



**HAL**  
open science

## Conception de Liquides Ioniques Biosourcés (LIBIOS) des nouveaux solvants verts

Doféré Yeo, Patrick Martin, Nicolas Joly, Vincent Lequart

► **To cite this version:**

Doféré Yeo, Patrick Martin, Nicolas Joly, Vincent Lequart. Conception de Liquides Ioniques Biosourcés (LIBIOS) des nouveaux solvants verts. CNRIUT 2025 Bayonne - Pays Basque, IUT de Bayonne Pays Basque, Mar 2025, Bayonne, France. <hal-05093339>

**HAL Id: hal-05093339**

**<https://hal.science/hal-05093339v1>**

Submitted on 2 Jun 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

---

**Conception de Liquides Ioniques Biosourcés (LIBIOS) des nouveaux solvants verts**

---

**Doféré YEO<sup>1</sup>**

dofere.yeo@univ-artois.fr

**Dr Vincent LEQUART<sup>1</sup>**

vincent.lequart@univ-artois.fr

**Pr. Nicolas JOLY<sup>1</sup>**

nicolas.joly@univ-artois.fr

**Pr. Patrick MARTIN<sup>1</sup>**

patrick.martin@univ-artois.fr

<sup>1</sup>Unité Transformations & Agrosources - ULR7519, Univ. Artois, UniLaSalle, IUT Béthune 62408 Béthune

**Thèmes - Chimie Organique – Chimie Biosourcée – Environnement**

**Résumé -**

*L'objectif principal de cette thèse est de concevoir des solvants innovants et plus précisément des liquides ioniques, considérés comme des solvants verts en raison de leur respect de certains critères écologiques tels que l'inflammabilité, la faible toxicité, la facilité de stockage etc. Notre travail se concentre plus spécifiquement sur la synthèse de liquides ioniques biosourcés (LIBIOS), leur caractérisation ainsi que l'exploration de certaines de leurs applications pratiques comme leur utilisation dans l'extraction de molécules d'intérêts à partir de biomasse végétale et la solubilisation de biopolymères (cellulose, amidon etc.).*

*A titre d'exemple, nous présentons ici la synthèse et la caractérisation de deux liquides ioniques biosourcés, le [GABAC<sub>1</sub>][NO<sub>3</sub>] (nitrate d'ester méthylique de l'acide γ-aminobutyrique) et le [GABAC<sub>1</sub>][CH<sub>3</sub>COO] (acétate d'ester méthylique de l'acide γ-aminobutyrique).*

**Mots clés -** liquide ionique, biosourcé, extraction, solubilisation

**Section CNU – 32.** Chimie organique, minérale, industrielle.

**Article présenté à l'oral par un doctorant : OUI**

## 1. Introduction

Les solvants organiques conventionnels tels que les solvants volatils et/ou pétrosourcés offrent la possibilité de bien contrôler, voire d'influencer les réactions chimiques. Ils sont utilisés dans de nombreux domaines du quotidien tels que le dégraissage, le nettoyage, le décapage, l'imprimerie, les adhésifs, les industries chimiques et pharmaceutiques. Cependant l'usage de la plupart d'entre eux est associé à des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Ces enjeux écologiques et environnementaux contraignent les chimistes à intégrer la maîtrise des risques dans leur procédure de synthèse, d'extraction et de production [1]. Dans ce contexte, le développement de solvants verts apparaît comme une alternative prometteuse aux solvants organiques conventionnels.

Depuis l'introduction de la chimie verte en 1990, le développement de solvants auxiliaires moins polluants (solvants verts) est l'un de ces douze principes clés. Parmi les solvants verts développés, figurent les solvants eutectiques, l'eau supercritique, les solvants supramoléculaires, le CO<sub>2</sub> supercritique [2] et les liquides ioniques (LIs). Ces derniers possèdent des propriétés similaires à celles des solvants organiques conventionnels, tout en ayant des effets nocifs moindres pour la santé humaine et l'environnement.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés aux LIs, plus particulièrement les LIs biosourcés (LIBIOS), c'est-à-dire ceux dérivés de matières premières renouvelables comme la biomasse végétale. Sur le plan structural, les LIs sont constitués de deux entités : l'une, anionique, qui porte une charge négative, et l'autre, cationique qui porte une charge positive (Figure 1). Pour la synthèse de nos LIs, nous utilisons comme sources de charges plus (cations) des dérivés de l'acide  $\gamma$ -aminobutyrique (GABA) qui est un acide aminé biosourcé présent dans certains végétaux (pomme de terre) et des acides biosourcés comme source de charges négatives (anions), tels que l'acide lévulinique, l'acide glycolique, l'acide acétique, l'acide lactique etc.

