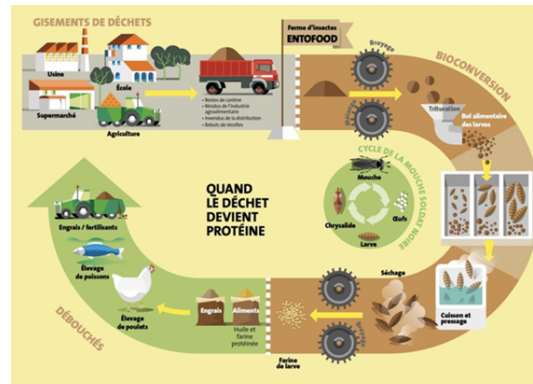


Tour d'horizon des entotechnologies émergentes



Marie-Hélène Deschamps
146^e réunion annuelle de la SEQ
Jeudi, 28 novembre 2019
Drummondville, Québec, Canada



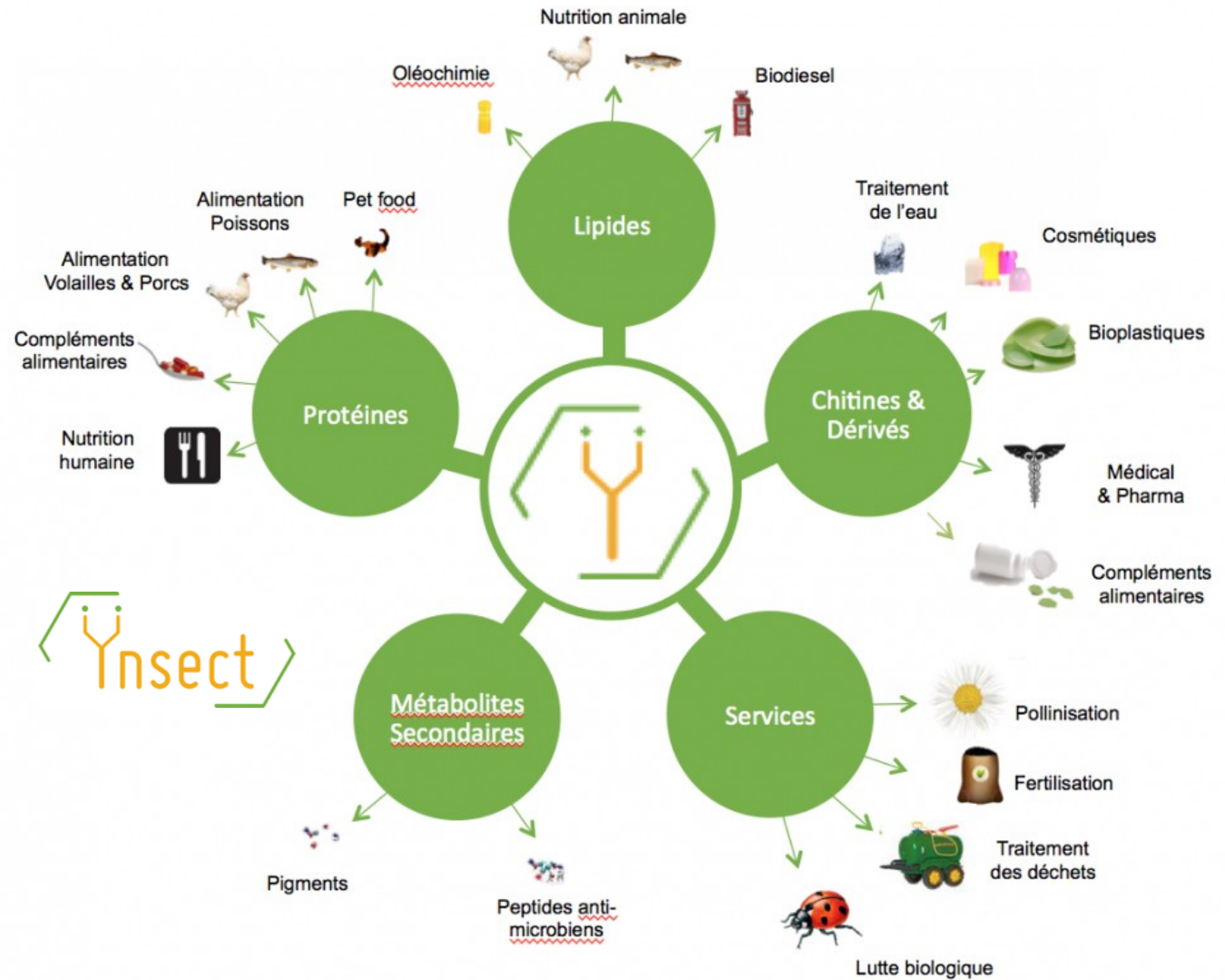
UNIVERSITÉ
LAVAL



Association des éleveurs
et transformateurs
d'insectes du Québec

ENTOTECHNOLOGIES

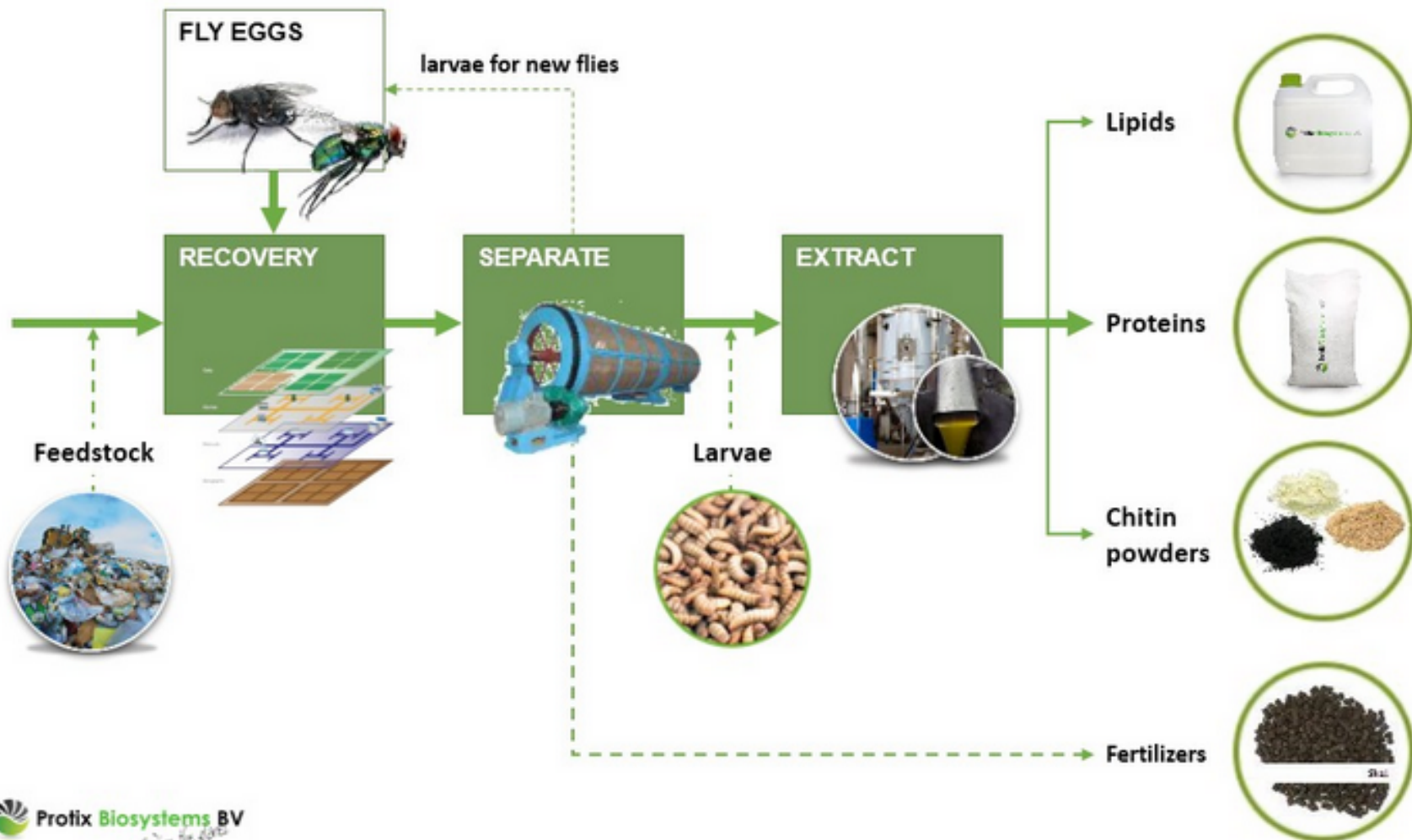
Technologies basées sur l'utilisation des insectes en vue de développer des solutions innovantes face aux défis actuels de la société



