



# LA SCIENCE & LA CRÉATIVITÉ POUR INVENTER UN MONDE DURABLE

## Offre de thèse en science des matériaux : Contribution au développement d'une filière textile et biocomposites à base de fibres extraites de tiges de genêt d'Espagne *Spartium junceum*

Etablissement	IMT Mines Alès (Ecole Nationale Supérieure des Mines d'Alès)
Affectation principale	Centre des Matériaux des Mines d'Alès (C2MA), UPR Polymères Composites et Hybrides (PCH)
Résidence administrative	Alès (Département du Gard – Région Occitanie)
Date de prise de poste	01/10/2024

### 1. [Présentation IMT et IMT Mines Alès](#)

L'institut Mines-Télécom (IMT), grand établissement au sens du code de l'éducation, est un établissement public scientifique, culturel et professionnel (EPSCP) placé sous la tutelle principale des ministres chargés de l'industrie et du numérique. Premier groupe d'écoles d'ingénieurs en France, il fédère 11 écoles d'ingénieur publiques réparties sur le territoire national, qui forment 13 500 ingénieurs et docteurs. L'IMT emploie 4500 personnes et dispose d'un budget annuel de 400M€ dont 40% de ressources propres. L'IMT comporte 2 instituts Carnot, 35 chaires industrielles, produit annuellement 2100 publications de rang A, 60 brevets et réalise 110M€ de recherche contractuelle.

Créé en 1843, IMT Mines Alès compte à ce jour 1400 élèves (dont 250 étrangers) et 380 personnels. L'école dispose de 3 centres de recherche et d'enseignement de haut niveau scientifique et technologique, qui œuvrent dans les domaines des matériaux et du génie civil (C2MA), de l'environnement et des risques (CREER), de l'intelligence artificielle et du génie industriel et numérique (CERIS). Elle dispose de 12 plateformes technologiques et compte 1600 entreprises partenaires.

### 2. [Projet de recherche](#)

**Titre :** Contribution au développement d'une filière textile et biocomposites à base de fibres extraites de tiges de genêt d'Espagne *Spartium junceum*

**Mots clés :** fibre végétale, textile, matériau composite, rouissage, extraction mécanique, fibres longues, fibres courtes, valorisation du genêt d'Espagne

**Contexte :** Dans le contexte actuel d'une industrie respectueuse de l'environnement et des citoyens, l'utilisation de ressources renouvelables comme les fibres végétales (lin, chanvre...) constitue une alternative intéressante aux fibres synthétiques issues de ressources non renouvelables (verre, polyester...) dans la production de textiles et de matériaux composites. Reconnue comme une plante pionnière sur les terrains pauvres, héliophile, peu gourmande en eau et en engrais et produisant une fibre robuste, antistatique, imputrescible et absorbante, les tiges de genêt d'Espagne *Spartium junceum* cultivées en Languedoc méditerranéen à des fins textiles jusqu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle pourraient compléter l'offre croissante du marché. Ce projet s'intéressera aux étapes clés de la chaîne de valorisation du genêt d'Espagne en

**région Occitanie depuis la récolte des tiges jusqu'à leur transformation en fibres longues (applications textiles et biocomposites) ou en fibres courtes (applications biocomposites).**

**Résumé** : Le projet de thèse se décline selon les différentes étapes de transformation des tiges de genêt d'Espagne. Après la récolte des tiges, la première étape est le **rouissage à l'eau des tiges de genêt**. Cette étape de macération humide, qui favorise l'élimination des pectines reliant les fibres de cellulose par l'action de microorganismes, facilite l'extraction de fibres de qualité pour des applications textiles et/ou matériaux. Dans la thèse, il s'agira de définir une stratégie expérimentale de mise en œuvre du rouissage de tiges de genêt en se basant sur les expertises d'IMT Mines Alès (UPR PCH et LSR) sur le chanvre et plus récemment sur le genêt [1-2]. Après le rouissage, la seconde étape de transformation est celle de la **transformation des tiges rouies de genêt en fibres longues ou courtes**. En ce qui concerne l'obtention des fibres longues, le projet s'appuiera sur l'expertise de l'ENI de Tarbes avec la possibilité d'opérer sur les lignes industrielles d'une entreprise régionale [3]. En ce qui concerne l'obtention de fibres courtes, le projet de thèse s'appuiera sur les compétences de l'UPR PCH en fractionnement de la biomasse et de la valorisation des fractions en tant que renforts dans les composites mis en œuvre par extrusion puis moulage par injection ou fabrication additive. Dans les deux cas, des **traitements de surface des tissus textiles ou des fibres courtes** pourront être envisagés pour optimiser les performances, en s'appuyant sur la valorisation de molécules d'intérêt régionales comme les tanins de châtaigniers cévenols [4]. Une **analyse des flux de données** en provenance des différentes disciplines sollicitées dans la thèse (biologie végétale, microbiologie, chimie analytique, génie des procédés, sciences des matériaux ...) sera effectuée pour assister la décision avec des outils d'optimisation et d'analyse multicritères dans le but d'identifier quelques indicateurs simples pour des textiles et des biocomposites à base de fibres de genêt performants, durables et à faible impact environnemental. Cette phase du projet fera appel aux compétences d'une autre entité d'IMT Mines Alès (UMR EUROMOV) [2].

