

Mémoire de fin d'études : "La rénovation énergétique d'un bâtiment patrimonial classé en milieu rural. Etude de cas : l'ancien presbytère de Rachamps."

Auteur : Winkin, Mathilde

Promoteur(s) : Nelles, Norbert

Faculté : Faculté d'Architecture

Diplôme : Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

Année académique : 2018-2019

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/6887>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



LA RENOVATION ENERGETIQUE D'UN BATIMENT PATRIMONIAL CLASSE EN MILIEU RURAL

Etude de cas : l'ancien presbytère de Rachamps

Promoteur : Norbert NELLES
Mémoire présenté par : Mathilde WINKIN

Année académique 2018-2019
ULiege - Faculté d'Architecture



UNIVERSITE DE LIEGE - FACULTE D'ARCHITECTURE

LA RENOVATION ENERGETIQUE D'UN
BATIMENT PATRIMONIAL
CLASSE EN MILIEU RURAL

Etude de cas : l'ancien presbytère de Rachamps

Travail de fin d'études présenté par Mathilde WINKIN en vue de l'obtention
du grade de Master en Architecture

Sous la direction de : Norbert NELLES

Année académique 2018-2019

Axe(s) de recherche : haute qualité construite

«Chaque situation est unique, chaque lieu a sa propre vie, son passé, ses souvenirs et sa mémoire, qui peuvent être rendus conscients par l'architecture ou flous et effacés.

Trouver ou inventer des liens au lieu, à la région, au paysage.

Il faut écouter les lieux, s'interroger sur leur passé, connaître leur environnement, étudier la topographie, le soleil, la lumière et la dureté ou la douceur des ombres, percevoir les odeurs et la réverbération de la rue, ressentir le feuillage des arbres et la pluie dégoulinante, capter les regards et comprendre les gens qui vivent ici.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement mon promoteur Monsieur Norbert Nelles pour son engagement enthousiaste, ses corrections attentives, sa disponibilité et ses nombreux conseils enrichissants tout au long de ce travail.

Un grand merci à Serge et Marianne qui m'ont ouvert les portes de leur magnifique maison, qui ont répondu à mes questions quand j'en avais besoin et qui m'ont permis de découvrir leur univers.

Merci à ma maman pour ses nombreuses relectures, pour son intérêt envers mon travail.

Enfin, mes derniers remerciements vont à mes proches qui n'ont cessé de me soutenir tout au long de mes études et de la réalisation de ce travail.

Table des matières

INTRODUCTION	11
1 Introduction	13
2 Choix du sujet	14
3 Méthodologie et limites	15
PARTIE I	18
1 Concepts généraux	19
1.1 Ruralité	21
1.2 Patrimoine	22
1.3 Rénovation énergétique	22
1.3.1 Définition	22
1.3.2 Objectif et motivation	22
1.3.3 Vers la rénovation basse énergie	23
2 Mise en contexte	25
2.1 Le village	27
2.2 Histoire du presbytère	29
3 Étude architecturale	31
3.1 Plan et typologie	35
3.2 Matériaux extérieurs	35
3.2.1 Murs extérieurs	35
3.2.2 Baies de fenêtres et de portes	37
3.2.3 Menuiseries extérieures	37
3.2.4 Toiture	39
3.3 Matériaux intérieurs	39
3.3.1 Murs intérieurs	39
3.3.2 Planchers	39
3.3.3 Menuiseries intérieures	41
3.3.4 Mesures de protection	41
4 Première restauration	43
4.1 État général de la maison avant restauration	44
4.2 Préoccupations énergétiques de l'époque	44
4.3 Interdictions incluses dans le classement du presbytère	44
4.4 Éléments à valeur patrimoniale préservés dans le cas du presbytère	45
4.5 Interventions et mises en œuvre	47
4.5.1 Assainissement	47
4.5.2 Fondations	47
4.5.3 Restauration de la façade	47
4.5.4 Restauration de la toiture	51
4.5.5 Travaux intérieurs	51
4.5.6 Restauration des menuiseries intérieures	53
4.5.7 Restauration des menuiseries extérieures	53

PARTIE II : Étude d'hypothèses de rénovation énergétique	54
1 Diagnostic patrimonial – critères objectivables	55
1.1 Réaliser des travaux sur un bien classé	56
1.2 Les outils – La grille de Nara	56
2 Diagnostic énergétique – critères quantifiables	61
2.1 Exigences à satisfaire en rénovation énergétique	62
2.1.1 Performance thermique d'une paroi	62
2.1.2 Ponts thermiques	63
2.1.3 Condensations internes et moisissures	63
2.1.4 Confort d'été / surchauffe	64
2.2 Les outils	65
2.3 Définitions utiles	65
2.4 Les points faibles de la maison selon les propriétaires	66
2.5 Diagnostic des parois existantes	67
2.5.1 Mur extérieur existant	68
2.5.2 Toiture existante	72
2.5.3 Plancher sur sol existant	76
2.5.4 Plancher sur cave existant	80
2.5.5 Fenêtres existantes	83
2.6 Synthèse et bilan énergétique actuel	84
3 Types d'interventions selon les diagnostics	85
3.1 Murs extérieurs	86
3.1.1 Isolation par l'intérieur – enveloppe interrompue	86
3.1.1.1 Incidence sur les dimensions patrimoniaux	86
3.1.1.2 Incidence sur les critères énergétiques	90
3.1.2 Isolation par l'extérieur – enveloppe continue	96
3.1.2.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine	96
3.1.2.2 Incidence sur les critères énergétiques	98
3.2 Plancher du rez-de-chaussée	100
3.2.1 Isolation entre les lambourdes du plancher	100
3.2.1.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine	100
3.2.1.2 Incidence sur les critères énergétiques	102
3.2.2 Rehaussement du plancher par l'ajout d'une couche isolante	106
3.2.2.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine	106
3.2.2.2 Incidence sur les critères énergétiques	108
3.2.3 Isolation du plafond de la cave	110
3.3 Isolation du plancher du grenier	110
3.3.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine	110
3.3.2 Incidence sur les critères énergétiques	112
3.4 Toiture	114
3.4.1 Isolation par l'intérieur	114
3.4.1.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine	114
3.4.1.2 Incidence sur les critères énergétiques	118
3.4.2 Isolation par l'extérieur	121
3.4.2.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine	121
3.4.2.2 Incidence sur les critères énergétiques	124

3.5	Fenêtres	126
3.5.1	Incidence sur les dimensions du patrimoine	126
3.5.2	Incidence sur le bilan énergétique	126
4	Synthèse des différents types d'interventions	129
	Conclusion	133
	Bibliographie	139
	Iconographie	142
	Annexes	143



introduction

Introduction

Depuis quelques années, la réduction de la consommation d'énergie des bâtiments existants est devenue une priorité. Les politiques européennes, nationales et régionales concernées ont pour objectif la réduction de leur consommation d'énergie et des émissions de CO₂ pour 2050.

Tant pour des raisons historiques que culturelles, une grande majorité du bâti est ancien et inefficace au point de vue énergétique en Belgique. 35 % des émissions de gaz à effet de serre sont causées par la consommation de chauffage de ces bâtiments. Or aujourd'hui, les nouvelles constructions visent des performances énergétiques passives, voir des consommations nulles. Elles ne modifient pas le bilan global de l'ensemble du bâti à cause du faible rythme de renouvellement des bâtiments en Belgique.

Les besoins en matière de logement ont fortement évolué par rapport aux siècles précédents et le nombre de ménages ne cesse d'augmenter.

Les formes de bâti déjà établies font partie de l'écriture de l'histoire, elles peuvent être appelées « patrimoine architectural », d'autres « évolution du bâti ». Ces formes sont transmises de génération en génération avec la volonté de transmettre la mémoire des diverses évolutions qu'a subi le territoire. Dans une optique de continuité, les générations suivantes écriront elles aussi leur évolution et leur histoire sur ce territoire. Utiliser le patrimoine, architectural et immobilier, des logements ne répondant plus aux demandes actuelles pour le modifier afin qu'ils puissent bénéficier d'une seconde vie fait entrer le scénario de rénovation dans une pensée de développement durable et de respect des traces du passé.

Cependant, la prise en compte du patrimoine et plus particulièrement du patrimoine classé nécessite de faire des compromis. Les éléments protégés comme les façades constituent encore aujourd'hui des barrières esthétiques pour lesquelles il n'existe pas encore de solutions techniques adaptées. On ne pourra pas atteindre les mêmes performances qu'avec un bâtiment passif même s'il est possible de, ponctuellement, contourner ces difficultés. D'un autre côté, si la réglementation patrimoniale constitue un frein évident à l'amélioration des performances énergétiques, il est aussi nécessaire de trouver des solutions afin de garantir une affectation à ces bâtiments qui durera dans le temps et qui augmentera leur valeur d'usage.

Choix du sujet

Le choix du sujet d'un travail de fin d'études n'est pas à prendre à la légère. Pour que le travail à réaliser soit motivant et riche en apprentissages, il est selon moi, primordial que ce choix se fasse en lien avec ma personnalité et ma façon d'envisager ma future activité professionnelle, mon métier d'architecte.

Je suis née et j'ai toujours grandi dans un paysage ouvert et vert, au contact de la nature. Les grands espaces ont accueilli mes jeux d'enfants, partagés avec les voisins ou les enfants de l'école de mon village. La pelouse, maintes fois transformée en terrain de foot et les haies en abri, lors des parties de cache-cache.

Ces dernières années, passant la semaine à Liège pour mes études, il s'est toujours avéré important pour moi de rentrer chez moi, chaque week-end. Un retour vers le milieu rural, vers une organisation et un mode de vie, bien différents de ceux de la ville. Il m'apparaît donc comme une évidence de parler de ce petit village ardennais nommé Rachamps, situé dans la commune de Bastogne.

Le village est connu pour avoir figuré parmi les plus beaux villages fleuris de Wallonie, et parce que l'A.S.B.L « Bocage ardennais » y a planté près de 15 000 arbres pour former des haies vives qui protègent les champs et les pâturages contre les vents froids de l'hiver et abritent une grande variété d'espèces animales. Mais également, parce que ce hameau est riche de trois édifices classés, formant un ensemble avec les terrains qui les entourent : un cas rare en Wallonie. L'un des édifices classés est une maison dont la date de construction est estimée aux environs de 1751. Elle a été afin d'y recevoir les Jésuites du Collège de Luxembourg. Elle fut ensuite réaffectée en presbytère, puis laissée à l'abandon en 1956 avant d'être rénovée, en 1994, en maison d'habitation.

Toute petite déjà, cet édifice a marqué mon esprit. Niché dans un écrin de verdure, protégé par l'ombre de l'église, on y accède par un chemin de pierre en longeant le mur du cimetière. La haute bâtisse est le décor rêvé pour un enfant qui laisse vagabonder son imagination. Plus tard, c'est le côté historique du lieu, trace du passé, qui a attiré l'adolescente. Ma première visite intérieure du bâtiment fut une découverte très particulière, l'arrivée dans un lieu chargé d'histoire. C'est donc tout naturellement que depuis mon entrée à la Faculté d'Architecture de Liège, je pose un regard neuf sur ce village et son caractère particulier, mais aussi et surtout sur l'ancien presbytère et sa désignation de « bâtiment classé ». Un lieu fascinant et attirant.

L'atelier avec Norbert Nelles, Luc Mabile et Virginie Pigeon qui est y est donné, m'a directement plongé dans la thématique de la ruralité, me permettant d'être à l'aise avec les notions qui y font référence.

Ensuite, le projet d'option « empreinte environnementale » de Fabienne Courtejoie et Olivier Henz a rapproché le sujet de mon mémoire de l'enjeu des performances énergétiques lorsque j'étais en Master 1.

Enfin, l'option patrimoine choisie en Master 2 m'a réconfortée dans le choix de ce

sujet puisque j'ai pu acquérir la méthodologie quant à la restauration d'un bâtiment, un vocabulaire correct dans la définition d'un bien patrimonial ainsi que la capacité de déceler les différents problèmes et pathologies lors d'une restauration.

Concilier ces deux thématiques, la rénovation énergétique et le respect du patrimoine protégé, ce qui semble presque contradictoire, a donc éveillé mon intérêt.

Beaucoup de recherches antérieures ont déjà été entreprises afin de découvrir et comprendre ce qui a déjà été réalisé en matière de rénovation de logements en milieu rural. Ma volonté, au travers de ce travail, sera de pousser le questionnement encore plus loin et de tenter d'y répondre au travers d'un cas de bâtiment au patrimoine intérieur et extérieur protégé ainsi que de chercher à développer tout son potentiel afin de répondre aux évolutions actuelles en matière de logement.

Ces études viseront à apporter des propositions de pistes, voire des solutions pour une rénovation optimale qui prend autant en compte le patrimoine existant, que les besoins énergétiques et environnementaux actuels tout en respectant l'architecture héritée de nos ancêtres.

Méthodologie et limites

Deux grandes parties scinderont ce travail d'étude. Dans la première partie plutôt théorique, des concepts généraux de la ruralité, du patrimoine et de la rénovation énergétique seront abordés afin de fixer le cadre de recherche. Le presbytère sera replacé dans son contexte pour ensuite mieux comprendre son histoire et son architecture. Cette dernière fera l'objet d'une étude approfondie qui abordera le plan, la matérialité, les contraintes techniques de la bâtisse, mais aussi et surtout les éléments protégés par l'appellation « bâtiment patrimonial classé intérieur et extérieur ». Cette mention guidera tout le projet de rénovation. Il est donc primordial de reconnaître tous les éléments protégés de la maison afin d'apporter une réponse adaptée aux besoins d'aujourd'hui et de demain en matière de logement sans altération des traces du passé. La restauration de 1994 est aussi une étape importante à prendre en compte dans l'analyse architecturale. Elle met en avant les différentes pathologies et points faibles de la maison, ainsi que les préoccupations énergétiques de l'époque.

La seconde partie, plus pratique et analytique, abordera la rénovation énergétique et comment trouver des solutions et répondre par des alternatives aux différents problèmes et constats soulevés dans la première partie. Le tout, en respectant le patrimoine et en visant un objectif d'économie d'énergie.

Le champ d'application d'une rénovation énergétique est très large, il passe par l'isolation thermique, la ventilation, le chauffage et l'électricité. Pour éviter de survoler sommairement l'ensemble de ces types de rénovation et dans le but d'atteindre des résultats et des solutions précises proches de la réalité, ce mémoire traitera uniquement de l'isolation thermique. Cela semble être l'approche la plus nécessaire et la plus fondamentale dans l'amélioration énergétique du presbytère.

Afin de donner des critères patrimoniaux objectivables et des critères énergétiques quantifiables, un diagnostic patrimonial et un diagnostic énergétique seront réalisés sur l'ensemble du presbytère dans son état actuel grâce à différents outils. Ensuite, différents types d'interventions sur chaque paroi seront étudiés sur base de ces mêmes critères, mais aussi en fonction de l'étude architecturale et des matériaux utilisés, des vices et problèmes présents aujourd'hui et des souhaits des propriétaires.

Tous les résultats seront quantifiés par des marqueurs allant de 1 à 4. Le 1 étant un bon résultat et le 4 étant un mauvais résultat. Ils seront ensuite rassemblés dans un tableau à double entrée mettant en relation les différents critères patrimoniaux et énergétiques ainsi que les types d'intervention étudiés en amont. Ce tableau de résultats permettra d'avoir une vision d'ensemble sur toutes les interventions d'isolation possibles dans le presbytère et leur impact, positif ou négatif sur l'amélioration des performances thermiques et sur le respect du patrimoine. De cette manière, apparaîtront la ou les solutions les plus conciliantes mais aussi certaines incohérences entre les obligations d'un bâtiment à basse énergie et les contraintes liées au classement.

Une des volontés, au travers de ce travail, est de donner des réponses et des solutions aux propriétaires quant à une amélioration énergétique de leur maison. La lecture des nombreux graphiques et l'utilisation d'un vocabulaire propre au jargon des architectes peuvent s'avérer être une tâche ardue pour les personnes non initiées. C'est pourquoi, pour chaque analyse d'intervention suivra un résumé écrit en lettres grasses. Ce dernier ayant pour but d'éviter une lecture fastidieuse obligatoire des graphiques de résultats et facilitera leur compréhension.

Deux types de lectures sont donc possibles à travers ce mémoire ; une lecture complète et analytique pour les acteurs du milieu et une lecture plus accessible, d'abord pour les maîtres d'ouvrage mais aussi pour toutes les autres personnes susceptibles d'être intéressées par ce sujet mais novices en la matière.

Il est important de se rendre compte que ce travail traite un sujet singulier, un bâtiment avec des valeurs patrimoniales et une histoire particulière dans un lieu particulier. C'est donc une recherche applicable uniquement aux bâtiments ruraux à valeur patrimoniale.

PARTIE I



concepts généraux

1.1 Ruralité

«Deux concepts différents sont communément utilisés pour distinguer les zones rurales des zones non rurales : le « concept de l'organisation de coopération et de développement économique : l'OCDE », d'une part, et le « concept du degré d'urbanisation » développé par Eurostat, d'autre part.

Une troisième typologie est celle utilisée dans le cadre du Programme wallon de Développement Rural (PwDR) et des opérations de développement rural (ODR). Est alors considérée comme rurale, toute commune dont la densité de population est inférieure à 150 habitants par km² ou dont la superficie non bâtie est supérieure à 80 % de la superficie communale.

La DG03 propose une autre typologie distinguant rural/urbain construite sur base de l'indicateur du PwDR appliquée aux secteurs statistiques et définit ainsi la notion de territoire rural. Un territoire rural est défini comme étant un secteur statistique dont la densité de population est inférieure à 150 habitants par km² et/ou 80 % de sa surface totale est couverte par des espaces ruraux, lesquels correspondent aux classes d'occupation du sol dites « rurales » (classes « 2. Territoires agricoles », « 3. Forêts et milieux semi-naturels » et « 4. Zones humides » de la COSW).

Un nouvel indicateur de ruralité DG03 définit les communes en trois classes :

1. Une commune est dite « rurale » si plus de 85 % de sa surface est composée de territoires ruraux.
2. Une commune est dite « semi-rurale » si 60 à 80 % de sa surface sont composés de territoires ruraux.
3. Une commune est dite « non rurale » si moins de 60 % de sa surface est composée de territoires ruraux.» (CAP RURALITÉ, Typologie rural versus urbain)

Le monde rural au fil des dernières décennies est passé d'un monde producteur à un monde consommateur. Le monde du travail a évolué, la terre n'est plus notre unique source de revenus, l'argent provient désormais d'autres milieux. Malheureusement, on a, avec l'urbanisation sauvage et l'intégration massive de technologies, perdu la corrélation de nos actions avec le territoire. La globalisation impose le même modèle, le même mode de vie partout. On vit dans un monde copié/collé, détaché du territoire, sans respecter ses qualités propres.

À la suite de toutes les inquiétudes climatiques et l'appauvrissement des ressources, la tendance se tourne très lentement vers un retour au local.

1.2 Patrimoine

Il n'existe pas de définition universelle et éternelle du patrimoine culturel. Cette définition est en constante évolution : le patrimoine est continuellement « fabriqué » par les sociétés humaines.

Françoise Choay, théoricienne de l'architecture et de l'urbanisme, définit le patrimoine historique en 1990 dans son ouvrage « L'allégorie du patrimoine ». Cette définition d'héritage inclut un devoir moral celui de pouvoir le transmettre à notre tour aux générations futures et de le faire fructifier.

Le patrimoine peut être immobilier, comme un monument, un site naturel, un site archéologique, un ensemble architectural. Le patrimoine peut également être mobilier, comme les biens meubles, ou encore immatériels. Il comprend les rites culturels, les savoir-faire et les coutumes transmises oralement.

Cependant, cette notion de patrimoine varie dans le temps et dans l'espace, mais aussi en fonction de l'échelle, de la taille de la communauté qui considère un élément comme faisant partie de son patrimoine. Son vécu varie en fonction des différentes conceptions culturelles. Le patrimoine existe parce qu'il est reconnu tel quel par quelqu'un, que ce soit de manière officielle ou de manière implicite par une communauté.

Nous allons nous intéresser au patrimoine immobilier et plus particulièrement au patrimoine immobilier classé. Le classement est une mesure de reconnaissance officielle de la valeur patrimoniale d'un bien et une mesure de protection destinée à assurer sa conservation, son entretien et, si nécessaire, sa restauration. Pour ce faire, le classement garantit la mise en œuvre de techniques spécifiques et adaptées aux qualités exceptionnelles du bien.

Les intérêts portés peuvent être historiques, archéologiques, architecturaux, scientifiques, artistiques, sociaux, mémoriels, esthétiques, techniques, paysagers ou urbanistiques. Ils répondent aussi à un ou plusieurs critères qui sont les suivants :

- La rareté
- L'authenticité
- L'intégrité
- La représentativité

En Wallonie, près de 4 000 biens sont protégés par le classement. Il en existe quatre catégories : monument, site, ensemble architectural et site archéologique. Chaque bien classé est signalé à la population par un sigle apposé.

Lorsque les propriétaires souhaitent entreprendre des travaux de restauration, ils bénéficient d'un encadrement technique par des architectes et des archéologues du Département patrimoine afin de préserver les intérêts du bien.

Les opérations d'entretien préventif ou curatif, provisoire ou définitif ne peuvent modifier ni l'aspect extérieur, ni l'aspect intérieur du bien, ni ses matériaux, ni les caractéristiques qui ont justifié les mesures de protection. Si ces conditions sont respectées, une intervention financière de la Région wallonne peut être sollicitée.

1.3 Rénovation énergétique

1.3.1 Définition

D'une façon assez logique, l'âge des bâtiments influence en grande partie leur qualité. La qualité est aujourd'hui une valeur récente. Elle reprend le mode constructif, la qualité des espaces intérieurs, des ouvertures mais également l'approche environnementale.

L'approche environnementale des bâtiments est un concept qui évalue l'impact de leur performance énergétique sur l'environnement qui les entoure, que ce soit en phase de conception ou d'exploitation du bâtiment.

Cela concerne l'énergie nécessaire à l'extraction de la matière première, sa transformation en matériaux de construction et son transport sur le site, l'énergie dépensée pour le chauffage, l'électricité, etc., pendant toute la durée de sa vie. Cela concerne aussi l'impact qu'ont toutes ces dépenses sur l'environnement, comme la quantité de gaz à effet de serre produite, mais aussi sur le développement durable qui prend du sens lorsque des matériaux locaux sont employés. Dans le cas du patrimoine certaines valeurs ne sont plus prises en compte comme l'extraction et la fabrication des matériaux. En effet, le bâti ancien a été construit il y a plusieurs dizaines, voir centaines d'années, à une époque où les matériaux utilisés étaient bruts, non transformés et trouvés sur place. Les constructions étaient érigées pour durer dans le temps et tout le travail se faisait à la main, sans recours à des machines polluantes.w

Pour atteindre de bonnes performances environnementales, il faut d'abord obtenir de bonnes performances énergétiques. Celles-ci dépendent de plusieurs critères : le besoin en énergie de chauffage, l'étanchéité à l'air, le pourcentage de surchauffe et l'énergie primaire. D'autres critères entrent en jeu mais ils ne sont pas mesurables quantitativement, comme le choix des matériaux durables, la gestion durable de l'eau, la préservation de la biodiversité, etc. Bien que tout aussi importants, ces critères non quantitatifs ne seront pas développés car ils n'apporteront pas d'éléments de réponse à la question qui fait l'objet de ce travail.

1.3.2 Objectif et motivation

«La qualité attendue aujourd'hui d'un logement a évolué. La conception, les modes d'habiter et les normes de confort ont changé» (KINT p.8). « Habiter » une maison est devenu beaucoup plus que seulement vivre au chaud et au sec. Il est naïf de croire que l'on construit pour l'éternité car chaque matériau vieillit et l'évolution technique mène à une amélioration du bâti existant.

«Selon les chiffres de la Région wallonne, on peut considérer qu'un logement créé avant les années 90 doit être rénové. Cela implique qu'aujourd'hui près de 86,3 % de l'ensemble du parc immobilier wallon est touché. Ces chiffres sont certainement à relativiser, certains architectes pratiquant durant les années 80 étaient déjà sensibles aux qualités énergétiques et au degré de confort des bâtiments qu'ils réalisaient.» (KINT p.16)

Programmer la rénovation basse énergie de l'ensemble du parc immobilier actuel est un défi socio-économique à plusieurs titres comme le développement de savoir-faire spécifiques et de productions de matériaux innovateurs pour les entreprises d'une part, et le développement, pour le propriétaire, de la plus-value de son bien immobilier et son confort d'autre part. C'est précisément ce défi qui nous intéresse dans ce travail.

Parmi l'ensemble du parc immobilier, une rénovation semble avoir peu d'intérêt quand il s'agit d'un bâtiment classé et quasiment « intouchable ». Pourtant, la possibilité de vivre de manière confortable dans un bien avec un grand intérêt architectural, artistique et historique serait une belle opportunité pour les propriétaires. En étant plus vivable et donc mieux habité, ce patrimoine protégé pourrait être mieux mis en valeur et bénéficier d'un entretien régulier. La tendance actuelle tend à laisser ce genre de bâtiment « sous cloche » et de le laisser aller uniquement aux altérations du temps avec la peur de toucher à ce qui appartient au passé.

Il y a donc assez de raisons pour entamer la réflexion d'une rénovation. Une rénovation énergétique qui pourrait être, pour les propriétaires, une motivation pour diminuer leur facture de consommation de chauffage mais aussi pour améliorer le confort thermique de la maison. Une de leur autre motivation, qui ne sera pas exploitée dans ce travail, serait de pouvoir exploiter d'autres sources d'énergie plus innovantes et plus respectueuses des sources énergétiques renouvelables que celles utilisées dans les années 90.

1.3.3 Vers la rénovation basse énergie

Actuellement la construction passive est devenue une réalité en Belgique pour la construction de nouveaux bâtiments. Elle exige cependant, en rénovation et selon le type de bâtiment, un coût élevé et difficile à réaliser. Il est également très difficile d'atteindre le standard passif à cause de l'épaisseur nécessaire d'isolant à mettre en place et à l'obligation d'avoir une enveloppe continue de celle-ci. Une ventilation mécanique est nécessaire et n'est pas intégrable sur tout type de bâtiments à cause de son encombrement. En raison de ces contraintes, le standard basse énergie est plus facilement envisageable.

Les principes d'une rénovation basse énergie cherchent à atteindre une performance énergétique entre le standard belge actuel (k45 pour le résidentiel) et le standard passif (international, certifié en Belgique par la plate-forme Maison Passive). La rénovation basse énergie n'est pas définie par un standard et demande seulement une performance énergétique. Il est recommandé d'obtenir un besoin de chauffage annuel de 60 kWh/m² par an.



mise en contexte



Rachamps - début 20e siècle



Rachamps - 2018

2.1 Le village

Rachamps est un petit village de l'Ardenne belge situé dans la province du Luxembourg et culminant entre 400 et 500 mètres d'altitude. Avant la fusion des communes en 1977, le village appartenait à la commune de Noville mais il fait depuis partie de la commune de Bastogne.

Le nom « Rachamps » proviendrait de l'expression « raide champs » ou « champ raide ». Ce toponyme est justifié par sa position géographique. En effet à l'origine, le village était situé sur le flanc nord de la vallée qui est à forte pente. Cette situation géographique a permis une protection mystérieuse du village lors de l'offensive des Ardennes qui a balayé tout le haut plateau.

Dans les années 80, la disparition des haies comme moyen de protection de la faune et de la flore, le dessèchement et le refroidissement des terres et la diminution de la production d'herbe donnent au milieu l'aspect d'une campagne dégarnie. C'est pourquoi, en 1989, cinq fermiers ont décidé de mettre en place un projet de bocage ardennais en reconstituant 16 kilomètres de haies et d'alignements d'arbres, essentiellement des hêtres. Celui-ci assure la protection des campagnes et sert de refuge à la faune et la flore sauvage. Grâce à l'effort conjugué des fermiers, près de 25 000 arbres ont été plantés et l'A.S.B.L Le bocage ardennais à Rachamps est alors fondé. Le village séduit par son authenticité. De petits calvaires à la simple croix de bois, que certains saluent encore, sont plantés sur les points hauts le long des chemins qui serpentent en descendant vers le cœur du village.

Le bâti est essentiellement composé de maisons d'habitation et d'anciennes fermes, rénovées en logements pour la plupart. Les maisons les plus anciennes sont regroupées. Ce mode d'implantation était anciennement le moyen de défense des paysans dans les régions isolées.

Cas rare en Wallonie, le village est riche de trois édifices inscrits à la liste du patrimoine immobilier classé : l'église Saint-Lambert, l'ancien lavoir public et le presbytère qui fera l'objet de ce travail.

Située au milieu du cimetière murillé, l'église Saint-Lambert est classée depuis 1946. Sa tour romane date de 1088 et est le dernier témoignage de l'église primitive fortifiée. Le sanctuaire a, en effet, été reconstruit au départ de cette tour en 1725 par les Jésuites présents sur place à cette époque. Ils ont érigé trois nefs et un clocher achevé en 1729. L'église renferme un riche mobilier qui possède un grand intérêt patrimonial.

À ses pieds, l'antique lavoir n'entend plus les cancons des lavandières. Typiquement rural, l'endroit où les villageois venaient laver leur linge faisait partie intégrante de la vie de la communauté et prenait une place importante au sein du village. Beaucoup de ces constructions ont disparu avec l'arrivée de la machine à laver électrique et les dernières encore debout témoignent d'une époque révolue. Le lavoir de Rachamps est un des rares cas wallons qui a fait l'objet d'une mesure de classement au titre de monument historique.

À l'arrière et formant un ensemble avec l'église, le lavoir et les terrains environnants, se dresse l'ancien presbytère. Il fut construit dans la seconde moitié du XVIII^e siècle afin d'y recevoir les Jésuites du Collège de Luxembourg. Il fut ensuite réaffecté en presbytère, puis laissé à l'abandon en 1956, avant d'être restauré par les actuels propriétaires, en 1994. C'est un bâtiment classé à l'intérieur comme à l'extérieur depuis 1978.

Rachamps est donc un village authentique, attaché à son patrimoine si particulier. Jean Lemaire, un de ses plus fiers habitants, malheureusement décédé aujourd'hui, avait l'habitude de dire : « Rachamps est un village où l'on respire encore les parfums du silence, de la beauté naturelle, de la bonne humeur et de la paix. Les hivers sont parfois durs et longs, mais chez nous le printemps revient toujours ».

Au début des années 1990, le couple d'actuels propriétaires, Serge et Marianne, tous deux vétérinaires, recherchaient une maison à acheter afin d'y vivre et d'y fonder leur famille. Leur volonté était d'acquérir une vieille maison déjà existante, avec du charme et du cachet, une maison qui possède une véritable âme.

Les deux critères les plus importants pour eux étaient la typologie et la localisation. En effet, la maison devait posséder un grand volume avec au moins un étage complet sans compter les combles. Les recherches des propriétaires ont donc rapidement exclu les fermettes, trop basses, et se sont orientées vers les anciens presbytères de la région qui répondaient parfaitement au critère du volume de la bâtisse et de la typologie. Ils en ont visités plusieurs notamment dans les villages de Sommerain, Wibrin et Vissoule. Quant au critère de la localisation, la maison devait se situer à proximité d'une entrée d'autoroute afin d'atteindre rapidement le Centre Hospitalier Universitaire (C.H.U) du Sart-Tilman pour Marianne, et la clientèle dispersée du monde rural pour Serge.

C'est grâce à ces différentes volontés que leur chemin a croisé celui du presbytère de Rachamps, à l'époque encore en mauvais état. Leur coup de cœur pour le lieu n'a pas été immédiat, d'ailleurs la première visite n'a éveillé que très peu intérêt en eux, ne voyant que l'énorme charge de travaux de restauration qui les attendait. C'est seulement à la deuxième visite qu'ils sont tombés amoureux de la bâtisse, leur révélant son énorme potentiel, son entrée majestueuse ainsi que la beauté de l'endroit.

La protection du presbytère comme bâtiment classé ne les a pas inquiétés à l'époque, Serge et Marianne étaient un peu « ignorants » quant à la réelle signification et les conséquences de ce classement. Ils étaient juste conscients qu'ils devraient garder les mêmes matériaux et les mêmes pièces intérieurs qu'à l'origine. Aujourd'hui, ils ne regrettent en rien leur achat.

2.2 Histoire du presbytère

L'ordre des Jésuites est une ancienne congrégation religieuse catholique et uniquement masculine appelée aussi « la Compagnie de Jésus ». Elle a été fondée en 1534 par Ignace de Loyola et fut, 7 ans plus tard, reconnue par le Pape Paul III. La vocation des membres appelés « Jésuites » est de se mettre au service de l'Église catholique et de propager la foi même aux peuples non chrétiens. Ils ont fondé de nombreux collèges afin de donner un enseignement aux garçons issus des classes aisées dirigeantes (MOURRE).

«C'est le 26 juillet 1603 que les Jésuites de Luxembourg reprirent la seigneurie de Rachamps pour en faire le centre de la collecte des dîmes et des cens qui leur appartenaient dans de nombreux villages alentour. C'est pourquoi ils furent amenés, à une date inconnue, à construire un bâtiment qui leur servirait de résidence à Rachamps. Les membres de la congrégation sont restés seigneurs du village jusqu'à la dissolution de leur ordre entre 1773 et 1814 (selon les lieux) et la suppression de tous les collèges jésuites dans nos provinces. Il y avait alors 800 résidences comme celle de Rachamps réparties partout dans le monde.» (Centre d'Archives et de Documentation de la CRMSF, dossier Bastogne 1.2 : lettre de la commission royale des monuments et des sites à Monsieur le Ministre de la culture française)

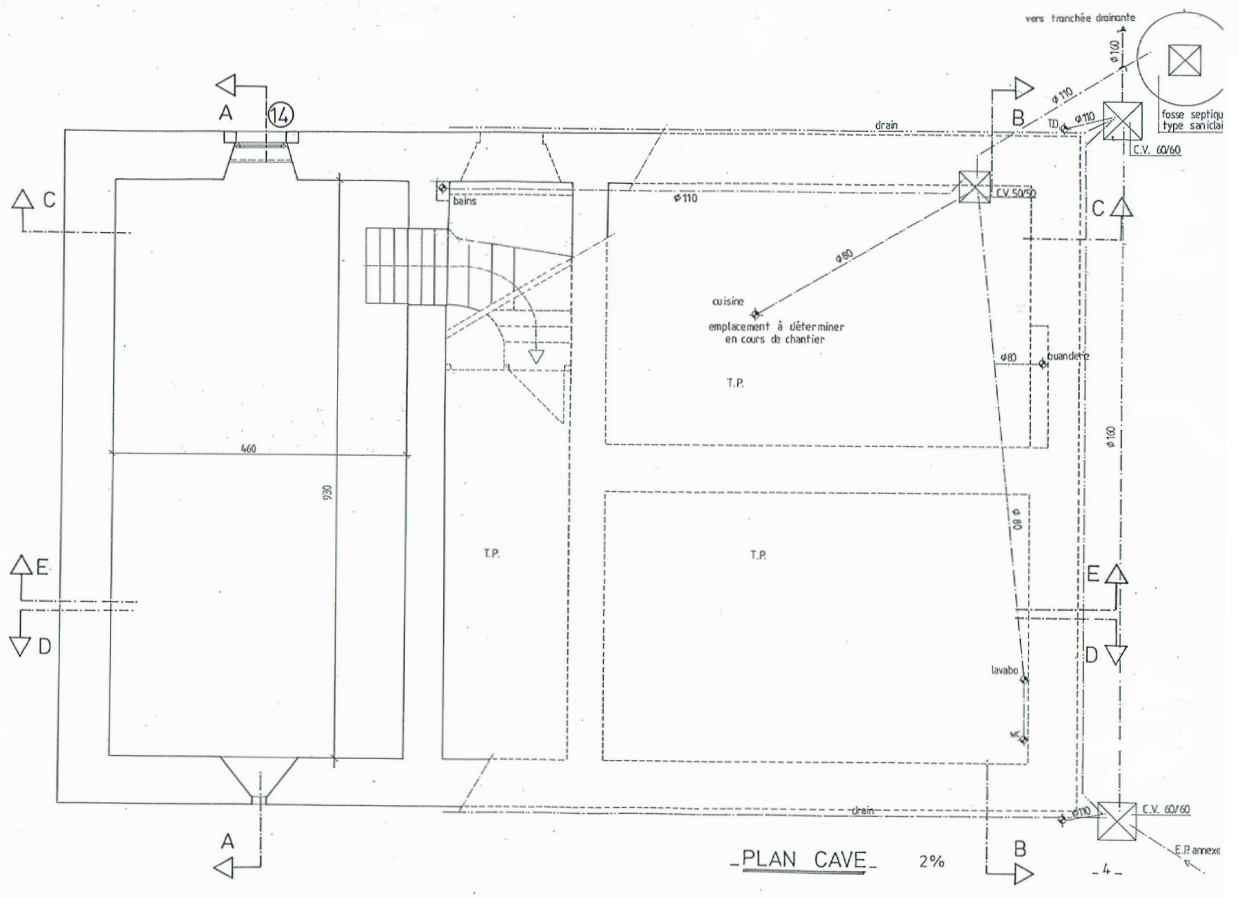
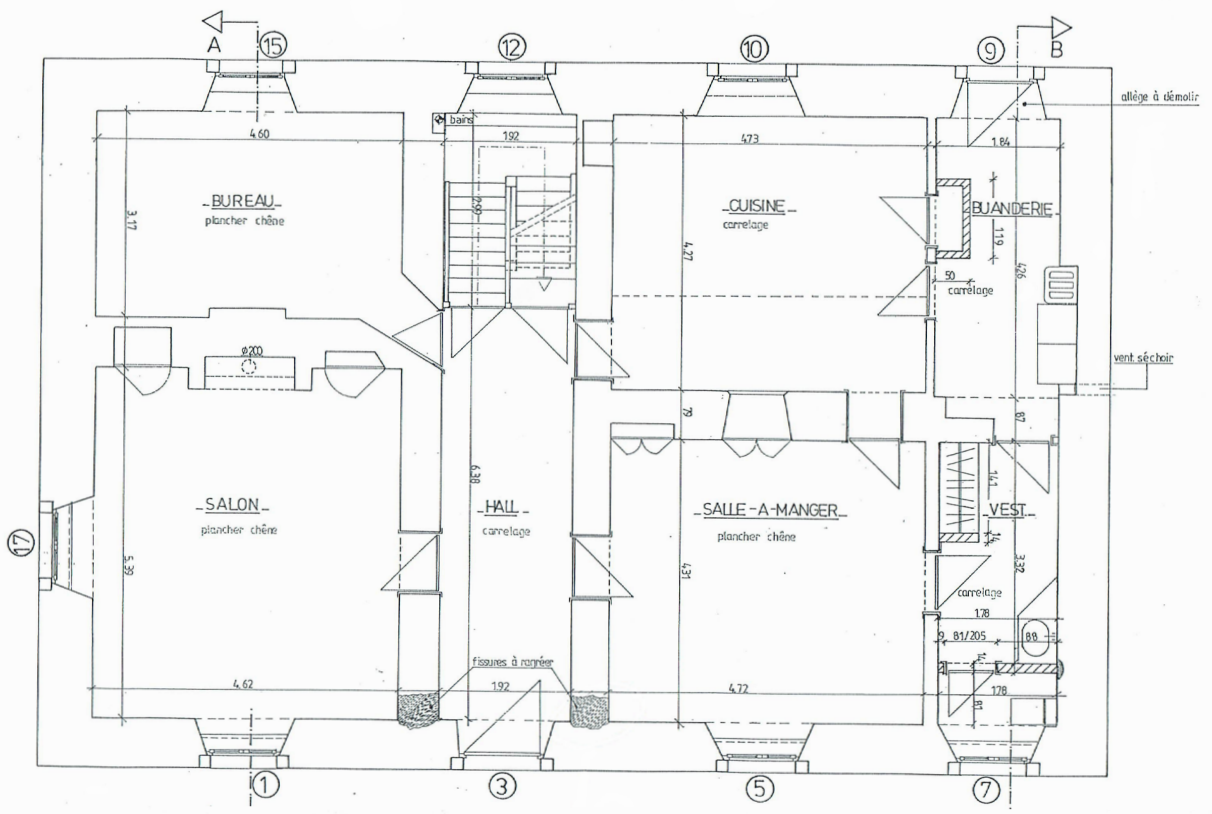
«L'ordre a repris de l'importance au XIXe siècle à travers l'enseignement et le soutien de la politique centralisatrice des papes.» (MOURRE)

La possession de la maison est ensuite passée aux mains de la fabrique d'église afin de loger le curé jusqu'en 1956. Endommagé par l'offensive des Ardennes en 1945, le presbytère a été restauré sommairement en 1955 afin d'éviter des dégradations plus conséquentes. Touchés par les obus, le toit et les maçonneries ont été réparés. Malgré cette intervention, la maison sera laissée à l'abandon un an plus tard, servant uniquement de remise.