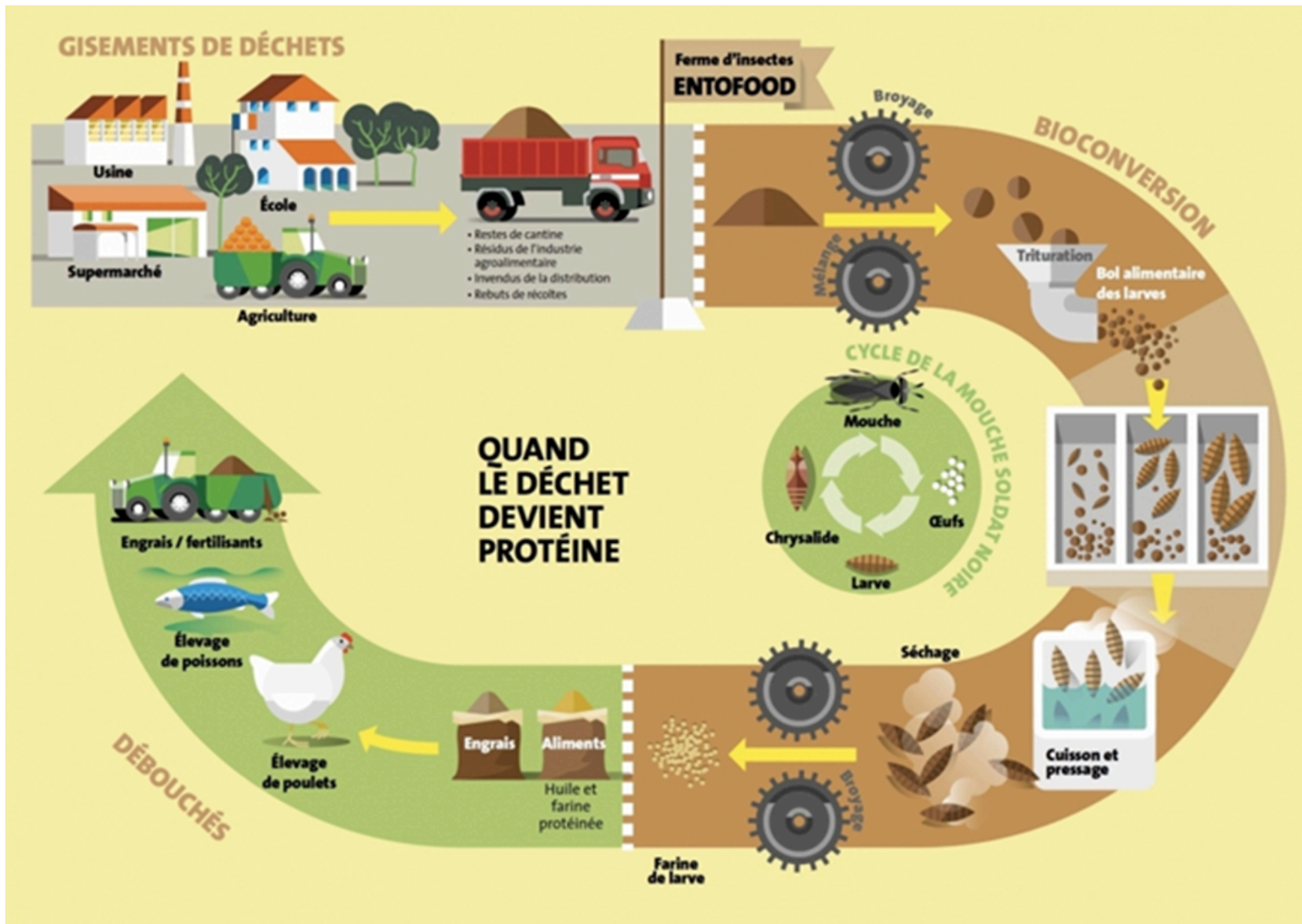
PRODUCTION EN MASSE D'INSECTES



SURCYCLAGE DES MATIÈRES ORGANIQUES PAR LES INSECTES COMESTIBLES



SURCYCLAGE DES MATIÈRES ORGANIQUES PAR LES INSECTES COMESTIBLES





— 10 mars 2018 / Mis à jour le 8 mars 2018 à 11h35

Sauver la planète à bouchées d'insectes



ALEXANDRA PERRON
Le Soleil





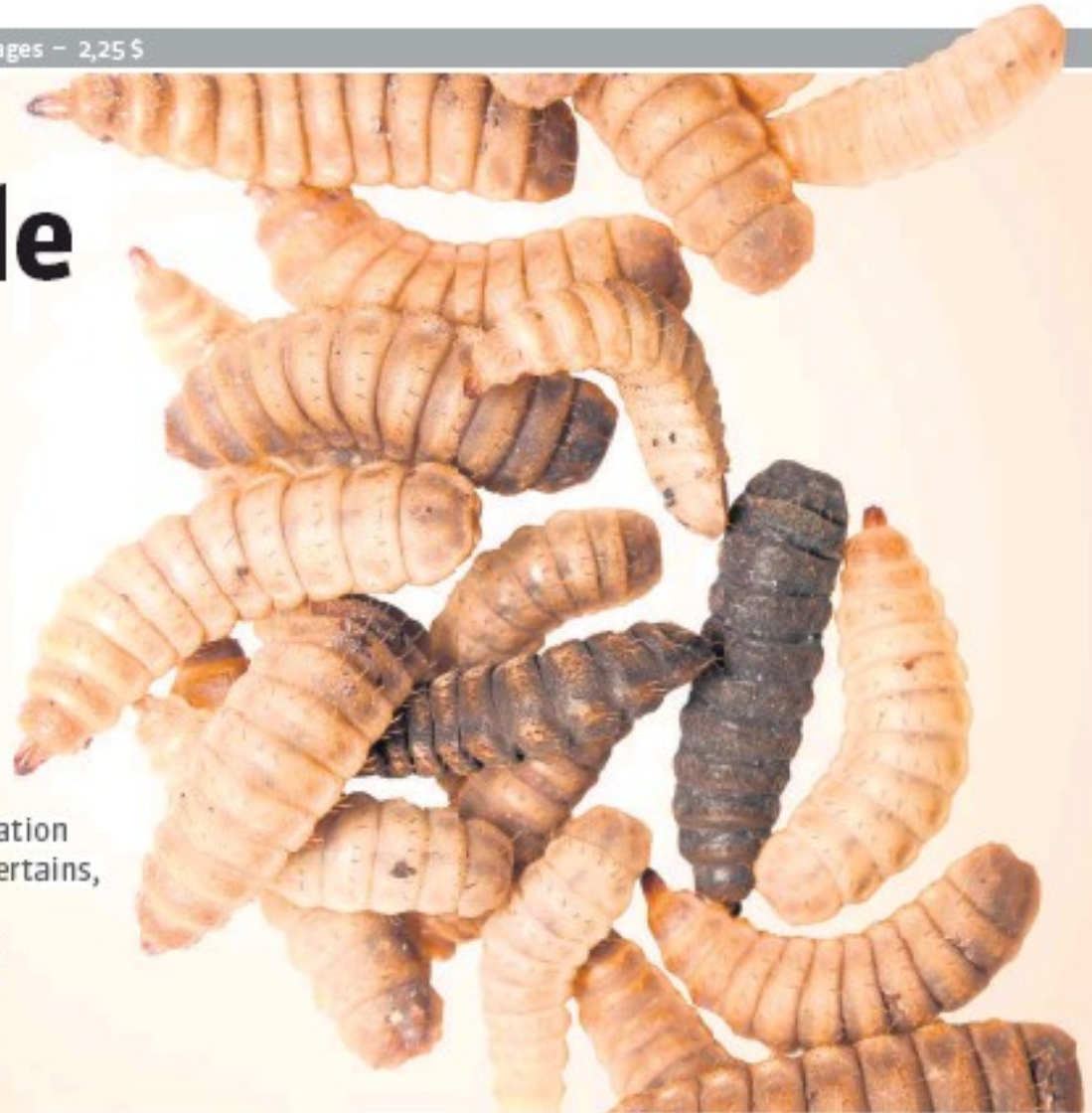
🕒 4.07.17 📁 Tendances

«Les insectes comestibles font partie du futur de notre alimentation»

La nouvelle manne

↳ Pages 4 et 5

La production d'insectes pour l'alimentation animale a un potentiel immense. Pour certains, c'est le nouveau Klondike et le Québec devrait sérieusement penser à se lancer dans cet élevage.

