

## Projet Transversal

---

### Etude de cas n°6 : La maison ancienne de Clécy

15 JANVIER

---

Groupe n°20

Malo GALIPOT / Alexandre LEMOINE / Hugo VIARD

---

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Développement .....</b>	<b>3</b>
2.1	Analyse du sujet .....	3
2.2	Bioclimatisme et organisation des pièces.....	4
2.2.1	Changement des huisseries.....	4
2.2.2	Optimisation des énergies naturelles (soleil et eau).....	5
2.3	Isolation thermique .....	6
2.3.1	Les murs en pierres .....	6
2.3.2	Les combles/greniers .....	7
2.4	Chauffage et ventilation .....	8
2.4.1	Le poêle à granulés .....	8
2.4.2	La VMC double flux.....	9
2.5	Intégration dans l'environnement .....	9
<b>3</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Annexe.....</b>	<b>14</b>

---

# **1 Introduction**

A la suite d'une analyse précise de notre étude de cas, nous avons trouvé plusieurs pathologies à la maison. Pour y remédier nous avons choisi de refaire l'isolation complète de la maison (murs et combles/greniers), de revoir les ouvertures du bâtiment en agrandissant certaines fenêtres et en changeant, par la suite, toutes les huisseries. Nous avons choisi de changer le mode de chauffage ainsi que le mode de ventilation. Enfin nous avons pensé à faire quelques aménagements extérieurs pour répondre aux attentes des dernières normes de construction en termes de respect de l'environnement et optimisation de l'utilisation des énergies naturelles par le bâtiment.

## **2 Développement**

### **2.1 Analyse du sujet**

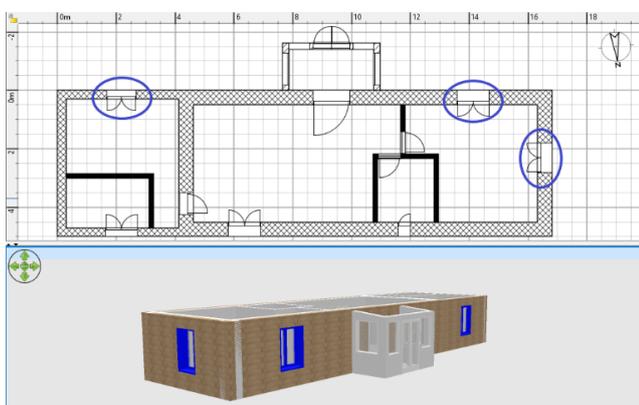
Notre travail porte sur la réhabilitation d'une maison ancienne en pierre située à Clécy, lieu-dit Suroisne. Clécy est une petite commune en Normandie et plus particulièrement du Calvados. Cette commune se trouve à environ 30 km au Sud de Caen. Elle est au cœur d'une région que l'on appelle la suisse normande et qui a comme principales caractéristiques : un relief vallonné et, en hiver, des températures plus basses que celles de la région caennaise. D'ailleurs la maison se trouve dans une petite vallée à environ 50m d'altitude. La demande du maître d'ouvrage est de réhabiliter cette vieille maison en pierre en obtenant la meilleure performance énergétique possible sans spécialement obtenir de label tels que BBC, HQE ou encore BEPOS. La maison en question est une vieille bâtisse de 1850 d'environ 85 m<sup>2</sup> de surface au sol. Le plancher bas est en terre-plein, les murs sont entièrement fait de pierres liées par de la colle à base de ciment, le plancher supérieur est en bois et est très mal isolé. En ce qui concerne la toiture, un pare-pluie a récemment était posé, mais comme le plancher, elle est très mal isolée. Pour finir le réseau de collecte des eaux pluviales est endommagé, en effet, par endroit, les gouttières sont percées. En ce qui concerne le mode de chauffage, il s'agit d'une cheminée comportant un insert et de quelques radiateurs électriques. Mais nous n'avons pas connaissance ni de la consommation en bois ni de la consommation en électricité des moyens de chauffage. Il n'y a pas du tout de système de ventilation mécanique. Mais ayant une très mauvaise isolation, la maison n'est pas du tout étanche à l'air traversant et non-traversant ce qui provoque, un énorme mouvement d'air de l'intérieur vers l'extérieur donc l'air est un minimum renouvelé et il y a

aussi un refroidissement de l'air intérieur préalablement chauffé puisque les murs en pierres ne sont pas du tout isolés donc il y a conduction, par les pierres, des calories de l'intérieur vers l'extérieur. Enfin, il nous est dit que l'isolation par l'intérieur est impossible car cela causerait des problèmes d'humidité dans la maison, c'est pourquoi nous avons opté pour une isolation par l'extérieur.

