

résumés — abstracts

ORGAGEC – LES MATÉRIAUX ORGANIQUES AU SERVICE DE LA RÉNOVATION DU PATRIMOINE BÂTI (2^E PARTIE)**LES MATÉRIAUX TEXTILES DANS LA RÉNOVATION DU BÂTIMENT, ATOUTS ET PERFORMANCES**

Christine BROWAEYS

Grâce à ses propriétés mécaniques élevées, le textile est considéré comme le 5^e matériau dans la construction, derrière le bois, le verre, le béton et l'acier. Le textile a su se montrer indispensable de par sa légèreté, sa résilience et sa flexibilité, tout en respectant des normes et des niveaux de qualification élevés. Il constitue une véritable opportunité d'innovation pour la construction de bâtiments à énergie positive.

L'objectif de cette étude est d'observer et d'évaluer la pénétration des nouveaux produits textiles dans la rénovation du bâtiment. Elle fournira une description précise des fonctions et performances des matériaux textiles, sans oublier leur positionnement vis à vis du développement durable, et des exigences de sécurité. La construction est une profession souvent héritière de savoir-faire régionaux, avec des habitats propres à chaque territoire, conçus avec des matériaux de proximité. Aujourd'hui les matériaux textiles, performants et sobres en énergie grise, ont de nombreux atouts pour une construction durable et innovante.

SUITABILITY AND TECHNICAL PERFORMANCES OF TEXTILE MATERIALS FOR BUILDING RENEWAL

Due to high mechanical properties, textile is considered as fifth building material, after wood, glass, concrete and steel. Considering its lightness, its resilience and its flexibility, textile is becoming essential. Technical textiles comply with high certification level and mean real innovation opportunity for positive energy buildings.

This survey aims to gain an insight into new textile products in the field of building refurbishment. Results analysis will highlight an accurate walk-through for textile materials performances, in accordance with sustainable development and safety requirements. Building trades inherited local know-how, with local raw materials uses. Textile is convenient for sustainable and innovative building with low embodied energy needs.

UTILISATION DE MATÉRIAUX COMPOSITES POUR LA RÉHABILITATION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT EN MEULIÈRE

S. KESTELOOT, M. SAADE, C. DJELAL, I. BENSLIMANE, N. KHOUFACHE

L'objectif principal de cette étude est de réduire le temps d'intervention sur site afin de réhabiliter un plus grand linéaire, sans utiliser des matériaux corrodables. Ce papier fait un bref historique des égouts de Paris et l'état des études expérimentales réalisées dans de nombreux laboratoires afin d'identifier les paramètres d'études. Des essais de caractérisation des matériaux utilisés sont présentés ainsi que les premiers essais sur voûtes maçonnées en meulière non enduites et enduites renforcées à

l'intrados par matériaux composites (lamelles et tissus de carbone).

USE OF COMPOSITES MATERIALS FOR REHABILITATION OF MILLSTONE SEWERS SYSTEMS

The main objective of this study is to reduce response times on site when rehabilitating longer linear structures without using corrodible materials. This paper gives a brief history of the Paris sewer system and of the experimental studies carried out in many laboratories in order to identify the necessary study parameters. This bibliographic synthesis will enable us to define the study parameters of our experimental campaign. Characterization tests of the materials used are presented together with the first tests achieved on coated and uncoated millstone masonry vaults (2 cm), reinforced at the intrados by means of composite materials (carbon fiber plates and fabrics).

VERS UN CHOIX D'ISOLANT OPTIMAL POUR LA RÉHABILITATION DURABLE DU PARC DE LOGEMENTS ANCIENS PRIVÉS DE LA VILLE DE LILLE - TYPOLOGIE DE BÂTIMENTS ET COMPARATIF D'ISOLANTS

Emilio SASSINE, Zohir YOUNSI, Yassine CHERIF, Emmanuel ANTCZAK

Cet article présente dans une première partie les différentes typologies du bâti ancien (avant 1948) privé, existant dans la métropole lilloise, le but de dégager leurs caractéristiques structurelles et leur capacité d'évolution, et de généraliser des expériences particulières de réhabilitation. Il en ressort de nos études bibliographiques trois typologies principales définies sont la maison de courée, la maison de ville et la maison bourgeoise.

Dans une deuxième partie, sept isolants différents sont analysés selon plusieurs critères : épaisseur, hygrométrie, inertie et impact environnemental.

Les matériaux utilisés appartiennent à deux grandes familles de matériaux isolants, les matériaux non-écologiques (polystyrène et laine de verre) et les matériaux écologiques (laine de chanvre, mêtisse, lin, laine de bois dur et laine de bois léger).

