

7. ANNEXE : RAPPORT DU BUREAU D'ÉTUDE THERMIQUE SUR L'EXPÉRIMENTATION D'ÉCO-RÉHABILITATION DU BÂTI ANCIEN

EXPERIMENTATION D'ECOREHABILITATION DU BÂTI ANCIEN

Simulation de stratégies de rénovations
MAISON DE BOURG A SERIS



Contact :

Rédaction : Frédéric Loyau – Thermicien / formateur – 02 54 94 62 10

Pour toutes questions écrire à : contact@fiabitat.com

Version : phase avant projet sommaire

DATE	Version	MODIFICATIONS
15/01/2014	Indice 1.0	

<u>PROJET :</u>	<u>ETUDE REALISEE PAR :</u>
-----------------	-----------------------------

1- Sommaire

1 - SOMMAIRE	2
2 - METHODOLOGIE ET OBJECTIFS DE PERFORMANCE	3
Contexte.....	3
Objectif de l'étude	3
Contraintes spécifiques au bâti ancien	4
Indicateurs de performance	4
Le rôle de l'analyse thermique.....	5
3 - PRESENTATION PROJET	7
Analyse du BÂTIMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT	7
DESCRIPTION DE LA CONSTRUCTION.....	8
OMBAGES	9
DISTRIBUTION DES PIECES	10
questions posées	11
4 - EVALUATION PERFORMANCE DU BATIMENT AVANT TRAVAUX	12
COMPOSANTS DU PROJET	12
Synthese des résultats	13
repartition des déperditions thermiques.....	13
dependance aux ENERGIE FOSSILE ET EMISSIONS DE CO ₂	14
CONFORT ESTIVAL.....	14
5 - RENOVATION CONVENTIONNELLE	16
hypotheses COMPOSANTS DU PROJET	18
Synthese des résultats	19
Confort estival.....	20
COUTS DE FONCTIONNEMENTS.....	20
Impact environnemental	22
6 - CORRECTION THERMIQUE	24
OBJECTIFS.....	24
COMPOSANTS DU PROJET	26
Synthese des résultats	27
Impact écologique	28
CONFORT ESTIVAL.....	28
VARIANTES ETUDIEES.....	29
7 - RENOVATION PASSIVE	31
COMPOSANTS DU PROJET	34
Synthese des résultats	36

2- METHODOLOGIE ET OBJECTIFS DE PERFORMANCE

CONTEXTE

Afin d'accompagner les maîtres d'ouvrages qui avec l'arrivée de la RT 2012 souhaiteront réaliser des travaux d'amélioration de la qualité énergétique de leur logement, le CAUE organise une expérimentation qui visera à identifier les différentes solutions d'amélioration énergétique du bâti ancien.

Pour cela, cinq bâtiments d'habitation ou équipements communaux, représentatifs de la diversité architecturale locale feront l'objet d'une étude poussée visant à caractériser leur comportement initial, identifier les différents moyens de rénover et leur pertinence.

L'expérimentation visera enfin à permettre la reproductibilité des travaux menés par l'identification des solutions les plus fonctionnelles et la diffusion des bonnes pratiques aux futurs porteurs de projet.

Le présent rapport décrit le premier bâtiment de l'expérimentation.

OBJECTIF DE L'ETUDE

- Comparer les différentes solutions de rénovation de bâti ancien sur le territoire des Pays vendômois et Beauce Val de Loire

- Sur la performance thermique
- Sur l'usage de matériaux biosourcés
- Sur les retombées économiques locales
- Sur la pérennité des solutions dans le temps

Afin de ne pas privilégier une stratégie de rénovation par rapport à une autre, l'étude modélisera les bâtiments et analysera le projet en fonction de différents objectifs de réhabilitation.

1- Situation du bâtiment existant :

Diagnostic des bâtiments pour établir les consommations constatées (lorsque le bâtiment était utilisé), le confort thermique, la qualité de l'air...

2- Rénovation conventionnelle avec des matériaux synthétiques

Il s'agit ici de représenter ce que l'on pourrait appeler des solutions couramment utilisées, en isolation thermique par l'intérieur sans approche globale.

3- Rénovation par correction thermique avec des matériaux naturels

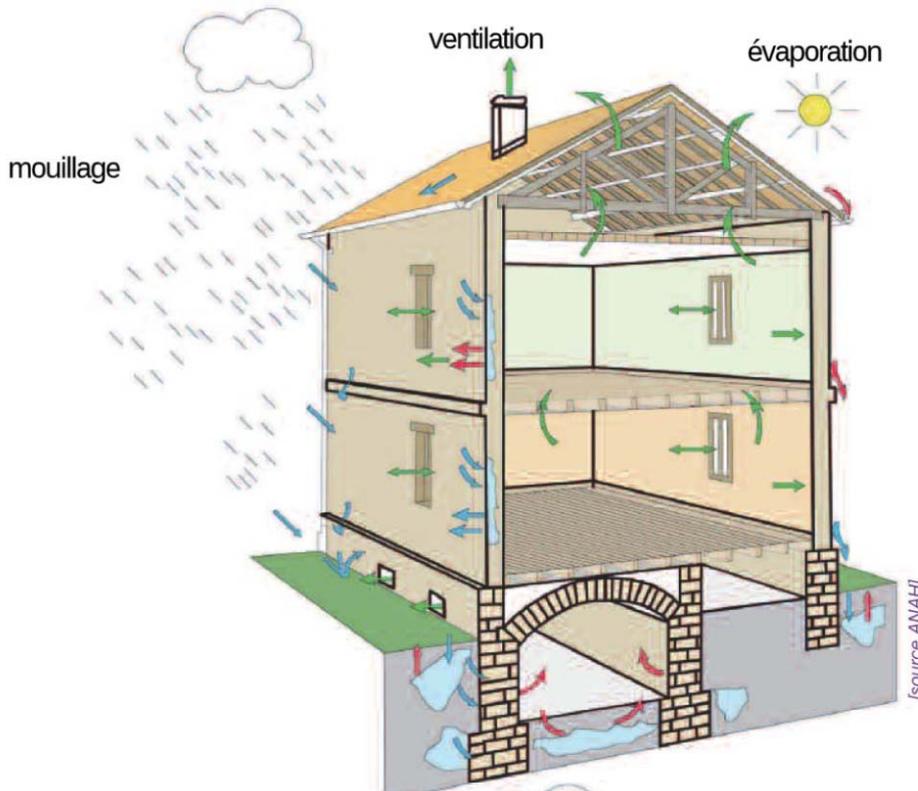
L'objectif est ici d'obtenir le résultat le plus satisfaisant en traitant en premier lieu les problèmes de confort thermique, par des interventions ciblées et accessibles financièrement, qui tiennent compte des spécificités du bâti ancien, et d'agir sur les systèmes énergétiques pour améliorer le bilan global du projet.

4- Rénovation pour un objectif passif

La question posée est ici multiple : quels sont les travaux à effectuer pour rendre ce type de bâtiments proche des normes passives ? Comment adapter les prescriptions afin que celles-ci soient pérennes dans le temps et à faible empreinte écologique ? Est-ce pertinent d'un point de vue économique ?

Pour chacune des stratégies, il est présenté le résultat atteint par la solution de base, et les améliorations attendues par des variantes.

CONTRAINTES SPECIFIQUES AU BATI ANCIEN



- **Capillarité** : les anciens bâtiments n'ont pas de coupure capillaire pour protéger les murs de l'humidité du sol.
- **Perspiration** : les murs anciens absorbent et restituent la vapeur d'eau issue de l'usage du lieu.
- **Ventilation** : il n'y a pas de système dédié dans les anciens bâtiments, le renouvellement d'air se fait par convection naturelle entre le tirage des cheminées et les infiltrations par les menuiseries.

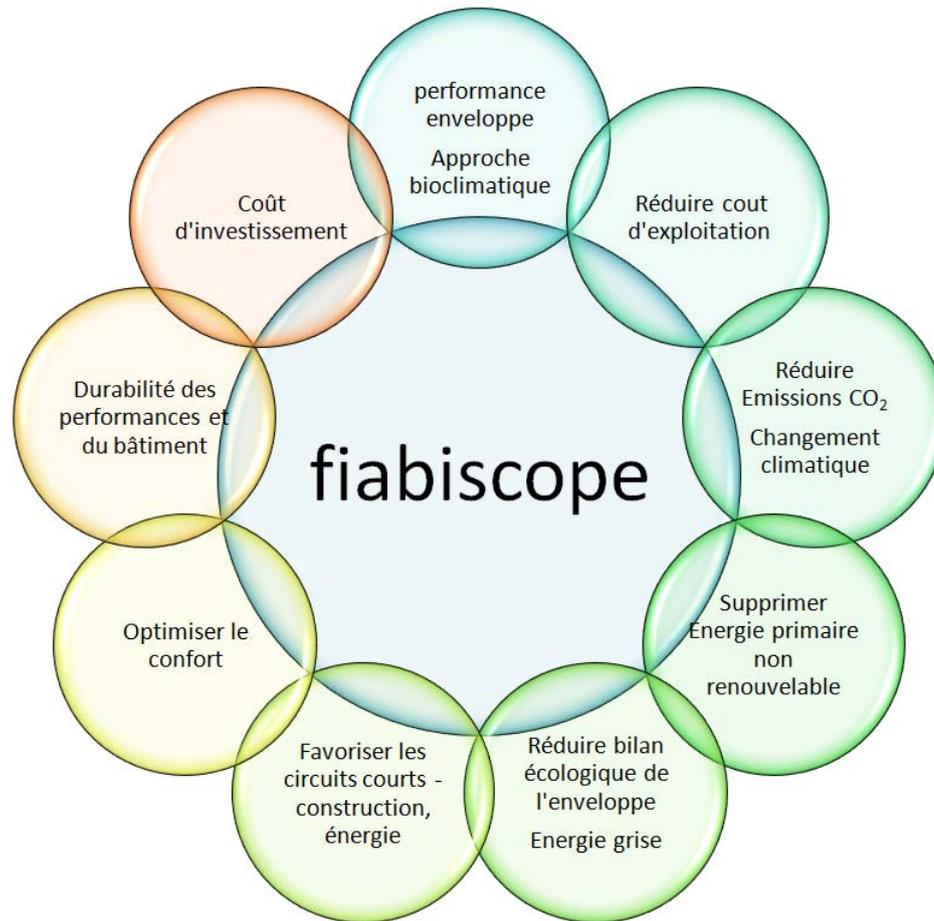
Les techniques de réhabilitation ne doivent pas contrecarrer le fonctionnement normal des murs.

INDICATEURS DE PERFORMANCE

La comparaison effectuée classiquement consiste à transposer les méthodes utilisées sur le bâti existant (le DPE) pour qualifier la performance des projets. Notamment sur le bâti ancien, cette approche présente de nombreux défauts : elle ne met pas en valeur les atouts du bâti ancien, en se focalisant sur un unique indicateur sur les consommations de chauffage et eau chaude évalués en énergie primaire, le tout sur la base d'un calcul théorique assez basique pour lequel des écarts assez sensibles sont constatés avec le réel.

L'objet de l'analyse est donc également d'apporter une réflexion sur la manière de penser les indicateurs de performance afin de ne pas biaiser la réflexion autour de la réhabilitation écologique

des projets. Le choix d'indicateurs adaptés est un premier pas indispensable pour mettre en avant des solutions de réhabilitation adaptées au bâti ancien. Les critères d'analyse étant par nature multi critères, il apparaît pertinent de visualiser comment se comporter le projet sur l'ensemble des thématiques ci-dessous, afin de mettre en lumière les atouts et les points faibles des projets.



LE ROLE DE L'ANALYSE THERMIQUE

Lecture des résultats

Le présent rapport vise à analyser précisément l'impact des choix de rénovation pour identifier les solutions les plus pertinentes. Pour cela, nous comparons le projet rénové à la situation initiale (calculée elle aussi), et comparons différentes variantes.

Nous attirons l'attention sur le fait que comme tous les calculs thermiques, le rôle de celui-ci n'est pas de « prédire » exactement les consommations futures, qui pourront être différentes en fonction de la rigueur de l'hiver, de la manière dont le bâtiment est réellement utilisé. De la même manière que les consommations existantes varient chaque année.

Méthodologie :

Nous avons commencé par modéliser l'ensemble des bâtiments, et renseigné les données d'usage collectées à l'occasion du diagnostic effectué début avril. Cela nous a permis de calculer les performances théoriques du projet à l'état initial, pour les comparer avec les consommations relevées. L'objectif étant de rapprocher le modèle du réel, et de comprendre les éventuels écarts.

Pour simuler les différentes solutions de rénovation, nous avons limité le modèle au seul externat, qui permet assez simplement de voir quels niveaux de performance peuvent être atteints en fonction des actions menées.

Indicateurs de performance thermique

L'analyse thermique est une approche dite « adaptée », beaucoup plus précise et poussée que le simple calcul réglementaire, basé sur des hypothèses conventionnelles. C'est notamment ces outils qui sont utilisés lorsque l'ambition est d'atteindre des niveaux de performance de type basse consommation.

Parmi les spécificités :

- Les hypothèses d'usage (nombre d'occupants, heures de présence, équipements, manière de ventiler, d'occulter les fenêtres) sont adaptées au bâtiment.
- Le moteur de calcul permet de dresser un profil de comportement thermique du bâtiment en tenant compte du maximum d'influences (ex : l'inertie des locaux). L'outil permet donc d'analyser à la fois les besoins d'énergie et des risques de surchauffes (on peut voir l'évolution des températures heure par heure dans chaque zone thermique).

Ce faisant, nous proposons de traduire l'ambition initiale du projet dans une grille d'analyse multi critères du projet, afin de pouvoir comparer les solutions de rénovation selon :

- Les couts d'exploitation, en tenant compte de l'augmentation future des prix de l'énergie, afin d'éclairer des notions de cout global investissement + consommations
- L'impact écologique, en tenant compte de 3 facteurs :
 - o La dépendance aux énergies fossiles
 - o Les émissions de gaz à effet de serre
 - o L'énergie grise incorporée des solutions de rénovation

Afin que ces indicateurs puissent permettre de situer le projet par rapport à la situation initiale et ce qu'est le « niveau » basse consommation, nous proposons à chaque fois une comparaison de l'objectif avec le réel atteint par la proposition de rénovation.

Pour le projet, un niveau basse consommation correspondrait à :

- o Une performance d'enveloppe (= besoin de chauffage) située à 60 kWh/m².a – **actuel 195 kWh/m².a**
- o Des couts de fonctionnement situés à 10.5 euros/m².a – **actuel 32 euros/m².a**
- o Des émissions de gaz à effet de serre situés à 9 kg CO₂/m².a – **actuel 81.1 kg CO₂/m².a**
- o Une dépendance aux énergies fossiles pour tous les usages à 150 kWh/m².a – **actuel 441 kWh/m².a**

Cela permet d'apprécier la progression du projet sur ce qui est à l'heure actuelle les points faibles des bâtiments (sans aborder la notion subjective du confort thermique qui sera bien supérieur).