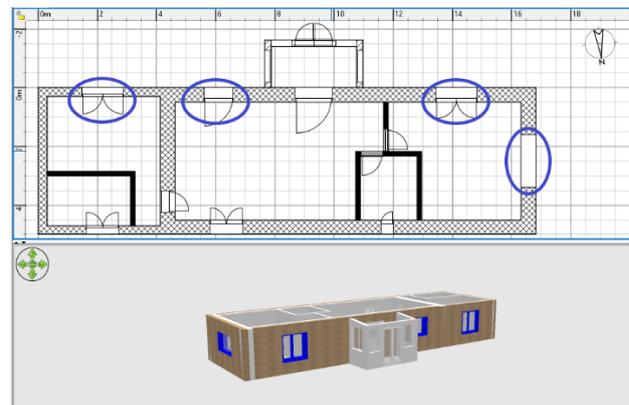
## 2.2 Bioclimatisme et organisation des pièces

### 2.2.1 Changement des huisseries

Malgré l'ancienneté de la maison, son organisation interne est plutôt correcte, avec les chambres aux extrémités Est et Ouest, la salle de bain au Nord et la partie séjour, dans laquelle on retrouve le moyen de chauffage principal, comme pièce centrale. Par ailleurs nous n'allons pas toucher non plus à la véranda qui sert d'entrée au Sud de la maison car étant massivement vitrée, elle permet en hiver de produire de la chaleur avec les rayons du soleil. Cependant il est possible d'optimiser les capacités de la maison à s'auto-réchauffer en agrandissant certaines fenêtres de la maison comme celle de la chambre 1 sur la façade à l'Est de la maison qui passe de 100 cm à 140 cm de large, celle de la chambre 2 sur la façade qui passe de 110 cm à 140 cm de large aussi, la deuxième de la chambre 2 sur le pignon à l'Ouest de la maison qui passe du fenètre double ventaux de 100 cm de large et 140 cm de haut à une fenètre fixe de 180 cm de large pour 100 cm de hauteur et, enfin, en ouvrant une nouvelle fenètre sur la façade sud, entre la chambre 1 et la véranda, mesurant 100 cm de large pour 110 cm de haut. À la suite des travaux d'agrandissement et de création d'ouvertures, toutes les surfaces vitrées seront remplacées par un double vitrage 4/16/4 ITR beaucoup plus performants.



*Fenêtres bleues avant modifications*



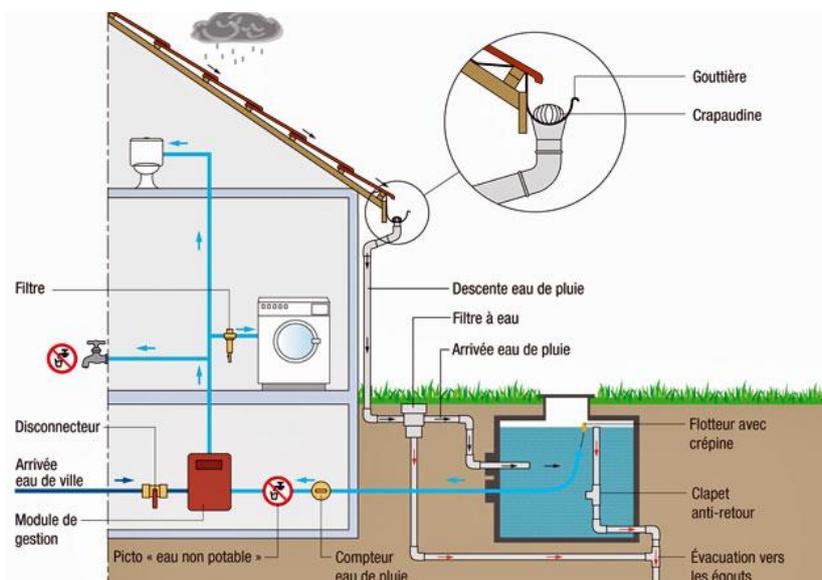
*Fenêtres bleues modifiées (agrandies ou ajoutée)*