En 1957, la commune décide sa remise en état complète. Pour rendre habitable ce logement, des transformations intérieures y étaient prévues. Ce projet a finalement été abandonné et il a fallu attendre l'achat de la maison en 1994 par les propriétaires actuels pour voir naître une action de remise en état et de restauration.

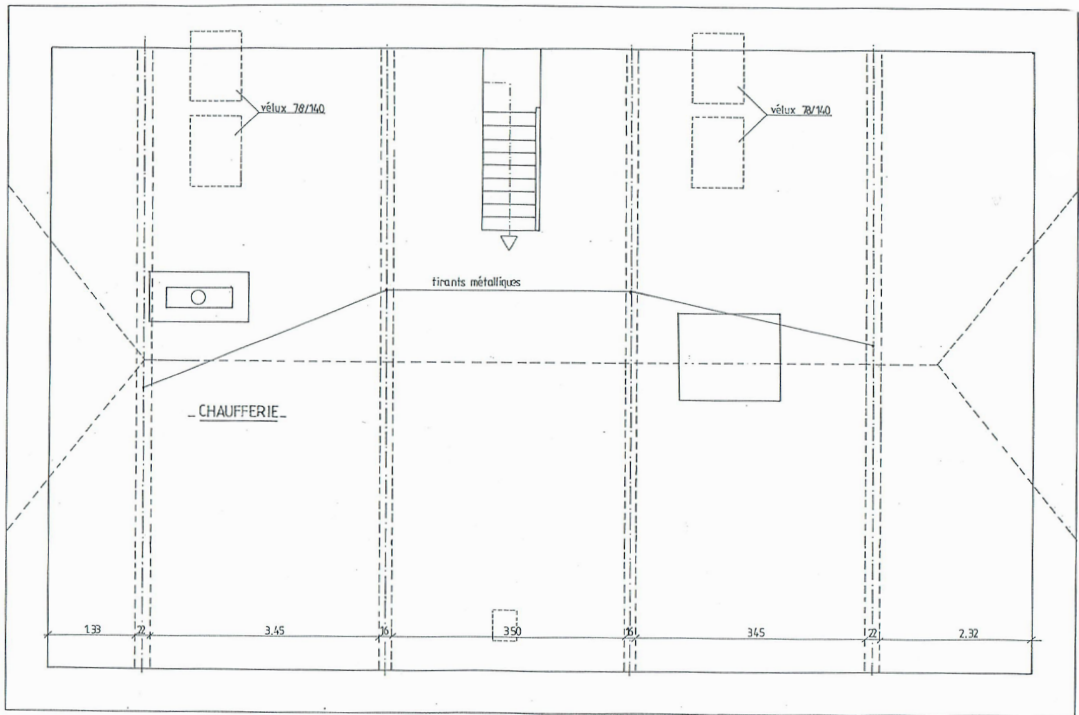


étude architecturale

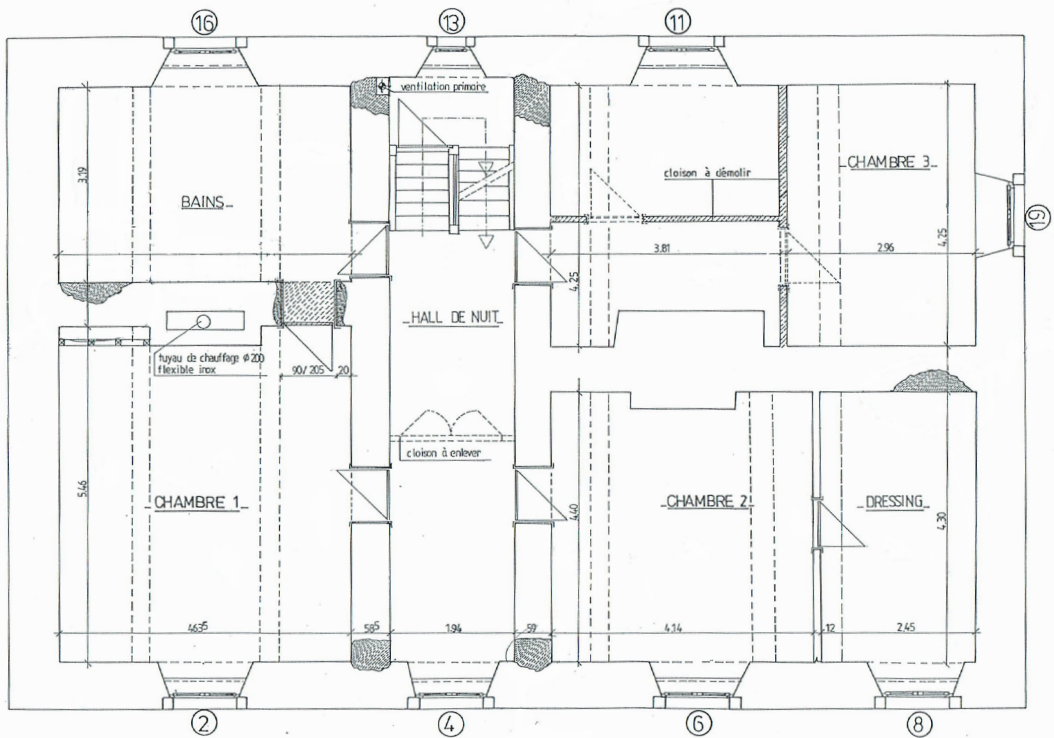


-PLAN CAVE-

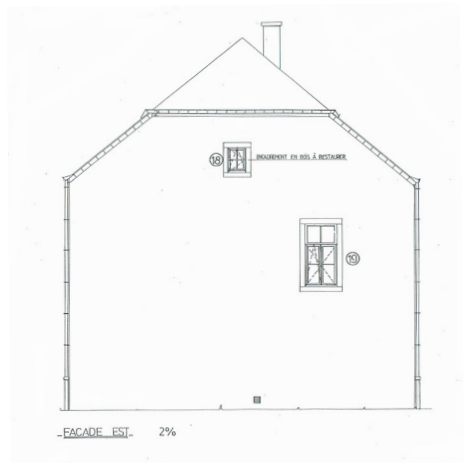
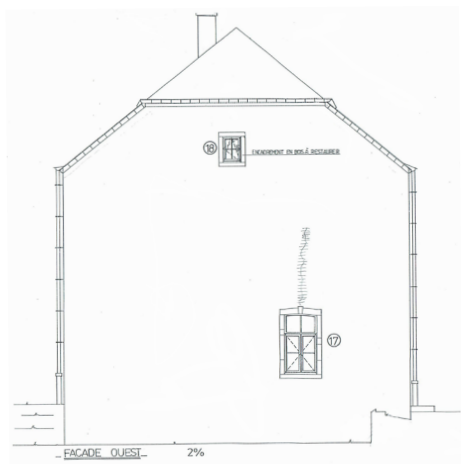
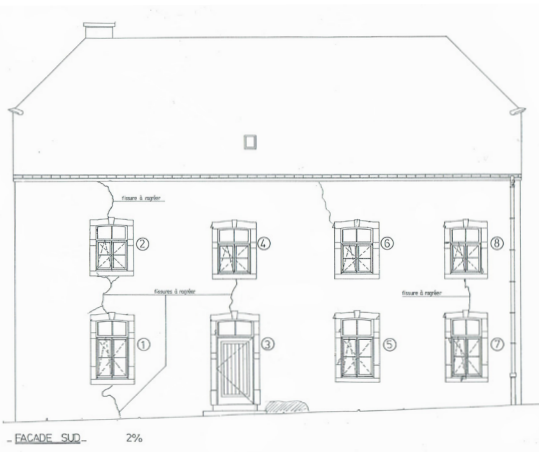
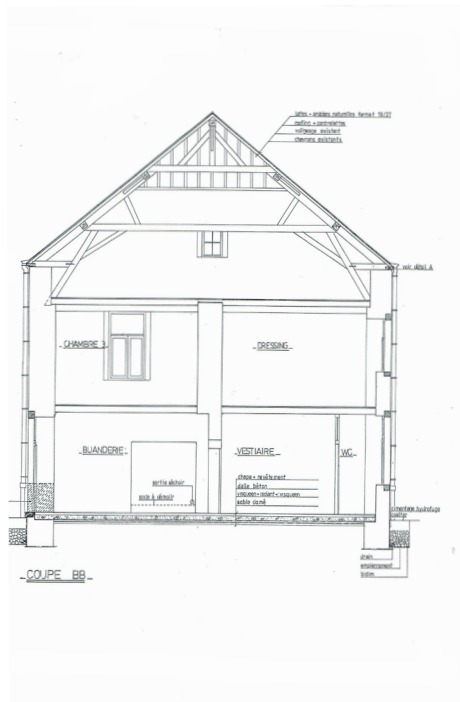
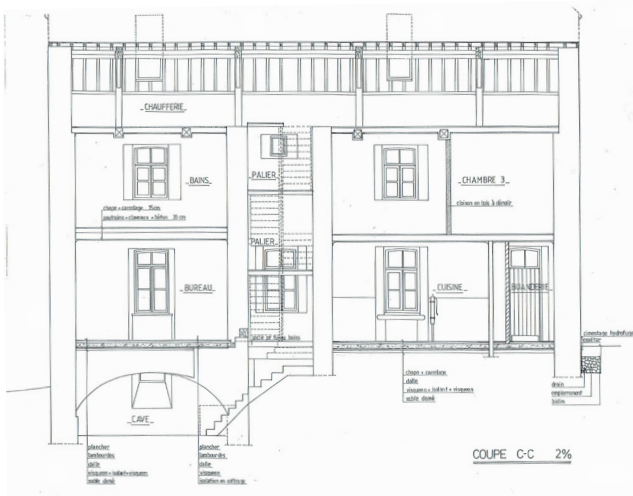
2%



- PLAN GRENIER - 2%



- PLAN ÉTAGE - 2%



Les informations de l'étude architecturale du presbytère sont principalement tirées du cahier spécial des charges de la restauration de 1994 ainsi que des plans relevés à la main. Ils ont été réélusés par l'architecte Jean-Marie Hogge, en charge du projet à l'époque, et sous la direction de la division des monuments, sites et fouilles du ministère de la Région Wallonne.

3.1 Plan et typologie

De la même façon que les premières maisons construites dans le village, l'ancien presbytère est adossé sur le flanc nord de la vallée, parallèlement aux courbes de niveau afin que la façade avant puisse bénéficier de l'exposition sud. Son plan est rectangulaire, générant un volume simple mais robuste, au caractère régional et rural qui s'élève sur deux niveaux. Quoique plus élevé que les constructions locales, l'ensemble est parfaitement intégré dans son site.

La toiture est à deux versants avec une croupette sur chaque pignon. La façade, percée de quatre travées complètes, traduit un plan intérieur presque symétrique où les pièces principales se succèdent de part et d'autre du couloir central au rez-de-chaussée comme à l'étage. Cette disposition classique où le logis est séparé en deux zones égales est appelée « disposition en double corps ». Les pièces situées à l'est sont flanquées de pièces secondaires, générant la quatrième travée de la façade. La façade arrière, orientée nord est moins ouverte que la façade avant en raison des ouvertures plus petites de l'étage.

3.2 Matériaux extérieurs

3.2.1 Murs extérieurs

Les murs extérieurs et les refends perpendiculaires à la façade sont élevés en moellons de la région provenant d'une carrière de schiste. La maçonnerie est liée par un mortier de chaux hydraulique et recouverte d'un enduit de façade minéral ton blanc cassé de bleu.

Les moellons ne sont pas dressés et taillés sur leurs faces de façon nette. Ils sont irréguliers, bruts et pris tels quels à la carrière dans le sens horizontal du banc. Le mur de façade a une base d'environ 70 cm d'épaisseur lorsqu'il prend assise sur le terrain. Cette largeur décroît en s'élevant. Les moellons sont empilés de manière à ce qu'il y ait le moins d'espace possible entre eux et des éclats de roche sont insérés pour caler les blocs entre eux. Les parties les plus régulières et plates des blocs, qu'on appelle « parement » sont mises à l'extérieur des murs.

La maison est construite sans chaînage d'angle, c'est-à-dire l'angle saillant de la jonction de deux murs permettant de lier les corps du bâtiment. En général constitué de pierre de taille de la région, l'angle est ici en moellon et donc du même matériau que tout le pan du mur.



façade avant - 2018



baies de fenêtres - 2018

3.2.2 Baies de fenêtres et de portes

Toutes les fenêtres ont une ouverture à un seul jour. Les éléments des baies de portes et de fenêtres, c'est-à-dire la clé de voûte, le linteau, les piédroits et le seuil, sont réalisés en pierre de taille.

Lorsqu'on regarde ces éléments aujourd'hui, on peut remarquer qu'il y a trois périodes différentes dans les pierres. Les plus vieilles, et par logique les plus abîmées, encadraient les toutes premières baies construites. Deux éléments plus récents de piédroits se trouvant au pied de chaque fenêtre du rez-de-chaussée laissent à penser que les baies ont été agrandies à une date inconnue, antérieure à la restauration. Enfin, les pierres les plus contemporaines sont celles de la restauration de 1994. Ces dernières sont en schiste d'Otrée alors que les plus anciennes sont en schiste ardoisier.

Pierre de schiste ardoisier

Comme dit précédemment, les éléments les plus anciens des baies de portes et de fenêtres sont encadrés de pierre de taille de schiste ardoisier.

Selon la « NIT 228 : pierres naturelles » du CSTC, c'est «une roche sédimentaire schisteuse à texture très fine (grain fin), de teinte gris foncé à noire, présentant une excellente fissibilité et des surfaces de délitage bien lisses. La structure est compacte et homogène, le matériau comporte peu de pores. De par sa nature, le schiste ardoisier est sensible à la rayure».

Cette pierre de taille est utilisée pour le presbytère car la carrière d'extraction se situait à Herbeumont, à quelques kilomètres du village de Rachamps. L'activité de la carrière est aujourd'hui à l'arrêt.

Pierre d'Otrée ou l'ottrélite impérial des Ardennes

Les pierres remplacées lors de la restauration de 1994 proviennent de la carrière d'Otrée, située dans la commune de Gouvy et qui bénéficie d'une appellation déposée : « le prestige de l'ottrélite impérial des Ardennes ». Il s'agit de phyllades et quartzophyllades qui étaient exploitées jadis pour la confection d'ardoises, de pierres tombales, de dalles, de tables de billard, etc.

Toujours selon la « NIT 228 : pierres naturelles » du CSTC, la pierre d'Otrée est «une roche d'origine sédimentaire schisteuse, de teinte variable bleu violacé à mauve et de texture très fine (grain fin), fissile et présentant une surface de délitage bien lisse. La structure est compacte et homogène. La pierre comporte peu de pores.»

3.2.3 Menuiseries extérieures

Tous les châssis des façades avant et arrière ainsi que du pignon ouest possèdent deux vantaux avec une imposte cintrée. Le châssis du pignon est est, quant à lui, semblable avec une différence au niveau de l'imposte qui est simple et non cintrée. La cage d'escalier, le grenier et la cave sont pourvus de châssis simples à vantail unique.



façade arrière - 2018



entrée - 2019

3.2.4 Toiture

La couverture de la toiture en ardoises naturelles de 18/27 (27 centimètres de hauteur par 18 centimètres de largeur) ton gris anthracite repose sur une charpente traditionnelle en chêne.

Le toit en bâtières, c'est-à-dire avec deux versants opposés et avec les pignons découverts en forme de bât, possède deux croupettes. Ce sont deux petits versants triangulaires qui réunissent les pans principaux de la toiture, de chaque côté du pignon. Ils ne descendent pas jusqu'au niveau de la corniche, contrairement à la croupe. Les croupettes permettent d'assurer la stabilité de la toiture en diminuant la prise au vent des pignons.

3.3 Matériaux intérieurs

3.3.1 Murs intérieurs

Les murs intérieurs d'origine sont élevés en moellons, de la même manière que les murs de façade. Lors de la rénovation, ils ont été enduits au plâtre blanc de plafonneur.

Les nouvelles maçonneries ajoutées, qui concernent seulement deux murs dans la maison pour la création de pièces techniques, sont réalisées en blocs d'argex normalisés. Leur résistance à la compression est de 50 kg/cm² et leur poids volumique est supérieur ou égal à 1 200 kg/m³.

3.3.2 Planchers

Carrelages

Le recouvrement du sol par des carrelages en terre cuite concerne le vestiaire, le WC, la buanderie, la salle de bain, le hall d'entrée et la cuisine. Seule la salle de bain bénéficie d'un carrelage mural en plus. Lors de la restauration, les carrelages à valeur commerciale étaient au choix du maître d'ouvrage. Les joints sont réalisés à fleur, en parfait alignement dans une tonalité et une largeur en accord avec le carrelage choisi. Sur tout le pourtour des pièces carrelées, un joint de dilatation a également été réalisé à l'aide d'une bande de polystyrène expansé, destinée à être cachée par les plinthes. Toutes les surfaces de sol sont terminées par des plinthes de même nature et de même qualité que le matériau employé.

Parquets en bois

Au niveau du rez-de-chaussée, les lames du parquet en chêne sont toujours d'origine. Cependant les lambourdes ont été remplacées et sont maintenant en pin sylvestre traité.

L'état correct du plancher d'origine sur toute la surface de l'étage, hormis dans la salle de bain carrelée, a permis sa remise en état et donc sa conservation.



Planchers bruts

Pour des raisons techniques, le plancher initial en bois de la salle de bain a été remplacé par un plancher en poutres-claveaux dont les poutres sont en béton précontraint et les entrevous en béton. En effet, avant restauration, aucune pièce d'eau n'existait dans la maison, des modifications étaient donc obligatoires pour permettre l'installation des sanitaires.

Les lambourdes du rez-de-chaussée posent sur une nouvelle dalle sur sol en béton armé, isolée et talochée, destinée à recevoir le parquet d'origine. Chaque mètre cube de béton contient au minimum 350 kg de ciment HK 400 et sa résistance est de 350 kg/cm².

3.3.3 Menuiseries intérieures

De la même façon que pour les autres boiseries, le chêne est l'essence choisie pour les portes intérieures et ce compris les ébrasements et les chambranles.

Tous les éléments en bois comme les placards, les manteaux de cheminée, les nouvelles tablettes de fenêtres ainsi que les lambris, anciens et nouveaux, de la salle à manger proviennent du chêne. Ils ont tous été conservés sauf les portes du placard central de la salle à manger qui étant manquantes, ont dû être remplacées. Elles ont en effet été volées lors de la mise en vente de la maison afin d'être revendues au marché noir des antiquaires.

Une seule nouvelle baie de porte a été percée dans le mur entre la chambre 1 et la salle de bain lors de la rénovation. Cette nouvelle porte ne pouvait pas imiter les anciennes afin de toujours pouvoir dissocier ce qui authentique de ce qui ne l'est pas. C'est pourquoi son apparence et ses matériaux sont modernes.

L'escalier d'époque, également en chêne, menant du rez-de-chaussée à l'étage comprend quatre volées et deux paliers.

3.3.4 Mesures de protection

Toutes les interventions de restauration et de conservation ont été réalisées en protégeant tous les éléments à valeur patrimoniale de toutes dégradations.



première restauration

4.1 État général de la maison avant restauration

Après presque 40 années d'abandon, le presbytère était rangé à l'état de « vétuste » avec un besoin certain d'assainissement. Il n'offrait cependant aucun danger immédiat d'écroulement grâce à ses murs épais bien reliés, témoignage d'une construction érigée avec soin. Seules des altérations profondes de maçonnerie ou de dégradations de la toiture pouvaient porter atteinte à sa stabilité.

Les éléments extérieurs qui nécessitaient une restauration étaient la maçonnerie, la couverture de la toiture et les menuiseries. Pour la partie intérieure, il s'agissait de la remise en état des enduits, planchers et menuiseries mais également le renouvellement des installations électriques, sanitaires et de chauffage.

4.2 Préoccupations énergétiques de l'époque

Du point de vue de l'architecte mais aussi du maître d'ouvrage, la restauration du presbytère n'a fait l'objet d'aucune volonté de mise en œuvre d'amélioration énergétique. Les préoccupations environnementales étaient moindres qu'aujourd'hui et les besoins en confort thermique actuels ne sont donc plus respectés.

La seule action de ce que l'on pourrait considérer comme une amélioration énergétique a été le remplacement des anciens châssis simple vitrage par de nouveaux en bois à double vitrage.

Aucun travail de placement d'isolant quelconque n'a été entrepris lors de la restauration.

4.3 Interdictions incluses dans le classement du presbytère

Selon le rapport de classement daté du 8 avril 1974, les interdictions liées au presbytère de Rachamps et à l'ensemble formé avec le lavoir, le cimetière, l'église et les terrains environnants sont :

- Effectuer tous travaux de terrassement, constructions fouilles, ouverture de carrière ou travaux quelconques d'exploitation, sondage, creusement de puits et, en général, tous travaux de nature à modifier l'aspect du terrain ou de la végétation ;
- Modifier en aucune façon l'écoulement des eaux dans le site ;
- D'abattre, de détruire, de déraciner ou d'endommager les arbres et les plantes ;
- D'établir des tentes, et d'ériger toutes installations quelconques (fixe, mobile ou démontable, provisoire ou définitive), servant d'abri, de logements ou à des fins commerciales ;
- D'abandonner ou de jeter des papiers, récipients vides, déchets ou détritiques quelconques ;
- De mettre en stationnement ou de parquer tout véhicule même sur les voies carrossables, sauf dans les endroits réservés à cette fin ;
- De planter des poteaux ou des pylônes, dans les jardins et le cimetière ou accrochés aux édifices, destinés au transport de l'énergie électrique ou à tout autre usage, d'établir n'importe quel type d'affichage publicitaire ;

Plus spécifiquement pour l'église, il est interdit :

- D'ériger des monuments funéraires contre les façades de l'église ;
- D'ériger des monuments funéraires dont la hauteur dépasserait 1,25 m ;
- D'ériger des constructions et/ou clôtures nouvelles ou de modifier les existantes sans que les plans aient été au préalable soumis à l'avis de la Commission Royale des Monuments et des Sites et approuvés par les instances supérieures.

4.4 Éléments à valeur patrimoniale préservés tout particulièrement dans le cas du presbytère

Les éléments qui ont un intérêt architectural, artistique ou historique ont permis de donner une valeur au presbytère et à son volume ainsi qu'une sensibilité intérieure. Ces éléments qui méritent notre attention ont permis la classification du bâtiment au patrimoine immobilier. Ils doivent donc faire l'objet d'une action particulière de conservation lors d'une rénovation afin de garder le caractère particulier de la maison. Selon la législation régissant le classement des monuments et des sites de la région de langue française, «aucun des objets ainsi classés ne peut être restauré, réparé ou aliéné sans une autorisation spéciale de la Commission. La protection du classement suit les biens en quelques mains qu'elles passent».

Les éléments à valeur patrimoniale et protégés du presbytère sont :

- Son volume simple à caractère rural érigé grâce aux murs de moellons de la région.
- Les encadrements de fenêtres et de portes en pierre de taille.
- Une peinture murale datée de 1773 située au-dessus de la cheminée dans le bureau et représentant le presbytère en question et Saint Ignace de Loyola (fondateur de l'ordre des Jésuites) en surplomb, protégeant le bâtiment de sa main.
- Les fresques au-dessus de la porte de la salle à manger qui sont aujourd'hui cachées afin d'être préservées.
- Les planchers en chêne de l'étage et l'escalier menant du rez-de-chaussée au grenier.
- Toutes les menuiseries intérieures et d'origine en chêne : les lambris et placards moulurés de la salle à manger, les portes, le manteau de cheminée de la cuisine.
- Les moulures du plafond concernant sept pièces de la maison (salon, bureau, hall d'entrée, hall de nuit, salle de bain, chambre, dressing) et les moulures de la cheminée du salon.
- A la cuisine, le vieil évier en pierre et l'ancienne protection murale en fonte de



façade sud - 1994



entrée et chambre 3 - 1994



baies et ouvertures - 1994

la cheminée.

- Le voligeage et la charpente apparente en chêne de la toiture.
- Les manteaux de cheminée en stuc (enduit décoratif qui imite le marbre).

4.5 Interventions et mises en œuvre

De manière générale, les travaux de 1994 ont entrepris :

- L'assainissement ;
- La restauration de la façade ;
- La restauration de la toiture ;
- La restauration des maçonneries intérieures ;
- La restauration des menuiseries intérieures en chêne ;
- Le remplacement de l'entièreté des menuiseries extérieures ;
- La restauration des enduits intérieurs au plâtre pour les plafonds, anciens et nouveaux murs.

4.5.1 Assainissement

Le raccordement aux égouts, à l'eau, à l'électricité, au téléphone, à la télédistribution, etc., entre le bâtiment et le domaine public ainsi que la mise à la terre de l'installation électrique a été réalisée ;

L'évacuation des eaux de pluies, des eaux vannes et des eaux usées grâce à un système de canalisations d'égouttage en PVC a été placée ainsi que deux chambres de visite (intérieure et extérieure), une fosse septique et un puits perdant ;

Un drain périphérique autour des murs de fondation et une étanchéité verticale des maçonneries enterrées contre les infiltrations d'eau des murs contre terre ont été placés.

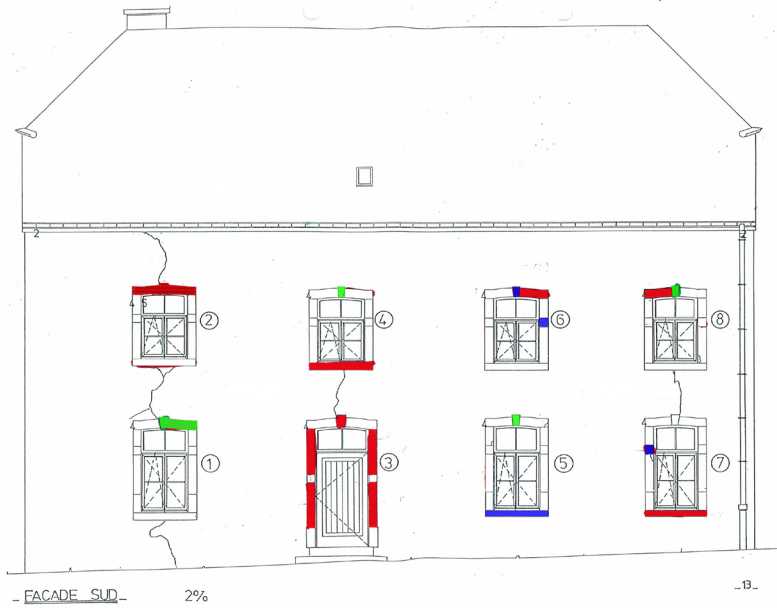
4.5.2 Fondations

Sauf au niveau des caves, de nouvelles semelles de fondation en béton armé ont été coulées dans une tranchée, en surprofondeur par rapport au niveau général des fondations afin de les renforcer.

4.5.3 Restauration de la façade

Avec le temps, le mortier de chaux qui liait les pierres ainsi que l'enduit qui les recouvrait a eu tendance à disparaître. La façade, alors pleine de cavités et de creux où l'humidité et l'eau pouvaient s'infiltrer en a donc largement souffert.

La restauration a permis un ravalement de cette dernière par pulvérisation d'eau sous basse pression et un rejointoyage des parements en pierre afin d'atténuer les aspérités au maximum pour donner, après la projection de la peinture épaisse, l'aspect d'un enduit épousant la forme de la maçonnerie. Les joints ont d'abord été remplis à l'aide d'un mortier à base de chaux hydraulique qui a dû être agréé pour assurer la compatibilité avec les matériaux anciens, puis ils ont été brossés. La façade présentait



également plusieurs fissures intérieures et extérieures qu'il était important de ragréer et les liaisons entre les murs et les façades ont été renforcées.






Les pierres des baies de portes et de fenêtres ont été réparées dans la mesure du possible, mais certaines trop abîmées ont dû être remplacées. Les nouvelles pierres provenant de la carrière d'Ottawa ont été choisies pour leur ressemblance avec les pierres de schiste d'origine et pour la proximité de la carrière se trouvant dans une commune voisine. Une différence réside dans la couleur. Les pierres anciennes sont grises foncées tandis que les nouvelles ont une couleur qui tire sur le violet. Cette différence est d'autant plus visible lorsqu'il pleut et que les surfaces sont mouillées.

D'une manière générale, la restauration a exigé pour toutes les baies :

- le nettoyage et la réfection des joints entre les éléments en pierre de taille ;
- le pattinage des nouvelles pierres ;
- les étançonnages nécessaires pour les baies du rez-de-chaussée, le descellement des barreaux et le colmatage des trous dans le seuil à la résine ;
- le ragréage des maçonneries intérieures et extérieures sur le pourtour de l'encadrement à l'aide d'un mortier bâtard dont la formule de base est la suivante :
 - 6 parts de chaux éteinte,
 - 1 part de ciment blanc,
 - 3 parts de sable de rivière.

Ce joint a été choisi pour sa compatibilité avec le joint existant. Le ragréage permet de rattraper les imperfections et les dénivelés.

Légende :

-  Nouvel élément en pierre de schiste d'Ottawa
-  Rescellement de l'élément
-  Élément déposé, réparé puis reposé
-  Réparation au moyen de la résine
-  Fissure à ragréer



façades nord et sud - 1987



salle à manger - 1987



entrée et peinture de Saint-Ignace - 1987

4.5.4 Restauration de la toiture

Les travaux se sont d'abord concentrés sur la toiture qui était la partie qui demandait un besoin urgent de restauration.

Ils ont débuté par le démontage de la couverture (roofing et ardoises), des zingueries (gouttières et tuyaux de descente) et du pied de toiture. Les anciennes sablières ont ensuite été remplacées par de nouvelles, toujours en chêne, avec une qualité suffisante pour être utilisées comme charpente.

La charpente et la toiture ont été solidement arrimées aux murs à l'aide de fers feuillards aptes à assurer une résistance à l'arrachement par le vent. Le placement de tirants métalliques a permis le renforcement des fermes de charpente.

La nouvelle couverture est composée d'une sous-toiture en FEL'X et d'ardoises naturelles belges au format 18/27 provenant de Martelange.

Le maître d'ouvrage a profité du démontage de la toiture pour demander la pose de quatre fenêtres pour toit en pente de type VELUX. Elles sont fabriquées en bois du Nord et à double vitrage isolant scellé, toutes orientées au nord.

4.5.5 Travaux intérieurs

Au rez-de-chaussée, le parquet complet a été démonté soigneusement et ensuite entreposé. Les lambourdes ont aussi été démontées et évacuées afin d'être remplacées par une dalle sur sol en béton armé, isolée et talochée, destinée à recevoir le parquet d'origine. Chaque mètre cube de béton contient au minimum 350 kg de ciment HK 400 et sa résistance est de 350 kg/cm².

Le sol en terre-plein de la cave a également été recouvert d'une dalle sur sol en béton armé lissée et non portante.

Le plancher initial en bois de la salle de bain a été démonté et remplacé par un plancher poutres-claveaux dont les poutres sont en béton précontraint et les entrevous en béton.

Au niveau du rez-de-chaussée, les lames du parquet ont été démontées soigneusement afin d'évacuer les lambourdes anciennes et de les remplacer par de nouvelles en pin sylvestre traité. Les lames ainsi enlevées ont pu être remplacées en prenant soin d'éliminer celles qui étaient défectueuses (voir chapitre 4.3.2 « Les planchers »).

L'ajout d'une maçonnerie d'élévation intérieure en blocs de béton d'argex à la cave, entre la buanderie et la cuisine et entre la salle à manger et le vestiaire.

Tous les conduits de cheminée en maçonnerie ont été pourvus d'un conduit flexible en acier inoxydable.

Toutes les fissures intérieures et les maçonneries ont été ragréées.

Une gaine en PVC de 80 mm de diamètre pour la ventilation du séchoir a été posée, ainsi que d'une gaine technique de 20 x 30 cm dans la cage d'escalier depuis le niveau de la salle de bain jusqu'au rez-de-chaussée.

Le plafonnage est un enduit de plâtre qui recouvre les nouveaux et anciens murs, les



chambre 2 et cuisine - 1987



salon et chambre 3 - 1987



porte d'entrée - 1987



plafond salon - 1987



plafond étage - 1987

nouveaux et anciens plafonds et sur les plaques horizontales du manteau de cheminée de la cuisine.

Les tronçons de moulures et les motifs ornementaux ont été restaurés sur place. Les moulures manquantes ont été fabriquées en atelier à l'identique par rapport au modèle existant.

4.5.6 Restauration des menuiseries intérieures

Les travaux suivants ont été effectués :

- La restauration des portes ;
- La restauration des placards ;
- Des restaurations diverses comme les manteaux de cheminée en chêne, les lambris et l'escalier tout deux en chêne ;
- Le démontage des lambris pourris et leur remplacement par de nouveaux de même nature ;
- Le démontage des anciennes tablettes de fenêtre et la pose de nouvelles en planches de chêne languettées-rainurées.

