

SAVEUR : Sûreté Alimentaire et Valorisation par Expertise, Unicité et Recherche

1. Contexte scientifique

L'augmentation de la demande pour des produits alimentaires de qualité supérieure et les opportunités de profit qui en découlent accroissent le risque de fraude alimentaire. Cette situation est particulièrement exacerbée par la complexité de la chaîne d'approvisionnement alimentaire mondiale. La falsification de l'authenticité de l'origine géographique et des caractéristiques biologiques des ingrédients alimentaires représente l'un des aspects majeurs de la lutte contre la fraude alimentaire.

Au cours des dernières années, l'amélioration des méthodes analytiques a mené au développement d'approches permettant de démontrer la falsification de l'authenticité de l'origine géographique de nombreux produits tels que les vins et champagnes^{1,2}, et les fromages^{3,4}, et l'huile d'olive^{5,6}. Néanmoins, afin de déterminer les paramètres d'analyse critiques permettant de discriminer deux origines géographiques, deux espèces distinctes, la stratégie très largement répandue est de réaliser un grand nombre d'analyses, dont certaines sont onéreuses (analyses isotopiques notamment) sur un grand nombre d'échantillons et d'en réaliser des analyses statistiques.

Dans ce contexte, il est important d'innover et d'améliorer les approches pour prévenir les pratiques frauduleuses grâce aux nouvelles technologies et aux solutions innovantes, telles que l'Intelligence Artificielle (IA).

2. Objectif de la thèse

L'objectif de ce travail de thèse est d'utiliser l'IA et le machine learning pour guider les choix analytiques en fonction des cas d'usage et ainsi limiter le coût analytique.

Dans le cadre de ce projet, nous avons sélectionné deux produits alimentaires ayant des chaînes d'approvisionnement en France et au Canada : la truffe et la moutarde. Leur traçabilité revêt un intérêt économique majeur. Les quelques publications sur les cas d'usage liés à la truffe ont montré l'intérêt de combiner les traçages élémentaires et isotopiques à des fins d'authentification^{7,8}. Mais ces études soulèvent les défis à la fois du point de vue analytiques et du traitement des données pour envisager une utilisation de cette approche à l'échelle mondiale. Dans le cas de la moutarde, Jamwal et al.⁹ ont montré, tout récemment, que cette approche permettait de partiellement discriminer l'origine de grains de moutarde provenant d'Inde en soulignant les mêmes enjeux. Pour répondre à ces enjeux, nous proposons une thèse en collaboration entre le laboratoire du prof. Sebilo (Sorbonne) et Larivière (Université Laval) sur l'utilisation du traçage élémentaire et isotopique pour fins d'authentifications agro-alimentaire sur des truffes et des moutardes françaises et canadiennes.

3. Méthodologie mise en œuvre

Pour chaque cas d'usage, aussi bien au Canada qu'en France, le contexte environnemental sera défini (contexte pédo-climatique, dont le type de sol, l'historique des

1Leder R., et al., (2021). <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.625613>.

2Cellier R., et al. (2021). <https://doi.org/10.3390%2Fmolecules26165104>.

3Osorio M., et al., (2015). <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12213>.

4Necemer M., et al., (2016). <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.07.002>.

5 Nasr E., et al. (2023), <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136487>

6 Nasr E. et al. (2022) <https://doi.org/10.3390/molecules27062014>

7Kraus S., and Vetter W (2020). <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01051>.

8Botempo L., et al., (2020). <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111627>.

9Jamwal R., et al., (2023). <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100233>

pratiques culturelles, le type d'intrants). Des analyses isotopiques et des éléments traces seront réalisées (sols, végétaux, différentes étapes de transformation pour la moutarde; du grain au produit vendu). Ce travail en mode expert se fera en lien avec les producteurs locaux et les coopératives agricoles.

Des techniques analytiques de pointe, bien maîtrisées dans les laboratoires Sébilo et Larivière, seront utilisées pour permettre d'obtenir un portrait élémentaire et isotopique complet sur ces deux matrices alimentaires prisées, mais sous-étudiées.

Les données générées permettront d'initier l'apprentissage en IA et de solliciter l'intégration de bases de données existantes (e.g. précipitations, évapo-transpiration, présence de radionucléides anthropiques et naturels). Les sorties de l'outil d'IA permettront (i) de valider les choix des paramètres déterminés de façon empirique et (ii) d'identifier les paramètres les plus probants, dont l'obtention pourrait se révéler moins coûteux. L'originalité de ce travail réside dans (i) l'utilisation de l'IA avec un faible nombre de paramètres explicatifs et un faible nombre d'échantillons et (ii) la combinaison d'une approche empirique en mode expert avec une approche plus statistique.

4. Faisabilité et moyens mis en œuvre

Le projet SAVEUR sera l'occasion de croiser les expertises dans le domaine de la traçabilité alimentaire, sur la base d'une complémentarité forte entre l'Université Laval à Québec (D. Larivière; Analyses fines des traces et ultratracés) et Sorbonne Université (C. Doerr; optimisation et IA & M. Sebilo; Analyses isotopiques).

Chaque partenaire, reconnu internationalement dans son domaine de compétence, bénéficiera ainsi de la complémentarité de chacun. Sans l'apport de chacune des équipes de recherche, il serait impensable de mettre en place une telle proposition de recherche. Comme ce projet s'inscrit dans le plan de développement de la recherche de l'Université Laval en lien avec la valorisation de la gastronomie québécoise via sa traçabilité, le projet bénéficiera d'une grande visibilité institutionnelle en sol québécois en plus d'accroître la portée des travaux du prof. Larivière en spectrométrie de masse inorganique pour l'isotopie au-delà des champs plus traditionnels que sont l'environnement et les polluants inorganiques émergents.

L'apport de l'IA permettra de conforter l'utilisation des systèmes analytiques alors que les analyses réalisées permettront de valider l'approche de machine learning.