COLLEGE DOCTORAL PAYS DE LA LOIRE
ED VEGETAL, ANIMAL, ALIMENT, MER, ENVIRONNEMENT

Nantes Université

THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 642
Ecole doctorale Végétal, Animal, Aliment, Mer, Environnement
Spécialité : Chimie macromoléculaire – Biopolymères et Matériaux biosourcés

Baptiste BUET

Décohésion interfaciale par induction : vers le recyclage des matériaux composites renforcés par des fibres de lin fonctionnalisées

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 7 décembre 2026
Unité de recherche : INRAE UR 1268 Biopolymères Interactions et Assemblages, Nantes, France

Rapporteurs avant soutenance :

Sophie DUQUESNE	Professeure des Universités - Centrale Lille
Jean-Baptiste SANCHEZ	Professeur des Universités - Université Marie et Louis Pasteur, Besançon

Composition du Jury :

Président :		
Examinateurs :	Sophie DUQUESNE	Professeure des Universités - Centrale Lille
	Jean-Baptiste SANCHEZ	Professeur des Universités - Université Marie et Louis Pasteur, Besançon
	Christophe BINETRUY	Professeur des Universités - Centrale Nantes
	Nadine ALLANIC	Professeure des Universités - IUT de Nantes
	Stéphane MORNET	Directeur de recherche – Université de Bordeaux et Bordeaux INP
Dir. de thèse :	Isabelle CAPRON	Directrice de recherche – INRAE Nantes
Co-dir. de thèse :	Johnny BEAUGRAND	Directeur de recherche – INRAE Nantes

Invité(s)

Alain BOURMAUD	Ingénieur de recherche – Université Bretagne Sud, Lorient

Titre : Décohésion interfaciale par induction : vers le recyclage des matériaux composites renforcés par des fibres de lin fonctionnalisées

Mots clés : Matériaux composites, recyclage, fibres de lin, oxydes de fer, induction

Résumé : Les matériaux composites sont actuellement difficiles à recycler en raison de la forte adhésion entre les fibres et la matrice, ce qui rend difficile leur séparation et constitue le principal verrou technologique à leur recyclage. Ces travaux visent à assurer une décohésion fibre-matrice provoquée par une fonctionnalisation des fibres de lin par des oxydes de fer. Les fibres fonctionnalisées sont alors intégrées dans une matrice thermoplastique de PLA avant de subir un traitement par induction permettant de monter en température et de fragiliser localement l'interface fibre-matrice par fusion de la matrice. L'étude concerne l'impact des paramètres de fonctionnalisation (temps d'imprégnation, concentration, …) sur la quantité d'oxydes de fer en surface de la fibre, la mesure de la température maximale atteignable pendant la phase de chauffage, la répartition de la fonctionnalisation et les nouvelles propriétés magnétiques.

Afin d'observer la décohésion interfaciale pendant la phase d'induction, la microtomographie aux rayons X a été utilisée pour observer le décollement de la matrice au cours du processus révélant ainsi la création de porosités à l'interface des deux constituants qui s'élargit en fonction du temps d'induction et de la température atteinte.
Cette modification obtenue sur des composites intégrant des fibres de lin pourrait également être adaptée sur des composites à fibres de verre et ouvrent des perspectives sur le recyclage des composites. En effet, en augmentant les porosités crées par induction l'obtention d'une décohésion totale fibre-matrice pourrait être envisagée.

Title : Interfacial decohesion using induction: towards the recycling of composite materials reinforced with functionalised flax fibres

Keywords : Composite materials, recycling, flax fibres, iron oxides, induction

Abstract : Composite materials are currently difficult to recycle due to the strong adhesion between the fibres and the matrix, which makes them difficult to separate and constitutes the main technological barrier to their recycling. This research aims to achieve fibre-matrix decohesion by functionalising flax fibres with iron oxides. The functionalised fibres are then incorporated into a thermoplastic PLA matrix before undergoing an induction treatment to raise the temperature and locally weaken the fibre-matrix interface by melting the matrix. The study examines the impact of functionalisation parameters (impregnation time, concentration, etc.) on the amount of iron oxides on the fibre surface, the measurement of the maximum temperature achievable during the heating phase, the distribution of the functionalisation, and the resulting new magnetic properties.

In order to observe interfacial decohesion during the induction phase, X-ray microtomography was used to monitor the matrix decohesion during the process, thereby revealing the formation of pores at the interface between the two components, which widened as a function of induction time and the temperature.
This modification, achieved in composites incorporating flax fibres, could also be adapted for glass-fibre composites and opens up new possibilities for the recycling of composites. Indeed, by increasing the porosity created by induction, it may be possible to achieve complete fibre-matrix decohesion.