## 2.2.2 Optimisation des énergies naturelles (soleil et eau)

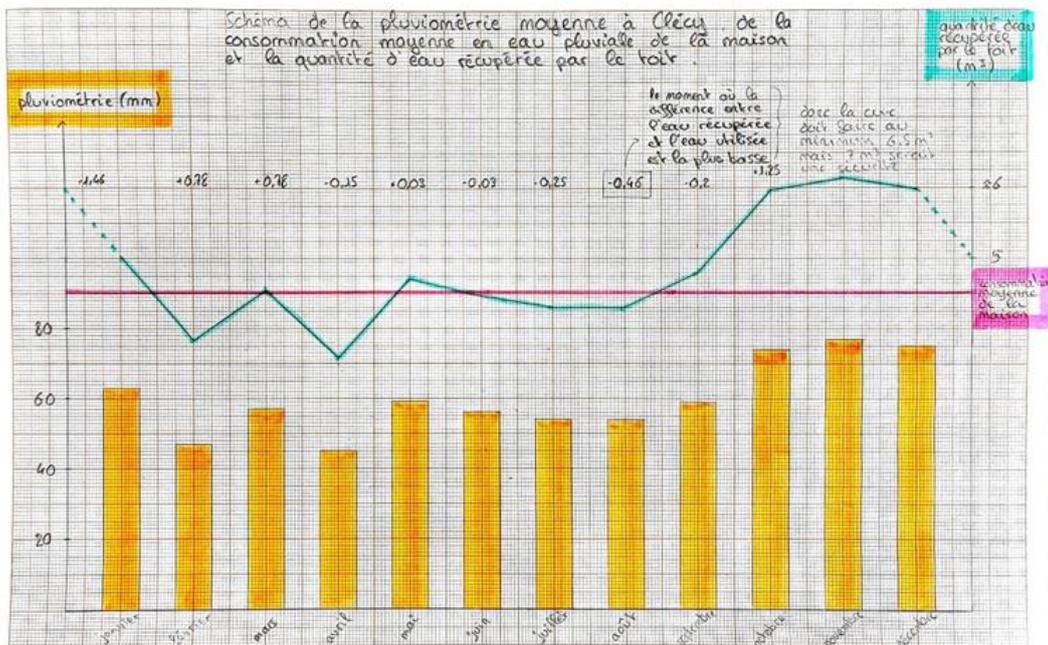
En ce qui concerne l'étage supérieur, les cloisons du grenier seront abattues pour faciliter les travaux d'isolation à effectuer puisqu'en plus ce lieu ne sera pas aménagé pour y vivre. Ensuite, comme mentionné précédemment, il n'est pas envisageable de faire une isolation des murs par l'intérieur (ITI) car cela procurerait de l'humidité dans les murs, nous avons donc dû penser à une isolation par l'extérieur (ITE). Par conséquent, la toiture devra être rallongée pour assurer une protection contre les intempéries de tous les matériaux composant l'ITE mais aussi pour protéger, en été, les fenêtres des rayons du soleil. Toujours dans le but d'optimiser le passage des rayons du soleil, les deux arbres les plus proches de la façade sud de la maison seront abattus.



Enfin, la maison sera équipée d'un système de récupération des eaux pluviales d'une capacité de 7 m<sup>3</sup> dans le but de réduire considérablement la facture d'eau mais aussi d'améliorer l'empreinte carbone de la maison. Car, effectivement, ce système permettra à la maison d'être autonome en eau pour les WC, le lave-linge et le jardin.



En effet le système choisi possède une cuve de 7m<sup>3</sup> qui nous permet donc d'avoir environ 0.5m<sup>3</sup> en plus comme sécurité. Il a été choisi grâce aux calculs basés sur la pluviométrie locale ainsi que la consommation moyenne d'un ménage de 2 adultes et sur la consommation moyenne en eau de ce ménage pour les WC, le lave-linge, le jardin et toutes autres utilisations qui ne nécessitent pas d'eau potable. (Voir les calculs en annexe)

