



Co-funded by
the European Union

ÉTUDE DE CAS

Un monument historique ou un bâtiment construit avant 1948 nécessite souvent le respect de sa structure d'origine, de son apparence et de ses performances hydrothermiques.

L'utilisation de matériaux modernes (comme le béton traditionnel) peut engendrer des déséquilibres (condensation, rigidité, incompatibilité chimique). Les bétons biosourcés, tels que ceux à base de chanvre ou de liège, constituent donc des alternatives intéressantes.

Nous n'allons pas présenter une entreprise en particulier, mais plutôt des techniques spécifiques de rénovation des bâtiments patrimoniaux, basées sur des techniques antérieures à 1948.

Un manoir normand historique renaît : le Manoir du Bais allie une architecture séculaire à des méthodes de rénovation alternatives et respectueuses de l'environnement.



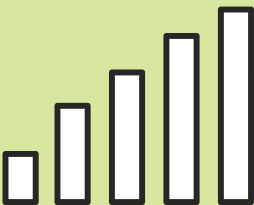
Présentation de l'entreprise/du projet et de ses objectifs en matière de développement durable

Technologie et matériaux de béton écologique utilisés

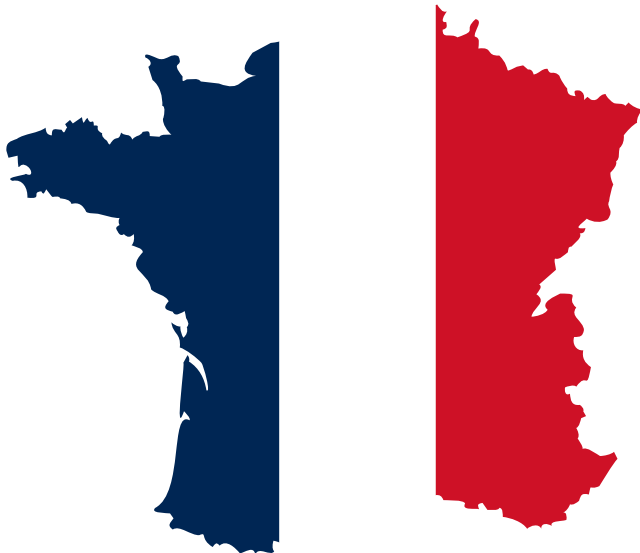


Avantages environnementaux

Impact économique et social



Entretiens et leçons apprises



Manoir du Bais
14340 Cambremer



Présentation du projet et de ses objectifs liés au développement durable

Rénovation d'un manoir classé monument historique à l'aide de quatre techniques innovantes : béton de chanvre, béton de liège, béton romain et chauffage au sol hydraulique, tout en respectant le bâtiment existant.

Le manoir « du Bais » est situé dans la commune française de Cambremer (département du Calvados), en région Normandie.

Le manoir fait l'objet de plusieurs mesures de conservation du patrimoine lui conférant le statut de monument historique. Ce statut protège les bâtiments contre toute modification susceptible d'altérer leur caractère historique, artistique ou technique.

Dans ce cas, les travaux de construction doivent être approuvés par les autorités compétentes et faire l'objet de contrôles réguliers (scientifiques et techniques) par les services de l'État chargés des monuments historiques. En contrepartie, le propriétaire peut solliciter des aides publiques.



Manoir du Bais, Cambremer, Normandie

Le manoir comprend trois bâtiments entourés d'une enceinte fortifiée. La maison d'habitation fut construite à la fin du XVe siècle et modifiée à plusieurs reprises aux XVIIIe et XIXe siècles.

Le manoir comprend également une poterne (seconde moitié du XVIe siècle) ; ses murs en briques et en pierres, forment un damier ; sa toiture est ornée de faïences et de tuiles vernissées. Le pigeonnier, privilège seigneurial, est transformé en salle de jeux après la Révolution française.

Une partie de la maison et l'ancien pigeonnier sont construits selon la technique traditionnelle du colombage, emblématique de l'identité architecturale du Pays d'Auge. Le colombage est une méthode de construction qui utilise des poutres assemblées et ajustées pour former une structure porteuse. Les espaces vides sont comblés par un fin entrelacs de branchages, recouverts d'un mélange d'argile, de foin et d'eau.



