



Portrait de l'industrie des insectes comestibles du Québec
en 2022

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Citation suggérée : Table Filière des Insectes comestibles (TFIC), *Portrait de l'industrie des insectes comestibles du Québec en 2022* ; Québec, 2022 ; 44 p.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Ce document a été réalisé par la Table Filière des Insectes comestibles (TFIC).

COORDINATION

Pour de plus amples renseignements, veuillez joindre la responsable

Jennifer Larouche, agente de développement de la TFIC

Jennifer.larouche.1@ulaval.ca

RECHERCHE ET RÉDACTION

Jennifer Larouche, TFIC

RÉVISION

Marie-Hélène Deschamps, Présidente TFIC, Chaire de Leadership en Enseignement en production et transformation primaire d'insectes comestibles de l'Université Laval

Marc-André Hébert, Vice-Président TFIC, Entologik, Association des éleveurs d'insectes du Québec (AÉTIQ)

Judith Lavoie, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

PHOTOGRAPHIES

Jennifer Larouche, TFIC

Joseph Moisan-De Serres, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Avec le soutien des membres du comité de direction de la Table Filière des Insectes comestibles : Antoine St-Cyr (Sollio Agriculture), Benoit Choquet (Hagen), Christopher Warburton (Entosystem), Dimitri Fraeys (Conseil de transformation alimentaire du Québec) et Louise Hénault-Éthier (Institut Nationale de la Recherche Scientifique, TriCycle).

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Résumé

L'industrie des insectes comestibles au Québec est en train de se structurer via la mise en place d'une table filière. Considérant l'évolution rapide de l'industrie, un portrait actuel de la situation au Québec s'avérait nécessaire à la réalisation d'une planification stratégique pertinente. Ainsi, ce rapport offre le plus récent portrait de l'industrie des insectes comestibles au Québec. Pour ce faire, un inventaire des producteurs et transformateurs d'insectes a été réalisé afin d'identifier le nombre d'entreprises actives au Québec. Par la suite, un sondage a été transmis à l'ensemble des acteurs de la filière des insectes comestibles (producteurs, transformateurs, distributeurs, centres de recherche et de formation, organisations gouvernementales, etc.) afin de mieux comprendre leur vision de la filière, mais aussi définir le portrait actuel de l'industrie. Celle-ci comprend actuellement 40 entreprises impliquées dans la production et/ou la transformation. Dans les deux dernières années, le volume de production annuel d'insectes a plus que doublé pour atteindre 260 tonnes (T) de produits secs. Ensemble, les productions d'insectes québécoises permettent de valoriser plus de 2080 T de matières organiques résiduelles par année. Plusieurs enjeux sont à résoudre afin de propulser cette industrie, dont l'accès à un accompagnement d'affaires et un financement adapté à l'industrie, l'accès à des formations sur les insectes comestibles et l'adhésion à des associations. Les premiers mandats de la TFIC étaient de sonder l'industrie, de publier un portrait et d'élaborer, en concertation, une planification stratégique pour les trois prochaines années. Ce sondage offre donc une assise à la table filière pour proposer une planification stratégique pertinente et adaptée au contexte de cette industrie émergente au Québec.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Faits saillants

- 30 producteurs et 16 transformateurs secondaires d'insectes actifs (total de 40 entreprises dans l'industrie).
- Plus de 5 T d'insectes (base sèche) sont produites par semaine au Québec (260 T annuellement).
- 40 T de matières organiques résiduelles par semaine sont valorisées par l'entremise des insectes au Québec (27,5 T par les mouches, 12,1 T par les ténébrions, 0,1 T par les grillons).
- 39 % des producteurs et transformateurs ne font partie d'aucune association.
- Les plus grands défis pour l'industrie selon les répondants sont de :
 - 1) Réduire les coûts de production
 - 2) Augmenter l'acceptabilité sociale
 - 3) Mieux définir l'encadrement légal
 - 4) Obtenir du financement
 - 5) Faciliter l'accréditation des produits pour ouvrir les marchés
- La majorité des transformateurs utilisent des ingrédients d'insectes du Québec (91 %). Toutefois, certaines entreprises importent des ingrédients du Canada (27 %) et d'Europe (9 %). Les raisons liées à l'importation sont variées et peu documentées. Lorsque sondés, les transformateurs (n = 4) ont mentionné l'absence de certification pour une commercialisation à l'étranger, des difficultés d'approvisionnement, de grandes variabilités dans la qualité des ingrédients, le prix élevé des ingrédients ou des relations d'affaires de longue date déjà établies.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Table des matières

Résumé	3
Faits saillants	4
Table des matières	5
Liste des tableaux	7
Liste des figures.....	8
Liste des acronymes	9
Glossaire	10
1. Introduction	11
1.1. Un secteur en émergence à fort potentiel au Québec	11
1.2. Les modèles économiques de production et de transformation	13
1.3. Les marchés et leur réglementation	14
1.3.1. Alimentation humaine.....	14
1.3.2. Alimentation des animaux domestiques	15
1.3.3. Alimentation des animaux d'élevage.....	16
1.3.4. Horticulture.....	16
1.4. Les initiatives collectives au Québec	17
2. Méthodologie	18
2.1. Recensement des organisations	18
2.2. Répondants au sondage	19
2.3. Priorisation des enjeux	19
3. Résultats & discussion	20
3.1. La production d'insectes au Québec	20
3.1.1. Modèles économiques des producteurs d'insectes comestibles	22
3.1.2. Les intrants alimentaires	24
3.2. La transformation primaire des insectes	26
3.2.1. Modèles économiques associés à la transformation primaire d'insectes	27
3.2.2. Diversité des ingrédients à base d'insectes	27

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

3.2.3.	Commercialisation des ingrédients à base d'insectes	29
3.3.	La transformation secondaire des insectes	30
3.3.1.	Modèles économiques associés à la transformation secondaire d'insectes	30
3.3.2.	Les ingrédients d'insectes utilisés en transformation secondaire	30
3.3.3.	Produits à base d'insectes et commercialisation	31
3.4.	Les frass	32
3.4.1.	Commercialisation et marché	32
3.5.	Contexte économique et d'affaires	33
3.5.1.	Impact de la pénurie de main-d'œuvre au Québec.....	33
3.5.2.	Réseau et initiatives structurantes	33
3.5.3.	Formations sur les insectes comestibles.....	34
3.5.4.	Formation sur la transformation alimentaire	34
3.5.5.	Accompagnement d'affaires et modèle économique	34
3.6.	Vision des membres de l'industrie	36
4.	Conclusions et recommandations.....	38
4.1.	Limites du sondage	38
4.2.	Conclusions et recommandations	38
	Références.....	41

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Liste des tableaux

Tableau 1. Est-ce que l'état d'urgence sanitaire lié à la pandémie de Covid-19 a eu un impact sur les activités de votre entreprise ?	21
Tableau 2. Pourcentage d'inclusion des résidus issus de l'économie circulaire dans les diètes d'insectes au Québec en 2022 en fonction de la famille.....	24
Tableau 3. Prix des ingrédients d'insectes dirigés vers l'alimentation humaine disponibles aux consommateurs en ligne et produits au Québec	30
Tableau 4. Prix de vente des frass aux consommateurs au Québec disponibles en ligne.....	33
Tableau 5. Priorité de la filière des insectes comestibles au Québec	36

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Liste des figures

Figure 1. Carte des producteurs et transformateurs d'insectes au Québec	12
Figure 2. Schéma des étapes de production et transformation de l'industrie des insectes comestibles par champs d'activité.....	14
Figure 3. Images de frass d'insectes de grillon à bandes, mouche soldat noire et ténébrion meunier	16
Figure 4. Nombre de producteurs et transformateurs d'insectes enregistrés et actifs au Registre des entreprises du Québec	20
Figure 5. Nombre de producteurs d'insectes ayant démarré et fermé au Québec.....	21
Figure 5. Nombre de transformateurs de produits d'insectes ayant démarré et fermé au Québec	22
Figure 7. Volume de production d'insectes au Québec en 2022 en fonction de l'espèce.....	23
Figure 8. Type de résidus valorisé par l'entremise des insectes au Québec adapté selon les catégories utilisées par Recyc-Québec.....	26
Figure 9. Diversité des ingrédients à base d'insectes transformés au Québec	27
Figure 10. Insectes déshydratés et en poudre disponibles au Québec	28
Figure 11. Marchés des ingrédients d'insectes transformés au Québec	29
Figure 12. Diversité des produits d'insectes produits au Québec en 2022.....	31
Figure 13. Marché des produits d'insectes transformés au Québec	32

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Liste des acronymes

AAFCO = Association of American Feed Control Officials

ACIA = Agence Canadienne d'Inspection des Aliments

AÉTIQ = Association des Éleveurs et Transformateurs d'Insectes du Québec

CEIF = Center for Environmental sustainability through Insect Farming

CRETAU = Carrefour de Recherche, d'Expertise et de Transfert en Agriculture Urbaine

CTAQ = Conseil de la Transformation Alimentaire du Québec

FAO = Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FPICQ = Fédération des Producteurs d'Insectes Comestibles du Québec

GES = Gaz à Effets de Serre

ICI = Industries, Commerces et Institutions

MAPAQ = Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

MOR = Matière Organique Résiduelle

NACIA = North American Coalition for Insect Agriculture

ONU = Organisation des Nations Unies

PNC = Produits Naturels Canada

RAD = Règlement sur les Aliments et Drogues

RQRAD = Réseau Québécois de Recherche en Agriculture Durable

RRECQ = Réseau de Recherche en Économie Circulaire du Québec

TFIC = Table Filière des Insectes Comestibles

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Glossaire

Entomoculture = Élevage d'insectes commercial permettant de produire des insectes comestibles.

Entotechnologie¹ (ou entomotechnologie) = Technologies industrielles basées sur l'utilisation des insectes en vue de surcycler des matières résiduelles.

Exuvie (n.f.) = Ancienne cuticule rejetée à l'occasion d'une mue chez les insectes.

Frass² (n.m.) ou fumier d'insectes = Matière organique issue de la production d'insectes, obtenue à la suite de la récolte des insectes, majoritairement composée de déjections d'insectes et pouvant contenir des quantités variables d'exuvies, d'insectes, de litières ou de refus alimentaires.

Grillon à bandes (ou grillon domestique tropical) = *Gryllodes sigillatus* (L.)

Litière² = Matière organique ou minérale dont l'usage principal est d'absorber les excès de liquide et de structurer le substrat de croissance. Elle est composée principalement de paille, de foin, de résidus de récolte, de bran de scie ou de copeaux de bois.

Mouche soldat noire = *Hermetia illucens* (L.)

Refus alimentaire = substrat alimentaire non ingéré par les insectes.

Surcyclage¹ (ou suprarecyclage ou supercyclage) = Action de valoriser les matières résiduelles en les transformant en un ou plusieurs co-produits présentant une valeur ajoutée supérieure à celle des matières initiales.

Ténébrion meunier (ou vers de farine) = *Tenebrio molitor* (L.)

Ténébrion géant (ou vers géant) = *Zophobas morio* (L.)

¹ Terme ayant été désigné comme étant celui à privilégier par la filière des insectes comestibles du Québec (sondage de mai à juillet 2022).

² Cette définition a été proposée par le groupe de travail sur les frass de la Table filière des insectes comestibles.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

1. Introduction

La population mondiale vient d'atteindre 8 milliards de personnes selon l'ONU [1] et pourrait atteindre 8,5 milliards en 2030 [2]. En conséquence, on prévoit une augmentation des besoins de production alimentaire. La production d'aliments traditionnels génère une pression croissante et non pérenne sur les pêcheries, la disponibilité des terres arables et l'utilisation de l'eau.

En 2013, un rapport de la FAO proposait la production commerciale d'insectes comestibles pour faire face aux nombreux défis et besoins alimentaires mondiaux [3]. Ce type d'élevage présente de nombreux avantages environnementaux et un fort potentiel économique. En effet, les insectes nécessitent moins d'espace, d'eau et de nourriture que les élevages traditionnels en plus de parfois permettre la valorisation de matières organiques résiduelles (MOR) [4-5]. Leur production génère également moins de gaz à effets de serre que les élevages traditionnels [4]. Une des possibilités de valorisation à fort potentiel des MOR est le surcyclage par l'entremise des insectes. Les insectes permettent de convertir des MOR en biomasse d'insectes pouvant être redirigée vers l'alimentation humaine ou animale et en frass, une matière aux propriétés fertilisantes à fort potentiel. Par ailleurs, les insectes comestibles ont des profils nutritionnels avantageux, notamment grâce à leurs fortes teneurs en protéines, lipides et minéraux [6], permettant ainsi de diversifier l'offre en aliments alternatifs écoresponsables sur les marchés. Depuis la publication du rapport de la FAO, le nombre de producteurs d'insectes augmente rapidement en Amérique du Nord et en Europe [7]. Cette tendance s'observe également au Québec.

1.1. Un secteur en émergence à fort potentiel au Québec

L'entomoculture est une filière agricole en émergence au Québec qui pourrait nous permettre de concilier économie circulaire et autonomie alimentaire et réduire l'empreinte écologique de nos aliments. La Figure 1 présente la distribution des producteurs et transformateurs d'insectes sur le territoire québécois.