- o Une division par 3 des couts de fonctionnement
- o Une division par 9 des émissions de GES

3- PRESENTATION PROJET



ANALYSE DU BÂTIMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT

- ✓ Le projet est un bâtiment de type maison de bourg, construit en maçonnerie traditionnelle de 45cm d'épaisseur.
- ✓ Des enduits ciments ou chaux se retrouvent sur les façades extérieures. Des problèmes d'humidités se remarquent notamment dus aux remontées capillaires engendrées par l'imperméabilisation des sols, l'étancheification des soubassements et des défauts de raccordement de gouttières.
- ✓ La parcelle présente quelques ombrages dus aux arbres et aux bâtiments présents autour.

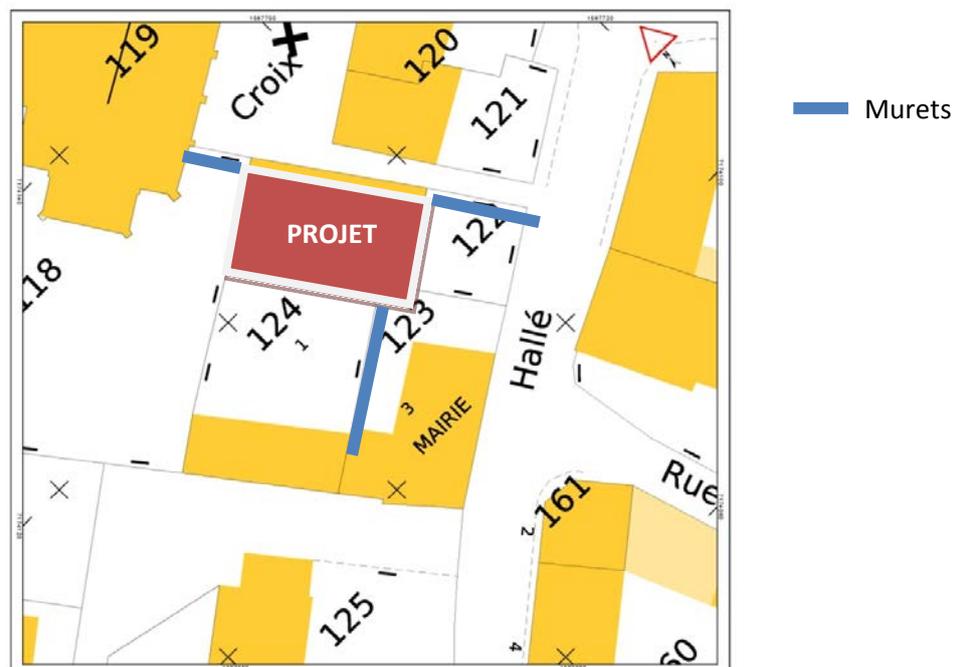
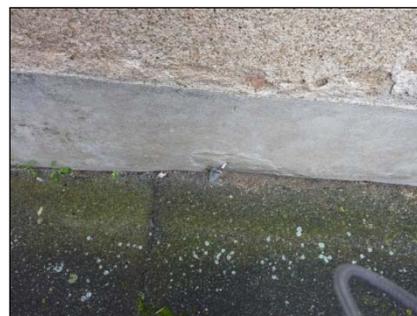


Figure 1 - Plan de situation

DESCRIPTION DE LA CONSTRUCTION

Date de construction :	XIX ^e siècle
Niveaux ou étages :	R+1
Surface au sol :	88 m ²
Volume :	435,8 m ³
Hauteur au faitage :	
Surface vitrée :	

Altitude :	110 mètres
Zone Géographique :	H2b
Orientation du Bâtiment (boussole):	Sud-Ouest / Nord-Est
Forme du bâtiment :	Rectangulaire compacte + extension
Typologie	Maison de bourg. Forte mitoyenneté. En limite de propriété sur un espace public



OMBAGES



Figure 2 - Impact des ombrages (mi-octobre à 12H) - Visu3D Pleiades-COMFIE

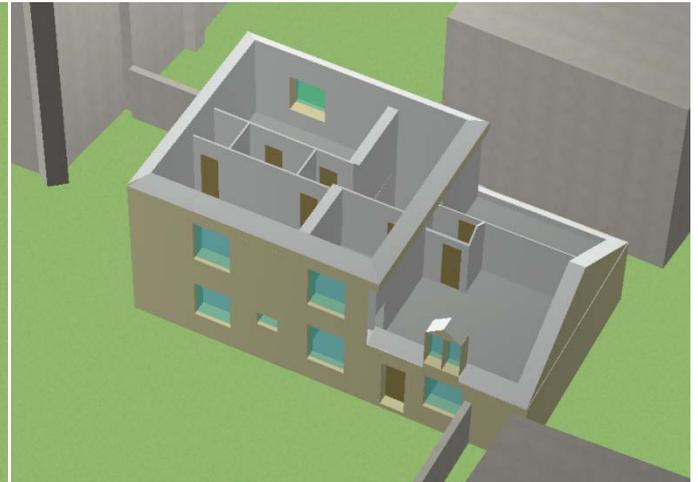
Plusieurs masques notables en hiver :

- L'église sur les façades ouest
- Le bâtiment sud est qui ombre légèrement la facade sud au rez de chaussée au mois de décembre
- Au nord le bâtiment de l'autre coté de la rue
- Les murets vers cour sud qui ombrent l'extension du bâtiment.

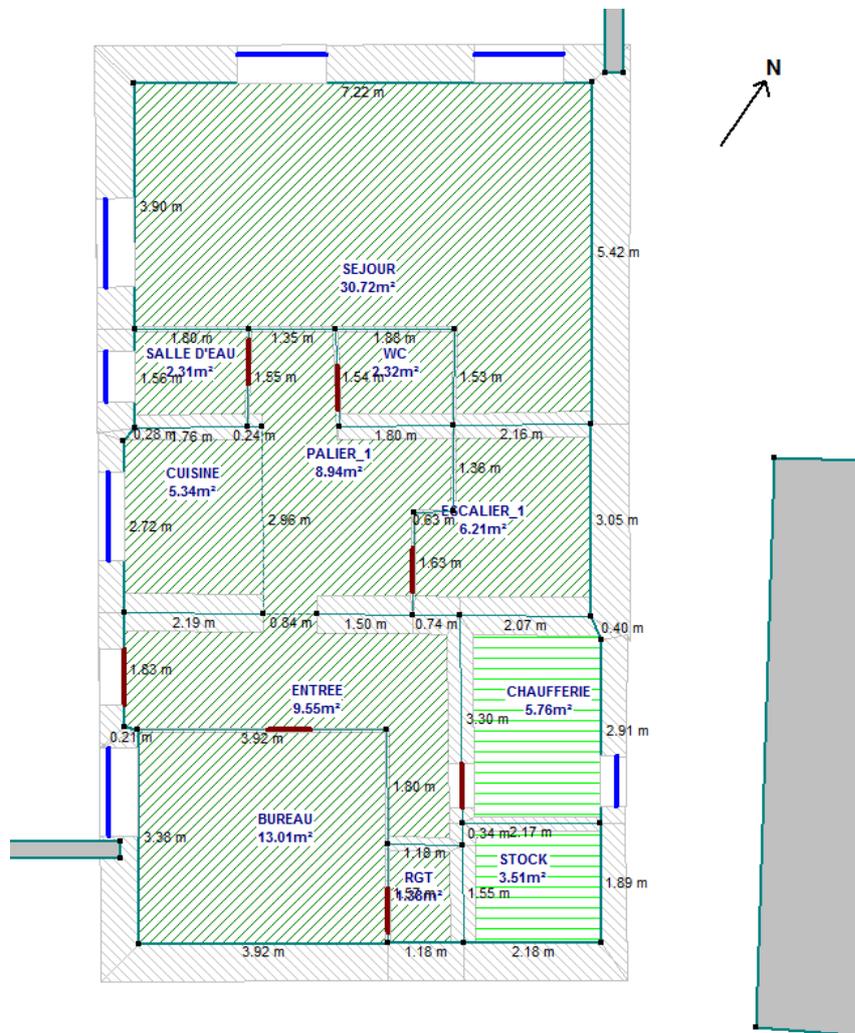
DISTRIBUTION DES PIÈCES



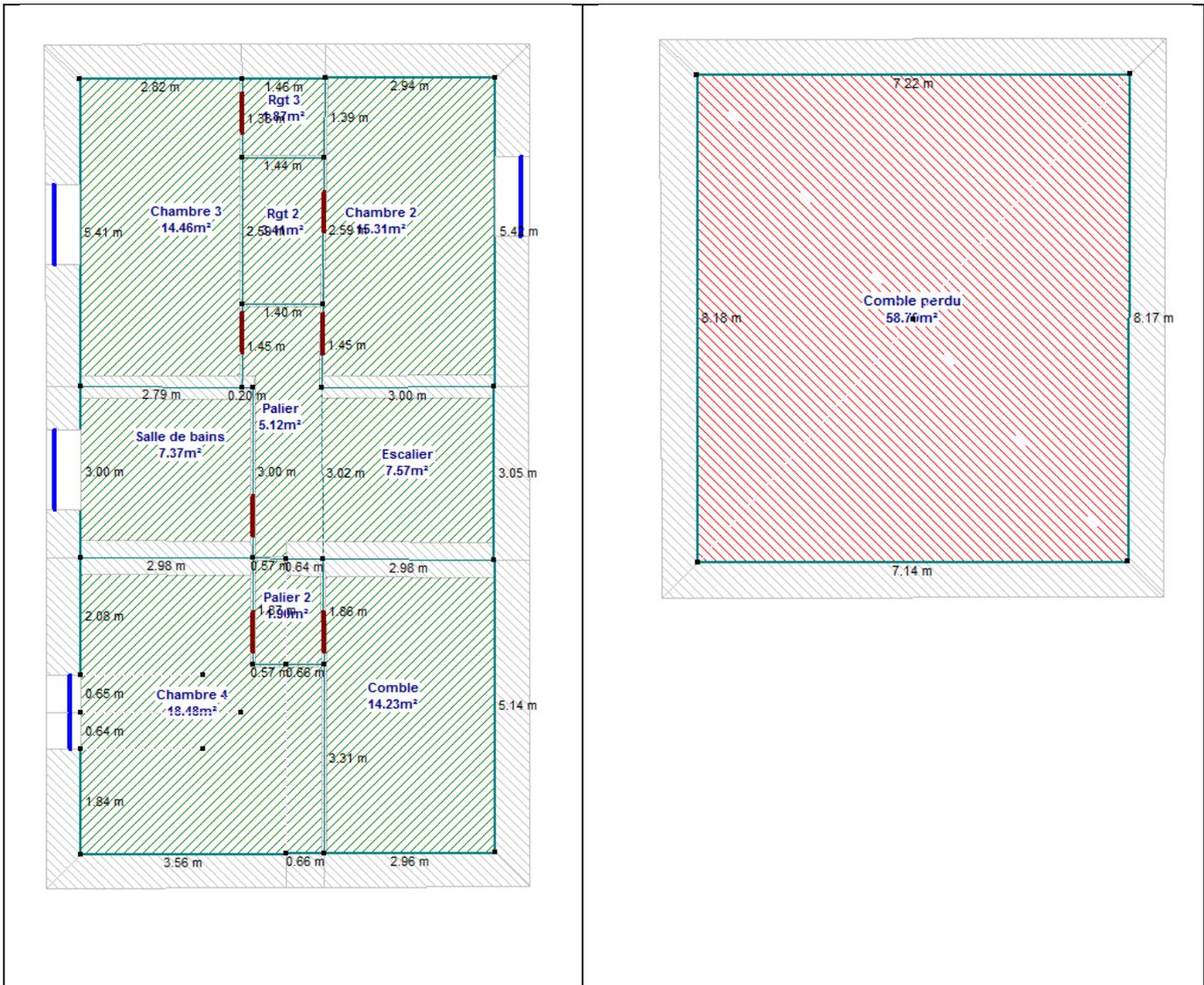
Rez de chaussée



Etage



Distribution des pièces RDC existant



Distribution des pièces à l'étage / Comble non aménagé, non isolé

QUESTIONS POSEES

Le bâtiment est dans l'état habitable.

4- évaluation performance du bâtiment avant travaux

COMPOSANTS DU PROJET

SYSTEMES CONSTRUCTIFS

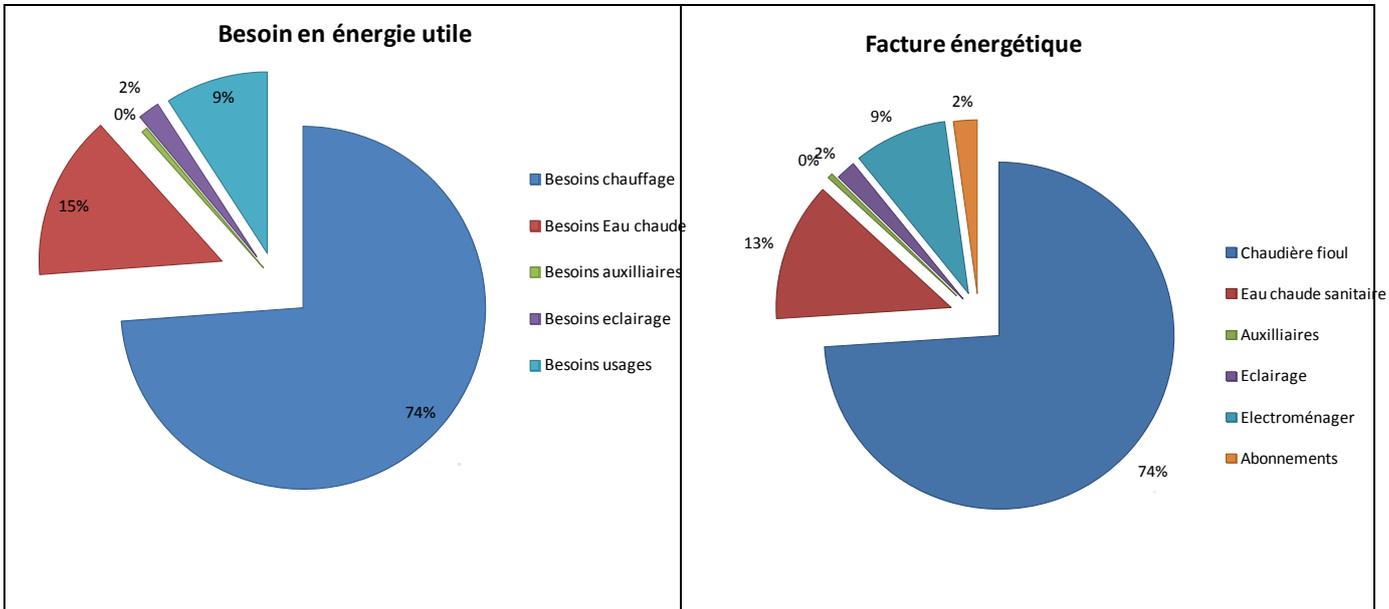
Plancher bas	Dalle béton sur terre plein non isolée, carrelage couleur claire
Murs extérieurs	Murs en pierre massif (entre 40 et 60cm) sans isolant
Plancher intermédiaire	Solivage bois, chape et lino PVC
Cloisonnement	
Combles	Partie ancienne : Isolation combles perdus en laine minérale (ég. 12cm) Extension : Isolation en rampants en laine minérale (ég. 12cm)
Menuiseries	Double vitrage châssis PVC (env. 15 ans). Hypothèse $U_w = 1.75 \text{ W/m}^2.K$
Occultations	Volets battants extérieurs en plastique
Etanchéité à l'air	Correcte, env 0.65 vol / heure

SYSTEMES TECHNIQUES

Ventilation	Ventilation par pièces séparées + entrée d'air réglable dans chaque pièce de vie
Chauffage	Chaudière fioul ACV puissance 22-29 kW. Radiateurs haute température, thermostats Régulation globale, température de consigne réglée à 21°C
Eau chaude sanitaire	Effectuée par la chaudière Isolation du réseau de distribution : non Equipements économiseurs sur les puisages : non
Eclairage	

SYNTHESE DES RESULTATS

Sans surprise, le poste chauffage représente le poste le plus préjudiciable du projet existant.



