



## Evaluation de la solubilité d'un polymère conducteur dans un solvant

### *Identification du solvant adéquat*

**Unité : CERI Energie et Environnement**

**Responsable hiérarchique :** Patrice Coddeville

**Nature de l'emploi : Stage Recherche M2 Ou M1**

**Lieu de travail :** IMT Nord Europe, site Bourseul, Bâtiment Gay-Lussac, 941 rue Charles Bourseul, Douai,  
(déplacements occasionnels sur le second site Lahure au 764 Boulevard Lahure, Douai)

#### Contexte :

Ecole sous tutelle du ministère en charge de l'économie et des finances, et école de l'Institut Mines Télécom, IMT Nord Europe a 3 missions principales : former des ingénieurs responsables aptes à résoudre les grandes problématiques du XXIème siècle ; mener des recherches débouchant sur des innovations à haute valeur ajoutée ; soutenir le développement des territoires notamment en facilitant l'innovation et les créations d'entreprises. Son objectif est de former les ingénieurs de demain, maîtrisant à la fois les technologies numériques et les savoir-faire industriels. Idéalement située au carrefour de l'Europe, à 1 heure de Paris, 30 minutes de Bruxelles et 1H30 de Londres, IMT Nord Europe a l'ambition de devenir un acteur majeur des grandes transformations industrielles, numériques et environnementales du XXIème siècle en combinant, tant dans ses enseignements et que dans sa recherche, les sciences de l'ingénieur et les technologies du digital.

Localisée sur 2 sites principaux d'enseignement et de recherche, à Lille et à Douai, IMT Nord Europe s'appuie sur plus de 20000m<sup>2</sup> de laboratoire pour développer un enseignement de haut niveau et une recherche d'excellence dans les domaines suivants :

- Systèmes Numériques
- Energie Environnement
- Matériaux et Procédés

Pour plus de détails, consulter le site internet de l'Ecole : [www.imt-nord-europe.fr](http://www.imt-nord-europe.fr)

Le stage est à pourvoir au sein du Centre d'Enseignement, de Recherche et d'Innovation en Energie Environnement (CERI EE). Au sein de ce CERI, l'étudiant stagiaire travaillera au sein de l'équipe pluridisciplinaire « Capteurs », se composant de chercheurs spécialisés dans les domaines de la chimie et physique de l'atmosphère, des matériaux polymères et de l'électronique. Les activités de cette équipe se concentrent en particulier sur le développement de systèmes multi-capteurs dédiés à la surveillance des polluants de l'air (NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S...), de la formulation et mise en œuvre des polymères conducteurs utilisés dans ces applications jusqu'à la mesure des concentrations en gaz détectés par ces matériaux.

#### Sujet du stage

Le stage s'intéresse en priorité à la formulation du polymère composant les capteurs sensibles à la détection du gaz ammoniac. Le sujet est décrit par la suite :

La polyaniline est un polymère semi-conducteur, qui une fois dopée, voit sa conductivité augmenter significativement. Sous sa forme dopée, la polyaniline devenue acide va réagir avec l'ammoniac et conduire à une variation de la conductivité et a fortiori de la résistance électrique. Ainsi, cette propriété de conduction de la polyaniline est forte attrayante dans le domaine des capteurs de gaz basiques.

Toutefois, si la réaction matériau/ gaz est bien identifiée dans le mécanisme du capteur, l'étape de dopage de la polyaniline en solution est mal comprise et repose sur un certain nombre de paramètres (nature du dopant, nature du solvant, interaction polymère/solvant...)

En effet, l'étape de dopage consiste à mélanger la polyaniline avec un agent dopant et ce dans un solvant, qui lui-même peut avoir une influence sur la conductivité du polymère. Des éléments présents dans la littérature indiquent que la bonne conductivité d'une solution « polyaniline dopée/solvant » est liée au type de conformation que le polymère dopé prend dans cette solution (conformation bobine plus ou moins enchevêtrée...). Le niveau d'enchevêtrement d'un polymère dans un solvant dépend du niveau d'interactions que les monomères ont entre eux et avec le solvant. Ainsi, si le polymère a une bonne affinité avec un solvant, il est attendu que ce dernier se « solubilise » dans le solvant.

L'objectif de ce stage est d'identifier le bon solvant qui permettra à la combinaison « polymère/dopant/solvant » d'atteindre une conductivité optimale entraînant une réponse rapide au gaz ammoniac. Pour cela, l'approche choisie est de s'intéresser à la solubilité du polymère dopé dans différents solvants, via l'utilisation des paramètres de solubilité.

**Activités :** Les activités du stagiaire se dérouleront de la façon suivante :

- **Etude bibliographique**

Prise en main du sujet de recherche

Présentation de l'étape de dopage du polymère étudié

Approfondissement des phénomènes liés à la dissolution d'un polymère dans un solvant, à l'utilisation des paramètres de solubilité dans le domaine polymère. Avantages et Limites de cette approche

- **Partie expérimentale**

Réalisation de tests expérimentaux simples (viscosité, spectrométrie UV/Vis...) à mettre en place pour caractériser les dispersions polymère/solvant, préalablement préparées.

Mesure de la conductivité des échantillons polymères conducteurs obtenus

Influence de la nature du solvant sur les propriétés du matériau final

- **Partie simulation**

Prise en main de l'utilisation d'un logiciel de prédiction des paramètres de solubilité (HSPiP...) à l'aide du manuel et des tutoriels disponibles. Essais de faisabilité d'optimisation du solvant à l'aide du logiciel.

Idéalement, la mise en corrélation finale des résultats expérimentaux et des résultats de simulation sera effectuée sur la problématique de dissolution d'un polymère dans un solvant.

Il est attendu que le stagiaire statue sur la faisabilité de cette approche pour évaluer la solubilité polymère/solvant et pour identifier le solvant adéquat à la formulation étudiée.

**Profil du candidat :** (Prérequis/ Diplôme)

Recherche d'un(e) étudiant(e) en master 2 ou école d'ingénieur chimiste, formulation, matériaux polymères, Galénique....Il est attendu de l'étudiant stagiaire qu'il ait :

- Des connaissances dans les techniques de caractérisation (physico-chimiques, viscosité...)

- Des connaissances dans les polymères et la formulation de systèmes dispersés
- Des connaissances de base des aspects Hygiène/Sécurité/Environnement en laboratoire
- La maîtrise des outils d'étude bibliographique et informatiques

L'étudiant devra aussi avoir le goût prononcé pour la recherche, l'exploration de nouvelles solutions, l'expérimentation et la rédaction de rapports.

Autres qualités recherchées : Prise d'initiative, Bon communicant, Organisé(e), Sérieux(se), Rigoureux (se), Autonome

**Conditions :**

Le poste est à pourvoir le plus tôt possible pour une durée de 5 à 6 mois.

**Renseignements et modalités de dépôt de candidature :**

Curriculum Vitae et lettre de motivation à envoyer à :

Sabine Vassaux, [sabine.vassaux@imt-nord-europe.fr](mailto:sabine.vassaux@imt-nord-europe.fr)

**Date limite de candidature :** 06/03/2023