1.1.1 Les intrants alimentaires de la filière

Les diètes de références pour les insectes sont souvent des mélanges de produits et co-produits céréaliers ou des diètes pour la volaille [8]. Cependant, les insectes peuvent s'alimenter sur une vaste diversité de matières organiques, ce qui les rend très intéressants dans un contexte d'économie circulaire, où les résidus des uns sont les intrants des autres.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

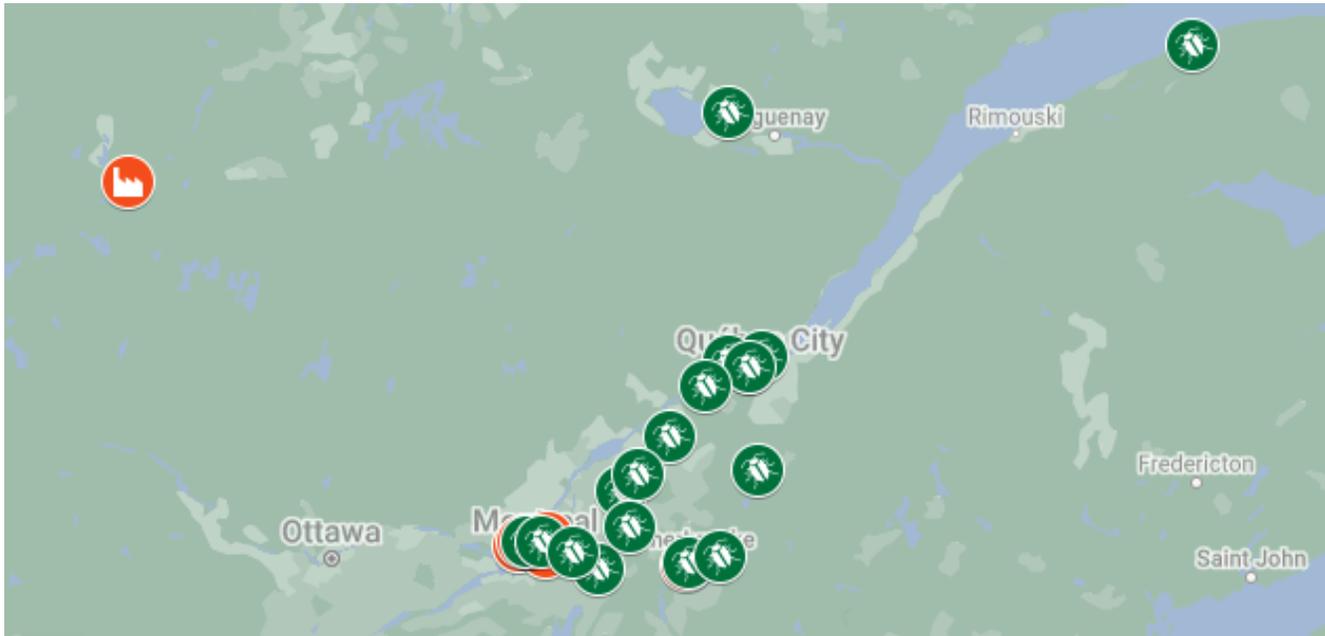


Figure 1. Carte des producteurs et transformateurs d'insectes au Québec. Date de la dernière mise à jour : 13 septembre 2022 Consulter <https://insectescomestibles.ca/cartographie> pour la version à jour.

Au Québec, les pertes et le gaspillage de matières organiques résiduelles ont été estimés à 3,12 millions de T d'aliments par année [9]. Un rapport de Recyc-Québec indiquait un taux de recyclage des MOR provenant de l'industrie de la transformation agroalimentaire (1 249 000 T) à 97 % en 2018 [10]. Cependant, le terme recyclage fait mention au compostage, à la biométhanisation et à l'épandage. Le gouvernement du Québec, avec sa politique des 3RV, priorise le réemploi au recyclage, favorisant ainsi la bioconversion par l'entremise des insectes plutôt que le recyclage traditionnel [11]. Par ailleurs, en excluant ces résidus ainsi que les résidus des pâtes et papiers, le taux de recyclage des résidus des ICI passe à 5 % avec 968 000 T de matières organiques générées en 2018 [10]. Selon Recyc-Québec, ce faible taux est attribuable à l'absence de réseau de collecte répandu dans les ICI [10]. Ces résidus auraient le potentiel d'être redirigés vers les élevages d'insectes pour y être surcyclés.

Afin de réduire la production de GES qui y est associée, le Québec a mis en place des politiques serrées visant à réduire, voire bannir l'enfouissement des MOR [12]. De plus, face aux difficultés d'approvisionnement telles que celles associées à la COVID-19, le Québec a mis en œuvre des mesures visant à augmenter l'autonomie alimentaire du Québec [13]. De nombreuses initiatives locales en économie circulaire ont également vu le jour et des réseaux de symbioses (Québec Circulaire, Synergie Québec) et de recherche (Réseau de recherche en économie circulaire du Québec — RRECQ) se sont formés.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

1.2. Les modèles économiques de production et de transformation

Les élevages commerciaux d'insectes comestibles produisent principalement quatre ordres d'insectes : les diptères (mouches), les coléoptères (ténébrions), les orthoptères (grillons) et les lépidoptères (papillons) [4].

Les modèles économiques varient en fonction des espèces produites et des étapes de production et de transformation (Figure 2). Plusieurs modèles ont été proposés tel le modèle centralisé (usine centralisée à très grande échelle réalisant la production et la transformation primaire sur place), décentralisé (plusieurs petites usines de production locale et une transformation centralisée) et spécialisé (plusieurs usines pour différentes responsabilités, c'est-à-dire la reproduction, la bioconversion et la transformation). De plus, les productions d'insectes peuvent être situées en zone agricole ou industrielle permettant ainsi la possibilité de fermes plus traditionnelles ou de fermes verticales en région urbaine. Les étapes de transformations sont également variables selon les modèles et les marchés visés. Une entreprise peut décider de vendre ses insectes congelés et ne faire que l'abattage ou réaliser l'ensemble de la transformation primaire. La décontamination peut être réalisée par traitement thermique lors de l'abattage ou du séchage ou représenter une étape à part entière. En bref, aucun modèle ne s'est démarqué plus que les autres jusqu'à maintenant et chaque entreprise affine sa stratégie qui lui est unique.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

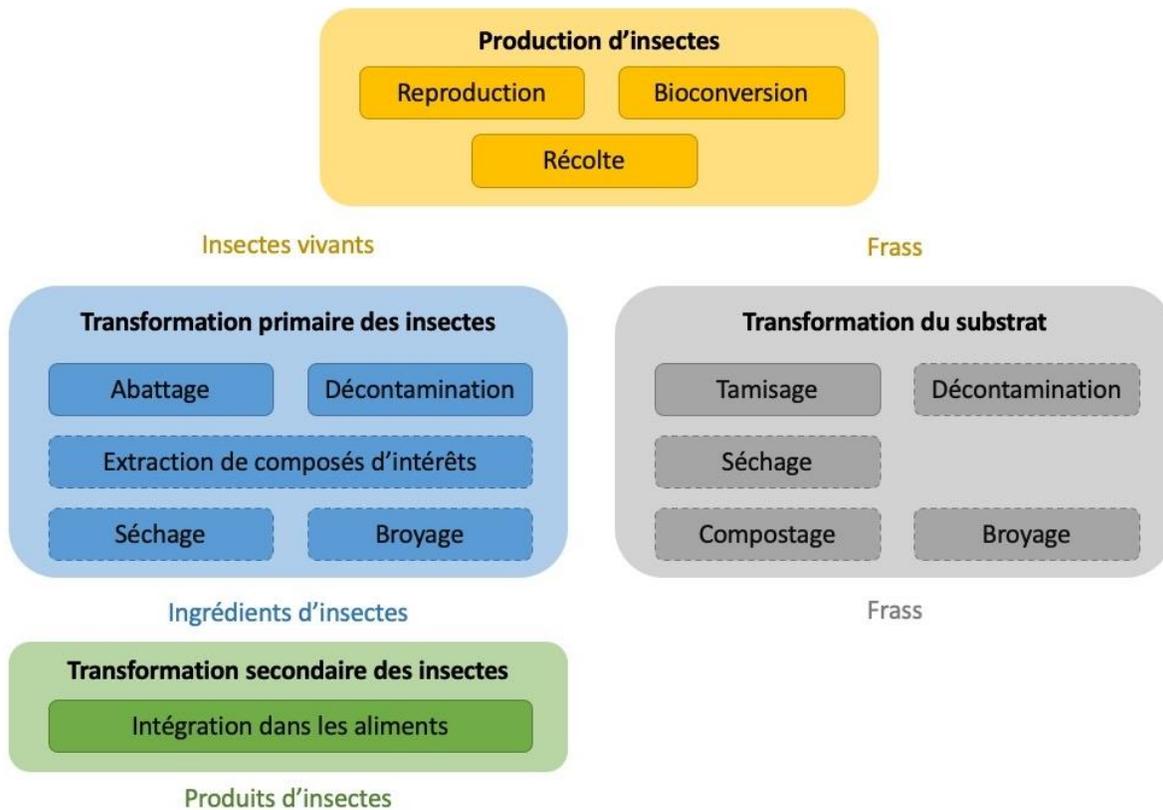


Figure 2. Schéma des étapes de production et transformation de l'industrie des insectes comestibles par champs d'activité. Les encadrés en pointillé sont des étapes optionnelles en fonction de l'espèce d'insectes, mais aussi des décisions de l'entreprise.

1.3. Les marchés et leur réglementation

Selon le rapport de Research and Markets 2022, le marché des insectes comestibles mondial devrait atteindre 13,1 milliards CAD d'ici 2030 [14]. Cela représenterait plus de 3 millions de tonnes, ce qui correspond à un taux de croissance annuel moyen de 31 % [14]. Selon ce même rapport, le marché en Amérique du Nord serait celui qui grandirait le plus rapidement dans le monde [14].

1.3.1. Alimentation humaine

Les insectes suscitent beaucoup d'intérêt pour l'alimentation humaine considérant la demande croissante pour des aliments de haute qualité nutritionnelle et des sources de protéines alternatives à faible impact environnemental [14]. Selon un rapport de Statista, le marché mondial des insectes comestibles pour l'alimentation humaine atteindrait 1,6 milliard CAD en 2023 [15]. Les insectes comestibles varient grandement sur le plan de la composition

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

nutritionnelle, des propriétés fonctionnelles et des profils d'arômes et de saveurs [16]. Les insectes peuvent être consommés entiers ou incorporés dans les aliments tels que du pain, des pâtes alimentaires, des barres protéinées, etc. Plusieurs espèces peuvent être consommées au Canada, mais celles-ci doivent préalablement être évaluées pour déterminer si elles sont reconnues comme un aliment nouveau ou non nouveau [17]. Il convient de noter qu'une détermination de nouveauté concerne uniquement la nouveauté d'un produit et ne constitue pas une évaluation de son innocuité. Si Santé Canada détermine que les espèces d'insectes proposées ne sont pas des aliments nouveaux (au sens du titre B.28 du Règlement sur les aliments et drogues), alors une notification préalable avant leur mise en marché ne serait pas requise. Toutefois, si elles sont considérées comme des aliments nouveaux, celles-ci doivent être évaluées pour démontrer leur innocuité chimique, nutritionnelle, toxicologique et microbiologique avant de pouvoir être commercialisées. Selon la liste des déterminations d'aliments et des ingrédients alimentaires qui ne sont pas nouveaux, six espèces ont été approuvées par Santé Canada comme étant des aliments non-nouveaux entre 2016 et 2020, soit trois espèces de coléoptères (ténébrion meunier (*Tenebrio molitor*), ténébrion géant (*Zophobas morio*) et petit ténébrion mat (*Alphitobius diaperinus*)), deux espèces d'orthoptères (grillon domestique (*Acheta domesticus*) et grillon à bandes (*Grylodes sigillatus*)) et une espèce de lépidoptère (*Bombyx mori*) [18]. Les espèces ne figurant pas dans cette liste devraient être évaluées pour une détermination de nouveauté par Santé Canada [17].

1.3.2. Alimentation des animaux domestiques

Les insectes peuvent également être utilisés pour l'alimentation des animaux domestiques [19-20]. En effet, la diète des chats et des chiens contient de 18 à 30 % de protéines, ce qui représente une opportunité pour les insectes comestibles qui en sont très riches (25 à 70 % de protéines) [20]. Par ailleurs, les insectes sont souvent considérés comme une source de protéines hypoallergénique considérant la faible fréquence d'utilisation dans les produits sur les tablettes actuellement [19].

Aux États-Unis en 2021, les larves de mouches soldats noires ont été reconnues comme sécuritaires pour l'alimentation des chiens adultes par l'AAFCO [21], débloquent ainsi l'accès à un très vaste marché qui a atteint une valeur de 55,4 milliards CAD en 2021 [22]. Plus spécifiquement, le marché mondial des produits à base d'insectes pour l'alimentation des animaux de compagnie pourrait atteindre 23,6 milliards CAD en 2030 [23]. Au Canada, les ventes au détail de nourriture pour animaux de compagnie devraient atteindre 5,3 milliards CAD en 2025 [24]. Au Canada, il n'y a aucune restriction s'appliquant aux insectes comme ingrédients pour la conception de nourriture ou gâterie pour les animaux de compagnie. Cependant, les insectes doivent être propres à la consommation. De plus, l'importation et l'exportation des produits pour animaux domestiques sont régies par l'ACIA.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

1.3.3. Alimentation des animaux d'élevage

Le troisième marché des insectes comestibles est l'alimentation des animaux d'élevage. Les insectes représentent une source de protéines très prometteuse pour l'alimentation des animaux monogastriques (volaille, porcs et poissons). Cependant, chaque ingrédient d'insectes provenant d'un lieu de production distinct doit être enregistré auprès de l'ACIA pour chaque production animale visée [25]. Actuellement, seule Enterra, une entreprise située en Colombie-Britannique et en Alberta, détient cet enregistrement pour leurs produits à base de larves de mouches soldats noires pour les poulets de chair (2016), les salmonidés (2017), les tilapias (2018) et la volaille (poules, canards, oies et dindes ; 2018) [26].