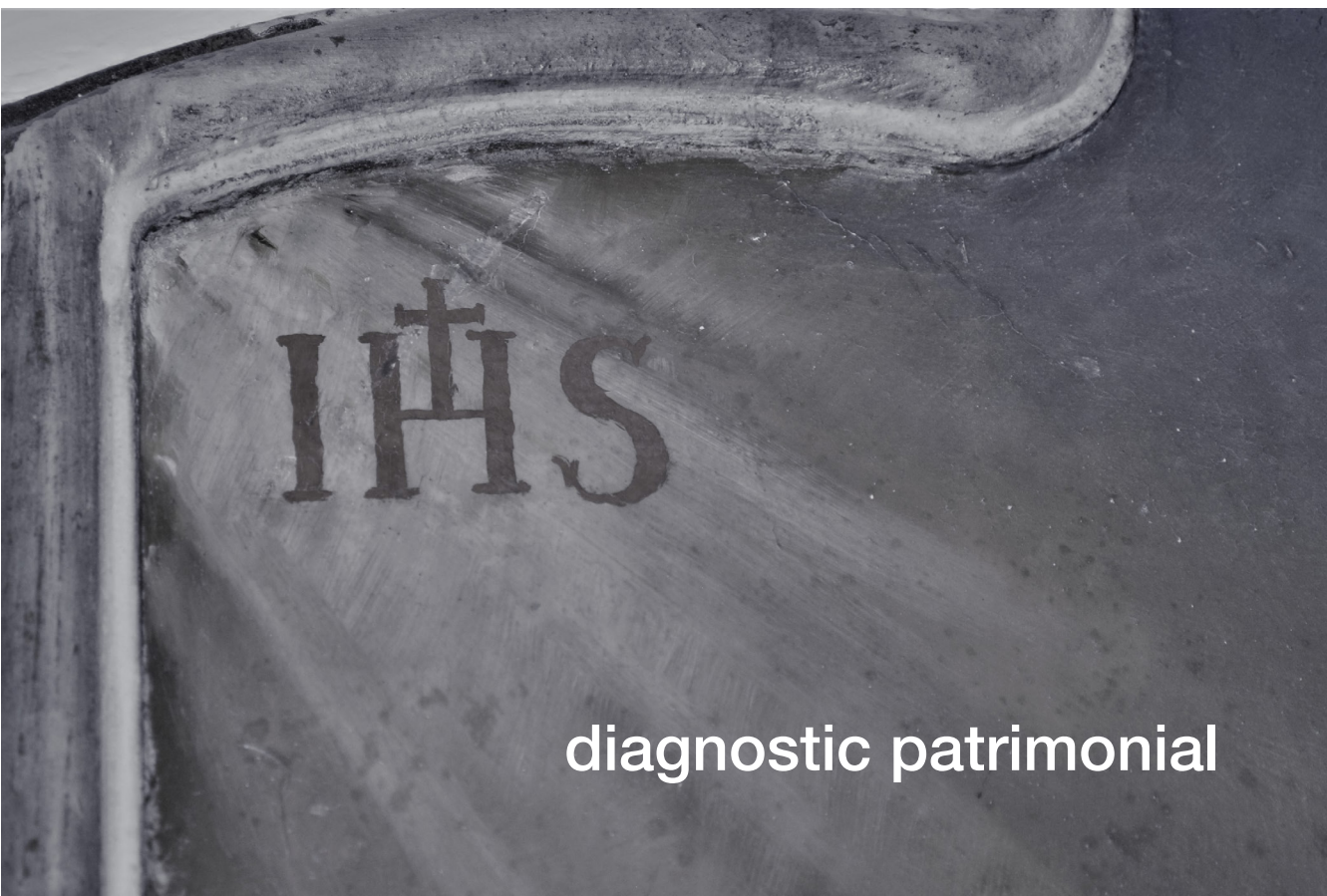
4.5.7 Restauration des menuiseries extérieures

Tous les châssis et portes datant du 19e siècle ont été démontés et remplacés. L'essence de bois utilisée pour les châssis est le DARK RED MERANTI traité et teinté de blanc. Le vitrage double isolant à croisillons incorporés est constitué de deux feuilles de vitres de 4 mm séparés par 15 mm de gaz isolant. L'épaisseur totale est de 23 mm et le coefficient U de transmission thermique est égal à 2,3 W/m²K.

La porte d'entrée avec imposte cintrée est composée d'un panneau en planches verticales massives sans moulures joint à un panneau isolant en polystyrène extrudé de 20 mm d'épaisseur ainsi qu'un panneau multiplex marin de 5 mm. Les mêmes matériaux ont été employés pour la porte extérieure de la façade arrière.

Tous les châssis de fenêtres et toutes les portes extérieures sont réalisés en trois frappes.

PARTIE II



diagnostic patrimonial

1.1 Réaliser des travaux sur un bien classé

En amont d'un diagnostic, d'une évaluation d'un bien patrimonial, il me semble primordial de s'intéresser d'abord au processus général de rénovation d'un bien patrimonial classé.

Comme expliqué dans la première partie au chapitre 1.2, le classement est une mesure de reconnaissance officielle de la valeur patrimoniale d'un bien.

Les biens immobiliers classés nécessitent constamment des travaux de prévention et, souvent, des opérations de maintenance ou de restauration pour assurer leur conservation intégrée. Celle-ci vise une politique globale de sauvegarde et de réhabilitation du patrimoine culturel prenant en compte la valeur et le rôle de ce patrimoine pour la société.

«Le département du Patrimoine comporte trois directions dont la direction de la Restauration qui prend en charge cinq types d'intervention :

1. La demande d'opérations de maintenance.
2. La déclaration préalable exigée pour tous les travaux à l'identique qui ne modifient ni l'aspect du bien, ni ses matériaux.
3. La demande d'autorisation de réalisation d'actes et travaux conservatoires d'urgence.
4. La demande de certificat de patrimoine préalable au permis d'urbanisme, exigée pour tous travaux autres que ceux repris dans la demande de déclaration préalable ou dans la demande d'opérations de maintenance.
5. La demande d'études préalables qui est, la plupart du temps, étudiée dans le cadre de la demande de certificat de patrimoine.

Des subventions peuvent être accordées, après examen et dans les limites des crédits budgétaires, pour les opérations de maintenance, les études préalables et les travaux de restauration.

Dans la plupart des cas, un comité d'accompagnement assiste le maître de l'ouvrage pour l'élaboration du projet et sa mise en œuvre.» (PORTAIL DE LA WALLONIE)

1.2 Les outils – La grille de Nara

Le centre international Raymond Lemaire pour la Conservation (RLICC) de la KU-Leuven a proposé, en 2006, un système de grille d'évaluation basé sur le Document de Nara, document résultant de la conférence sur l'authenticité qui a eu lieu en 1994 à Nara, au Japon. Le concept d'authenticité d'un bien est un concept complexe qui permet de comprendre sa valeur patrimoniale mais qui est interprété différemment selon les mœurs d'une population.

Le Document de Nara sur l'authenticité stipule à l'article 13 qu'« en fonction de la nature du patrimoine culturel, de son contexte culturel et de son évolution dans le temps, les jugements d'authenticité peuvent être liés à une grande variété de sources

d'information (...) »

Dans le but de développer un instrument qui aiderait à comprendre ce concept d'authenticité, le RLICC reprend cette description de l'article 13 du Document de Nara et la définit dans une grille dans laquelle les aspects et dimensions du patrimoine représentent chacun un axe : artistique, historique, social et technique.

Le remplissage de cette grille met en relation les aspects et dimensions du patrimoine. Le principal objectif est de donner un ordre dans la compréhension des héritages des valeurs et dissocier certaines dimensions qui peuvent se chevaucher ou même se contrarier.

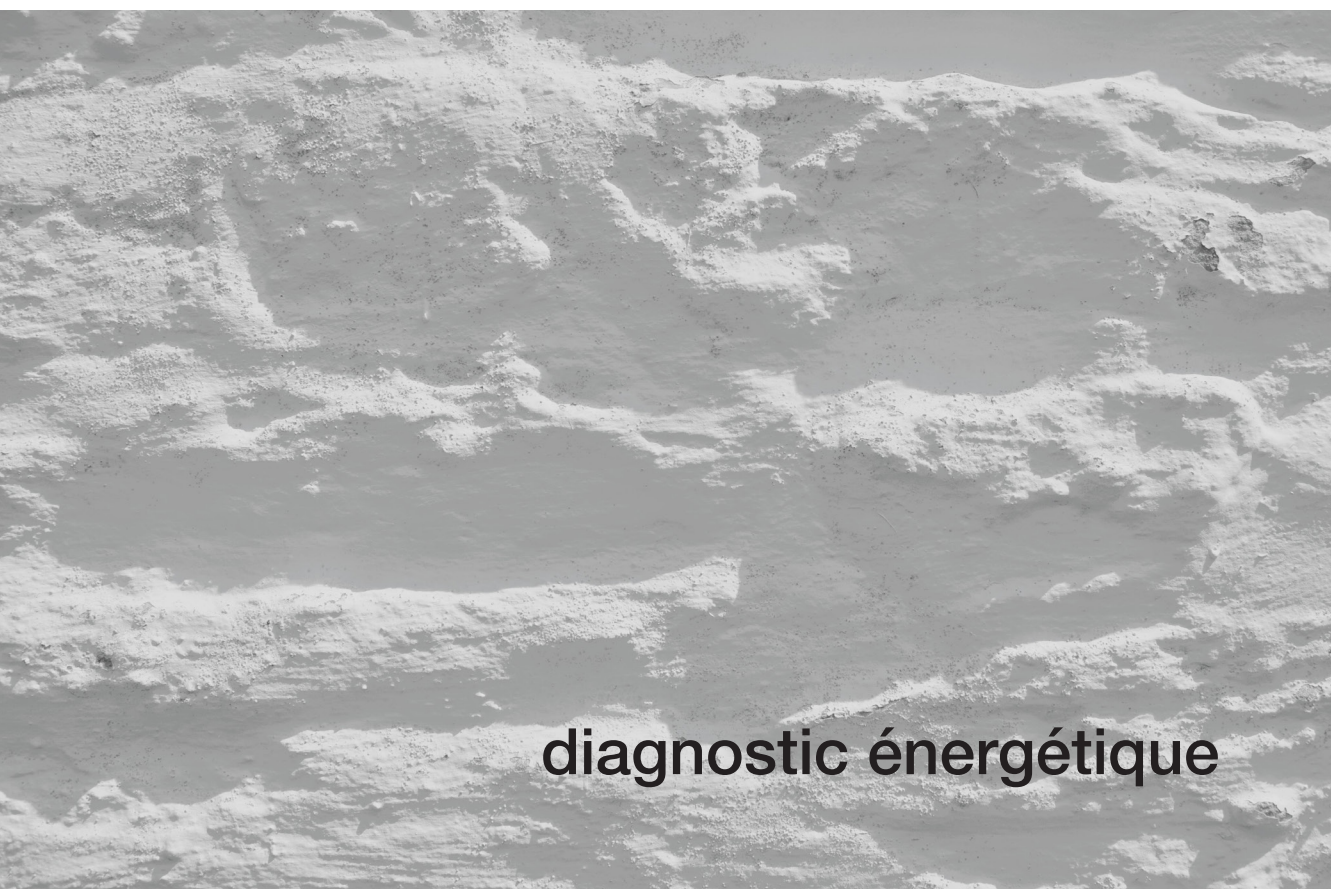
Afin de pouvoir discerner les valeurs patrimoniales du presbytère, j'ai moi-même rempli la grille sur base de l'étude architecturale réalisée précédemment.

Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	Son plan est rectangulaire, générant un volume rectangulaire qui s'élève sur deux niveaux. Ensemble simple et minimal. (chap 4.1)	Bâtiment érigé par les Jésuites du Luxembourg selon leurs règles au XVIIIème siècle. (chap 2.2)	La conception de la maison et sa décoration représente la classe aisée. (chap 2.2)	Les murs épais et bien reliés témoignent d'une construction érigée avec soin, qui a permis le maintient de la maison dans état suffisamment bon pour qu'elle ne s'écroule pas avant la restauration. (chap 5.1)

Matériaux et substance	<p>Toiture : ardoises naturelles</p> <p>Murs : moellons enduits de blanc</p> <p>Encadrement de baies : pierre de schiste</p> <p>Boiseries intérieurs : chêne</p> <p>Les matériaux originaux sont en bon état.</p> <p>Les nouveaux matériaux sont simples et employés dans le respect des valeurs historiques. (chap 4.2 et 4.3)</p>	<p>Lors de la restauration de 1994, maintien des matériaux originaux dans la mesure du possible. Si ce n'était pas possible, remplacement par de nouveaux matériaux compatibles, de même nature et de même couleur que les anciens. (chap 4.3)</p>	<p>Matériaux choisis en fonction de la proximité des carrières et des forêts. Tous les matériaux proviennent de la région de Bastogne (schiste et chêne). (chap 4.2)</p>	<p>Travail et pose des matériaux à la main, avec le bon sens du paysan et avec les techniques traditionnelles de l'époque.</p>
Usage et fonction	/	<p>- XVIIIème siècle : maison de l'ordre des Jésuites</p> <p>- XVIIIème siècle jusqu'à 1956 : appartenance à la fabrique d'église et fonction de presbytère</p> <p>- 1956-1994 : abandon</p> <p>- 1994 jusqu'à aujourd'hui : maison d'habitation pour une famille. (chap 2.2)</p>	<p>La maison a toujours gardé une fonction de logement et d'habitation. Les pièces principales, de « réception » sont au rez-de-chassée (le bel étage), les chambres sont à l'étage et les pièces de services sont cachées. (chap 4.1)</p>	/

Tradition et techniques	Compétences traditionnelles des techniques comme les moulures au plafond, les lambris de bois aux murs, les manteaux de cheminées et les escaliers en bois. (chap 5.5)	Techniques appliquées à l'ensemble de la maison lors de sa construction et qui n'ont jamais été modifiées.	Tirer avantages des artisans professionnels et de leur spécialité est important dans la construction ou dans la restauration de la maison.	Le processus de construction était propre aux formations des Jésuites. (chap 2.1)
Situation et emplacement	/	La maison est construite volontairement proche de l'église Saint-Lambert pour les besoins de l'ordre des Jésuites. (chap 3)	Situé au cœur du village, à côté du lavoir et un peu plus haut que les autres bâtisses du village, il est vu de tous les passants. Avec l'église, ils ont contribué à l'organisation du village. (chap 2)	Adossée sur le flanc nord de la vallée, parallèlement aux courbes de niveau afin que la façade avant puisse bénéficier de l'exposition sud. (chap 4.1)
Esprit et expression	Maison au caractère régional et rural avec une sensibilité intérieure. Sept pièces de la maison possèdent des moulures au plafond. Les boiseries intérieures sont finement travaillées. Un portrait de Saint-Ignace de Loyola a été peint en 1773 en signe de protection de la maison. (chap 5.5)	Typologie du bâtiment semblable aux bâtiments les plus anciens du village qui possède donc une unité architecturale en son cœur. (chap 2.1)	Expression des maisons de classe aisée du XVIIIème siècle. (chap 2.2)	Les murs extérieurs et refends sont porteurs. La façade, percée de quatre travées complètes, traduit un plan intérieur presque symétrique où les pièces principales se succèdent de part et d'autre du couloir central au rez-de-chaussée comme à l'étage. C'est une disposition classique où le logis est séparé en deux zones égales. (chap 4.1)

État original et devenir historique	Le classement du bâtiment engendre une protection des éléments qui ont permis ce classement. (chap 5.5)	1978 : classement intérieur et extérieur du bâtiment au patrimoine immobilier de la Wallonie. (chap 2.1)	La propriété restera dans les mains des propriétaires et continuera à leur servir d'habitation car elle possède une grande valeur sentimentale pour eux.	La restauration n'a mis en place qu'une remise en état du bâtiment dans lequel il a été construit. Il n'a donc pas fait l'objet d'ajout de matériaux et est resté dans sa forme originelle. L'état actuel est bon. (chap 5.1)
--	---	--	--	---



diagnostic énergétique

2.1 Exigences à satisfaire en rénovation énergétique

«Un bâtiment est constitué de différents composants et systèmes. Ceux-ci influencent le comportement de ce bâtiment dans le temps.

La rénovation peut modifier le fonctionnement d'une habitation et de son milieu intérieur. Si les travaux ne sont pas réalisés correctement, les rénovations peuvent avoir un effet négatif sur la structure, la qualité de l'air et le confort de la maison.

S'appliquant à une habitation considérée comme un tout, la méthode de rénovation à déterminer doit répondre à une série de questions de nature : « Qu'arrivera-t-il si ? ».

La fonction principale de l'enveloppe du bâtiment est de délimiter un espace intérieur confortable, à l'abri de l'environnement extérieur. Pour ce faire, l'enveloppe doit résister à de nombreuses forces mécaniques et environnementales et doit conserver cette résistance tout au long de sa vie. L'enveloppe doit, par conséquent, isoler l'environnement intérieur de l'environnement extérieur. Elle doit avoir une durabilité et une intégrité structurale élevées, en particulier pour empêcher les dommages de l'humidité. En effet, de tous les éléments environnementaux, l'humidité constitue la plus grande menace : elle est responsable d'environ 80 % des dommages subis par les enveloppes de bâtiments.

Les 5 exigences à satisfaire pour obtenir une isolation thermique efficace et éviter des éventuelles dégradations dues à l'humidité sont :

1. Minimiser les pertes de chaleur en plaçant un matériau isolant adapté à chaque paroi ;
2. Réaliser une couche isolante continue et éviter les ponts thermiques ;
3. Empêcher les infiltrations d'eau dans la paroi isolée ;
4. Empêcher les circulations d'air dans, autour et au travers de la paroi ;
5. En cas de risque de condensation interne, freiner toute la migration de la vapeur d'eau dans la paroi isolée.» (HAUGLUSTAINE, SIMON, p.23-25)

2.1.1 Performance thermique d'une paroi

«Le coefficient de transmission thermique ou valeur U dépend de la performance des matériaux qui composent la paroi. Plus le U est faible, plus la paroi est isolante thermiquement.

Un matériau isolant permet de diminuer considérablement la valeur U d'une paroi. Son choix dépend de différents facteurs tels que l'efficacité de l'isolant (conductivité thermique), les sollicitations mécaniques externes comme l'écrasement, la perméabilité à la vapeur, la compatibilité avec le support, le prix, etc.

Le choix a également un impact environnemental sur la santé. Un isolant synthétique tels que les mousses de polyuréthane et de polystyrène avec un coefficient de conductivité thermique favorable est produit à partir de matières non renouvelables et demande un grand apport d'énergie grise. De plus, ils libèrent des gaz toxiques et mortels en cas d'incendie. La laine minérale, quant à elle, est composée de matières recyclées mais est très énergivore à sa fabrication. Les isolants écologiques issus de sources renouvelables et leur production sont peu énergivores, donc plus intéres-

sants au niveau de l'énergie grise.

Donc pour éviter des impacts sur l'environnement ou sur la santé, il faut prendre en compte le besoin d'énergie grise consommé sur l'ensemble de son cycle de vie, des différentes émissions, les possibilités de recyclage, etc.» (ARCHITECTURE & CLIMAT)

2.1.2 Ponts thermiques

«Les ponts thermiques dus à des contraintes constructives sont des points faibles caractérisés par une rupture locale de l'isolant de l'enveloppe du bâtiment. Ils se produisent principalement aux endroits de jonctions et raccords aux fenêtres, balcons, linteaux, mur-toit, mur-plancher, etc. Les ponts thermiques dus à des contraintes géométriques sont des points faibles provenant de la forme de l'enveloppe ayant une surface extérieure non chauffée plus grande et une surface intérieure chauffée plus petite.» (ARCHITECTURE & CLIMAT)

«Ces endroits engendrent une sensation de paroi froide et donc un inconfort dû à une température de la surface intérieure à proximité du pont thermique par rapport à la température moyenne de la paroi. Ces ponts thermiques peuvent causer des surconsommations de chauffage. Plus le bâtiment est isolé, plus ces défauts d'isolation ressortent et induisent des déperditions importantes (jusqu'à 25 % des déperditions totales).

Pour identifier les faiblesses de la paroi, une recherche exhaustive des ponts thermiques existants doit être réalisée par des moyens adéquats comme la thermographie, thermomètre de surfaces, etc. Avec une isolation par l'extérieur, ces ponts thermiques peuvent être facilement évités car la continuité de l'isolant de l'enveloppe est réalisable sans trop de difficulté. Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, la résolution des ponts thermiques est plus complexe.» (LEHR, p.32)

2.1.3 Condensations internes et moisissures

Les bâtiments anciens ont souvent des problèmes préalables comme les moisissures sur les murs et les plafonds. Leur cause vient d'une part des mauvaises habitudes de chauffage et de ventilation de l'habitant et, d'autre part, d'une isolation insuffisante des murs extérieurs constituant des ponts thermiques. Les moisissures ont besoin d'humidité pour se développer, c'est-à-dire qu'elles ne se trouvent jamais sur des murs secs.

«Si la température de la surface de la paroi est plus basse que la température du point de rosée à une humidité d'air relative, la condensation superficielle apparaît» (GABRIEL, p.30).

«En rapport avec l'isolation thermique, le terme de diffusion de la vapeur d'eau apparaît, un phénomène restant souvent invisible vu qu'il suinte à travers la paroi. Surtout en période d'hiver, la température extérieure basse et la température plus élevée à l'intérieur provoquent de l'humidité sur la surface intérieure de la paroi, ce qui fait que l'air chaud chargé de vapeur d'eau se déplace dans la paroi par diffusion au sein des matériaux et condense à l'intérieur de celle-ci. Si, en un point de la paroi, le point de

rosée est atteint, la vapeur va se condenser ce qui conduit à des conséquences sur la durabilité, la performance des éléments constructifs, ainsi que sur le confort et la santé de l'habitant. Le placement d'une barrière étanche à la vapeur d'eau côté intérieur de la paroi peut empêcher les transferts de la vapeur de l'intérieur vers l'extérieur.» (GABRIEL, p.30)

2.1.4 Confort d'été / surchauffe

Un climat ambiant et confortable en hiver, avec des coûts de chauffage les plus bas possibles, est déjà acquis aujourd'hui. Mais qu'en est-il du confort intérieur en période estivale lorsque les températures extérieures sont de 35 ° C ?

Si l'on veut conserver une maison fraîche en été, sans une climatisation mécanique, il n'y a qu'un moyen, profiter du froid de la nuit. L'idée est que la chaleur du jour puisse être «absorbée» par les matériaux accumulant la chaleur. Cela retarde et atténue la vague de température passant de la surface extérieure à la surface intérieure. La nuit, la chaleur stockée est restituée à l'extérieur, où la température est devenue plus fraîche.

Par rapport à l'isolation thermique, un autre facteur intervient donc ici : le temps. Les températures ne sont plus constantes, elles fluctuent quotidiennement et la capacité de stockage des matériaux de construction est prise en compte. Elle peut varier en fonction de la place de l'isolant dans un composant, s'il est placé à l'intérieur ou à l'extérieur.

La temporisation de l'onde de température est décrite par le déphasage. Il s'agit du temps, en heures, entre la température maximale sur les surfaces extérieure et intérieure. Une valeur de 12 heures signifie que la température interne maximale est atteinte 12 heures après le maximum de la température de surface externe. Un déphasage de 10 à 12 heures est donc idéal, afin que la température maximale de la surface interne soit atteinte dans la seconde moitié de la nuit.

L'objectif est donc de limiter au maximum les fluctuations de température sur la surface interne et d'atteindre un déphasage de 10 à 12 heures.

«L'atténuation de l'amplitude thermique et le déphasage sont indispensables en tant que caractéristiques de qualité comparables pour l'évaluation de la protection thermique d'un composant. Cependant, il ne faut pas s'attendre à ce que les températures intérieures calculées correspondent aux températures réelles. En réalité, d'autres facteurs jouent un rôle important dans la pratique comme le rayonnement solaire direct par les fenêtres et la quantité totale de la capacité de stockage de chaleur, y compris le sol, les murs intérieurs et les meubles.» (UBAKUS)

2.2 Les outils

Les outils et programmes utilisés pour ce travail ont d'abord été choisis pour leur gratuité, grâce à une licence étudiante ou facilement téléchargeable sur internet. J'ai découvert les logiciels THERM et PHPP grâce aux cours suivis en master 1 de « conception des bâtiments à haute performance énergétique » donné par Olivier Henz à la faculté d'Architecture de l'Université de Liège. Quant au programme U-wert-Rechner, je l'ai découvert par moi-même et je l'ai choisi pour sa polyvalence dans les résultats et pour ses graphiques clairs et faciles à comprendre pour une personne lambda et surtout pour les propriétaires du presbytère.

Le logiciel THERM

Le logiciel THERM est développé par LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) et est utilisé pour estimer le flux thermique par transmission à travers un nœud constructif. Il permet également de simuler les températures (isothermes) dans une paroi en prenant en compte les conditions climatiques (température intérieure et extérieure de la paroi). On peut en déduire des valeurs pour pouvoir calculer le pont thermique aux nœuds constructifs.

Le programme U-wert-Rechner

Ce programme en ligne (<https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/index.php?>) permet de calculer le coefficient de transmission thermique d'un mur en détail, de déterminer les points de condensation s'il y en a, etc. Il permet également de connaître le taux d'humidité d'un mur et si celui-ci est suffisamment isolé.

Le logiciel PHPP

Le PHPP, pour « Passive House Planning Package », est un tableau Excel qui permet l'accompagnement à la conception d'habitation sa faible consommation d'énergie. Il permet de fournir les méthodes d'encodage et les techniques nécessaires comme le calcul des coefficients thermiques, l'encodage de chaque baie, l'impact de l'ombrage projeté sur le bâtiment, le risque de surchauffe, etc.

2.3 Définitions utiles

« Résistance thermique d'une couche et conductivité thermique d'un matériau :

La résistance thermique notée R et exprimée en $m.K/W$ de chaque couche d'un élément de paroi dépend de son épaisseur et de la conductivité thermique du matériau qui la compose. Plus la conductivité thermique d'un matériau (notée λ et exprimée en $W/m.k$) est faible, plus le matériau est isolant thermiquement. »

« Coefficient de transfert thermique :

Pour qualifier la performance énergétique d'une paroi, on utilise en général le coefficient de transfert thermique (noté U et exprimé en $W/m.k$). Plus le U est faible, plus la paroi est isolante thermiquement. Ce coefficient ne suffit pourtant pas pour exprimer le comportement hygrométrique dynamique de la paroi.» (ARCHITECTURE & CLIMAT)

« Teneur en eau et courbe de rétention d'humidité :

La teneur en eau d'un matériau évolue principalement en fonction de l'humidité relative de l'ambiance dans laquelle il est plongé. Elle est notée en w et s'exprime en kg/m^3 (ou en % de masse). La teneur en eau des matériaux est toujours égale à $0 \text{ kg}/\text{m}^3$ à 0 % d'humidité relative. Elle évolue doucement jusqu'à 80 % ou 90 %, voire plus selon les matériaux (leur composition, leur porosité, etc.). C'est la zone hygroscopique, où l'eau est principalement absorbée. La teneur en eau est dans cette zone reste modérée : très basse pour certains matériaux (brique, béton cellulaire, etc.) et plus élevée pour d'autres (bois, cellulose, etc.).

Au-delà de cette humidité relative, et jusqu'à saturation de 100 %, on entre dans la zone capillaire. La teneur en eau augmente alors beaucoup plus vite et peut atteindre des valeurs élevées. À 100 % d'humidité relative, on atteint la « saturation libre », où les pores du matériau ne sont pas encore forcément complètement remplis d'eau. La teneur en eau peut encore augmenter si le matériau est plongé dans l'eau, c'est la sursaturation. En pratique, il est assez rare d'atteindre la teneur en eau maximale où tous les pores sont remplis d'eau.» (ARCHITECTURE & CLIMAT)

2.4 Les points faibles de la maison selon les propriétaires

Après un peu plus de 20 ans de vie dans l'ancien presbytère, les propriétaires ont pu desceller les points faibles et les vices cachés. Il suffit de lire le cahier des charges de la restauration pour se rendre compte qu'aucune isolation n'a été placée dans la toiture et dans les murs extérieurs. Seule l'épaisseur importante de la pierre sépare l'intérieur et l'extérieur.

Cette épaisseur de mur joue également un rôle défavorable dans le confort thermique. Après démarrage du chauffage, 2 à 3 heures sont nécessaires pour chauffer une pièce à 20°C où il résidera toujours une sensation de froid et d'inconfort. En effet, l'inertie des murs est tellement grande, qu'il faut attendre plusieurs jours afin que la température de la surface interne du mur soit acceptable et réduise cette sensation de froid. Les murs les plus exposés à ce genre de problèmes sont ceux du pignon ouest. C'est le pignon le plus froid et le plus exposé, où il apparaît même des traces de moisissures dans les coins.

Ensuite, aucune coupure thermique n'a été mise en œuvre entre les locaux non chauffés comme le grenier et la cave, et les locaux chauffés. Les propriétaires se sont rapidement rendu compte de ce problème et ont essayé de le résoudre en plaçant eux-mêmes et de façon grossière, une plaque isolante autour de la cage d'escalier menant à la cave et de lourdes tentures en velours devant les portes.

2.5 Diagnostic des parois existantes

Pour chaque type de paroi existante en contact avec l'extérieur, différents paramètres seront analysés pour définir leur performance. Ces paramètres sont l'isolation thermique, l'hygrométrie, ainsi que le confort d'été. Les parois existantes étudiés sont les murs extérieurs, la toiture, le plancher sur sol, le plancher sur cave et les fenêtres.

Pour le calcul de la protection contre l'humidité et du profil de température, la résistance thermique surfacique intérieure (Rsi) est égale à 0,25 pour une circulation de l'air réduite et la résistance thermique surfacique extérieure (Rse) est égale à 0,04. Ces résistances sont appliquées à toutes les parois sauf à la toiture car dans ce cas, la circulation de l'air est libre, Rsi vaut donc 0,13.

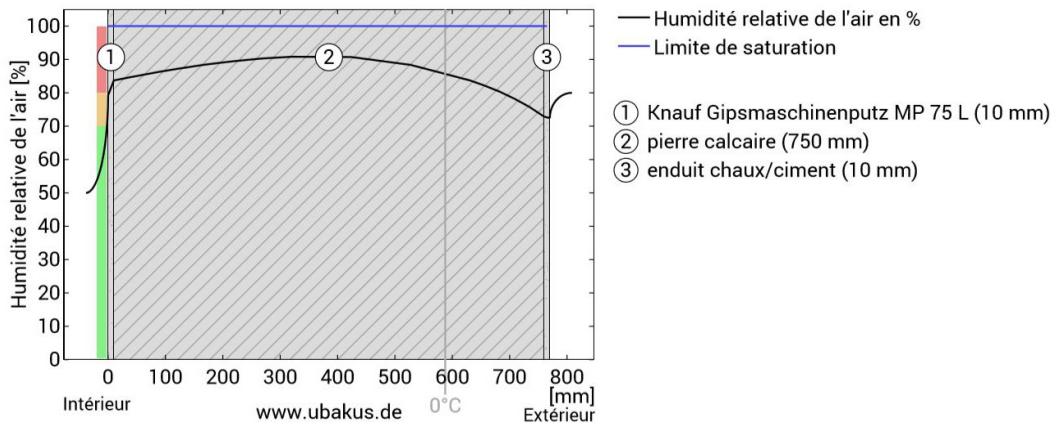
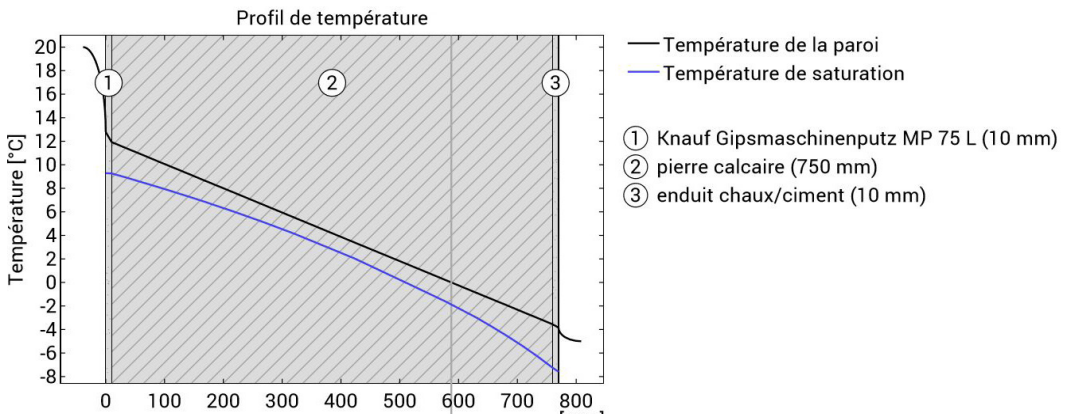
Au niveau de l'hygrométrie, pendant la période de rosée, le composant est exposé pendant 90 jours à un air extérieur de -5°C et de 80% d'humidité, ainsi qu'à un air ambiant de 20°C et de 50% d'humidité. La quantité d'eau de condensation qui en résulte ne doit jamais dépasser $0,5\text{ kg/m}^2$.

La convection et la capillarité des matériaux de construction ne sont pas pris en compte. Le temps de séchage de la condensation peut prendre plus de temps dans des conditions défavorables (ombrage, étés humides / frais) que celui calculé ici.

Quant au confort d'été, les résultats sont calculés sur une simulation de 24 heures et on suppose, une température de l'air extérieur qui fluctue périodiquement entre 15°C et 35°C . Le résultat de la simulation est l'évolution de la température dans le temps sur les surfaces internes et externes du composant.

Comme déjà expliqué au chapitre 2.1.4, les résultats sont indépendants des valeurs réelles de température intérieure puisque dans la pratique, d'autres facteurs influencent celles-ci. L'atténuation de l'amplitude température et le déphasage servent uniquement de comparatif entre différents composants de paroi.

2.5.1 Mur extérieur existant



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité Épaisseur : 77,0 cm
 Air extérieur : -5 °C / 80 % d'humidité Poids : 1 528 kg/m²
 Température de surface : 12,8 °C / -3,8 °C Capacité thermique : 1 528 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,130	12,8	20,0	
1	1 cm Knauf Gipsmaschinenputz MP 75 L	0,340	0,029	11,9	12,8	9,5
2	75 cm pierre calcaire	1,400	0,536	-3,6	11,9	1.500,0
3	1 cm enduit chaux/ciment	1,000	0,010	-3,8	-3,6	18,0
	Résistance thermique surfacique*		0,040	-5,0	-3,8	
	77 cm Total de la composition		0,745			1.527,5

Valeur du U = 1,34 W(m²K) = 1/R = 1/0,745

Hygrométrie

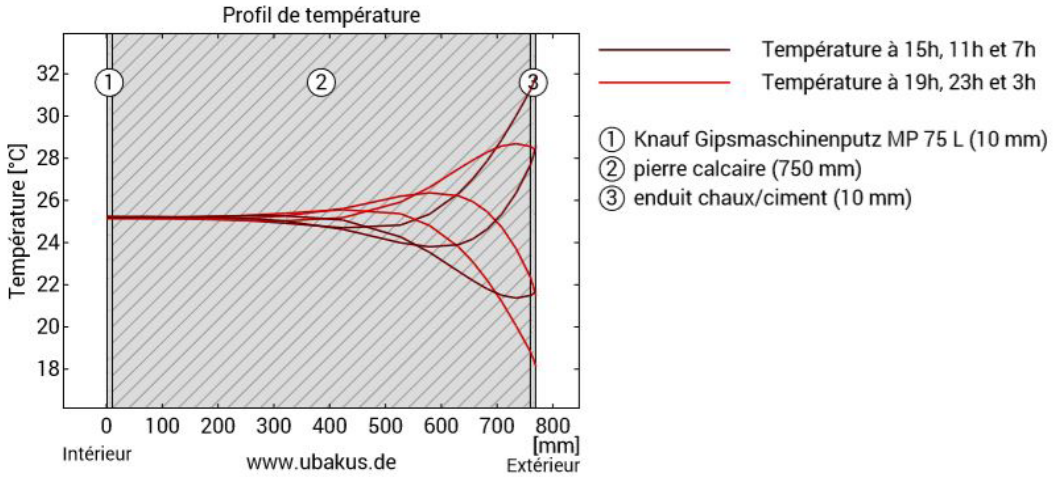
Le premier graphique montre la courbe de la température et du point de rosée dans la composition. Le point de rosée indique la température à laquelle la vapeur d'eau condensera. Si la température de la composition est au-dessus de la température de condensation, il n'apparaît pas d'eau liquide. Si les deux courbes viennent à se toucher, il se forme en ce point de la condensation. Il n'y a donc aucun risque dans ce cas.

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours.