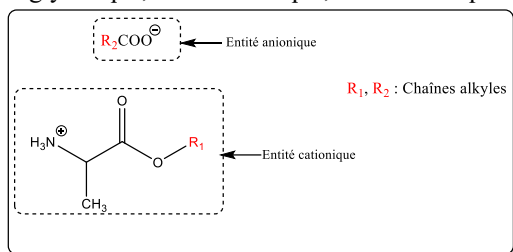


Figure 1 : Structure d'un liquide ionique [3]

Les propriétés des LIs peuvent-être modulées en fonction du choix et/ou des modifications apportées à l'entité anionique ou cationique. Cette adaptabilité leur confère un grand intérêt dans plusieurs domaines d'applications tels que la catalyse [4-6], l'électrochimie [7],

les procédés d'extraction et de séparation [7-9], les applications biomédicales et pharmaceutiques [10]. Dans cette étude, nous présentons la synthèse et la caractérisation de deux liquides ioniques.

## 2. Méthodologie de synthèse

La méthode mise en place pour synthétiser les LIs est la réaction d'échange anionique. Cette réaction permet d'obtenir des LIs en deux étapes [11] (Figure 2). La première étape est une estérification de la fonction acide carboxylique pour former un sel avec un anion halogéné (Cl<sup>-</sup>). La deuxième étape est une métathèse anionique qui permet de remplacer l'anion halogéné par un anion biosourcé, permettant d'augmenter la stabilité du LI correspondant. En effet, les LIs avec les anions halogénés sont très sensibles à l'humidité et l'air, et ont tendance à se dégrader en présence d'humidité.

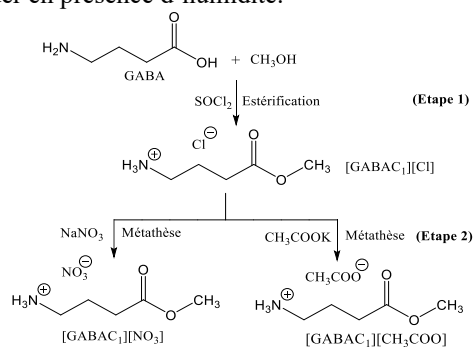


Figure 2 : Schéma de synthèse des liquides ioniques [GABAC<sub>1</sub>][NO<sub>3</sub>] et [GABAC<sub>1</sub>][CH<sub>3</sub>COO]

La synthèse de chacun de ces composés a été répétée trois fois pour s'assurer de la reproductibilité de la synthèse.

## 3. Résultats

### 3-1. Caractéristiques des composés synthétisés

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des composés synthétisés, à savoir leur aspect physique à température ambiante (TA) ainsi que le rendement (Rdt) de synthèse.

Tableau 1 : Caractéristiques des composés synthétisés

Composés	Aspect à TA	Rdt (%)
[GABAC <sub>1</sub> ][NO <sub>3</sub> ]	Liquide visqueux de couleur dorée	77±3
[GABAC <sub>1</sub> ][CH <sub>3</sub> COO]	Liquide visqueux de couleur jaune	61±3

Comme présenté dans ce tableau, ces composés sont tous liquides à température ambiante. Ils peuvent donc être considérés comme étant des liquides ioniques.

### 3-2. Caractérisations et propriétés physico-chimiques

La stabilité thermique de ces composés a été déterminée par la mesure de leur température de décomposition à l'aide de l'analyse thermogravimétrique (ATG) qui est une technique d'analyse permettant de mesurer la perte de

masse d'un échantillon en fonction de l'augmentation de la température. Les échantillons S1, S2 et S3 correspondent à trois synthèses du même produit ( $[\text{GABAC}_1][\text{NO}_3]$ ) dans les mêmes conditions. Au regard des résultats de la figure 3, il apparaît que les températures de décomposition mesurées pour le  $[\text{GABAC}_1][\text{NO}_3]$  sont du même ordre de grandeur pour les triplicatas (S1, S2, S3). En effet, elles sont respectivement de  $215 \pm 2,5^\circ\text{C}$ ,  $212 \pm 2,5^\circ\text{C}$ ,  $217 \pm 2,5^\circ\text{C}$  pour S1, S2 et S3. Ceci indique que le produit obtenu est identique à chaque synthèse, attestant ainsi de la reproductibilité de cette méthode de synthèse. Cette procédure a ensuite été appliquée pour déterminer la température de décomposition moyenne du composé  $[\text{GABAC}_1][\text{CH}_3\text{COO}]$  qui est de l'ordre de  $201 \pm 4^\circ\text{C}$ .

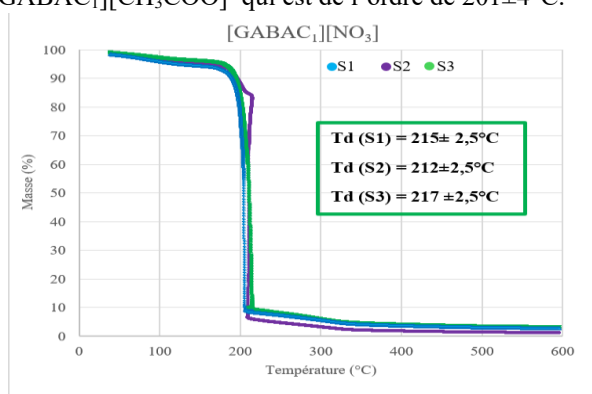


Figure 3 : Analyse thermogravimétrique révélant la température de dégradation de  $[\text{GABAC}_1][\text{NO}_3]$  pour les synthèses 1, 2 et 3

De plus les températures de décomposition élevées suggèrent que ces composés sont thermiquement stables et pourraient être utilisés dans des réactions nécessitant une température élevée sans risque de dégradation du solvant.