### 3. Encadrement

**Principal** : Centre des Matériaux des Mines d'Alès (C2MA) – UPR Polymères Composites et Hybrides (PCH)

**Secondaire** : Centre de Recherche et d'Enseignement en Environnement et en Risques (CREER) – UPR Laboratoire des Sciences des Risques (LSR)

**Ecole doctorale** : ED 584 GAIA Filière APAB Montpellier

### 4. Profil recherché

Le (la) candidat(e) sera titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou d'un master recherche en **matériaux polymères et composites, avec des compétences en éco-matériaux**. Des connaissances en **procédés textiles** sont vivement souhaitées. Au cours de son cursus, il (elle) devra avoir démontré une aptitude à la recherche expérimentale, faire preuve d'autonomie, de rigueur, de curiosité, de travail en équipe et de qualités humaines et justifier de bonnes capacités de communication (à l'oral et à l'écrit, en français comme en anglais).

### 5. Références bibliographiques

[1] B. Mazian, A. Bergeret, J.C. Benezet, L. Malhautier, A comparative study of the effect of field retting time on the properties of hemp fibres harvested at different growth stages, *Fibers*, 7, 108, 2019. <https://doi.org/10.3390/fib7120108>

[2] E. Bou Orm, N. Sutton Charani, S. Bayle, J.C. Benezet, A. Bergeret, L. Malhautier, Influence of field retting on physicochemical and biological properties of Futura 75 hemp stems, *Industrial Crops and Products*, 214, 118487, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118487>

[3] X. Gabrion, G. Koolen, M. Grégoire, S. Musio, M. Bar, D. Botturi, G. Rondi, E. De Luycker, S. Amaducci, P. Ouagne, A. Van Vuure, V. Placet V. Influence of industrial processing parameters on the effective properties of long aligned European hemp fibres in composite materials. *Composites Part A*, 157, 106915, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2022.106915>

[4] K. Tilouche-Guerdelli, C. Lacoste, D. Perrin, P.J. Liotier, P. Ouagne, J. Tirillo, F. Sarasini, A. Bergeret. Tannins as biobased molecules for surface treatments of flax wrapped rovings for epoxy/flax fabrics biocomposites. Influence on mechanical properties through a multi-scale approach, *Journal of Composites Science*, 8, 75, 2024. <https://doi.org/10.3390/jcs8020075>

### 6. Contacts

▶ Sur le projet de recherche : Anne Bergeret ([Anne.Bergeret@mines-ales.fr](mailto:Anne.Bergeret@mines-ales.fr)), Luc Malhautier ([Luc.Malhautier@mines-ales.fr](mailto:Luc.Malhautier@mines-ales.fr))

▶ Sur les aspects administratifs : Anne-Catherine Denni ([anne-catherine.denni@mines-ales.fr](mailto:anne-catherine.denni@mines-ales.fr))



## SCIENCE & CREATIVITY FOR A SUSTAINABLE WORLD

### PhD position in materials science: Contribution to the development of fabrics and biocomposites based on natural fibres extracted from Spanish broom stems *Spartium junceum*

Institution	IMT Mines Alès (Ecole Nationale Supérieure des Mines d'Alès)
Main job assignment	Materials Research Centre (C2MA), UPR Polymers Composites and Hybrids (PCH)
Administrative residence	Ales (Gard – Occitanie Region – South of France)
Starting date	2024/10/01

#### 1. [IMT and IMT Mines Ales](#)

The Institut Mines-Télécom (IMT), a major institution within the meaning of the Education Code, is a public scientific, cultural and professional institution (EPSCP) placed under the principal supervision of the ministers responsible for industry and digital technology. It is the largest group of engineering schools in France, with 11 public engineering schools spread across the country, which train 13,500 engineers and PhDs each year. The ITM employs 4,500 people and has an annual budget of €400M, 40% of which comes from its own resources. IMT has 2 Carnot institutes, 35 industrial chairs, produces 2100 A rank publications annually, 60 patents and carries out 110M€ of contractual research.

Created in 1843, IMT Mines Alès currently has 1,400 students (including 250 foreigners) and 380 staff. The school has 3 research and teaching centers of high scientific and technological level, which work in the fields of materials and civil engineering (C2MA), environment and risks (CREER), artificial intelligence and industrial and digital engineering (CERIS). It has 12 technological platforms and has 1,600 partner companies.