TOWARDS AN OPTIMAL CHOICE OF INSULATION MATERIAL FOR THE SUSTAINABLE REHABILITATION OF OLD PRIVATE HOUSING IN THE CITY OF LILLE - BUILDING TYPOLOGY AND COMPARISON OF INSULATION MATERIALS

This paper outlines in a first part the different types of private old buildings (before 1948), existing in the metropolis of Lille, in order to identify their structural characteristics, their ability of evolution and to generalize particular experiences in rehabilitation. Our literature studies led us to determine three main building types which are the "courée" house, the town house and the mansion.

In a second part, seven different insulation materials are analyzed according to several criteria: thickness, humidity, inertia and environmental impact. The materials used belong to two main families of insulating materials, non-ecological

materials (polystyrene and glass wool) and ecological materials (hemp wool, textile, linen, hard wood wool and light wood wool).

ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS THERMO PHYSIQUES DES ISOLANTS FIBREUX TEXTILE

Amine TILIOUA, Laurent LIBESSART, Annabelle JOULIN, Stéphane LASSUE

Le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie au niveau européen et le deuxième émetteur de gaz à effet de serre. La maîtrise de l'énergie dans les logements est une source importante d'économie d'énergie. Pour limiter la propagation de la chaleur, il est indispensable de recourir à l'usage des isolants thermiques. L'optimisation d'isolants thermique représente un indiscutable intérêt dans le domaine du bâtiment. Pour améliorer la capacité d'isolants, il est nécessaire d'analyser les transferts thermiques au sein d'isolants.

L'objectif de cette étude est de caractériser le transfert thermique au sein du matériau fibreux isolant (Ouate polyester, la laine de verre et le chanvre). Le transfert de chaleur dans le matériau se fait par deux modes : la conduction et le rayonnement. Les propriétés thermo physiques des matériaux seront déterminées à partir des mesures flux métriques par un dispositif développé au LGCgE. Ces mesures seront appuyées par une modélisation numérique en résolvant l'équation d'énergie. Un modèle numérique unidimensionnel a été développé par la méthode de différence finis du transfert thermique pour prédire le comportement thermique en régime transitoire des isolants fibreux.

STUDY OF THERMO PHYSICAL PROPERTIES OF FIBROUS INSULATION TEXTILE

The construction sector is the largest energy consuming in Europe and the second largest emitter of greenhouse gas emissions. The energy efficiency in housing is an important source of energy savings. To limit the propagation of heat, it is necessary to resort to the use of thermal insulation. The optimization of thermal represents an undeniable interest in the building. To improve the capacity of insulation, it is necessary to analyze the heat transfer within the insulation. The aim of this study is to characterize the heat transfer within an insulating material composed of three fibrous materials of different densities (glass wool, the hemp wool and polyester fiber). Heat transfer in these materials is described by the two main modes: conduction and radiation. The thermo physical properties of materials will be determined from flux meters measurements by a device developed in LGCgE. These measures will be compared with numerical modelling by resolving the energy equation. A one-dimensional numerical model was developed by the finite difference method the heat transfer to predict the transient thermal behaviour of fibrous insulation.

ÉTUDE PARAMÉTRIQUE DE L'INFLUENCE DES MATÉRIAUX FIBREUX ORGANIQUES SUR LA PERFORMANCE THERMIQUE DE PRODUITS MINCES RÉFLECTEURS.

Lazaros Elias MAVROMATIDIS, Mohamed El MANKIBI, Pierre MICHEL, Mat SANTAMOURIS

De nos jours, l'isolation des bâtiments joue un rôle important dans le processus d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments. Dans cette étude, sont considérés divers panneaux isolants constitués d'un empilement des couches isolantes de

faible épaisseur, composés de matériaux fibreux organiques, et des couches réfléchissantes minces (quelques dizaines de microns au maximum) en aluminium. Un modèle qui combine le transfert thermique par conduction et rayonnement utilisant la technique des volumes finis a été développé afin de simuler le comportement thermique de tels composants. Cette étude paramétrique a pour objectif de caractériser l'influence de la capacité thermique volumétrique et de la porosité des matériaux fibreux organiques sur la performance thermique des systèmes isolants tels que ceux qui sont présentés à cette étude.

A PARAMETRIC STUDY ON THE INFLUENCE OF ORGANIC FIBROUS MATERIALS ON THE THERMAL PERFORMANCE OF MULTILAYER THERMAL INSULATION

One of the most important research fields today is in energy-efficient technologies such as thermal insulation in building applications. In this study insulation panels including low emissivity aluminum foils and organic fibrous materials were conceived and investigated numerically. The resulted insulation systems comprise a combination of organic fibrous materials, separated by multiple reflective foils. In this numerical analysis, it was used a finite volume numerical model combined radiation/conduction heat in order to predict the temperature distribution and heat transfer. A parametric study is presented in order to investigate in which degree the volumetric specific heat and the porosity of the organic fibrous material influences the thermal performance of such insulating systems.

