

# ÉLABORATION DE CAPSULES PERMETTANT LE CONDITIONNEMENT D'EAU POTABLE

La surabondance des déchets plastiques ainsi que ses conséquences sur la nature et sur notre santé nous questionnent. De plus, notre goût pour la pâtisserie nous a orienté vers la cuisine moléculaire. Nous nous sommes donc demandés si celle-ci pouvait apporter une réponse pertinente à la surconsommation de plastique.

La méthode d'encapsulation d'eau potable est un moyen de transition vers des contenants plus écologiques. En effet, la transformation de polymères naturels comme l'alginate en membrane d'hydrogel offre une approche plus durable pour le stockage.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- *DOYELLE Antoine*

**Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :**

- *CHIMIE (Chimie Théorique - Générale)*

- *CHIMIE (Chimie Inorganique)*

- *PHYSIQUE (Physique de la Matière)*

**Mots-clés (ÉTAPE 1) :**

**Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)**

*Encapsulation*                      *Encapsulation*

*Eau potable*                              *Drinking water*

*Membrane d'hydrogel*              *Hydrogel membrane*

*Sphère à coeur liquide*              *Aqueous-core sphere*

*Diffusion*                                  *Diffusion*

**Bibliographie commentée**

Plus de deux milliards de personnes dans le monde n'ont toujours pas accès à l'eau potable [1]. Dans le même temps, c'est environ 1,5 millions de bouteilles d'eau en plastique jetables qui sont utilisées chaque heure en France. Avec les quelques 400 000 tonnes de pétrole et 8 milliards de kWh d'énergie nécessaire à leur fabrication, les bouteilles à usage unique sont l'un des symboles du gaspillage des ressources [2]. Ainsi il est urgent de trouver une alternative sobre et fiable

répondant aux mêmes exigences que les bouteilles plastiques. De plus, les bouteilles en plastique contaminent l'eau qu'elles contiennent [3]. Garantir sa potabilité demeure donc indispensable [1].

La méthode d'encapsulation permet un stockage d'eau liquide grâce à une membrane d'hydrogel. Cette dernière est formée à partir de polymères (issus de la transformation de végétaux, ex : alginate et pectine) réagissant avec une solution d'ion calcium.

Il existe alors différentes techniques d'encapsulation. Ainsi, pour des microcapsules, l'une des méthodes [4] consiste à former des gouttes de solution de polymère, contenant la substance à encapsuler, au sein de la solution ionique, ce qui créera la membrane de l'extérieur vers l'intérieur de la sphère. Le processus de gélification est impossible à arrêter. On obtient alors des sphères pleines et non des capsules. Cette méthode peut être effectuée dans l'autre sens en formant des gouttes de solution ionique (d'ions calcium  $Ca^{2+}$ ), contenant la substance à encapsuler, au sein de la solution de polymère. Les ions calcium vont diffuser à la surface des gouttes et former par gélification une membrane [5]. L'épaisseur de cette membrane dépend du temps de diffusion.

Ce procédé a donné naissance à un grand nombre de produits industriels [5][6]. Les perles de sirop dans les boissons "Bubble Tea" est le produit le plus connu du grand public. Cette technologie repose sur la création de capsules d'hydrogel à cœur liquide. Un hydrogel est un réseau à trois dimensions de polymère gonflé par une grande quantité d'eau. Il peut être naturel ou synthétique, biodégradable ou non [5]. Dans le milieu pharmaceutique, le recours à la micro-encapsulation, voire même à la nano-encapsulation comestible, permet la libération contrôlée de principes actifs (PA)(substances bioactives ou médicaments) [7]. En effet, le choix du gélifiant et du réseau d'hydrogel permet un contrôle de la taille des pores de la membrane et rend ainsi possible une optimisation de la diffusion du PA dans le corps du patient [5]. De son côté, la cosmétique a recours à l'encapsulation pour des raisons marketing en promouvant la protection des actifs [6]. La taille de ces capsules est également comprise entre quelques centaines de micromètres et quelques millimètres. En revanche des capsules de taille plus importante pouvant stocker quelques centilitres d'eau ont déjà été expérimentées lors du marathon de Londres en 2019.

La cuisine moléculaire a montré qu'il est possible de faire des capsules de taille plus importante bien que trop peu résistantes. Il existe alors différents polymères et différents mélanges permettant de former des membranes plus résistantes et hermétiques [7][8]. En effet, garantir l'herméticité des capsules est essentielle pour assurer la potabilité de l'eau renfermée et contrer les phénomènes de diffusion sur des durées raisonnablement longues.

## **Problématique retenue**

Dans quelle mesure l'encapsulation d'eau potable par formation de membranes d'hydrogel peut-elle être une alternative aux bouteilles d'eau en plastique?

## Objectifs du TIPE du candidat

- 1/.Détermination du procédé optimal pour la fabrication des capsules d'eau
- 2/.Évaluation de la durée de vie des capsules d'eau
- 3/.Etude de la détérioration de la membrane d'hydrogel

## Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] NATIONS UNIES : Global Issues: Water : <https://www.un.org/en/global-issues/water>
- [2] SERVICE COMMUNICATION DE KYUKÉ : La consommation de bouteilles plastique au quotidien : <https://kyuke.fr/blogs/infos/consommation-eau-en-bouteille>
- [3] SANDEE LAMOTTE : Bottled water packed with nanoplastics, study finds : [edition.cnn.com](http://edition.cnn.com)
- [4] HUGO DOMÉJEAN DOMÉJEAN : Formation de capsules d'hydrogel à coeur aqueux par fragmentation d'un jet composé de fluides complexes : <https://theses.hal.science/tel-01127360>
- [5] LESLIE ROLLAND : Propriétés physico-chimiques de capsules d'hydrogel à coeur liquide : <https://pastel.hal.science/tel-00919083>
- [6] M ÉDOUARD DULIÈGE : Encapsulation et élicitation de microalgues pour la cosmétique : <https://theses.hal.science/tel-02512611>
- [7] MAHÉ JOAQUIM : La pectine, Applications d'un polymère biodégradable dans le domaine de la santé : <https://dune.univ-angers.fr/fichiers/20062240/2019PPHA9841/fichier/9841F.pdf>
- [8] JÉRÉMY CARPENTIER : Etude de la coacervation complexe de biopolymères d'origine végétale pour l'élaboration de systèmes d'encapsulation à libération contrôlée d'actifs lipophiles : <https://theses.hal.science/tel-04149371>