Technologie et matériaux de béton écologique utilisés

Béton de chanvre

Le **béton de chanvre**, également connu sous le nom de **béton végétal**, est un **matériau biosourcé** généralement composé de chènevotte (la partie ligneuse de la tige de chanvre), d'un liant (souvent inspiré des techniques traditionnelles combinant matériaux végétaux et minéraux, le « chaux de chanvre » ou « béton de chanvre » est utilisé dans le secteur du bâtiment pour diverses applications, tant dans les projets de construction neuve que dans les projets de rénovation.

Ce « béton », fabriqué à partir d'un agrégat d'origine végétale, associe deux produits naturels :

- La chaux, produite par calcination du calcaire.
- Chènevotte, partie de la tige de chanvre une fois la fibre extraite, communément appelée chanvre.



Liège et béton

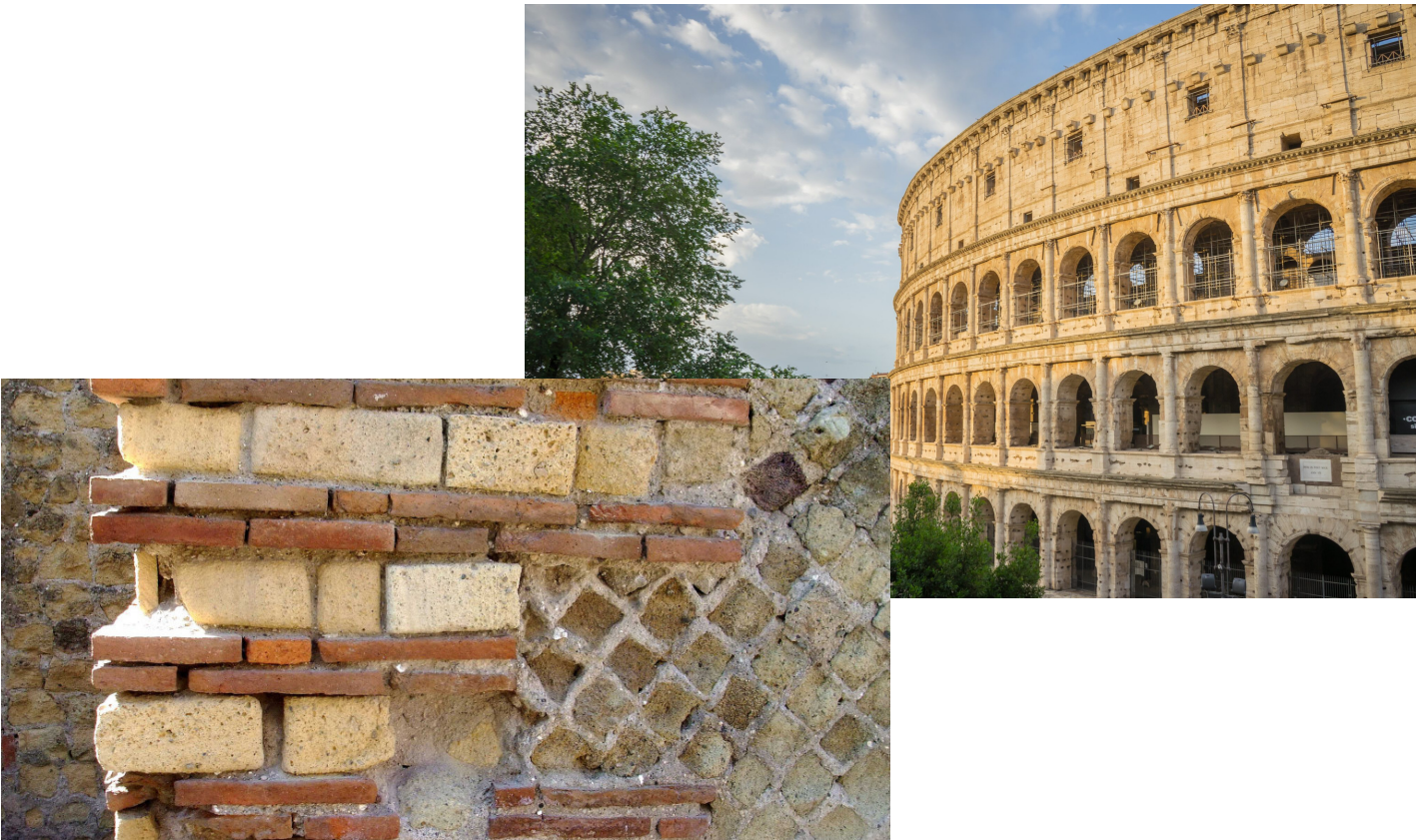
Le **béton de liège**, un procédé peu connu, est fabriqué à partir de liège concassé mélangé à de la chaux. Ce matériau isolant pour les murs et les sols des bâtiments présente une faible empreinte carbone. Le béton de liège (parfois appelé béton de liège léger ou béton isolant en liège) est un **matériau de construction écologique** qui associe des granulats de liège expansé à un liant (souvent du ciment, de la chaux ou parfois des liants plus naturels). Le béton de liège est particulièrement adapté aux bâtiments anciens, car il allie légèreté, isolation et perméabilité à la vapeur d'eau. Il est fréquemment utilisé dans le cadre de restaurations patrimoniales ou écologiques, où l'objectif est de prévenir l'humidité, de respecter les matériaux d'origine (pierre, brique, terre crue) et de limiter les charges supplémentaires.