OPTIMISATION DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ET THERMIQUES DES BÉTONS DE CHANVRE – IMPACT DES MATIÈRES PREMIÈRES

Etienne GOURLAY, Laurent ARNAUD

Le béton de chanvre est un matériau multifonctionnel à faible impact environnemental utilisé dans le domaine de la construction. Du fait de son importante porosité (environ 80% en volume), il présente un comportement mécanique « atypique » et ses propriétés thermiques et acoustiques sont particulièrement intéressantes. Il est ainsi possible de dimensionner ce matériau selon l'utilisation visée dans le bâtiment. Dans cette étude, l'impact des matières premières (liant et particules de chanvre) sur les propriétés mécaniques et thermiques du matériau est évalué. Il est montré que des interactions physico-chimiques entre les particules végétales et le liant peuvent altérer la prise mécanique du béton de chanvre. En outre, la déformabilité en compression du matériau peut être corrélée aux caractéristiques morphologiques des particules de chanvre. Enfin, les transferts de vapeur d'eau et les changements de phase (condensation et vaporisation) au sein du matériau permettent d'amortir significativement les variations de température extérieure.

OPTIMIZATION OF MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF HEMP CONCRETES – IMPACT OF RAW MATERIALS

Hemp concrete is a multifunctional ecological material used in buildings. Due to its high porosity (about 80% in volume), it presents an "atypical" mechanical behavior and its thermal and acoustical properties are particularly interesting. It is thus possible to design this material according to the required use in the building. This paper focuses on the impact of raw materials (binder and hemp particles) on the mechanical and thermal properties of the material. It is shown that physico-chemical interactions between the plant particles and the binder may

disrupt the mechanical setting of the hemp concrete. Moreover, the material compressive strain may be correlated with the morphological characteristics of the hemp particles. Finally, the water vapor transfers and the phase changes (condensation and vaporization) within the material allow cushioning significantly the changes in outside temperature.

**ARTICLES PROPOSÉS PAR DES AUTEURS
ÉTRANGERS, ÉVALUÉS PAR LES COMITÉS
DE LECTURE DES ASSOCIATIONS
PARTENAIRES DES ANNALES DU BTP**

**DES POUTRES EN BÉTON RENFORCÉES PAR
DES BARRES COMPOSITES : C'EST POSSIBLE
ET ÇA EXISTE**

Abdelmonem MASMOUDI, Jamel BOUAZIZ,
Mongi BENOUEZDOU

Les polymères renforcés de fibres PRF sont des matériaux composites reconnus comme performants dans le secteur de la construction. Ils ne sont pas sensibles à la corrosion et donc peuvent être envisagés comme renforts du béton dans des conditions particulièrement agressives. Néanmoins les expériences de laboratoire sont limitées sur le sujet.

Le papier présente une expérimentation en flexion sur 6 poutres renforcées soit de barres traditionnelles en acier, soit de barres en composite renforcé avec des fibres de verre.

Les résultats montrent qu'un taux de 2% de renfort suffit pour obtenir un renforcement durable et économique.

**CONCRETE REINFORCED BEAMS WITH
COMPOSITE BARS: POSSIBLE AND EXISTS**

Fiber Reinforced Polymer (FRP) is an advanced composite material that has been identified as a potential new construction material. Since it is a non-corrosive material it may be used as reinforcement in concrete member. However, there is limited experience with the design and construction of GFRP reinforced concrete structures. This paper presents an investigation of reinforced concrete beams with Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP). Six concrete beams reinforced with GFRP and steel bars were cast and tested to study their flexural behavior.

The results of this investigation proposed 2% ratio reinforcement and should guide structural engineers to a cost-effective design of GFRP reinforced concrete members. In addition, comparisons with steel reinforced concrete section were also investigated.

**EFFET DU CHLORURE DE SODIUM SUR LA
DURABILITÉ DES BHP**

Rabah CHAID, Raoul JAUBERTHIE,
Mohamed Tahar ABADLIA

La durabilité des bétons dans un milieu chlorhydrique est normalement assurée par une teneur suffisante en ciment et par la structure dense de la pâte hydratée. Une grande variété de chlorures, provenant le plus souvent des industries chimiques ou des eaux de mer, peut entrer en contact avec le béton et réagir chimiquement avec les hydrates, en particulier avec les aluminates, et causer la fissuration et l'éclatement du béton.