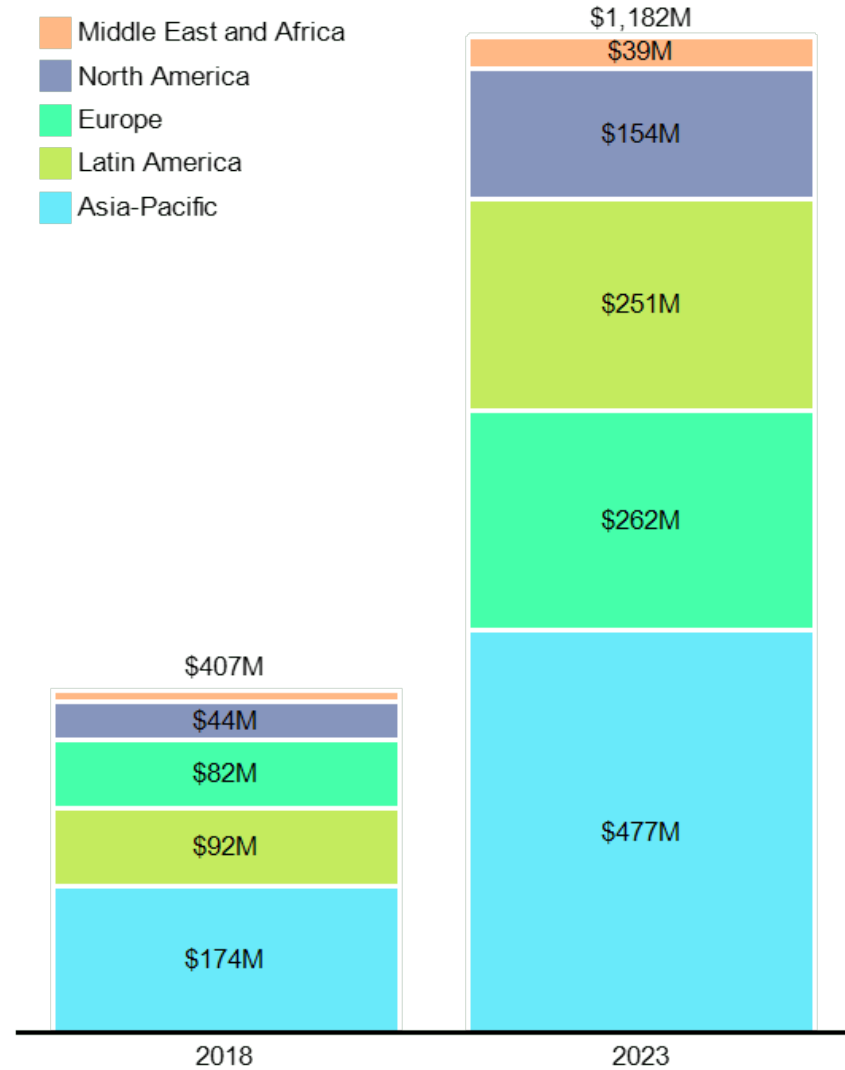


POTENTIEL DE LA PRODUCTION EN MASSE D'INSECTES COMESTIBLES

2016-2024

Croissance du marché mondial sera de 6,1 % 424 M\$ US à 723 M\$ US (Persistence Market Research firme, 2018).