Technologie et matériaux de béton écologique utilisés

Béton romain

Le béton romain est un matériau de construction utilisé par les anciens Romains, réputé pour sa durabilité et sa résistance. Il s'agit d'un béton composé de chaux (mortier de chaux) et de granulats (pierres, briques concassées, etc.), souvent renforcé par un matériau appelé pouzzolane. La pouzzolane est une roche volcanique riche en silice et en alumine, qui réagit avec la chaux pour former un gel hydraulique, conférant au béton une résistance à l'eau et une durabilité exceptionnelles. Le béton romain a révolutionné la construction en permettant l'édification de structures plus grandes et plus robustes, influençant le développement architectural jusqu'à nos jours. Leurs techniques, longtemps oubliées, ont été redécouvertes au XVIIIe siècle, donnant naissance au béton moderne.



chauffage au sol hydraulique

Le **chauffage au sol hydraulique** est un système de chauffage à très basse température. Il se compose d'un réseau de tubes dans lesquels circule de l'eau chaude. Contrairement aux anciens systèmes, les systèmes de chauffage au sol modernes ne provoquent pas de gonflement des jambes. L'eau qui circule dans le système est chauffée par une chaudière, des panneaux solaires ou une pompe à chaleur à une température comprise entre 31 et 45 °C. La chaleur rayonnée par le sol ne dépasse généralement pas 21 à 24 °C, une température sans danger pour la circulation sanguine. La température du système de chauffage au sol hydraulique est régulée par un thermostat électronique relié à une sonde extérieure. La plupart du temps, il est programmable, ce qui permet de définir une température spécifique pour différentes plages horaires. Cependant, l'inertie due à l'épaisseur de la dalle de béton doit être prise en compte lors de la programmation. Avec un chauffage au sol hydraulique, lorsque vous modifiez le réglage sur votre thermostat, la température dans la pièce ne change pas instantanément.



Avantages environnementaux

Dans le contexte actuel de transition écologique et de lutte contre le changement climatique, les quatre techniques utilisées au sein du manoir sont innovantes et mettent en évidence des avantages environnementaux majeurs :

Béton de chanvre

Le béton de chanvre est considéré comme une solution écoresponsable pour la construction durable. Son impact environnemental est bien moindre que celui du béton traditionnel.

- **Matériaux biosourcés et renouvelables** : le chanvre est une plante à croissance rapide (3 à 4 mois) qui peut être cultivée sans pesticides ni engrais chimiques. Sa culture nécessite également moins d'eau que celle d'autres plantes, ce qui en fait une option écologique pour la construction durable.
- **Réduction des émissions de CO2** : Le béton de chanvre a la capacité de réguler l'humidité dans un bâtiment, en absorbant l'excès d'humidité de l'air et en la libérant lorsque l'air devient plus sec. Cela contribue à maintenir un environnement intérieur sain et confortable.
- **Isolation et économies d'énergie** : le béton de chanvre offre une excellente isolation thermique, réduisant ainsi les besoins en chauffage et en climatisation des bâtiments. Il en résulte des économies d'énergie et une réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- **Recyclage et compostage** : le béton de chanvre peut être recyclé ou composté en fin de vie, réduisant ainsi les déchets et l'impact environnemental.



Liège et béton

Le liège est un matériau isolant 100 % naturel aux propriétés thermiques et acoustiques exceptionnelles. Ses caractéristiques en font un isolant écologique et performant, de plus en plus utilisé, notamment pour améliorer le confort et l'efficacité énergétique des habitations.