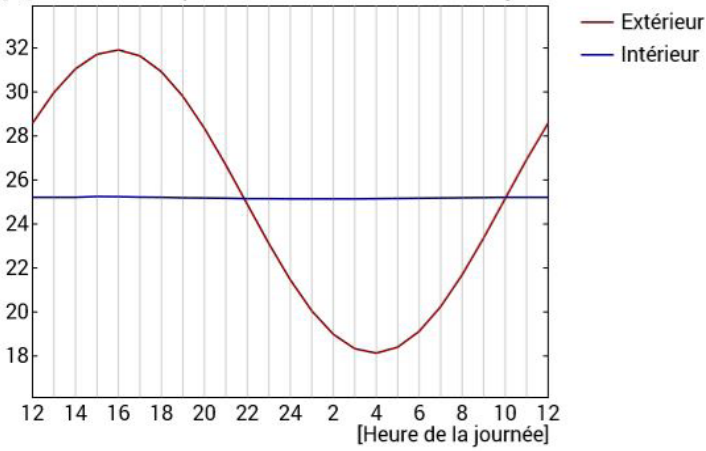
La température de surface à l'intérieur est de 12,8 °C, ce qui est très faible. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 7,2 °C. Ceci réduit le confort thermique car la circulation de l'air par convection due à cette différence est fortement ressentie par l'homme.

Le deuxième graphique suivant montre l'humidité relative dans la composition de paroi. La température de la paroi intérieure qui est de 12,8 °C entraîne une humidité relative à la surface de 79 %. Certains types de moisissures se développent à partir d'un taux d'humidité de 70 % pour les murs en pierre. Le développement de moisissures ne peut donc être exclu.

Pour éviter le risque fongique, la température de surface doit être augmentée par une isolation supplémentaire et/ou l'humidité relative de l'air de la pièce doit être réduite.



Évolution de la température de surface au cours de la journée



Confort d'été

Le premier graphique montre le profil de température dans la composition à différents moments.

Lignes marrons : 15 heures, 11 heures et 7 heures.

Lignes rouges : 19 heures, 23 heures et 3 heures.

Le deuxième graphique montre la température de la surface extérieure (rouge) et de la surface intérieure (bleu) lors d'une journée. Les flèches noires indiquent les températures maximales.

Le maximum de la température de la surface intérieure devrait se trouver de préférence au cours de la deuxième moitié de la nuit. Dans ce cas, il n'évolue pas au fur et à mesure de la journée à cause de la capacité thermique importante de l'épaisseur de pierres. Le déphasage est donc non significatif. Pour rappel, il indique la durée en heures, durant laquelle le pic de chaleur de l'après-midi atteint le côté intérieur de la composition.

En résumé

U : 1,34 W(m²/K)

Hygrométrie :

Pas de condensation

Risque fongique

Confort d'été :

Déphasage non significatif

Cap.de chaleur int. : 594 kJ/m²K

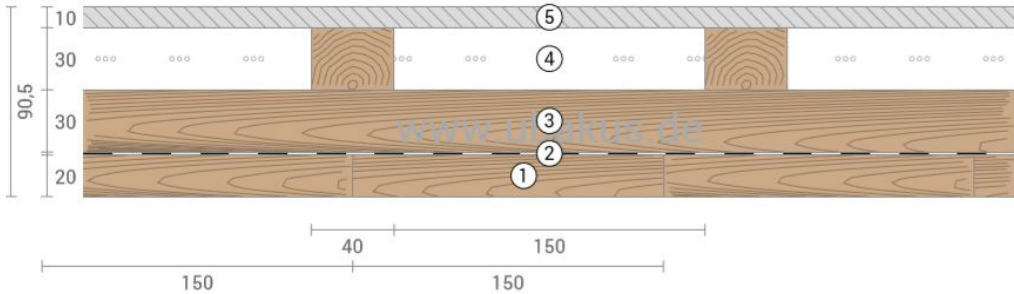


Le coefficient de transmission thermique U est égal à 1,34 W (m²/K), c'est-à-dire qu'il faut 1,34 watt pour augmenter la température de la paroi de 1 degré kelvin sur une surface de 1 m². Plus ce coefficient est faible, plus la paroi est isolée. Pour un mur en construction basse énergie, la valeur U est plafonnée à 0,3. La valeur U du mur actuel est donc trop élevée et donc peu isolant.

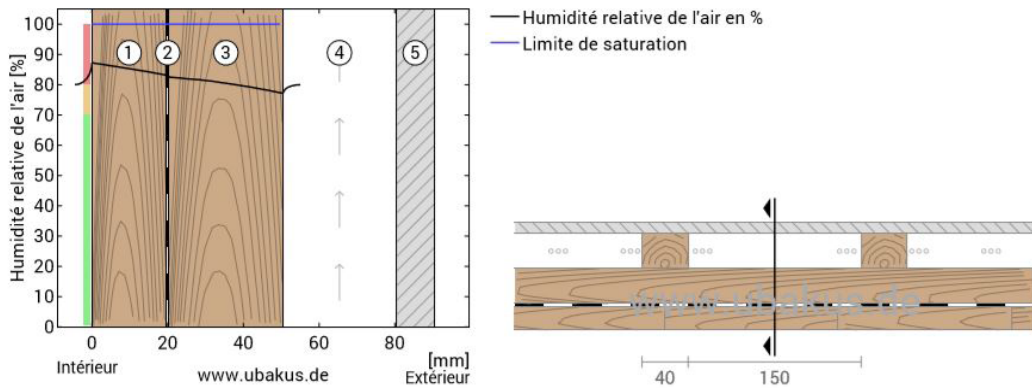
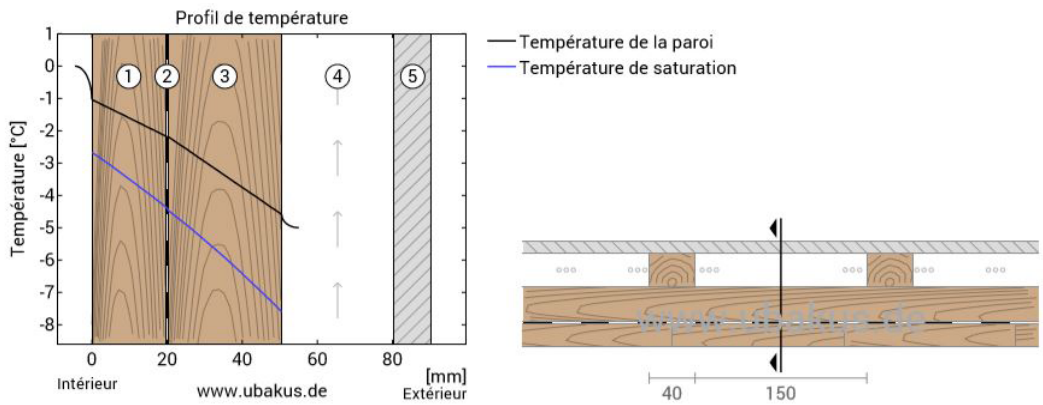
Au niveau de l'hygrométrie, la courbe des températures à travers la paroi est toujours en dessous du point de rosée, il ne se forme donc pas de condensation. Par contre, le degré d'humidité de la surface intérieure du mur est trop élevé, il se peut qu'il y ait formation de moisissures. Ce phénomène est déjà apparu dans la chambre 1 et dans le bureau.

La température de surface intérieure n'évolue pas en été car le mur possède une grande capacité à ralentir les transferts de chaleur. Puisque la température interne est constante, il n'y a pas de déphasage.

2.5.2 Toiture existante



- ① chêne (20 mm)
- ② Pare-pluie sd=0,05m
- ③ bois d'épicéa (30 mm)
- ④ lame d'air ventilée (30 mm)
- ⑤ ardoise (10 mm)



- ① chêne (20 mm)
- ② Pare-pluie sd=0,05m
- ③ bois d'épicéa (30 mm)
- ④ lame d'air ventilée (30 mm)
- ⑤ ardoise (10 mm)

Isolation thermique

Air ambiant : 0 °C / 80 % d'humidité
 Air extérieur : -5 °C / 80 % d'humidité
 Température de surface : -1 °C / -4,5 °C

Épaisseur : 9,1 cm
 Poids : 55 kg/m²
 Capacité thermique : 55 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,100	-1,0	0,0	
1	2 cm chêne	0,180	0,111	-2,2	-1,0	6,9
	2 cm chêne (50%)	0,180	0,111	-2,2	-1,0	6,9
2	0,05 cm Pare-pluie sd=0,05m	0,500	0,001	-2,2	-2,2	0,3
3	3 cm bois d'épicéa	0,130	0,231	-4,6	-2,2	13,5
	Résistance thermique surfacique*		0,100	-5,0	-4,6	
4	3 cm Lamé d'air ventilée (extérieure)			-5,0	-5,0	0,0
5	1 cm ardoise			-5,0	-5,0	24,0
	9,05 cm Total de la composition		0,543			55,3

Valeur du U = 1,84 W (m²K) = 1/R = 1/0,543

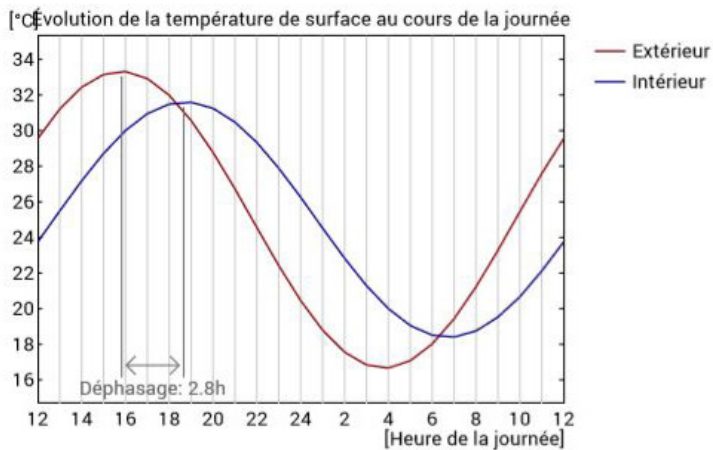
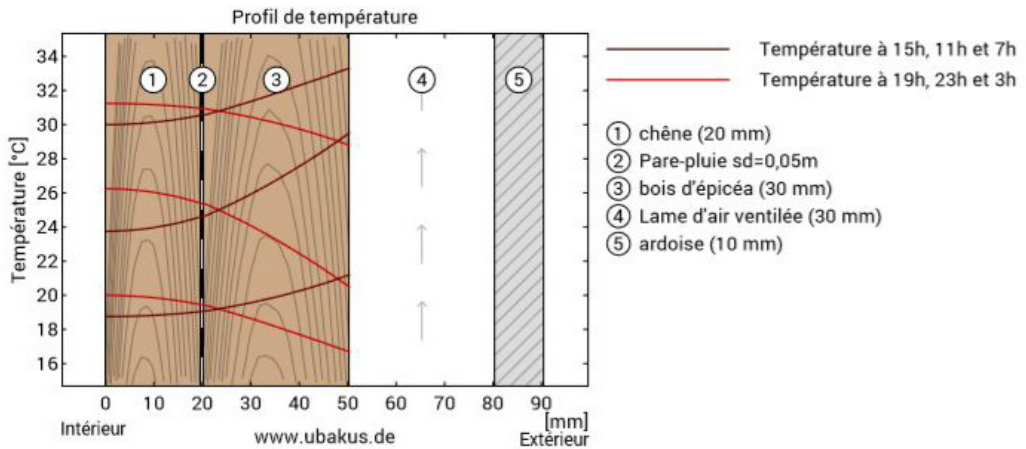
Hygrométrie

Le premier graphique montre le profil de température de la composition (en noir) et de la température de saturation (en bleu) suivant la coupe. Si la température de composition est au-dessus de la température de condensation, il n'apparaît pas d'eau liquide. Si les deux courbes viennent à se toucher, il se forme en ce point de la condensation. Cependant, ce n'est pas le cas dans la toiture dans ces conditions.

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours.

Le deuxième graphique suivant montre l'humidité relative dans la composition de paroi. La température de la paroi intérieure est de -1 °C entraînant une humidité relative à la surface de 87 %. La plupart des moisissures prospèrent à partir d'un taux d'humidité de 80 %. Il existe donc un risque d'apparition de moisissures.

Pour éviter ce risque, la température de la surface doit être augmentée par une isolation supplémentaire.



Confort été

Le premier graphique montre le profil de température dans la composition à différents moments.

Lignes marrons : 15 heures, 11 heures et 7 heures.

Lignes rouges : 19 heures, 23 heures et 3 heures.

Le deuxième graphique montre la température de la surface extérieure (rouge) et de la surface intérieure (bleu) lors d'une journée. Les flèches noires indiquent les températures maximales. Le maximum de la température de la surface intérieure devrait se trouver de préférence au cours de la deuxième moitié de la nuit. Dans ce cas, il évolue très fort au fur et à mesure de la journée. Le déphasage est de 2,8 heures.

L'évaluation de la protection contre les surchauffes est indépendante des valeurs minimales et maximales de la température extérieure et de l'heure à laquelle le maximum est atteint. L'atténuation de l'amplitude et le décalage de phase servent simplement de comparaison entre différentes parois et ne permettent aucune déduction sur la température intérieure réelle.

Pour une bonne protection contre les surchauffes en été, des matériaux avec une grande capacité de stockage de la chaleur doivent être utilisés, de préférence en combinaison avec une isolation par l'extérieur.

Les calculs présentés ci-dessus sont établis pour une section unidimensionnelle de la paroi.

En résumé

U : 1,84 W (m²/K)

Hygrométrie :

Pas de condensation
Pas de risque fongique

Confort d'été :

Déphasage : 2,8 h
Cap. de chaleur interne : 30 kJ/m²K

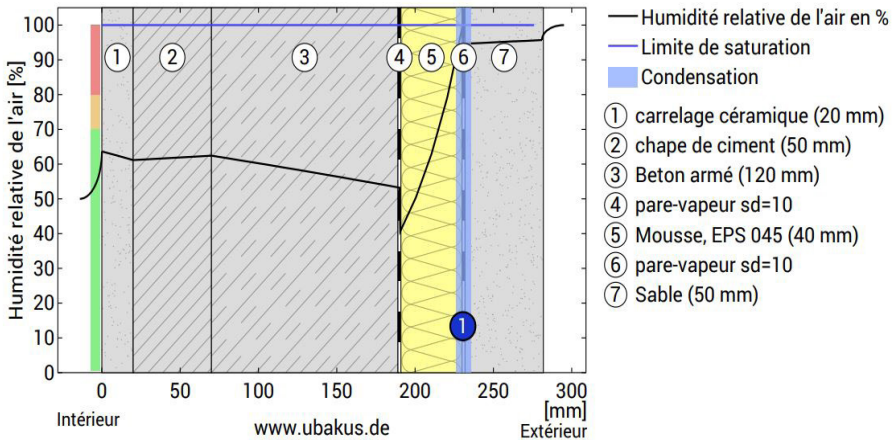
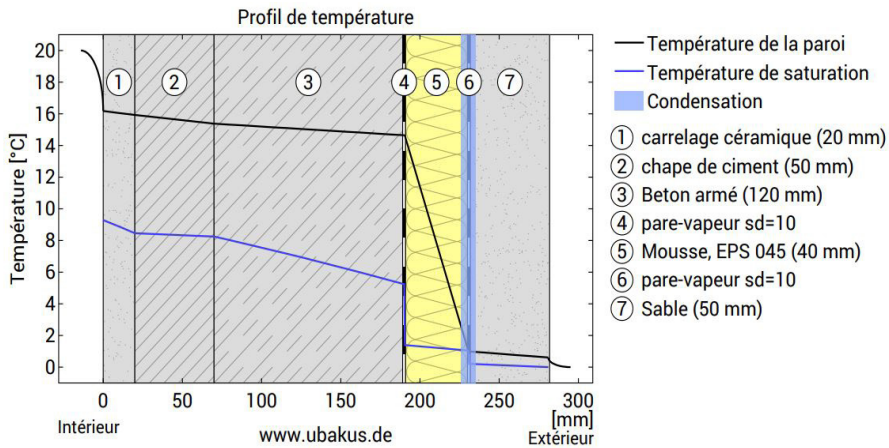
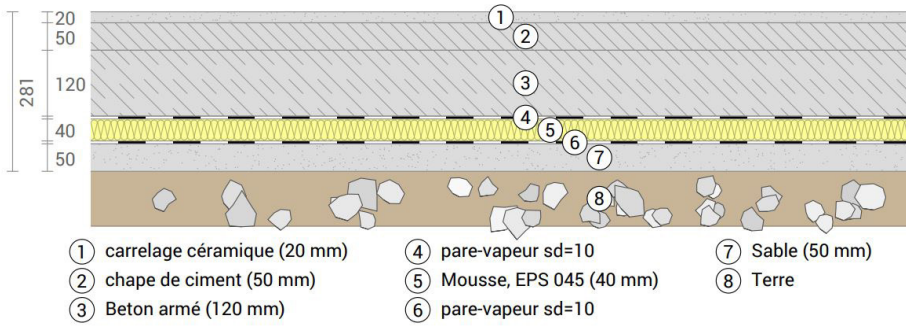


Le coefficient de transmission thermique U est égal à 1,84 W (m²/K), c'est-à-dire qu'il faut 1,84 watt pour augmenter la température de la paroi de 1 degré kelvin sur une surface de 1 m². Plus ce coefficient est faible, plus la paroi est isolée. Pour une toiture en construction basse énergie, la valeur U est plafonnée à 0,2. La valeur U de la paroi actuelle est donc trop élevée et donc peu isolant.

Au niveau de l'hygrométrie, la courbe des températures à travers la paroi est toujours en dessous du point de rosée, il ne se forme donc pas de condensation. Par contre, le degré d'humidité de la surface intérieure de la toiture est trop élevé, il se peut qu'il y ait formation de moisissures.

La température de surface intérieure évolue énormément en été car la toiture possède une faible capacité à ralentir les transferts de chaleur. Le déphasage est de 2,8 heures, c'est le temps durant lequel le pic de chaleur de l'après-midi atteint le côté intérieur de la composition. Un déphasage idéal doit se faire dans la deuxième moitié de la nuit pour restituer la chaleur accumulée quand il fait plus froid. Ce n'est pas le cas pour la toiture.

2.5.3 Plancher sur sol existant



Les résultats obtenus pour le plancher sur sol (avec du parquet ou des carrelages en céramique comme finition) sont des résultats théoriques. En effet, les panneaux d'isolation sont directement posés sur une couche de sable qui n'est pas parfaitement plane. Les panneaux risquent donc de s'écarter les uns des autres et de provoquer des joints ouverts. La solution la moins dangereuse aurait été de placer la couche d'isolation entre la dalle de béton armé et la chape de ciment.

La température du sol est prédéfinie à 0 °C pour représenter le cas le plus défavorable.

Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité

Épaisseur : 28.1 cm

Terre : 0 °C / 100 % d'humidité

Poids : 529 kg/m²

Température de surface : 16,2 °C / 0,6 °C

Capacité thermique : 489 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,170	16,2	20,0	
1	2 cm carrelage céramique	1,200	0,017	15,9	16,2	40,0
2	5 cm chape de ciment	1,400	0,036	15,4	15,9	100,0
3	12 cm Béton armé (2%)	2,500	0,048	14,6	15,4	288,0
4	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	14,6	14,6	0,1
5	4 cm Mousse, EPS 045	0,045	0,889	1,0	14,6	1,2
6	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	1,0	1,0	0,1
7	5 cm Sable (humide à la terre)	2,000	0,025	0,6	1,0	100,0
	Résistance thermique surfacique*		0,000	0,0	0,6	
8	Terre			0,0	0,0	47,8
	28,1 cm Total de la composition		1,190			529,5

Valeur du U = 0,84 W (m²K) = 1/R = 1/1,190

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours.

Dans le premier graphique, les courbes de la température de la paroi et de la température de saturation viennent à se toucher, il y a donc de la condensation au niveau de l'isolation et de la première membrane d'étanchéité.

Lors du dégel en hiver de 90 jours, 0,027 kg de condensat par m² se crée au total dans cette paroi. En été, cette quantité d'eau sèche en 26 jours (période de séchage). La quantité maximale d'eau admissible est de 0,5 kg/m². La faible quantité de condensation ne pose donc pas de problème.

La température de surface à l'intérieur est de 16,2 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 3,8 °C. La circulation de l'air par convection due à cette différence et ressentie par l'homme réduit le confort thermique.

Le deuxième graphique montre l'humidité relative dans la composition de paroi. La température de la paroi intérieure qui est de 16,8 °C entraîne une humidité relative à la surface de 63 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le confort été n'est ici pas calculé puisque la paroi est en contact direct avec la terre et il n'y a pas de variations des températures externes.

En résumé

U : 0,84 W (m²/K)

Hygrométrie :

Condensation : 27 g/m²
Sèche en 26 jours
Pas de risque fongique

Confort d'été :

Cap.de chaleur interne : 301 kJ/m²K
Déphasage non pertinent

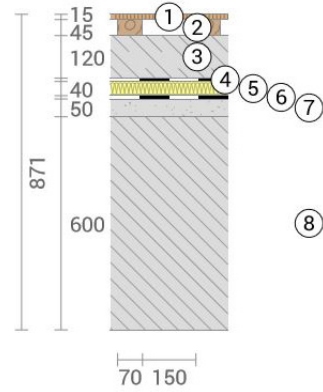
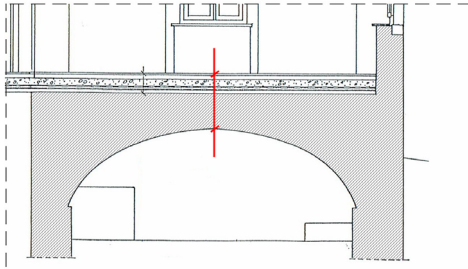


Le coefficient de transmission thermique U est égal à 0,84 W (m²/K), c'est-à-dire qu'il faut 0,84 watt pour augmenter la température de la paroi de 1 degré kelvin sur une surface de 1 m². Plus ce coefficient est faible, plus la paroi est isolée. Pour un plancher en construction basse énergie, la valeur U est plafonnée à 0,2. La valeur U du plancher sur sol actuel est donc trop élevée et donc peu isolante.

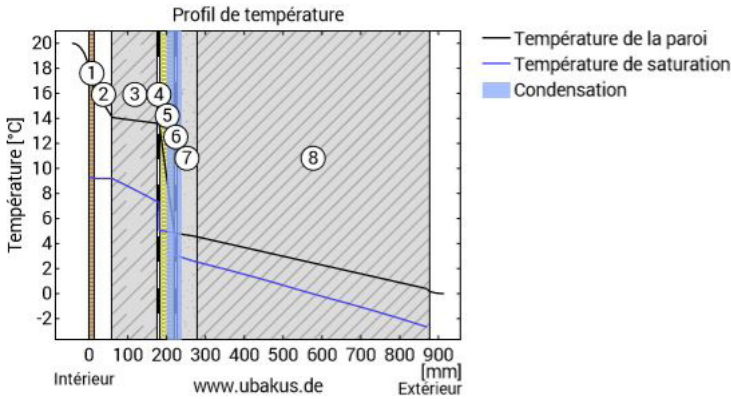
Au niveau de l'hygrométrie, la courbe des températures à travers la paroi croise la courbe du point de rosée entre l'isolation et le béton armé, il y a donc formation de condensation en ce point. Cependant la quantité de condensat est largement en-dessous de la limite admissible et elle sèche rapidement en été. La faible condensation ne pose donc pas de problème pour le plancher sur sol. Le degré d'humidité de la surface intérieure du plancher ne dépasse pas le risque fongique de 80 %, il n'y a donc pas de risques de formation de moisissures.

Le calcul du déphasage n'est pas utile car le plancher est directement posé sur la terre et les températures externes ne varient pas.

2.5.4 Plancher sur cave existant



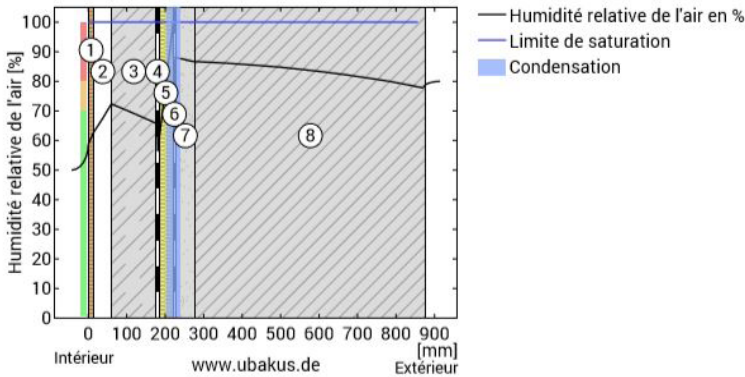
- | | | |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① Parquet (15 mm) | ④ pare-vapeur sd=10 | ⑦ Sable (50 mm) |
| ② lame d'air immobile (45 mm) | ⑤ Mousse, EPS 045 (40 mm) | ⑧ pierre calcaire (600 mm) |
| ③ Beton armé (120 mm) | ⑥ pare-vapeur sd=10 | |



www.ubakus



www.ubaku



- | | | |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① Parquet (15 mm) | ④ pare-vapeur sd=10 | ⑦ Sable (50 mm) |
| ② lame d'air immobile (45 mm) | ⑤ Mousse, EPS 045 (40 mm) | ⑧ pierre calcaire (600 mm) |
| ③ Beton armé (120 mm) | ⑥ pare-vapeur sd=10 | |

De la même manière que le plancher sur sol, les résultats obtenus seront théoriques à cause du placement de panneaux isolants sur une couche de sable.

Le plafond de la cave étant voûté et en pierre, le calcul est réalisé à l'endroit où l'épaisseur de pierre est la plus mince afin de prendre le cas le plus défavorable.

Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité Épaisseur : 87,1 cm
 Pièce non chauffée : 0 °C / 80 % d'humidité Poids : 1604 kg/m²
 Température de surface : 17,4 °C / 0,4 °C Capacité thermique : 1580 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,170	16,7	20,0	
1	1,5 cm Parquet	0,130	0,115	15,2	17,2	7,5
2	4,5 cm lame d'air immobile	0,218	0,206	12,5	15,6	0,0
	4,5 cm Pin (32%)	0,130	0,346	12,4	15,9	7,4
3	12 cm Béton armé (2%)	2,500	0,048	11,9	12,5	288,0
4	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	11,9	11,9	0,1
5	4 cm Mousse, EPS 045	0,045	0,889	0,8	11,9	1,2
6	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	0,8	0,8	0,1
7	5 cm Sable (humide à la terre)	2,000	0,025	0,5	0,8	100,0
	Résistance thermique surfacique*		0,000	0,0	0,5	
8	Terre			0,0	0,0	46,1
	27,1 cm Total de la composition		1,493			404,4

Valeur du U = 0,48 W (m²K) = 1/R = 1/2,091

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours.

Dans le premier graphique, les courbes de la température de la paroi et de la température de saturation viennent à se toucher, il y a donc de la condensation au niveau de l'isolation et de la première membrane d'étanchéité. Lors du dégel en hiver de 90 jours, 0,0067 kg de condensat par m² se crée au total dans cette paroi. En été, cette quantité d'eau sèche en 11 jours (période de séchage). La quantité maximale d'eau admissible est de 0,5 kg/m². La condensation quasiment inexistante ne pose donc pas de problème.

Le problème dans ce cas est que le composant d'isolation est fermé à la vapeur d'eau, tant du côté intérieur que du côté extérieur. De ce fait, il n'y a pas de capacité de séchage en cas d'humidité par diffusion latérale des murs de refend ou par défaut de construction. La solution serait de permettre l'évacuation de vapeur de l'isolant vers l'extérieur.

La température de surface à l'intérieur est de 17,4 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 2,6 °C. La circulation de l'air par convection due à cette différence réduit faiblement le confort thermique.

Le deuxième graphique montre l'humidité relative dans la composition de paroi. La température de la paroi intérieure qui est de 17,4 °C entraîne une humidité relative à la surface de 59 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le confort d'été n'est ici pas calculé puisque la paroi n'est pas soumise à des variations de température externes.

En résumé

U : 0,48 W (m²/K)

Hygrométrie :

Confort d'été :

Condensation : 6,7 g/m²

Déphasage non pertinent

Sèche en 11 jours

Pas de risque fongique



Le coefficient de transmission thermique U est égal à 0,48 W (m²/K), c'est-à-dire qu'il faut 0,48 watt pour augmenter la température de la paroi de 1 degré kelvin sur une surface de 1 m². Plus ce coefficient est faible, plus la paroi est isolée. Pour un plancher en construction basse énergie, la valeur U est plafonnée à 0,2. La valeur U du plancher sur cave actuel est donc encore un peu élevée et donc peu isolante, mais, plus performante que le plancher sur sol.

Au niveau de l'hygrométrie, la courbe des températures à travers la paroi croise la courbe du point de rosée entre l'isolation et le béton armé. Il y a donc formation de condensation en ce point. Cependant la quantité de condensat est largement en-dessous de la limite admissible et elle sèche rapidement en été. La très faible condensation ne pose donc pas de problème pour le plancher sur sol. Le degré d'humidité de la surface intérieure du plancher ne dépasse pas le risque fongique de 80 %, il n'y a donc pas de risques de formation de moisissures.

Le calcul du déphasage n'est pas utile car le plancher est en contact avec un local non chauffé où les températures ne fluctuent pas.

2.5.5 Fenêtres existantes

Pour rappel, l'essence de bois utilisée pour le châssis est le DARK RED MERANTI traité et teinté de blanc. Le vitrage double isolant à croisillons incorporés est constitué de deux feuilles de vitres de 4 mm séparés par 15 mm de gaz isolant. L'épaisseur totale est de 23 mm. L'espaceur est du SUPERPOLYGLASS, avec une épaisseur de 15 mm, le coefficient de transmission thermique U du vitrage est égal à 2,6 W/m²K.

	Châssis 1	Châssis 2	Châssis 3	Châssis 4	Châssis 5	Châssis 6
Emplacement	Étage, façades avant et arrière	Rez façades avant et arrière, pignon ouest	Étage pignon est	Grenier	Cage escalier	Cave
Nombre	6	7	1	2	1	1
Dimensions extérieures (cm)	100 X155	100 X 190	100 X 200	55 x 80	50 X 60	80 X 55
Type vitrage	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4
Valeur U vitrage	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Valeur g vitrage	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Surface vitrage (m²)	1,12	1,44	1,52	0,246	0,15	0,264
Valeur U cadre	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Surface cadre (m²)	0,68	0,314	0,326 m ²	0,134	0,105	0,134
Valeur U fenêtre (W/m²K)	2,59	2,60	2,60	2,56	2,53	2,55

Pour se situer, les maisons passives disposent de fenêtres avec une valeur U variant entre 0,8 et 1,2 W/m²K mais leur prix est très élevé. Pour une maison à basse énergie, l'emploi de fenêtres dont la valeur U est située entre 1,2 et 1,5 W/m²K est intéressant. La moyenne de l'ensemble des fenêtres possède un U de 2,57 W/m²K, la performance des châssis actuels peut donc être améliorée.

2.6 Synthèse et bilan énergétique actuel

		Murs	Toiture	Plancher sur sol	Plancher sur cave	Châssis
Valeur U		4	4	3	3	3
Température de surface		4	/	3	2	/
Hygrométrie	condensation	1	1	2	1	/
	risque fongique	4	4	1	1	/
Déphasage		/	4	/	/	/

- 1 : bon
- 2 : plutôt bon
- 3 : plutôt mauvais
- 4 : mauvais

Après une rentrée des données dans le logiciel PHPP, il apparaît que le besoin de chaleur de chauffage par m² et par an est de 555 kWh, ce qui correspond à une consommation de 53 litres de mazout par m² et par an (convertisseur : <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/423>). La puissance de chauffe nécessaire est de 194 W par m².

En pratique, les propriétaires consomment en moyenne 6 000 L de mazout par an, pour chauffer seulement la cuisine, le bureau et la salle de bain, donc plus ou moins 85 m², à raison de 3 à 4 jours par semaine en période froide.

En théorie, avec une consommation de 6 000 L de mazout par an, en considérant que pour un mètre carré il faut 53 L de mazout, une surface de 113 m² peut être chauffée les 7 jours de la semaine.

Cette surconsommation de chauffage dans la réalité peut être le fait que la température de confort souhaitée est supérieure à 20° C. D'autres facteurs, qui ne sont pas pris en compte dans le PHPP, peuvent également intervenir, comme la mauvaise étanchéité à l'air de la maison ou la capacité de stockage de chaleur des murs (l'inertie) trop importante. Du fait que la maison n'est chauffée que la moitié de la semaine, les murs prennent énormément de temps à atteindre une température de surface proche de la température ambiante, ce qui engendre un inconfort thermique et donc une surconsommation de chauffage.



Types d'interventions selon les diagnos-

L'analyse des différentes interventions suit le même procédé que le diagnostic énergétique. Pour chaque type de paroi, différents scénarios d'isolation seront analysés sur base des mêmes critères tels que l'isolation thermique, l'hygrométrie et le confort d'été.

L'impact de chaque intervention sur le patrimoine est aussi étudié. De la même manière que pour le diagnostic énergétique, la grille de Nara sert de référence de base pour mettre en avant les critères artistiques, historiques, sociaux et techniques.

L'utilisation du même procédé pour les diagnostics et pour les interventions permet d'établir une comparaison entre la situation existante et la situation projetée en visualisant directement les conséquences, bonnes ou mauvaises, sur les critères patrimoniaux et énergétiques.

Les différents isolants thermiques ont été choisis pour leurs matériaux naturels, pour leur bon coefficient thermique, ainsi que pour la meilleure comptabilité avec les matériaux anciens du presbytère.

3.1 Murs extérieurs

3.1.1 Isolation par l'intérieur – enveloppe interrompue

Ajout d'un isolant MULTIPOR de 8 cm d'épaisseur. C'est un panneau minéral pierreux et uniquement composé de matières naturelles : sable, calcaire ciment et eau. Son coefficient de conductibilité thermique λ est de 0,043 W/mK.

3.1.1.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

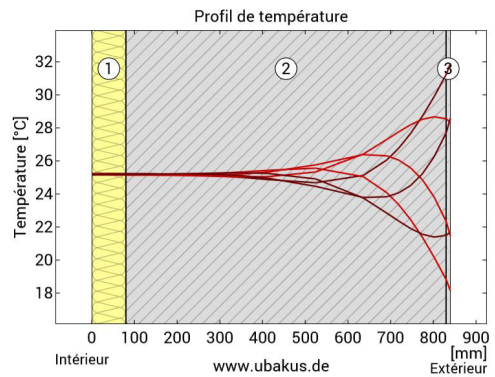
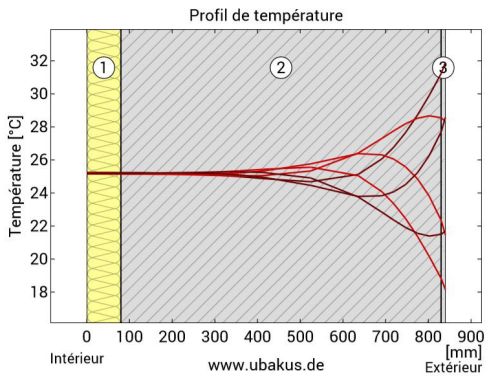
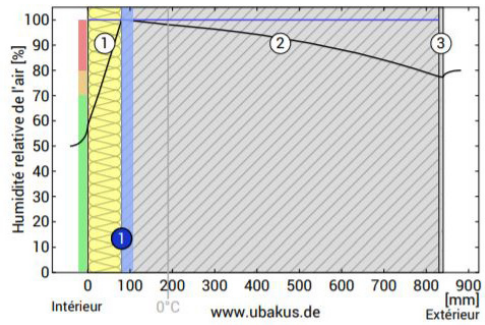
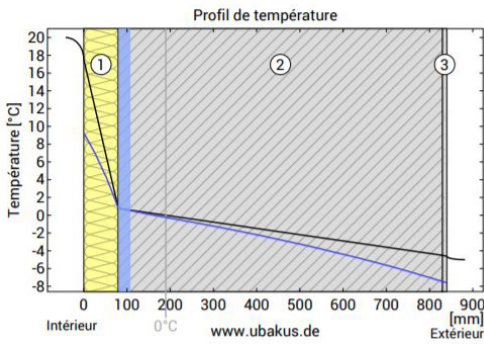
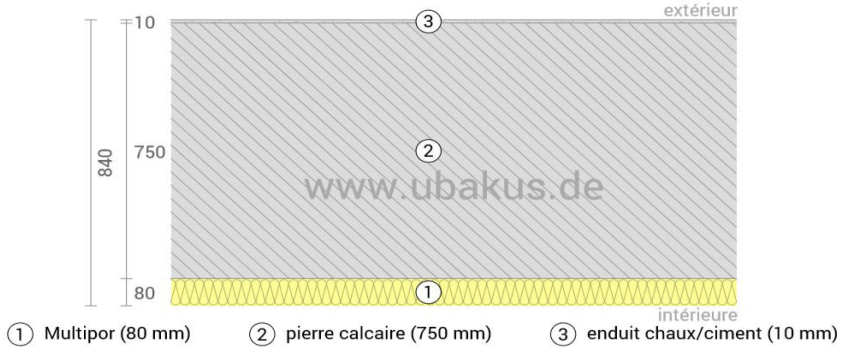
Le mur seul ne fait pas l'objet d'une protection due au classement. Mais ce sont les éléments qui peuvent s'y retrouver ou s'y accrocher, comme les portes et les cheminées, qui sont protégés. Ceux-ci sont situés sur les murs intérieurs du presbytère, laissant les murs extérieurs « nus ». Seuls les murs de la salle à manger sont décorés de lambris en bois protégés. Une intervention sur les murs de cette pièce nécessite donc leur déplacement.