1.3.4. Horticulture

Lors de la bioconversion des matières organiques par les insectes, ceux-ci se retrouvent soit à l'intérieur ou au-dessus du substrat. Dans le cas des grillons, les insectes se retrouvent au-dessus du substrat alors que chez les ténébrions et les mouches, les larves évoluent dans le substrat. Pour les grillons, le frass ne contient généralement pas de refus alimentaire, mais peut contenir des œufs, des exuvies et des excréments d'insectes. Dans le cas des frass de ténébrions et de mouches (Figure 3. b et c), le frass peut également contenir des refus alimentaires. Il est toutefois possible de maximiser la prise alimentaire de manière à optimiser la bioconversion de la diète, minimisant ainsi la proportion de refus alimentaires à la récolte. Le frass présente de nombreux avantages comme matière fertilisante, dont la promotion de la croissance des plantes, propriétés antifongiques et stimulation de l'immunité des plantes [27-29].



(a) Grillon à bandes



(b) Mouche soldat noire



(c) Ténébrion meunier

Figure 3. Images de frass d'insectes (a) grillon à bandes, (b) mouche soldat noire et (c) ténébrion meunier

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

En matière de volume, le frass représente le co-produit le plus important généré par les élevages d'insectes. Il apparaît comme une alternative intéressante aux engrais de synthèse. La production d'engrais au Canada représente une industrie de 17 milliards (1,2 milliard au Québec) [30]. De plus, l'utilisation d'engrais augmente rapidement depuis les deux dernières décennies afin de soutenir la croissance des besoins en aliments.

Au niveau fédéral, le frass était généralement considéré comme un engrais spécial en vertu de l'ancienne version du règlement sur les engrais. À ce titre, le frass pouvait être commercialisé uniquement pour les plantes d'intérieur, les jardins urbains, les pelouses ou les terrains de golf, ou pour utilisation dans les pépinières ou les serres [31]. La refonte réglementaire de 2020 a abrogé la définition d'engrais spécial, mais prévoit néanmoins un délai de grâce jusqu'au 26 octobre 2023 [32]. À partir de cette date, le frass devra être enregistré auprès de l'ACIA afin de pouvoir être commercialisé pour tous les usages.

Parallèlement au règlement sur les engrais du gouvernement fédéral, le gouvernement provincial est également impliqué dans la réglementation sur les frass. En effet, si les frass sont commercialisés en format supérieur à 50 L, les producteurs doivent faire une demande auprès de la direction régionale du MELCC pour identifier s'ils doivent se prévaloir d'un certificat d'autorisation [33]. Toutefois, s'ils sont commercialisés en format inférieur à 50 L, aucune demande ne s'avère nécessaire [33]. Le producteur doit néanmoins se conformer aux exigences de l'ACIA et respecter le guide des MRF [33].

1.4. Les initiatives collectives au Québec

En 2018, l'industrie des insectes comestibles commençait déjà à se structurer via la création de la Fédération des producteurs d'insectes comestibles du Québec (FPICQ). Un an plus tard, en 2019, la FPICQ laissait plutôt sa place à la création d'une association, soit l'Association des éleveurs et transformateurs d'insectes du Québec (AÉTIQ).

En 2019, un premier groupe d'acteurs impliqués dans l'industrie des insectes comestibles s'est rencontré lors de la Réunion annuelle de la Société d'Entomologie du Québec pour discuter de la création d'une Table filière. À la suite des actions de ce groupe, l'élevage d'insectes a été officiellement reconnu par le MAPAQ comme une production animale en novembre 2020. Ceci a permis la création de la Table Filière des Insectes Comestibles (TFIC) au printemps 2021. Les premiers mandats de la TFIC étaient de sonder l'industrie, de publier un portrait ainsi que d'élaborer, en concertation, une planification stratégique pour les trois prochaines années.

L'industrie des insectes comestibles québécoise a déjà été décrite par le passé. En effet, un rapport sur l'état des lieux de l'industrie en 2020 a été publié par la Vitrine EntoTechno. Cette vitrine, active de 2019 à 2021, visait à transférer les connaissances scientifiques et techniques

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

sur la faisabilité technologique et la viabilité économique de la valorisation des résidus alimentaires par les entotechnologies [34]. Ce rapport discute également de l'impact de l'état d'urgence sanitaire lié à la pandémie de COVID-19 sur les producteurs et transformateurs. Plus récemment, Produits Naturels Canada a réalisé un portrait économique de l'industrie canadienne [35]. Ce rapport souligne entre autres les investissements majeurs ayant été réalisés dans ce secteur, atteignant plusieurs millions de dollars canadiens. La majorité des producteurs et transformateurs d'insectes identifiés dans le rapport étaient situés au Québec (55 % et 47 %, respectivement).

Considérant l'évolution rapide de l'industrie, un portrait actuel de la situation au Québec s'avérait nécessaire à la réalisation d'une planification stratégique pertinente. Ainsi, ce rapport offre donc le plus récent portrait de l'industrie des insectes comestibles au Québec. Pour ce faire, un inventaire des producteurs et transformateurs d'insectes a été réalisé afin d'identifier le nombre d'entreprises actives au Québec. Par la suite, un sondage a été transmis à l'ensemble des acteurs de la filière des insectes comestibles (producteurs, transformateurs, distributeurs, centres de recherche et de formation, organisations gouvernementales, etc.) afin de mieux comprendre leur vision de la filière, mais aussi pour définir le portrait actuel de l'industrie.

Le contexte économique et d'affaires peut grandement contribuer au succès d'une industrie émergente. Le sondage visait à mieux comprendre l'environnement dans lequel évoluent les acteurs de l'industrie des insectes comestibles. Le sondage portait également sur le type de diètes offerts aux insectes, les volumes de résidus valorisés et de production d'insectes, les marchés visés, le contexte économique et d'affaires dans lequel évoluent les entreprises du secteur (incubation, formations, associations, etc.) et les priorités pour les membres de la filière.

2. Méthodologie

2.1. Recensement des organisations

Seules les entreprises établies au Québec et inscrites au Registraire des entreprises du Québec ont été considérées pour le recensement des entreprises actives. Une recherche par mots clés au Registre des entreprises (c.-à-d. ento[mo], insecte[s]) et dans les bottins d'autres organisations (Aliments du Québec, Panier bleu, membres du CTAQ, bottin des producteurs et productrices du CRETAU et Union des producteurs agricoles) a été réalisée. Une recherche sur Google a également été réalisée avec une vingtaine de mots clés combinés liés de près ou de loin à la production d'insectes au Québec (insectes comestibles, Québec, ténébrions, grillons, etc.). Il convient de noter que cinq entreprises identifiées n'étaient pas enregistrées au Registre des entreprises du Québec et n'ont donc pas été considérées dans l'analyse (un transformateur et quatre producteurs).

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Les entreprises ont été considérées comme fermées définitivement lorsque cette information figurait au Registraire ou avait été transmise lors d'un entretien avec le responsable de l'entreprise. Pour certaines organisations, les activités associées aux insectes font partie d'une diversification de leurs activités. Dans cette situation, la date de début des activités associées aux insectes a été confirmée par le représentant de l'organisation, plutôt que d'utiliser l'année d'enregistrement de l'entreprise.

2.2. Répondants au sondage

Afin de réaliser un portrait actuel de l'industrie, un sondage des différents acteurs de la filière a été réalisé. Au total, 47 organisations situées au Québec, représentant la production (n = 17), la transformation (n = 11), la recherche et l'éducation (n = 9), les gouvernements (n = 6) et autres intervenants (n = 4), ont été sondées.

Pour faciliter la lecture de ce rapport, les industriels ont été catégorisés en Production et Transformation selon leurs activités telles qu'illustrées à la Figure 2. En fait, il s'avère qu'aucune entreprise du secteur ne fait que de la transformation primaire au Québec. En effet, soit le producteur réalise la transformation pour stabiliser l'ingrédient, soit l'ingrédient est vendu congelé et la transformation primaire est réalisée par le transformateur secondaire. Ainsi, la transformation primaire a été incluse dans les catégories Production ou Transformation, selon l'activité principale déclarée par l'entreprise. Considérant le fait que six entreprises réalisent de la production d'insectes jusqu'à la transformation secondaire, la catégorisation des entreprises a été réalisée selon le champ d'activité principal de l'organisation tel que répondu lors du sondage. En ce qui concerne la commercialisation des frass, cette activité est étroitement liée à la production d'insectes actuellement et est donc réalisée par les entreprises de la catégorie Production. Finalement, la catégorie Autre inclut distributeur (commercialisation d'ingrédients d'insectes, de produits d'insectes ou de frass), générateur d'intrants alimentaires et OBNL.

2.3. Priorisation des enjeux

Afin d'identifier les enjeux prioritaires pour l'industrie, tous les enjeux préalablement identifiés par le comité d'administration de la TFIC au printemps 2022 ont été classés en différentes catégories (c.-à-d. production d'insectes, transformation primaire, transformation secondaire, etc.). Les répondants pouvaient répondre seulement aux champs d'activités propres à leur organisation ou à tous les champs. Les répondants devaient classer les propositions (maximum de 5) en ordre de priorité. Les enjeux étaient présentés en ordre aléatoire dans le sondage afin d'éviter aux répondants de les choisir en ordre d'apparition. Pour définir les priorités pour chaque maillon de l'industrie, un système de pointage a été utilisé (0 à 5, 0 = non prioritaire, 5 = 1^{re} priorité, 1 = 5^e priorité) et les enjeux ont été classés en ordre décroissant de points obtenus. Le sondage offrait également la possibilité de proposer de nouvelles priorités.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

3. Résultats & discussion

3.1. La production d'insectes au Québec

Depuis 2015, le nombre d'entreprises en production d'insectes comestibles a été en constante croissance au Québec ($29 \pm 8 \%$; Figure 4), mais cette croissance semble s'arrêter à partir de 2021. Le plus récent rapport publié faisait état de 23 entreprises actives au Québec en 2020 [34]. Cependant, le recensement réalisé dans le cadre de ce projet a permis d'en identifier 41, ce qui pourrait s'expliquer par une couverture plus inclusive. En fait, l'activité d'une entreprise était confirmée par les informations détenues par le registre des entreprises du Québec plutôt qu'obtenues par une entrevue téléphonique. En 2022, on comptait encore un total de 40 entreprises en production et/ou transformation d'insectes comestibles au Québec.

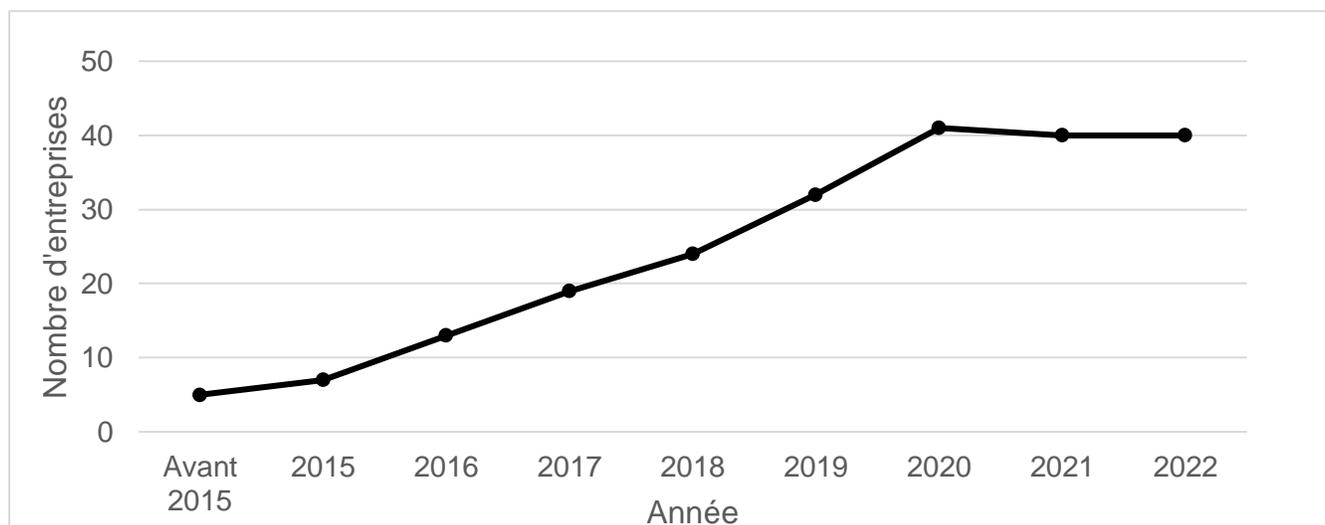


Figure 4. Nombre de producteurs et transformateurs d'insectes enregistrés et actifs au Registre des entreprises du Québec (dernière mise à jour le 12 juillet 2022).