Ces composés ont été caractérisés par les techniques d'analyses usuelles à savoir, la RMN (Résonance Magnétique Nucléaire), la spectroscopie infrarouge (IR) et l'analyse élémentaire (AE). La combinaison des résultats de ces analyses a permis d'identifier les structures de ces composés confirmant ainsi cette méthode de synthèse.

Comme applications, nous étudions actuellement la capacité de ces deux solvants à solubiliser la cellulose. L'objectif est de pouvoir utiliser ces LIs ionique par la suite pour extraire la cellulose à partir de biomasse végétale.

#### 4. Conclusion

Dans ce travail, nous avons synthétisé deux nouveaux liquides ioniques, le  $[\text{GABAC}_1][\text{NO}_3]$  et  $[\text{GABAC}_1][\text{CH}_3\text{COO}]$  selon la méthode de l'échange anionique, qui est une méthode de synthèse permettant d'obtenir des liquides ioniques en deux étapes. La combinaison des résultats des analyses a permis d'identifier les structures de ces composés, confirmant ainsi la réussite de nos synthèses. Les températures de décomposition moyennes mesurées pour ces composés sont toutes

supérieures à  $200^\circ\text{C}$  avec respectivement  $215 \pm 2,5^\circ\text{C}$  pour  $[\text{GABAC}_1][\text{NO}_3]$  et  $201 \pm 4^\circ\text{C}$  pour  $[\text{GABAC}_1][\text{CH}_3\text{COO}]$ .

#### 5. Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur profonde gratitude à la Région Hauts-de-France et à l'Université d'Artois pour le financement de cette thèse, ainsi qu'à l'IUT de Béthune hébergeant l'Unité Transformation & Agroressources.

#### Références

- [1]. Barhdadi R, Courtinard C, Nédélec JY, Troupel M. Room-temperature ionic liquids as new solvents for organic electrosynthesis. The first examples of direct or nickel-catalysed electroreductive coupling involving organic halides. *Chem Commun.* 2003;(12):1434-5.
- [2]. Dai Y, Van Spronsen J, Witkamp GJ, Verpoorte R, Choi YH. Natural deep eutectic solvents as new potential media for green technology. *Analytica Chimica Acta.* mars 2013;766:61-8.
- [3]. Tao G hong, He L, Liu W shan, Xu L, Xiong W, Wang T, et al. Preparation, characterization and application of amino acid-based green ionic liquids. *Green Chem.* 3 juill 2006;8(7):639-46.
- [4]. Guglielmo L, Mezzetta A, Pomelli CS, Chiappe C, Guazzelli L. Evaluation of the effect of the dicationic ionic liquid structure on the cycloaddition of  $\text{CO}_2$  to epoxides. *Journal of  $\text{CO}_2$  Utilization.* 1 déc 2019;34:437-45.
- [5]. Padvi SA, Dalal DS. Task-specific Ionic Liquids as a Green Catalysts and Solvents for Organic Synthesis. *CGC.* 15 mai 2020;7(1):105-19.
- [6]. Qiao Y, Ma W, Theyssen N, Chen C, Hou Z. Temperature-Responsive Ionic Liquids: Fundamental Behaviors and Catalytic Applications. *Chem Rev.* 24 mai 2017;117(10):6881-928.
- [7]. Watanabe M, Thomas ML, Zhang S, Ueno K, Yasuda T, Dokko K. Application of Ionic Liquids to Energy Storage and Conversion Materials and Devices. *Chem Rev.* 24 mai 2017;117(10):7190-239.
- [8]. Ventura SPM, e Silva FA, Quental MV, Mondal D, Freire MG, Coutinho JAP. Ionic-Liquid-Mediated Extraction and Separation Processes for Bioactive Compounds: Past, Present, and Future Trends. *Chem Rev.* 24 mai 2017;117(10):6984-7052.
- [9]. Skoronski E, Fernandes M, Malaret FJ, Hallett JP. Use of phosphonium ionic liquids for highly efficient extraction of phenolic compounds from water. *Separation and Purification Technology.* 1 oct 2020;248:117069.
- [10]. Agatemor C, Ibsen KN, Tanner EEL, Mitragotri S. Ionic liquids for addressing unmet needs in healthcare. *Bioengineering & Translational Medicine.* 2018;3(1):7-25.
- [11]. Tao G hong, He L, Sun N, Kou Y. New generation ionic liquids: cations derived from amino acids. *Chem Commun.* 2005;(28):3562.