Edible Insect Market Growth by Region



POTENTIEL DE LA PRODUCTION EN MASSE D'INSECTES COMESTIBLES

Contenu en protéines du boeuf



Plus de vitamine B12 que dans l'oeuf



Profil d'acides aminés essentiels du tofu



Plus de fibres que le brocoli



Composés thérapeutiques potentiels pour la maladie de l'Alzheimer



Vitamine B5 pour votre peau

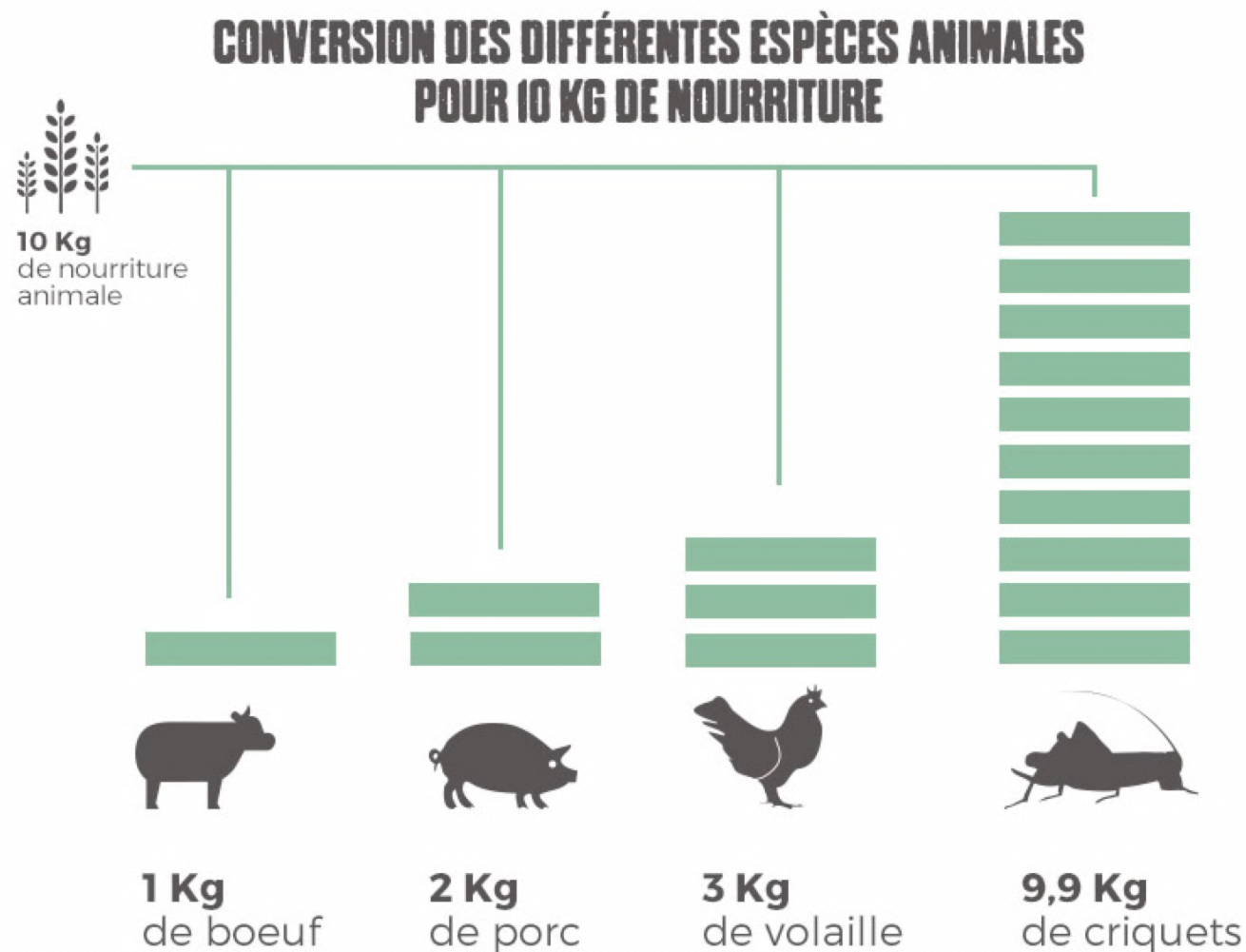


Choline pour votre foie



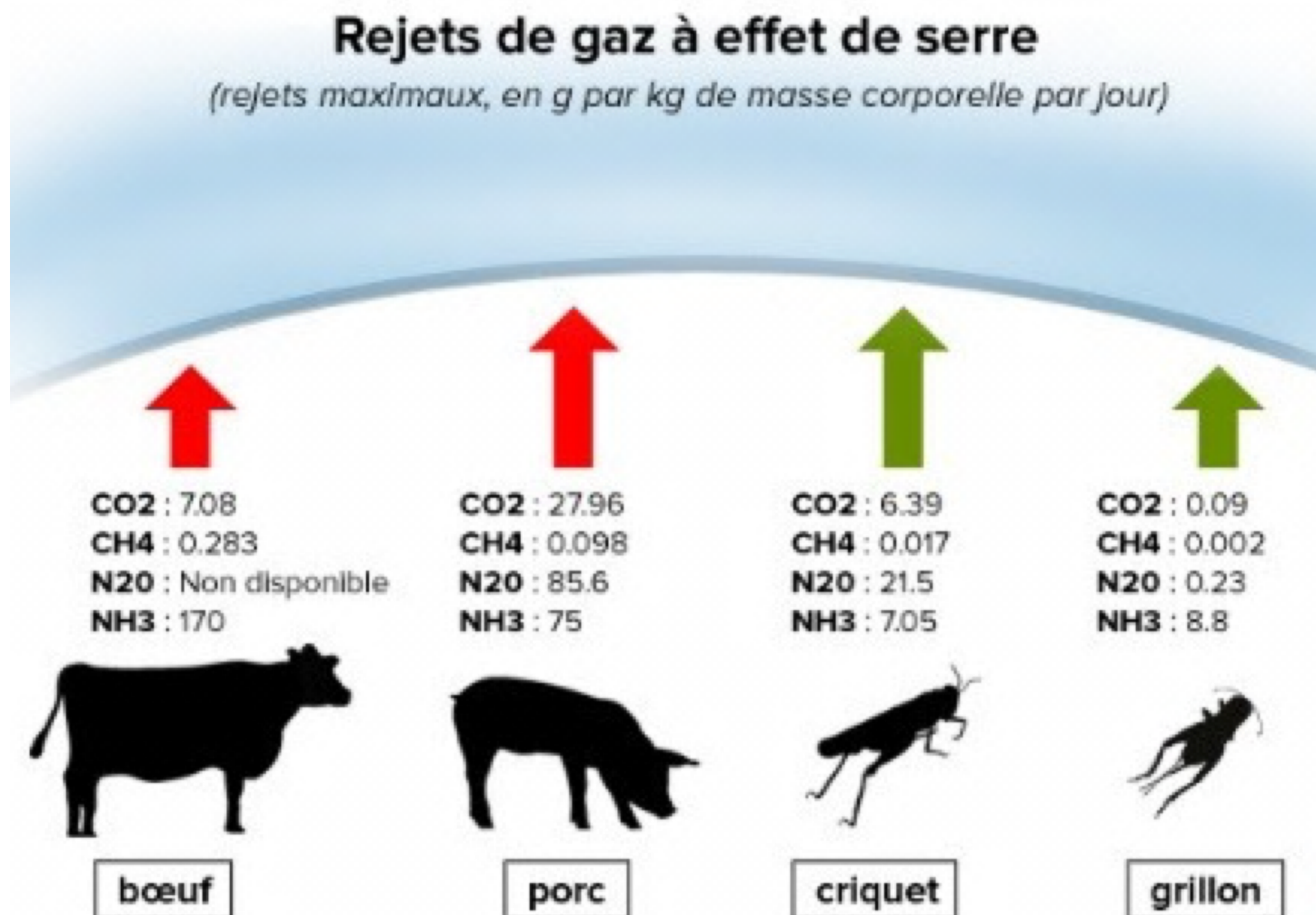
Phosphore pour vos dents et vos os

PRODUCTION DE NUTRIMENTS À EMPREINTE ÉCOLOGIQUE MINIMALE



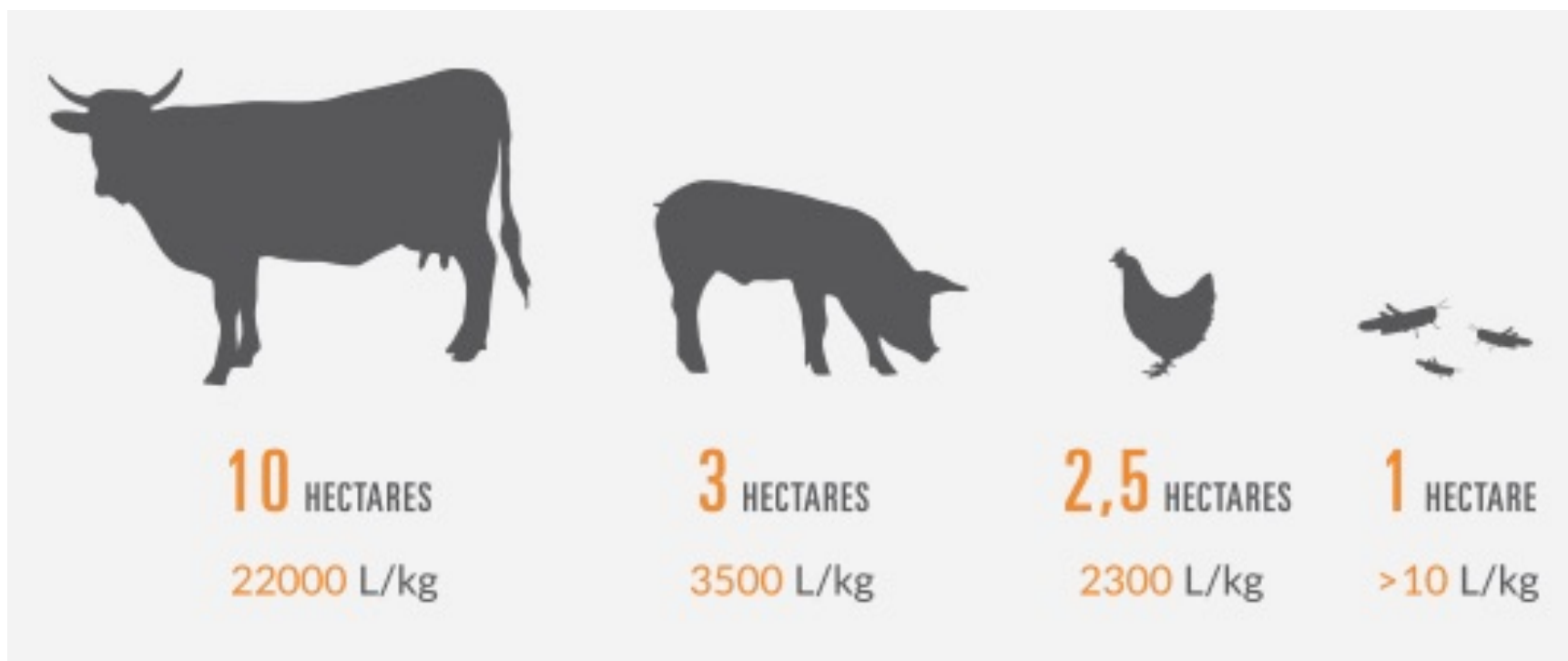
Source : insectescomestibles.fr

PRODUCTION DE NUTRIMENTS À EMPREINTE ÉCOLOGIQUE MINIMALE



PRODUCTION DE NUTRIMENTS À EMPREINTE ÉCOLOGIQUE MINIMALE

UTILISATION DES TERRES ET CONSOMMATION EN EAU DES DIFFÉRENTES ESPÈCES
PAR KG DE MASSE PRODUITE



GASPILLAGE ALIMENTAIRE & BANNISSEMENT DE L'ENFOUISSEMENT DES MOR



Caractérisation et gestion de la
perte et du gaspillage d'aliments
en Amérique du Nord



Production d'aliments pré-récolte Transformation des aliments Distribution Vente au détail Service alimentaire