L'ajout d'une couche supplémentaire contre les murs impacte logiquement les parois adjacentes, le plancher et le plafond. Pour le plancher, les lames devront être raccourcies pour permettre la descente d'isolation dans le plancher et les plinthes devront être déplacées. Pour le plafond, les moulures protégées, devront être déplacées pour retrouver une place centrale au plafond.

Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	- L'ajout d'une épaisseur d'isolant du côté intérieur des murs, diminue la surface des pièces.	- Modification de la place originelle des moulures.	+ Développement des capacités chez les entrepreneurs.	+ Développement du savoir-faire de l'isolation intérieure qui est plus complexe.
Matériaux et substance	+ Nouveaux matériaux qui ne sont pas visuellement perceptibles.	- Emploi de nouveaux matériaux.	/	+ Avec les techniques d'aujourd'hui, il est possible de retrouver la même granulométrie que l'enduit de plâtre actuel.
Usage et fonction	/	/	/	/
Tradition et techniques	- L'isolant doit descendre en-dessous des lames du plancher pour assurer une continuité avec un hypothétique isolant dans le plancher. Si c'est le cas, les lames du plancher devront être recoupées et c'est un acte irréversible.	- Recours à des techniques modernes différentes de celles des Jésuites.	+ Développement et recours à des métiers en rapport avec le patrimoine, notamment pour les moulures.	- Raccord complexe entre le mur et le plafond qui ne forment pas un angle tout à fait droit.

Situation et emplacement	/	+ Pas de modification du gabarit extérieur et de la typologie de la maison	/	/
Esprit et expression	- Les moulures du plafond sont décentrées. Il faut les enlever et les replacer au centre de la pièce. + Les éléments protégés comme la peinture de Saint-Ignace, les manteaux de cheminée et les placards sont épargnés car ils se situent contre les murs intérieurs.	- Salle à manger : lambris en chêne présents sur toute la périphérie de la pièce donc sur 1 côté sur un mur extérieur. Les lambris de ce mur devront être enlevés pour être replacés devant l'isolation.	/	/
En résumé	Plutôt mauvais	Plutôt mauvais	Bon	Plutôt bon

3.1.1.2 Incidence sur les critères énergétiques



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité
 Air extérieur : -5 °C / 80 % d'humidité
 Température de surface : 17,5 °C / -4,6 °C

Épaisseur : 84 cm
 Poids : 1 527 kg/m²
 Capacité thermique : 1 530 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,130	17,5	20,0	
1	8 cm Multipor (DAA)	0,047	1,702	0,8	17,5	9,2
2	75 cm pierre calcaire	1,400	0,536	-4,5	0,8	1.500,0
3	1 cm enduit chaux/ciment	1,000	0,010	-4,6	-4,5	18,0
	Résistance thermique surfacique*		0,040	-5,0	-4,6	
	84 cm Total de la composition		2,418			1.527,2

Valeur du U = 0,41 W (m²K) = 1/R = 1/2,418

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours. Il se crée au total 3,4 kg de condensa par m² dans cette paroi. En été, cette quantité d'eau sèche en 96 jours (période de séchage). La quantité maximale d'eau admissible est qui est de 0,5 kg/m² est largement dépassée. La quantité de condensation pose donc un gros problème dans la paroi.

La température de la paroi intérieure est de 17,5 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 2,5 °C. Il ne se crée qu'un peu de circulation d'air par convection qui réduit le confort thermique.

La température de la paroi intérieure entraîne une humidité relative à la surface de 56 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort été

Le maximum de la température de la surface intérieure devrait se trouver de préférence au cours de la deuxième moitié de la nuit. Dans ce cas, il évolue très peu au fur et à mesure de la journée. Le déphasage est non significatif.

En résumé

U : 0,41 W (m²/K)

Hygrométrie :

Sèche en 96 jours

Confort d'été :

Déphasage : non significatif



Selon les résultats, la protection contre l'humidité est catastrophique dans ce cas d'intervention d'isolation intérieure. En effet, la quantité de condensation qui se forme dans la paroi est sept fois plus grande que la limite admissible. L'humidité occasionnée peut toucher le plancher en chêne de l'étage qui est encastrée dans la maçonnerie et faire pourrir le bois.

Comparé au mur actuel, la valeur U est améliorée de 0,93 W (m²/K) mais elle n'atteint pas les chiffres de la basse énergie. Le risque fongique est écarté et les températures intérieures restent consentantes au cours de l'été, n'entraînant pas de déphasage des matériaux.

«Une paroi isolée par l'intérieur nécessite plus d'attention à l'étude car la condensation sur la surface interne du support maçonné est quasiment inévitable. Si elle ne peut être évitée, elle doit au moins être absorbée par l'isolation et ensuite sécher le plus rapidement possible.

Dans tout composant, la condensation ne devrait idéalement jamais se produire. Pour ce faire, le côté chaud de l'isolant doit être beaucoup plus étanche à la diffusion que le côté froid. Puisque la vapeur d'eau se diffuse de l'intérieur vers l'extérieur (du côté chaud vers le côté froid) pendant la période de chauffe, le niveau d'étanchéité doit toujours être situé à l'intérieur.

Le composant à isoler présente déjà une résistance à la vapeur plus ou moins grande, il faut donc appliquer à l'intérieur un matériau avec une résistance à la vapeur encore plus grande, c'est-à-dire un pare-vapeur. Cependant, si par le fait d'un travail bâclé ou de fissures ultérieures, de l'humidité pénètre dans le filtre, le pare-vapeur empêchera son séchage et les conséquences risquent d'être très coûteuses.» (UBAKUS)

Alternative

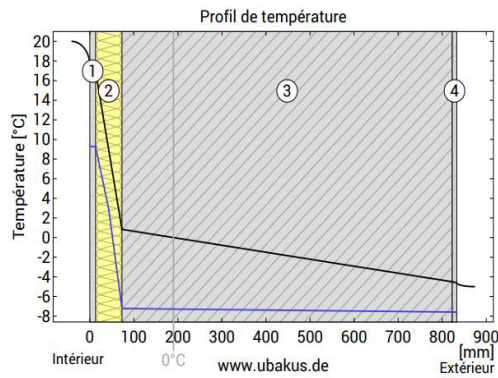
Une alternative pour contrer ce phénomène de condensation importante dans le cas d'une isolation intérieure des murs, est d'employer un isolant entièrement composé de verre pur, par exemple de la marque FOAMGLAS.

Il réunit plusieurs qualités ; il est étanche à l'eau, résistant aux nuisibles et à la compression, incombustible, indéformable, facile à travailler, écologique, mais aussi et surtout imperméable à la vapeur car il est composé de cellules de verre hermétiquement closes. Cet isolant exclu donc la pénétration d'humidité et constitue à lui-seul un pare-vapeur à condition que les panneaux soient parfaitement collés. Ainsi, l'emploi d'une couche supplémentaire de pare-vapeur n'est plus utile et la valeur d'isolation thermique reste constante pour des décennies.

La gamme T3+ des panneaux FOAMGLAS, adapté à l'isolation intérieure, possède un coefficient de conductivité thermique λ est égal à 0,037 W/mK, meilleur que le coefficient λ du MULTOPOR, égal à 0,041 w/mK (voir annexe : fiche technique du produit).

Les panneaux d'isolant FOAMGLAS sont simplement collés sur le mur existant à l'aide d'un vernis d'adhérence, puis vient se coller et fixer mécaniquement une plaque de plâtre comme élément de finition.

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,130	17,5	20,0	
1	1,3 cm Plaque plâtre BA13	0,250	0,052	17,0	17,5	10,7
2	6 cm FOAMGLAS Platte T3+	0,037	1,622	0,8	17,0	6,0
3	75 cm pierre calcaire	1,400	0,536	-4,5	0,8	1.500,0
4	1 cm enduit chaux/ciment	1,000	0,010	-4,6	-4,5	18,0
	Résistance thermique surfacique*		0,040	-5,0	-4,6	
	83,3 cm Total de la composition		2,389			1.534,7



U : 0,42 W (m²/K)

Hygrométrie :
Pas de condensation
Pas de risque fongique

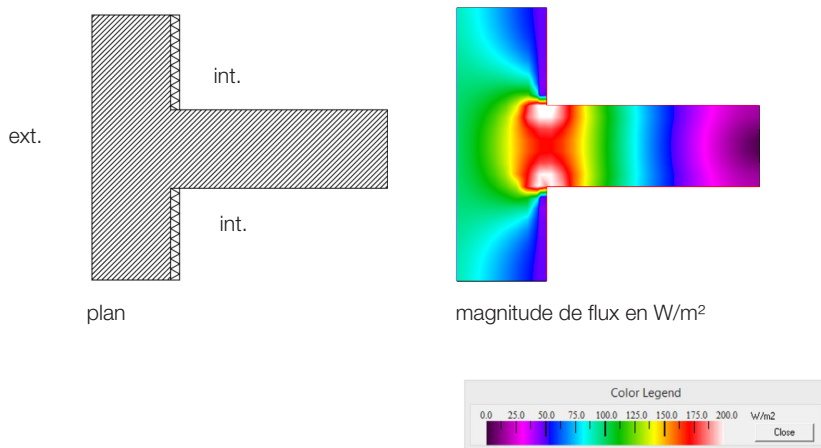
Confort d'été :
Déphasage : non significatif
Cap. de chaleur interne : 217 kJ/m²K



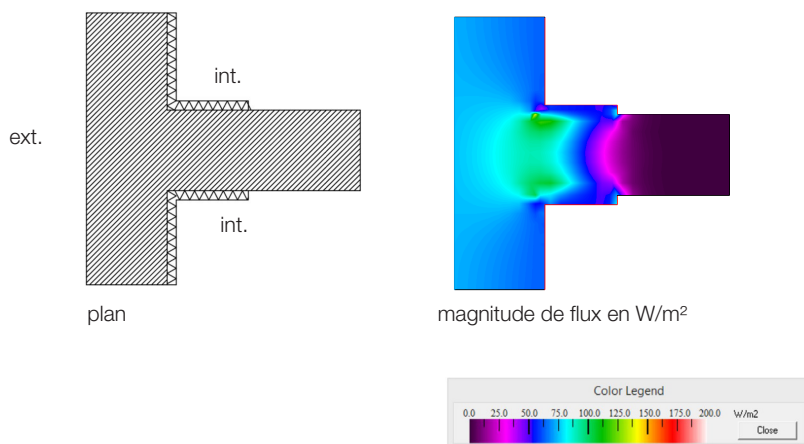
L'absence de condensation dans le mur empêchera la formation d'humidité dans le raccord entre la maçonnerie et le plancher de l'étage en bois et donc son pourrissement. Pour ce faire, le verre cellulaire au droit des supports du plancher devra être pourvu d'un joint parfaitement étanche.

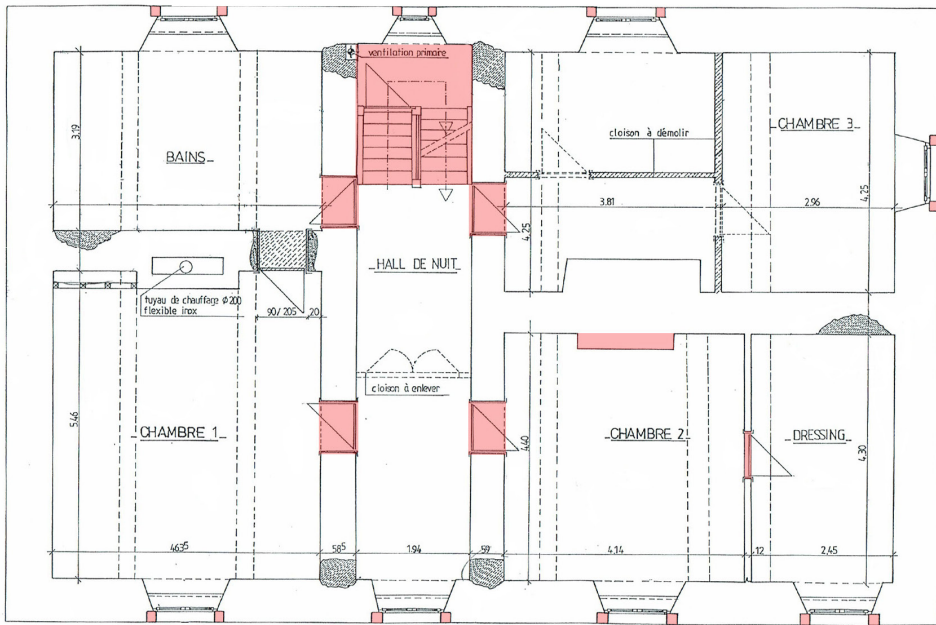
Pont thermique

Malgré une absence totale de condensation, il réside une faiblesse au niveau du transfert des flux. La chaleur traverse la paroi à une puissance élevée aux endroits critiques, dans les coins où le mur de refend rencontre le mur extérieur.

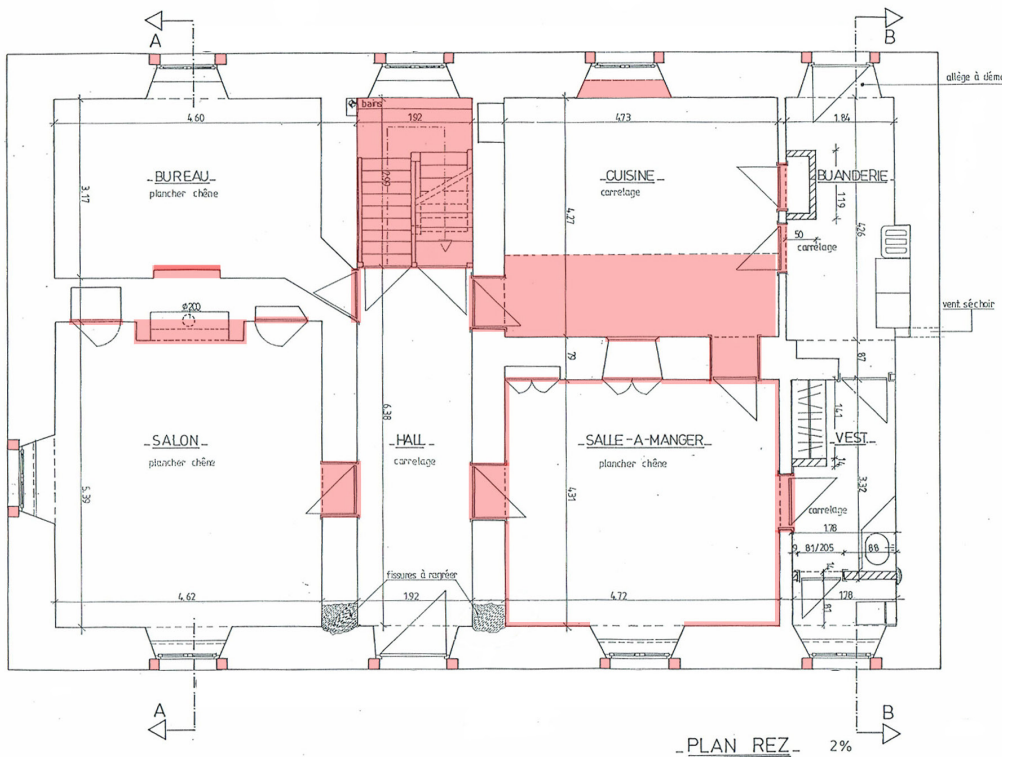


Le pont thermique peut être évité grâce à un retour d'isolant sur les murs intérieurs de refend. La chaleur doit, en effet, traverser plus de surface donc il y a moins de déperditions de chaleur. Cette solution est idéale au point de vue de la rénovation énergétique mais elle va à l'encontre des prescriptions du classement puisque certaines portes et boiseries protégées sont situées sur ou contre les murs intérieurs.





- PLAN ÉTAGE - 2%



- PLAN REZ - 2%

éléments protégés par le classement

3.1.2 Isolation par l'extérieur – enveloppe continue

Ajout de panneaux d'isolation de façade en laine de roche de 10 cm d'épaisseur. La laine de roche est un matériau poreux dont le pouvoir isolant provient de l'air immobile emprisonné dans les cavités formées par l'enchevêtrement de ses fibres. Cette isolation a été choisie pour sa facilité de pose et de mise en œuvre, pour ses matériaux naturels ainsi que pour ses qualités thermiques.

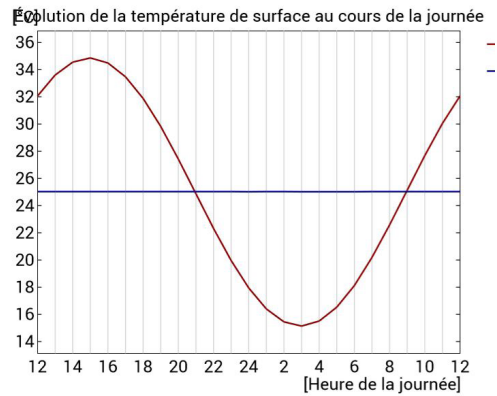
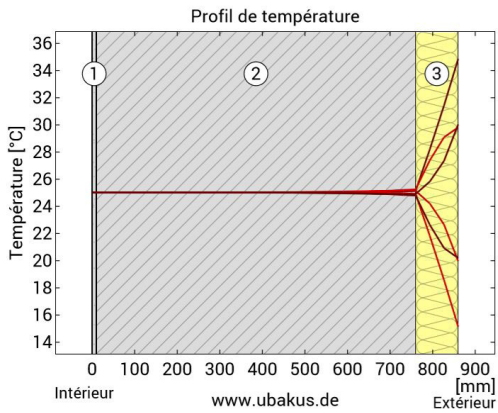
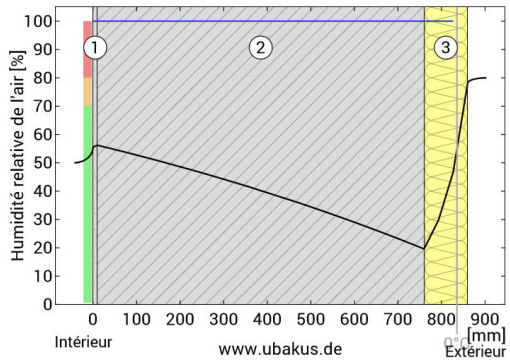
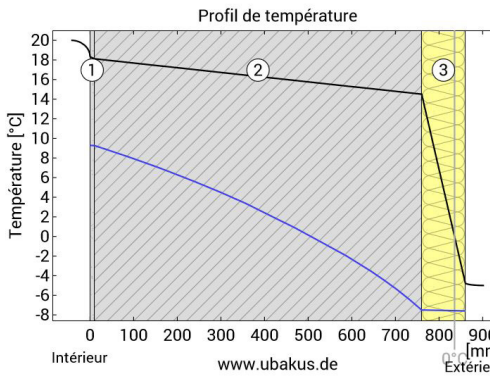
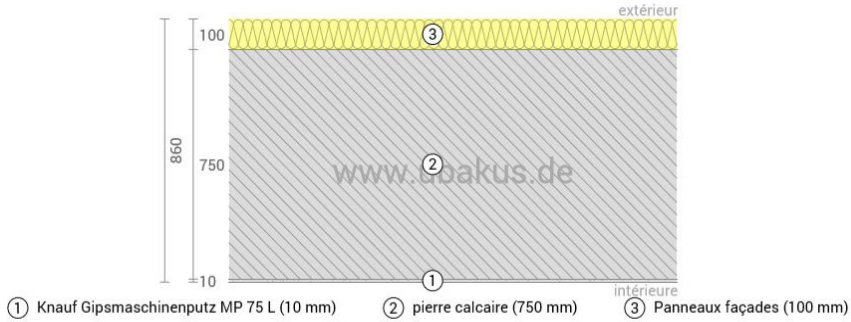
3.1.2.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

La façade du presbytère est totalement protégée par le classement. Aucune intervention ne peut en modifier ni l'aspect, ni la couleur. Un ajout d'isolant extérieur sera donc refusé par le Commission Royale des Monuments et Sites. Cependant, l'isolation extérieure donne les meilleurs résultats en matière de rénovation énergétique. Il m'a donc semblé intéressant de pouvoir analyser l'impact d'une isolation extérieure sur le presbytère même si cela est totalement inenvisageable au niveau du patrimoine.

Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	- Augmentation du volume extérieur.			+ Facilité de mise en œuvre d'un isolant extérieur qui est continu.
Matériaux et substance	- Recouvrement et disparition des pierres apparentes du mur en moellons. - Nouveaux matériaux visuellement perceptibles avec un revêtement différent.	- Emploi de nouveaux matériaux.		- Nécessité de trouver un isolant qui s'adapte aux irrégularités des pierres de la façade.
Usage et fonction	/	/	/	/

Tradition et techniques	/	- Recours à des techniques modernes différentes de celles des Jésuites.	- Pas de recours à des métiers en rapport avec le patrimoine.	/
Situation et emplacement	/		/	/
Esprit et expression	+ Pas de modifications des pièces intérieures. - Recouvrement de la façade protégée par les prescriptions du classement. Augmentation de la taille d'ébrasure des baies de porte et de fenêtre.	- Modification du volume extérieur qui protégé par le classement.	/	
En résumé	Mauvais	Mauvais	Pas d'incidence	Plutôt bon

3.1.2.2 Incidence sur les critères énergétiques



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité
 Air extérieur : 5 °C / 80 % d'humidité
 Température de surface : 18,3 °C / -4,7 °C

Épaisseur : 86 cm
 Poids : 1520 kg/m²
 Capacité thermique : 1519 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,130	18,3	20,0	
1	1 cm Knauf Gipsmaschinenputz MP 75 L	0,340	0,029	18,1	18,3	9,5
2	75 cm pierre calcaire	1,400	0,536	14,5	18,1	1.500,0
3	10 cm Panneaux façades (laine de roche)	0,035	2,857	-4,7	14,5	10,0
	Résistance thermique surfacique*		0,040	-5,0	-4,7	
	86 cm Total de la composition		3,592			1.519,5

Valeur du U = 0,28 W (m²K) = 1/R = 1/3,592

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus. Dans ces conditions, il n'y a pas de formation de condensation.

La température de la paroi intérieure est de 18,3 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 1,7 °C. Il ne se crée que très peu de circulation d'air par convection qui ne réduit pas le confort thermique.

La température de la paroi intérieure entraîne une humidité relative à la surface de 56 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le déphasage est non significatif dans ce cas car la température du composant reste constante au fil de la journée malgré les fluctuations des températures extérieures.

En résumé

U : 0,28 W (m²/K)

Hygrométrie :

Pas de condensation
 Pas de risque fongique

Confort d'été :

Déphasage non significatif
 Cap. De chaleur interne : 1301 kJ/m²K



Selon les résultats, et contrairement à l'isolation par l'intérieur, la protection contre l'humidité est assurée dans ce cas d'intervention. En effet, il n'y a pas de formation de condensation. Comparé au mur actuel, la valeur U est améliorée de 1,06 W (m²/K) et elle se rapproche des chiffres attendus pour une construction basse énergie. Le risque fongique est écarté et les températures intérieures restent constantes au cours de l'été, n'entraînant pas de déphasage des matériaux.

3.2 Plancher du rez-de-chaussée

3.2.1 Isolation entre les lambourdes du plancher

Le cahier des charges de la restauration de 1994 ne spécifie pas clairement la hauteur des lambourdes en pin qui ont été remplacées dans les planchers du rez-de-chaussée. La mesure du relevé en coupe, non précis, donne une hauteur de 4,5 cm. Cependant, cette hauteur ne permet pas le passage des câbles électriques qui sont bien présents dans le plancher. C'est pourquoi, une hauteur théorique de 6 cm est plus adéquate.

Un isolant de mousse de polyuréthane (PUR) est injecté entre les lambourdes du plancher. Malgré que le polyuréthane soit un matériau synthétique, il dispose de la conductivité thermique λ la plus petite (entre 0,019 et 0,028 W/m.K). Ce qui signifie que qu'il conserve mieux la chaleur. Il est important d'avoir un isolant performant thermiquement pour une épaisseur de seulement 6 cm (hauteur théorique des lambourdes).

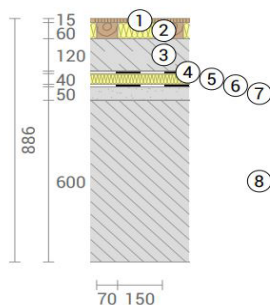
3.2.1.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

Les anciennes lames du plancher ainsi que les lambourdes ont été remplacées lors de la restauration de 1994 par de nouveaux matériaux qui y ressemblent fortement. N'étant donc pas d'origine, le plancher est soumis à une protection moins stricte. Des modifications peuvent y être apportées à condition d'employer des matériaux de même couleur et de même nature afin de préserver l'ambiance intérieure.

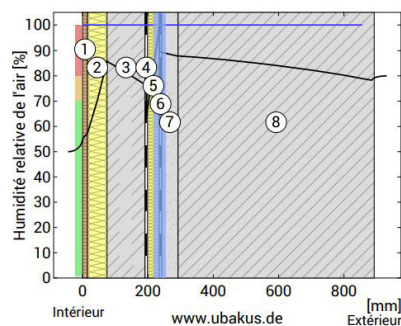
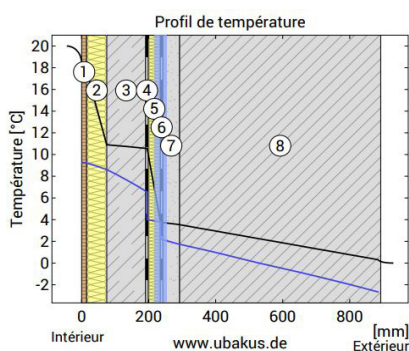
Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	+ Pas de modification du volume extérieur ni du volume intérieur des pièces.	+ Maintien de la forme originelle du plan.	+ Développement des capacités chez les entrepreneurs.	+ Compartimentage dans le plancher (entre les lambourdes) déjà présent pour recevoir l'isolant. + Travail facile à mettre en œuvre. - Besoin d'un lieu sec pour entreposer les lames de plancher pendant les travaux.

Matériaux et substance	+	-	/	-
	Nouveaux matériaux qui ne sont pas visuellement perceptibles.	Emploi de nouveaux matériaux.		Nécessité de déclouer les lames du plancher et de les reclouer par après, risque de les abîmer.
Usage et fonction	/	/	/	/
Tradition et techniques	/	-	-	
		Recourt à des techniques modernes différentes de celles des Jésuites.	Pas de recours à des métiers en rapport avec le patrimoine.	
Situation et emplacement	/	/	/	/
Esprit et expression	+	+	/	
	Pas de modifications des pièces intérieures, ni de l'esthétique. C'est une intervention totalement invisible.	Expression intérieure identique à l'actuelle.		
En résumé	Bon	Plutôt bon	Pas d'incidence	Plutôt bon

3.2.1.2 Incidence sur les critères énergétiques



- ① Parquet (15 mm)
- ② Mousse Polyurethan (60 mm)
- ③ Béton armé (120 mm)
- ④ pare-vapeur sd=10
- ⑤ Mousse, EPS 045 (40 mm)
- ⑥ pare-vapeur sd=10
- ⑦ Sable (50 mm)
- ⑧ pierre calcaire (600 mm)



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité
 Pièce non chauffée : 0 °C / 80 % d'humidité
 Température de surface : 17,4 °C / 0,3 °C

Épaisseur : 87,1 cm
 Poids : 1607 kg/m²
 Capacité thermique : 1583 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
		Résistance thermique surfacique*		17,6	20,0	
1	1,5 cm Parquet	0,130	0,115	16,5	18,4	7,5
2	6 cm Mousse Polyurethan (PU)	0,050	1,200	10,9	17,7	2,9
	6 cm Pin (32%)	0,130	0,462	11,0	16,8	9,9
3	12 cm Béton armé (2%)	2,500	0,048	10,6	11,0	288,0
4	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	10,5	10,6	0,1
5	4 cm Mousse, EPS 045	0,045	0,889	3,8	10,6	1,2
6	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	3,8	3,8	0,1
7	5 cm Sable (humide à la terre)	2,000	0,025	3,6	3,8	100,0
8	60 cm pierre calcaire	1,400	0,429	0,3	3,6	1.200,0
		Résistance thermique surfacique*		0,0	0,3	
88,6 cm Total de la composition			2,675			1.609,8

Valeur du U = 0,37 W (m²K) = 1/R = 1/2,675

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus. Dans ces conditions, un total de 0,011 kg / m² de condensa s'accumule. Les couches affectées sont le pare-vapeur et l'isolant en polystyrène extrudé. En été, cette quantité d'eau sèche en 19 jours (période de séchage). La quantité maximale d'eau admissible est de 0,5 kg/m². La faible condensation ne pose donc pas de problème.

La température de la paroi intérieure est de 17,6 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 2,4 °C. La circulation de l'air par convection due à cette différence réduit faiblement le confort thermique.

La température de la paroi intérieure entraîne une humidité relative à la surface de 58 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le confort été n'est ici pas calculé puisque la paroi n'est pas soumise à des fluctuations de températures externes.

En résumé

U : 0,37 W (m²/K)

Hygrométrie :

Condensation : 11 g/m²

Sèche en 19 jours

Pas de risque fongique

Confort d'été :

Déphasage non pertinent

Cap. De chaleur interne : 306 kJ/m²K



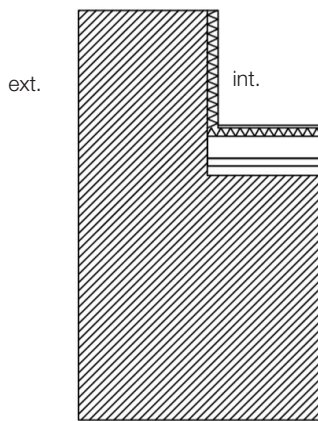
Comparée au plancher sur cave actuel, la valeur U est améliorée de 0,12 W (m²/K) grâce à l'injection d'isolant entre les lambourdes. Cette très faible amélioration ne permet pas d'atteindre les chiffres de la construction basse énergie.

La formation de condensation entre l'isolation en polyuréthane et la dalle de béton est toujours présente. Cependant, la quantité de condensat est largement en-dessous de la limite admissible et elle sèche rapidement en été. La très faible condensation ne pose donc pas de problème pour cette intervention dans le plancher.

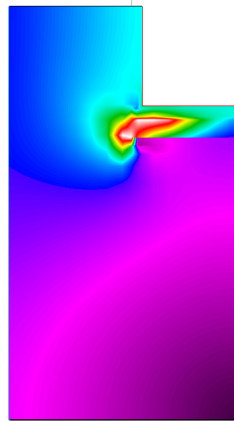
Le risque fongique reste absent et le calcul du déphasage n'est pas significatif puisque le plancher n'est pas soumis à des variations de températures extérieures.

Pont thermique

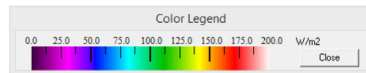
Dans l'hypothèse où, une isolation intérieure est placée sur les murs, la continuité de l'isolation est assurée avec le polyuréthane entre les lambourdes du plancher. A cause de la faible épaisseur d'isolation, il se forme un pont thermique au niveau de la jonction entre la dalle de béton et le mur en pierre. Cela ne provoque que peu de déperditions car l'épaisseur importante du mur empêche les transferts de chaleur vers l'extérieur.



coupe



magnitude de flux en W/m^2





plancher rez-de-chaussée - 2019



plancher étage - 2019

3.2.2 Rehaussement du plancher par l'ajout d'une couche isolante

Pour les mêmes raisons que pour l'isolation entre les lambourdes du plancher, l'isolation en polyuréthane (PUR) est à nouveau employée. Dans ce cas, elle est employée sous forme de panneaux et plus sous forme de mousse. De cette manière, sa densité plus élevée doit être capable de maintenir et de soutenir le poids de la chape flottante.

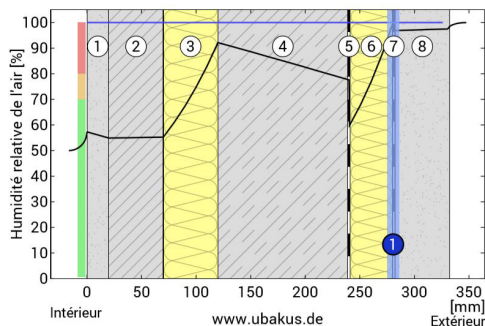
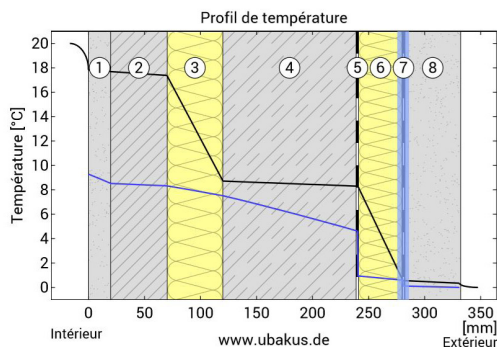
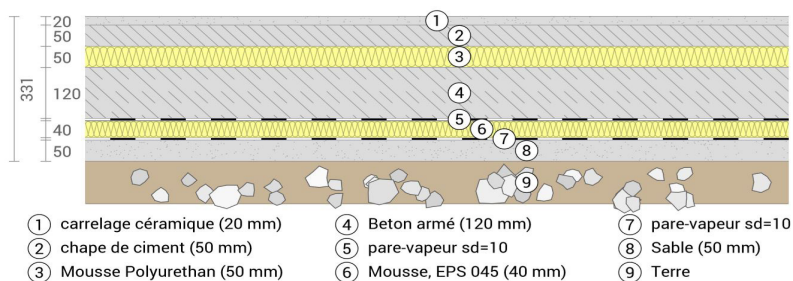
3.2.2.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

Les anciennes lames du plancher ainsi que les lambourdes ont été remplacées lors de la restauration de 1994 par de nouveaux matériaux qui y ressemblent fortement. N'étant donc pas d'origine, le plancher est soumis à une protection moins stricte. Des modifications peuvent y être apportées à condition d'employer des matériaux de même couleur et de même nature afin de préserver l'ambiance intérieure.

Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	- Diminution du volume intérieur de la pièce.	+ Maintient de la forme du plan originel.	+ Développement des capacités chez les entrepreneurs.	+ Développement du savoir-faire de l'isolation intérieure qui est plus complexe. - Besoin d'un lieu sec pour entreposer les lames de plancher pendant les travaux.
Matériaux et substance	+ Nouveaux matériaux invisibles.	- Emploi de nouveaux matériaux.		- Nécessité de déclouer les lames du plancher et de les reclipser par après, risque de les abîmer. - Idem pour les plinthes.
Usage et fonction	/	/	/	/

Tradition et techniques	/	- Recourt à des techniques modernes différentes de celles des Jésuites.	+ Développement et recours à des métiers en rapport avec le patrimoine, comme un menuisier.	- Travail très important et compliqué.
Situation et emplacement	/	/	/	/
Esprit et expression	- L'augmentation de l'épaisseur du plancher engendre : - La diminution de la hauteur de la première marche d'escalier - La diminution de la hauteur des portes - Le recouvrement des manteaux de cheminée.	+ Pas de modification du gabarit extérieur et de la typologie de la maison. - Beaucoup de modifications apportées à des éléments protégés (manteaux de cheminée, portes)	/	- Raccourcissement des portes en haut en en bas, ce qui engendre une plinthe très fine et un déplacement des charnières pour les recentrer, les traces seront inévitables.
En résumé	Mauvais	Mauvais	Plutôt bon	Mauvais

3.2.2.2 Incidence sur les critères énergétiques



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité
 Terre : 0 °C / 100 % d'humidité
 Température de surface : 17,8 °C / 0,3 °C

Épaisseur : 33,1 cm
 Poids : 533 kg/m²
 Capacité thermique : 495 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,170	17,8	20,0	
1	2 cm carrelage céramique	1,200	0,017	17,7	17,8	40,0
2	5 cm chape de ciment	1,400	0,036	17,4	17,7	100,0
3	5 cm Mousse Polyurethan (PU)	0,050	1,000	8,7	17,4	3,5
4	12 cm Béton armé (2%)	2,500	0,048	8,3	8,7	288,0
5	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	8,3	8,3	0,1
6	4 cm Mousse, EPS 045	0,045	0,889	0,6	8,3	1,2
7	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	0,6	0,6	0,1
8	5 cm Sable (humide à la terre)	2,000	0,025	0,3	0,6	100,0
	Résistance thermique surfacique*		0,000	0,0	0,3	
9	Terre			0,0	0,0	56,3
33,1 cm Total de la composition			2,190			533,0

Valeur du U = 0,46 W (m²K) = 1/R = 1/2,190

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours. Dans ces conditions, un total de 0,027 kg / m² de condensa s'accumule. Les couches affectées sont le pare-vapeur et l'isolant en polystyrène extrudé. En été, cette quantité d'eau sèche en 27 jours (période de séchage). La quantité maximale d'eau admissible est de 0,5 kg/m². La faible condensation ne pose donc pas de problème.