La comparaison avec les relevés de compteurs est corrélée (2000 litres de fioul par an estimée par le gestionnaire, environ 3000 sur l'étude thermique considérant l'ensemble des lieux occupés par 5 personnes).

Des variations entre les 2 données s'expliquent par les différences d'usage. En effet, la maison ayant été précédemment utilisée par une personne seule, il est probable que l'ensemble des pièces n'étaient pas chauffées, et les besoins d'eau chaude sanitaires sont faibles. L'étude, pour analyser l'impact des choix de rénovation sur l'évolution des besoins a pris pour hypothèse un usage du lieu par une famille, ce qui induit la nécessité de chauffer l'ensemble des lieux à 20°C hormis le comble et les locaux techniques, et une consommation d'eau chaude équivalente au nombre d'occupants.

Une analyse dynamique situe le projet existant aux alentours des **196 kWh/m²shab.an avec un besoin en chauffage (performance d'enveloppe) proche de 31500 kWh/a**

REPARTITION DES DEPERDITIONS THERMIQUES

Les trois quarts des pertes de chaleur se font par les parois verticales (murs + fenêtres + ponts thermiques menuiseries). Ceci est dû au fait que nous avons une importante surface verticale, non isolée, en contact avec l'extérieur.

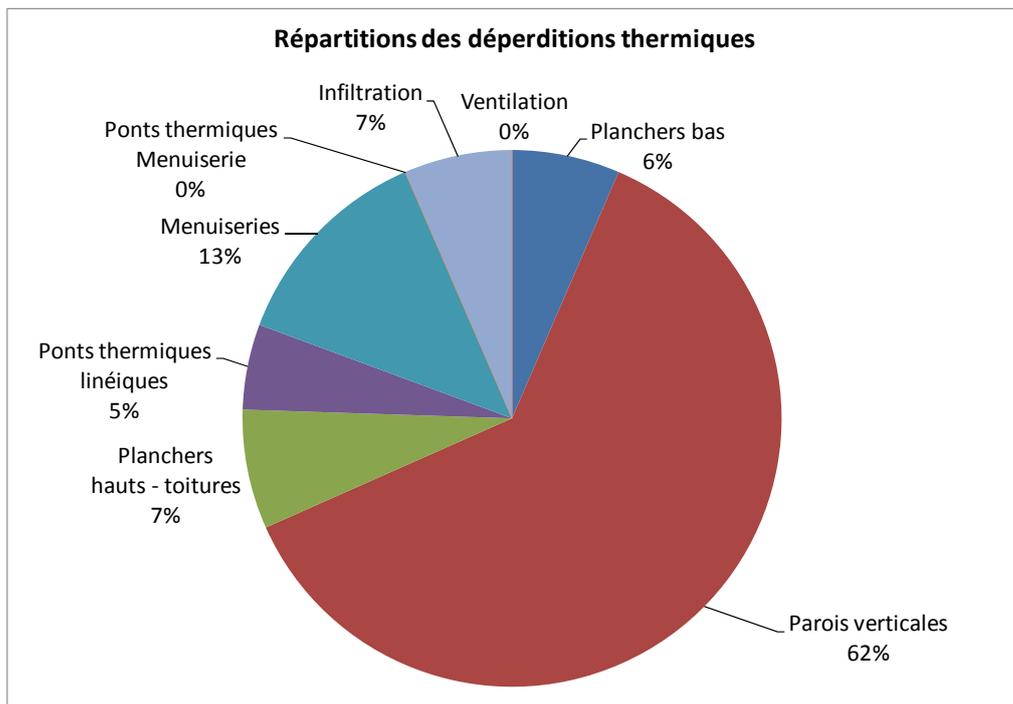


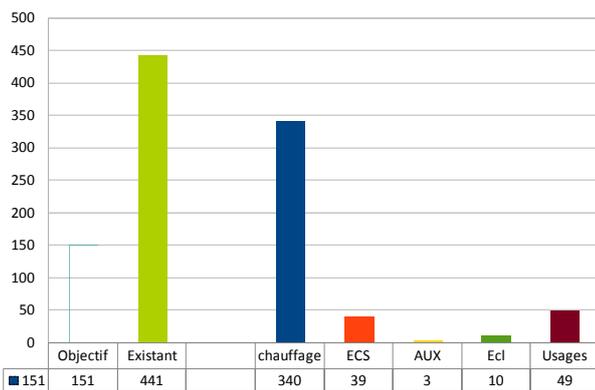
Figure 3 : Répartition des déperditions

DEPENDANCE AUX ENERGIE FOSSILE ET EMISSIONS DE CO₂

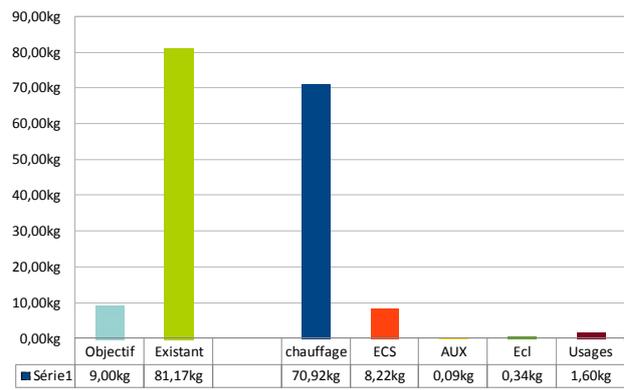
La répartition des consommations primaires s’effectue ainsi :

On notera que cette consommation d’énergie importante est en partie liée au rendement de la chaudière existante, ainsi que les déperditions de chaleur induites par le réseau de chauffage / régulation des radiateurs existants.

Comparaison consommations primaires non renouvelables (en kWh ep/m².shab)



Comparaison émissions GES réelles (en kg/m² shab.an)



CONFORT ESTIVAL

La température intérieure ne dépasse jamais les 28°C, le confort en été est donc très bon. Cela est dû à la forte inertie du bâtiment apporté par les murs épais.



FICHE SYNTHÈSE

Existant

- Murs en pierre massif non isolé
- Isolation combles perdus en laine minérale (éq 12cm).
- Isolation en rampant en laine minérale (éq 12cm).
- Menuiseries double vitrage chassis PVC
- Chaudière fioul, radiateurs haute température.

Performance d'enveloppe : 196 kWh/m².a 21%



L'absence d'isolation des parois, la ventilation non contrôlée constituent ici l'essentiel des déperditions de chaleur du bâtiment, renforcée par les effets de parois froides.

0% -> 300 kWh/m².a - 100% -> passif 25 kWh/m².a

Confort d'hiver : parois froides 25%



Les murs extérieurs en pierre, la dalle non isolée, les menuiseries existantes rayonnent le froid, réduisant la sensation de confort.

0% -> parois froides - 100% -> aucune paroi froide

Confort d'été : 0h au dessus de 28°C 100%



L'inertie thermique des murs apporte un excellent confort estival.

0% -> surchauffe importante - 100% -> aucune surchauffe

Coûts de fonctionnement : 31,8 euros/m².a 15%



Le mode de chauffage au fioul combiné à un chauffage convectif dont le réseau n'est pas isolé conduit à de mauvais rendements et d'importants coûts de fonctionnements / maintenance.

0% -> 60 euros/m².a - 100% -> -6 euro/m².a

Emissions CO2 : 81 kgCO2/m².a 1%



Le mode de chauffage au fioul conduit à d'importantes émissions CO2 (environ 300g par kWh consommé).

0% -> +85 kg CO2/m².a - 100% -> -4.5 kg CO2/m².a

Consommation énergie fossile : 441 kWhep/m².a 5%



Le mode de chauffage au fioul conduit à une importante dépendance vis à vis des énergies fossiles.

0% -> +450 kWhep/m².a - 100% -> -50 kWhep/m².a

5- RENOVATION CONVENTIONNELLE

Nous souhaitons simuler ce type de rénovation car c'est aujourd'hui la plus répandue, notamment du fait des crédits d'impôts pour les particuliers qui incitent à disposer une isolation des parois avec une résistance thermique minimale (indiquée sur les textes de loi, varie selon les parois). Se faisant, l'impulsion qui est donnée pousse les particuliers et entreprises à proposer des solutions « cadrées », sans forcément s'attacher à une démarche globale ou la prise en compte de la pertinence d'une telle solution.

Démarche globale s'entend souvent au sens des crédits d'impôts comme des bouquets de travaux (exemple, changement des menuiseries, isolation des murs, de la toiture). Dans le cas précis, nous l'entendons comme une démarche réfléchie : par exemple isoler les murs et le toit suppose une réflexion adaptée sur comment assurer une continuité entre les 2 isolations pour ne pas créer de ponts thermiques (ce qui n'est pas « cadré » jusqu'à présent. Nous verrons donc l'amélioration atteinte par ses solutions « prêt à poser ».

Pertinence s'entend comme une démarche en adéquation avec son support. C'est-à-dire, est ce que les travaux d'isolation ne créent pas des problématiques induisant une dégradation structurelle du bâtiment, des défauts de confort (par exemple en été), ou des problématiques de qualité de l'air (par exemple remplacer les menuiseries sans s'intéresser au renouvellement d'air.

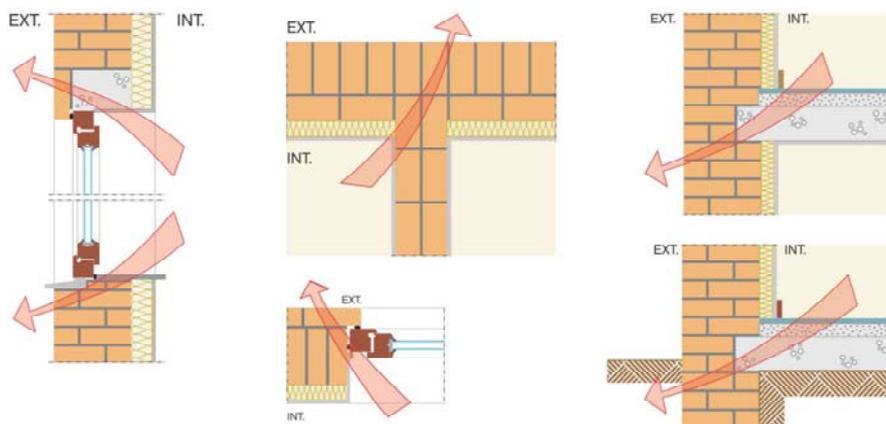
Utilisant des matériaux issus de la synthèse, et se basant sur la seule amélioration de la performance d'enveloppe, la stratégie conventionnelle se base sur :

- L'isolation thermique intérieure, par le doublage de tous les murs donnant sur l'extérieur par 10 à 20 cm d'isolation en laine minérale avec pare-vapeur, avec un plaquage généralement en plaque de plâtre, et une isolation des combles avec de 20 à 30 cm d'isolant minérale soufflée
- Le remplacement des menuiseries.

Ici, à la question pourquoi isoler par l'intérieur ? Nous supposons que c'est un choix par défaut. Parce qu'il est compliqué d'isoler par l'extérieur (plusieurs façades sont en rive, on ne souhaite pas masquer les façades existantes), parce que cette solution est maîtrisée par les entreprises d'isolation, est bon marché, et qu'ici la maison étant de taille importante, la perte de surface induite est acceptable pour l'utilisateur.

Nous pouvons déjà émettre quelques remarques sur cette approche :

- Son universalité (un bâtiment en parpaing va être isolé de la même façon qu'un bâti en pierre, ou en pan de bois).
- **La négligence des ponts thermiques** (murs de refend et retour d'isolant sur les menuiseries).

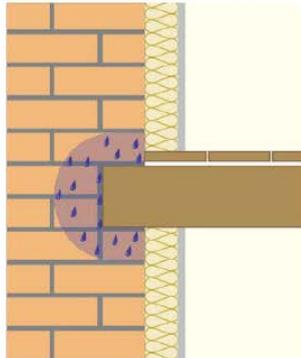


Exemples de ponts thermiques liés à la réalisation d'une isolation par l'intérieur.

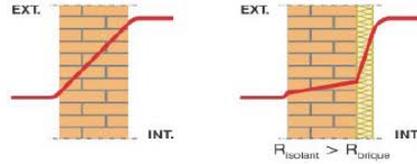
Schéma issu de "isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines", Architecture et climat - 2010

- **La perturbation du comportement hygrométrique des constructions** par l'emploi de matériaux étanches à la vapeur d'eau (pare-vapeur), produisant un surplus d'humidité sur le mur existant, ainsi que de la condensation pouvant entraîner une dégradation des maçonneries anciennes, sur les parties courantes et surtout sur les planchers bois.

Schéma issu de "isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines", Architecture et climat - 2010



Risques de condensation au droit de l'appui des gîtes dans le mur.

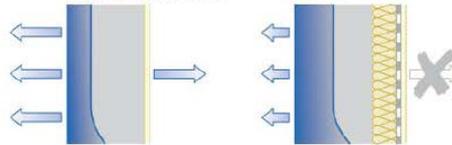


Refroidissement dur mur par l'application d'une isolation par l'intérieur.

Humidification par la pluie



Evaporation en surface



Humidification du mur due à la réduction du potentiel de séchage causée par l'application d'une isolation par l'intérieur et d'un pare-vapeur.

