

Proposition de Thèse CIFRE

Étude des mécanismes d'interaction des ultrasons de puissance avec les solvants eutectique profonds naturels : Application à l'extraction végétale

Les solvants organiques, largement utilisés dans l'industrie, posent des problèmes de coût, de toxicité et d'impact environnemental. Pour y remédier, les solvants biosourcés, notamment les solvants eutectiques profonds naturels (NaDES), sont de plus en plus étudiés. Conformément aux principes de la chimie verte, les NaDES sont composés de métabolites végétaux et présentent une stabilité à température ambiante. Ils sont prometteurs pour l'extraction de biomolécules à partir de biomasses végétales ou de microalgues, en particulier dans le secteur cosmétique. L'extraction peut être améliorée par l'usage d'ultrasons, via un phénomène appelé cavitation acoustique. Cette technique fragmente les matrices végétales et favorise la diffusion du solvant. Elle est traditionnellement réalisée avec des ultrasons de basse fréquence (20–50 kHz). Des études ont exploré le couplage NaDES/ultrasons pour valoriser les produits naturels. Cependant, l'effet des ultrasons à haute fréquence (MHz) dans ce contexte n'a pas encore été étudié.

Ce projet de thèse se propose d'étudier de façon innovante l'impact des ultrasons de puissance à haute fréquences (500 kHz - 5 MHz) pour l'extraction de molécules d'intérêt à l'aide de NaDES. Il s'agit d'étudier les effets des ultrasons de puissance sur les NaDES afin de potentialiser leurs effets et d'envisager la dissémination de cette technologie dans le domaine des sciences extractives. Le travail proposé est divisé en trois grandes parties. Il s'agira de modéliser, fabriquer et caractériser une cellule d'insonification permettant le traitement d'une biomasse assisté par ultrasons. Dans le même temps, les NaDES d'intérêts seront identifiés au regard de la biomasse ciblée. Ils seront alors caractérisés sous un point de vue de leurs propriétés acoustiques que de leurs propriétés physico-chimiques avant et après insonification. Il s'agira alors d'établir des relations structures propriétés sur ces NaDES. À l'issue de ce travail, une expérimentation sur des composés végétaux sera menée afin de démontrer le potentiel de l'extraction végétale, assistée par ultrasons dans des NaDES.

Pour atteindre cet objectif le projet repose sur un consortium réunissant une équipe spécialisée dans la conception et l'instrumentation de dispositifs ultrasonores et la caractérisation de milieux complexes (GREMAN), une équipe spécialisée en design et développement d'éco-procédés utilisant les NaDES (SIMBA) et la société GeniAlis, spécialisée dans la conception et l'intégration d'équipements de laboratoire, comme des dispositifs ultrasonores à haute fréquence, pour l'agro-alimentaire, la cosmétique et la santé.

Présentation des laboratoires et de l'entreprise

L'activité sera partagée entre le laboratoire GREMAN, le laboratoire SIMBA et la société GeniAlis

GREMAN (Université de Tours, CNRS, INSA Centre Val de Loire) est un laboratoire spécialisé dans les matériaux et dispositifs pour la conversion et la gestion de l'énergie électrique, avec un fort accent sur l'efficacité énergétique. L'équipe DISCUS, impliquée dans le projet, est experte en caractérisation des matériaux piézoélectriques et en modélisation de dispositifs de transduction acoustique. Le laboratoire dispose

d'équipements avancés pour les mesures électriques et acoustiques, notamment en haute puissance. Il maîtrise aussi des outils de simulation numérique (analytique et éléments finis) pour modéliser les champs acoustiques rayonnés, en s'appuyant notamment sur le centre de calcul Cascimodot. Les travaux seront menés sur le pôle acoustique et piézoélectricité du laboratoire situé à l'INSA centre Val de Loire à BLOIS

SIMBA (Université de Tours) est un laboratoire de recherche axé sur la découverte de molécules à potentiel thérapeutique, issues de la synthèse chimique ou extraites de végétaux et microalgues. Il développe deux axes principaux : (1) les solvants eutectiques naturels (NaDES) pour un développement durable, et (2) la conception de nouvelles structures moléculaires. Dans ce cadre, SIMBA conçoit des NaDES via des outils in silico comme COSMO-RS, et dispose d'une plateforme d'éco-extraction et d'analyse pour caractériser les extraits végétaux, soutenue par des collaborations locales solides.

GeniAlis est avant tout une société d'ingénierie de l'innovation, dont les savoir-faire se sont développés : autour de la méthodologie de conduite des projets innovants dans le domaine de l'alimentaire, de la cosmétologie, notamment de l'échelle paillasse à l'échelle industrielle, et des produits et applications associés. GeniAlis s'intéresse depuis sa création aux ultrasons de fréquences comprises entre 1MHz et 5MHz. La société a ainsi développé une véritable expertise relative à la conception d'équipements, notamment au niveau des électroniques nécessaires à l'alimentation des éléments piézo-électriques émettant lesdits ultrasons.

Profil de recrutement –

Formation et compétences attendues :

- Diplôme d'ingénieur ou Master 2 avec spécialisation en électronique, mécanique, acoustique ou domaines connexes.
- Solides connaissances en physique des ondes, acoustique, piézoélectricité et transduction ultrasonore.
- Compétences en modélisation numérique (éléments finis, simulation de champ acoustique, etc.) fortement appréciées.
- Intérêt pour la caractérisation expérimentale de matériaux (réponse électroacoustique, mesures en champ libre, etc.).

Compétences complémentaires appréciées :

- Notions de chimie organique ou de techniques d'analyse physico-chimiques.
- Sensibilité pour les approches interdisciplinaires associant physique, chimie et ingénierie.
- Goût pour le travail en équipe, rigueur scientifique, autonomie et capacité à communiquer en français et en anglais (oral et écrit).

Candidature : envoyer par mail un dossier constitué d'un CV détaillé, d'une lettre de motivation à Contacts :

guy.feullard@insa-cvl.fr
GREMAN, Pôle A&P
INSA Centre Val de Loire
Rue de la chocolaterie
CS 23410
41034 Blois CEDEX

Guillaume Gillet
GeniAlis
[20 Rte d'Achères, 18250 Henrichemont](https://www.genialis.fr)
g.gillet@genialis.fr