La température de la paroi intérieure est de 17,8 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 2,2 °C. La circulation de l'air par convection due à cette différence réduit faiblement le confort thermique.

La température de la paroi intérieure entraîne une humidité relative à la surface de 57 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le confort été n'est ici pas calculé puisque les composants de la paroi sont en contact avec la terre. Le calcul du déphasage n'est donc pas pertinent.

En résumé

U : 0,46 W (m²/K)

Hygrométrie :

Condensation : 27 g/m²

Sèche en 27 jours

Pas de risque fongique

Confort d'été :

Déphasage non pertinent

Cap. De chaleur interne : 232 kJ/m²K



Comparé au plancher sur sol actuel, la valeur U est améliorée de 0,21 W (m²/K) grâce à l'ajout d'une couche isolante au-dessus des lambourdes. Cette faible amélioration ne permet pas d'atteindre les chiffres de la construction basse énergie.

La formation de condensation entre l'isolation en polyuréthane et la dalle de béton est toujours présente. Cependant, la quantité de condensat est largement en-dessous de la limite admissible et elle sèche rapidement en été. La très faible condensation ne pose donc pas de problème pour cette intervention dans le plancher.

Le risque fongique reste absent et le calcul du déphasage n'est pas utile puisque le plancher n'est pas soumis à des variations de températures extérieures.

3.2.3 Isolation du plafond de la cave

La forme voûtée de la cave et sa hauteur sous-plafond très basse de 1.85 m rendent l'isolation de son plafond très compliquée. La couche de pierre la plus mince du plafond, sur laquelle est posé le plancher du rez-de-chaussée, est de 60 cm. La cave est une pièce non chauffée avec une température plus ou moins constante qui ne subit pas d'ensoleillement. Toutes ces informations rapprochent beaucoup le cas de ce plancher sur cave à un cas de plancher sur sol.

Pour ces raisons, l'hypothétique rénovation énergétique par l'isolation du plafond de la cave ne sera pas étudiée dans ce travail.

3.3 Isolation du plancher du grenier

Un des souhaits du maître d'ouvrage est d'obtenir l'isolation la plus simple, la moins coûteuse et la plus acceptable auprès de la Commission des Monuments et Sites. Il demande alors d'isoler le plancher du grenier et d'en faire des combles perdus.

La technique que je choisis d'utiliser pour cette isolation est la pose de rouleaux posés sur un plancher plan et horizontal. Il s'agit ici de rouleaux de 200 mm d'épaisseur de laine de roche de la marque ROCKWOOL. Les rouleaux ont la caractéristique d'être pourvus, sur une de leurs faces, d'une feuille de papier kraft polyéthylène qui joue un rôle de pare-vapeur. Celui-ci doit être placé du côté de l'ambiance chauffée. Les avantages de ce matériau isolant sont l'économie d'énergie et de chauffage, la rapidité et la facilité de mise en œuvre, ainsi que la durabilité des performances (voir annexe : fiche technique du produit).

Pour augmenter la résistance R des matériaux, deux couches de laine de roche peuvent être superposées l'une sur l'autre de manière perpendiculaire.

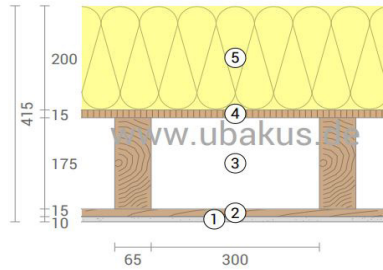
Le problème du « trou » dans le plancher généré par l'arrivée de l'escalier peut être solutionné en refermant ce trou par une trappe d'accès avec l'isolation posée par dessus.

3.3.1.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

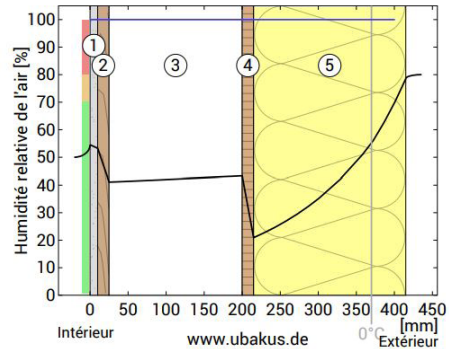
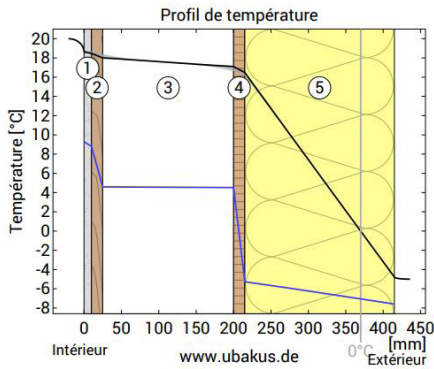
Le plancher du grenier ne fait pas partie des boiseries protégées par le classement, toute modification peut donc y être apportée.

Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	+ Maintien du volume extérieur. - Diminution du volume intérieur de la pièce MAIS + Possibilité de modifier le volume de la pièce si il n'y a pas d'altérations sur les matériaux d'origine.	+ Maintient de la forme du plan originel.	+ Pas de perturbation de la vie quotidienne pendant les travaux.	+ Travail peu coûteux : isolation simplement posée sur le plancher actuel.
Matériaux et substance	+ Pas d'altérations des matériaux d'origine - Plancher non apparent.	- Emploi de nouveaux matériaux. + Recouvrement du plancher mais qui n'est pas protégé par le classement.	/	+ Pas de déplacements ou de modifications des matériaux existants.
Usage et fonction	+ Technique facilement réversible.	+ Pièce moins importante dans la vie des Jésuites et dans la vie de la maison, il y a donc plus de flexibilité dans la modification.	- Accessibilité au grenier impossible. - Perte de surfaces appropriables qui deviennent des combles perdus.	/
Tradition et techniques	/	- Recours à des techniques modernes différentes de celles des Jésuites.		+ Travail très facile à mettre en œuvre.
Situation et emplacement	/	/	/	/
Esprit et expression	- Nouveaux matériaux visuellement perceptibles.	+ Pas de modification du gabarit extérieur et de la typologie de la maison.	/	+ Technique facilement réversible.
En résumé	Plutôt bon	Plutôt bon	Plutôt mauvais	Bon

3.3.1.2 Incidence sur les critères énergétiques



- ① Enduit de plâtre (10 mm) ③ lame d'air immobile (175 mm) ⑤ laine de roche rouleaux (200 mm)
 ② chêne (15 mm) ④ Parquet (15 mm)



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité
 Pièce non chauffée : -5 °C / 180 % d'humidité
 Température de surface : 18,6 °C / -4,8 °C

Épaisseur : 41,5 cm
 Poids : 54 kg/m²
 Capacité thermique : 104 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C] min max	Poids [kg/m ²]
	Résistance thermique surfacique*		0,100	18,6 20,0	
1	1 cm Enduit de plâtre	0,350	0,029	18,5 18,8	10,0
2	1,5 cm chêne	0,180	0,083	18,0 18,7	10,4
3	17,5 cm lame d'air immobile	1,094	0,160	16,9 18,1	0,2
	17,5 cm chêne (18%)	0,180	0,972	16,6 18,4	21,5
4	1,5 cm Parquet	0,130	0,115	16,1 17,1	7,5
5	20 cm laine de roche rouleaux	0,050	4,000	-4,8 16,5	4,0
	Résistance thermique surfacique*		0,100	-5,0 -4,8	
	41,5 cm Total de la composition		4,633		53,5

Valeur du U = 0,21 W (m²K) = 1/R = 1/4,633

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours. Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

La température de la paroi intérieure est de 18,6 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 1,4 °C. La circulation de l'air par convection due à cette différence est presque absente et ne réduit pas le confort thermique.

La température de la paroi intérieure entraîne une humidité relative à la surface de 55 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le confort été n'est ici pas calculé puisque les composants de la paroi ne sont pas soumis à des variations de chaleur. Le calcul du déphasage n'est donc pas pertinent.

En résumé

U : 0,21 W (m²/K)

Hygrométrie :

Pas de condensation

Pas de risque fongique

Confort d'été :

Déphasage non pertinent

Cap. De chaleur interne : 93 kJ/m²K



Les résultats obtenus grâce à l'isolation du plancher du grenier sont très bons. En effet, actuellement, la valeur U du plancher du grenier est égale à 1,575 W (m²/K). L'ajout de 20 cm de laine de roche permet de diminuer le U de 1,33 W (m²/K).

Cette dernière égale à 0,21 W (m²/K) atteint les objectifs de la construction basse énergie : un plancher de ce type doit posséder un U de 0,3 W (m²/K) maximum. La paroi possède donc un bon pouvoir isolant.

De plus, les risques de condensation et d'apparition de moisissures sont écartés. Le calcul du déphasage n'est pas utile puisque le plancher n'est pas soumis à des variations de températures extérieures.

3.4 Toiture

L'isolation intérieure ou extérieure de la toiture n'était pas une demande du maître d'ouvrage. J'ai pris moi-même l'initiative d'analyser l'impact que pourraient avoir ces types d'interventions afin de préserver le volume intérieur du grenier. Il s'agit en effet d'une pièce assez grande et vaste pour être aménagée et pour y habiter. Même si les propriétaires n'en n'ont presque pas l'utilité actuellement, je souhaite garder la possibilité de bénéficier du grenier comme espace chauffé pour des générations futures ou pour une future utilisation des propriétaires.

Dans les deux cas d'isolation de la toiture, par l'intérieur et par l'extérieur, des panneaux d'isolation de toiture en laine de roche sont employés. La laine de roche est un matériau poreux dont le pouvoir isolant provient de l'air immobile emprisonné dans les cavités formées par l'enchevêtrement de ses fibres. Cette isolation a été choisie pour sa facilité de pose et de mise en œuvre, pour ses matériaux naturels ainsi que pour ses qualités thermiques.

3.4.1 Isolation par l'intérieur

3.4.1.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

Les voliges, les chevrons, toute la charpente en chêne sont d'origine et vieux de presque 250 ans. Leur état est toujours impeccable et les éléments, tous protégés par le classement. Seules les sablières, soumises à l'humidité, ont dû être remplacées lors de la restauration.

Pourtant très imposant et spacieux, le grenier est une pièce moins importante comparée au reste de la maison. Un recouvrement des voliges et de certains éléments de la charpente pourrait être discutable auprès de la Commission Royale des Monuments et Sites, à condition que ce recouvrement n'altère pas, mais protège les boiseries dissimulées. D'un autre côté, cette charpente fait partie intégrante du mode de construction de l'époque et donne au presbytère une atmosphère intérieure particulière.

Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	<p>+</p> <p>Maintien du volume extérieur.</p> <p>-</p> <p>Diminution du volume intérieur de la pièce</p> <p>+</p> <p>Possibilité de modifier le volume de la pièce si il n'y a pas d'altérations sur les matériaux d'origine.</p>	<p>+</p> <p>Maintient de la forme du plan originel.</p>	<p>+</p> <p>Développement des capacités chez les entrepreneurs.</p>	<p>+</p> <p>Développement du savoir-faire de l'isolation intérieure qui est plus complexe.</p> <p>-</p> <p>Découpages compliqués de l'isolant et des plaques de finitions autour des nœuds de charpente.</p>
Matériaux et substance		<p>-</p> <p>Emploi de nouveaux matériaux.</p>		<p>+</p> <p>Pas de déplacements ou de modifications des matériaux existants.</p>
Usage et fonction	/	<p>+</p> <p>Pièce moins importante dans la vie des Jésuites et dans la vie de la maison, il y a donc plus de flexibilité dans la modification.</p>	/	/

Tradition et techniques		- Recourt à des techniques modernes différentes de celles des Jésuites.	- Pas de recours à des métiers en rapport avec le patrimoine.	- Travail très important et compliqué.
Situation et emplacement	/	/	/	/
Esprit et expression	- Nouveaux matériaux visuellement perceptibles. - Recouvrement et disparition du voligeage d'époque en chêne qui sont protégés par le classement. Disparition des nœuds de charpente.	+ Pas de modification du gabarit extérieur et de la typologie de la maison.	/	/
En résumé	Plutôt mauvais	Plutôt bon	Pas d'incidence	Plutôt mauvais

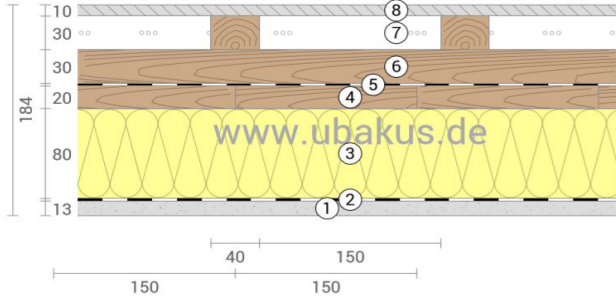


toiture et chaprente - 2019

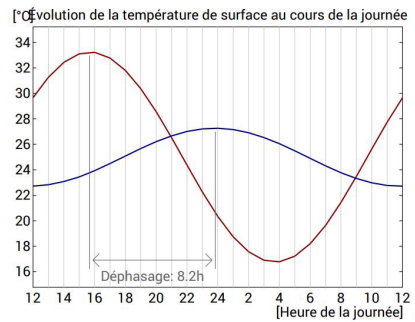
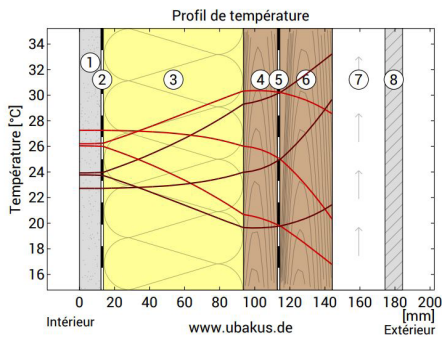
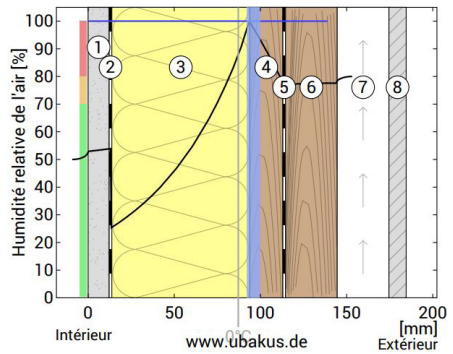
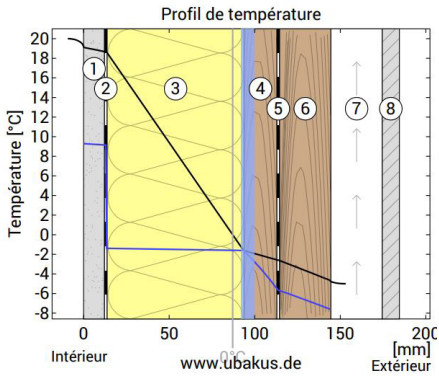


toiture et chaprente - 2019

3.4.1.2 Incidence sur les critères énergétiques



- | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| ① Plaque plâtre BA13 (13 mm) | ④ chêne (20 mm) | ⑦ lame d'air ventilée (30 mm) |
| ② Pare vapeur sd=5 | ⑤ Pare-pluie sd=0,05m | ⑧ ardoise (10 mm) |
| ③ laine de roche (80 mm) | ⑥ bois d'épicéa (30 mm) | |



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité
 Air extérieur : -5 °C / 80 % d'humidité
 Température de surface : 19,1 °C / -4,6 °C

Épaisseur : 18,4 cm
 Poids : 874kg/m²
 Capacité thermique : 73 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*		0,100	19,1	20,0	
1	1,3 cm Plaque plâtre BA13	0,250	0,052	18,7	19,1	10,7
2	0,05 cm Pare vapeur sd=5	0,220	0,002	18,6	18,7	0,1
3	8 cm laine de roche	0,035	2,286	-1,6	18,6	8,0
4	2 cm chêne	0,180	0,111	-2,6	-1,6	6,9
	2 cm chêne (50%)	0,180	0,111	-2,6	-1,6	6,9
5	0,05 cm Pare-pluie sd=0,05m	0,500	0,001	-2,6	-2,6	0,4
6	3 cm bois d'épicéa	0,130	0,231	-4,6	-2,6	13,5
	Résistance thermique surfacique*		0,100	-5,0	-4,6	
7	3 cm lame d'air ventilée (extérieure)			-5,0	-5,0	0,0
8	1 cm ardoise			-5,0	-5,0	24,0
	18,4 cm Total de la composition		2,883			74,1

Valeur du U = 0,35 W (m²K) = 1/R = 1/2,883

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus durant 90 jours. Dans ces conditions, un total de 0,13 kg / m² de condensation s'accumule. Les couches affectées sont l'isolant et laine de roche et le voligeage en chêne. En été, cette quantité d'eau sèche en 26 jours (période de séchage). La quantité maximale d'eau admissible est de 0,5 kg/m². La faible condensation ne pose donc pas de problème.

La température de la paroi intérieure est de 19,1 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 0,9 °C. La circulation de l'air par convection est presque absente et ne réduit pas le confort thermique.

La température de la paroi intérieure entraîne une humidité relative à la surface de 53 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le déphasage est de 8,2 heures, la température maximale de la surface interne n'est donc pas atteinte dans la seconde moitié de la nuit.

En résumé

U : 0,35 W (m²/K)

Hygrométrie :

Condensation : 1631 g/m²

Sèche en 26 jours

Pas de risque fongique

Confort d'été :

Déphasage 8,2 h

Cap. De chaleur interne : 20 kJ/m²K



Comparée à la toiture actuelle, la valeur U est améliorée de 1,49 W (m²/K) grâce à l'ajout d'une couche isolante du côté intérieur du complexe de la toiture. C'est une importante amélioration, qui se rapproche des chiffres de la construction basse énergie mais qui n'est pas encore suffisante.

De la condensation se crée entre l'isolation en laine de roche et le voligeage en chêne. Cependant, la quantité de condensat est en-dessous de la limite admissible et sèche rapidement en été. La très faible condensation ne pose donc pas de problème pour cette intervention dans la toiture. L'humidité du bois est augmentée de 1 % mais le risque fongique reste absent.

La température de surface intérieure évolue en été car la toiture possède une faible capacité à ralentir les transferts de chaleur. Le déphasage est de 8,2 heures, c'est le temps durant lequel le pic de chaleur de l'après-midi atteint le côté intérieur de la composition. Un déphasage idéal doit se faire dans la deuxième moitié de la nuit pour restituer la chaleur accumulée quand il fait plus froid, c'est-à-dire entre 10 et 12 heures. Le déphasage est donc presque bon dans ce cas.

3.4.2 Isolation par l'extérieur

3.4.2.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

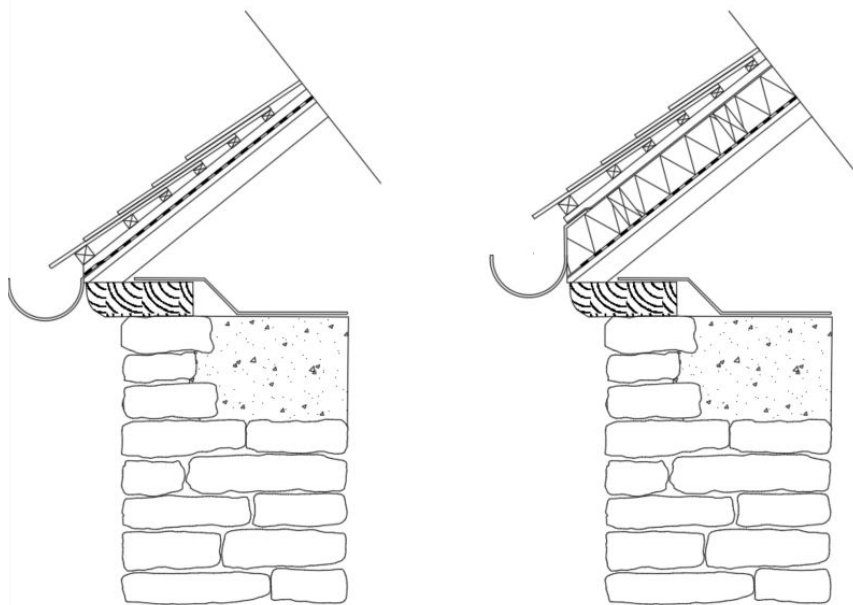
Le volume extérieur simple, rectangulaire et à caractère rural est un des éléments qui a permis au presbytère d'être classé. Son allure générale doit être préservée ainsi que les matériaux employés pour la couverture de la toiture puisqu'ils sont typiques de la région. Les modifications apportées ne doivent donc pas être visibles lorsqu'on se trouve face à la maison, ni modifier son gabarit.

Aspect des sources (internes/externes)	Dimension du patrimoine			
	Artistique	Historique	Sociale	Technique
Conception et forme	+ Maintien du volume intérieur de la pièce ET + Possibilité de modifier le volume de la pièce si il n'y a pas d'altérations sur les matériaux d'origine.	+ Maintien de la forme du plan originel.	+ Développement des capacités chez les entrepreneurs.	+ Facilité de mise en œuvre de l'isolant car très peu de découpages.
Matériaux et substance		- Emploi de nouveaux matériaux.		- Nécessité d'enlever toutes les ardoises, les corniches et les zingueries et de les replacer ensuite.

Usage et fonction	/	+	/	/
		Pièce moins importante dans la vie des Jésuites et dans la vie de la maison, il y a donc plus de flexibilité dans la modification.		
Tradition et techniques	/	-	-	/
		Recours à des techniques modernes différentes de celles des Jésuites.	Pas de recours à des métiers en rapport avec le patrimoine.	
Situation et emplacement	/	/	/	/
Esprit et expression	+	+	/	/
	Nouveaux matériaux invisibles.	Pas de modification du gabarit extérieur et de la typologie de la maison.		
	+			
	Charpente en chêne et voligeage laissés apparents.			
	-			
	Soulèvement de la corniche.			
En résumé	Bon	Plutôt bon	Pas d'incidence	Plutôt bon

Au niveau du patrimoine, cette méthode d'isolation extérieure de la toiture génère de bons résultats. Elle n'altère et ne modifie en rien les éléments protégés par le classement. Le seul détail qui pourrait être discuté auprès de la Commission Royale des Monuments et Sites, (afin d'obtenir leur permission pour ces travaux de rénovation), serait le soulèvement de la corniche à cause de l'épaisseur de l'isolant mis en place. Ce soulèvement va, en effet, légèrement changer l'apparence extérieure du presbytère.

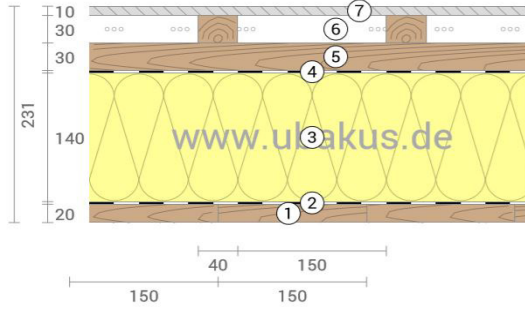
Une des pistes de solution pourrait être de proposer de descendre la hauteur de la corniche grâce à une bavette en zinc pré-patinée foncée qui se fondrait dans la masse. La corniche se trouverait alors à une hauteur intermédiaire entre sa hauteur initiale actuelle et sa hauteur projetée avec l'épaisseur d'isolant.



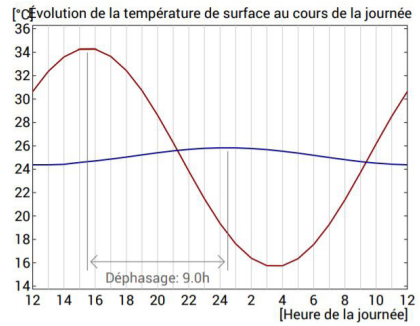
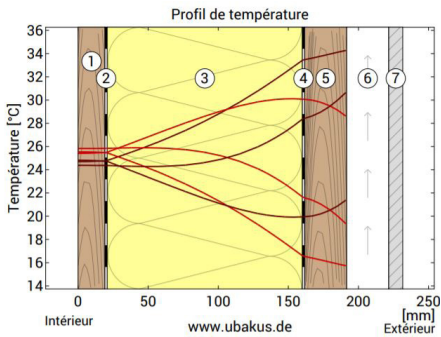
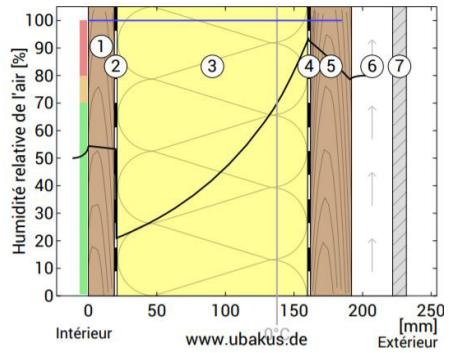
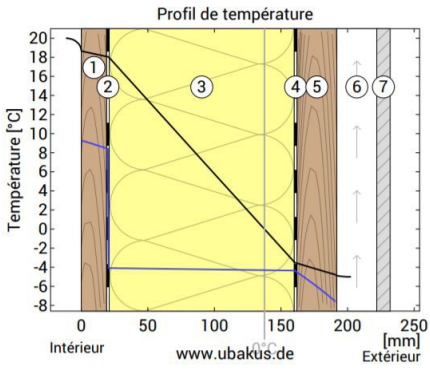
Coupe toiture existante

Coupe toiture projetée

3.4.2 Incidence sur les critères énergétiques



- | | | |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|
| ① chêne (20 mm) | ④ Pare-pluie $s_d=0,05m$ | ⑦ ardoise (10 mm) |
| ② pare-vapeur $s_d=10$ | ⑤ bois d'épicéa (30 mm) | |
| ③ laine de roche (140 mm) | ⑥ lame d'air ventilée (30 mm) | |



Isolation thermique

Air ambiant : 20 °C / 50 % d'humidité
 Air extérieur : -5 °C / 80 % d'humidité
 Température de surface : 18,7 °C / -4,8 °C

Épaisseur : 23,1 cm
 Poids : 69 kg/m²
 Capacité thermique : 68 kJ/m²K

Couches : de l'intérieur vers l'extérieur

#	Matériau	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Température [°C]		Poids [kg/m ²]
				min	max	
	Résistance thermique surfacique*					
			0,100	18,7	20,0	
1	2 cm chêne	0,180	0,111	18,1	18,7	6,9
	2 cm chêne (50%)	0,180	0,111	18,1	18,7	6,9
2	0,05 cm pare-vapeur sd=10	0,220	0,002	18,0	18,1	0,1
3	14 cm laine de roche	0,035	4,000	-3,5	18,0	14,0
4	0,05 cm Pare-pluie sd=0,05m	0,500	0,001	-3,5	-3,5	0,4
5	3 cm bois d'épicéa	0,130	0,231	-4,8	-3,5	13,5
	Résistance thermique surfacique*					
			0,100	-5,0	-4,8	
6	3 cm lame d'air ventilée (extérieure)			-5,0	-5,0	0,0
7	1 cm ardoise			-5,0	-5,0	24,0
	23,1 cm Total de la composition		4,545			69,4

Valeur du U = 0,22 W (m²K) = 1/R = 1/4,545

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant précisé ci-dessus pendant 90 jours. Dans ces conditions, il n'y a pas de formation de condensation.

La température de la paroi intérieure est de 18,7 °C. La différence de température entre la surface de la paroi et la température de l'air à l'intérieur de 20 °C s'élève à 1,3 °C. La circulation de l'air par convection due à cette différence réduit faiblement le confort thermique.

La température de la paroi intérieure entraîne une humidité relative à la surface de 54 %. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique.

Confort d'été

Le déphasage est de 9 heures, il est donc presque idéal puisque la température maximale de la surface interne est atteinte un peu avant la seconde moitié de la nuit.

En résumé

U : 0,22 W (m²/K)

Hygrométrie :

Pas de condensation
Pas de risque fongique

Confort d'été :

Déphasage 9 h
Cap. De chaleur interne : 39 kJ/m²K



Comparé à la toiture actuelle, la valeur U est améliorée de 1,62 W (m²/K) grâce à l'ajout d'une couche isolante du côté extérieur du complexe de la toiture. C'est une importante amélioration qui permet d'atteindre les chiffres de la construction basse énergie et qui donne une bonne isolation thermique de la toiture.

Les risques de condensation et d'apparition de moisissures sont écartés.

La température de surface intérieure évolue peu en été car la toiture possède une certaine capacité à ralentir les transferts de chaleur. Le déphasage est de 9 heures. La paroi restitue donc la chaleur accumulée durant la journée un peu avant la seconde moitié de la nuit, ce qui est l'objectif à atteindre. Le déphasage est donc plutôt bon dans ce cas. L'inertie peut encore être améliorée grâce à l'emploi d'un isolant en panneaux de fibre de bois et l'étanchéité à l'air devra faire l'objet d'une attention particulière.

3.5 Fenêtres

3.5.1 Incidence sur les dimensions du patrimoine

Les châssis ne font pas l'objet d'une protection due au classement, c'est pourquoi ils ont été changés lors de la restauration de 1994. Cependant, afin de préserver l'unité architecturale et l'expression de la façade comme elle est actuellement, il est important que les nouveaux châssis gardent le même gabarit, la même teinte blanche ainsi que la même division.

3.5.2 Incidence sur le bilan énergétique

Les châssis actuels sont encore en bon état et possèdent un coefficient de transmission thermique U convenable, même après 25 ans. Cependant, depuis leur pose, les performances thermiques des vitrages se sont améliorées. Aujourd'hui, les doubles vitrages super isolants peuvent atteindre un coefficient de transmission thermique U de 1,1. Les fenêtres du presbytère ne représentent qu'une surface minime comparée à la surface totale de la maison. Garder un double vitrage, et non un triple, est donc plus convenable. Il est donc possible d'atteindre une meilleure performance énergétique sur l'ensemble des fenêtres en ne changeant que le vitrage.

	Châssis 1	Châssis 2	Châssis 3	Châssis 4	Châssis 5	Châssis 6
Emplacement	Étage, façades avant et arrière	Rez façades avant et arrière, pignon ouest	Étage pignon est	Grenier	Cage escalier	Cave
Nombre	6	7	1	2	1	1
Dimensions extérieures (cm)	100 X155	100 X 190	100 X 200	55 x 80	50 X 60	80 X 55
Type vitrage	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4	Double isolant 4/15/4
Valeur U vitrage	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Valeur g vitrage	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Surface vitrage (m²)	1,12	1,44	1,52	0,246	0,15	0,264
Valeur U cadre	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Surface cadre (m²)	0,68	0,314	0,326	0,134	0,105	0,134
Valeur U fenêtre (W/m²K)	1,43	1,42	1,42	1,66	1,72	1,59

Les résultats se rapprochent des fenêtres employées pour les maisons à basse énergie, dont la valeur U est située entre 1,2 et 1,5 W/m²K. La moyenne de l'ensemble des fenêtres possède un U de 1,54 W/m²K.



Le changement des vitrages permet d'obtenir un besoin de chaleur de chauffage par m² et par an de 541 kWh et une puissance de chauffe nécessaire de 190 W par m². C'est une faible économie de 14 kWh qui ne représente que 2 litres de mazout par m² et par an.



synthèse des différents types d'interventions

Dimensions du patrimoine		Murs		Plancher du RDC		Plancher grenier	Toiture		Châssis
		Intérieur	Extérieur	Entre lambourdes	Rehaussement		Intérieur	Extérieur	
	Artistique	3	4	1	4	2	3	1	1
	Historique	3	4	2	4	2	2	2	1
	Social	1	1	1	2	3	1	/	1
	Technique	2	2	2	4	1	3	2	1
	Moyenne	2 plutôt bon	3 plutôt mauvais	2 plutôt bon	4 mauvais	2 plutôt bon	2 plutôt bon	2 plutôt bon	1 bon
Critères énergétiques	Valeur U	2	2	3	3	1	1	1	2
	T° de surface	2	1	2	2	1	1	1	/
	Condensation	1	1	2	2	1	2	1	/
	Risque fongique	1	1	1	1	1	1	1	/
	Confort été	1	1	/	/	/	2	2	/
	Moyenne	2 plutôt bon	1 bon	2 plutôt bon	2 plutôt bon	1 bon	2 plutôt bon	1 bon	2 plutôt bon
	Économie de chauffage kWh (m2a)	-198	-231	-1	-5	-171	-145	-159	-14
	Economie de mazout L (m2a)	-19	-22	-0.1	-0.5	-17	-14	-15	-1.5
	Diminution de la valeur U (W/m2k)	-0.93	-1.06	-0.12	-0.21	-1.33	-1.49	-1.62	-1,03
Budget	4	3	3	4	1	3	4	2	

1 : bon
2 : plutôt bon
3 : plutôt mauvais
4 : mauvais

Nous pouvons remarquer que certaines interventions de rénovation impacteront positivement le patrimoine mais n'auront que peu de conséquences sur le bilan énergétique de la maison, et inversement, que certaines interventions améliorant le confort thermique, vont à l'encontre de la protection du patrimoine.

L'isolation de la façade propose sans conteste, le meilleur résultat du bilan énergétique global mais demeure irréalisable puisque la façade fait l'objet d'une protection due au classement et ne peut donc être recouverte.

Le bilan énergétique peut également être nettement amélioré grâce à l'isolation de la toiture par l'intérieur. Par contre, les éléments protégés comme les voliges et les chevrons seront également recouverts. Il y aura, dans ce cas, un risque de refus de la part de la Commission Royale des Monuments et Sites.

À l'inverse, si l'on veut respecter le plus scrupuleusement possible le patrimoine, l'injection d'isolant entre les lambourdes du plancher du rez-de-chaussée est la meilleure solution. Cependant, quand on regarde la faible économie de chauffage qu'il génère, soit 5 kWh par m² et par an, l'investissement n'en vaut pas la peine et ne modifiera que très peu le bilan énergétique.

L'intervention qui consiste à isoler le plancher par l'ajout d'une couche isolante, quant à elle, impacte négativement les dimensions du patrimoine et n'influence presque pas les critères énergétiques. Elle est donc à proscrire puisqu'elle n'engendrera pas de résultats positifs.

Heureusement, d'autres interventions permettent de respecter les prescriptions liées au classement et l'amélioration des performances énergétiques du presbytère. C'est le cas de l'isolation par l'intérieur. Une attention particulière devra être portée sur les ponts thermiques présents, et sur la parfaite étanchéité à l'air afin d'éviter la formation de condensation, très souvent problématique dans ce mode d'isolation. Un élément qui est cependant discuté auprès de la Commission Royale des Monuments et Sites, est le déplacement des moulures du plafond dû au rétrécissement de la pièce par l'ajout d'une épaisseur d'isolant.

C'est le cas aussi de l'isolation de la toiture par l'extérieur. Cette intervention est totalement invisible de l'intérieur, ne recouvrant pas les éléments protégés. De l'extérieur, elle ne provoque que le léger soulèvement de la corniche et préserve le gabarit de la maison. Celle-ci devra trouver une hauteur intermédiaire entre la situation existante et la situation projetée pour compenser la hauteur engendrée par l'épaisseur d'isolant. Les châssis et le plancher du grenier ne sont soumis à aucune prescription liée au classement. Ce dernier peut donc être recouvert de matelas isolants, ce qui améliorerait le bilan énergétique tout en respectant le patrimoine. Le changement des vitrages uniquement et non des châssis, permet une économie de temps et d'argent, en gardant l'expression architecturale de la façade comme elle l'est actuellement.

Scénario

Lors d'une rénovation énergétique d'un bâtiment patrimonial classé tel que le presbytère de Rachamps, certaines solutions sont plus coûteuses et plus difficiles à mettre en place que d'autres. On peut faire tout ce qui est possible pour les exécuter ou bien réfléchir de manière raisonnée, « en bon père de famille » sur le coût et les possibilités. C'est à partir de cette réflexion qu'il est possible de mettre en place un scénario de rénovation énergétique.

La première action la plus facile à mettre en œuvre, la moins chère et la plus acceptable auprès de la Commission Royale des Monuments et Sites est la pose du mate-las isolant sur le plancher du grenier. C'est par là qu'il est le plus envisageable de commencer. Le grenier deviendra totalement inaccessible et sera considéré comme espace perdu. Cependant si, dans les années futures, les propriétaires du presbytère souhaitent l'utiliser et l'aménager, cette mise en place d'isolation est facilement réversible.

La seconde action, toujours facile à mettre en œuvre mais un peu plus coûteuse, est le changement des vitrages des fenêtres.

Ces deux premières interventions permettent une économie de chauffage de 185 kWh par m² et par an, soit une économie de 18 litres de mazout par m² au sol et par an. Si actuellement la consommation est de 53 litres par m² et par an, elle peut donc être réduite de 33 %.