Livre blanc

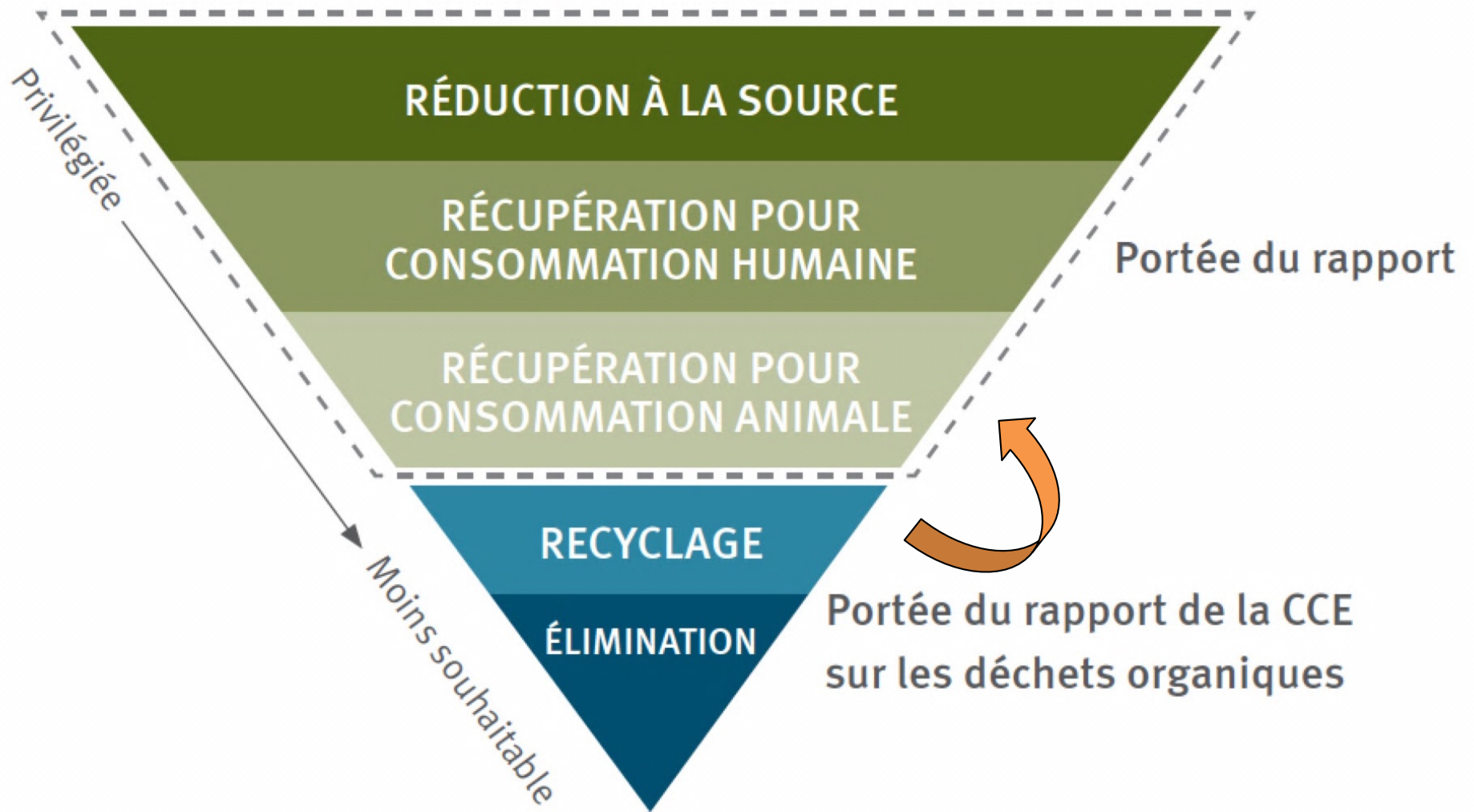
Bannissement des matières organiques de l'élimination au Québec :
état des lieux et perspectives



Février 2012

Développement durable,
Environnement
et Parcs
Québec

GASPILLAGE ALIMENTAIRE & BANNISSEMENT DE L'ENFOUISSEMENT DES MOR



ALIMENTS ALTERNATIFS NOUVEAUX, ÉCORESPONSABLES, DANS LES PRINCIPES D'UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE

- ✓ Valoriser localement nos ressources & déchets
- ✓ Économie régionale & emplois
- ✓ Assurer la sécurité & la souveraineté alimentaire





QUI SONT LES ENTOMOPHAGES ?



2 milliards

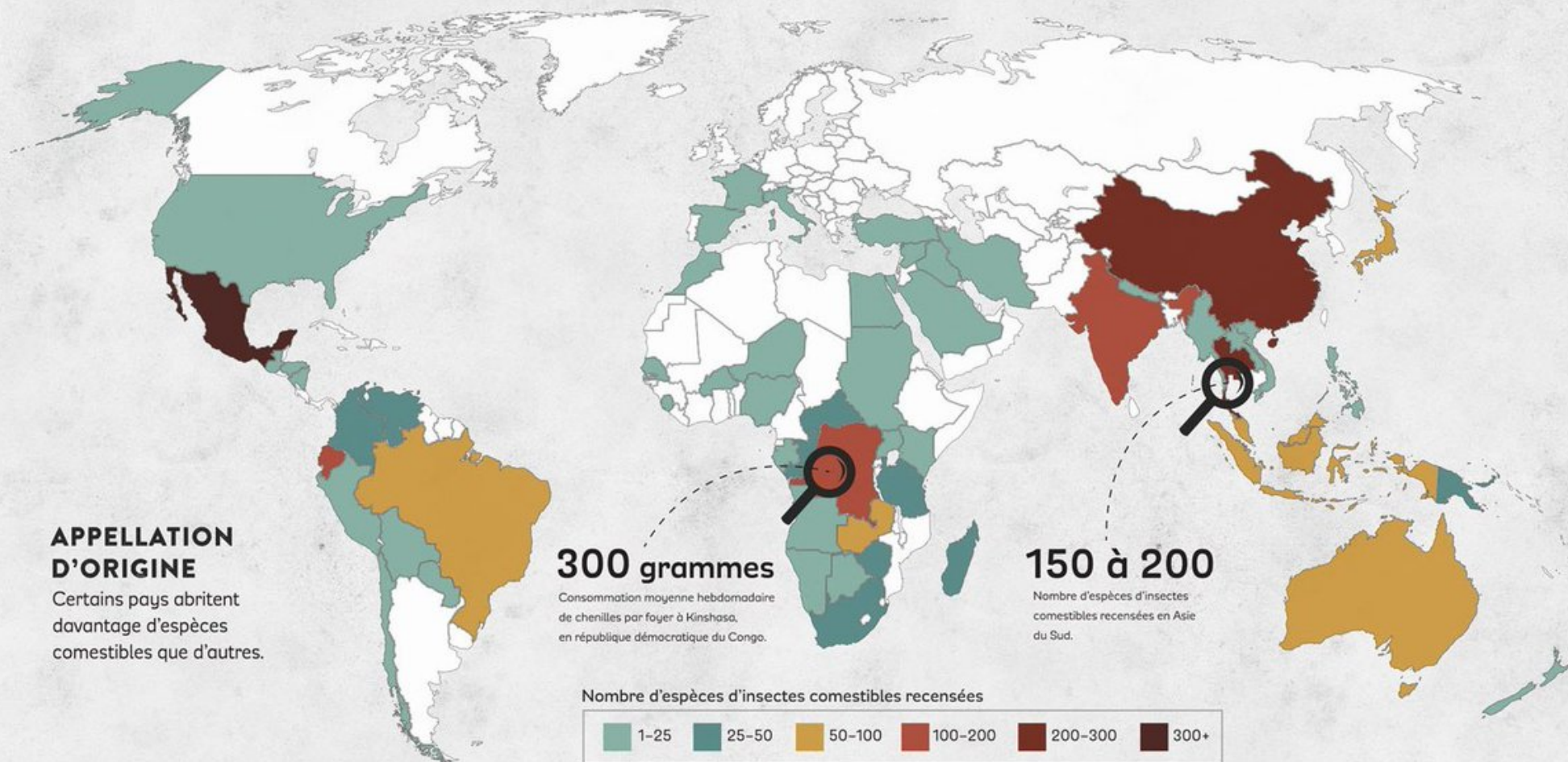
de personnes mangent régulièrement des insectes

entomo • phagie
Nom fém. (āt.ɔ.mɔ.fɑ.ʒi) Consommation d'insectes, notamment par les êtres humains.



1 400 000 000 pour 1

Il y a environ 1,4 milliard d'insectes pour 1 habitant.