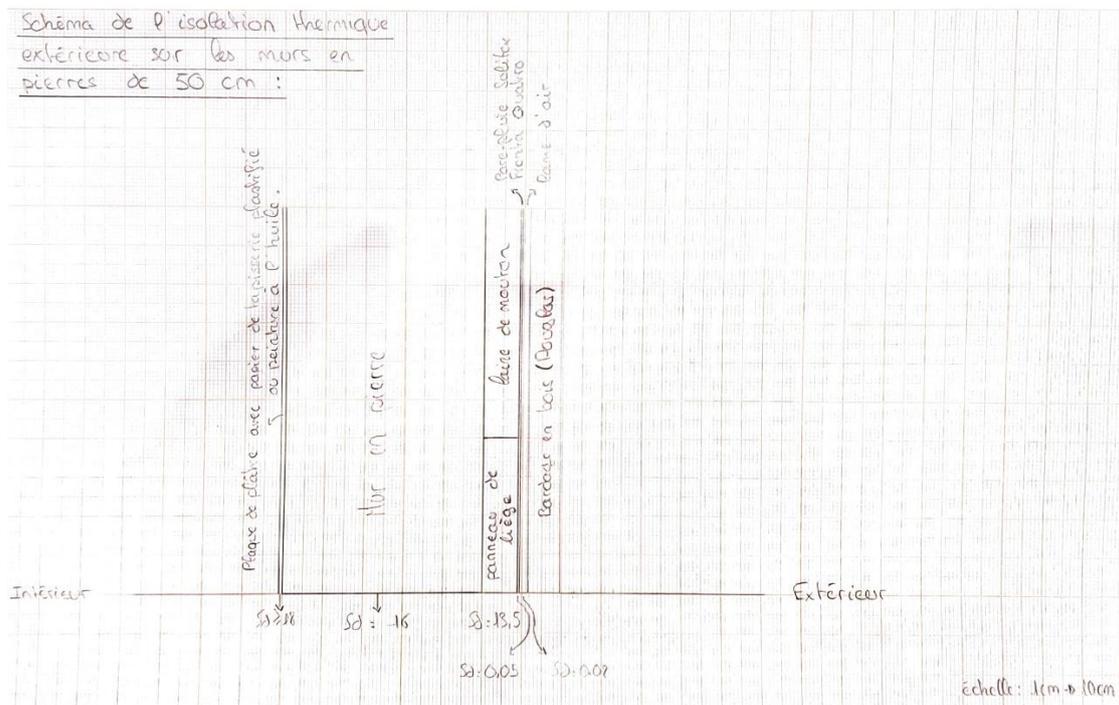


## 2.3 Isolation thermique

### 2.3.1 Les murs en pierres

Le bâtiment aura une isolation des murs par l'extérieur puisque l'isolation par l'intérieur provoquerait de graves problèmes d'humidité. Pour commencer, on retrouve à l'intérieur une plaque de pâte recouvert de papier à tapisser plastifier ou de la peinture à l'huile en guise de frein vapeur. En allant vers l'extérieur, on a ensuite le mur en pierre de 50 cm. Puis on arrive à l'isolant qui est de laine de mouton car ce matériau est un très bon isolant évidemment mais surtout il ne se dégrade pas à l'eau et il ne perd pas en capacité isolante en étant humide. D'autre part, il est très dense donc les rongeurs ne peuvent s'y infiltrer, cependant il a besoin d'un traitement contre les mites. D'autre part, à 40 cm du sol, on mettra du liège qui ira jusqu'à, environ, 1m en dessous du niveau du sol pour éviter un pont thermique par le mur, au niveau du plancher intérieur. Nous avons choisi c'est deux isolants car ce sont des matériaux naturels, recyclables et avec un bilan environnemental très satisfaisant. Après l'isolant se trouve le pare-pluie (Fronta Quatro) spécialement conçu pour être posé sous bardage et

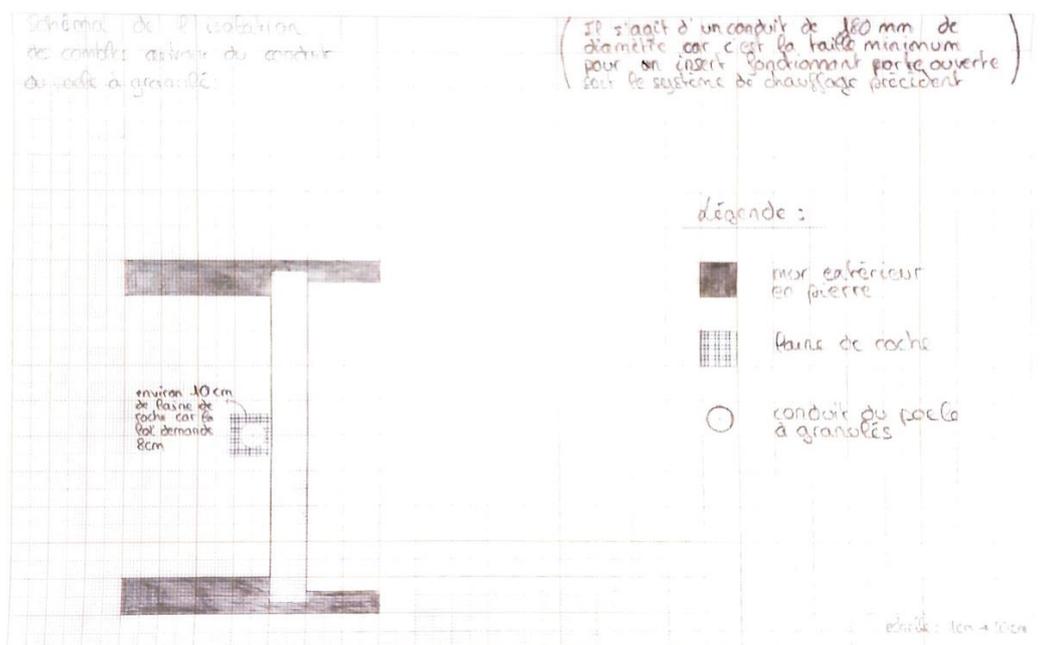
qui permet aux vapeurs venant de l'intérieur de passer. Puis, il y a une lame d'air de quelques centimètres qui permet aux vapeurs venant de l'intérieur de s'échapper car le bardage peut être trop étanche et donc ne laisserait pas passer l'humidité venant de l'intérieur de la maison. En été cette lame d'air permettra de garder une température plus fraîche devant l'isolant. Pour finir, on a le bardage en bois Douglas qui a aussi un bilan environnemental très satisfaisant car le bois provient de forêts françaises gérées durablement. Mais surtout il est très solide et assez facile à entretenir.



