

La Chaire de recherche municipale pour les villes durables

Un nouveau modèle exportable qui place la science au service des décideurs municipaux

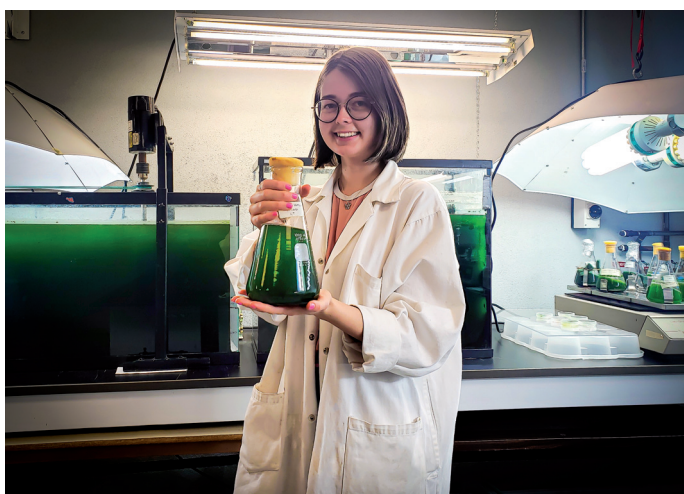
Résumé En accueillant les entreprises et les institutions de recherche sur leur territoire, les villes sont au centre d'un écosystème de recherche et d'innovation. Avec des ambitions similaires à celles des grandes villes quant à leurs projets, les villes de taille intermédiaire se heurtent à un manque de ressources humaines et financières pour tirer le maximum de profit de cet écosystème. Pour pallier ce problème, un modèle de chaire de recherche municipale est proposé. Ainsi, la ville s'approprie une équipe scientifique qui se dédie à ses enjeux. C'est dans cette perspective que l'Université du Québec à Trois-Rivières et la ville de Victoriaville (Québec, Canada) ont lancé la Chaire de recherche municipale pour les villes durables qui s'adresse notamment aux défis environnementaux et agricoles spécifiques au territoire de la ville partenaire. Plus particulièrement, cette chaire souhaite développer les concepts de fermes algales et d'insectes pour venir en renfort aux fermes traditionnelles agricoles et renforcer l'économie circulaire dans les régions. En utilisant, entre autres, la chimie durable, divers produits à haute valeur ajoutée et à usage local peuvent être obtenus.

Mots-clés Recherche municipale, villes médianes, villes durables, microalgues, ferme algale, entotechnologie, économie circulaire.

Abstract **Municipal Research Chair for sustainable cities: a new model to export which puts science in the hands of city stakeholders**

By hosting companies and research institutions on their territory, cities are at the center of a research and innovation ecosystem. With ambitions similar to those of large cities in terms of their projects, mid-sized cities face a lack of human and financial resources to make the most of this ecosystem. To rectify this problem, a model of Municipal Research Chair is proposed. In this way, the city appropriates itself a scientific team dedicated to its issues. Resulting from a collaboration between the Université du Québec at Trois-Rivières and the city of Victoriaville (Québec, Canada), a new Municipal Research Chair for Sustainable Cities has been launched to address the environmental and agricultural challenges specific to the Victoriaville area. More specifically, this Chair wishes to develop the concepts of algal and insect farms to support traditional agricultural farms and to strengthen the circular economy in the regions. By using, among other things, sustainable chemistry, various products with high added value and local use can be obtained.

Keywords Municipal research, mid-sized cities, sustainable cities, microalgae, algal farm, entotechnology, circular economy.