L'arrêt de la croissance observée à partir de 2022 pourrait résulter de l'état d'urgence sanitaire enclenché en mars 2020 lors de la pandémie de COVID-19 au Québec. Bien que plusieurs entreprises aient vu la situation comme une opportunité de se lancer en affaires, plusieurs autres ont dû fermer leurs portes, résultant en un maintien du nombre d'entreprises actives. En effet, selon les répondants au sondage, le tiers des producteurs et la moitié des transformateurs ont vu leurs activités être réduites (Tableau 1). En contraste, selon le sondage de 2020, les deux tiers des producteurs d'insectes étaient touchés négativement par l'état d'urgence sanitaire et l'associaient notamment à un frein au développement des affaires et à une baisse des opportunités d'affaires [34].

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Tableau 1. Est-ce que l'état d'urgence sanitaire lié à la pandémie de Covid-19 a eu un impact sur les activités de votre entreprise ? (%)

Maillons de l'industrie	Production	Transformation
n	17	11
Non, aucun impact	29	27
Oui, opportunité de me lancer à mon compte et de développer mon projet	35	9
Oui, les activités de mon entreprise ont dû être réduites	29	55
Oui, les activités de mon entreprise ont augmenté	6	9

Entre 2015 et 2020, le nombre de nouveaux producteurs d'insectes augmentait rapidement avec une croissance annuelle moyenne de $29 \pm 8 \%$ (Figure 5). L'année la plus importante a été 2020 avec la création de 10 nouvelles productions d'insectes. Cependant, la tendance est à la baisse depuis 2021. **Au total, on comptait 30 producteurs d'insectes actifs au Québec en 2022.**

Depuis 2018, on observe également une légère augmentation du nombre de fermetures des productions. À l'exception d'une entreprise dont les activités ont eu lieu sur une période de 6 ans avant la fermeture, toutes les entreprises ayant fermé étaient dans la période critique du 0-5 ans de la création d'une entreprise. En fait, les productions qui ferment le font après un temps médian de $2,5 \pm 1,5$ an.

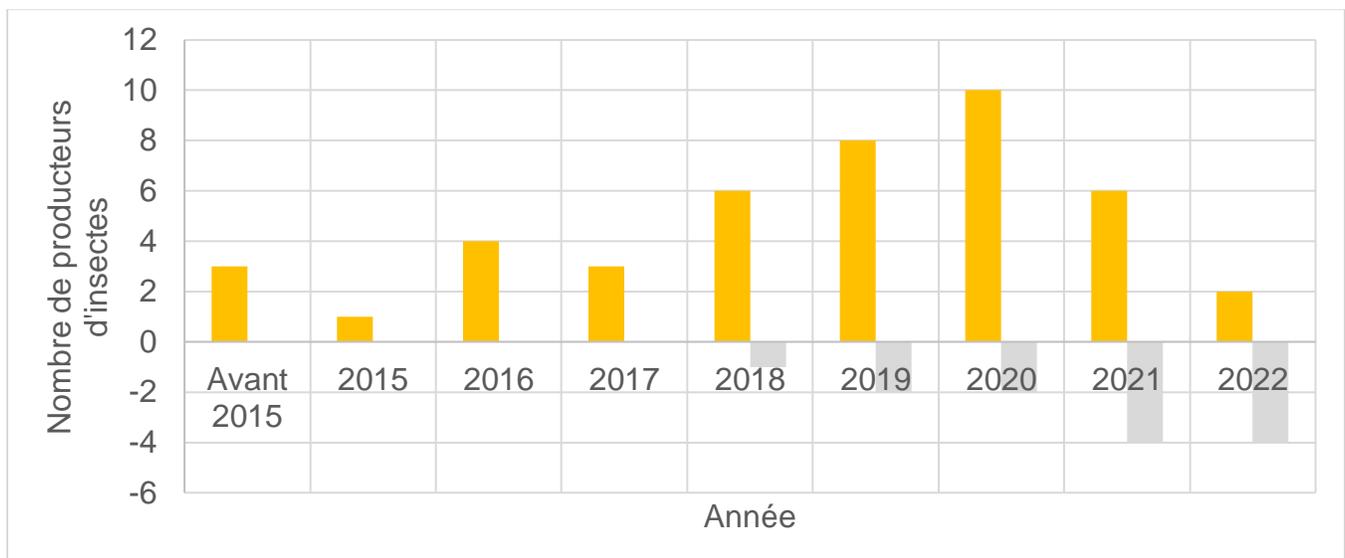


Figure 5. Nombre de producteurs d'insectes ayant démarré (en jaune) et fermé (en gris) au Québec depuis 2015.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Contrairement à la tendance de développement des producteurs d'insectes, le nombre de nouvelles entreprises en transformation d'insectes ne suit pas une tendance précise. L'année ayant vu le plus grand nombre d'entreprises ouvrir est 2016 avec cinq nouveaux transformateurs de produits à base d'insectes. **En 2022, on comptait 16 transformateurs secondaires de produits à base d'insectes.**

En ce qui concerne la fermeture de transformateurs de produits à base d'insectes, la plus importante vague de fermeture a été en 2021, avec trois fermetures. La médiane de la période entre l'ouverture et la fermeture des transformateurs était de 3 ans (3 ± 2 ans).

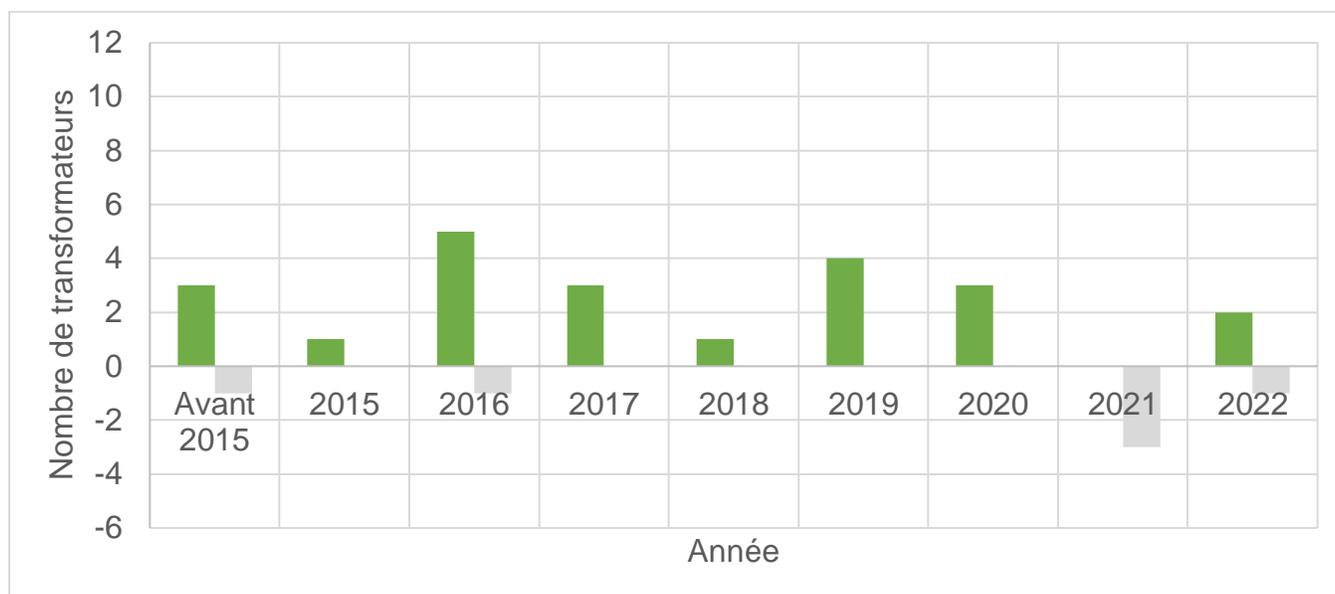


Figure 6. Nombre de transformateurs de produits d'insectes ayant démarré (en vert) et fermé (en gris) au Québec depuis 2015.

3.1.1. Modèles économiques des producteurs d'insectes comestibles

Actuellement, les entreprises ont de la difficulté à ne s'associer qu'à un seul maillon de la filière puisqu'elles doivent souvent réaliser plusieurs activités s'étalant de la production des insectes à la distribution des produits. Ainsi, six entreprises allient des activités de production et de transformation d'insectes (assaisonnement des insectes déshydratés au minimum).

Parmi les 17 entreprises ayant répondu au sondage et dont les activités principales sont la production d'insectes, 12 sont actuellement en production alors que les autres sont au stade de validation de leur procédé. Par ailleurs, deux transformateurs et deux centres de recherche réalisent également des activités de production d'insectes. À l'exception d'organismes de recherche et d'éducation, tous les producteurs commerciaux ($n = 15$, 100 %) produisent une

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

seule espèce. La plupart des producteurs commerciaux sont au stade de prédémarrage ou de démarrage (59 %), 12 % sont au stade de démonstration, 12 % au stade de croissance et 18 % au stade d'expansion ou de diversification. Aucun des répondants ne se considère au stade mature.

Onze entreprises ont indiqué produire des insectes et commercialiser des ingrédients d'insectes (insectes entiers déshydratés, poudre d'insectes, etc.). En ce qui concerne les marchés des productions québécoises, 80 % des répondants produisant des ténébrions visent principalement l'alimentation humaine (n = 5), tous les producteurs de grillons (n = 3) vendent principalement pour l'alimentation humaine alors que tous les producteurs de mouches (n = 2) priorisent l'alimentation des animaux domestiques.

Les volumes de production d'insectes déshydratés (base sèche) des répondants sont indiqués à la Figure 7. Les volumes inférieurs à 1 kg par semaine sont des volumes associés à des laboratoires de recherche. La majorité des entreprises produisent présentement entre 1 et 20 kg par semaine. **Au total, c'est plus de 5 T d'insectes déshydratés qui sont produits par semaine au Québec, soit environ 260 T annuellement.** En fait, 70 % du volume de production d'insectes au Québec sont des larves de mouches soldats noires. Les grillons et les ténébrions représentent respectivement 23 % et 7 % de la production québécoise. En se basant sur les données maximales estimées par le rapport de la Vitrine EntoTechno en 2020 (estimation de 30 % de matières sèches ; 112,5 T en base sèche [34]), la production d'insectes aurait plus que doublé en deux ans avec un minimum de 260 T en base sèche en 2022.

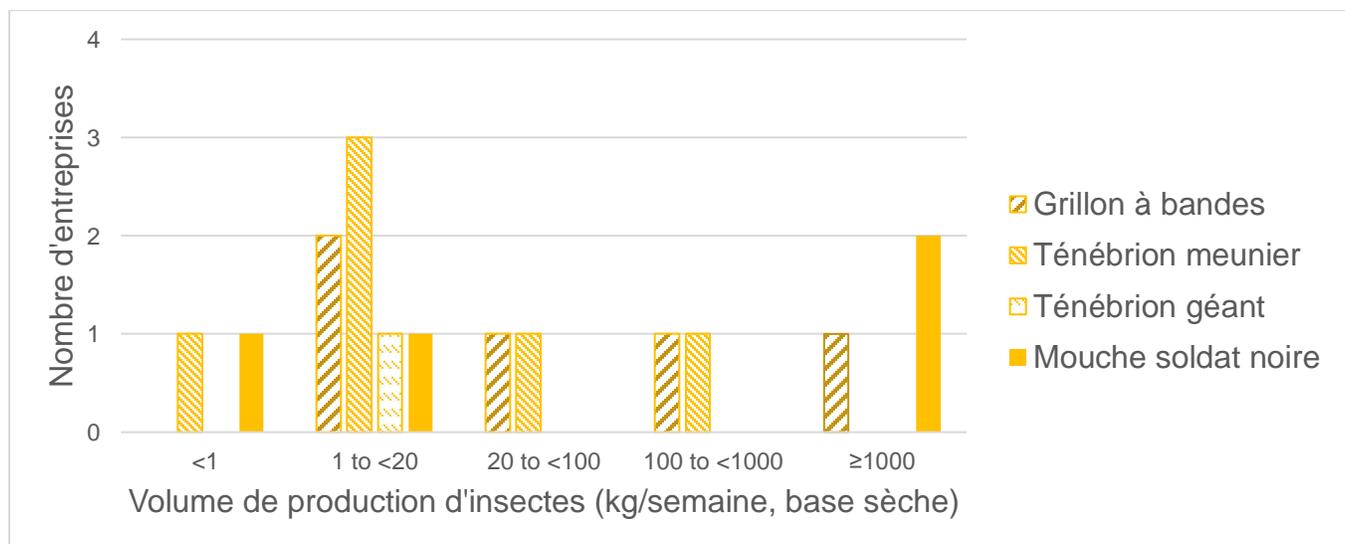


Figure 7. Volume de production d'insectes au Québec en 2022 en fonction de l'espèce (kg/semaine, base sèche, n = 16)

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

3.1.2. Les intrants alimentaires

L'alimentation des insectes est différente de celle des autres élevages animaux puisqu'il n'y a pas de diète accessible commercialement pour cet élevage. Par ailleurs, les diètes fournies aux insectes ne sont pas régies par les mêmes exigences que les aliments pour le bétail. Ainsi, les producteurs d'insectes ne sont pas restreints de respecter l'annexe 4 des aliments pour le bétail [36]. Il est donc possible pour les producteurs d'explorer d'autres aliments répondant aux exigences du marché visé pour les insectes.

La production de mouches soldats noires privilégie des intrants alimentaires composés à majorité de MOR (n = 3) alors que les producteurs de grillons utilisent principalement des diètes formulées pour la volaille (n = 4). Un seul producteur de grillons utilise sa propre diète de produits et co-produits céréaliers. Chez les producteurs de ténébrions (meuniers et géants), les diètes sont soit composées d'une majorité de MOR (n = 3) ou d'une majorité de produits et co-produits céréaliers (n = 3). Bien entendu, les co-produits céréaliers peuvent également être considérés comme une matière résiduelle et donc valorisés dans un contexte d'économie circulaire.