En ce qui concerne les murs en pierre de 30 cm d'épaisseur, il s'agit des mêmes matériaux mais avec des épaisseurs différentes pour respecter la continuité du Sd. Par ailleurs, un raccordement sera fait au niveau de la véranda pour avoir une continuité de l'isolation. Pour finir avec l'isolation du rez-de-chaussée, comme mentionné précédemment, toutes les fenêtres seront changées car les fenêtres qu'avaient la maison étaient des doubles vitrages 4/12/4 et représentées quand même 7% des pertes thermiques de la maison. Et donc, les fenêtres qui vont être posées sont des doubles vitrages 4/16/4 ITR beaucoup plus performantes et seront posées au niveau de la couche d'isolant de l'ITE pour éviter les zones d'ombre dû à cette épaisseur supplémentaire et pour assurer une continuité de l'isolation tout autour du bâtiment.

### 2.3.2 Les combles/greniers

En ce qui concerne l'isolation de combles/greniers, tous les vieux isolants du sol et des rampants seront retirés mais la membrane pare-pluie de type feutre bitumeux sera gardée. Au sol, ce sera remplacé par de la ouate de cellulose en vrac déversé qui sera épandue sur deux couches différentes, l'une au-dessus de l'autre et l'une perpendiculaire à l'autre pour éviter tous ponts thermiques. Nous avons choisi cet isolant car ce n'est pas excessivement cher, la pose est simple et le bilan environnemental est bon. Et pour des raisons règlementaires, nous allons mettre un isolant ininflammable tel que la laine de roche sur au moins 10 cm autour du conduit du poêle à granulés.



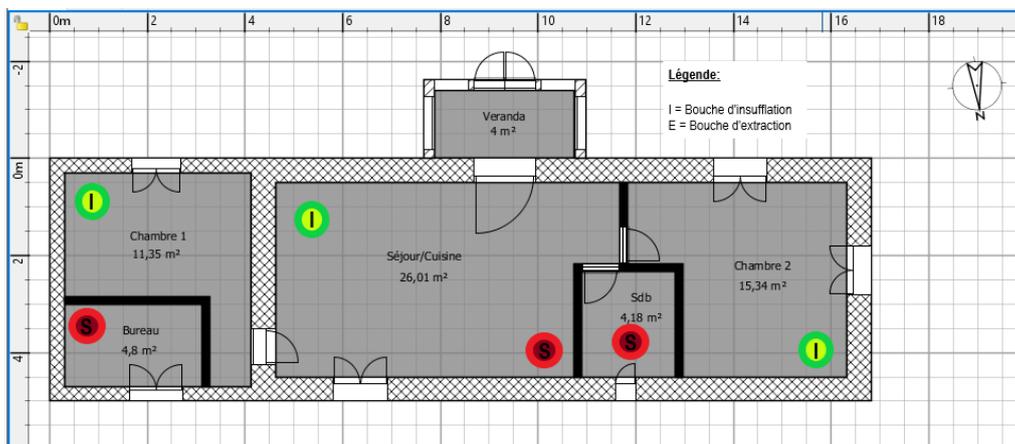
## 2.4 Chauffage et ventilation

### 2.4.1 Le poêle à granulés

La maison est équipée d'un insert à bois dans la pièce principale de vie, nous avons décidé de conserver ce moyen de chauffage en le modernisant via un poêle à granulés. Le poêle à granulés est une bonne solution pour remplacer un insert car le poêle peut être, selon les options, commandé à distance via une télécommande ou une application ce qui permet de régler la durée du chauffage et de le couper quand personne n'est au domicile ou bien de l'allumer pour que le domicile soit à bonne température quand les occupants rentrent du travail le soir. Enfin une option de thermostat existe, celui-ci permet de gérer le chauffage de manière automatique en le coupant une fois la température choisie atteinte et en le rallumant quand la température chute de trop. Pour une maison rénovée et atteignant un équivalent d'une maison RT2005, il faut 800W pour 10m<sup>2</sup> soit 8 kW pour 100m<sup>2</sup>. Ici notre maison à une surface au sol de 64.46m<sup>2</sup>, il faut donc un poêle ayant une puissance de 5.2kW au minimum pour la chauffer correctement sans avoir une surconsommation de granulés. De plus le granulé est un moyen de chauffage peu coûteux car un sac de 15kG coûte autour de 5€ et avec un sac de ce type, nous pouvons chauffer la maison pour plus de 10h car un poêle à 6kW consomme 1.5kG de granulés par heure soit pour un sac de 15kG c'est 10h de chauffage au totale. Donc le rendement énergie produite et coût de fonctionnement est rentable pour le propriétaire.

## 2.4.2 La VMC double flux

La maison ne possède pas de VMC nous proposons donc de mettre une VMC double qui sera mise en place des pièces sèches vers les pièces humides. Les pièces sèches auront une bouche d'insufflation pour faire une légère surpression qui permettra de garder l'humidité dans les pièces humides telles que la salle de bain et la cuisine. Qui, quant à elles, auront une bouche d'extraction qui permettra d'évacuer l'air humide vers l'extérieur de la maison. Malheureusement l'import d'air extérieur apporte de l'air frais et l'extraction évacue de l'air chaud donc l'avantage de la VMC double flux est que les deux circuits d'air se croisent dans un échangeur de chaleur ainsi l'air entrant dans la maison est réchauffé avant d'arriver dans les pièces de la maison et donc l'air sortant absorbe le froid avant d'être rejeté par la bouche de rejet d'air vicié.