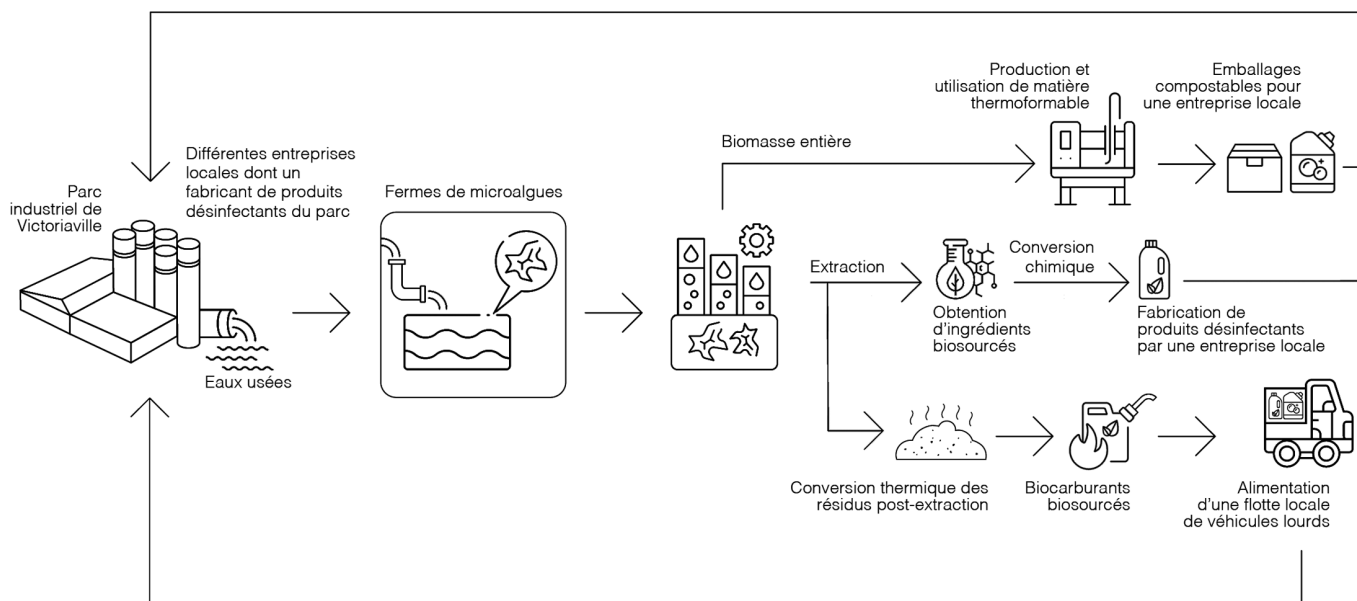
Les villes sont les hôtes d'entreprises, d'incubateurs de jeunes entreprises et de startups, d'organisations socio-économiques et d'institutions d'enseignement supérieur et de recherche. Cela les place au cœur d'un écosystème d'innovation et de recherche. C'est particulièrement le cas pour les grands centres urbains, mais aussi des villes médianes, même si plusieurs n'hébergent pas d'université.

Ces villes médianes doivent doubler les efforts pour incarner pleinement leur rôle central dans cet écosystème. En fait, elles nourrissent des ambitions comparables à celles des grands centres urbains en matière de développement durable et d'innovation, mais elles possèdent moins de ressources financières et humaines pour les réaliser.

C'est dans cette perspective que Victoriaville (Québec, Canada), ville de taille intermédiaire avec environ 45 000 habitants, a mis au point un nouveau modèle de recherche en collaboration avec l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) : la Chaire de recherche municipale pour les villes durables. Au Canada, des chaires de recherche en partenariat existent dans les universités et servent généralement à financer une équipe de recherche pour trouver des solutions aux problèmes d'une entreprise ou d'un pôle industriel. Cette chaire est créée dans une optique similaire, mais elle se dédie aux enjeux de la ville partenaire. La ville souhaite ainsi se rapprocher d'une équipe de chercheurs qui les accompagnera dans les sphères scientifiques et technologiques des projets qu'elle souhaite initier. Il est attendu que ce modèle soit repris par d'autres villes de petites ou moyennes tailles à l'échelle nationale et internationale. Le modèle est d'ailleurs propulsé par le réseau VERTECH CITY*.



Les emballages compostables sont produits et utilisés par les entreprises locales.



Les biocarburants et autres composantes produites sont utilisés par des entreprises locales.

Le projet VERTECH évalue le potentiel d'économie circulaire de la culture de microalgues en réutilisant les eaux usées du parc industriel de Victoriaville comme milieu de culture pour la production de microalgues et en transformant cette biomasse en divers produits : biocarburant, produits de nettoyage biosourcés et emballages compostables.