L'économie circulaire est souvent décrite comme une stratégie très prometteuse pour la production d'insectes afin de réduire les coûts associés à leur production. Selon les répondants au sondage (Tableau 2), les mouches sont les insectes permettant de valoriser le plus de MOR puisque leur diète en est composée de 76 à 100 % pour les deux tiers des productions. Les ténébrions arrivent en deuxième avec 50 % des entreprises dont la diète est composée de 76 à 100 % de MOR. Finalement, les productions de grillons au Québec s'insèrent plus difficilement dans une économie circulaire avec 80 % des entreprises qui ne valorisent pas de MOR.

Tableau 2. Pourcentage d'inclusion des résidus issus de l'économie circulaire dans les diètes d'insectes au Québec en 2022 en fonction de la famille.

% d'inclusion de résidus issus de l'économie circulaire			
	Ténébrions (n = 6)	Grillons (n = 5)	Mouches (n = 3)
Non	0	80	0
Oui, 1 à 25 %	33	20	33
Oui, 26 à 50 %	0	0	0
Oui, 51 à 75 %	17	0	0
Oui, 76 à 100 %	50	0	67

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Pour les productions d'insectes actives en économie circulaire, une vaste diversité de MOR peut être valorisée, permettant à la fois un surcyclage des nutriments tout en réduisant les coûts associés à l'alimentation des insectes. La Figure 8 présente les types de résidus valorisés dans les élevages d'insectes québécois. Selon les répondants du sondage, les résidus les plus fréquemment valorisés sont les résidus alimentaires des industries, commerces et institution (ICI), tels que les industries de fabrication d'aliments et de boissons, les commerces alimentaires et les institutions hôtelières et restaurants. Les résidus proviennent généralement de meuneries ou de microbrasseries et, dans une moindre mesure, des épiceries et restaurants.

Bien qu'indiqué comme une source potentielle d'aliments pour les insectes destinés vers l'alimentation animale [37], aucun producteur au Québec n'utilise de résidus alimentaires ou de jardin du secteur résidentiel pour nourrir les insectes présentement.

D'autres types d'intrants alimentaires sont actuellement étudiés au Québec par les institutions de recherche (résidus de ressources aquatiques, d'élevage ou municipaux), toutefois il ne faut pas prévoir leur valorisation à court terme.

Selon les répondants au sondage, près de **40 T de matières organiques résiduelles par semaine sont valorisées par l'entremise des insectes au Québec** (27,5 T par les mouches, 12,1 T par les ténébrions, 0,1 T par les grillons).

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

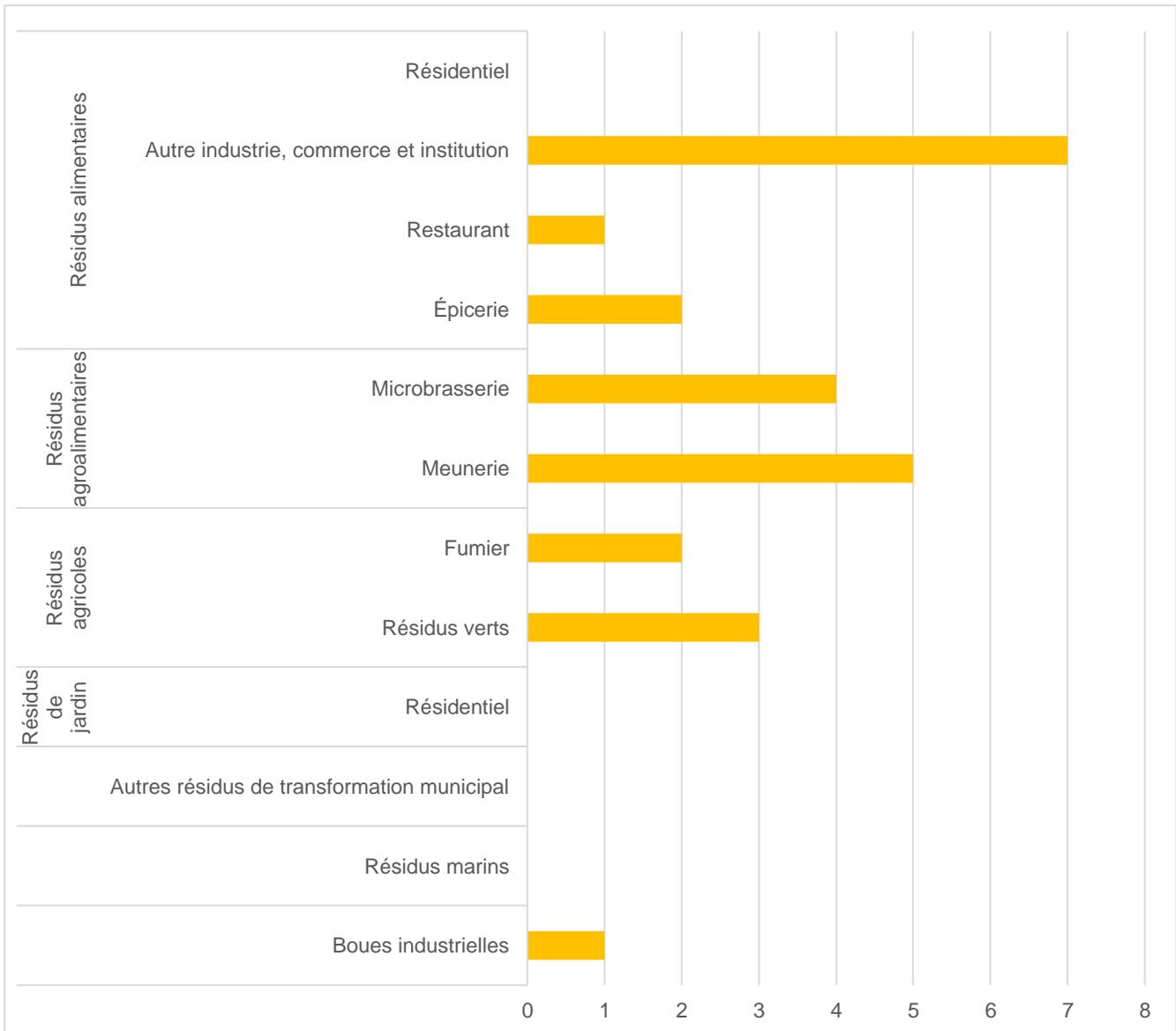


Figure 8. Type de résidus valorisé par l'entremise des insectes au Québec adapté selon les catégories utilisées par Recyc-Québec [38-39].

3.2. La transformation primaire des insectes

La transformation primaire comprend toutes les étapes requises pour obtenir un ingrédient d'insectes suite à la récolte. Elle inclut les étapes d'abattage, de décontamination et de stabilisation des produits d'insectes (Figure 2). Certaines étapes doivent être réalisées avant que l'ingrédient puisse être utilisé comme matrice alimentaire (abattage et décontamination)

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

alors que d'autres sont optionnelles (extractions, séchage, broyage, etc.). Ces étapes permettent de produire différents ingrédients à valeur ajoutée tels que des poudres délipidées, huiles, concentrés protéiques ou isolats protéiques qui pourront être utilisés par les transformateurs secondaires.

3.2.1. Modèles économiques associés à la transformation primaire d'insectes

Selon les répondants au sondage réalisant des activités de transformation primaire d'insectes (n = 11), la plupart sont des producteurs qui réalisent eux-mêmes la transformation de leurs insectes en ingrédients (54 %). De plus, 23 % sont des producteurs qui s'approvisionnent également d'un producteur externe, ce qui signifie que leur volume de production est inférieur à la demande de leurs clients pour des ingrédients d'insectes. Par ailleurs, dans 23 % des cas, les transformateurs primaires utilisent les insectes provenant d'un fournisseur externe exclusivement. Finalement, 8 % des répondants transforment des insectes récoltés en nature.

3.2.2. Diversité des ingrédients à base d'insectes

La Figure 9 présente les différents ingrédients d'insectes produits au Québec. Les insectes entiers et en poudre sont les matrices les plus souvent commercialisées par les répondants au sondage. Les insectes vivants peuvent être vendus pour les animaux de compagnies tels que les reptiles ou à d'autres entreprises. Il est intéressant de noter que parmi les répondants au sondage, aucune entreprise ne transforme les insectes en un concentré ou un isolat protéique présentement. Cela peut s'expliquer par la complexité des procédés nécessitant un développement technique ainsi qu'un investissement plus important en matière d'équipements de transformation.

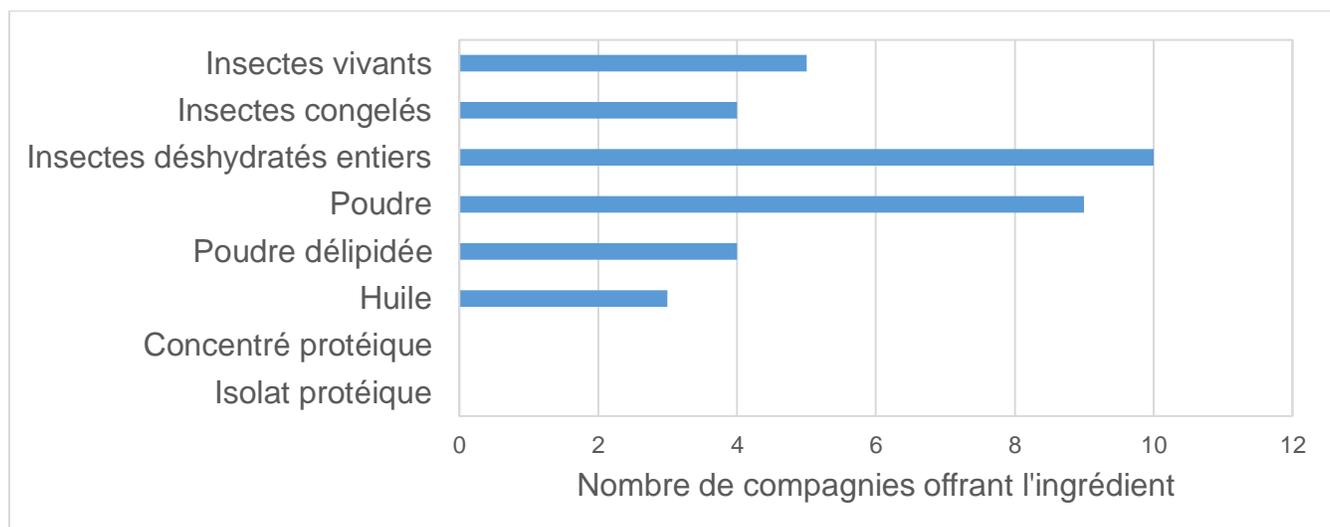


Figure 9. Diversité des ingrédients à base d'insectes transformés au Québec (n = 15).

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

La Figure 10 compare les insectes déshydratés et en poudre provenant de quatre espèces produites au Québec. Le séchage, permettant d'obtenir des insectes déshydratés, représente le procédé minimal requis pour préserver les ingrédients d'insectes à température ambiante. Le broyage est ensuite souvent utilisé pour faciliter l'intégration de l'ingrédient dans les produits. En fait, lorsque réduits en poudre, les insectes sont plus facilement acceptés par les consommateurs puisqu'ils sont alors imperceptibles lorsqu'intégrés dans un aliment [40].

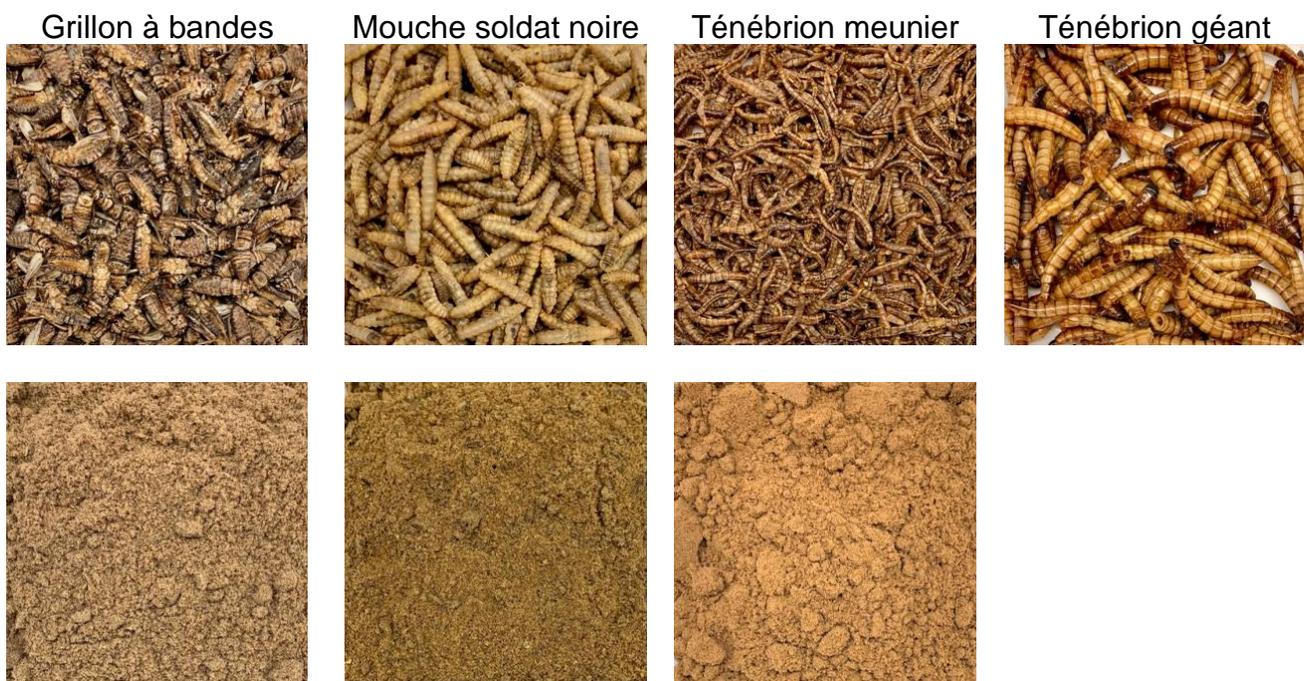


Figure 10. Insectes déshydratés et en poudre disponibles au Québec

L'extraction des lipides confère de nombreux avantages pour l'intégration subséquente de l'ingrédient. Elle permet de faciliter le broyage en évitant les problèmes de colmatage, de modifier les propriétés fonctionnelles de la matrice et pourrait permettre de prolonger la durée de vie en limitant les risques d'oxydation. On retrouve présentement des poudres d'insectes délipidées transformées au Québec à base de grillons, de larves de ténébrions meuniers et de larves de mouches soldats noires. Cependant, seules les huiles de grillons et de mouches soldats noires sont disponibles présentement, ce qui s'explique par une limitation au niveau des équipements de clarification chez les producteurs de ténébrions.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

3.2.3. Commercialisation des ingrédients à base d'insectes

La plupart des entreprises transformant des ingrédients d'insectes visent l'alimentation humaine et des animaux domestiques (46 % ; Figure 11). Certaines entreprises visent deux marchés, mais aucune ne vise les trois. La majorité des entreprises commercialise actuellement sur un marché provincial (46 %) et, dans une moindre mesure, un marché local (15 %), national (15 %), panaméricain (8 %) ou international (15 %).