Les produits d'insectes sont des aliments nouveaux :

- ✓ *des produits alimentaires qui ne présentent **pas d'antécédents d'innocuité***
- ✓ *des aliments **issus de processus qui n'ont jamais été appliqués***

Demande d'autorisation de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA):

- ✓ *Traçabilité des intrants organiques*
- ✓ *Innocuité chimique et biologie des insectes*
- ✓ *Qualité nutritionnelle*

Lignes directrices relatives à l'évaluation des aliments nouveaux (Santé Canada, 1994)

ALIMENTATION HUMAINE



ALIMENTATION DU BÉTAIL

- Mouches soldats noires séchées et entières (accréditées ACIA, 2016)



Photo: REUTERS/Ben Nelms



ALIMENTATION DU BÉTAIL

DÉCOUVREZ LES TRUITES FILIÈRES
NOURRIES À L'INSECTE !



filière responsable
engagée pour vous
Recommandé par

BON POUR LA MER
OK
BON POUR VOUS
www.mrgoodfish.com

poisson nourri à l'insecte



Plus d'informations sur www.nourrialinsecte.com



INGÉNERIE, AUTOMATISATION & MISE À L'ÉCHELLE INDUSTRIELLE

**PRODUCTION
ARTISANALE OU LABORATOIRES**

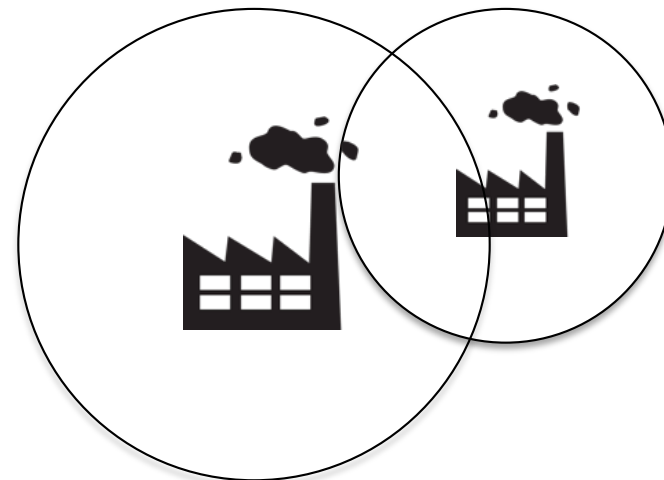
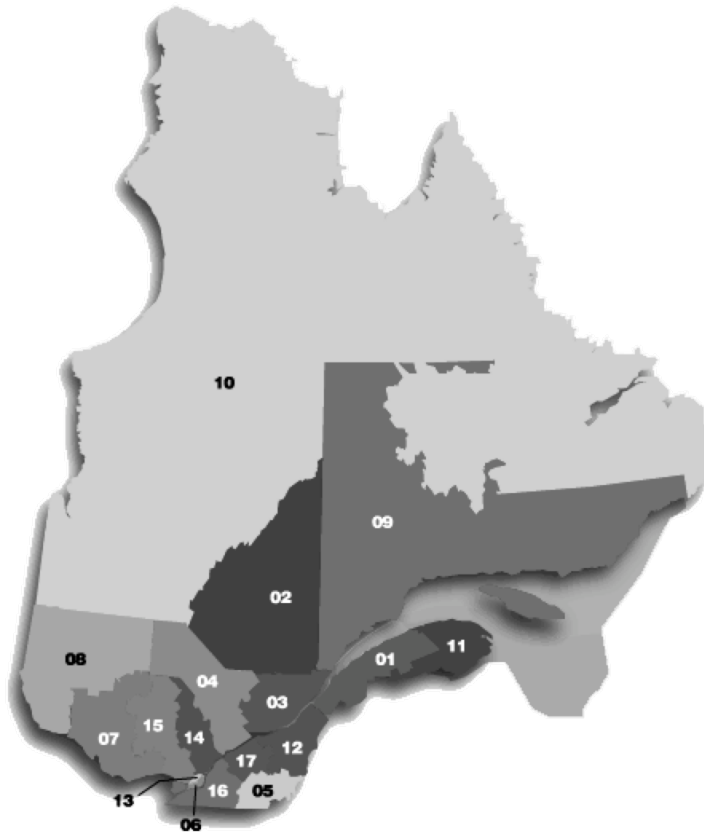


**PRODUCTION
INDUSTRIELLE DE MASSE**



LOCALISATION DES ALIMENTS FOURNIS AUX INSECTES

Définir les régions à desservir pour la valorisation des matières organiques résiduelles



PRODUCTION D'ALIMENTS POUR LE BÉTAILS



Une industrie mise au défi :
**Vers une
aquaculture
durable**

GREENPEACE

La défense de nos océans

greenpeace.org

GREENPEACE

An aerial view of a large-scale aquaculture farm in the ocean. The farm consists of numerous circular pens arranged in a grid pattern. A small boat is visible in the water near the pens.

PRODUCTION DES INSECTES COMESTIBLES & ENJEUX

Production d'aliments & transport

- ✓ Utilisation des terres
- ✓ Pesticides
- ✓ Espèces cultivées
- ✓ Co-produits utilisés
- ✓ Utilisation de l'eau
- ✓ Amendement des sols
- ✓ Apports en énergie

Origine des insectes

- ✓ Récolte d'individus sauvages
- ✓ Importation d'espèces exotiques
- ✓ Reproduction & sélection

Transformation du produit

- ✓ Demande énergétique
- ✓ Utilisation d'eau
- ✓ Additifs alimentaires

Techniques d'élevage

- ✓ Bien-être animal
- ✓ Densité
- ✓ Conditions environnementales
- ✓ Eau utilisée
- ✓ Apports en énergie

PRODUCTION ET CONSOMMATION D'INSECTES



Distribution & emballage

- ✓ Demande énergétique
- ✓ Utilisation d'eau
- ✓ Matières premières d'emballage
- ✓ Ventes et marketing

Santé humaine & animale

- ✓ Qualité nutritionnelle
- ✓ Innocuité & salubrité

Santé des espèces natives locales

- ✓ Diversité
- ✓ Espèces invasives
- ✓ Risques transmission pathogènes & maladies

Gestion des matières résiduelles

- ✓ Gestion des déchets
- ✓ Émissions

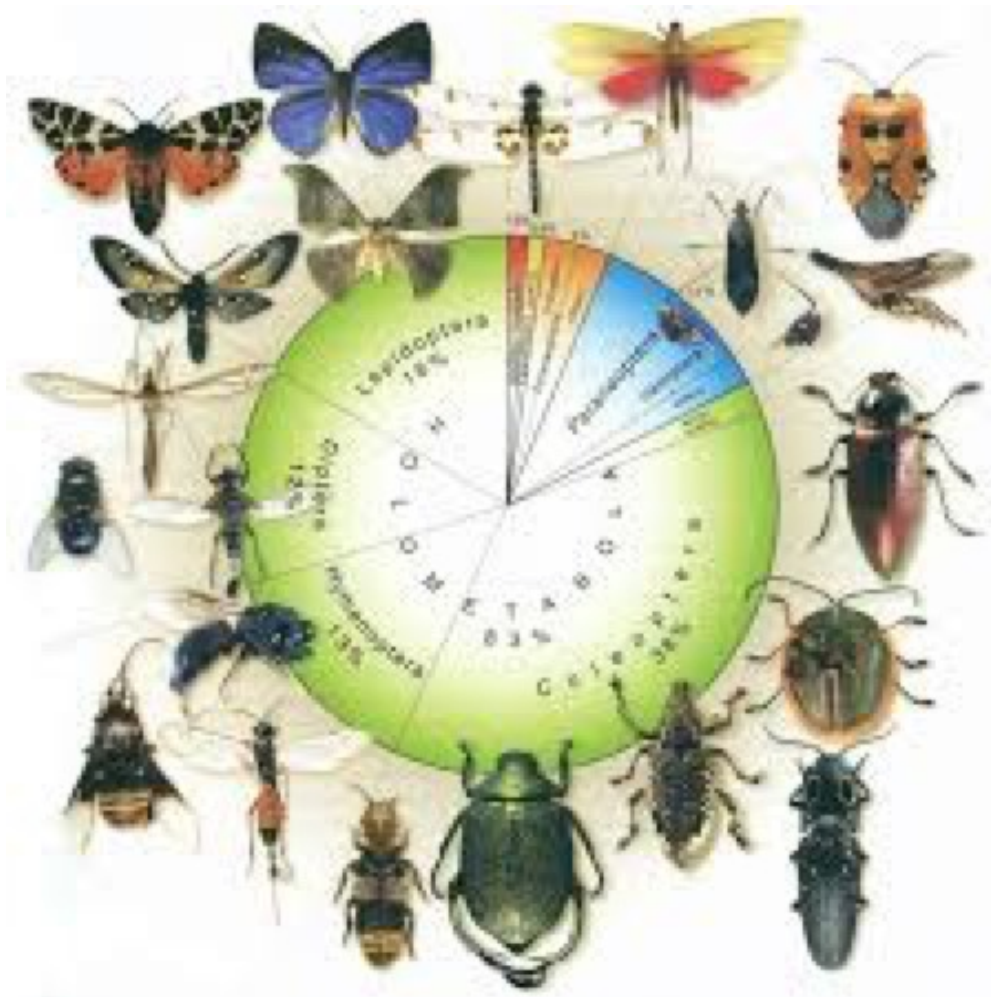
MODÈLES ÉCONOMIQUES, RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT & DURABILITÉ



Web of science
Lundi 4 février 2019
Life cycle analyses & insects

= 14 articles!!!