Le projet VERTECH

L'une des particularités de ce modèle de chaire est qu'elle oriente sa programmation en fonction de la planification stratégique de la ville. Ainsi, dans le cas de Victoriaville, la chaire se focalise sur les enjeux environnementaux et agricoles, tout en intégrant l'économie circulaire, l'écodéveloppement et l'aménagement du territoire dans son approche scientifique. Par exemple, elle préconise le développement de cultures émergentes pour renforcer l'économie circulaire de la région. L'émphase est mise sur la production de microalgues et d'insectes décomposeurs/comestibles à partir de rejets locaux. Rappelons que l'agriculture conventionnelle a d'importants défis à relever pour réussir à approvisionner le monde entier avec une population toujours grandissante, dans un contexte où les terres cultivables sont de plus en plus rares. Ces nouvelles fermes algales ou d'insectes sont des cultures émergentes qui ont le potentiel d'appuyer l'agriculture conventionnelle dans ses défis actuels et futurs. Elles produiront des biomasses de microalgues et d'insectes utiles. En fait, ces productions offrent des avantages multiples dans un contexte d'économie circulaire. En plus d'utiliser des eaux usées ou des résidus organiques comme matière première, les biomasses produites peuvent être utilisées entièrement pour l'alimentation animale, voire humaine, ou être converties en totalité ou en partie en produits chimiques, carburants, matériaux, etc. Dans le parc industriel Fidèle-Édouard de Victoriaville par exemple, les eaux usées du parc sont utilisées pour produire des microalgues et la biomasse générée est utilisée pour l'obtention de coproduits locaux, dont des produits chimiques ou des emballages pour une entreprise

du même parc industriel; il s'agit du projet intitulé « VERTECH » (voir figure) [1].

Plus spécifiquement, le projet VERTECH cultive des microalgues dans des conditions mixotrophes à dominance hétérotrophe, avec un milieu de culture composé de divers rejets du parc industriel de Victoriaville :

- les effluents concentrés en phosphate et nitrate, et les résidus d'huiles, de graisses animales et végétales d'une usine agroalimentaire ;
- les effluents riches en lactose résiduel de l'usine voisine fabriquant du lactulose à usage pharmaceutique et médical ;
- les eaux usées d'une entreprise fabriquant et distribuant des produits d'entretien et d'assainissement.

La nature des microalgues cultivées est en fait un consortium de microalgues et de bactéries majoritairement constitué de microalgues du genre *Chlorella* sp. qui sont bien adaptées aux eaux usées utilisées pour leur culture. Dans la première phase du projet, une production pilote dans un bassin ouvert et agité AlgaFuel™ avait été réalisée. La biomasse produite était récoltée par décantation avec l'ajout d'un flocculant pour atteindre une siccité de 0,5 à 1 % (poids sec/poids). La biomasse décantée était ensuite déshydratée à l'aide d'une machine à papier Fourdrinier pilote, permettant d'obtenir une siccité de 15 à 20 %. Parmi les composés ciblés, il y avait des acides gras à courte chaîne C12:0 et C14:0 qui étaient extraits de la biomasse de microalgues et convertis ensuite par voie chimique en oxydes d'amines pour les formulations de produits de nettoyage industriel. Quant aux résidus post-extractions, il était prévu de les convertir en biobrut par liquéfaction hydrothermale, puis de le modifier pour en faire un carburant utilisable dans la flotte

de véhicules lourds municipaux ou d'entreprises du parc industriel.

Lorsqu'elles sont cultivées dans un environnement complexe, les microalgues vivent plusieurs stress et fabriquent des molécules d'intérêt [2]. Le projet VERTECH a également exploré le potentiel antimicrobien de ces molécules [3]. Les microalgues peuvent effectivement présenter une variété de molécules antimicrobiennes, telles que les phénols, les terpènes, l'acide acrylique et certains acides gras [4-9], qui pourraient être utilisées par la même entreprise de fabrication de produits sanitaires du projet VERTECH.

Une nouvelle voie de valorisation de la biomasse de microalgues est actuellement à l'étude dans une deuxième phase du projet : l'incorporation de la biomasse dans une pâte cellulosique utilisée pour le thermoformage. Des emballages, ou contenants, thermoformés et compostables pourraient alors remplacer les plastiques provenant de source pétrochimique et non renouvelable. L'un des objectifs de cette étude vise à préparer une pâte de fibre pour le thermoformage contenant jusqu'à 30 % de biomasse microalgale. Il s'agit du projet phare de la Chaire de recherche municipale pour les villes durables.