- **Issu de l'industrie du liège** : le liège est un matériau naturellement durable qui peut résister à une utilisation intensive et l'écorce des chênes-lièges est renouvelable sans abattage de l'arbre
- **Faible empreinte carbone** : le chêne-liège capte et stocke le carbone tout au long de sa vie. Lorsque l'écorce est prélevée (sans abattre l'arbre), le liège conserve ce carbone
- **Très bonne isolation thermique et acoustique**
- **Résistant à l'humidité et aux moisissures** : le liège réagit très bien à l'humidité car il est imputrescible. Il est donc particulièrement adapté aux pièces les plus exposées à l'humidité.

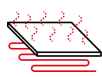


Béton romain

Grâce à sa durabilité, le béton romain pourrait réduire le besoin de fabriquer de nouveaux matériaux, prolongeant ainsi leur utilisation et réduisant l'empreinte écologique globale.

- **Grande durabilité** : le ciment romain est extrêmement durable et résistant à l'érosion. En effet, contrairement au ciment moderne qui a tendance à s'affaiblir avec l'âge, il a la capacité de se renforcer au fil du temps.
- **Performances thermiques** : Le ciment romain possède d'excellentes performances thermiques, lui permettant de réguler la température des structures dans lesquelles il est utilisé. Cette propriété est due à sa porosité et à sa capacité à stocker et à libérer l'humidité.
- **Réduction des émissions de CO₂** : ce béton ancien génère beaucoup moins de polluants atmosphériques nocifs, tels que les oxydes d'azote ou de soufre. Ceci s'explique en partie par le fait que les Romains chauffaient le calcaire au bois (chêne ou sapin, par exemple), plutôt qu'avec des combustibles fossiles.

Avantages environnementaux



chauffage au sol hydraulique

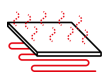
Le chauffage au sol hydraulique ou à eau est non seulement un moyen plus confortable de chauffer votre maison, mais c'est aussi une méthode de chauffage beaucoup plus économe en énergie que les systèmes traditionnels.

- Efficacité énergétique et confort thermique : fonctionne à basse température (30–40°C au lieu de 60–70°C pour les radiateurs), ce qui réduit la consommation d'énergie jusqu'à 35 %
- Durabilité : le chauffage au sol est réputé pour sa longue durée de vie et surtout, il nécessite peu d'entretien et génère peu de déchets à long terme.

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux avantages des techniques utilisées au Manoir :

Techniques	CO ₂ / Energy reduction	Resources & Renewability / End of life	Durability	Insulation / Efficiency
Béton de chanvre	Absorbs CO ₂ during cultivation	Hemp = a fast-growing, renewable, recyclable and compostable agricultural resource	Good	Very good thermal and acoustic insulation
Cork Concrete	Storing CO ₂ thanks to cork forests	Cork = a renewable natural resource that does not require cutting down trees and is biodegradable	Good	Very good thermal and acoustic insulation
Béton romain	Lower energy consumption than modern cement	Utilise des matériaux naturels locaux et recyclables comme granulats	Exceptional durability (2000 years+)	Good thermal inertia
Chauffage au sol hydraulique	Low temperature = less energy	Compatible avec les énergies renouvelables (pompes à chaleur, solaire, biomasse). Faible encombrement, installation durable.	Very long life, low maintenance	Homogeneous heat, reduced losses

Avantages environnementaux



chauffage au sol hydraulique

Le chauffage au sol hydraulique ou à eau est non seulement un moyen plus confortable de chauffer votre maison, mais c'est aussi une méthode de chauffage beaucoup plus économe en énergie que les systèmes traditionnels.

- Efficacité énergétique et confort thermique : fonctionne à basse température (30-40°C au lieu de 60-70°C pour les radiateurs), ce qui réduit la consommation d'énergie jusqu'à 35 %
- Durabilité : le chauffage au sol est réputé pour sa longue durée de vie et surtout, il nécessite peu d'entretien et génère peu de déchets à long terme.