Ces problèmes se traduisent sur le plan au niveau de la liaison entre le bâtiment initial et son extension, au niveau des refends et vis-à-vis des menuiseries existantes (posées à mi mur)

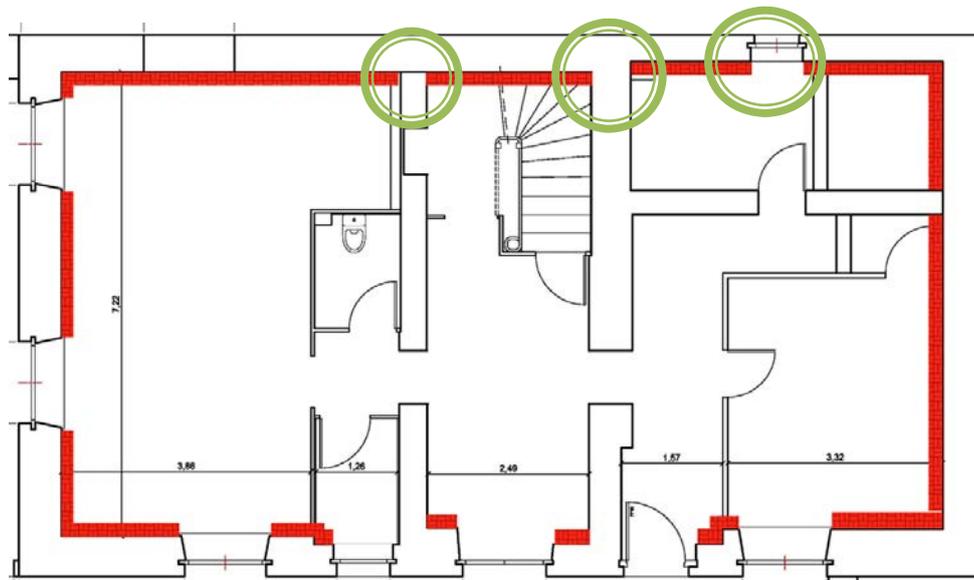


Figure 4- Isolation par l'intérieure conventionnelle avec localisation des ponts thermiques

HYPOTHESES COMPOSANTS DU PROJET

SYSTEMES CONSTRUCTIFS

Plancher bas	Dalle béton sur terre plein non isolée, carrelage couleur claire
Murs extérieurs	Murs en pierre massif (entre 40 et 60cm) – Isolant rapporté en laine minérale par l'intérieur (12 cm) avec rails métalliques et placoplatre
Plancher intermédiaire	Solivage bois, chape et lino PVC
Combles	Partie ancienne : Remplacement isolation combles perdus en laine minérale soufflée (ep. 24cm) Extension : Remplacement isolation en rampants en laine minérale (ep. 20cm)
Menuiseries	Double vitrage châssis PVC (env. 15 ans). Pas de retour d'isolants Hypothèse $U_w = 1.75 \text{ W/m}^2.K$
Occultations	Volets battants extérieurs en bois
Etanchéité à l'air	0.15 vol / heure. Pare vapeur continu, mise en œuvre soignée

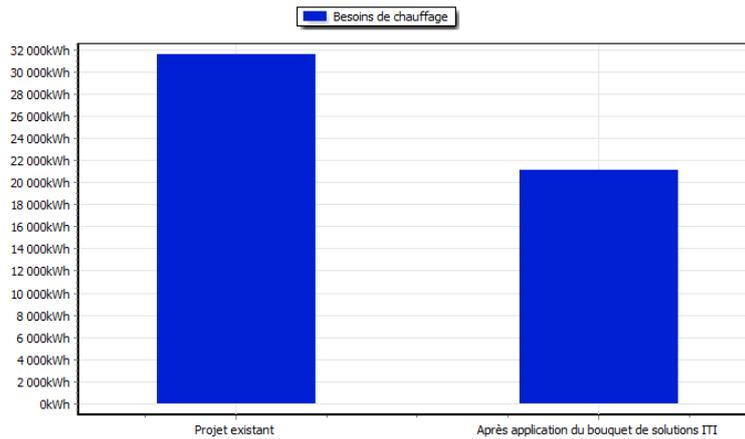
SYSTEMES TECHNIQUES

Ventilation	VMC simple flux hygro
Chauffage	Chaudière fioul ACV puissance 22-29 kW. Radiateurs haute température, thermostats
Rafraîchissement	Non nécessaire
Eau chaude	Chaudière existante
Eclairage	

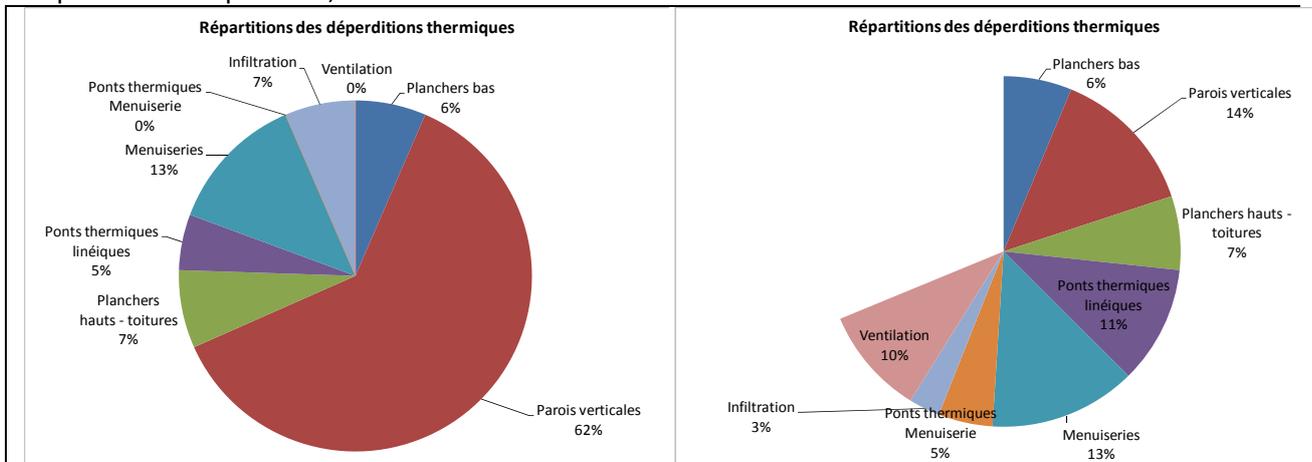
SYNTHESE DES RESULTATS

L'amélioration du niveau d'isolation du projet se traduit par une baisse des besoins de chauffage, mais bien plus faible que potentiellement visé (autour de 130 kWh/m².a pour un objectif basse consommation autour de 60 kWh/m².a)

Comparaison des besoins de chauffage - SERIS



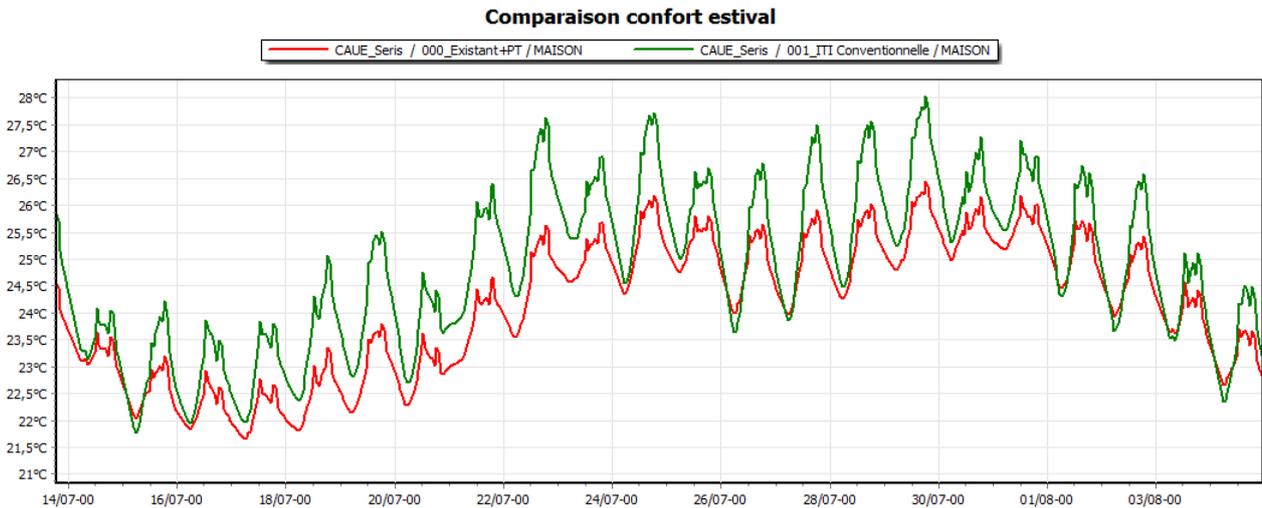
En première comparaison, nous notons :



- Une diminution des pertes de chaleur des parties courantes mais une augmentation significative des ponts thermiques (linéiques et menuiseries).
- Une augmentation de performance « relative » pour ce qui est du remplacement de l'isolation en toiture
- Une augmentation du besoin de chauffage relatif au renouvellement d'air (ce qui est logique vu que l'on installe une VMC)

CONFORT ESTIVAL

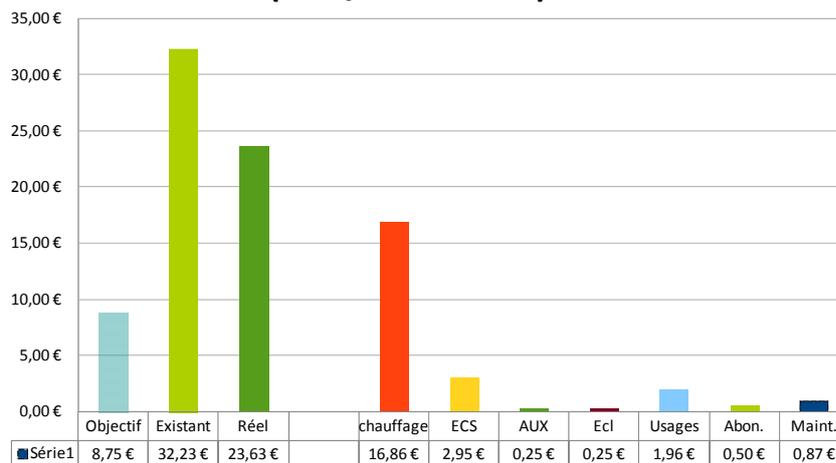
Le confort estival est quant à lui dégradé, du fait de l'isolation thermique des murs qui retire une partie de l'inertie thermique à la maison. Cette question n'est toutefois dans le cas précis pas problématique du fait de la présence de murs de refends et dalle sur terre plein qui maintient malgré tout un confort estival (ici évalué en période caniculaire) globalement satisfaisant.



COUTS DE FONCTIONNEMENTS

Les coûts de fonctionnement sont encore essentiellement liés aux dépenses de chauffage.

**Comparaison coût d'exploitation
(en €/m² shab.an)**



Le coût total de fonctionnement sur ce scénario s'élèverait à 3 805 €/ an contre 5 190 €/an dans l'existant i.e. une différence d'environ 40%. Nous notons ici que ce scénario n'est pas très favorable en termes de gains financiers puisque l'utilisation de la chaudière fioul entraine toujours des coûts élevés.

De ce fait, on pourrait être tenté de rechercher des pistes d'amélioration de ce scénario, pour atteindre notre objectif de performance (mais cela alourdit les investissements à mener sur le projet).

VARIANTES	GAIN	SURCÔÛT
Isolation du sol (4cm)	19 kWh/m ² .a	MOYEN
Retour d'isolant sur les menuiseries existantes	5 kWh/m ² .a	FAIBLE
Amélioration de l'hypothèse sur l'étanchéité à l'air	5 kWh/m ² .a)	FAIBLE
VMC double flux à la place d'une VMC simple flux	22 kWh/m ² .a	MOYEN
Surisoler le comble (entre 20 et 40 cm d'isolant)	2 kWh/m ² .a	MOYEN
Disposer un survitrage sur la menuiserie existante	1 kWh/m ² .a	MOYEN
Changer les menuiseries sans effectuer un retour d'isolant	5 kWh/m ² .a	FORT
Surisoler les murs (perte de surface habitable, augmentation des ponts thermiques) entre 10 et 20 cm.	10 kWh/m ² .a	MOYEN

Si l'on retient les solutions les moins contraignantes, la performance d'enveloppe du projet se trouve autour de 93 kWh/m².a, ce qui signifie qu'il n'est pas possible dans le cas présent d'amener le projet à un niveau « basse consommation ».

Cela n'est en soit pas surprenant : le projet dispose de murs de refends entre 40 et 60 cm : le pont thermique induit par le fait d'isoler par l'intérieur est forcément conséquent. On pourrait être tenté de changer les menuiseries mais entre une menuiserie double vitrage existante et les menuiseries double vitrage actuels, les gains ne sont pas significatifs si les surfaces vitrées ne sont pas au départ conséquentes. Par contre, on remarque que changer les menuiseries sans modifier leur position sur la paroi produit un gain équivalent à conserver les menuiseries existantes mais en effectuant un retour d'isolant au moment de la réalisation de l'isolation.

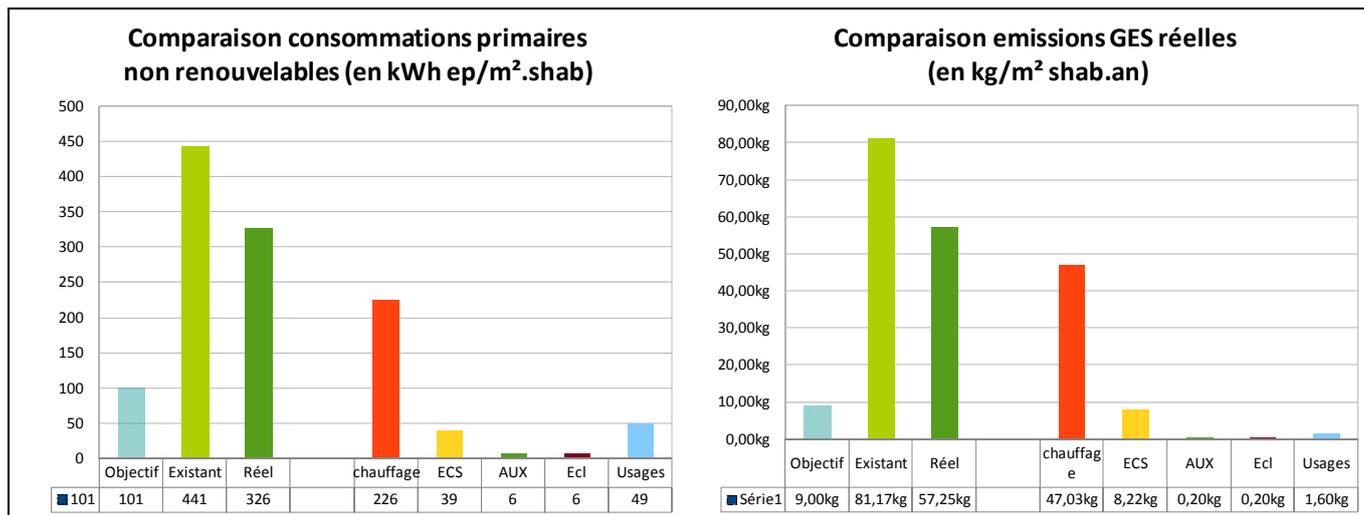
On retiendra également qu'il apparaît ici pertinent d'isoler la dalle existante, mais que cette intervention n'est pas considérée par les bouquets de travaux donnant droit aux crédits d'impôts.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Au delà des notions de performance d'enveloppe, la question centrale sera :

- Quelle est la dépendance du bâtiment aux énergies fossiles après travaux ?
- Quelles sont ses émissions de gaz à effet de serre, cette rénovation est-elle suffisante vis-à-vis de la question du changement climatique

Les graphiques sont effectués à partir de la solution initiale présentée



Ces graphiques illustrent bien un problème que nous rencontrons régulièrement : se focaliser sur des travaux d'isolation ciblés (à partir de critères économiques, et des crédits d'impôts) sans se fixer d'objectifs de performance globaux et la solution finale n'est globalement pas satisfaisante. L'amélioration du niveau d'isolation se traduit par une augmentation de l'humidité du mur extérieur et une pérennité donc discutable, mais ne permet pas également de satisfaire aux objectifs de performance indispensables pour l'avenir.