La Chaire de recherche municipale : un formidable outil

Pour Victoriaville, les retombées escomptées par la création de cette chaire sont nombreuses. Certes, elle contribue à l'économie circulaire sur son territoire, mais il y a plus encore. Cette chaire est née d'une étroite relation entre une équipe de recherche universitaire et les décideurs municipaux d'une ville médiane. C'est un rapprochement concret entre la science et le milieu, tel un laboratoire vivant, mais plus orienté vers l'administration municipale et les élus. Dans ce modèle de chaire, des décideurs municipaux participent à sa gouvernance. Ce rapprochement facilite le développement de partenariats et rassemble des joueurs locaux dans une chaîne de valeur et d'innovation. En bout de ligne, cela crée un environnement favorable au déploiement des résultats de la recherche dans le milieu. En impliquant l'administration municipale et les élus dans la recherche scientifique, on se connecte directement aux véritables utilisateurs des résultats, soit les citoyens, qu'ils soient employés par les entreprises utilisatrices ou non. Cette façon de faire imprègne la culture scientifique dans la communauté et démystifie la profession de chercheur. De plus, la science et la recherche soutiennent les élus municipaux et les administrateurs de la ville dans les décisions à long terme, comme les choix technologiques ou pratiques, et permettent une résilience aux événements futurs.

Ce modèle de chaire démontre clairement que la science et la recherche aident les villes dans leurs prises de décisions et leurs actions. Cela a également un impact sur la culture d'innovation dans les entreprises. Bref, la chaire permet aux citoyens, entreprises et décideurs municipaux de porter un regard juste et de proximité sur les professions scientifiques et leurs rôles au sein de la communauté. Il est souvent question de villes durables et résilientes, mais elles ne le sont réellement que lorsqu'elles sont étroitement connectées à la science. Chaque ville devrait se doter d'une équipe de R & D, voire même d'un officier scientifique. Le modèle de chaire de recherche municipale de la ville de Victoriaville et du réseau VERTECH CITY est un excellent outil pour y parvenir.

* www.vertechcity.com/fr

[1] F. Bélanger-Lépine, A. Tremblay, Y. Huot, S. Barnabé, Cultivation of an algae-bacteria consortium in wastewater from an industrial park: effect of environmental stress and nutrient deficiency on lipid production, *Bioresour. Technol.*, **2018**, 267, p. 657-65 ; F. Bélanger-Lépine et al., Cultivation of an algae-bacteria consortium in a mixture of industrial wastewater to obtain valuable products for local use, *Ind. Biotechnol.*, **2020**, 16, p. 33-42.

[2] M.G. de Morais, B. da Silva Vaz, E.G. de Morais, J.A.V. Costa, Biologically active metabolites synthesized by microalgae, *BioMed Res. Int.*, **2015**, 835761.

[3] M. Cinq-Mars, N. Bourdeau, P. Mangin, I. Desgagné-Penix, S. Barnabé, Microalgae production in industrial wastewater: novel implantation for the pulp and paper industry, Young Researchers' Challenge at Marcus Wallenberg Prize **2019**, Stockholm, Suède.

[4] H. Alwathnani, K. Perveen, Antibacterial activity and morphological changes in human pathogenic bacteria caused by *Chlorella vulgaris* extracts, *Biomed. Res.*, **2017**, 28.

[5] C. Falaise et al., Antimicrobial compounds from eukaryotic microalgae against human pathogens and diseases in aquaculture, *Marine Drugs*, **2016**, 14, 159.

[6] A. Li et al., Prescreening, identification and harvesting of microalgae with antibacterial activity, *Biologia*, **2016**, 71, p. 1111-18.

[7] H.M. Amaro, A.C. Guedes, F.X. Malcata, Antimicrobial activities of microalgae: an invited review, in *Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advances*, vol. 2, Formatex Microbiology book series, A. Mendez-Vilas (ed.), **2011**, p. 1272-84.

[8] W.A.E.-F. Elshouny, M.M. El-Sheekh, S.Z. Sabae, M.A. Khalil, H.M. Badr, Antimicrobial activity of *Spirulina platensis* against aquatic bacterial isolates, *J. Microbiol., Biotechnol. Food Sci.*, **2017**, 6, p. 1203-08.

[9] R. Dineshkumar et al., Cultivation and chemical composition of microalgae *Chlorella vulgaris* and its antibacterial activity against human pathogens, *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, **2017**, 5, 00119.

Michelle BOIVIN¹, étudiante-chercheuse, Joëlle OUELLETTE^{2*}, designer, et Simon BARNABÉ¹, professeur.

¹Département de chimie, biochimie et physique, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada.

²Agence Well, Victoriaville, Québec, Canada.

*www.agencewell.ca

Retrouvez-nous en ligne !
lactualitechimique.org
Archives, actus, photothèque...