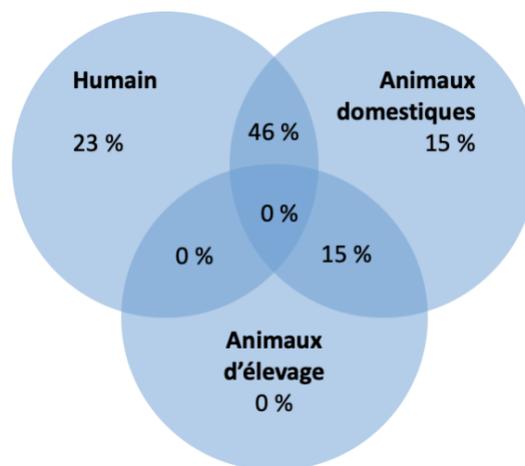


Figure 11. Marchés des ingrédients d'insectes transformés au Québec (n = 15).

Les ingrédients d'insectes sont vendus directement aux consommateurs ou à des entreprises pour la revente ou la transformation. La plupart des entreprises transformant les insectes vendent directement aux particuliers via la vente en ligne (85 %) ou la vente via un pignon sur rue (62 %). Comme présenté dans le Tableau 3, le prix des insectes pour l'alimentation humaine disponible sur les sites de vente en ligne est très variable et coûte souvent plus de 100 \$ le kg. En plus de la vente aux particuliers, la plupart des entreprises (62 %) vendent également leurs ingrédients à des entreprises responsables de la revente ou de la distribution et 23 % vendent directement à d'autres entreprises pour une transformation supplémentaire.

Une seule des 13 entreprises réalisant la transformation primaire des insectes possède une certification HACCP. Les autres entreprises ne possèdent pas de certification de qualité et devront ainsi avoir mis des programmes en place afin d'assurer la qualité des ingrédients, leur traçabilité et le contrôle des allergènes (s'il y a des allégations à ce sujet), entre autres, afin de pouvoir être intégrées par les transformateurs alimentaires conventionnels à grande échelle.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Tableau 3. Prix des ingrédients d'insectes (CAD) dirigés vers l'alimentation humaine disponibles aux consommateurs en ligne et produits au Québec (n = 7 entreprises recensées)

Espèce d'insecte	Prix au kg (CAD)			Format (g)	
	Min	Max	Moyenne	Min	Max
Déshydratés					
Grillons	65,00	160,00	108,11	25	5000
Ténébrions	75,00	133,20	104,96	75	1000
Poudre					
Grillons	65,00	140,00	85,32	50	5000
Ténébrions	75,00	171,43	128,90	35	1000

3.3. La transformation secondaire des insectes

La transformation secondaire représente l'utilisation d'ingrédients pour les transformer en un produit alimentaire (Figure 1).

3.3.1. Modèles économiques associés à la transformation secondaire d'insectes

Selon le sondage réalisé auprès des transformateurs d'insectes (n = 11), 45 % sont au stade de prédémarrage ou de démarrage, 9 % au stade de démonstration, 27 % au stade de croissance et 18 % au stade mature. La plupart des entreprises réalisant de la transformation secondaire produisent les insectes qu'ils utilisent pour concevoir leurs produits (45 %), c'est-à-dire qu'ils réalisent toutes les étapes de la production jusqu'à la commercialisation des produits alimentaires en résultant. Pour 36 % des entreprises, les insectes proviennent uniquement de fournisseurs et pour 18 % des entreprises, ceux-ci sont élevés par le transformateur et des fournisseurs externes.

3.3.2. Les ingrédients d'insectes utilisés en transformation secondaire

Les transformateurs utilisent souvent plusieurs espèces d'insectes pour formuler différents produits (45 %, n = 11). L'insecte le plus souvent utilisé par les transformateurs est la larve de ténébrions meuniers (64 %, n = 11). Par ailleurs, 27 % des transformateurs utilisent le grillon domestique, le grillon à bandes ou la larve de mouches soldats noires, respectivement. Finalement, seulement 9 % utilisent les larves de ténébrions géants. Les formes les plus souvent utilisées d'ingrédients d'insectes par les transformateurs sont entiers et déshydratés (55 %) et en poudre (45 %). Les huiles et poudres délipidées sont utilisées par 27 % et 18 % des transformateurs, respectivement. Finalement, 9 % font l'acquisition d'insectes vivants et 18 % les reçoivent congelés.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

La majorité des transformateurs utilisent des ingrédients d'insectes du Québec (91 %). Toutefois, certaines entreprises utilisent des ingrédients du Canada (27 %) et d'Europe (9 %). Les raisons liées à l'importation sont variées et peu documentées. Lorsque sondés, les transformateurs (n = 4) ont mentionné l'absence de certification pour une commercialisation à l'étranger, des difficultés d'approvisionnement, de grandes variabilités dans la qualité des ingrédients, le prix élevé des ingrédients ou des relations d'affaires de longue date déjà établies.

3.3.3. Produits à base d'insectes et commercialisation

Selon le sondage, 15 types de produits à base d'insectes étaient préparés au Québec en 2022 (Figure 12). Les insectes entiers assaisonnés représentaient le produit le plus souvent proposé par les entreprises, suivi par les gourmandises et la nourriture pour animaux de compagnie ainsi que les barres protéinées. Par ailleurs, la majorité des transformateurs vise uniquement l'alimentation humaine (55 %, Figure 13). On constate également qu'aucun des répondants ne vise uniquement l'alimentation des animaux d'élevage. Cela pourrait s'expliquer par des coûts d'ingrédients d'insectes trop élevés en comparaison aux sources de protéines traditionnelles et des volumes de production encore insuffisants pour ce marché de grande envergure.

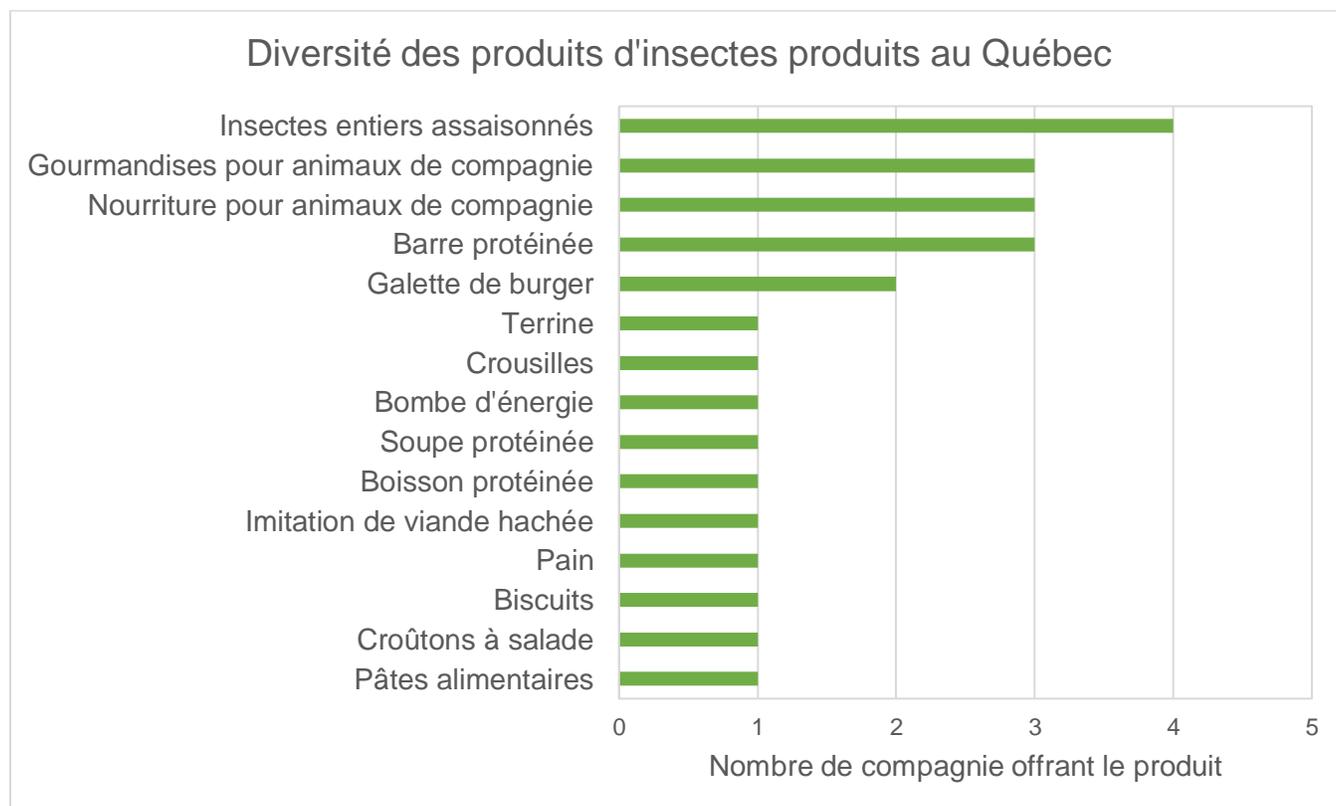


Figure 12. Diversité des produits d'insectes produits au Québec en 2022 (n = 11).

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

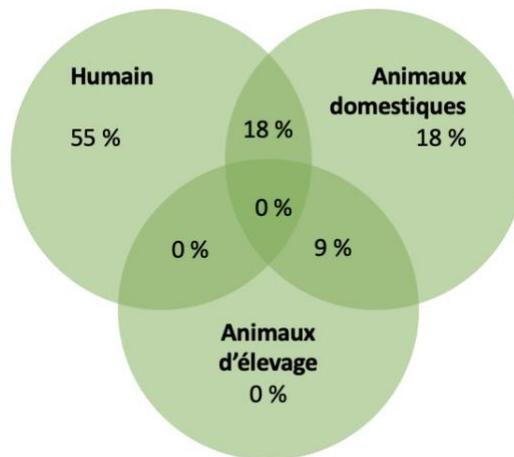


Figure 13. Marché des produits d'insectes transformés au Québec (n = 11)

Le marché des produits d'insectes confectionnés au Québec semble être principalement un marché de proximité. En effet, 45 % des transformateurs d'insectes commercialisent leurs produits à l'échelle provinciale, 27 % à l'échelle internationale, 18 % à l'échelle nationale et 9 % à l'échelle locale seulement (n = 11).

Les transformateurs d'insectes utilisent plusieurs stratégies pour commercialiser leurs produits. La vente en ligne aux particuliers est généralement utilisée (82 %), suivie par la vente aux particuliers via un pignon sur rue (64 %) ou un distributeur (64 %). Seulement 9 % des transformateurs vendent à d'autres entreprises. Seules deux organisations réalisant la transformation secondaire détiennent une certification de sécurité alimentaire de type HACCP. Pourtant, l'obtention de ce type de certification pourrait grandement faciliter la commercialisation des produits en sécurisant les acheteurs potentiels.

3.4. Les frass

Les frass possèdent un intérêt agronomique certain [41]. Leurs compositions et propriétés sont toutefois très variables en fonction de l'espèce, de la diète offerte et de la méthode de transformation [41]. Les méthodes de transformation des frass utilisées au Québec sont très variables et peu documentées. La plupart des frass sont commercialisés à la suite d'un tamisage seul ou accompagnés d'un traitement thermique tel que requis en Europe [42]. Actuellement, 18 % des entreprises offrent des frass sous forme de granules, un procédé utilisé pour ralentir la libération des nutriments dans le sol.

