LE GRAND BORNAND

AVANT-PROPOS

Ce document, produit par un ou plusieurs chercheurs de l'Université Savoie Mont Blanc dans le cadre du Grand [La]BO, retranscrit un regard indépendant.

L'un des objectifs du projet est d'amener un éclairage extérieur sur Le Grand-Bornand.

Le Conseil Municipal peut ne pas toujours partager les observations et conclusions des chercheurs.

Par volonté de transparence et d'ouverture, les éléments réceptionnés, issus du travail des chercheurs et des étudiants, sont diffusés sans intervention municipale.

LE GRAND LaBO

PERFORMANCE ENERGETIQUE

Ali DERAI (Doctorant), Monika WOLOSZYN, Amandine PIOT et Lamia BERRAH

Le projet se concentre sur l'évaluation et l'amélioration de la performance énergétique de l'école du Chinaillon, située au Grand-Bornand. L'évaluation est basée sur des données obtenues à partir d'un audit énergétique, de plans architecturaux et de visites sur place. L'école s'étend sur une superficie de 490m² et offre de l'espace pour 39 élèves. Elle fonctionne du lundi au vendredi, étant fermée les mercredis, samedis et dimanches. Le bâtiment est composé de deux structures distinctes (Figure 1) : un bâtiment ancien en pierre et une extension plus récente en béton. Le bâtiment se compose de deux étages. Le rez-de-chaussée de l'ancien bâtiment et l'extension sont dédiés à l'école, tandis que le premier étage de l'ancien bâtiment sert d'espace résidentiel.



Figure 1: Ecole élémentaire publique de Chinaillon

Plans et compositions de l'enveloppe du bâtiment

Les plans et compositions de l'enveloppe du bâtiment ont été modélisés à l'aide de DesignBuilder qui est un logiciel de simulation de performance énergétique du bâtiment basé sur des modèles de construction (Figure 2), en utilisant des audits énergétiques pour déterminer les matériaux et les compositions des parois. Étant donné que l'audit énergétique n'était pas complet, plusieurs suppositions ont été faites concernant les matériaux et la composition de l'enveloppe.

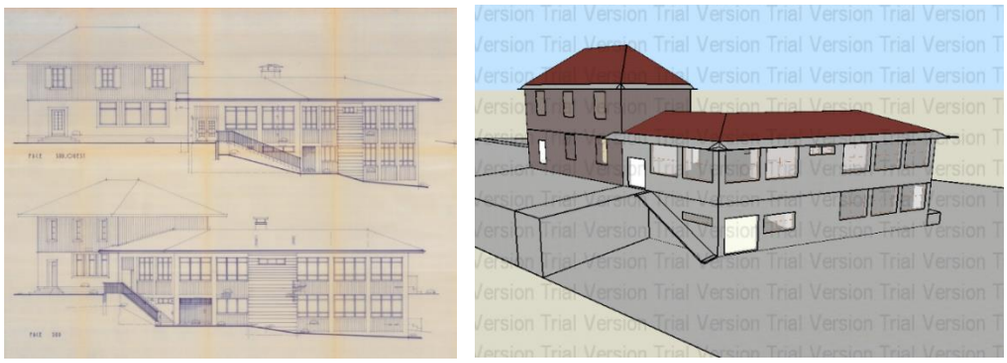


Figure 2 : Plans et modélisation par Designbuilder de l'école

Le bâtiment est composé de deux structures distinctes : un bâtiment ancien en pierre et une extension plus récente en béton. Afin de mener cette étude, l'ensemble du bâtiment a été divisé en plusieurs zones thermiques. Les différentes compositions des parois et des fenêtres sont présentées de manière détaillée dans les tableaux 1 et 2.

Zone	Plancher	Epaisseur (cm)	Uw (W/m²K)	Parois	Epaisseur (cm)	R (m²K/W)
RDC, Ancien Bâtiment	Dalle Béton	20	0.73	Mur en pierre	64	0.55
R+1, Ancien Bâtiment	Dalle Béton	20	0.73	Mur en pierre Laine de verre	64+10	3,05
R-1, Cave Ancien Bâtiment	Dalle Béton	20	0.73	Mur en pierre	64	0.55
	Fibralith	4	0.79			
R-1, sur VS Ancien Bâtiment	Dalle Béton	20	0.73	Mur en pierre	64	0.55
RDC, Class, Extension	Dalle Béton	20	0.73	Mur en Béton	30	0.44
RDC, Hall, Extension	Dalle Béton	20	0.73	Mur en Béton	30	0.44
R-1, Extension	Dalle Béton	20	1.55	Mur en Béton	30	0.44

Tableau 1 : Composition de parois de l'école (AUDIT ÉNERGETIQUE 2021)

Dans le contexte architectural de l'école, il est important de noter que la totalité des locaux de l'école n'est pas isolée thermiquement, à l'exception du logement situé au premier étage de l'ancien bâtiment. Les salles de classe sont réparties sur l'extension du bâtiment, couvrant à la fois le premier étage et le rez-de-chaussée. De plus, une salle d'activité est localisée au rez-de-chaussée de l'ancien bâtiment. Il convient également de mentionner la présence d'une cave et d'un vide sanitaire au sein de l'ancien bâtiment.