La solution n°2 partira du constat inverse : ne pas forcément intervenir sur le bâtiment, et cibler prioritairement les actions simples et l'amélioration du confort thermique pour l'habitant, et agir sur les systèmes pour réduire significativement la dépendance aux énergies fossiles.

FICHE SYNTHÈSE

ITI Conventiionnelle



- Isolant rapporté en laine minérale par l'intérieur de 10cm
- Isolation combles perdus en laine minérale soufflée (30cm).
- Isolation en rampant en laine minérale (20cm).
- Chaudière fioul conservée.

Problèmes de pathologies potentielles sur le bâti à moyen/long terme :

- condensation dans l'isolant de l'humidité capillaire
- condensation dans les liaisons bois plancher-toiture et mur, pourriture des pièces de charpente.
- enfermement de l'humidité capillaire qui ne peut plus s'évaporer que d'un seul côté, augmentant la conductivité thermique du mur, abaissant sa température, et provoquant des réactions chimiques diverses conduisant à la dissolution du mortier.

Perte de surface habitable proportionnelle à l'épaisseur d'isolant rapporté

Coûts d'investissements



Ce scénario présente le coût d'investissement le plus faible, cependant les coûts de fonctionnement restent très importants.

Energie grise



Le recours à des matériaux non locaux et non renouvelables impacte fortement cet indicateur.

Circuits courts



Ce scénario ne présente pas de recherche pour valoriser les filières locales.



Performance d'enveloppe : 130 kWh/m².a 52%



La performance thermique est améliorée, toutefois sans solutionner le problème des ponts thermiques, significatif ici du fait des refends de 60 cm.

0% -> 300 kWh/m².a - 100% -> passif 25 kWh/m².a

Confort d'hiver : parois froides 60%



Le traitement des parois froides n'est pas complet : dalle et mur de refend véhiculent toujours des sensations de parois froides.

0% -> parois froides - 100% -> aucune paroi froide

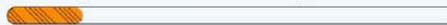
Confort d'été : 0h au dessus de 28°C 85%



L'isolation par l'intérieur rend le bâtiment moins inertié en été, mais les refends et dalle permettent de maintenir un excellent confort d'été.

0% -> surchauffe importante - 100% -> aucune surchauffe

Coûts de fonctionnement : 23,8 euros/m².a 17%



Si le chauffage fioul est maintenu (ou remplacé par un chauffage électrique simple), les coûts de fonctionnement restent importants.

0% -> 60 euros/m².a - 100% -> -6 euro/m².a

Emissions CO₂ : 57,7 kgCO₂/m².a 15%



Le mode de chauffage au fioul conduit à d'importantes émissions CO₂ (environ 300g par kWh consommé).

0% -> +85 kg CO₂/m².a - 100% -> -4,5 kg CO₂/m².a

Consommation énergie fossile : 328 kWh_{ep}/m².a 27%



Le mode de chauffage au fioul conduit à une importante dépendance vis à vis des énergies fossiles.

0% -> +450 kWh_{ep}/m².a - 100% -> -50 kWh_{ep}/m².a

6- CORRECTION THERMIQUE

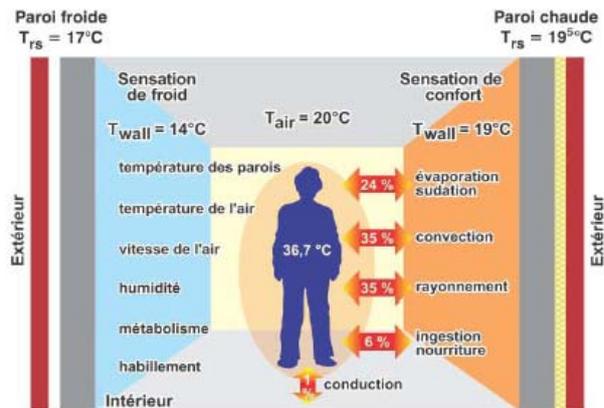
OBJECTIFS

Ce scénario propose une amélioration de la sensation de confort sans chercher une enveloppe très performante. L'idée est de limiter (ou de supprimer) les parois froides par la mise en place de correctif isolant. Il se base aussi sur l'utilisation de matériaux naturels plus en adéquation avec le bâti ancien, que ce soit pour pérenniser celui-ci (gestion de l'humidité...) ou pour conserver ces bénéfiques (confort d'été, inertie...).

► Augmentation du niveau de confort

Le confort thermique dépend de plusieurs paramètres. De manière simplifiée, on considère que la température ressentie réellement par l'individu correspond à la moyenne entre la température de l'air et la température des parois.

Dans un bâtiment mal isolé, les parois de l'enveloppe seront froides tandis que dans un bâtiment bien isolé, elles se rapprocheront fortement de la température de l'air. Le confort de l'occupant s'en trouvera donc amélioré.



Paramètres influençant le confort des occupants.

Schéma issu de "isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines", Architecture et climat - 2010

Localisation de l'action sur la maison

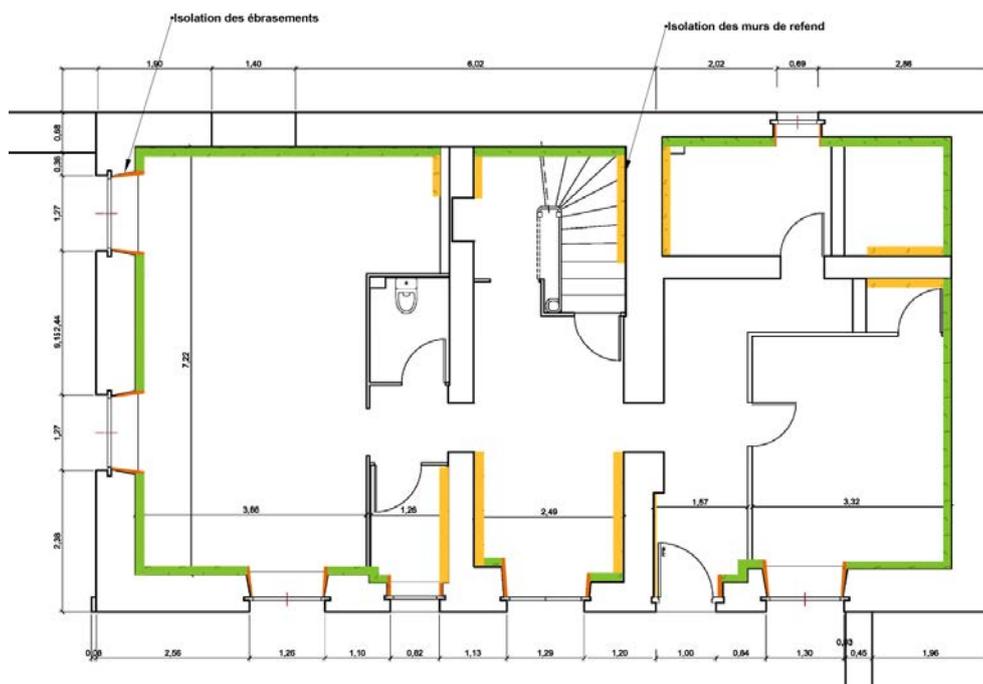


Figure 5 - principe de correction thermique intérieure

Le principe est ici d'éviter la sensation de froid que peut produire un mur à forte effusivité thermique comme ici un mur en pierre calcaire hourdée à la chaux. Cette application vise à modifier la température de surface de la paroi. Initialement le mur existant a pour propriété de nécessiter une importante quantité de calories pour se réchauffer. Comme celui-ci est également en contact avec l'extérieur, dans les faits, le mur a une température de surface froide en hiver, et donc véhicule par rayonnement ce froid aux occupants. Ce qui a souvent pour conséquence de rehausser la température ambiante pour compenser cela.

L'action proposée est une « correction thermique ». L'idée est d'agir sur les matériaux de surface des parois intérieures pour modifier cette température de surface (afin qu'elle soit proche de la température de consigne), sans ajouter d'épaisseur notable qui conduirait aux mêmes désagréments que la description faite sur le chapitre précédent. Le fait d'utiliser des matériaux biosourcés en ITI n'étant pas une solution, vu que le problème principal réside dans la température du mur existant, et du risque de condensation entre le mur et l'isolant rapporté.

Cette action peut être effectuée :

- Par un enduit « isolant », par exemple du chanvre / chaux
- Par un simple lambris posé en contrecloison intérieure ventilée, un parquet pour la dalle béton existante
- Liste non exhaustive ...

La continuité de cette correction est proposée sur les ébrasements de fenêtre et sur les premiers mètres des refends.

Il est également proposé une action au niveau de l'isolation de la toiture qui est lié au constat fait lors du diagnostic d'une absence de ventilation de sous couverture et une dégradation avancée de la lucarne de l'extension. Ces actions sont fonction du diagnostic, pas transposables en général

En combinaison à ces actions localisées, on apporte une réflexion sur le mode de chauffage, qui est rendue indispensable par le fait que l'on souhaite réduire massivement les couts de fonctionnement et l'impact écologique du projet.

COMPOSANTS DU PROJET

SYSTEMES CONSTRUCTIFS

Plancher bas	Dalle béton sur terre plein non isolée, ajout d'un parquet en bois
Murs extérieurs	Murs en pierre massif (entre 40 et 60cm) – Ajout d'un enduit chaux-chanvre 6cm
Plancher intermédiaire	Solivage bois, chape et lino PVC
Cloisonnement	
Combles	Partie ancienne : Isolation combles perdus en ouate de cellulose insufflée (30cm) Extension : Reprise de la toiture, surchevronnage, modification des épaisseurs de joues de lucarne, isolation en ouate de cellulose (ep. 20cm) avec pare-pluie isolant 2cm.
Menuiseries	Double vitrage châssis PVC (env. 15 ans). Ajout d'un rideau épais intérieur Hypothèse $U_w = 1.75 \text{ W/m}^2.K$
Occultations	Volets battants extérieurs en bois massif
Étanchéité à l'air	0.15 vol / heure.

SYSTEMES TECHNIQUES

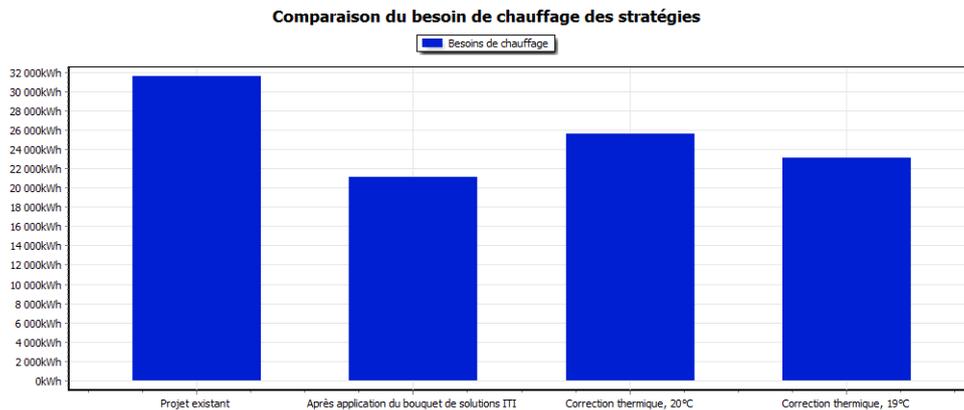
Ventilation	VMC simple flux hygroréglable
Chauffage	Chaudière granulés bois + radiateurs basse température, isolation des conduits et thermostats performants.
Rafraîchissement	Non nécessaire
Eau chaude	Capteurs solaires + ballon tampon
Eclairage	

SYNTHESE DES RESULTATS

Les résultats sont donnés pour 2 hypothèses :

La première est que l'amélioration du confort ne se répercute pas sur les températures de consigne, les gens chauffent comme précédemment à 20°C (mais leur maison est plus confortable).

La deuxième prend en considération l'impact « indirect » de la correction thermique, en considérant que l'absence de parois froides amène à une baisse de consigne de 1°C sur la température d'air.

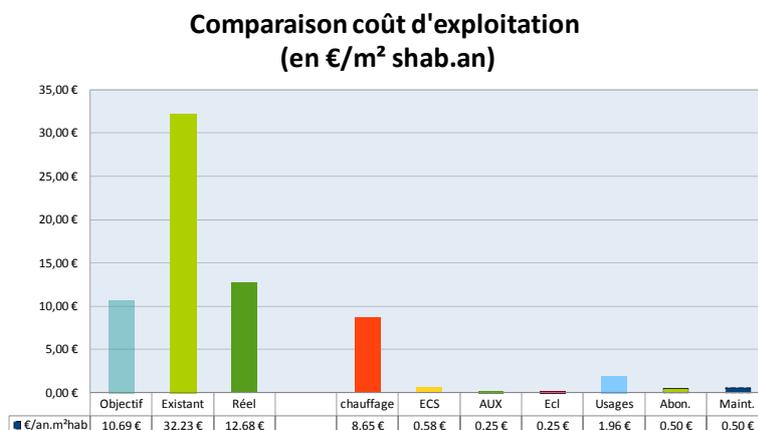


Dans tous les cas, le niveau basse consommation n'est pas atteint, ce qui n'est pas surprenant ici vu que ce n'était pas recherché. Le besoin de chauffage se situe entre 158 et 143 kWh/m².a. Ce qui dans le deuxième cas est encourageant vu que les travaux améliorent le confort sans nuire à la pérennité du mur qui reste « non isolé ».