CHOIX DE L'ESPÈCE

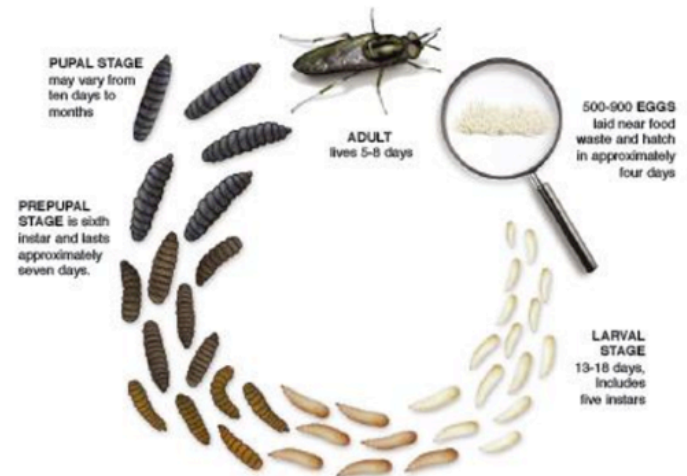


GRANDE DIVERSITÉ DES INSECTES

Nombre d'espèces ~ 5,5 millions

Spécificité:

- ✓ Distribution géographique
- ✓ Mode alimentaire
- ✓ Maladies & pathogènes
- ✓ Cycle de vie & reproduction





Acheta domestica



Periplaneta americana



Alphibotius diapurus



Tenebrio molitor



Musca domestica



Bombyx mandarina



Alphitobus diaperius



Hermetia illucens



Bombyx mori

APPROVISIONNEMENT INSECTES & SANTÉ DES ESPÈCES NATIVES LOCALES

APPROVISIONNEMENT

- ✓ Récolte d'individus sauvages
- ✓ Importation d'espèces exotiques
- ✓ Reproduction & sélection



INTRODUCTION DES ESPÈCES

- ✓ Diversité
- ✓ Espèces invasives
- ✓ Risques de transmission de pathogènes & maladies



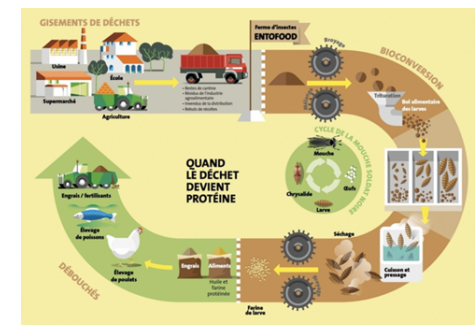
SUBSTRATS ALIMENTAIRES FOURNIS AUX INSECTES COMESTIBLES

- **Plantes fourragères spécifiques**
- **Moulées formulées pour d'autres espèces**
(ex. moulée de volaille)
- **Résidus agroalimentaires**
(à la ferme, transformateurs, pré-consommation, post-consommation)
- **Aliments non nutritifs ou non-sécuritaires** (ex. lisiers, résidus forestiers, etc.)
 - ✓ Utilisation des terres
 - ✓ Pesticides
 - ✓ Espèces cultivées
 - ✓ Co-produits utilisés
 - ✓ Utilisation de l'eau
 - ✓ Amendement des sols
 - ✓ Apports en énergie
 - ✓ Émissions



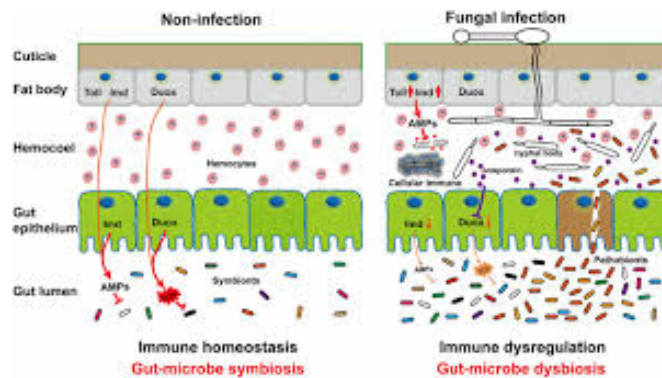
SUBSTRATS ALIMENTAIRES FOURNIS AUX INSECTES COMESTIBLES

- **Hiérarchie de valorisation des résidus alimentaires**
- **Désemballage, broyage & prétraitements**
- **Salubrité des substrats pour les insectes & bioaccumulation**
 - ✓ Produits chimiques
 - ✓ Pesticides
 - ✓ Métaux lourds
 - ✓ Microbiotes, mycobiote & virobiote
- **Rendement de bioconversion**
 - ✓ Taux conversion alimentaire
 - ✓ Taux de survie
 - ✓ Qualité des frass (ratios NPK)
 - ✓ Qualité des larves (profil nutritionnel)