3.4.1. Commercialisation et marché

Les producteurs vendent leur frass directement aux particuliers et aux entreprises. Pour rejoindre les particuliers, 45 % des entreprises utilisent la vente en ligne et 55 % utilisent la vente

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

via un pignon sur rue. Le Tableau 4 présente les prix de vente des frass aux consommateurs au Québec. Parallèlement, la majorité des producteurs (73 %) souhaite vendre directement aux agriculteurs. Également, 18 % vendent directement à d'autres entreprises et 36 % utilisent un distributeur. Certaines entreprises ne commercialisent pas leur frass et se résignent à les donner (27 %), voire les jeter (9 %).

Tableau 4. Prix de vente des frass (CAD) aux consommateurs au Québec disponibles en ligne (n = 5 entreprises recensées sur le web).

Espèce d'insecte	Prix des frass au kg (CAD)			Format (kg)	
	Min	Max	Moyenne	Min	Max
Grillons	6,96	19,98	11,55	0,5	25,0
Ténébrions	9,00	30,00	17,80	0,5	8,0

Le marché des frass est souvent de proximité avec 27 % des producteurs qui commercialisent localement et 36 % provincialement. Certains vont également commercialiser leur frass à plus grande échelle dont 18 % nationale, 9 % panaméricaine et 9 % à l'international.

3.5. Contexte économique et d'affaires

La plupart des producteurs considèrent leur entreprise comme étant stable (47 %) ou pérenne (6 %). Cependant, 29 % se disent en situation précaire et 18 % en démarrage. En ce qui concerne les transformateurs, la situation semble plus difficile avec 73 % des répondants se disant en situation précaire.

3.5.1. Impact de la pénurie de main-d'œuvre au Québec

À l'exclusion des organismes gouvernementaux, la pénurie de main-d'œuvre semble avoir grandement affecté les entreprises de la filière (47 à 75 % des entreprises) à l'exception des transformateurs pour qui seulement 18 % des entreprises sont affectées par la pénurie (n = 11). Les besoins en matière de main-d'œuvre sont très variés parmi les répondants. Les organisations de recherche cherchent principalement du personnel hautement qualifié (38 %) et des stagiaires (31 %). En comparaison, les producteurs et transformateurs recherchent plutôt du personnel qualifié en production et transformation (25 %), des opérateurs (18 %), des stagiaires (18 %), du personnel hautement qualifié (16 %) et des techniciens (10 %).

3.5.2. Réseau et initiatives structurantes

Parmi les répondants au sondage, 45 % étaient membres de la TFIC, 40 % étaient membres de l'Association des éleveurs et transformateurs d'insectes du Québec (AÉTIQ), 11 % de la North American Coalition for Insect Agriculture (NACIA), 9 % de la Société d'entomologie du Québec

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

et 2 % du Center for Environmental Sustainability Through Insect Farming (CEIF). En fait, 32 % des répondants n'étaient membres d'aucune association ou regroupement associés aux insectes. Si on se concentre seulement sur les **producteurs et transformateurs, 39 % n'étaient membres d'aucune association.**

Seuls 38 % des répondants étaient membres d'une association, regroupement ou initiative de rayonnement non spécifique aux insectes. Parmi les associations, 13 % étaient membres du Conseil de Transformation Alimentaire du Québec (CTAQ), 11 % d'Aliments du Québec, 9 % du Panier bleu, 6 % du Réseau québécois de recherche en agriculture durable (RQRAD) et 6 % du Réseau de recherche en économie circulaire du Québec (RRECQ).

3.5.3. Formations sur les insectes comestibles

Parmi les répondants et à l'exclusion des organisations gouvernementales, 74 % des répondants n'ont suivi aucune formation dans le domaine des insectes comestibles. Parmi ceux ayant suivi une formation, 12 % étaient au collégial, 2 % au premier cycle universitaire et 12 % aux cycles supérieurs universitaires. Au Québec, de plus en plus de services de formation sont offerts tant au niveau collégial qu'universitaire. Des formations journalières ou sur une semaine intensive sont également disponibles, ou en cours de préparation [43].

3.5.4. Formation sur la transformation alimentaire

Parmi les répondants et à l'exclusion des organisations gouvernementales, la majorité des répondants ont indiqué avoir suivi au moins une formation en lien avec la transformation alimentaire (66 %). 44 % ont participé à la formation obligatoire en hygiène et salubrité alimentaires du MAPAQ, 17 % ont réalisé une formation HACCP, 7 % des études de premier cycle universitaire, 2 % des études supérieures universitaires, 5 % à l'Institut de technologie agroalimentaire du Québec (ITAQ), 2 % à l'Institut de tourisme et d'hôtellerie du Québec (ITHQ), 2 % la certification Safe Quality Food (SQF) et 2 % la formation Preventive Controls Qualified Individual (PCQI).

3.5.5. Accompagnement d'affaires et modèle économique

Selon le sondage, 35 % des producteurs et 55 % des transformateurs ont été incubés dans un incubateur d'entreprises. Cela semble correspondre avec un récent sondage de la NACIA auprès des membres de l'industrie des insectes en Amérique du Nord, selon lequel 52 % des répondants avaient profité d'un service d'incubation [44]. Par ailleurs, 65 % des producteurs et transformateurs d'insectes considèrent que l'offre d'accompagnement d'affaires est suffisante au Québec, mais 29 % auraient préféré avoir de l'accompagnement spécifique aux enjeux de l'industrie des insectes comestibles. Finalement, 18 % étaient d'avis que l'accompagnement d'affaires était insuffisant.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Lorsque sondés sur le modèle économique à privilégier par l'industrie, les répondants ont indiqué favoriser une diversité des modèles économiques (47 %). Les autres étaient très départagés entre une production et une transformation centralisée (18 %), la spécialisation des entreprises (13 %), une production locale et une transformation centralisée (11 %) ainsi qu'une production et une transformation locales (11 %). Il ne semble pas y avoir de consensus sur un modèle à privilégier plutôt qu'un autre. Une observation similaire avait été réalisée en 2020 alors que les producteurs et transformateurs sondés avaient indiqué devoir faire preuve d'ouverture à la diversité des modèles d'affaires [34].

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

3.6. Vision des membres de l'industrie

L'industrie émergente des insectes comestibles évolue très rapidement, et avec elle, ses enjeux. Les acteurs de la filière étaient donc invités à prioriser les enjeux pour leur organisation. Pour toutes les questions/champs d'activités suivants, les enjeux ont été placés en ordre de priorité dans le Tableau 5.

Tableau 5. *Priorité de la filière des insectes comestibles au Québec*

Priorités	Première	Deuxième	Troisième	Quatrième	Cinquième
Plus grands défis pour votre organisation (n = 28)	Vente des produits	Recherche et développement	Financement pour le maintien du personnel	Financement pour l'acquisition d'équipements	Obtention des certificats et autorisation de ventes
Plus grands défis de l'industrie (n = 43)	Réduire les coûts de production	Acceptabilité sociale	Mieux définir l'encadrement légal	Obtenir du financement	Accréditation des produits pour ouvrir les marchés
Intrants alimentaires (n = 39)	Valorisation des résidus	Traçabilité des résidus	Contaminants	Logistique de transfert de résidus	Disponibilité et constance des prix des résidus
Production d'insectes (n = 38)	Automatisation	Système intégré de contrôle de la qualité et traçabilité	Optimisation de la croissance	Optimisation de la reproduction	Modèle économique et d'affaires
Transformation primaire d'insectes (n = 33)	Développement de procédés	Automatisation	Standardisation des méthodes d'analyse	Extraction des protéines	Optimisation énergétique
Transformation secondaire (n = 36)	Goût et appétence (couleur, texture, etc.)	Propriétés fonctionnelles des protéines	Digestibilité des produits d'insectes	Allergènes alimentaires	Conservation à long terme
Alimentation humaine (n = 36)	Développement de critères de qualité	Étude économique	Standardisation des méthodes d'analyse	Appellation et étiquetage	Réduction des prix de vente
Alimentation animale (n = 36)	Développement de critères de qualité	Performances zootechniques	Étude économique	Qualité microbiologique	Standardisation des méthodes d'analyse
Frass (n = 34)	Propriété des frass	Impact de l'épandage	Enregistrement pour la commercialisation	Méthodes de transformation des frass	Standardisation des méthodes d'analyse

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Selon les producteurs et transformateurs ayant répondu au sondage, leur plus grand défi est la vente de produits, suivi par la R&D et l'obtention de financement. En contraste, le sondage s'adressait également à l'ensemble des acteurs de la filière pour connaître la vision globale de l'industrie. Selon l'ensemble de la filière, le plus grand défi consiste à réduire les coûts de production, ce qui contribuera certainement à augmenter les ventes de produits des producteurs et transformateurs. Les organismes gouvernementaux (n = 6) étaient d'avis que l'enjeu prioritaire était de mieux définir l'encadrement légal alors que les producteurs (n = 16) et transformateurs (n = 9) d'insectes considéraient l'acceptabilité sociale comme étant prioritaire.

Ensuite, le sondage visait à identifier les priorités pour les acteurs de la filière dans tous les champs d'activités couverts par celle-ci.

Sur le sujet des **intrants alimentaires**, tous les maillons étaient d'avis que la valorisation des résidus était l'enjeu prioritaire à l'exception des transformateurs (n = 7) d'insectes pour qui la traçabilité des résidus était prioritaire.

En ce qui concerne la **production d'insectes**, seuls les producteurs (n = 17) considèrent l'automatisation comme priorité. Les transformateurs (n = 6) et les organismes de recherche et d'éducation (n = 8) considèrent un système intégré de contrôle de la qualité et de la traçabilité comme prioritaire, les organismes gouvernementaux (n = 3) considèrent l'optimisation de la croissance comme prioritaire et finalement, les autres organisations (n = 4) priorisent la génétique des insectes.

Pour la **transformation primaire**, le développement de procédés a été identifié comme le sujet prioritaire globalement. Cependant, les producteurs d'insectes (n = 14) et les autres organisations (n = 3) considèrent l'automatisation prioritaire alors que les transformateurs (n = 5) priorisent la standardisation des méthodes d'analyse.

Concernant la **transformation secondaire**, le goût et l'appétence sont l'enjeu prioritaire globalement. Toutefois, les producteurs (n = 14) considèrent le goût et l'appétence comme étant aussi importants que les propriétés fonctionnelles des protéines. Les autres organisations (n = 4) sont également départagées entre les propriétés fonctionnelles des protéines et les allergènes alimentaires. Les organismes gouvernementaux (n = 3) priorisent les propriétés fonctionnelles des protéines alors que les transformateurs (n = 8) priorisent la digestibilité des produits d'insectes.

Le développement de critères de qualité a été identifié comme l'enjeu prioritaire pour la commercialisation des produits d'insectes pour **l'alimentation humaine et animale**. Pour l'alimentation humaine, les organismes de recherche et d'éducation (n = 8) priorisent la qualité microbiologique alors que les autres organisations (n = 3) priorisent les appellations et

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

l'étiquetage. Du côté de l'alimentation des animaux, les organismes gouvernementaux (n = 4) et les producteurs (n = 14) considèrent les performances zootechniques comme prioritaires alors que les organismes de recherche et d'éducation (n = 8) considèrent les études économiques comme prioritaires.

Pour la commercialisation des **frass**, l'enjeu prioritaire s'avère être les propriétés des frass (antifongique, stimule l'immunité, etc.). Les transformateurs (n = 2) considèrent l'impact de l'épandage comme prioritaire alors que les organismes de recherche et d'éducation (n = 8) priorisent les méthodes de transformation des frass. Les autres organisations (n = 4) considèrent comme prioritaires le développement de critères de qualité et l'appellation & l'étiquetage. Les organismes gouvernementaux (n = 4) considèrent aussi importantes les propriétés des frass que l'impact de leur épandage.

4. Conclusions et recommandations

4.1. Limites du sondage

Dans le cadre de ce portrait de l'industrie, il n'a pas été possible de sonder l'ensemble des producteurs et transformateurs d'insectes du Québec. En effet, puisque seulement 70 % des entreprises recensées ont répondu au sondage, les volumes indiqués sont sous-estimés par rapport aux volumes réels produits au Québec. Un prochain sondage devrait tenter d'obtenir ses informations manquantes en offrant un questionnaire alternatif plus court portant spécifiquement sur les volumes.

4.2. Conclusions et recommandations

La croissance du nombre d'entreprises était constante (30 %) jusqu'à 2020 où elle s'est stabilisée à 40 organisations. En 2022, l'industrie des insectes comestibles comprenait 30 producteurs d'insectes et 16 transformateurs avec 6 entreprises réalisant les deux activités. L'industrie étant très changeante avec 59 % des producteurs au stade de prédémarrage et de démarrage, un portrait de l'industrie devrait être réalisé au moins tous les deux ans.

Bien que le nombre d'entreprises soit constant, les volumes de production auraient doublé depuis 2020 pour atteindre 260 T d'insectes (base sèche) par année au Québec. Cependant, avec seulement 78 T qui seraient potentiellement dirigés vers l'alimentation humaine (ténébrions et grillons), les volumes sont toujours insuffisants pour attirer l'attention de grands transformateurs secondaires. Les volumes apparaissent aussi insuffisants pour la transformation visant l'alimentation animale de sorte qu'ils ne pourraient satisfaire une utilisation répandue en alimentation du bétail. Les initiatives devraient donc viser à augmenter les volumes générés au Québec tout en réduisant les coûts de production.