En revanche, cette action s'accompagne d'un travail « lourd » sur les systèmes. Avec plusieurs variantes.

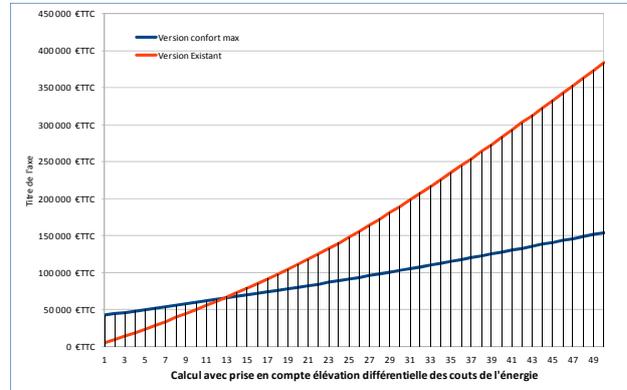
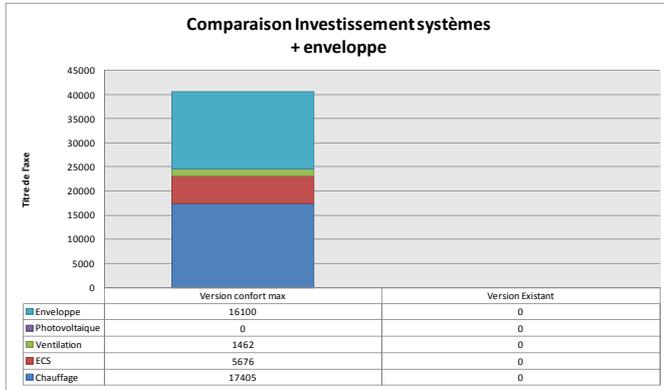
La première solution est celle d'une chaudière individuelle automatique à granulés qui peut être logée avec son silo dans le local chaufferie + stockage (cela suppose ici un silo compact), et en option une eau chaude solaire thermique.

La deuxième solution serait que ce soit une réflexion engagée à l'échelle de la commune afin de mettre en fonctionnement un petit réseau de chaleur alimenté par une chaufferie bois plaquettes, c'est-à-dire déporter la question sur les systèmes énergétiques à une autre échelle, afin de réfléchir sur des mutualisations possibles.



Sur les coûts de fonctionnement, on note que cette action sur les systèmes chauffage/eau chaude a pour conséquence une division par 3 des coûts d'exploitation.

Si l'on considère un cout travaux d'enveloppe autour de 100 euros HT/m² (c'est-à-dire sans se focaliser sur certains travaux spécifiques pour l'isolation du toit en rampant, ce qui est nécessaire dans toutes les solutions, et qui comparé à aucune action aboutit à une dégradation du bâti et le rend impropre à sa destination)

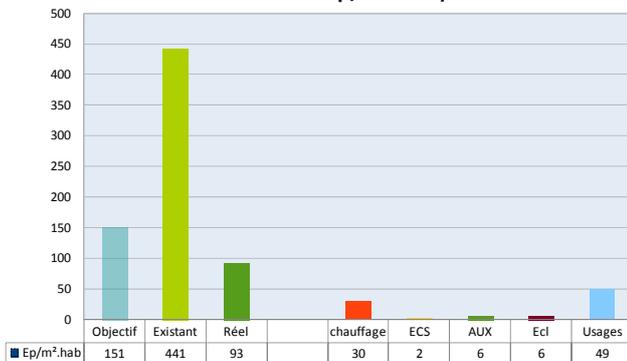


On voit donc qu'en tenant compte des couts globaux, avec prise en compte de l'augmentation des couts de l'énergie, on arrive à rentabiliser sur des délais très courts cette solution.

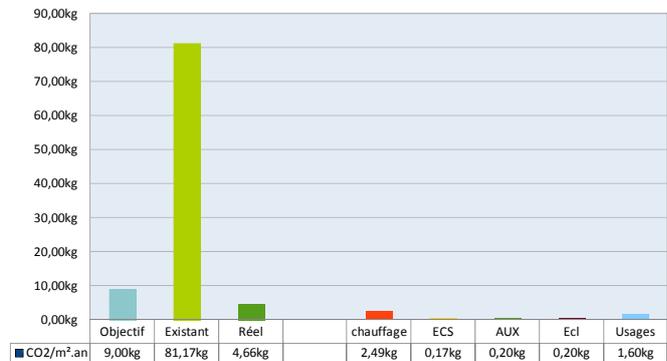
IMPACT ECOLOGIQUE

L'impact écologique est lui fortement réduit par le recours massif aux énergies renouvelables pour les principaux postes de consommation.

Comparaison énergie primaire non renouvelables (en kWh ep/m².shab)



Comparaison emissions GES réelles (en kg/m² shab.an)



CONFORT ESTIVAL

La température intérieure ne dépasse jamais les 28°C, le confort en été est donc très bon. Cela est dû à la forte inertie du bâtiment apporté par les murs épais.

VARIANTES ETUDIEES

On pourrait considérer dans les variantes :

- Tapis à la place du parquet
- lambris à la place de l'enduit chanvre chaux (perte de 45 kWh/m².a)

Traditionnellement, on choisit le lambris dans les climats où l'été est court, et dans lesquels les périodes aptes à faire l'enduit sont très courtes.

L'intervention sur la couverture nous est apparue pertinente car nous supposons qu'il n'existe pas à l'heure actuelle de ventilation de sous couverture ni pare pluie. Ce qui fait que remplacer l'isolant actuel par un isolant neuf n'est pas satisfaisant, et ajouter de l'épaisseur par l'intérieur ampute le volume habitable.

Ces travaux sont donc spécifiques à ce bâtiment et pas forcément nécessaires dans d'autres cas.

FICHE SYNTHÈSE

Correction thermique



- Ajout de parquet bois sur les planchers.
- Réalisation d'enduits chaux-chanvre sur les murs intérieurs.
- Isolation des combles et/ou des rampants avec 30 cm de Ouate Cellulose.
- Ajout de rideaux intérieurs.
- Installation d'une chaudière granulés avec radiateurs basse température.
- Capteurs solaires pour ECS

La correction thermique est une stratégie pertinente lorsqu'elle est couplée à une solution de chauffage performante.

Tous les indicateurs sont par contre traités de manière satisfaisante. Le projet atteignant des performances du niveau de la construction neuve basse consommation.

Coûts d'investissements



Ce scénario présente le coût d'investissement un peu plus élevé, essentiellement lié au remplacement de la chaudière. Cette stratégie de rénovation est donc pertinente couplée à une mutualisation via création de réseaux de chaleur bois.

Energie grise



L'objectif est ici atteint : la rénovation valorise essentiellement des matériaux biosourcés faiblement transformés.

Circuits courts



Ce scénario peut se réaliser en utilisant des matériaux produits dans le département.



Performance d'enveloppe : 145 kWh/m².a

45%

Un enduit de 5 cm de chanvre chaux ne modifie pas fondamentalement les besoins de chauffage du bâti.
 0% -> 300 kWh/m².a - 100% -> passif 25 kWh/m².a

Confort d'hiver : parois froides

75%

Le traitement des parois froides est ici quasi complet : la correction est appliquée sur les murs extérieurs ainsi que les refends, et la dalle non isolée (parquet).
 0% -> parois froides - 100% -> aucune paroi froide

Confort d'été : 0h au dessus de 28°C

100%

Le scénario ne modifie pas l'inertie du bâtiment, gardant ainsi en été une température stable peu fluctuante.
 0% -> surchauffe importante - 100% -> aucune surchauffe

Coûts de fonctionnement : 12,3 euros/m².a

71%

L'action sur le mode de chauffage permet de diviser par 3 les coûts de fonctionnement maintenance par rapport à la situation initiale.
 0% -> 60 euros/m².a - 100% -> -6 euro/m².a

Emissions CO2 : 4,56 kgCO2/m².a

100%

Les émissions CO2 sont divisées par 18.
 0% -> +85 kg CO2/m².a - 100% -> -4,5 kg CO2/m².a

Consommation énergie fossile : 91 kWhepn/m².a

80%

La dépendance aux énergies fossiles est faible, liées à l'électricité consommée pour les usages électroménagers.
 0% -> +450 kWhepn/m².a - 100% -> -50 kWhepn/m².a

7- RENOVATION PASSIVE

La stratégie ici retenue est une rénovation lourde sur le bâti, par l'extérieur (seul moyen d'éviter les ponts thermiques et isoler sans perdre en surface habitable). Dans cet exemple, nous considérons que le fait que certains murs soient en limite de propriété comme une limite non insurmontable.

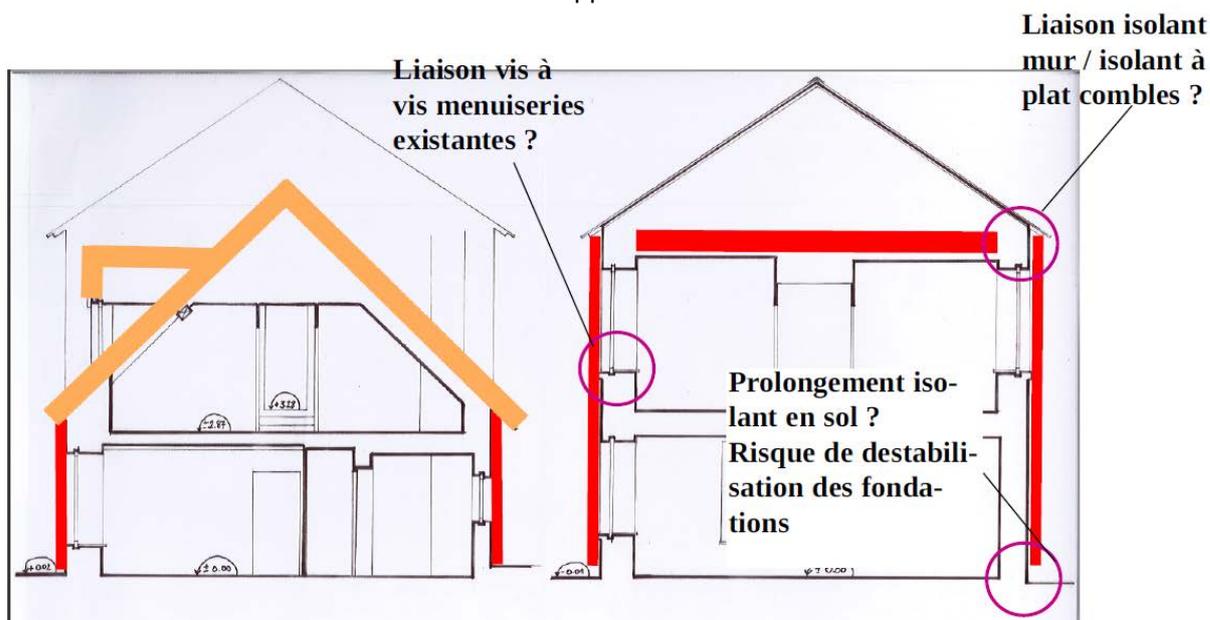
Pour rester abordable financièrement, les épaisseurs d'isolation sont ajustées (Une fois isolé, les murs anciens restent à température ambiante et conservent la chaleur : plus les murs sont massifs et plus la conservation de chaleur est importante).

Ce qui est important est d'assurer la continuité de l'enveloppe isolante plus que de prévoir d'importantes épaisseurs d'isolation (pas de ponts thermiques). En effet, si les murs existants sont au contact de l'extérieur, ils ne peuvent rester à une température proche de la température ambiante. Le projet ne fonctionnerait plus.

Pour illustrer cette question, qui est un passage obligé à la recherche de performance, et l'adapter à la volumétrie du bâtiment. Ici les problématiques de continuité de l'isolation sont posées sur les 2 types de plafond (rampants/lucarnes, isolation à plat sur combles perdus).

En général, la réflexion par bouquets de travaux sans travail d'étude préalable amène ce type d'interventions on dispose des épaisseurs d'isolation mais sans apporter de solution satisfaisante sur les points particuliers.

- Sur l'isolation du plancher haut, il y a une difficulté réelle à assurer cette continuité de l'isolation rapportée.



- Sur les pignons on ne dispose pas sur l'ensemble des façades de



Sur cette facade, le débord de toit serait suffisant si l'épaisseur d'isolant rapporté n'est pas démesuré. On notera toutefois l'obligation de démolir une partie du muret pour assurer la continuité.



Sur ce pignon il n'existe en revanche aucun débord existant : la réfection complète de l'isolation en rampant supposerait ici une dépose de la toiture existante, un sur chevronnage qui permettrait de créer des débords et recouvrir le pignon



Idem sur cette facade, on voit également la question du traitement de l'isolation de la liaison entre les 2 parties de bâtiment



Sur cette facade, le chaînage n'est pas « droit », ce qui apporte une contrainte si le choix se porte sur des panneaux isolants ou une structure préfabriquée rapportée
 Un autre muret devra être démolie à proximité de l'entrée

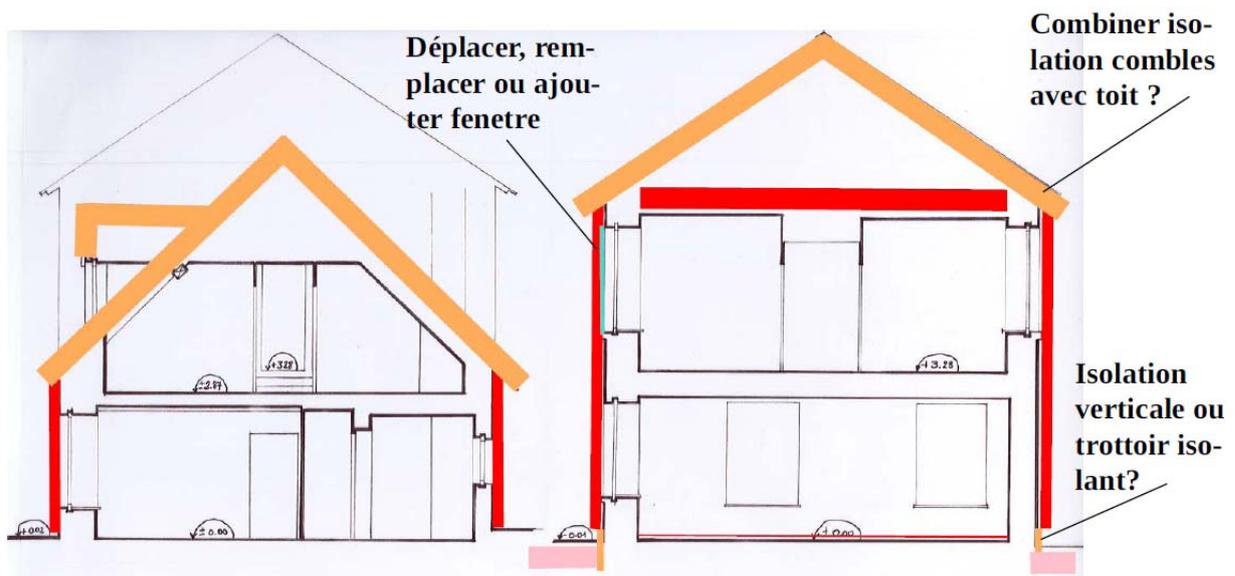


La cheminée existante donnant sur l'extérieur, elle doit être démolie et refaite dans la logique ou on isole par l'extérieur

Le premier constat est que sur ce bâtiment simple dans ses formes, le souhait d'atteindre une performance thermique via une isolation par l'extérieur est fortement contrainte par les réalités du site, qui **vont orienter les solutions techniques et modeler la volumétrie future du bâtiment.**

Sur le schéma initial, afin d'atteindre une continuité de l'enveloppe isolante, on notera les adaptations suivantes :

Isoler le sol soit en poursuivant l'isolation extérieure au périmètre des fondations (mais on ne sait souvent pas quelle est la profondeur des fondations, et il existe un risque de destabiliser le bâtiment), ou d'isoler horizontalement via une technique assez peu connue de « trottoir isolant », qui se réalise en général via une couche de 10-20 cm de roche isolante en vrac.



