

Algoroute

Des micro-algues pour remplacer le bitume de pétrole

Les produits pétroliers sont aujourd'hui largement utilisés pour fabriquer nos routes : ce sont les revêtements bitumineux. Mélanges de granulats et d'une colle d'origine pétrolière, ils procurent un confort de conduite inégalé. Quelle alternative renouvelable imaginer dans un monde post-pétrole ? La chimie « verte », bio-sourcée, propose des voies séduisantes. Certes des produits de substitution totale ou partiellement d'origine végétale existent déjà sur le marché ; mais leur disponibilité en très grandes quantités pose problème ! Comme dans le domaine des biocarburants, la culture des micro-algues va-t-elle nous permettre de passer à la vitesse supérieure pour produire un nouveau bitume bio-sourcé, renouvelable, en substitution au bitume de pétrole ?

La culture des micro-algues présente un double avantage par rapport à celle des plantes aériennes : avoir très forts rendements en biomasse et ne pas entrer en compétition avec les productions liées à l'alimentation humaine. Ceci n'a échappé ni aux producteurs de biocarburants ni à ceux qui cherchent à produire des ressources alimentaires nouvelles. Le projet Algoroute veut valoriser totalement la biomasse alguaire. Après avoir sélectionné une variété riche en protéines (*Scenedesmus sp* d'Alpha Biotech), le procédé consiste à extraire les protéines pour une première valorisation alimentaire, puis à valoriser les résidus de cette production par fractionnement et des procédés thermo-chimiques.

On obtient alors un liant hydrophobe (qui repousse l'eau) et viscoélastique. Ce liant doit pouvoir assurer la cohésion d'un milieu granulaire tout en résistant aux contraintes locales, qu'elles soient mécaniques



Ballon d'extraction de liant algal

(le trafic) ou thermiques (le climat). Mais pour pouvoir prétendre complètement remplacer le bitume dans les enrobés routiers, ce « polymère végétal » doit aussi posséder les propriétés physico-chimiques permettant une mise en œuvre aisée, notamment une bonne capacité à « mouiller » les granulats et à les enrober. Il doit aussi faire preuve d'une bonne résistance sur le long terme, et maintenir la cohésion de la structure granulaire dans les conditions d'usage (rigidité, résistance à la fissuration).

Après trois années de recherche à l'Ifsttar, le traitement de la biomasse micro-algale par un procédé de liquéfaction hydrothermale (LH) a été sélectionné. Très précisément, ce sont les conditions de liquéfaction qui permettent d'obtenir un produit aux caractéristiques les plus proches possible de celles d'un bitume de pétrole qui ont fait l'objet de travaux intensifs. La LH reproduit les conditions dans lesquelles le pétrole s'est naturellement formé (hautes pressions, hautes températures). Elle offre l'avantage de se dérouler en milieu aqueux (l'eau joue à la fois le rôle de solvant et de réactif). Ce procédé ne nécessite aucun séchage préalable de la biomasse (on évite une étape très énergivore), contrairement à d'autres procédés de conversion thermique plus traditionnels comme la pyrolyse. Le matériau bio-sourcé que l'on extrait de la fraction hydrophobe présente un comportement thermo-mécanique très proche de celui d'un bitume pétrolier. Mais sans aucun prélèvement de ressources fossiles ! Le rendement énergétique net est d'ores et déjà prometteur. Ce procédé innovant est breveté.

Des enrobés routiers ont alors été réalisés en laboratoire avec des granulats ordinaires mélangés dans ce « bio-liant ». À la surprise des chercheurs, les mesures mécaniques ont montré que ces enrobés se révélaient plus résistants que des enrobés conventionnels ; de leur côté les tests de durabilité ont prouvé que l'enrobé à base de bio-liant était plus stable qu'un enrobé conventionnel (exposition aux UV (60 W/m²) et flux d'air à 60 °C pendant 600 h).

L'étude technico-économique a permis de modéliser la liquéfaction hydrothermale des résidus de micro-algues en vue de passer du laboratoire à l'application industrielle. Les perspectives de coût de production de masse sont encourageantes ; elles sont bien sûr liées au taux de remplacement du bitume pétrolier dans les enrobés. De nouvelles voies de valorisation de la fraction hydrophobe se dessinent pour remplir des fonctions spécifiques comme par exemple le « promoteur d'adhésivité ».

Aux côtés de l'Ifsttar, le projet Algoroute (co-financé par la région des Pays de la Loire) rassemble des compétences de la région issues monde acadé-

mique (CEISAM¹, GEPEA²) et des entreprises (AlgoSource Technologies et Alpha Biotech). Afin de poursuivre l'effort de recherche, et dans le but de préparer l'industrialisation, le consortium Algoroute a déposé un dossier auprès de l'ANR. Deux nouveaux partenaires ont rejoint le projet, le groupe Eiffage Infrastructure et le laboratoire IRCELYON.

Les recherches pour une production de micro-algues, viable industriellement, sont aujourd'hui en phase de changement d'échelle. Il est envisageable de penser que l'on pourra rouler sur les premières chaussées expérimentales à base d'algues dans une dizaine d'années, quand les derniers verrous technologiques liés à la production et au bio-raffinage de cette ressource renouvelable, auront été levés.

En imaginant substituer 50 % du bitume dans les enrobés routiers par du bitume d'algue, et sans même chiffrer l'avantage du recyclage des bitumes déjà présents dans les routes, c'est de l'ordre de 1 million de tonnes de produits pétroliers qui pourraient être économisés chaque année en France.

¹ CEISAM : chimie et Interdisciplinarité : synthèse, analyse, modélisation

² GEPEA : laboratoire de génie des procédés environnement et agro-alimentaire



Un échantillon d'enrobé à base de micro-algues



Laboratoire Alphabiotec de culture de micro-algues



Bassins agités « Open pond system », pour la culture des micro-algues à grande échelle, développés par Alphabiotec

Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

Siège de l'Ifsttar
14-20, boulevard Newton
Cité Descartes, Champs-sur-Marne
77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

Contact : emilie.vidal@ifsttar.fr



www.ifsttar.fr

Mep. Ph. Caquelard, Ifsttar, juillet 2017

A compter du 1er janvier 2020, l'Ifsttar est devenu Université Gustave Eiffel, par fusion.

 **Université
Gustave Eiffel**