



Proposition de sujet de thèse- Contrats Doctoraux MESRI 2025-2028

Titre du sujet	Impact sur la QAI (Qualité de l'Air Intérieur) de matériaux biosourcés : caractérisation de la prolifération de microorganismes et des émissions de COV sous différentes conditions hygrothermiques
Directeur de thèse* *HDR	Prénom NOM : Julie HOT Etablissement : Université de Toulouse, IUT GCCD Email : hot@insa-toulouse.fr
Co-encadrants de thèse	Prénom NOM : Thomas VERDIER et Aurélie LABOREL-PRENERON Etablissement : Université de Toulouse, IUT GCCD Email : tverdier@insa-toulouse.fr , alaborel@insa-toulouse.fr
Laboratoire	Laboratoire des Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC)

Description du sujet

Certains matériaux biosourcés assurent d'excellentes performances d'isolation, tout en permettant de diminuer l'empreinte carbone du bâtiment. Les études antérieures menées au LMDC ont montré la performance d'isolation des matériaux à base de moelle de tournesol, de chènevotte, de paille, etc., renouvelables et disponibles localement. L'amélioration de la qualité de l'environnement intérieur, en termes de confort hygrothermique due à l'utilisation de ces matériaux, est largement mise en avant dans la littérature. Leur influence sur la qualité de l'air intérieur (QAI) l'est beaucoup moins. Le principal inconvénient de ce type de matériaux est leur sensibilité accrue à l'eau. La présence d'un excès d'humidité entraîne, certes, la diminution de leur propriété d'isolation affectant le confort des occupants (comme c'est le cas pour les isolants conventionnels), mais surtout fournit des conditions favorables à la prolifération de micro-organismes en surface et/ou au cœur pouvant affecter la santé des occupants. Ces micro-organismes peuvent émettre des composés organiques volatils (mCOV) ainsi que des particules aérosolisables qui sont véhiculées dans l'air et impliquées dans des maladies respiratoires et infectieuses.

Cette thèse se propose de qualifier l'influence sur la QAI d'isolants biosourcés à l'échelle du matériau et de la paroi, et plus particulièrement leurs émissions de COV et de mCOV. Les isolants étudiés seront un composite terre-chanvre, un composite terre-tige de tournesol et la moelle de tournesol sous forme de panneaux, trois matériaux disponibles sur le site de Tarbes ayant un fort potentiel de développement. Les objectifs principaux visés sont : **(1) identifier l'influence de l'humidité sur les émissions de COV, (2) caractériser la cinétique du développement microbien par la mesure de mCOV, (3) corrélérer la contamination microbienne du matériau (indice de prolifération) avec les émissions de mCOV, (4) évaluer l'impact sur la QAI à l'échelle de la paroi.**

Échelle matériau : Température fixe (21°C), HR variable (50%, 70% et 90%). Contamination naturelle des échantillons (pas d'inoculation à réaliser).

-> Évaluation des émissions de COV des matériaux biosourcés. Il s'agit de définir la « signature » chimique de chaque matériau étudié selon la série de normes ISO 16000 (type de COV émis, toxicité et concentration).

-> Évaluation de leur sensibilité à la contamination fongique par : (1) observation visuelle du développement de moisissures (à l'œil nu ou à la binoculaire, définition d'un indice de prolifération surfacique), (2) identification des mCOV d'origine microbienne (« signature » microbiologique).

-> Influence des conditions de séchage sur le développement de micro-organismes et les émissions.

Échelle paroi (se rapprocher des conditions réelles) : Couplage terre-chanvre ou terre-tournesol/enduit avec ou sans isolant complémentaire sous forme de panneau de moelle de tournesol. Deux enduits testés : enduit à la chaux et enduit en terre.

-> Étude de l'influence des éléments de la paroi sur les émissions de COV et la prolifération de micro-organismes par rapport à l'isolant seul.

-> Évaluation de la performance de dépollution de l'air de la paroi : Régulation de la concentration de CO₂ ? Adsorption de COV ?

Échelle réelle :

Le développement de moisissures sur ce type de matériaux a été observé sur les parois de la maisonnette à Tarbes. Des prélèvements à l'échelle réelle pourront être envisagés avant et après nettoyage, et avant et après aération.



Thesis proposal for a Doctoral position 2025-2028

Title	Impact of bio-based materials on IAQ (Indoor Air Quality): characterization of microorganism proliferation and VOC emissions under different hygrothermal conditions
Supervisor* *HDR	Julie HOT Toulouse University hot@insa-toulouse.fr
Co Supervisor	Thomas VERDIER et Aurélie LABOREL-PRENERON Toulouse University tverdier@insa-toulouse.fr , alaborel@insa-toulouse.fr
Laboratory	Laboratory of Materials and Durability of Constructions (LMDC)

Research project description:

Some bio-based materials offer excellent insulation performance, while helping to reduce the building's carbon footprint. Previous studies carried out at LMDC have demonstrated the insulating performance of materials based on hemp or sunflower pith, straw, etc., which are renewable and locally available. The improvement in indoor environmental quality, in terms of hygrothermal comfort, due to the use of these materials is widely highlighted in the literature. Their influence on indoor air quality (IAQ) is however less studied. The main drawback of these materials is their increased sensitivity to water. The presence of moisture in excess not only reduces their insulating properties, affecting occupant comfort (as is the case with conventional insulation materials), but above all provides favorable conditions for microbial growth on their surface and/or into the material, which may affect occupant health. These micro-organisms not only emit microbial volatile organic compounds (mVOCs), but also biological airborne particles, i.e. bioaerosols, implicated in respiratory and infectious diseases.

The aim of this thesis is to qualify the influence on IAQ of bio-based insulating materials at the material and wall scale, and more specifically their VOC and mVOC emissions. The materials studied will be an earth-hemp composite, an earth-sunflower composite (stems or bark) and sunflower pith in panel form, three materials available at Tarbes with strong development potential. The main objectives are to: (1) identify the influence of humidity on VOC emissions, (2) characterize the kinetics of microbial development by measuring mVOC emissions, (3) correlate microbial growth on the material (surface proliferation index) with mVOC emissions, (4) assess the impact on IAQ at wall scale.

Material scale: Fixed temperature (21°C), variable RH (50%, 70% and 90%). Natural contamination of samples (no inoculation required).

- > Evaluation of VOC emissions from bio-based insulation materials. This involves defining the chemical "footprint" of each material according to the ISO 16000 standards (type of VOC, toxicity and concentration).
- > Assessment of their susceptibility to microbial contamination by: (1) visual observation of growth (with the naked eye or binoculars, using a numerical rating scale, based on coverage area), (2) identification of mVOCs of microbial origin (microbiological "footprint").
- > Influence of drying conditions on micro-organism development and emissions.

Wall scale (to get closer to real-world conditions): Earth-hemp or earth-sunflower/finishing combination, with or without additional insulation in the form of sunflower pith board. Two finishing tested: lime plaster and earth plaster.

- > Study of the influence of wall elements on VOC emissions and micro-organisms growth, compared with insulation material alone.
- > Evaluation of the wall's air depollution performance: CO₂ concentration regulation? VOC adsorption?

Real scale:

Microbial growth on this type of material has been observed on the walls of a small experimental house in Tarbes. Air will be sampled before and after cleaning, and before and after ventilation.