Les fenêtres existantes peuvent être remplacées, ou conservées, **mais dans une logique de performance, la menuiserie doit être dans la continuité de l'isolation rapportée**. Ici nous proposons d'ajouter une deuxième fenêtre double vitrage sur l'extérieur, ce qui apparaît pertinent du fait que les menuiseries existantes ont été changées il y a 15 ans.

On pourrait également opter pour un déplacement des menuiseries existantes, la mise en place de triples vitrages neufs sans conserver les menuiseries existantes, etc.

Pour envelopper complètement le mur existant, sur la partie avec combles, nous proposons d'ajouter une isolation en toiture du comble, ce qui est surtout pertinent dans le cadre d'un aménagement des combles en même temps que l'isolation.

COMPOSANTS DU PROJET

SYSTEMES CONSTRUCTIFS

Plancher bas	Dalle béton, isolation verticale ou horizontale périphérique extérieure. 2 cm d'isolant sur la dalle existante.
Murs extérieurs	Murs en pierre massif (entre 40 et 60cm) – Enduits isolants par l'extérieur ou autre technique en isolation par l'extérieur 14 cm en laine de bois enduite
Plancher intermédiaire	Solivage bois, chape et parquet bois massif
Cloisonnement	
Combles	Partie ancienne : Isolation combles perdus en ouate de cellulose insufflée (30cm) Extension : Reprise de la toiture, surchevronnage, modification des épaisseurs de joues de lucarne, isolation en ouate de cellulose (ep. 20cm) avec pare-pluie isolant 2cm.
Menuiseries	Double vitrage châssis PVC (env. 15 ans). ajout d'une menuiserie DV par l'extérieur dans la continuité de l'isolant extérieur. Porte d'entrée isolante $U_d = 0.8 \text{ W/m}^2.K$
Occultations	Volets intérieurs ou rideau épais.
Etanchéité à l'air	De niveau passif

SYSTEMES TECHNIQUES

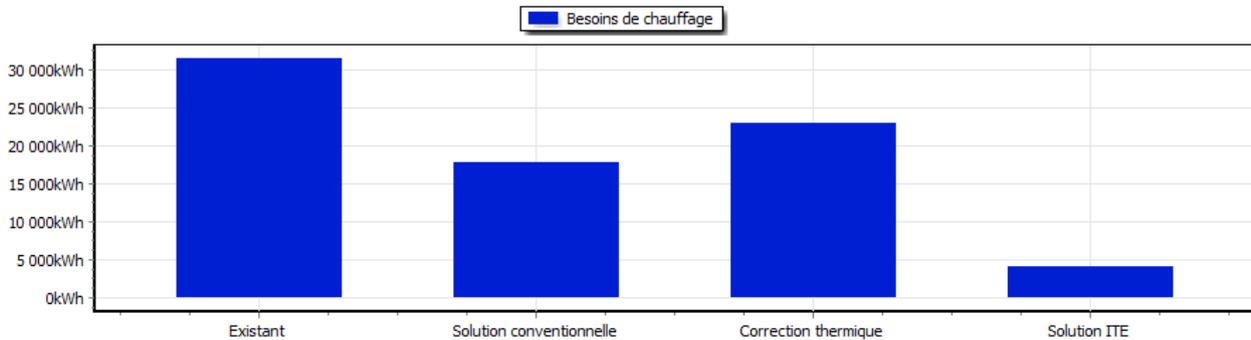
Ventilation	VMC double flux
Chauffage	Poêle a granulé faible puissance
Rafraîchissement	Non nécessaire

Eau chaude	Capteurs solaires, appoint électrique
Eclairage	

SYNTHESE DES RESULTATS

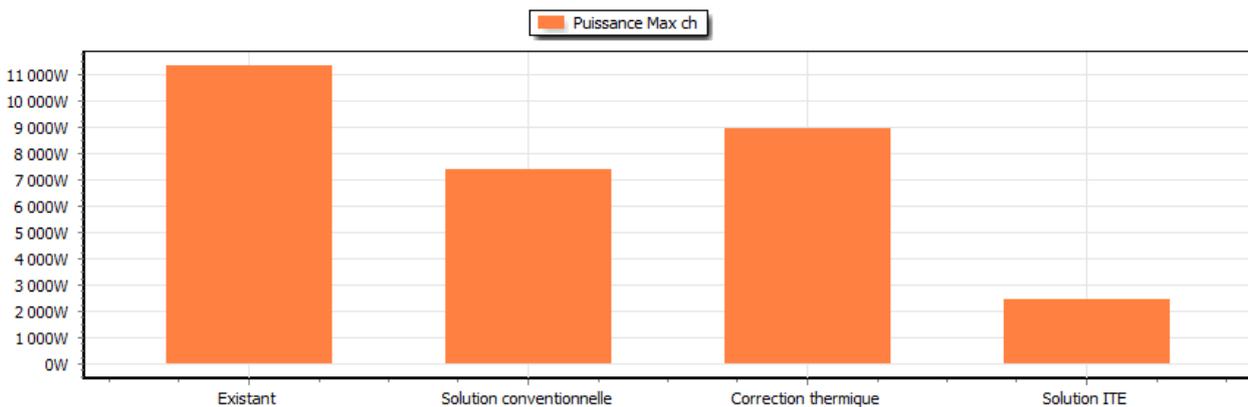
Dans la logique d'améliorer la performance du bâtiment, la question du « comment chauffer » reste fortement présente. En effet, les besoins de chauffage sont amenés autour de 25 kWh/m².a par l'ensemble des actions :

Besoins comparés entre stratégies de rénovation

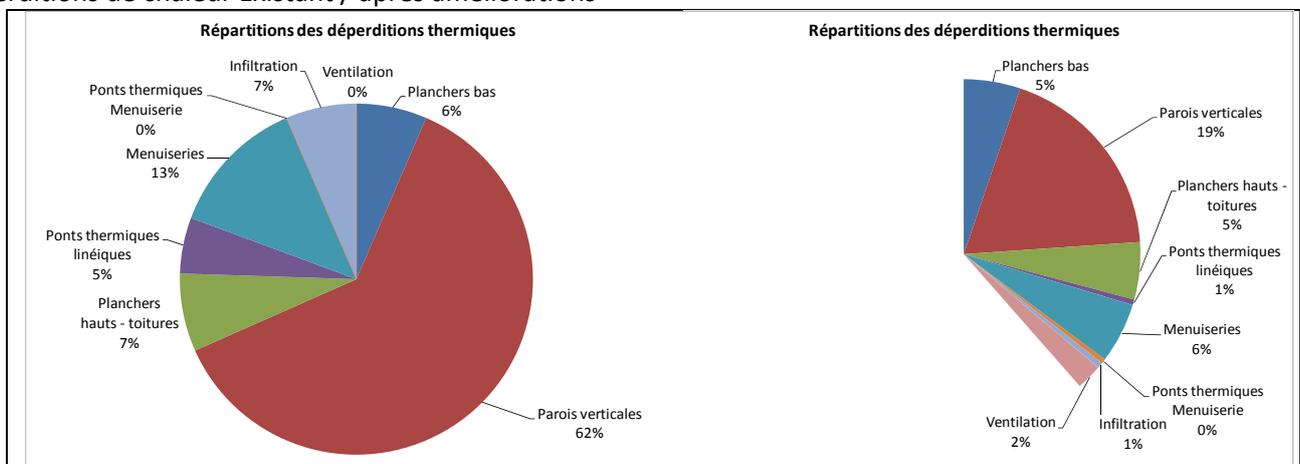


La puissance de chauffe est également fortement réduite, passant de 11.3 kW à 2.5 kW. C'est d'ailleurs un objectif de la rénovation : **remettre en cause les moyens de chauffe classiques, la chaudière existante, les radiateurs existants ne sont plus adaptés.**

Puissance de chauffe en W



Déperditions de chaleur Existant / après améliorations

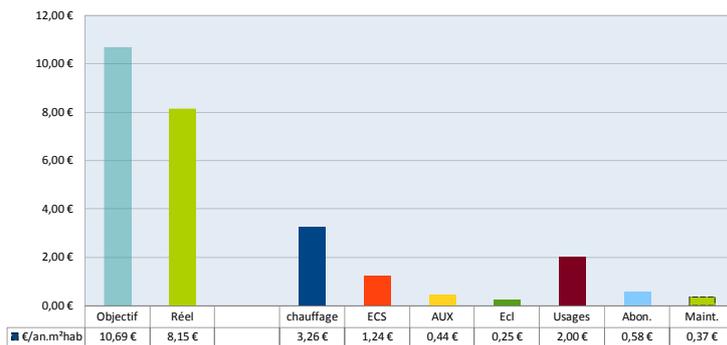


SOLUTION 1 BON MARCHÉ

Cette question du « comment chauffer » ne peut pas être dissociée de l'usage du lieu futur, de l'utilisateur, des contraintes d'approvisionnement. Pour le maître d'ouvrage, c'est la question des coûts d'investissements, et du résultat atteint par le projet.

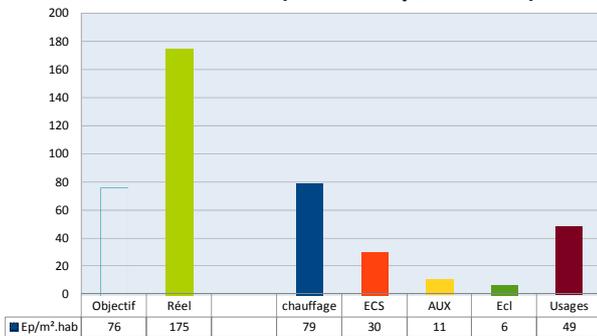
On pourrait par exemple être tenté par le couplage « chauffage électrique direct + ballon thermodynamique pour l'eau chaude ». Le résultat atteint sur les coûts de fonctionnement est en effet plutôt satisfaisant.

**Comparaison coût d'exploitation
 (en €/m² shab.an)**

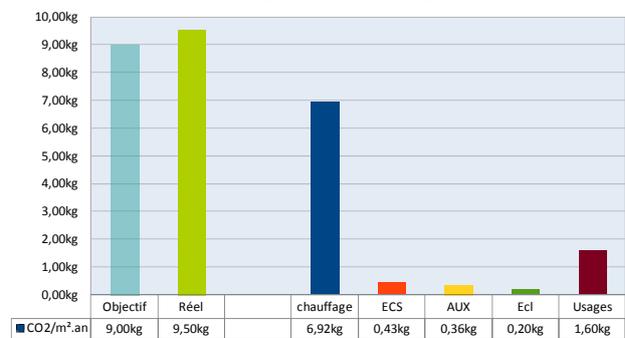


Par contre, l'impact écologique est moins pertinent. Le projet reste fortement dépendant des ressources fossiles/fissiles, et les émissions de gaz à effet de serre dues au choix du chauffage électrique sont conséquentes.

**Comparaison énergie primaire non renouvelables
 (en kWh ep/m².shab)**



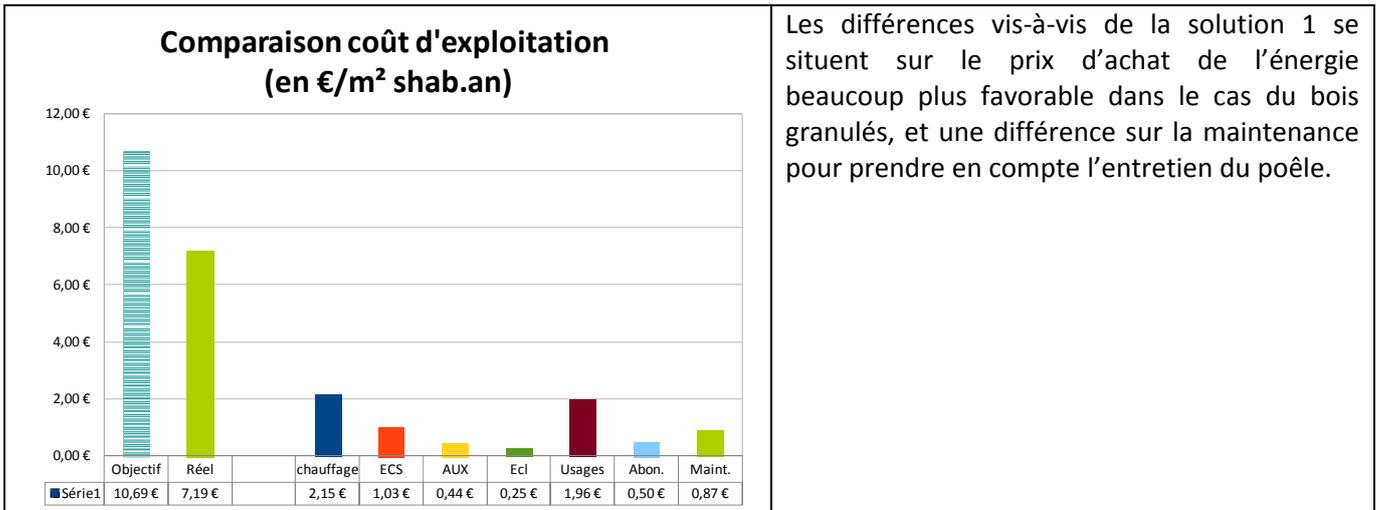
**Comparaison émissions GES réelles
 (en kg/m² shab.an)**



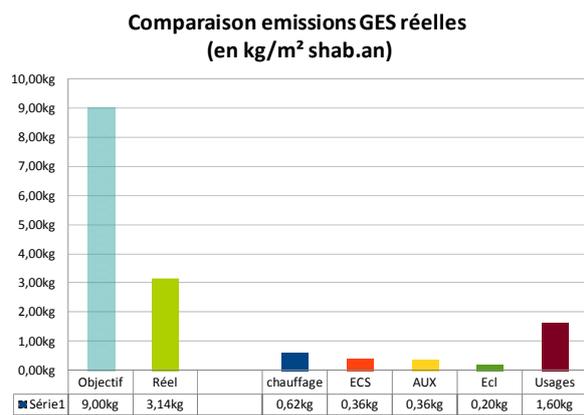
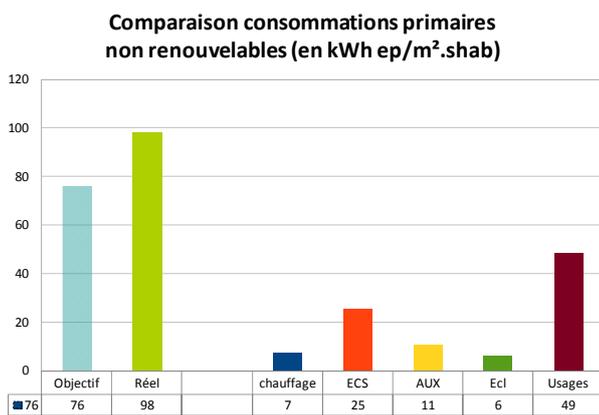
Comparativement à la deuxième solution de correction thermique, le bilan de cette solution serait paradoxalement moins bon.