La combinaison de la pouzzolane naturelle avec le ciment Portland permet de développer des bétons ayant des propriétés mécaniques et une durabilité de loin supérieure à celle d'un béton sans ajout.

Les résultats montrent que l'addition de la pouzzolane naturelle finement broyée contribue à l'amélioration des caractéristiques physico-mécaniques des bétons. Les bétons de pouzzolane sont dotés d'une imperméabilité élevée vis-à-vis de l'absorption d'eau, de la pénétration des ions chlore et de l'infiltration d'air. Ceci nous a permis de conclure que les bétons de pouzzolane sont des bétons durables.

**SODIUM CHLORIDE EFFECT ON HPC
DURABILITY**

The durability of the concretes in a hydrochloric environment is normally ensured by a sufficient content of cement and the dense structure of the hydrated paste. A large variety of chlorides, generally coming from the chemical industries or sea waters, can come into contact with the concrete and react chemically with the hydrates, in particular with aluminates, and cause the cracking and the bursting of the concrete.

The combination of natural pozzolana with Portland cement makes possible the development of concretes having mechanical properties and a durability much higher than concrete without addition.

The addition of finely crushed natural pozzolana contributes to the improvement of the physico-mechanical characteristics of the concretes. The high impermeability of pozzolana concretes limits water absorption, the penetration of the chlorite ions and the infiltration of air. We conclude that the pozzolana concretes are durable concretes.

**CONFORTEMENT DES BÂTIMENTS À
OSSATURE AUTO STABLE PAR LA MÉTHODE
DE PERFORMANCE SISMIQUE**

M. HAMIZI, S. BOUKAIS, N.E. HANNACHI

Le renforcement ou le confortement après endommagement d'une structure est une opération qui consiste en l'amélioration du niveau de protection sismique par rapport à celui en vigueur à l'époque de la réalisation de la structure ou tout simplement pour la conforter vis-à-vis des efforts de type sismique non considérés au moment du dimensionnement de l'ouvrage ou bien carrément en l'absence de toute réglementation parasismique. Le renforcement d'une structure apporte donc un complément de résistance vis-à-vis des efforts sismiques mais aussi une amélioration de sa ductilité. Les techniques de renforcement consistent à modifier la rigidité des éléments existants alors que le confortement est relatif à l'ajout de nouveaux éléments pour améliorer le mécanisme de résistance et de déformabilité de la structure sous l'effet des forces latérales dues au séisme. Il existe toute une typologie de confortement (chemisage des poteaux, injection de palées de stabilité, injection de voiles, enveloppe en matériau composite). Cependant chaque typologie possède ses avantages et ses inconvénients (architecturale, de mise en œuvre, en terme de performance sismique et de fiabilité). La meilleure manière de juger d'un bon choix d'un confortement d'une structure reste l'évaluation de sa performance sismique avant et après confortement. La performance sismique est évaluée en utilisant la méthode Push over qui consiste essentiellement à comparer la demande à la capacité sismique. L'analyse structurale est assurée par le logiciel ETABS V.9 sous différentes accélérations. Les dommages éventuels, selon l'E.M.S. 98, que le bâtiment va subir sont évalués. Une comparaison entre les différents types de confortement est ensuite entreprise montrant l'efficacité de chacun du point de vue de la performance sismique.

REINFORCED CONCRETE FRAME STRUCTURES STRENGTHENING BY SEISMIC PERFORMANCE METHOD

The strengthening or reinforcement of a damaged structure, is an operation which consists in improving its level of seismic protection in relation to the seismic code defined at design; or simply to strengthen towards the seismic efforts, not being considered when designing the construction; or altogether in the absence of any seismic regulations. This reinforcement of a structure thus provides additional strength vis-à-vis earthquake forces, but also improves its ductility. Reinforcement techniques involve a change in the rigidity of existing elements, while the strengthening consists on adding new features to improve the mechanism of resistance and deformability of the structure under

the effect of lateral forces due to earthquake. Many rehabilitation techniques are available (reinforced concrete jacket, sway frames, additional reinforced concrete shear walls, composite material wrapping...). Each type has its advantages and disadvantages (architecture, implementation, in terms of seismic performance and reliability). The best way to judge a good choice for a rehabilitation of a structure is assessing its seismic performance before and after repair. The seismic performance is evaluated using the method Pushover, which compares the seismic demand to the seismic capacity essentially. Structural analysis under different accelerations is provided by ETABS V.9. The damages, according to E.M.S. 98, the building will undergo, are evaluated. A comparison between different types of reinforcement is then undertaken to show the effectiveness of each, regarding to the seismic performance.