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux avantages des techniques utilisées au Manoir :

Techniques	Réduction des émissions de CO ₂ / Économies d'énergie	Ressources et durabilité / Fin de vie	Durabilité	Isolation / Efficacité
Béton de chanvre	Absorbe le CO ₂ pendant la culture	Le chanvre = une ressource agricole à croissance rapide, renouvelable, recyclable et compostable	Bien	Très bonne isolation thermique et acoustique
Cork Concrete	Le stockage du CO ₂ grâce aux forêts de chênes-lièges	Le liège = une ressource naturelle renouvelable qui ne nécessite pas l'abattage d'arbres et qui est biodégradable	Bien	Très bonne isolation thermique et acoustique
Béton romain	Une consommation d'énergie inférieure à celle du ciment moderne	Utilise des matériaux naturels locaux et recyclables comme granulats	Une durabilité exceptionnelle (plus de 2 000 ans)	Bonne inertie thermique
Chauffage au sol hydraulique	Une température basse = moins d'énergie	Compatible avec les énergies renouvelables (pompes à chaleur, solaire, biomasse). Faible encombrement, installation durable.	Très longue durée de vie, peu d'entretien	Chauffage homogène, pertes réduites

Impact économique et social

Les techniques traditionnelles de charpente en bois et de briques témoignent de l'art de la construction dans le Pays d'Auge depuis le Moyen Âge.

Les fermes et les manoirs, entourés de prairies et de vergers, constituent un point de repère pour les habitants mais aussi un espace paysager identifiable pour les visiteurs.

Au même titre que les produits locaux (fromage, cidre, pommes, etc.), le patrimoine bâti fait partie intégrante de l'identité culturelle du Pays d'Auge. La préservation de cette architecture typique constitue un atout pour la promotion touristique du territoire. Le développement du tourisme pourrait stimuler l'activité économique.



La préservation du patrimoine et des paysages est également primordiale pour le sentiment d'appartenance des communautés locales et la pérennité de l'artisanat traditionnel.

La réhabilitation du manoir offre ainsi un exemple de méthode spécifique alliant techniques durables inspirées de la tradition et confort de logement contemporain, dans le cadre d'une forte volonté de perpétuer l'identité architecturale vernaculaire.

Cela ouvre des perspectives pour la réhabilitation de logements plus modestes, mais aussi pour des constructions neuves durables où la santé et le confort sont une véritable priorité. Restaurer, ici, signifie comprendre, expérimenter et transmettre : un geste tourné vers l'avenir autant qu'un hommage au passé.

La restauration d'un manoir ne se limite pas à la simple restauration d'un bâtiment ancien : elle peut avoir un impact social considérable, selon la conception du projet et son intégration dans son environnement. De fait, le manoir devient un témoin de l'histoire et de la culture locales, et contribue notamment à mettre en valeur le savoir-faire des artisans de la région.

Voici un exemple de Patrice Leu, maçon spécialisé dans le patrimoine depuis plus de 40 ans, qui est très attaché à la préservation des connaissances et des techniques de calcul ancestrales qui ont permis aux grands bâtisseurs d'édifier les bâtiments qui constituent aujourd'hui notre patrimoine bâti, en utilisant des matériaux locaux.

Entretiens et leçons apprises



Entretiens

Vous pouvez visionner [la vidéo du Manoir sur notre chaîne YouTube](#). Elle présente un entretien avec Antoine de Monts, propriétaire du Manoir du Bais à Cambremer, ainsi qu'un entretien avec Sylvie Corbel, Secrétaire générale de la CAPEB Calvados. Ils y expliquent que le manoir illustre parfaitement comment les techniques de construction traditionnelles peuvent apporter des solutions durables pour notre époque, grâce à l'utilisation de matériaux locaux, un savoir-faire ancestral et des méthodes respectueuses de l'environnement.



Leçons apprises

Concilier préservation du patrimoine et besoins modernes :

Il est possible d’allier authenticité historique, confort moderne et efficacité énergétique. Grâce à l’utilisation de matériaux biosourcés et compatibles (chanvre, liège, chaux), le bâtiment conserve son aspect et ses performances d’origine tout en répondant aux normes environnementales et de confort actuelles.

Leçons sur l’environnement et l’énergie :

Les bâtiments patrimoniaux peuvent devenir des modèles de rénovation écologique. L’intégration de matériaux à faible empreinte carbone et de systèmes écoénergétiques (comme le chauffage hydraulique par le sol) démontre que performance environnementale et préservation du patrimoine ne sont pas contradictoires.

Valeur sociale et culturelle :

La restauration des sites patrimoniaux renforce l’identité communautaire et la fierté locale.



Co-funded by
the European Union

Financé par l’Union européenne. Les opinions exprimées n’engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l’Union européenne ni de l’Agence exécutive européenne pour l’éducation et la culture (EACEA). Ni l’Union européenne ni l’EACEA ne sauraient en être tenues responsables.