## 2.5 Intégration dans l'environnement

La RT2012 (réglementation thermique française) impose, depuis 2012, aux maisons individuelles, l'utilisation d'énergies renouvelables. Pour respecter cette réglementation, nous allons donc effectuer des aménagements à l'extérieur de la maison, plus précisément au niveau de son toit. Nous souhaitons d'abord couper les deux arbres situés au sud de la maison pour mieux faire passer la lumière du soleil et ainsi pouvoir installer des panneaux photovoltaïques. Nous voulons aussi mettre une éolienne à axe verticale sur le toit.

D'abord nous avons pensé à utiliser des panneaux hybrides produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur pour la maison, pour une meilleure performance énergétique. Cela n'est finalement pas nécessaire puisque nous prévoyons d'installer un poêle à granulés au rez-de-chaussée. Nous allons donc simplement utiliser des panneaux photovoltaïques. L'installation de ces panneaux se mesure en kWc (kilo-watt-crête). Cela correspond à la puissance maximale de production dans des conditions optimales. La météo n'étant pas la même selon les zones géographiques, 1 kWc n'aura donc pas la même valeur partout en France. Dans notre cas, à Clécy, dans le Calvados, 1 kWc peut produire

---

environ 900kWh par an. Aussi, un panneau basique a une surface d'1,8m<sup>2</sup> et, de plus, on nous a conseillé d'installer au moins 12m<sup>2</sup> de panneaux sur notre maison. Nous allons donc en poser 7 (1,8[m<sup>2</sup>] x 7 = 12,6 m<sup>2</sup>). D'après quelques sources, 7 panneaux auraient au total une puissance d'installation d'environ 2,6 kWc. Dans des conditions optimales, on aurait donc une production de 2340 kWh/an (2,6[kWc] x 900 [kWh/kWc/an] = 2340 kWh/an).

On ne connaît pas vraiment le besoin en électricité de la maison car il n'est pas précisé dans l'énoncé. Mais si les panneaux photovoltaïques ne suffisaient pas à alimenter en électricité la maison, alors on ajouterait sur le toit une éolienne domestique à axe verticale. Elle a des avantages par rapport à une éolienne à axe horizontale : elle est moins encombrante et moins bruyante.

### **3 Conclusion**

En conclusion, pour cette maison en pierre, nous avons pu proposer plusieurs idées de rénovation ayant comme objectif d'obtenir la meilleure performance énergétique possible. La maison, construite en 1850, a de nombreux défauts à corriger. Pour résumer, on devait refaire l'enveloppe isolante entière de ce bâtiment. Pour cela nous avons essayé d'utiliser le plus souvent possible des matériaux innovants et écologiques. Ensuite, nous avons cherché à nous montrer respectueux de l'environnement sur plusieurs aspects tels que l'eau, l'électricité, la ventilation ou encore le chauffage. En optimisant l'utilisation des énergies naturelles qui cohabitaient autour de la maison.

Pour finir, malgré quelques imprécisions dans l'énoncé, ce premier projet a été intéressant à traiter et à travailler en équipe. Il nous a incité à faire bon nombre de recherches pour développer nos idées et ainsi en apprendre un peu plus sur les bâtiments en général. Nous aurions pu aborder le sujet bien différemment encore avec d'autres méthodes d'isolation, d'autres matériaux, d'autres aménagements intérieurs et extérieurs. En quelques sortes, la solution que nous avons choisie était loin d'être la seule mais c'est celle qui nous a semblé être la plus appropriée aux contraintes que l'on avait et la plus correcte écologiquement et économiquement.

---

## 4 Bibliographie

Tout d'abord, nous avons utilisé les différents documents qui nous ont été mis à disposition par l'intervenant tels que les 3 PDF :

- ⇒ [https://ecampus.esitc-caen.fr/pluginfile.php/43501/mod\\_resource/content/0/TC1\\_PT\\_Eco-construction.pdf](https://ecampus.esitc-caen.fr/pluginfile.php/43501/mod_resource/content/0/TC1_PT_Eco-construction.pdf)
- ⇒ [https://ecampus.esitc-caen.fr/pluginfile.php/43502/mod\\_resource/content/0/TC1\\_PT\\_Bioclimatisme.pdf](https://ecampus.esitc-caen.fr/pluginfile.php/43502/mod_resource/content/0/TC1_PT_Bioclimatisme.pdf)
- ⇒ [https://ecampus.esitc-caen.fr/pluginfile.php/43500/mod\\_resource/content/0/TC1\\_PT\\_Ventilation.pdf](https://ecampus.esitc-caen.fr/pluginfile.php/43500/mod_resource/content/0/TC1_PT_Ventilation.pdf)

