

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

La waide (Isatis tinctoria L.), plante historique des Hauts-de-France, source de métabolites spécialisés pour des applications colorantes et biologiques.

dirigés par Monsieur Patrick MARTIN et Madame Nathalie PAWLICKI - JULLIAN

Soutenance prévue le **mardi 19 novembre 2024** à 10h00

Lieu : IUT de Béthune, 1230 Rue de l'Université CS 20819, 62400 Béthune

Salle : Amphithéâtre G0.02

Composition du jury proposé

M. Patrick MARTIN	Université d'Artois	Directeur de thèse
Mme Nathalie PAWLICKI-JULLIAN	Université de Picardie Jules Verne	Co-directrice de thèse
M. Nicolas JOLY	Université d'Artois	Examineur
Mme Elodie CHOQUE	Université de Picardie Jules Verne	Examinatrice
Mme Maryline VIAN ABERT	Université d'Avignon	Rapporteuse
Mme Erika CLAVIJO	Polytech Lille	Examinatrice
Mme Florence MATHIEU	Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse	Rapporteuse
M. Vincent SOL	Université de Limoges	Examineur
M. David BRUNEL	SAS Couleurs Végétales de France	Invité

Résumé :

La production d'indigo représente jusqu'à 80 000 tonnes dont plus de 50 % est destinée à l'industrie du denim. Aujourd'hui, elle est l'un des secteurs les plus représentatifs de la structure industrielle mondiale et se classe parmi les industries les plus polluantes, contribuant à près de 10 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre et jusqu'à 20 % de la pollution industrielle des eaux. Dans une démarche de développement durable, il devient urgent de repenser en profondeur la production d'indigo, notamment en explorant des alternatives biosourcées comme l'extraction d'indigo naturel depuis les feuilles d'*Isatis tinctoria*. Longtemps cultivée dans le nord de la France et connue sous son appellation régionale de « waide », elle a permis notamment de financer une partie de la cathédrale d'Amiens durant le Moyen-âge. L'objectif de ce projet est de proposer une production naturelle et locale, permettant aux producteurs d'extraire l'indigo et de teindre avec le pigment obtenu. Cette approche pourrait contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans une dynamique de chaîne d'approvisionnement courte, tout en soutenant une économie locale et circulaire. Notre premier objectif a été d'étudier un procédé d'extraction d'un site agricole existant, de l'adapter à l'échelle laboratoire et d'en réaliser son optimisation. L'indigotine, pigment bleu majeur, se forme à partir de précurseurs O-hétérosides : l'indicane, l'isatan B et l'isatan A. Une fois extraits et hydrolysés lors de l'étape d'infusion, ces précurseurs permettent de former l'indoxyle, la molécule responsable de la formation de l'indigotine après une réaction à l'air lors de l'étape d'oxydation. En outre, l'isatine le produit d'hydrolyse, de l'isatan C et du glycoside de dioxindole forment avec l'indoxyle, l'indirubine, un pigment rubis isomère de l'indigotine. Afin de quantifier ces composés d'intérêts, une méthode d'analyse HPLC a été développée. L'optimisation de la phase d'oxydation a ensuite été réalisée afin de permettre une oxydation complète de l'indoxyle. Trois méthodes ont été réalisées : (i) une aération O₂, (ii) une oxydation au tetrachloroferrate et (iii) une oxydation spontanée. L'oxydation par le tetrachloroferrate (III) a permis de réaliser l'optimisation de la phase d'infusion, dont l'objectif été de trouver les paramètres adaptés afin de maximiser la solubilisation de ces précurseurs. Dans ce cadre, cette oxydation réalisée en milieu HCl permettait une hydrolyse des précurseurs, maximisant la production d'indoxyle et in fine celle en indigotine / indirubine. Un plan d'expérience (2⁴-1) a été mis en place pour déterminer les paramètres optimaux de cette phase. Dans une démarche de valorisation zéro déchet d'*Isatis tinctoria*, le second objectif a été d'évaluer les capacités antioxydantes de différentes parties de la plante afin de proposer des valorisations supplémentaires à celle de l'indigo. L'extrait aqueux, issu du surnageant du procédé indigo, a été identifié comme le principal extrait à valoriser, tandis que des extraits hydroalcooliques de feuilles fraîches, de racines et de résidus de feuilles séchées après extraction aqueuse ont également été étudiés. L'intérêt était de comparer d'une part l'extraction aqueuse et hydroalcooliques des feuilles fraîches afin de savoir si elles étaient en compétition. Et d'autre part d'identifier si les extraits hydroalcooliques secondaires présentaient un intérêt à être valorisés. Quatre tests antioxydants (CUPRAC, FRAP, ABTS et DPPH) ont été réalisés, révélant que les extraits hydroalcooliques de feuilles fraîches présentaient les meilleures capacités antioxydantes. Les extraits aqueux de feuilles et hydroalcooliques de racines, ont montré respectivement des capacités antioxydantes intéressantes au test FRAP et CUPRAC. Tandis que les extraits de feuilles séchées se sont révélés moins actifs, suggérant une méthanisation comme voie de valorisation possible pour ces co-produits.