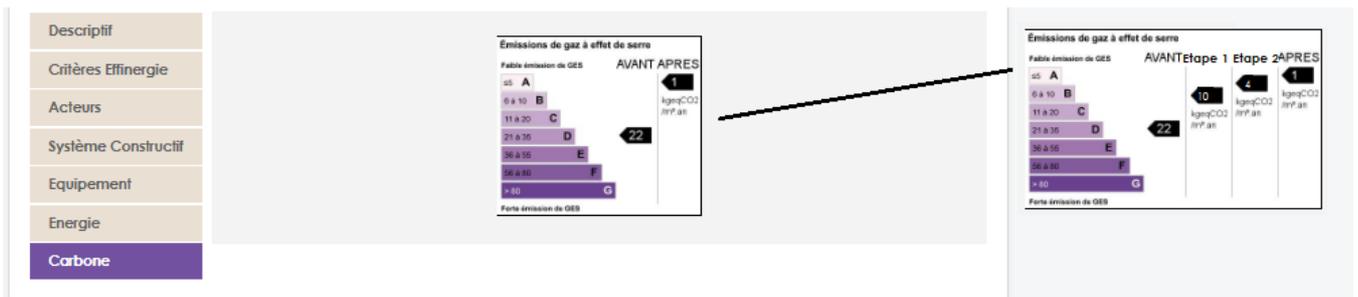
- le tableau des consommations aura deux colonnes supplémentaires (tape 1, étape 2),
- le graphique DPE sera modifié,
- le graphique des consommations avant/après intégrera les consommations aux étapes 1 et 2.



6 - Onglet énergie

L'objectif de ces modifications est d'offrir à chaque visiteur du site la possibilité de visualiser les niveaux de performance à chaque étape et d'identifier les travaux à réaliser pour être BBC-Compatible.

Dans l'onglet **Carbone** les émissions de gaz à effet de serre par étapes devront être ajoutées.

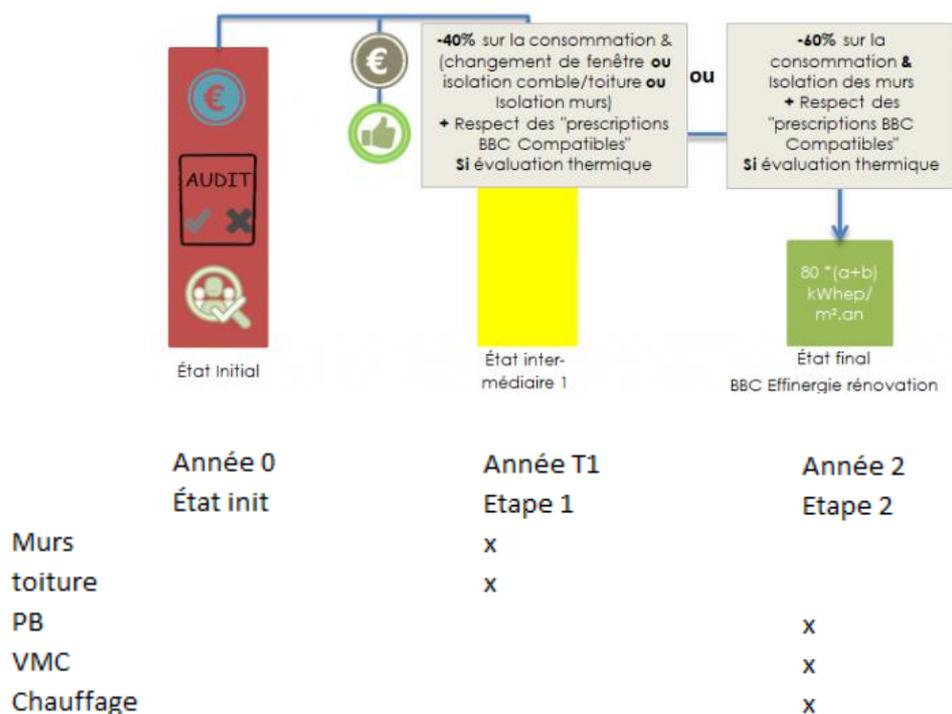


7 - Onglet Carbone

A la suite de ces différents onglets, un onglet spécifique, dénommé *feuille de route* sera créé.

Cet onglet permettrait de rappeler les principes de la rénovation par étapes appliquées dans le cadre de ce projet comme par exemple que ce projet a une première étapes avec 2 lots « enveloppe » et le lot « ventilation », qu'il ne dégrade pas le niveau carbone, etc.

Dans cette rubrique nous retrouverons une représentation graphique synthétique de la feuille de route (bouquets de travaux et niveaux de consommation par étapes). L'objectif est de proposer une visualisation accessible au plus grand nombre, communicantes et donc miser sur l'aspect visuel. Le schéma donné ci-après en esquisse les prémisses.



8 - Schéma des éléments à mettre en avant sur l'onglet "feuille de route"

Enfin, l'onglet existant *données économiques* s'adaptera afin d'identifier :

- Le montant des travaux global
- Le montant des travaux de rénovation énergétique
- Le montant des travaux par étapes
- Le plan de financement

Il sera, grâce au travail réalisé sur ce sujet par les Collectivités disposant d'un programme de rénovation par étapes et permettra d'améliorer le retour d'expérience sur les coûts de rénovation, véritable enjeu du passage à l'acte.

PARTENAIRES DU PROJET

POUGET *Consultants*



Depuis 1982, avec passion et détermination, POUGET *Consultants* s'implique au quotidien sur ses chantiers, en construction neuve comme en rénovation. Troubadours de la *non-énergie* dès l'amont des projets, nous intervenons dans le bon sens de l'énergie non consommée, dès la conception et ainsi maîtriser durablement les consommations avec des espaces à vivre confortables, désirables.

Ecouter, agir, maintenant, autrement ...

Contact : contact@pouget-consultants.fr

Effinergie



Depuis 2006, des acteurs d'horizons différents se sont rassemblés au sein de l'association Effinergie pour impulser un niveau inédit d'efficacité énergétique des bâtiments en construction et en rénovation. Grâce à ses labels, Effinergie a permis de généraliser les bâtiments neufs à basse consommation en France. Le collectif porte également la définition nationale du bâtiment à énergie positive et travaille à la massification de la rénovation via son label BBC Effinergie Rénovation. Par ailleurs, l'observatoire BBC d'Effinergie et ses déclinaisons régionales sont des outils de capitalisation des bâtiments efficaces, permettant un retour d'expérience pour les acteurs du secteur.

www.effinergie.org ; www.observatoirebbc.org

Contact : contact@effinergie.org