Ensuite, nous avons fait des recherches sur les méthodes d'isolation des murs anciens en pierre et, par la suite, nous nous sommes penchés sur l'isolation par l'extérieur des murs anciens en pierre :

- ⇒ <https://isolation.ooreka.fr/astuce/voir/329299/isolation-d-un-mur-en-pierre>
- ⇒ <https://arcoseblog.files.wordpress.com/2016/05/isolation-des-murs-anciens-arcphi.pdf>
- ⇒ <https://www.cmesmat.fr/actualites-conseils/comment-bien-isoler-un-mur-en-pierre>
- ⇒ <https://www.picbleu.fr/page/a-quoi-sert-le-pare-vapeur-ou-frein-vapeur-pour-isoler>
- ⇒ <https://www.lamaisonsaintgobain.fr/facades/conseils/avant-de-vous-lancer-dans-les-travaux-de-facades/quel-type-de-bardage-choisir>

Lorsque nous avons eu rassemblé assez d'informations pour comprendre comment faire une isolation par l'extérieur. Nous nous sommes mis à la recherche du meilleur compromis entre le prix, la qualité, le dimensionnement et le bilan environnemental des différents matériaux présents sur le marché pour tous les éléments de l'ITE (isolant, bardage, etc.) :

- ⇒ <https://www.picbleu.fr/page/tableau-comparatif-dephasage-des-isolants-thermiques#:~:text=8.-,Le%20d%C3%A9phasage,surtout%20avec%20le%20r%C3%A9chauffement%20climatique.>
- ⇒ <https://www.picbleu.fr/page/comparatif-prix-isolant-thermique-pas-cher-pour-bien-isoler>
- ⇒ <https://www.materiaux-naturels.fr/produit/665-frein-vapeur-proclima-da-75m->
- ⇒ <https://www.toutsurlisolation.com/laine-de-mouton>
- ⇒ <http://fred.elie.free.fr/laine.pdf>
- ⇒ <https://www.quellenergie.fr/magazine/isolation/isolation-quelle-laine-choisir/>
- ⇒ <https://www.nature-bois-concept.com/fr/bardage-bois/traditionnel/douglas/>
- ⇒ <https://fr.proclima.com/produits/etancheite-exterieur/solitex-fronta-quattro/caracteristiques-techniques>
- ⇒ <https://www.materiaux-naturels.fr/produit/1103-pare-pluie-fronta-quattro-pare-pluie-sous-bardage-clairevoie>
- ⇒ [http://www.aldeau.com/ouvrages\\_libres/15.pdf](http://www.aldeau.com/ouvrages_libres/15.pdf)
- ⇒ <https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/CI03-02.pdf>

---

En même temps, nous nous sommes intéressés au choix des isolants des combles/greniers. A savoir, qu'une des problématiques rencontrées pour le choix des isolants des murs n'a pas été aussi contraignante pour le choix des isolants des combles/greniers. Il s'agit du dimensionnement de l'isolant et plus particulièrement de l'épaisseur puisqu'on n'aménageait pas les combles/greniers. Les liens des sites internet consultés sont les suivants :

- ⇒ <https://www.toutsurlisolation.com/ouate-de-cellulose#:~:text=La%20ouate%20de%20cellulose%20est,l'isolation%20acoustique%20du%20b%C3%A2timent.>
- ⇒ <https://forums.futura-sciences.com/habitat-bioclimatique-isolation-chauffage/168317-isolation-de-combles-conduit-de-cheminee.html>
- ⇒ <https://www.leroymerlin.fr/multimedia/da4905489video-comment-tuber-un-conduit-de-cheminee.pdf>
- ⇒ <https://www.conduit-cheminee.fr/conseils-techniques/conduit-cheminee-cc-diametre-interieur-exterieur>
- ⇒ <http://www.energissime.fr/particuliers/solutions-techniques/isolation-des-toitures-des-murs-et-des-sols/les-materiaux-disolation/>

L'isolation, du plancher haut et des murs, terminée, nous avons donc suivi les indications fournies par notre sujet, et, nous avons décidé de changer les huisseries. Nous en avons donc profité pour agrandir certaines ouvertures et pour en ajouter une nouvelle. Nous avons simplement fait des plans à l'aide d'un logiciel de modélisation : « Sweet Home 3D » et consulté un site pour avoir les dimensions standards des fenêtres.

