

# HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES HDR

**NANTES UNIVERSITE**

Spécialité Mécanique des Solides, des Matériaux,  
des structures et des surfaces

Par

**Marion GIRARD**

## Mécanismes de diffusion d'eau dans les assemblages collés

Travaux présentés et soutenus à Saint-Nazaire, le 06/05/2025

Unité de recherche : Institut de recherche en Génie Civil et Mécanique, UMR CNRS 6183  
NANTES Université, École Centrale de NANTES

### Rapporteuses et rapporteurs avant soutenance

Maëlen AUFRAY Maîtresse de conférences HDR, Université de TOULOUSE (CIRIMAT)  
Xavier COLIN Professeur des Universités, Arts et Métiers Paristech (PIMM)  
Julien JUMEL Professeur HDR, ENSTA Bretagne (IRDL)

### Composition du jury

*Examinatrices et examinateurs :*

Sylvain CHATAIGNER Ingénieur Chercheur IPEF HDR, Université Gustave EIFFEL (SMC)  
Frédéric JACQUEMIN Professeur des Universités, NANTES Université (GeM)  
Valérie NASSIET Professeure des Universités, Université de TOULOUSE (ENI de TARBES)

### Invitée

Armelle CHABOT Directrice de Recherche, Université Gustave EIFFEL

**Titre :** Mécanismes de diffusion d'eau dans les assemblages collés

**Mots clés :** Assemblage collé, vieillissement humide, cinétique de diffusion, instrumentation

**Résumé :** Bien que le collage soit une technique ancestrale, ses mécanismes restent complexes, notamment dans des environnements sévères à base d'eau. Mes recherches se concentrent sur la compréhension des mécanismes de diffusion d'eau dans un assemblage collé.

Tout d'abord, dès sa mise en œuvre, le processus de polymérisation de l'adhésif, au milieu de substrats, engendre un certain nombre d'éléments décisifs pour la suite de la vie de l'assemblage structural, telles que la formation des interphases et des champs mécaniques de propriétés, de contraintes ou de déformations.

Ensuite, nous avons étudié les interactions de l'eau avec le matériau colle, pour anticiper les consé-

quences d'un environnement humide sur l'assemblage. Nous avons vu, sans grande surprise, que l'eau avait un impact délétère sur la colle. L'enjeu réside alors dans la capacité à anticiper ses propriétés au fil du temps. La modélisation et la caractérisation des cinétiques de diffusion de l'eau sont alors des axes de recherche importants.

Enfin, de nouveaux défis apparaissent lorsque la colle est entre deux substrats. En effet, la diffusion y est plus rapide et plus importante. La question est de savoir pourquoi, et encore une fois, de pouvoir l'anticiper. L'objectif final étant de développer des modèles prédictifs permettant d'anticiper la durabilité des assemblages collés et d'optimiser leur conception.

**Title :** Water diffusion mechanisms in bonded assemblies

**Keywords :** Adhesive bonding, wet ageing, water diffusion kinetics, instrumentation

**Abstract :** Although bonding is an archaic technique, its mechanisms remain complex, particularly in hostile aqueous environments. My research focuses on understanding the mechanisms of water diffusion in a bonded assembly.

Firstly, the polymerisation process of the adhesive between the substrates generates a number of critical elements for the subsequent life of the structural assembly, such as the formation of interphases and mechanical fields of properties, stresses or deformations.

We then studied the interactions of water with the adhesive material in order to anticipate the consequences of a humid environment on the assembly.

Not surprisingly, we found that water has a detrimental effect on the adhesive. The challenge is therefore to be able to predict its properties over time. Modelling and characterisation of water diffusion kinetics are therefore important areas of research.

Finally, new challenges arise when the adhesive is between two substrates. Diffusion is faster and more important. The question is why and, again, how to anticipate this. The ultimate goal is to develop predictive models that will enable us to anticipate the durability of bonded assemblies and optimise their design.