L'isolation par l'intérieur des murs et par l'extérieur de la toiture viennent en dernier dans le scénario. Leur coût est assez important. Pour la toiture, il s'agit d'enlever toutes les ardoises pour les replacer ensuite et de placer une nouvelle membrane pare pluie. Pour l'isolation intérieure, des modifications sur le plancher et sur les moulures devront être réalisées. Ce sont des travaux irréversibles et qui nécessitent l'intervention d'un expert.

La combinaison des différentes interventions de ce scénario permet une économie de chauffage de 383 kWh par m² au sol et par an, soit une économie de 37 litres de mazout par m² et par an. Si actuellement la consommation est de 53 litres par m² et par an, elle peut donc être réduite de 69 %.



conclusion

La rénovation d'un bâtiment patrimonial classé dans un milieu rural est un exercice complexe dans lequel interviennent de multiples critères, tous à prendre en compte de la même manière. Depuis quelques années, une nouvelle préoccupation s'est ajoutée aux nombreuses déjà présentes : la performance énergétique.

Le bâtiment du projet de rénovation doit faire l'objet d'une analyse complète. Savoir d'où il vient et connaître son histoire permettra la mise en place d'un projet conscient de son vécu. En plus de l'étude de son implantation, de sa volumétrie et de sa matérialité, celle de la structure même du bâtiment, de son mode constructif et de la spatialité interne qu'il engendre guidera vers la réponse architecturale la plus adaptée et la plus respectueuse du patrimoine.

La rénovation doit prendre en compte tous ces aspects afin d'être la plus juste possible.

La rénovation énergétique d'un bâtiment patrimonial classé en milieu rural est-elle possible ? Oui et non. Oui parce que le bilan énergétique peut être amélioré par la mise en place d'interventions ponctuelles qui veilleront à ne pas aller à l'encontre des prescriptions du classement. Non parce que les chiffres du standard basse énergie ne peuvent être atteints à cause de la nécessité d'avoir une épaisseur d'isolant importante et une enveloppe thermique continue. Le sujet de l'étanchéité à l'air n'est pas abordé dans ce travail mais une mauvaise étanchéité à l'air, souvent présente dans les vieilles maisons, influence négativement le confort thermique et le bilan énergétique.

Les éléments patrimoniaux ne doivent pas être considérés comme des limitations. Au contraire, l'architecte doit tirer parti des contraintes et les transformer en opportunités, en combinant celles-ci avec la rénovation énergétique.

La complexité de la rénovation d'un bâtiment patrimonial classé exige un architecte compétent sur les deux questions pour éviter des problèmes conséquents. La rénovation énergétique est très complexe et fait donc appel aux compétences de l'architecte. Une connaissance approfondie de la physique du bâtiment, de sa valeur patrimoniale et la capacité d'évaluer les performances énergétiques au moyen de logiciels appropriés est obligatoire afin d'adapter le projet en conséquence. De même que la nécessité de compétences pour la conception des détails techniques spécifiques et le contrôle des travaux sur chantier, car de nombreuses imprécisions en exécution peuvent avoir des répercussions dramatiques.

Le nombre de personnes expérimentées dans le domaine du patrimoine ou de la rénovation énergétique est très faible. Pire, encore moins d'architectes sont spécialisés dans la rénovation énergétique du patrimoine bâti en milieu rural. Les entrepreneurs doivent s'associer avec les métiers en rapport avec le patrimoine pour combiner et adapter leur savoir-faire et être capable de réaliser ces travaux avec un soin particulier.

D'une part, la problématique du réchauffement climatique et le défi environnemental actuel demandent une lutte permanente contre la production de CO₂ : un tiers de la consommation énergétique totale de la Belgique est utilisé pour le secteur résidentiel.

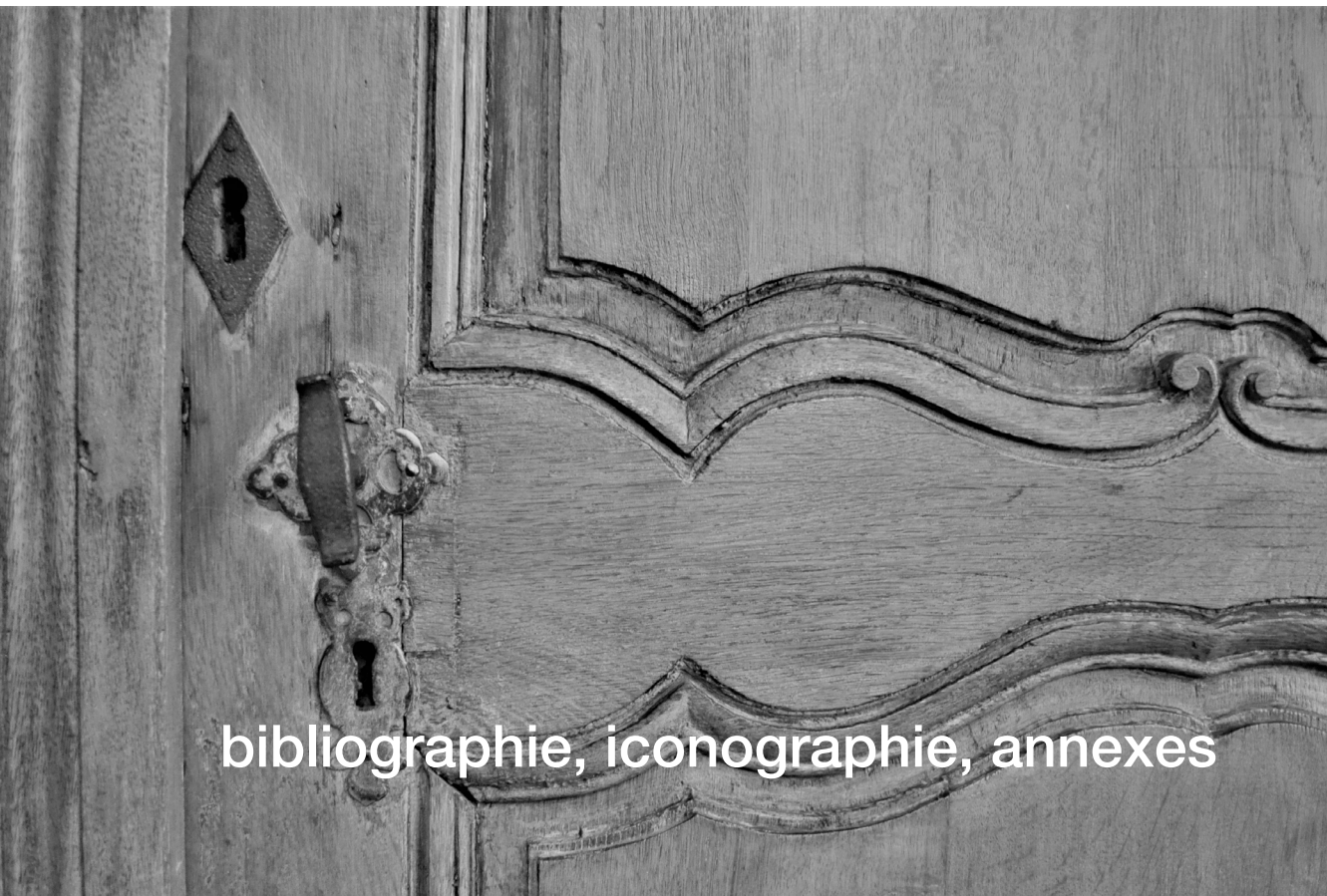
D'autre part, la liste des biens classés en Wallonie compte plus de 4 200 biens immeubles d'une grande variété comme des châteaux, des cathédrales, des sites

archéologiques, des fontaines, etc., et les maisons classées telles que le presbytère de Rachamps ne représentent qu'un très faible pourcentage sur l'ensemble du bâti wallon.

L'amélioration de leur bilan énergétique n'aura donc que très peu d'impact sur la volonté de réduction de la production de CO₂ de l'ensemble du parc immobilier du pays. Cette lutte contre le réchauffement climatique doit se tourner vers d'autres biens qui ne sont pas protégés par une mesure de classement et dont les interventions de rénovation pourront amener une économie d'énergie conséquente. Cette réflexion est pensée à l'échelle du pays, pour un résultat positif global sur l'ensemble du territoire.

À l'échelle du village et plus particulièrement pour les propriétaires, Serge et Marianne, la possibilité d'améliorer le confort thermique de leur maison et de réduire leurs coûts de consommation de chauffage peut être atteint grâce à la rénovation énergétique. Cette dernière n'aura que peu de conséquences sur la lutte contre le réchauffement climatique, mais améliorera le confort et le quotidien d'une famille attachée à sa maison si particulière.

Je tente de montrer ici que les bâtiments patrimoniaux classés ne doivent pas être des endroits où il n'est pas confortable de vivre simplement parce que les préoccupations du confort thermique étaient inexistantes à l'époque de leur construction et qu'il faut que ça demeure ainsi. Ils ne doivent pas rester sous cloche, hors du temps et de nos vies quotidiennes, de peur de toucher ce qui appartient au passé. Le présent d'aujourd'hui est le passé de demain. Leur histoire ne sera que plus forte, si ces bâtiments classés continuent à vivre et à être habités grâce à l'amélioration de leur confort, tout en respectant leur identité.



bibliographie, iconographie, annexes

Bibliographie

LIVRES

Ardenne centrale. Architecture rurale de Wallonie. Bruxelles : P. Mardaga, 1989. 247 pages.

CHOAY, FRANCOISE, L'allégorie du patrimoine. Paris: Editions du Seuil, 1992. 270 pages.

DUBOST, FRANCOISE, « Protection de l'architecture rurale dans une région », in Études rurales, 1990, n°117, pp. 127-135.

HAUGULSTAIN JEAN-MARIE, La rénovation et l'énergie : Guide pratique pour les architectes. Jambes : Ministère de la région Wallone, 2002.

Le patrimoine monumental de la Belgique: Wallonie. Vol. 17: Province du Luxembourg, Arrondissement de Bastogne. Liège: Mardaga, 1993. 381 pages.

MOURRE, MICHEL, Dictionnaire encyclopédique d'histoire. Paris: Bordas, 1996.

RUELLAN, GUIREC, État du marché de la rénovation du bâti résidentiel en Belgique : revue littérature sur l'état du bâti existant, le marché de la rénovation, ses enjeux et ses barrières. Liège, 2016. 33 pages.

The Nara document on authenticity, convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et nature. Phuket, Thaïlande : Comité du patrimoine mondial, 1994.

COURS

DUPERROY, Françoise, Techniques de restauration, syllabus de cours de 2ème master à la Faculté d'Architecture de l'Université de Liège. 2019.

HENZ, OLIVIER. Conception des bâtiments à haute performance énergétique. Notes de cours de 1ère master à la Faculté d'Architecture de l'Université de Liège. 2018.

HOUBART, CLAUDINE, Histoires et théories de la conservation/restauration, syllabus de 2ème master à la Faculté d'Architecture de l'Université de Liège. 2019.

NELLES, NORBERT, Syllabus de l'atelier de master- ruralité, faculté d'architecture de l'Université de Liège, 2017-2018.

MÉMOIRES

MAUS, ELISE, Quel avenir pour les bâtiments ruraux à caractère ? Réflexion sur la rénovation énergétique du petit patrimoine bâti. Étude de cas : le gîte Saint-Luc de Torgny. Travail de fin d'études à la faculté d'architecture de l'Université de Liège en 2015.

SCHOLL, JASMINE, La rénovation énergétique – L'isolation par l'intérieur. Travail de fin d'études à la faculté d'architecture de l'Université de Liège en 2011.

OUVRAGES SCIENTIFIQUES

DEPLAZES, ANDREA, et Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, éd. Construire l'architecture: du matériau brut à l'édifice: un manuel. Deuxième édition augmentée. Basel: Birkhäuser, 2013. 559 pages.

HAUGLUSTAINE, JEAN-MARIE, SIMON, FRANCY, (sous la dir.), avec la collaboration de BALTUS, CATHERINE, LIESSE, SOPHIE. La rénovation et l'énergie. Guide pratique pour les architectes, Jambes : Les guiches de l'énergie, avril 2002, 97 pages.

KINTS C., La rénovation énergétique et durable des logements Wallons: Analyse du bâti existant et mise en évidence de typologies de logements prioritaires , Architecture & climat UCL, 2008, 47p

URL: http://www.lehr.be/Reports/UCL_Les_logements_wallons.pdf

RICHARZ, CLEMENS, CHRISTINA, SCHULTZ, et FRIEDEMANN ZEITLER. Energy-efficiency upgrades: principes, details, exemples. Detail practice. Basel : Munich: Birkhäuser ; Edition Detail, 2007. 112 pages.

ARCHIVES

Centre d'Archives et de Documentation de la CRMSF, dossier Bastogne 1.2 : arrêté royal du 23 janvier 1978

Centre d'Archives et de Documentation de la CRMSF, dossier Bastogne 1.2 : législation régissant le classement des monuments et des sites de la région de la langue française. Coordination officieuse de la loi du 7 août 1931 sur la conservation des monuments et des sites et du décret du 28 juin 1976 modifiant la loi du 7 août 1931.

Centre d'Archives et de Documentation de la CRMSF, dossier Bastogne 1.2 : lettre de la commission royale des monuments et des sites à Monsieur le Ministre de la culture française. Objet : Rachamps-Noville, 20/08/1976.

Bureau d'Architecture Jean-Marie Hogge scprl, archives : plans, coupes, élévations 1/200 de la restauration de 1944

Bureau d'Architecture Jean-Marie Hogge scprl, archives : métré descriptif de la restauration du presbytère de Rachamps

Bureau d'Architecture Jean-Marie Hogge scprl, archives : cahier des charges de la restauration du presbytère de Rachamps

SOURCES ÉLECTRONIQUES

ARCHITECTURE & CLIMAT, Energie plus, <https://www.energieplus-lesite.be> , 2010 (en ligne 20.11.2010)

ARCHITECTURE & CLIMAT, UCL, « Isolation thermique par l'intérieur de murs existants en briques pleines », https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/guide_isolin_oct2010_web.pdf?ID=16005, juillet 2010 (en ligne 10.12.2010)

CSTC, « NIT 228 : Pierres naturelles – 5.3 Fiche schiste ardoisier », https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=tv-nit&pag=228&art=5&niv01=5.3&niv02=detail&fiche_id=45 , 2018 (en ligne 05.02.2018)

CSTC, « NIT 228 : Pierres naturelles – 5.3 Fiche schiste d'Otré », https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=tv-nit&pag=228&art=5&niv01=5.3&niv02=detail&fiche_id=36 , 2018 (en ligne 05.02.2018)

PORTAIL DE LA WALLONIE, « ABC des démarches » , <http://www.wallonie.be/demarches/20560-realiser-des-travaux-sur-bien-classe#inDetails> , 2018 (en ligne 07/12/2018)

UBAKUS, Berechnet U-werte schnell und anschaulich, <https://www.ubakus.de/der-abakus-fuer-den-u-wert/>, 2019

CAP RURALITÉ, Typologie rural versus urbain, <http://www.capru.be/typologie-rural-versus-urbain>, 2016

UBAKUS, Innendämmung mit Holzfaserdämmplatten und Lehm: Tauwasser!?, <https://www.ubakus.de/innendammung-mit-holzfaserdammplatten-und-lehm-tauwasser/> ,

UBAKUS, U-wert rechner, <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/index.php?>

Iconographie

- p. 1 (photo de couverture) : base de données de l'IRPA (Insitut Royal du Patrimoine Artistique), <http://balat.kikirpa.be/results.php?linkthrough=BA&linkval=Presbyt%C3%A8re%5BRachamps%5D>
- p.11 : photo personnelle
- p.19 : photographe Jean-Marie Henrotte, <https://www.flickr.com/photos/vidjanma/25889098805/>
- p.25 : photographe Jean-Marie Henrotte, <https://www.flickr.com/photos/vidjanma/36092439923/in/album-72157629640910169/>
- p.26 haut de page : base de données de l'IRPA, <http://balat.kikirpa.be/results.php?linkthrough=BA&linkval=Presbyt%C3%A8re%5BRachamps%5D>
- p.26 bas de page : photo personnelle
- p.31 : base de données de l'IRPA, <http://balat.kikirpa.be/results.php?linkthrough=BA&linkval=Presbyt%C3%A8re%5BRachamps%5D>
- p.32-34 : dessins de l'architecte Jean-Marie Hogge en charge de la restauration de 1994
- p.36, 38, 40, 43 : photos personnelles
- p.46 : photos prises par Daniel Ska, entrepreneur en charge des travaux de restauration de 1994
- p.48 : modification personnelle des dessins de l'architecte Jean-Marie Hogge en charge de la restauration de 1994
- p.50, 52 : base de données de l'IRPA, <http://balat.kikirpa.be/results.php?linkthrough=BA&linkval=Presbyt%C3%A8re%5BRachamps%5D>
- p.55, 61 : photos personnelles
- p.68-82 : calculs personnels avec le logiciel U-wert-Rechner
- p.85 : photo personnelle
- p.90-93 : calculs personnels avec le logiciel U-wert-Rechner
- p. 94 : dessins de détails personnels et caclus personnels avec le logiciel Therm
- p.95 : modification personnelle des dessins de l'architecte Jean-Marie Hogge en charge de la restauration de 1994
-
- p. 98-103 : calculs personnels avec le logiciel U-wert-Rechner
- p.104 : dessins de détails personnels et caclus personnels avec le logiciel Therm
- p.105 : photo personnelle
- p.108-112 : calculs personnels avec le logiciel U-wert-Rechner
- p.117 : photos personnelles
- p.118-119 : calculs personnels avec le logiciel U-wert-Rechner
- p.123 : dessins de détails personnels
- p.124-125 : calculs personnels avec le logiciel U-wert-Rechner
- p.129, 133, 137 : photos personnelles

Annexes

- Arrêté royal du 23 janvier 1978 concernant le classement du presbytère.
- Lettre de la commission royale des monuments et des sites à Monsieur le Ministre de la culture française. Objet : Rachamps-Noville, 20/08/1976.
- Législation régissant le classement des monuments et des sites de la région de la langue française. Coordination officieuse de la loi du 7 août 1931 sur la conservation des monuments et des sites et du décret du 28 juin 1976 modifiant la loi du 7 août 1931.
- Résultat du PHPP
- Fiche technique : FOAMGLAS T3+
- Fiche technique : rouleaux roulrock kraft de ROCKWOOL

Direction générale des Arts et des Lettres
Administration du Patrimoine culturel
300.3/25/BASTOGNE/7/EL/AHR

BAUDOUIIN

ROI DES BELGES

A tous, présents et à venir, Salut.

Vu la loi du 7 août 1931 sur la conservation des monuments et des sites, modifiée par le décret du 28 juin 1976 ;

Considérant que les prescriptions des articles 3 et 4 du décret du 28 juin 1976, fixant la procédure de classement, ont été respectées ;

Vu les propositions motivées de la Commission royale des monuments et des sites, en date du 18 octobre 1977 ;

Sur la proposition de Notre Ministre de la Culture française,

NOUS AVONS ARRETE ET ARRETONS :

Article 1er.- Sont classés, en raison de leur valeur historique, artistique et esthétique,

a) comme monument : le presbytère de Rachamps à Bastogne, connu au cadastre division Noville, section B, n° 717 A (6a 40ca) ;

b) comme site : l'ensemble formé par ce presbytère, l'église et les terrains environnants, connu au cadastre division Noville 679 C (5a 20ca), 716A (8a), 676A (4a), 675D (35a), 680A (36ca), et 679A
(3a 70ca), 717A (6a 40ca). 2

Les limites du site classé sont circonscrites par un trait noir sur le plan ci-annexé.

Article 2.- Afin de sauvegarder l'intérêt national, il est interdit aux propriétaires sauf autorisation préalable accordée conformément aux dispositions de l'article 6 de la loi précitée du 7 août 1931, modifiée par le décret du 28 juin 1976 :

- 1° d'effectuer tout travail de terrassement, construction, fouilles, ouverture de carrière ou travail quelconque d'exploitation, sondage, creusement de puits, en général, tout travail de nature à modifier l'aspect du terrain ou de la végétation ;
- 2° de modifier en aucune façon l'écoulement des eaux dans le site ;
- 3° d'abattre, de détruire, de déraciner ou d'endommager les arbres et les plantes. L'entretien normal des plantations reste toutefois autorisé dans les limites permises par l'Administration locale des Eaux et Forêts ;
- 4° d'établir des tentes et d'ériger toute installation quelconque (fixe, mobile ou démontable, provisoire ou définitive) servant d'abri, de logement ou à des fins commerciales ;
- 5° d'abandonner ou de jeter des papiers, récipients vides, déchets ou détritrus quelconques ;
- 6° de mettre en stationnement ou de parquer tout véhicule même sur les voies carrossables, sauf dans les endroits réservés à cette fin ;
- 7° de planter des poteaux ou des pylônes destinés au transport de l'énergie électrique dans les jardins et le cimetière ou de les accrocher aux édifices ;
- 8° d'établir tout affichage publicitaire ;
- 9° d'ériger des monuments funéraires contre les façades de l'église ;
- 10° d'ériger des monuments funéraires dont la hauteur dépasserait 1,25 mètre ;
- 11° d'ériger des constructions ou clôtures nouvelles, ou de modifier celles qui existent.

Article 3. - Notre Ministre de la Culture française est chargé de l'exécution du présent arrêté.

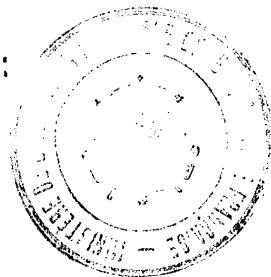
Donné à Bruxelles, le 23 janvier 1978.

Pour copie conforme :

Rub

PAR LE ROI :
Le Ministre de la Culture française,

Jean-Jochef





Commission Royale
des
Monuments et des Sites

Britannia House - 3^{me} étage
Rue Joseph II, 30 — 1040 Bruxelles

1.2

N°

Prière de rappeler dans la réponse,
la date et le numéro de la présente

Annexe: **1 dossier**

Monsieur le Ministre de la
Culture française
Avenue de Cortenberg 158

1040 BRUXELLES.-

Monsieur le Ministre,

Objet : NOVILLE-RACHAMPS (Lux) : Classement éventuel comme :
a) **monument** : du presbytère
b) **site** : de l'ensemble formé par ce presbytère,
l'église et les terrains environnants

Nous avons l'honneur de solliciter l'autorisation de pouvoir entamer la procédure prescrite par la loi du 7 août 1931 sur la conservation des monuments et des sites en vue du classement repris sous rubrique.

Les intérêts historique, architectural, esthétique, l'état de vétusté ainsi que l'estimation financière sont décrits dans les documents ci-annexés.

Il convient de classer le site dans les limites reprises sous liseré noir au plan ci-joint.

Les restrictions à apporter aux droits des propriétaires et que commande la sauvegarde de l'intérêt national devraient être les suivantes :

Interdiction sauf autorisation préalable accordée conformément aux dispositions de l'article 6 de la loi précitée du 7 août 1931


1° d'effectuer tous travaux de terrassement, construction, fouilles, ouverture de carrière ou travaux quelconques d'exploitation, sondages, creusement de puits, en général, tous travaux de nature à modifier l'aspect du terrain ou de la végétation;

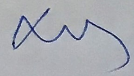
- 2° de modifier en aucune façon l'écoulement des eaux dans le site;
- 3° d'abattre, de détruire, de déraciner ou d'endommager les arbres et les plantes. L'entretien normal des plantations reste toutefois autorisé dans les limites permises par l'Administration locale des Eaux et Forêts;
- 4° d'établir des tentes, et d'ériger toute installation quelconque (fixe, mobile ou démontable, provisoire ou définitive), servant d'abri, de logement ou à des fins commerciales;
- 5° d'abandonner ou de jeter des papiers, récipients vides, déchets ou détritiques quelconques;
- 6° de mettre en stationnement ou de parquer tout véhicule même sur les voies carrossables, sauf dans les endroits réservés à cette fin;
- 7° de planter des poteaux ou des pylônes destinés au transport de l'énergie électrique dans les jardins et le cimetière ou de les accrocher aux édifices;
- 8° d'établir n'importe quel type d'affichage publicitaire;
- 9° d'ériger des monuments funéraires contre les façades de l'église;
- 10° d'ériger des monuments funéraires dont la hauteur dépasserait 1,25 mètre;
- 11° d'ériger des constructions et/ou clôtures nouvelles ou de modifier les existantes sans que les plans aient été au préalable soumis à l'avis de la Commission Royale des Monuments et des Sites et approuvés par les instances supérieures.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre très haute considération.

Le Secrétaire,

Pour le Président :
Le Vice-Président,


R. MARTIN


X. LEJEUNE de SCHIERVEL

Commune de Noville

PRESBYTERE DE RACHAMPS
=====

cadastéré Sn B, n° 717a et 679c

RAPPORT DE CLASSEMENT

I. ASPECT HISTORIQUE

En 1088, la comtesse Reine, fille du Comte d'Oltigen (Suisse) et nièce de Conrad de Luxembourg fit don au monastère de Marcigny en Bourgogne (près de Cahors) des terres qu'elle possédait à Aywaille et à Rachamps afin d'y établir un prieuré clunisien; c'est donc à Aywaille que fut établi le premier prieuré clunisien de Belgique. Les supérieurs de ce prieuré d'Aywaille mirent en fermage les biens qu'ils possédaient par héritage dans la petite localité pauvre et éloignée qu'était Rachamps. Avant 1260, une paroisse distincte de Noville était érigée à Rachamps.

A une date non précisée (vers 1250) le prier d'Aywaille aurait remis des droits de fermage à Rachamps à un seigneur de Pittingen (Pittange). Et en 1282, Henri VI, comte de Luxembourg, acquérait, à la suite d'un échange avec ce seigneur Arnold de Pittingen, la moitié des biens que ce dernier possédait à Rachamps. Le "terrier" des comtes de Luxembourg, dressé dans le premier quart du 14e siècle établit que le comte de Luxembourg possède toujours la moitié de la mairie de Rachamps. Il y percevait une part de la taille, divers cens en nature et des droits qui lui étaient afferchés par le prier d'Aywaille.

Le "chasse-ménages" de la prévôté de Bastogne en 1469 atteste que le prier d'Aywaille possède toujours Rachamps et Hardigny, mais que le seigneur de "Créange" en avait toujours la "haulteu sans doute à titre de voué. En 1457, le prier d'Aywaille avait cédé les viviers de Rachamps au seigneur de Rollé moyennant un "cens" de 15 chapons. Ce prier et ses successeurs ne semblent pas avoir été désireux d'accroître leur patrimoine à Rachamps ou d'y exercer personnellement leurs prérogatives.

En 1585, le prieuré d'Aywaille passe aux mains des Jésuites de Luxembourg (avec les biens de Rachamps). Cette année-là, le pape Sixte V donne une bulle à la prière de Philippe II, roi d'Espagne, par laquelle il était ordonné de prendre dans le duché de Luxembourg des prieurés pour la valeur de cinq "mil" florins de rente, dont deux "mil" seront employés à la fondation d'un séminaire et les trois autres "mil" à la fondation d'un collège de Jésuites à Luxembourg. En suite de ces ordres, on prit le prieuré d'Aywaille (dont dépendait Rachamps) ainsi que d'autres, et on les donna aux Jésuites de Luxembourg. (voir Histoire ecclésiastique et civile du duché de Luxg et du comté de Chiny, par le R.P. Bertholet, tome III, page 251, imprimé en 1752.)

C'est le 26 juillet 1603 que les Jésuites de Luxembourg reprisent la seigneurie de Rachamps. Ils s'y trouvèrent devant la même tâche de réorganisation qu'à Aywaille. Les Jésuites de Luxembourg et les officiers qu'ils nommèrent sur place n'eurent cependant pas à faire face à d'aussi graves difficultés qu'à Aywaille.

Le collège des Jésuites de Luxembourg avait fait de RACHAMPS le centre de la collecte des dîmes et cens qui lui appartenaient dans les nombreux villages des quartiers de Bastogne et d'Houffalize, à savoir Baromé, Bodange, Fauvillers, Hardigny, Hondelange, Motte, Lullange, Menufontaine, Nieder-Wanpach, Noville, Taverneux, Wicourt, etc... C'est ainsi qu'ils furent amenés à une date non précisée à construire un bâtiment qui leur servait de résidence à Rachamps. Ils restèrent paisibles seigneurs d'Aywaille et de Rachamps jusqu'à leur suppression en 1773.

La majeure partie des archives de la seigneurie de Rachamps se trouve à Luxembourg, mais une partie se trouve aussi dans les archives de l'Etat à Liège et à Arlon.

La résidence des Jésuites à Rachamps (vieux presbytère) était distincte de la maison du curé de Rachamps; le presbytère se trouvait entre l'église et le lavoir public actuel.

Une église fut reconstruite en 1725 et 1730 et les Jésuites de Luxembourg firent à la paroisse de Rachamps un don important (plus de 100 écus) pour contribuer à la construction de la nouvelle église. Ils eurent probablement leur mot à dire, et veillèrent en tout cas à faire mettre aux places d'honneur sur le maître-autel leurs deux grands saints patrons, St-Ignace de Loyola et St-François-Xavier.

N.B. Sur le mur de la cheminée, dans une pièce du rez-de-chaussée du vieux presbytère se trouve une peinture murale assez bien conservée représentant le presbytère en question et St-Ignace qui protège le bâtiment. Une date est inscrite au bas de la peinture : 1773.

II. ASPECT ARCHITECTURAL

Extérieur :

La bâtisse établie sur plan rectangulaire est construite en moellons de la région, sans chaînage d'angle, et couverte par une toiture en ardoises, à deux versants, avec croupe sur les pignons. Les baies de porte et fenêtre sont encadrées de pierre de taille de Larochette; les linteaux en arc de cercle, avec clef saillante. Les murs en moellons sont recouverts de crépi chaulé.

Quoique plus élevé que les constructions locales, l'ensemble forme un volume simple, de caractère régional et rural, s'accrochant bien au sol.

Situé en contre-bas et proche de l'église (classée par la C.R.M.S.) le bâtiment s'intègre parfaitement dans le site.

Intérieur :

Un couloir central distribue au rez-de-chaussée, comme à l'étage, deux locaux de part et d'autre de celui-ci; deux annexes, incorporées dans le volume du bâtiment, sont attenantes aux places principales. Les murs intérieurs sont en moellons; les gitages, planchers et menuiserie en chêne.

L'intérêt particulier de l'immeuble se concentre sur les boiseries intérieures.

Portes et placards exécutés en chêne mouluré, méritent notre admiration.

Leur style XVII^e siècle ne peut être considéré comme une date d'exécution, mais comme indice d'une époque, d'un état d'esprit transposé.

Les artisans s'expatriaient facilement et, après un apprentissage chez les maîtres français, revenaient au pays, réalisant l'art français avec leur propre sensibilité.

III. ETAT DE LA BATISSE

Endommagé par l'offensive des Ardennes en 1944/45, le presbytère, immeuble vétuste a été restauré sommairement en 1955 pour éviter des dégradations plus conséquentes. Le toit et les maçonneries, touchés par des obus, ont été réparés.

En 1957, la Commune a décidé sa remise en état complète pour rendre habitable ce logement, des transformations intérieures y étaient prévues. Ce projet a été abandonné. Depuis, l'immeuble n'a plus fait l'objet d'intervention quelconque, et reste à l'abandon, servant actuellement de remise.

S'il est vétuste, le presbytère n'offre cependant aucun danger immédiat d'écroulement. Ses murs épais et bien reliés sont un témoignage de construction érigée avec soin. Seules des transformations profondes ou la dégradation de toiture pourraient porter atteinte à sa stabilité.

La restauration extérieure comprend la réparation de maçonnerie, le renouvellement de la couverture, de crépis et de menuiseries, l'aménagement des abords.

La restauration intérieure comporte non seulement la remise en état des enduits, planchers et menuiseries, mais également le renouvellement des installations électriques et sanitaires, et éventuellement le chauffage.

IV. CONCLUSIONS

Considérant la valeur historique du bâtiment, son intégration dans un site dont l'église elle-même est classée, la valeur de son volume extérieur et la sensibilité intérieure, nous proposons le classement intérieur et extérieur de cet immeuble.

Nous suggérons d'autre part que la restauration étant exécutée, le chapelain réintègre la cure et en soit le responsable des valeurs incorporées dans l'immeuble.

Considérant d'autre part que l'église elle-même est classée et qu'il serait regrettable de ne pas lier les bâtiments, tant du point de vue historique qu'architectural,

Nous proposons de classer, non seulement le presbytère, mais l'ensemble des bâtiments, cimetière et jardins les entourant, suivant périmètre inscrit par un liseré rouge sur le plan cadastral ci-annexé;

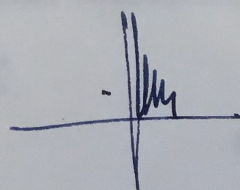
soit comme monument

le presbytère cadastré Sn B n° 717a
(N.B. l'église n° 676a déjà classée)

comme site

le cimetière, Sn B n° 675c

les jardins et annexes,
Sn B n° 579a, 679c, 680a et 716a.



J. LAMY ARCH.

13 03 74

13 03 74

ETAT FINANCIER

1. Mesures immédiates de conservation comprenant :

- la restauration des toitures par le renouvellement des ardoises, voliges et zinc;
- la restauration de maçonnerie par le renouvellement de souches de cheminée et quelques réparations extérieures;
- la restauration des menuiseries extérieures par le remplacement et/ou la réparation des châssis de fenêtres et portes;

Estimation :

500.000.- frs

2. Restauration complète comprenant :

- renouvellement des crépis extérieurs;
- restauration et aménagement intérieurs:
enduits, planchers, menuiseries;
renouvellement de l'installation électrique
et sanitaire;
- aménagement des abords;

Estimation :

2.000.000.- frs

3. Frais d'entretien annuel :

pendant les cinq années prochaines, après restauration.

- représentant l'entretien de toiture,
de crépis extérieurs et menuiseries.

Estimation :

50.000.- frs


J. LAMY ARCH.

PROVINCE DE LUXEMBOURG

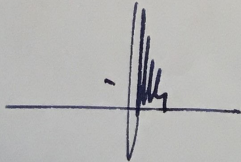
Commune de Noville

EGLISE et PRESBYTERE de RACHAMPS
=====

Liste des interdictions à inclure dans le classement

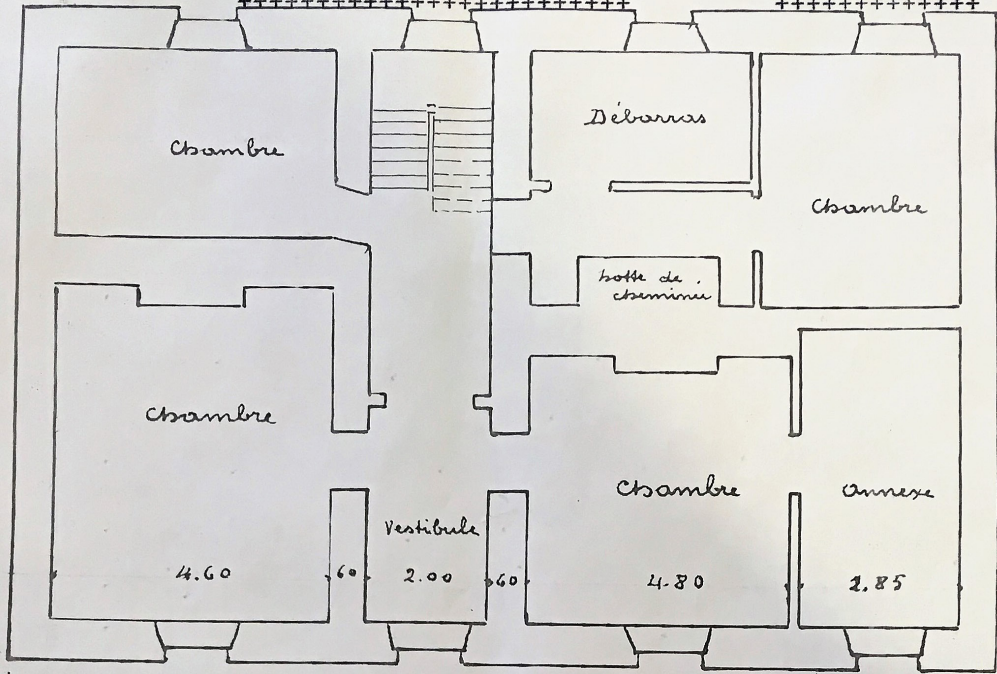
Interdiction :

- 1°) d'effectuer tous travaux de terrassement, construction, fouilles, ouverture de carrière ou travaux quelconques d'exploitation, sondages, creusement de puits et, en général, tous travaux de nature à modifier l'aspect du terrain ou de la végétation;
- 2°) de modifier en aucune façon l'écoulement des eaux dans le site;
- 3°) d'abattre, de détruire, de déraciner ou d'endommager les arbres et les plantes;
- 4°) d'établir des tentes, et d'ériger toute installation quelconque (fixe, mobile ou démontable, provisoire ou définitive), servant d'abri, de logement ou à des fins commerciales;
- 5°) d'abandonner ou de jeter des papiers, récipients vides, déchets ou détritrus quelconques;
- 6°) de mettre en stationnement ou de parquer tout véhicule même sur les voies carrossables, sauf dans les endroits réservés à cette fin;
- 7°) de planter des poteaux ou des pylones, dans ^{les jardins et} le cimetière ou accrochés aux édifices, destinés au transport de l'énergie électrique ou à tout autre usage, d'établir n'importe quel type d'affichage publicitaire;
- 8°) d'ériger des monuments funéraires contre les façades de l'église;
- 9°) d'ériger des monuments funéraires dont la hauteur dépasserait 1,25 m.;
- 10°) d'ériger des constructions et/ou clôtures nouvelles ou de modifier les existantes sans que les plans aient été au préalable soumis à l'avis de la Commission Royale des Monuments et des Sites ^{et} approuvés par les instances supérieures.