#### 2. [Research project](#)

**Titre :** Contribution to the development of fabrics and biocomposites based on natural fibres extracted from Spanish broom stems *Spartium junceum*

**Key words :** natural fibre, fabrics, composite material, retting, mechanical extraction, long fibres, short fibres, Spanish bloom valorization

**Context :** In the current context of an industry that respects the environment and its citizens, the use of renewable resources such as plant fibres (flax, hemp, etc.) is an interesting alternative to synthetic fibres derived from non-renewable resources (glass, polyester, etc.) in the production of fabrics and composite materials. Known as a pioneer plant on poor soils, heliophilous, requiring little water and fertiliser, and producing a robust, antistatic, rot-proof and absorbent fibre, the stems of Spanish broom *Spartium junceum*, cultivated in the Mediterranean region for textile purposes until the early 20th century, could supplement the growing supply on the market. This project will look at the key stages in the **Spanish broom value chain in the Occitanie region, from harvesting the stems to processing them into long fibres (textile and biocomposite applications) or short fibres (biocomposite applications).**

**Summary** : The PhD project covers the various processing steps of Spanish broom stems. Once the stems have been harvested, the first step is the **water retting of the broom stems**. This wet maceration stage, which promotes the elimination of the pectins binding the cellulose fibres by the action of micro-organisms, facilitates the extraction of quality fibres for textile and/or materials applications. In this thesis, an experimental route for the retting of broom stems based on the expertise of IMT Mines Alès (UPR PCH and LSR) on hemp and more recently on broom [1-2] will be defined. After retting, the second step corresponds to **the transformation of retted broom stalks into long or short fibres**. To obtain long fibres, the project will draw on the expertise of ENI Tarbes, with the possibility of using the industrial lines of a regional company [3]. With regard to obtaining short fibres, the thesis project will draw on the expertise of the UPR PCH in biomass fractionation and the use of fractions as reinforcements in composites produced by extrusion followed by injection moulding or additive manufacturing. In both cases, **surface treatments of textile fabrics or short fibres** could be performed to optimise fabrics and biocomposites performance, based on the use of molecules of regional interest such as tannins from chestnut trees [4]. An **analysis of data flows** from the various disciplines involved in the PhD (plant biology, microbiology, analytical chemistry, process engineering, materials science, etc.) will be carried out to assist decision-making using optimisation and multi-criteria analysis tools, with the aim of identifying a few simple indicators for textiles and biocomposites based on broom fibres that perform well, are sustainable and have a low environmental impact. This phase of the project will call on the expertise of another IMT Mines Alès research unit (UMR EUROMOV) [2].

### 3. [Team supervision and PhD registration](#)

**Main research group** : Materials Research Centre (C2MA) – UPR Polymers Composites et Hybrids (PCH)

**Secondary research group** : Centre for Environmental and Risk Research and Education (CREER) – UPR Risk management laboratory (LSR)

**Graduate School** : ED 584 GAIA / APAB Montpellier

### 4. [Candidate profile](#)

The candidate will have an engineering degree or research master's in **polymer and composite materials, with skills in eco-materials**. Knowledge of **textile processes** is highly desirable. During the course of his/her studies, he/she will have demonstrated an aptitude for experimental research, autonomy, rigour, curiosity, teamwork and human qualities, as well as good communication skills (oral and written, in French and English).

### 5. [References](#)

[1] B. Mazian, A. Bergeret, J.C. Benezet, L. Malhautier, A comparative study of the effect of field retting time on the properties of hemp fibres harvested at different growth stages, *Fibers*, 7, 108, 2019. <https://doi.org/10.3390/fib7120108>

[2] E. Bou Orm, N. Sutton Charani, S. Bayle, J.C. Benezet, A. Bergeret, L. Malhautier, Influence of field retting on physicochemical and biological properties of Futura 75 hemp stems, *Industrial Crops and Products*, 214, 118487, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118487>

[3] X. Gabrion, G. Koolen, M. Grégoire, S. Musio, M. Bar, D. Botturi, G. Rondi, E. De Luycker, S. Amaducci, P. Ouagne, A. Van Vuure, V. Placet V. Influence of industrial processing parameters on the effective properties of long aligned European hemp fibres in composite materials. *Composites Part A*, 157, 106915, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2022.106915>

[4] K. Tilouche-Guerdelli, C. Lacoste, D. Perrin, P.J. Liotier, P. Ouagne, J. Tirillo, F. Sarasini, A. Bergeret. Tannins as biobased molecules for surface treatments of flax wrapped rovings for epoxy/flax fabrics biocomposites. Influence on mechanical properties through a multi-scale approach, *Journal of Composites Science*, 8, 75, 2024. <https://doi.org/10.3390/jcs8020075>

### 6. [Contacts](#)

- ▶ On research project : Anne Bergeret ([Anne.Bergeret@mines-ales.fr](mailto:Anne.Bergeret@mines-ales.fr)), Luc Malhautier ([Luc.Malhautier@mines-ales.fr](mailto:Luc.Malhautier@mines-ales.fr))
- ▶ For administrative information : Anne-Catherine Denni ([anne-catherine.denni@mines-ales.fr](mailto:anne-catherine.denni@mines-ales.fr))