Zones	Type de vitrage	Uw (W/m²K)	Occupation
RDC, Ancien Bâtiment	Double vitrage	2.8	10
R+1, Ancien Bâtiment	Double vitrage	2.8	4
RDC, Class, Extension	Simple vitrage	4.7	12
RDC, Hall, Extension	Simple vitrage	4.7	5
R-1, Extension zone2	Simple vitrage	4.7	5
R-1, Extension zone2	Double vitrage	3.2	5

Tableau 2 : Composition des fenêtres de l'école (AUDIT ÉNERGETIQUE 2021)

Les fenêtres de l'ancien bâtiment sont équipées d'un double vitrage, tout comme les fenêtres de la classe dans l'extension du bâtiment. En revanche, dans le hall, les fenêtres sont dotées d'un simple vitrage.

Données et hypothèses

La tableau 3 résume les données de l'école. Le nombre d'élèves dans l'établissement est de 39. L'occupation totale, quant à elle, est de 46 personnes. Le système de chauffage utilisé est basé sur le combustible de type Fuel Oil. Le COP (Coefficient de Performance) du système de chauffage est de 0.75, ce qui indique son efficacité énergétique. La température de consigne à l'intérieur du bâtiment est réglée à 21°C. Dans certains de nos cas d'étude lorsque le bâtiment n'est pas occupé, la température de consigne est abaissée à 16°C.

Nombre d'élèves	39
Occupation totale	46
Type de chauffage	Fuel, Oil
COP Chauffage	0.75
Température de consigne	21°C
Température de consigne (Hors occupation)	16°C

Tableau 3 : Données de l'école

La documentation sur l'école ne permet pas le niveau de précision espéré pour l'étude. Certains éléments manquaient dans les plans et les audits énergétiques, tels que des informations détaillées sur la composition des toits et des planchers de l'école, ainsi que sur l'infiltration et la ventilation du bâtiment. De plus, les spécifications concernant les vitrages dans les différentes salles de classe n'étaient pas clairement définies dans l'audit. L'efficacité du système de chauffage et le calendrier de chauffage ont été déterminés en fonction de la consommation du bâtiment et du type de combustible utilisé. Cependant, faute de disposer des horaires précis de chaque classe et du nombre d'occupants dans chaque classe, nous avons dû émettre des hypothèses à cet égard. Par ailleurs, nous avons réalisé une simulation météorologique à l'aide du logiciel Métronome. Les données météorologiques générées ont été utilisées pour effectuer les calculs et les analyses nécessaires dans

cette étude. Il est donc important de noter que les résultats obtenus peuvent comporter une certaine marge d'erreur en raison de cette approximation météorologique et de ces hypothèses.

Diagnostic et scénarios de rénovation

L'école a été modélisée en utilisant des plans architecturaux ainsi que les données provenant de l'audit énergétique réalisé. Cette modélisation a pris en considération les commentaires relevés dans le rapport d'audit ainsi que la consommation excessive annuelle d'énergie de l'école. L'objectif de cette démarche était de calibrer notre modèle de manière à ce qu'il corresponde au mieux à la réalité, en reproduisant les mêmes niveaux de consommation énergétique observés dans l'établissement. Nos analyses ont révélé que le seul scénario concordant avec la consommation effective de l'école implique un chauffage continu pendant toute la période scolaire d'hiver, du 1er octobre au 31 mars, sans interruption les week-ends ni les jours fériés, mais avec une suspension uniquement pendant les vacances scolaires.

À partir de cette base, plusieurs scénarios ont été proposés en vue d'améliorer la performance énergétique de l'école (Tableau 4). Ces scénarios ont inclus des solutions telles que la régulation et le contrôle du système de chauffage, l'amélioration de l'isolation thermique et le remplacement des fenêtres. Ces propositions de solutions ont été elles aussi modélisées et évaluées à l'aide du même modèle de l'école. Chaque scénario a été modélisé individuellement pour examiner l'effet de chaque amélioration sur sa performance énergétique.