SOLUTION 2 : ENERGIES RENOUVELABLES

Afin de disposer d'une solution globalement satisfaisante, il est nécessaire, même pour les bâtiments à forte isolation, de miser sur les énergies renouvelables. Nous proposons ici une solution adaptée pour les besoins très réduits à base d'un poêle à bois granulés dans le séjour au rez de chaussée, qui permettra de chauffer l'ensemble du volume, avec si nécessaire des appoints dans les pièces d'eau.

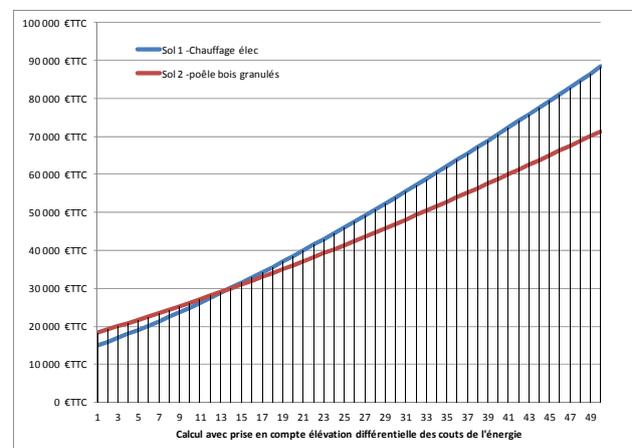
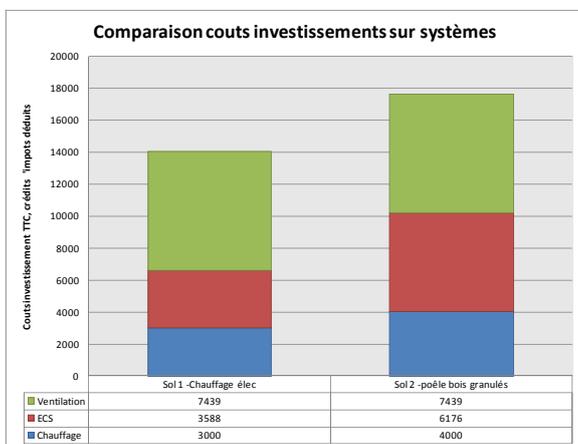


L'impact écologique est fortement réduit pour les consommations primaires. On voit que dans cette configuration, les usages électroménagers deviennent prépondérants.



Si l'on compare les différences d'investissement et des hypothèses d'augmentation des prix de l'énergie, on voit que les différences finissent par se résorber.

Note : des retours sur investissements inférieurs à 10 ans sont improbables en général et plus particulièrement quand les besoins sont faibles.



Ventilation double flux ?

Une des questions posées pourrait être sur la nécessité ou non de mettre en œuvre une solution de ventilation de la maison à base de récupération de chaleur.

Nous attirons l'attention sur le fait qu'apportant une isolation par l'extérieur et intervenant sur les menuiseries, il est impératif de revoir les principes de renouvellement d'air sur le bâti. Sur le cas précis, ce choix est discutable, nous le proposons en lien avec le choix du poêle à granulés afin de limiter les écarts de température entre pièces.

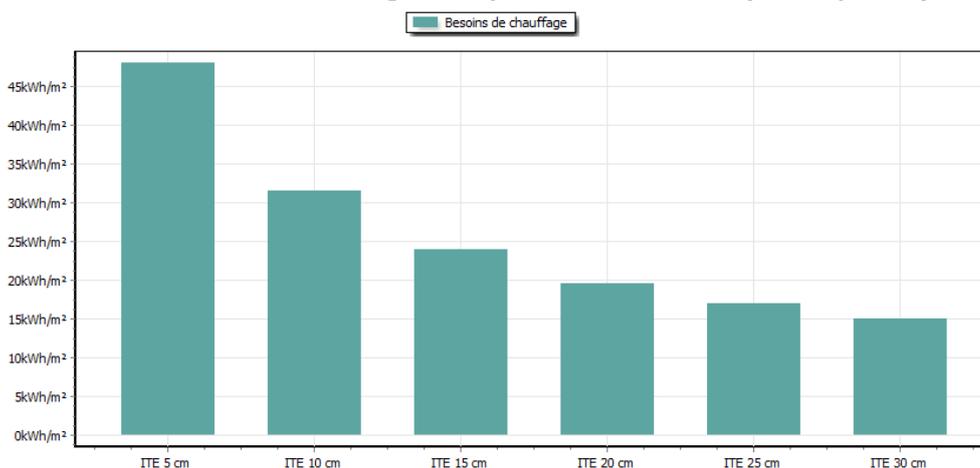
D'autres solutions sont envisageables.

- Dans le cas d'un chauffage par pièce, remplacer la VMC double flux par une ventilation naturelle ou VMC simple flux par extraction. Cela change les coûts de fonctionnement, plus élevés, mais baisse les frais de maintenance. La filtration de l'air extérieur n'est plus possible
- Dans le cas d'un poêle, de rechercher un poêle à inertie

Épaisseur d'isolation par l'extérieur

Ce sujet de l'influence de l'épaisseur d'isolation en recouvre un autre, celui de la pertinence des solutions à base d'enduits, qui sont contraintes en épaisseur (au delà d'une certaine épaisseur il est nécessaire de prévoir une ossature de maintien)

Evolution des besoins de chauffage selon épaisseur isolation en ITE (mur uniquement)



On voit donc que une fois que les ponts thermiques ont été traités (ce qui est commun sur le schéma plus haut, on ne change pas le principe d'une enveloppe sans ponts thermiques) l'augmentation de l'épaisseur d'isolant donne des gains appréciables.

On relativisera toutefois ceux-ci, en précisant la nécessité d'étudier en parallèle le surcoût nécessaire à ces épaisseurs supplémentaires vis-à-vis de la baisse des coûts de fonctionnements. Entre la solution à 15cm et la solution à 30cm, on peut attendre une baisse de 120 euros / an sur les charges chauffage.

Les solutions à base d'enduit, sur le cas précis peuvent être préférables pour une meilleure facilité de mise en œuvre. La moindre performance thermique n'induit pas d'invalidation du concept énergétique global.

FICHE SYNTHÈSE



FICHE SYNTHÈSE

Passif

- Isolation sur dalle existante + isolation périphérique horizontale ou verticale.
- Isolation thermique par l'extérieur, 15 cm de laine de bois.
- Isolation des combles avec 30 cm de Ouate de Cellulose.
- Isolation des rampants avec 20cm de ouate de cellulose
- Ajout d'une menuiserie DV par l'extérieur
- Poêle au granulé de bois faible puissance.
- VMC double flux.

La stratégie ici retenue est une rénovation lourde sur le bâti, par l'extérieur (seul moyen d'éviter les ponts thermiques et isoler sans perdre en surface habitable).

- Continuité avec l'isolant en comble du toit.
- Continuité avec la menuiserie rapportée
- Isolation du sol extérieure horizontale sur 1 m ou verticale sur 60 cm
- Coupure ou destruction des murêts pierre continus

Coûts d'investissements



Ce scénario présente le coût d'investissement un peu plus élevé, essentiellement lié au remplacement de la chaudière. Cette stratégie de rénovation est donc pertinente couplée à une mutualisation via création de réseaux de chaleur bois.

Energie grise



L'objectif est ici atteint : la rénovation valorise essentiellement des matériaux biosourcés faiblement transformés.

Circuits courts



Ce scénario peut se réaliser en utilisant des matériaux produits dans le département.



Performance d'enveloppe : 25 kWh/m².a 100%



La combinaison des interventions sur le bâti permet d'atteindre l'objectif passif.
 0% -> 300 kWh/m².a - 100% -> passif 25 kWh/m².a

Confort d'hiver : parois froides 100%



Le traitement des parois froides est ici total, du fait de la continuité de l'isolation
 0% -> parois froides - 100% -> aucune paroi froide

Confort d'été : 0h au dessus de 28°C 100%



Les matériaux inertiels sont à l'intérieur de l'enveloppe, l'ambiance est tempérée en toute saison.
 0% -> surchauffe importante - 100% -> aucune surchauffe

Coûts de fonctionnement : 6,19 euros/m².a 100%



L'utilisation de bois comme chauffage permet de réduire fortement les coûts de fonctionnement / maintenance
 0% -> 60 euros/m².a - 100% -> -6 euro/m².a

Emissions CO2 : 2,75 kgCO2/m².a 100%



Les émissions CO2 sont divisées par 29.
 0% -> +85 kg CO2/m².a - 100% -> -4.5 kg CO2/m².a

Consommation énergie fossile : 69 kWhep/m².a 90%



La dépendance aux énergies fossiles est très faible, liées à l'électricité consommée pour les usages électroménagers.
 0% -> +450 kWhep/m².a - 100% -> -50 kWhep/m².a

8 - Conclusion

L'étude théorique conduite ici présente plusieurs points importants.

La nécessité d'une approche globale sur le bâtiment.

Dans cette approche globale, nous entendons approche adaptée, tenant compte de l'ensemble des problématiques environnementales. On voit ici par exemple l'importance d'adapter les interventions à la spécificité du projet. Le fait qu'il existe des contraintes proches (le cœur de village, les limites sur rue, les murets), la préservation du patrimoine (aussi bien la valeur culturelle que la dimension de la pérennité des solutions d'amélioration, leur impact sur le fonctionnement existant), le diagnostic et les informations récoltées sur site qui informe sur des désordres locaux, et la dimension architecturale (quelle destination donner au projet, pour quels occupants ? est-il pertinent de faire 1 seul grand logement ou revoir complètement la distribution spatiale ?), la question du confort thermique comme valeur ajoutée et élément de réponse pour réduire la vacance, tout cela amène des éléments de réflexion pour adapter des solutions fonctionnelles et pertinentes.

La rénovation du bâtiment ancien pose de nombreuses questions :

- Peut-on transposer les méthodes d'isolation « conventionnelles » à l'identique sur le bâti ancien, sur la base d'une recette indiquant des niveaux d'isolation minimum pour les parois ?
- Doit-on raisonner le sujet de la rénovation plutôt à l'échelle des bâtiments, imposant des niveaux de performance minimum sur l'enveloppe, ou à l'échelle du quartier, pour englober l'ensemble avec la question des approvisionnements en énergie renouvelable produite en circuits courts ?

Egalement, si nous convenons de la nécessité d'une approche globale, adaptée, multi critères, ne devrions-nous pas transcrire cette approche dans les indicateurs de performance énergétique pour amener les intervenants à l'acte de construire à prendre en compte l'ensemble des aspects d'un projet ?

Ici le parti pris est double.

Privilégier les outils de calculs adaptés : la simulation thermique, qui permet d'apprécier un plus grand nombre de critères dans la caractérisation du bâti ancien, notamment son inertie thermique.

Remettre en cause les indicateurs réglementaires en proposant une grille de lecture alternative, basée en premier lieu sur le confort thermique, l'appréciation de la pérennité de la solution, le remplacement de l'énergie primaire au sens de la RT par 2 indicateurs, l'un qui quantifie le recours aux énergies fossiles/fissiles, et l'autre qui mesure les émissions de gaz à effet de serre. Et prendre en compte l'énergie grise des solutions d'isolation, les coûts d'investissements ainsi que les circuits courts.

<p style="text-align: center;">Schéma de représentation des différents scénarios</p> <p style="text-align: center;"> — ITI conventionnelle — Correction thermique — Existant — Passif </p>	<p>Ici, sur le DPE nous aurions obtenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existant : 243 kWhep/m².a - Isolation par l'intérieur : 179 kWhep/m².a - Correction thermique : 169 kWhep/m².a - Isolation par l'extérieur : 70.6 kWhep/m².a
<p>La grille de lecture multi critères tend à montrer les 2 voies les plus pertinentes sur le projet : l'axe de la correction thermique et celui de la rénovation globale en ITE.</p> <p>Du point de vue de l'efficacité des solutions, de part sa moindre complexité/cout, on peut considérer la solution correction thermique globalement plus avantageuse</p>	<p>Le DPE affiche les résultats en prenant en compte uniquement le chauffage et l'eau chaude, ramené en énergie primaire (mais sans différenciation des énergies renouvelables)</p> <p>Avec cette base, nous conviendrions que la solution de rénovation globale par l'extérieur est la seule acceptable, et que par ailleurs les 2 premières (ITI et correction thermique) se valent.</p>

On ajoutera à cela la problématique que pose aujourd'hui l'incitation des pouvoirs publics ciblant des épaisseurs d'isolation minimales, non compatibles avec le fonctionnement hygrothermique des murs en pierre. Si la réglementation thermique sur l'existant prend soin d'exclure le bâti traditionnel du champ des bâtiments à rénover, le plus souvent les grilles de lecture dont disposent les particuliers (le crédit d'impôt sur les isolants, les travaux RAGE conduits par le plan bâtiment grenelle, ou même le BBC rénovation) induisent une mise à l'écart des solutions adaptées basées sur l'amélioration du confort au profit soit de la solution « conventionnelle » et « performantielle ».

Nous rappelons enfin que les prescriptions du projet ne sont pas transposables puisque liés à l'analyse de ce projet. Par contre, les objectifs de performance peuvent servir de référence comme outil méthodologique afin que lors de la définition du programme des travaux (et donc de l'ambition de la rénovation) cela puisse donner un cadre et permettre de situer les solutions d'améliorations proposées.



CAUE de Loir-et-Cher
34 avenue Maunoury
41000 Blois
T. 02 54 51 56 50
F. 02 54 51 56 51
contact@caue41.fr