

## Sujet de thèse

# Prédiction de la durabilité de matériaux polymères employés dans le bâtiment en l'absence de retour terrain

**Directeur de thèse :** Xavier Colin (ENSAM/ PIMM)

**Co-encadrant :** Hervé Illy (CSTB)

**Mots clés :** prédiction de la durabilité, mécanismes de dégradation, matériaux polymères, polymères issus de la biomasse, impact du changement climatique

**Salaire / localisation :** 30 k€ (revenu annuel brut) / CSTB (Champs-sur-Marne (77) – 50 % du temps minimum) et ENSAM (Paris)

**Objectifs :** développement d'outils de prédiction de la durabilité pour une famille de produits polymères en prenant en compte l'impact des différents additifs de formulation et la variabilité des sollicitations d'exposition

**Verrou scientifique :** être capable de prédire la durabilité des produits de construction malgré l'absence de retour terrain sur le vieillissement des polymères

**Impact :** anticiper les impacts du changement climatique sur les produits de construction de type polymères, favoriser l'émergence de nouveaux procédés de synthèse des polymères plus respectueux de l'environnement.

## Contexte

Si les polymères ne représentent en termes de masse qu'une part assez faible des produits et matériaux utilisés dans le bâtiment (0.5 % en 2023, d'après les données de l'ADEME<sup>1</sup>), cela ne doit pas masquer leur importance pour assurer certaines performances indispensables comme l'étanchéité à l'eau et à l'air (membranes pare-pluie et pare-vapeur, membrane d'étanchéité de toiture terrasse incorporant des polymères). La dégradation de ces composants, même très localisée, peut avoir des conséquences très importantes en termes de coût au regard d'une cause mineure.

Cependant, la nécessité de réduire notre dépendance aux ressources fossiles pousse les fabricants à utiliser de nouvelles voies de synthèse de ces matériaux comme les ressources issues de la biomasse. Le changement climatique modifie également les sollicitations qui s'appliquent sur ces matériaux à la fois en termes de niveau (température moyenne en surface, amplitude et durée des cycles de température et humidité, niveau de rayonnement UV, ...) mais aussi de nature potentiellement. Là où, jusqu'à maintenant, ces matériaux avaient une bonne stabilité dans le temps, il est nécessaire de comprendre quel est l'impact de ce changement sur les matériaux déjà en place dans le parc existant, mais également de prédire l'impact dans le futur afin de faire évoluer les normes utilisées pour qualifier les produits de construction et le cas échéant, les formulations actuelles.

---

<sup>1</sup> [Tableau de bord - Produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment \(PMCB\)](#)

## Objectifs

L'objectif de cette thèse est le développement d'outils permettant de prédire la durabilité d'éléments de construction incorporant des polymères, que ce soit parce que la formulation de ces produits évolue (cas de la synthèse issue de la biomasse) ou parce que les sollicitations changent (influence du changement climatique). La principale difficulté est que l'on ne peut pas avoir de retour d'expérience sur le vieillissement en conditions normales car les situations étudiées sont nouvelles et que les cinétiques de dégradation sont généralement lentes.

L'alternative envisagée consiste à établir un modèle de prédiction de la durabilité à la fois suffisamment général et robuste pour une famille de produits polymères, mais également capable de prendre en compte la variabilité des sollicitations environnementales et l'impact des différents additifs de formulation.

L'idée est de s'appuyer sur :

- La connaissance développée au sein du CSTB en ce qui concerne la caractérisation des sollicitations qui s'appliquent sur les matériaux et produits de construction intégrés dans l'ouvrage. Des travaux sont en cours pour déterminer comment ces sollicitations vont évoluer avec le changement climatique.
- Les modèles numériques développés au laboratoire PIMM de l'ENSAM depuis une quarantaine d'années pour représenter la cinétique du vieillissement des polymères dans une grande variété de conditions environnementales et dans une optique performancielle.

La démarche scientifique sera appliquée sur quelques composants de construction types qui seront définis au début de la thèse :

- L'étape préalable sera d'identifier, pour un composant et un domaine d'emploi donné, les mécanismes de dégradation dominants ainsi que les traceurs physico-chimiques et mécaniques correspondants. Il s'agira de s'assurer que ces mécanismes impliquent bien une dégradation des polymères présents dans le composant.
- Sur cette base, un modèle de durabilité sera développé, partant de l'échelle d'action des mécanismes de dégradation pour remonter jusqu'à l'échelle produit ou ouvrage si nécessaire, en passant par les échelles intermédiaires comme celle de la microstructure par exemple.
- Ce modèle devra coupler les cinétiques des différents mécanismes de dégradation impliqués pour prédire l'évolution de traceurs physico-chimiques et mécaniques clés au cours de l'exposition. Il sera d'abord vérifié à partir d'essais de vieillissement accélérés en laboratoire et plus tard, de retours terrain, quand ceux-ci seront disponibles. Les paramètres du modèle seront d'abord calibrés à partir des données de la littérature et si nécessaire, seront ensuite réajustés à partir des données expérimentales obtenues durant la thèse.
- Ce travail combinera modélisation des cinétiques, établissement de relations structure/performance, réalisation d'essais expérimentaux pour suivre l'évolution des traceurs physico-chimiques et mécaniques mais également pour vérifier les valeurs des paramètres matériaux utilisés dans le modèle numérique de vieillissement.

De façon plus générale, ces travaux s'intègrent dans la démarche entreprise au CSTB pour comprendre l'impact du changement climatique sur les produits de construction<sup>2</sup>.

---

<sup>22</sup> [Le bâtiment face aux aléas climatiques](#)

## Profil du candidat

- Niveau académique : dernière année d'école d'ingénieur ou équivalent M2
- Compétences scientifiques : matériaux polymères, physico-chimie des polymères, simulation numérique et programmation scientifique (Python®), expérimentation, modélisation cinétique, relations structure/propriété
- Aisance de communication écrite et orale, capacité de transmission de la connaissance selon le public, niveau d'anglais B2
- Autonomie et curiosité, capacité d'initiative, intérêt pour la recherche appliquée et le développement de connaissances nouvelles pouvant avoir un impact industriel. Envie de contribuer à la transformation du secteur.

## Contacts

- Contact CSTB: ILLY Hervé [Herve.ILLY@cstb.fr](mailto:Herve.ILLY@cstb.fr)
- Contact ENSAM/PIMM : COLIN Xavier [Xavier.COLIN@ensam.eu](mailto:Xavier.COLIN@ensam.eu)