- ⇒ [https://www.m-habitat.fr/fenêtres/pose-d-une-fenêtre/dimensions-d-une-fenêtre-quelles-sont-les-tailles-standard-4667\\_A](https://www.m-habitat.fr/fenêtres/pose-d-une-fenêtre/dimensions-d-une-fenêtre-quelles-sont-les-tailles-standard-4667_A)

Une fois l'isolation, des murs, du toit et des ouvertures, revue, le bâtiment était complètement hermétique à l'air traversant. Nous avons donc pu nous pencher sur le système de ventilation qui, par la suite, manquerait à la maison étant donné qu'elle serait devenue totalement étanche à l'air. Pour cela nous avons utilisé principalement le site internet suivant ainsi que le PDF sur la ventilation, voici le lien du site :

- ⇒ [https://conseils-thermiques.org/contenu/vmc\\_double\\_flux.php#:~:text=Etudier%20le%20volume%20de%20la,hauteur%20d'environ%201%20m%C3%A8tre.](https://conseils-thermiques.org/contenu/vmc_double_flux.php#:~:text=Etudier%20le%20volume%20de%20la,hauteur%20d'environ%201%20m%C3%A8tre.)

---

Ensuite, nous avons cherché un système de chauffage puisque celui installé n'était pas très performant mais surtout il causait de grosses pertes énergétiques. Nous avons consulté différentes pages du site suivant :

- ⇒ [https://conseils-thermiques.org/contenu/poele\\_granule.php](https://conseils-thermiques.org/contenu/poele_granule.php)
- ⇒ <https://conseils-thermiques.org/contenu/puissance-poele-granule.php>

Enfin, nous nous sommes interrogés sur l'installation de différents systèmes permettant de mieux intégrer la maison dans l'environnement et d'optimiser l'utilisation des énergies naturelles telles que le soleil et l'eau. Pour cela nous avons utilisés différents sites, voici les liens :

- ⇒ <http://www.calvados.gouv.fr/IMG/pdf/RapportDepartementalAEP2014-2.pdf>
- ⇒ <https://www.terre-net.fr/meteo-agricole/historique-consultation/clecy/3024695>
- ⇒ <https://planificateur.a-contresens.net/europe/france/normandie/clecy/3024695.html>
- ⇒ [https://www.google.com/search?q=unit%C3%A9+de+la+pluviom%C3%A9trie&rlz=1C1ZKTG\\_frFR830FR830&oq=unit%C3%A9+de+la+pluviom%C3%A9trie&aqs=chrome..69i57j0i22i30.6786j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=unit%C3%A9+de+la+pluviom%C3%A9trie&rlz=1C1ZKTG_frFR830FR830&oq=unit%C3%A9+de+la+pluviom%C3%A9trie&aqs=chrome..69i57j0i22i30.6786j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- ⇒ [https://www.cieleo.com/blog/index/billet/4033\\_comment-determiner-le-volume-de-ma-cuve-d-eau-de-pluie#:~:text=Passons%20aux%20calculs%20%3A,an%20%3D%20150%20m3%2Fan](https://www.cieleo.com/blog/index/billet/4033_comment-determiner-le-volume-de-ma-cuve-d-eau-de-pluie#:~:text=Passons%20aux%20calculs%20%3A,an%20%3D%20150%20m3%2Fan)
- ⇒ [https://citizenpost.fr/quest-ce-que-leco-construction/#Ecoconstruction\\_liste\\_des\\_labels\\_et\\_normes\\_francaises](https://citizenpost.fr/quest-ce-que-leco-construction/#Ecoconstruction_liste_des_labels_et_normes_francaises)
- ⇒ <https://eolienne.ooreka.fr/comprendre/eolienne-verticale>
- ⇒ <https://terresolaire.com/Blog/rentabilite-photovoltaique/calcul-surface-panneau-solaire/>
- ⇒ <https://www.hellowatt.fr/panneaux-solaires-photovoltaiques/production-panneaux-solaires>

Par ailleurs, tous les schémas ou les images n'étant pas des plans et dont la source n'est pas mentionnée dans cette bibliographie proviennent de recherches sur « Google Image ».

## 5 Annexe

54500 L/an  $\rightarrow$  4542 L/mois

surface du  
projeté au  
sol P du toit  
 $\downarrow$

pluviométrie  
de Clécy  
 $\downarrow$

4,542 m<sup>3</sup>/mois  
ce dont on  
a besoin

Jan =  $79,75 \times 0,063 = 5,021 \text{ m}^3$

Fev =  $79,75 \times 0,048 = 3,828 \text{ m}^3$

Mars =  $79,75 \times 0,057 = 4,54 \text{ m}^3$

Avril =  $79,75 \times 0,045 = 3,59 \text{ m}^3$

Mai =  $79,75 \times 0,059 = 4,70 \text{ m}^3$

Juin =  $79,75 \times 0,056 = 4,46 \text{ m}^3$

Juill =  $79,75 \times 0,054 = 4,30 \text{ m}^3$

Août =  $79,75 \times 0,054 = 4,30 \text{ m}^3$

Sept =  $79,75 \times 0,060 = 4,78 \text{ m}^3$

Oct =  $79,75 \times 0,075 = 5,98 \text{ m}^3$

Nov =  $79,75 \times 0,077 = 6,14 \text{ m}^3$

Dec =  $79,75 \times 0,075 = 5,98 \text{ m}^3$