Scénarios	Consommation chauffage kWh	Reduction %
Bâtiment en l'état actuel	77476	
Bâtiment actuel + Fenêtres double vitrage	72597	6
Bâtiment actuel + Isolation thermique	52646	32
Bâtiment actuel + Isolation et fenêtres double vitrage	40862	47
Bâtiment actuel + Régulation du chauffage	34460	55
Isolation, fenêtres double vitrage et régulation thermique	17313	77

Tableau 4 : Scénarios de rénovation et leur réduction énergétiques

Le premier scénario impliquait le remplacement des fenêtres par des doubles vitrages plus efficaces sur le plan énergétique. Cette mesure seule a permis de réduire la consommation d'énergie de chauffage de 6 %. Bien que cela représente une amélioration, elle est moins significative que les autres scénarios envisagés. Le deuxième scénario consistait à améliorer l'isolation thermique de l'école en ajoutant 20 cm d'isolant sur l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment. En isolant efficacement le bâtiment, la consommation d'énergie pour le chauffage pourrait être réduite de manière significative, atteignant une baisse de 32%. Cependant, cela ne règle pas non plus le problème à 100 %, car les fenêtres existantes ne sont pas suffisamment performantes sur le plan énergétique.

Le troisième scénario envisagé consistait à mettre en place une régulation plus efficace du système de chauffage, qui consiste à réduire la température de consigne à 16 °C lors des heures de non-occupation de l'école et à arrêter complètement le chauffage les jours fériés et pendant les congés scolaires. Cette mesure seule a permis de réduire la consommation d'énergie pour le chauffage de l'école de 55 % par rapport à la situation actuelle. Cela représente une économie significative en termes de coûts et d'empreinte environnementale. Cependant, il est important de noter que cette mesure ne résout pas complètement le problème, car une grande partie de la chaleur peut toujours être perdue à travers les fenêtres et les murs mal isolés. Le quatrième scénario était une combinaison d'isolation thermique, de fenêtres en double vitrage et d'une régulation améliorée du chauffage. Cette combinaison s'est révélée la plus efficace, permettant de réduire la consommation d'énergie pour le chauffage de l'école de 77 %. Cela montre clairement que l'approche combinée est la plus prometteuse pour améliorer la performance énergétique de l'école.

Conclusion et Perspectives

Le projet visant à évaluer et à améliorer la performance énergétique de l'école du Chinaillon a permis de mettre en lumière plusieurs éléments importants concernant l'efficacité énergétique du bâtiment. Il est essentiel de souligner que les résultats obtenus peuvent être soumis à des incertitudes non négligeables en raison des données manquantes et des hypothèses formulées tout au long de l'étude. Ces incertitudes doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats et dans la planification de toute mesure d'amélioration.

Les résultats montrent clairement que l'amélioration de l'isolation thermique, le remplacement des fenêtres par des doubles vitrages plus efficaces et l'optimisation de la régulation du système de chauffage sont des mesures essentielles pour réduire la consommation d'énergie. Le scénario combinant ces trois améliorations a montré une réduction de 77 % de la consommation d'énergie pour le chauffage par rapport à la situation actuelle. Cette constatation souligne l'importance de mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique non seulement pour l'école du Chinaillon, mais également pour d'autres bâtiments du Grand Bornand présentant des caractéristiques similaires. L'application de ces améliorations dans d'autres bâtiments pourrait non seulement réduire la consommation d'énergie et les coûts associés, mais aussi contribuer de manière significative à la réduction de l'empreinte environnementale. Il est essentiel de sensibiliser les propriétaires de bâtiments, les autorités locales et les parties prenantes à l'importance de l'efficacité énergétique et de promouvoir des initiatives visant à mettre en œuvre ces améliorations.

Cependant, il est important de noter que l'efficacité énergétique ne se limite pas uniquement à l'enveloppe du bâtiment et à la régulation du chauffage. D'autres aspects, tels que le système de chauffage lui-même, peuvent également être optimisés pour améliorer davantage la performance énergétique de l'école. L'installation de systèmes performants tels que les pompes à chaleur pourraient avoir un impact significatif sur la consommation d'énergie. En outre, il est à noter que le potentiel de l'énergie solaire n'a pas été pleinement exploré dans cette étude. Nous avons commencé à modéliser des systèmes photovoltaïques intégrés à l'enveloppe du bâtiment, en particulier du côté sud, pour évaluer le potentiel solaire de l'école. Cette approche pourrait permettre de générer de l'énergie renouvelable et de réduire davantage la dépendance aux combustibles fossiles.