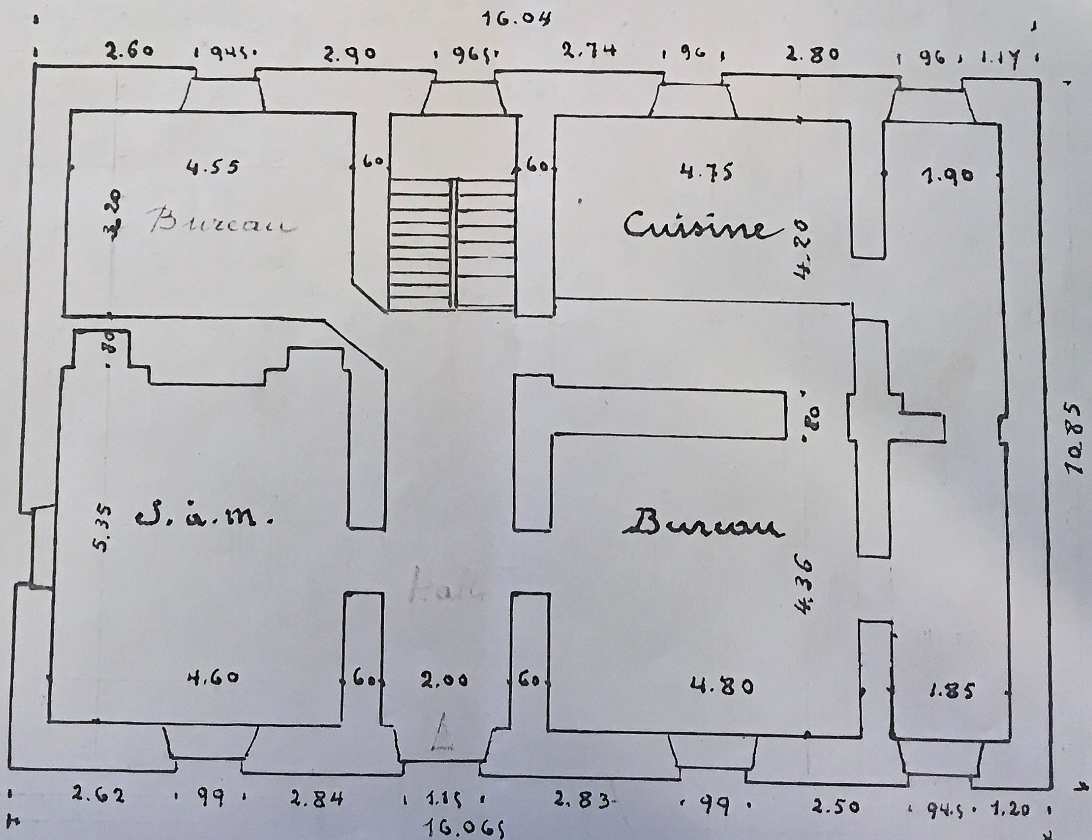

J. LAMY ARCH.

PRESBYTERE DE RACHAMPS

ETAT ACTUEL

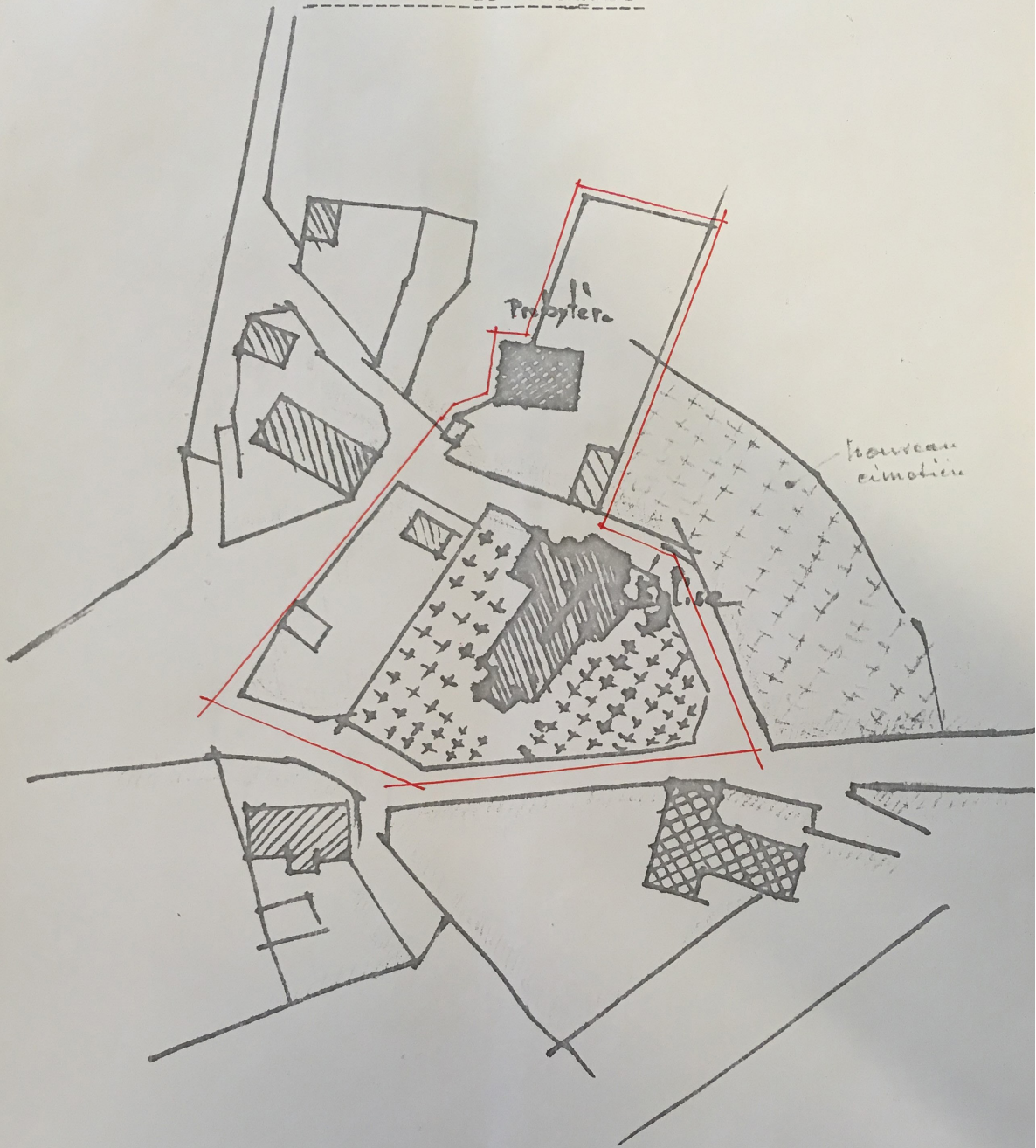


1er étage



Rez-de-Chaussée

PRESBYTERE de RACHAMPS



LEGISLATION REGISSANT LE CLASSEMENT DES MONUMENTS ET DES SITES
DE LA REGION DE LANGUE FRANCAISE

Coordination officieuse de la loi du 7 août 1931 sur la conservation des monuments et des sites et du décret du 28 juin 1976 modifiant la loi du 7 août 1931

Chapitre 1er. Des immeubles

Section 1ère - Des monuments et édifices

Article 1er

"§ 1er. Les monuments et édifices sis sur le territoire de la région de langue française et dont la conservation présente pour cette région un intérêt d'ordre historique, social, artistique ou scientifique sont, en tout ou en partie, classés par arrêté royal et placés sous la protection de l'Etat.

"§ 2. Le ministre qui a la Culture française dans ses attributions, ci-après dénommé le ministre, entame la procédure de classement :

- soit d'initiative;
- soit sur proposition de la Commission Royale des Monuments et des Sites, ci-après dénommée la Commission;
- soit à la demande du Collège des Bourgmestre et Echevins de la commune intéressée;
- soit à la demande de toute personne intéressée, pour autant que cette demande soit appuyée par une pétition rassemblant un nombre de signatures au moins égal à 1/500ème de la population inscrite sur le registre de la commune et à trois cents personnes inscrites sur le même registre.

"§ 3. Les ministres et secrétaires d'Etat qui ont l'Aménagement du Territoire et l'Urbanisme, l'Agriculture et la Justice dans leurs attributions sont informés par voie administrative de la décision du ministre d'entamer la procédure de classement.

"Dans les nonante jours suivant la date de la notification, ils font connaître leurs avis au ministre qui les communique à la Commission. Passé ce délai, l'avis est réputé favorable.

"§ 4. Parallèlement, la décision du ministre d'entamer la procédure de classement est notifiée :

- à la Commission;
 - au gouverneur de la province;
 - au Collège des Bourgmestre et Echevins de la commune intéressée qui la communique à la prochaine séance du Conseil communal;
 - aux propriétaires, aux titulaires de droits réels inscrits ou résultant d'actes transcrits et aux créanciers ayant fait transcrire un commandement.
- "Les notifications sont faites par envoi enregistré à la poste.

"§ 5. Dans les douze jours qui suivent la réception de cette notification, le Collège des Bourgmestre et Echevins ouvre une enquête publique par un avis affiché à la maison communale ainsi que sur l'immeuble ou les lieux à classer et publié dans la presse. Cet avis indique l'objet de la proposition et signale que la notification de classement et les documents y annexés peuvent être consultés, par tous les intéressés, au siège de l'administration communale pendant les trente jours suivant la date de l'affichage.

"Pendant le même délai, un membre du Collège des Bourgmestre et Echevins recueille les observations écrites. A l'expiration de ce délai, il tient une séance où sont entendus tous ceux qui le désirent et à l'issue de laquelle il est dressé procès-verbal qui clôture l'enquête publique.

"Le Conseil communal donne ensuite son avis motivé sur la proposition.

"Le procès-verbal, les observations écrites et l'avis du Conseil communal sont, dans les soixante jours suivant la notification à la commune, transmis, à la diligence du bourgmestre, au gouverneur de la province qui les présente à la Députation permanente.

"Le défaut ou le retard, par la commune, de procéder aux formalités ci-dessus, n'entraînent pas la nullité de la procédure et ne peuvent avoir pour effet d'allonger le délai donné ci-dessous à la Députation permanente.

"§ 6. Au cours du quatrième mois, suivant la notification faite au gouverneur conformément au § 4 du présent article, la Députation permanente donne un avis motivé. Si cet avis n'a pas été donné dans ce délai, il est réputé favorable. "Le dossier complet est transmis par le gouverneur de la province à la Commission dans les dix jours suivant la date de l'avis de la Députation permanente ou de l'expiration du délai fixé à l'alinéa 1er.

"§ 7. Dans les quarante jours suivant la réception du dossier ou l'expiration des délais fixés ci-dessus, la Commission adresse au ministre ses propositions motivées.

"§ 8. L'arrêté royal décidant le classement est notifié par lettre recommandée aux propriétaires et aux autres personnes indiquées au § 4. Il est transcrit au Bureau de Conservation des Hypothèques".

Article 2

Lorsque des travaux d'entretien, de consolidation ou de restauration deviennent nécessaires pour conserver à un monument ou édifice classé sa valeur historique, artistique ou scientifique, l'Etat, la province et la commune intéressés interviendront dans les frais de ces travaux, suivant les conditions et proportions à fixer par arrêté royal. La part de l'Etat ne pourra être inférieure à celle de la commune, sauf assentiment de celle-ci.

Si, malgré les offres d'intervention qui leur sont faites, conformément au paragraphe précédent, les intéressés refusent de faire exécuter les travaux nécessaires pour prévenir la destruction ou la détérioration de l'immeuble, le Gouvernement peut les faire exécuter d'office et obtenir en justice le remboursement de la dépense, dans la mesure où elle a profité aux intéressés, sans que ceux-ci puissent invoquer le bénéfice du paragraphe précédent.

Lorsque le monument ou édifice appartient à un particulier, celui-ci peut, au lieu d'exécuter les travaux nécessaires, exiger que l'Etat procède à l'expropriation de son immeuble.

Article 3

Le propriétaire d'un monument ou édifice classé ne peut y apporter aucun changement définitif qui en modifie l'aspect avant d'y avoir été autorisé par un arrêté royal pris après avis de la Commission et du Collège des Bourgmestre et Echevins.

La Commission et le Collège des Bourgmestre et Echevins sont censés donner un avis favorable s'ils ne se prononcent pas de façon définitive dans le délai d'un mois.

Article 4

Lorsqu'un monument ou édifice classé risque d'être détruit ou gravement détérioré, s'il reste en la possession de son propriétaire, le Roi peut, à la demande ou après avis de la Commission, en autoriser l'expropriation pour cause d'utilité publique, soit par l'Etat, soit par la commune.

Lorsque sont entamés sans l'autorisation prévue à l'article 3 des travaux de nature à compromettre la conservation d'un édifice ou monument classé ou à en changer l'aspect, le bourgmestre ou le gouverneur peut faire arrêter les travaux par la force publique.

Article 5

Sauf convention contraire intervenue entre les parties intéressées, toute expropriation faite en vertu des articles 2 et 4 porte sur le monument ou l'édifice tout entier, même s'il n'est classé que pour partie, et, outre, sur le terrain qui en est l'accessoire indispensable.

Section 2 - Des sitesArticle 6.

Les sites existants sur le territoire de la région de langue française et dont la conservation présente, pour cette région, un intérêt d'ordre historique, social, esthétique ou scientifique, peuvent être classés par arrêté royal et placés sous la protection de l'Etat. La procédure de classement est la même que celle décrite à l'article 1er pour le classement des monuments et édifices.

Tout arrêté royal classant un site contient en annexe un plan qui en circonscrira les limites précises. Il énumère les restrictions apportées aux droits des propriétaires et que commande la sauvegarde de l'intérêt national.

L'arrêté royal ne pourra toutefois limiter la liberté du cultivateur en ce qui concerne les plantations et les cultures.

Toutefois, les travaux interdits par arrêté royal de classement peuvent, à la demande des intéressés, être autorisés par un arrêté royal postérieur, après avis de la Commission et du Collège des Bourgmestre et Echevins de chaque commune sur le territoire de laquelle s'étend le site classé. La présomption établie par l'article 3, alinéa 2, est applicable dans ce cas.

Le Gouvernement est considéré comme donnant l'autorisation si, dans le délai de deux mois après envoi des plans et renseignements réclamés par le Ministère des Sciences et des Arts, un arrêté royal autorisant les travaux interdits n'est pas intervenu.

Toute autorisation ainsi accordée pourra de même être retirée par arrêté royal précédé des avis prévus à l'alinéa 4.

Tout arrêté royal portant autorisation, refus ou retrait de celle-ci sera notifié aux intéressés, conformément aux dispositions de l'article 1er.

Article 7

Les propriétaires et autres intéressés ont droit à une indemnité à charge de l'Etat pour le préjudice que leur occasionnent les restrictions apportées à leurs droits.

Ce droit peut donner lieu à plusieurs actions dans le cas où des causes nouvelles de préjudice peuvent être invoquées.

A défaut de convention entre les parties, le règlement de l'indemnité se fera judiciairement à la demande des intéressés. Cette demande sera formulée, sous peine de déchéance, dans les deux années à compter du jour où le Gouvernement, par application des alinéas 4 et 7 de l'article 6, aura donné naissance au préjudice en notifiant aux intéressés son refus d'autoriser un acte que ceux-ci, en vertu de leurs droits, voulaient exercer sur le bien grevé de servitude.

En cas d'action judiciaire, tous intéressés autres que les demandeurs pourront intervenir dans l'instance ou, à défaut par eux de le faire, être appelés en intervention soit par les demandeurs ou l'un d'eux, soit par l'Etat.

Au cas où, dûment appelés, ils n'interviendraient pas dans l'instance ou n'y feraient pas valoir leurs droits, ils seront déchus de la faculté de demander la réparation du dommage qu'aurait pu leur causer le refus d'autorisation.

Le propriétaire grevé de la servitude pourra exiger de l'Etat l'acquisition du bien s'il est établi que la moins-value dont ce bien est affecté dépasse la moitié de sa valeur vénale.

L'acquisition par l'Etat peut être exigée même en cas de copropriété ou de concours entre copropriétaires, à la condition que tous les intéressés se soient mis d'accord; dans ce cas, les droits d'usufruit seront reportés sur le prix.

Article 8

Dans le cas d'acquisition forcée par l'Etat, la décision définitive constatant

la transmission de propriété sera transcrite au Bureau de la Conservation des Hypothèques. Cette transcription produira à l'égard des tiers les mêmes effets que la transcription d'un acte de cession. Sous la réserve des dispositions de la présente loi concernant l'usufruit, l'Etat acquéreur devra, comme en matière de vente, et par application des règles du droit commun, respecter tous droits réels existant sur le bien, de même que tous droits personnels de jouissance concédés par les cédants ou par leurs auteurs.

Il sera procédé comme en matière d'expropriation pour cause d'utilité publique en ce qui concerne le paiement du prix par l'Etat et l'envoi de celui-ci en possession du bien.

Article 9

Si le bien frappé de la servitude est grevé d'inscription au profit de créanciers hypothécaires ou privilégiés, les droits de ceux-ci seront transportés sur l'indemnité qui, dans ce cas, devra être consignée, sans préjudice des droits desdits créanciers sur l'immeuble pour le restant de leur créance.

Si, par application de l'article 7, le bien est repris par l'Etat, les droits des mêmes créanciers seront de plein droit transportés sur le prix, comme en matière d'expropriation pour cause d'utilité publique.

Article 10

Lorsque le détenteur d'un immeuble compris dans un site classé entame des travaux interdits en vertu de l'arrêté royal de classement, le bourgmestre ou le gouverneur peut faire arrêter ces travaux par la force publique.

Article 11

Il peut être établi, par acte entre vifs ou testamentaire, des servitudes d'utilité publique au profit des communes, notamment en vue de maintenir le libre circulation de l'air, de réserver des espaces ouverts et d'assurer la conservation et l'embellissement des sites.

Les communes peuvent renoncer aux servitudes ainsi léguées, après avoir pris l'avis de la Commission et moyennant les approbations d'usage des autorités supérieures.

Section 3 - Dispositions communes aux monuments, édifices et sites

Article 12

Tous les effets du classement s'appliquent provisoirement aux monuments, édifices et sites faisant l'objet d'une procédure de classement pendant une période de neuf mois prenant cours à la date de la notification prévue au § 4 de l'article 1er. Toutefois, ces effets prennent fin par une décision prise par le ministre de ne pas procéder au classement.

Article 13

Les effets du classement suivent l'immeuble en quelques mains qu'il passe. Les servitudes qui dérivent des lois et règlements relatifs à la police de la voirie et des constructions ne sont pas applicables aux immeubles classés, si elles peuvent avoir pour conséquence de les détériorer ou d'en modifier l'aspect.

Article 14

Le déclassement d'un monument, d'un édifice ou d'un site se fait dans les conditions et formes imposées pour le classement.

Article 15

Les arrêtés royaux classant ou déclassant les monuments, édifices et sites doivent être publiés au Moniteur.

Article 16

L'interdiction de placer des panneaux-réclames ou publicités quelconques, soit sur un monument ou édifice classé, soit en un site classé ne peut donner droit à indemnisation.

Chapitre 2. Des objets mobiliers

Article 17

L'inventaire des objets mobiliers appartenant à l'Etat, aux provinces, aux communes et aux établissements publics, et dont la conservation est d'intérêt national au point de vue artistique, est dressé à la requête du Ministre des Sciences et des Arts par les soins des administrations ou établissements publics intéressés ou de la Commission. Ces inventaires sont signifiés aux administrations intéressées.

La présente disposition n'est pas applicable aux musées et bibliothèques de l'Etat et des provinces.

Article 18

Toute personne ayant sous sa garde des objets mobiliers ainsi classés est tenue d'en signaler immédiatement la perte, la destruction ou la détérioration à la Commission. Celle-ci peut en tout temps envoyer un de ses délégués pour procéder au récolement des objets inventoriés et compléter l'inventaire à la suite de ce récolement.

Article 19

Aucun des objets ainsi classés ne peut être restauré, réparé ou aliéné sans une autorisation donnée par le Roi, après avis de la Commission. L'arrêté royal autorisant l'aliénation peut réserver un droit de préemption au profit des collections publiques du Royaume.

L'administration ou l'établissement public qui se trouve en possession d'un objet classé ne peut s'en dessaisir, même momentanément, que de l'avis conforme de la Commission

Article 20

Toute aliénation faite en violation de l'article 18 est nulle.

L'action en nullité de cette aliénation et l'action en revendication de l'objet aliéné sont imprescriptibles

Chapitre 3. Dispositions générales

Article 21

Sera puni d'une amende de 1.000 à 10.000 francs :

- 1° celui qui aura, sans l'autorisation prévue à l'article 3, entamé des travaux de nature à compromettre la conservation d'un monument ou édifice classé ou à en changer l'aspect;
- 2° celui qui aura entamé des travaux interdits par l'arrêté royal de classement d'un site, à moins qu'ils n'aient été autorisés par un arrêté royal postérieur;
- 3° celui qui aura commis une infraction aux prohibitions portées par l'article 19;
- 4° celui qui aura acquis, en connaissant sa provenance, un objet mobilier dont l'aliénation est interdite par l'article 19 ou qui en aura négocié la vente;
- 5° celui qui aura méchamment omis de faire la déclaration prescrite par l'article 18.

Article 22

Le livre premier du Code pénal, sans exception des articles 66, 67, 69, § 2 et 85 est applicable aux infractions définies par l'article précédent.

Article 23

Tout jugement de condamnation ordonnera le rétablissement des édifices, monuments, immeubles et objets mobiliers classés dans leur état primitif ou les travaux nécessaires pour leur rendre, dans la mesure du possible, leur aspect antérieur,

aux frais du condamné, sans préjudice des dommages et intérêts.

Article 24

L'Etat peut se substituer aux provinces, aux communes et aux établissements publics, en cas d'inaction de ceux-ci, ou intervenir dans l'instance judiciaire intentée par eux.

Article 25

Chaque année, la Commission transmet au Conseil culturel de la Communauté culturelle de langue française, avant le 1er octobre, un rapport d'activité énumérant notamment les monuments et les sites classés ainsi que son programme de travail pour l'exercice suivant.

Article 26

Les procédures de classement en cours le 20 septembre 1976 sont valables pour la partie déjà réalisée; elles sont continuées conformément aux dispositions des articles 1er, 6 et 12; les délais prévus à l'article 1er, § 5, alinéa 4, §§ 6 et 7, prennent cours le 20 septembre 1976

EnerPHit verification

Photo or Drawing

Building:	Ancien presbytère		
Street:	Rachamps		
Postcode / City:	6600, Bastogne		
Country:	Belgique		
Building type:	Rénovation énergétique		
Climate:	Germany: PHPP-Standard	Altitude of building site (in [m] above sea level)	65
Home owner / Client:			
Street:			
Postcode/City:			
Architecture:			
Street:			
Postcode / City:			
Mechanical system:			
Street:			
Postcode / City:			
Year of construction:		Interior temperature winter:	20,0 °C
No. of dwelling units:	1	Interior temperature summer:	25,0 °C
No. of occupants:	5,0	Internal heat sources winter:	2,1 W/m ²
Spec. capacity:	60 Wh/K per m ² TFA	Ditto summer:	2,4 W/m ²
		Enclosed volume V _e m ³ :	1182,7
		Mechanical cooling:	0

Specific building demands with reference to the treated floor area

	Treated floor area	176,0 m ²	Requirements	Fulfilled?*
Space heating	Heating demand	555 kWh/(m ² a)	-	-
	Heating load	194 W/m ²	-	-
Space cooling	Overall specif. space cooling demand	kWh/(m ² a)	-	-
	Cooling load	W/m ²	-	-
	Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	-
Primary energy	Heating, cooling, dehumidification, DHW, auxiliary electricity, lighting, electrical appliances	kWh/(m ² a)	768 kWh/(m ² a)	-
	DHW, space heating and auxiliary electricity	kWh/(m ² a)	-	-
	Specific primary energy reduction through solar electricity	kWh/(m ² a)	-	-
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀	0,6 1/h	1 1/h	yes

* empty field: data missing !? no requirement

EnerPHit building retrofit (according to component quality)?

We confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic values of the building. The PHPP calculations are attached to this application.

Name: _____

Surname: _____

Company: _____

PHPP Version 8.5

Issued on: _____

Signature: _____



FOAMGLAS® T3+

Page: 1 Date: 03.07.2017 Remplace: 02.01.2017 www.foamglas.com



FOAMGLAS® T3+

Conditionnement (contenu par paquet)

longueur x largeur [mm]	600 x 450							
épaisseur [mm]	50	60	70	80	90	100	110	120
R _D [m²K/W]	1.35	1.65	1.90	2.20	2.50	2.75	3.05	3.30
unités	10	8	7	6	6	5	5	4
surface [m²]	2,70	2,16	1,89	1,62	1,62	1,35	1,35	1,08

longueur x largeur [mm]	600 x 450							
épaisseur [mm]	130	140	150	160	170	180		
R _D [m²K/W]	3.60	3.85	4.15	4.40	4,7	5,0		
unités	4	4	3	3	3	3		
surface [m²]	1,08	1,08	0,81	0,81	0,81	0,81		

D'autres dimensions et épaisseurs sont disponibles sur demande.

Caractéristiques générales de l'isolation thermique en verre cellulaire FOAMGLAS®

Description	: L'isolation FOAMGLAS® est fabriquée à partir de verre recyclé (≥ 60%)* et de matières premières abondantes dans la nature (sable, dolomite, chaux). FOAMGLAS® est un matériau minéral à 100% et ne contient pas de liant, de gaz ignifugeant ou de gaz nocif pour la couche d'ozone. FOAMGLAS® ne contient pas de COV ou autres substances volatiles.
Réaction au feu (EN 13501-1)	: Le matériau qui le compose est conforme à Euroclasse A1. Il est incombustible et ne dégage pas de fumées toxiques en cas d'incendie.
Limites de températures de service	: de -265 °C à +430 °C
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau	$\mu = \infty$ (EN ISO 10456)
Hygroscopicité	: nulle
Capillarité	: nulle
Point de fusion	: >1000 °C (DIN 4102-17)
Coefficient de dilatation thermique	: $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (EN 13471)
Chaleur spécifique	: 1000 J/(kg·K) (EN ISO 10456)

Caractéristiques du FOAMGLAS®

Performance thermique à l'épreuve du temps	Étanche à l'eau	Résistant aux attaques	Résistant à la compression	Facile à découper
Incombustible	Étanche à la vapeur d'eau	Dimensionnellement stable	Résistant aux acides	Ecologique



FOAMGLAS® T3+

Page: 2

Date: 03.07.2017

Remplace: 02.01.2017

www.foamglas.com

1. Caractéristiques du produit en fonction de la norme EN 13167 ¹⁾

Masse volumique ($\pm 10\%$) (EN 1602)	: 100 kg/m ³
Épaisseur (EN 823) ± 2 mm	: de 50 à 180 mm
Longueur (EN 822) ± 2 mm	: 600 mm
Largeur (EN 822) ± 2 mm	: 450 mm
Conductivité thermique (EN ISO 10456)	: $\lambda_D \leq 0.036$ W/(m·K)
Réaction au feu (EN 13501-1)	: Euroclasse A1
Charge ponctuelle (EN 12430)	: PL ≤ 1.5 mm
Résistance à la compression (EN 826-A)	: CS ≥ 500 kPa
Résistance à la flexion (EN 12089)	: BS ≥ 450 kPa
Résistance à la traction (EN 1607)	: TR ≥ 100 kPa

¹⁾ Le marquage CE garantit la conformité avec les exigences essentielles obligatoires de CPD, comme le stipulent les normes EN 13167 et EN 14305. Dans le cadre de la certification Keymark CEN, toutes les caractéristiques mentionnées sont certifiées par un tiers agréé, notifié et accrédité.

2. Caractéristiques supplémentaires du produit

Environmental Product Declaration : EPD-PCE-20150042-IBA1-DE
(ISO 14025 and EN 15804)

3. Domaine d'application

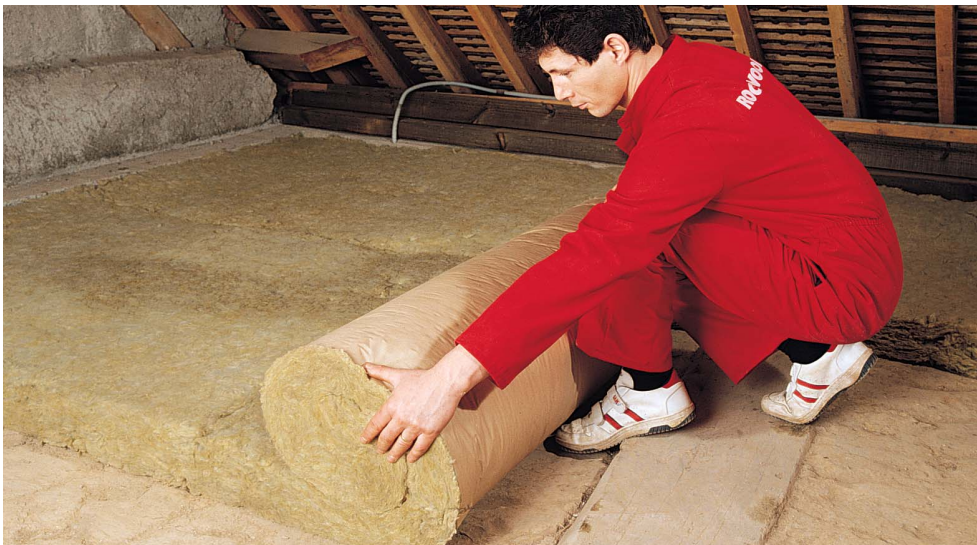
Isolations des :

- Toitures plates sur les supports suivants: tôle d'acier nervuré, béton, bois recomposé et bois
- Isolation de façade extérieure
- Isolation intérieure (murs, plafonds)

* $\geq 60\%$ du verre recycle comprennent du verre domestique sélectionné avec soin et des restes de production/coproduits sélectionnés avec soin.



ISOLER LES COMBLES PERDUS ROULEAUX



TECHNIQUE

Rouleaux posés sur plancher plan et horizontal.

AVANTAGES

- Economie d'énergie de chauffage.
- Rapidité et facilité de mise en œuvre.
- Durabilité des performances.

PERFORMANCES

RÉSISTANCE THERMIQUE

RÉSISTANCE THERMIQUE (en m ² .K/W)									
PRODUITS	N° CERTIFICAT ACERMI	ÉPAISSEURS (en mm)							
		60	80	100	120	140	160	180	200
ROULROCK kraft 121	02/015/003	1,40	1,90	2,35	2,85	3,30	3,80	4,25	4,75
ROULROCK alu 122	02/015/005		1,90	2,35					
ROULROCK kraft perforé 125	02/015/003	1,40	1,90	2,35	2,85	3,30			

DÉFINITION DES PRODUITS

- 3 types de rouleaux différenciés par leur revêtement.
- 1 matelas souple complémentaire.

1 ^{re} COUCHE SUR PLANCHER				
PRODUITS	REVÊTEMENTS	DIMENSIONS (en mm)		
		L	l	e
ROULROCK kraft 121 rouleau	pare-vapeur kraft polyéthylène	8000	1200	60
		6000	1200	80
		5000	1200	100
		4000	1200	120
		3500	1200	140
		3000	1200	160
		2700	1200	180
		2700	1200	200
ROULROCK alu 122 rouleau	pare-vapeur aluminium	6000	1200	80
		5000	1200	100
2 ^e COUCHE CROISÉE				
ROULROCK kraft perforé 125 rouleau	kraft perforé (non pare-vapeur)	8000	1200	60
		6000	1200	80
		5000	1200	100
		4000	1200	120
		3500	1200	140

Conseil Rockwool - RT 2005 : pour un R = 7,10 m².K/W, choisir ROULROCK en 2 couches croisées épaisseurs 200 et 100 mm.
Conseil Rockwool - RT Existant : pour obtenir un R supérieur à 4,5 m².K/W, ajouter 2 couches de ROULROCK kraft perforé 125 épaisseurs 100 mm.

ISOLER LES COMBLES PERDUS - ROULEAUX

ISOLATION ACOUSTIQUE

La laine de roche est efficace par sa structure et sa densité.

Sous une toiture en tuiles de béton, 2 couches de ROULROCK 125 ET 121 ($e = 100$ mm) sur plaque de plâtre confèrent à l'ensemble un affaiblissement acoustique de 59 dB(A) en bruit rose et 53 dB(A) en bruit route (PV CSTB n° 30697).

D'autres exemples sont proposés dans la brochure ROCKWOOL « L'isolation acoustique ».

SÉCURITÉ INCENDIE

Réaction au feu

PRODUITS	EUROCLASSE	RAPPORT DE CLASSEMENT LNE
ROCKPLAN 205	A1	C110024/CEMAT 8
ROULROCK alu 122	A1	E012110/CEMAT 6
ROULROCK kraft 121	F*	-
ROULROCK kraft perforé 125	F*	-

*F = aucune performance déterminée

COMPORTEMENT A L'EAU

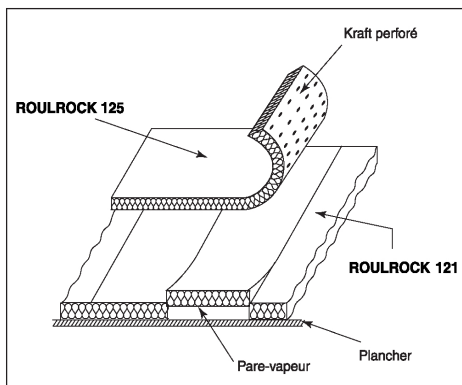
Les produits en laine de roche ROCKWOOL ne retiennent pas l'eau et possèdent une structure non capillaire. Grâce à sa structure ouverte, la laine de roche offre une forte perméabilité à la vapeur d'eau. Elle n'est pas altérée sous l'effet d'éventuelles condensations dans la structure même du bâtiment.

- Absorption d'eau à court terme : WS.

MISE EN ŒUVRE

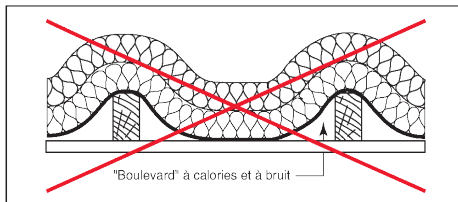
SOLUTION STANDARD

- 1^{re} couche : disposer les rouleaux ROULROCK kraft 121 directement sur le plancher, pare-vapeur côté ambiance chauffée.
- 2^e couche : disposer les rouleaux ROULROCK kraft perforé 125 perpendiculairement à la 1^{re} couche et à joints croisés. Le revêtement papier kraft perforé facilite la pose et ne joue pas le rôle de pare-vapeur.



A ÉVITER

Les «boulevards à calories et à bruits», qui détériorent considérablement le résultat attendu.



SOLUTION A1 (incombustible)

- 1^{re} couche : disposer les rouleaux ROULROCK alu 122.
- 2^e couche : utiliser ROCKPLAN nu 205, à poser perpendiculairement à joints croisés sur les rouleaux ROULROCK alu 122.

IMPORTANT

Les rouleaux se posent en général sur planchers plans. Veiller au parfait ajustement des lés entre eux. Quel que soit le nombre de couches d'isolants, le système ne doit comporter qu'un seul écran pare-vapeur orienté vers le volume chauffé.

NOTA BENE

- Les combles perdus peuvent également être isolés avec des panneaux souples. Cf fiche « Combles perdus-panneaux ».
- Les produits présentés dans cette fiche d'application peuvent être mis en œuvre en plenum de plafonds suspendus. Cf fiche « Isoler en plenum de plafond suspendu ».
- Pour les combles difficiles d'accès, la solution soufflage est décrite dans la fiche JETROCK.

CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE

Ces produits, palettisés, sont présentés sous film plastique thermo-rétracté.

Les produits palettisés peuvent être stockés à l'extérieur pendant quelques semaines, sous réserve du bon état de l'emballage.