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

En fait, les prix de vente des ingrédients d'insectes aux consommateurs sont encore très élevés, atteignant en moyenne plus de 100 \$/kg. Les prix sont très instables et varient entre 65 \$ et 140 \$ le kg pour de la poudre de grillons en ligne, par exemple. Une stratégie d'uniformisation des prix de vente pourrait s'avérer bénéfique pour l'industrie. Lors d'un futur sondage, il serait intéressant de mieux comprendre les enjeux liés à la distribution et à la commercialisation des produits à base d'insectes pour abaisser leur prix et augmenter leur disponibilité pour les consommateurs.

Il serait intéressant d'étudier les enjeux auxquels les transformateurs font face et qui pourraient limiter l'inclusion des ingrédients d'insectes dans les aliments déjà développés. Par exemple, la variabilité de la composition et des fonctionnalités des ingrédients sur le marché devrait être investiguée. Il serait également intéressant de mieux comprendre les risques allergènes et les mesures à mettre en place pour les contrôler. Par ailleurs, le sondage n'a pas inventorié les différentes techniques de transformation des produits. Cette connaissance pourrait être importante afin d'homogénéiser les produits des différentes entreprises, facilitant ainsi l'utilisation de différentes sources pour les grands transformateurs.

Une autre façon d'abaisser les coûts de production, et donc le prix des insectes, est de les alimenter de matières organiques résiduelles. En 2022, 2080 T de résidus étaient valorisés par les insectes annuellement. Comme la traçabilité et la qualité des MOR sont importantes pour leur utilisation dans les productions d'insectes et que ces résidus sont souvent en forte demande, les initiatives visant à réduire la compétition pour les gisements de MOR devraient être mises de l'avant. Par exemple, un réseau de collecte des résidus des ICI plus performant et codéveloppé avec l'industrie des entotechnologies favoriserait le surcyclage des résidus par les insectes.

Comme pour la plupart des industries émergentes, un accompagnement plus soutenu des entreprises en démarrage spécifique à l'industrie des insectes pourrait contribuer au succès des entreprises se trouvant dans l'intervalle 0-5 an. Par ailleurs, avec autant d'entreprises se retrouvant en situation précaire, il apparaît évident qu'un soutien aux entreprises doit être mobilisé. De plus, il reste beaucoup de travail à faire pour l'adhésion des producteurs et transformateurs à une association.

Plusieurs producteurs d'insectes doivent encore se résigner à donner ou jeter leur frass, un coproduit important généré lors de l'élevage d'insectes. Cet enjeu pourrait empirer avec la nouvelle réglementation fédérale nécessitant désormais un enregistrement auprès de l'ACIA pour en faire la commercialisation. Un accompagnement à la commercialisation des frass et aux enjeux réglementaires apparaît nécessaire pour appuyer les producteurs. Les volumes de frass

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

et leurs méthodes de transformation sont encore peu connus et devraient faire l'objet d'un prochain sondage afin d'évaluer l'ampleur et le potentiel de ce fertilisant.

La planification stratégique 2023-2026 de la Table filière tentera d'examiner les enjeux soulignés par la filière et de positionner les insectes comestibles dans un système bioalimentaire durable.

Remerciements

L'Accord Canada-Québec de mise en œuvre du Partenariat canadien pour l'agriculture représente un financement du gouvernement fédéral et du gouvernement du Québec totalisant 293 millions de dollars répartis sur une période de 5 ans, soit de 2018 à 2023. Cet accord appuie des initiatives stratégiques qui aideront les secteurs à croître, à innover et à prospérer.

Les auteurs remercient Entosystem pour avoir fourni des frass de larves de mouches soldats noires pour la captation des images et Entologik pour avoir fourni des images de frass de grillons à bandes.

Crédit photo : Jennifer Larouche

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Références

1. Organisation des Nations Unis (ONU). La population mondiale atteindra 8 milliards d'habitants en novembre 2022. <https://www.un.org/fr/https%3A//www.un.org/fr/desa-fr/la-population-mondiale-atteindra-8-milliards-dhabitants-en-novembre-onu> (accessed 2022-11-15).
2. United Nation; Department of Economic and Social Affairs; Population Division *Population 2030 : Demographic challenges and opportunities for sustainable development planning*; New York, USA, 2015; p 54.
3. van Huis, A.; Van Itterbeeck, J.; Klunder, H.; Mertens, E.; Halloran, A.; Muir, G.; Vantomne, P. *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations): Rome, Italy, 2013.
4. van Huis, A. Edible insects: Challenges and prospects. *Entomol Res* **2022**, *52* (4), 161-177.
5. Ojha, S.; Bussler, S.; Schluter, O.K. Food waste valorisation and circular economy concepts in insect production and processing. *Waste Manag* **2020**, *118*, 600-609.
6. van Huis, A.; Rumpold, B.; Maya, C.; Roos, N. Nutritional Qualities and Enhancement of Edible Insects. *Annu Rev Nutr* **2021**, *41*, 551-576.
7. Cohen, A.; Duchemin, E. *Fiche économique : Élevage d'insectes comestibles*; Laboratoire sur l'agriculture urbaine/Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine (CRETAU) : 2020; p 34.
8. Hogsette, J.A. New diets for production of house-flies and stable flies (Diptera, Muscidae) in the laboratory. *J Econ Entomol* **1992**, *85* (6), 2291-2294.
9. Recyc-Québec *Rapport final - Étude de quantification des pertes et gaspillage alimentaires au Québec*; 2022; p 59.
10. Recyc-Québec *Bilan 2018 de la gestion des matières résiduelles au Québec*; Canada : Québec, 2020; p 52.
11. Recyc-Québec Les 3RV sous la loupe. Available online: <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/citoyens/mieux-consommer/zone-jeunesse/3rv> (accessed on 2022-10-19).
12. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques Stratégie de valorisation de la matière organique. Available online: <http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/organique/strategie-valorisation-matiere-organique.pdf> (accessed on 2022-10-17).
13. Cabinet du ministre de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation, Investissement de 157 M \$ pour l'autonomie alimentaire du Québec - Le ministre Lamontagne dévoile des mesures qui permettront de créer 3800 emplois. Québec, Canada, 2020.
14. Meticulous Market Research Pvt. Ltd. *Edible Insects Market by Product (Whole Insect, Insect Powder, Insect Meal, Insect Oil), Insect Type (Crickets, Black Soldier Fly,*

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

Mealworms), *Application (Animal Feed, Protein Bar & Shakes, Bakery, Confectionery, Beverages)*, and *Geography - Forecast to 2030*; Global, 2022; p 237.

15. Statista *Forecast market value of edible insects worldwide from 2018 to 2023*; 2019.
16. Elhassan, M.; Wendin, K.; Olsson, V.; Langton, M. Quality Aspects of Insects as Food—Nutritional, Sensory, and Related Concepts. *Foods* **2019**, *8* (3).
17. Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA) Liste des déterminations d'aliments et d'ingrédients alimentaires qui ne sont pas nouveaux. Available online: <https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/aliments-du-betail/consultations/exigences-relatives-a-l-enregistrement/fra/1557837434904/1557837435158> (accessed on 2022-09-29).
18. Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA) Evaluations d'innocuité achevées pour les aliments nouveaux, y compris les aliments génétiquement modifiés (GM). Available online: <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/aliments-genetiquement-modifies-autres-aliments-nouveaux/produits-approuves.html#table> (accessed on 2022-09-29).
19. Bosch, G.; Swanson, K.S. Effect of using insects as feed on animals: pet dogs and cats. *J Insects Food Feed* **2021**, *7* (5), 795-805.
20. Valdes, F.; Villanueva, V.; Duran, E.; Campos, F.; Avendano, C.; Sanchez, M.; Domingoz-Araujo, C.; Valenzuela, C. Insects as Feed for Companion and Exotic Pets: A Current Trend. *Animals (Basel)* **2022**, *12* (11).
21. Association of American Feed Control Officials (AAFCO) *Ingredient definitions committee report - Midyear meeting via webinar*, 2021; p 11.
22. imarc *US Pet Food Market: Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2022-2027*.
23. Future Market Insights *Insect-based Pet Food Market By Nature (Organic, Monoprotein, Conventional), Source (Crickets, Mealworms, Black Soldier Flies), Product Type (Kibble/Dry, Dehydrated Food, Frozen, Raw Food, Powder), Pet Type (Cat, Dog, Birds & Others), Distribution Channel (Store-based, Online Retailers) & Region - Forecast to 2021 - 2031*.
24. Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) Sector trend analysis - Pet food trends in Canada. Available online: <https://agriculture.canada.ca/en/international-trade/market-intelligence/reports/sector-trend-analysis-pet-food-trends-canada#a> (accessed on 2022-11-01).
25. Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA) Exigences relatives à l'enregistrement des ingrédients d'aliments du bétail dérivés d'insectes. Available online: <https://www.inspection.gc.ca/sante-des-animaux/aliments-du-betail/consultations/exigences-relatives-a-l-enregistrement/fra/1557837434904/1557837435158> (accessed on 20 novembre 2020).
26. Agence Canadienne d'Inspection des aliments (ACIA) Listes d'ingrédients approuvés des aliments pour animaux. Available online: <https://inspection.canada.ca/sante-des->

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

[animaux/aliments-du-betail/ingredients-approuves/fra/1322975007194/1322975281243](https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/aliments-du-betail/ingredients-approuves/fra/1322975007194/1322975281243)
(accessed on 2022-09-29).

27. Arabzadeh, G.; Delisle-Houde, M.; Tweddell, R.J.; Deschamps, M.-H.; Dorais, M.; Lebeuf, Y.; Derome, N.; Vandenberg, G. Diet Composition Influences Growth Performance, Bioconversion of Black Soldier Fly Larvae: Agronomic Value and In Vitro Biofungicidal Activity of Derived Frass. *Agronomy* **2022**, *12* (8), 1765.
28. Barragan-Fonseca, K.Y.; Nurfikari, A.; van de Zande, E.M.; Wantulla, M.; van Loon, J.J.A.; de Boer, W.; Dicke, M. Insect frass and exuviae to promote plant growth and health. *Trends Plant Sci* **2022**, *27* (7), 646-654.
29. Poveda, J.; Jiménez-Gómez, A.; Saati-Santamaría, Z.; Usategui-Martín, R.; Rivas, R.; García-Fraile, P. Mealworm frass as a potential biofertilizer and abiotic stress tolerance-inductor in plants. *Applied Soil Ecology* **2019**, *142*, 110-122.
30. Fertilizer Canada Contributions to Canada and the World : Canadian fertilizer industry. Available online: https://fertilizercanada.ca/wp-content/uploads/2018/09/fc_fact-infographic2018_vf4-pages-en.pdf.
31. Gouvernement du Canada Règlement sur les engrais. Available online: https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/C.R.C.,_ch._666/20150227/P1TT3xt3.html (accessed on 2022-09-29).
32. Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA) Déclencheurs de l'enregistrement pour les engrais et les suppléments en vertu de la Loi sur les engrais. Available online: <https://inspection.canada.ca/protection-des-vegetaux/engrais/enregistrement-d-engrais-ou-de-supplement/engrais-et-les-supplements/fra/1330932243713/1330933201778> (accessed on 2022-09-29).
33. Hébert, M. *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes : Critères de référence et normes réglementaires*; Édition 2015. Québec. : https://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/fertilisantes/critere/guide-mrf.pdf, 2015; p 216.
34. Hénault-Ethier, L.; Fortin, A.; Normandin, É.; Renaud, G.D.; Hotte, N. *État de l'industrie des éleveurs et transformateurs d'insectes comestibles au Québec - Regard sur les répercussions de la pandémie de Covid-19*; Québec, 2022; p 16.
35. Produits Naturels Canada (PNC) *Game Changers : Canadian movers and shakers in the burgeoning industry of insects as food and feed*; 2022; p 19.
36. Gouvernement du Canada Listes d'ingrédients approuvés des aliments pour animaux. Available online: <https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/aliments-du-betail/ingredients-approuves/fra/1322975007194/1322975281243> (accessed on August 1st, 2022).
37. Hénault-Éthier, L.; Dussault, M.; Cabrera, P.; Lefebvre, B.; Taillefer, S.; Deschamps, M.-H.; Vandenberg, G.W. Les insectes au service de l'humain pour la gestion des résidus organiques. **2017**.
38. Recyc-Québec Les résidus organiques du secteur des industries, des commerces et des institutions. Available online: <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises->

TABLE FILIÈRE DES INSECTES COMESTIBLES

[organismes/matieres-organiques/guides-et-etudes/residus-organiques-entreprises](#)
(accessed on 2022-04-01).

39. BAPE (Bureau d'enquête et d'audience publique) *L'état des lieux et la gestion des résidus ultimes*; 2022; p 696.
40. Tan, H.S.G.; Fischer, A.R.H.; Tinchon, P.; Stieger, M.; Steenbekkers, L.P.A.; van Trijp, H.C.M. Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. *Food Qual Prefer* **2015**, *42*, 78-89.
41. Beesigamukama, D.; Subramanian, S.; Tanga, C.M. Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. *Sci Rep* **2022**, *12* (1), 7182.
42. IPIFF (International Platform of Insects for Food and Feed), Contribution paper on the application of insect frass as fertilising product in agriculture. 2019, p 6.
43. Table Filière des Insectes Comestibles Les formations sur les insectes comestibles au Québec. Available online: https://img1.wsimg.com/blobby/go/604d7fbb-670d-4b50-ac29-aec801141915/downloads/20221013_TFIC_Formations.pdf?ver=1667831284543
(accessed on 2022-11-10).
44. North American Coalition of Insect Agriculture (NACIA) *NACIA State of the Industry*; october 27, 2022; p 27.