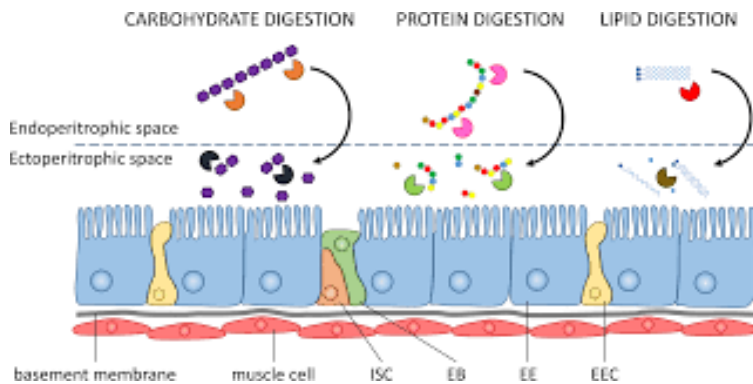


PHYSIOLOGIE & MÉTABOLISME DU SYSTÈME DIGESTIF DES INSECTES

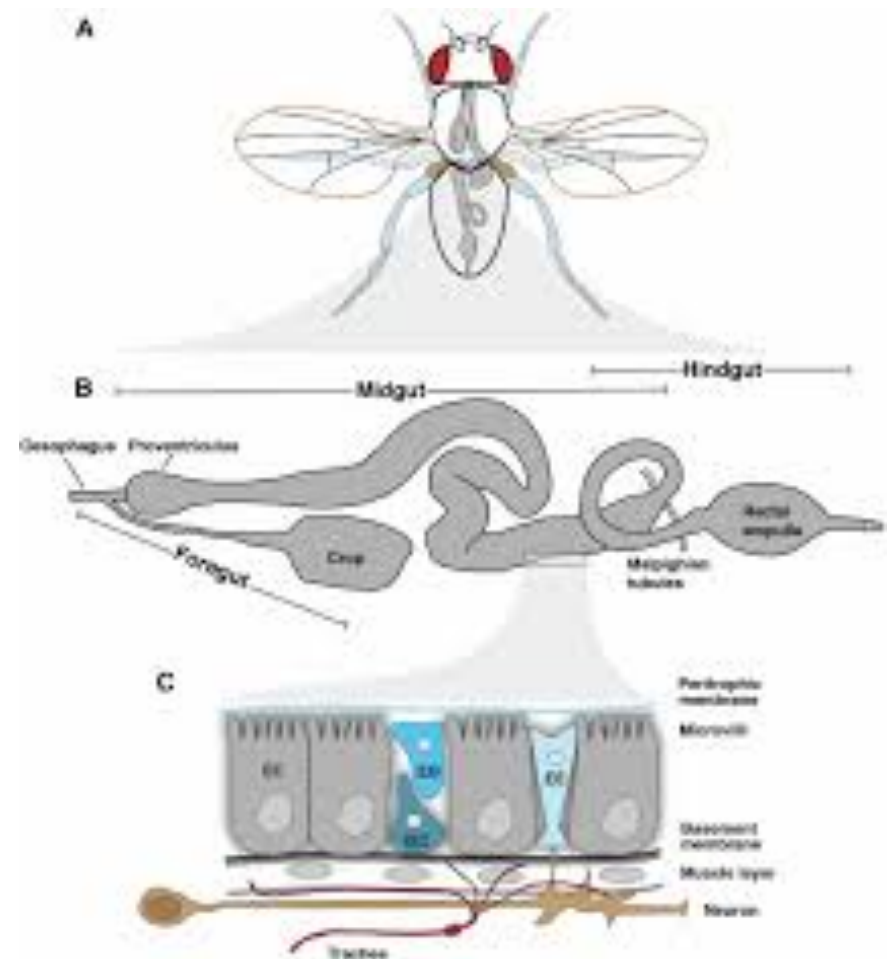
- Types de systèmes digestif & besoins nutritionnels spécifiques
- Microbiote, mycobiote & virobiote



Wei et al., 2017



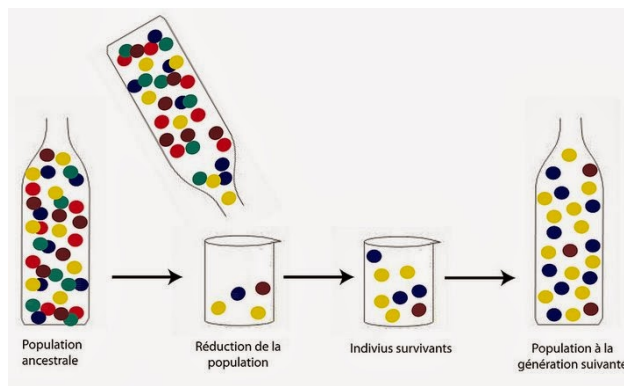
Holtof et al., 2019



Miguel-Aliaga et al., 2018

REPRODUCTION & GÉNÉTIQUE DES INSECTES COMESTIBLES

- **Optimisation des conditions d'élevage & succès reproducteur**
 - ✓ Taux d'émergence & fitness des individus adultes
 - ✓ Ratios femelle : mâle
 - ✓ Taux d'accouplements
 - ✓ % éclosions
- **Génétique des souches & maintien des cheptels**
 - ✓ Cycles de vie rapides sujets à la dérive génétique
 - ✓ Absence de lignées/souches connues
 - ✓ Production sur des substrats spécifiques peut engendrer une sélection
 - ✓ Cryoconservation des gamètes
 - ✓ Évaluation des % d'individus à maintenir pour maintenir le cheptel
 - ✓ Besoins ou non de faire des échanges



(source :<http://laplaneterevisitee.org/>)

PRODUCTION & MAINTIEN SANITAIRE

Quels sont les risques de santé pour les insectes?

- ✓ Absence de services vétérinaires
- ✓ Absence de lignes directrices de production
- ✓ Peu de connaissance des infections potentielles



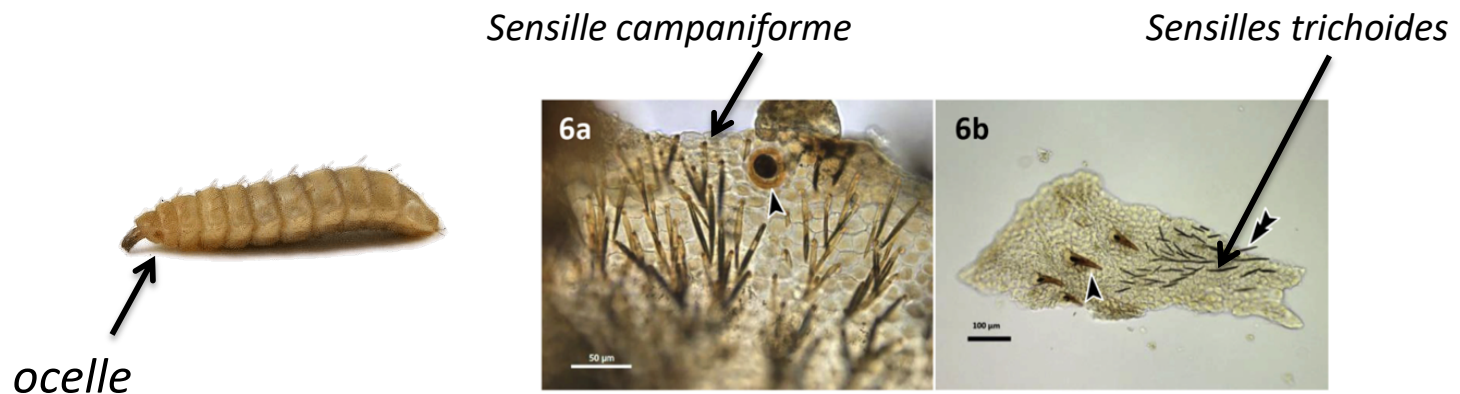
Quels sont les risques de santé pour les travailleurs?

- ✓ Allergie à l'exposition chronique des frass (ex. ténébrion meunier)
- ✓ Zoonoses véhiculés par les substrat ou l'insecte



BIEN-ÊTRE DES INSECTES & PRINCIPES DE LIBERTÉS DE L'ORGANISME MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE (OIE)

- ✓ **Ne pas souffrir de la faim ou de la soif**
(accès à de l'eau fraîche et à une nourriture adéquate assurant la bonne santé et la vigueur des animaux)
- ✓ **Ne pas souffrir d'inconfort**
(environnement approprié comportant des abris et une aire de repos confortable)
- ✓ **Ne pas souffrir de douleurs, de blessures ou de maladies**
(prévention ou diagnostic rapide et traitement)
- ✓ **Pouvoir exprimer les comportements naturels propres à l'espèce**
(espace suffisant, environnement approprié aux besoins des animaux, et contact avec d'autres congénères)
- ✓ **Ne pas éprouver de peur ou de détresse**
(conditions d'élevage et pratiques n'induisant pas de souffrances psychologiques)



BONNES PRATIQUES EN ENTOTECHNOLOGIES

- **Vitrine technologique sur l'économie circulaire des matières organiques à l'aide des ténébrions du Ministère de l'Agriculture, les pêcheries et de l'alimentation du Québec**

Partenaires financiers



Partenaires académiques



Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Partenaires industriels



Soutien aux stagiaires



QUALITÉ NUTRITIONNELLE DES INSECTES COMESTIBLES

- ✓ Quantité ingérée
- ✓ Espèce
- ✓ Alimentation
- ✓ Procédés de transformation

Valeurs nutritionnelles générales de quelques Insectes par rapport à de la viande de bœuf /100g, poids sec:

Espèces (ordre)	Protéines	Lipides	Minéraux	Glucides		Energie Kcal
				structurels	autres	
Sauterelles, criquets (Orthoptera)	61-77	4-17	2-17	9-12	4-21	362 - 427
Scarabées, larves (Coleoptera)	21-54	18-52	1-7	6-23	1-19	410-574
Papillons, chenilles (Lepidoptera)	15-60	7-77	3-8	2-29	1-29	293-762
Abeilles, fourmis (Hymenoptera)	1-81	4-62	0-6	1-6	8-93	416-655
Viande (Bœuf)	45-55	40-57	1.4-2.3	0-15	0	433-652

Forme comestible commune:



TRANSFORMATION DISTRIBUTION & ENTREPOSAGE DES INESTES COMESTIBLES

Impacts des procédés de transformation sur la qualité des produits

- ✓ Contenu et digestibilité des nutriments
- ✓ pH et stabilité du produit
- ✓ Pertes de matières
- ✓ Viscoélasticité et texture
- ✓ Profils volatiles (odeur)
- ✓ Apparence (couleur)



COMMENT PASSER LE CAP DE MANGER DES INSECTES?



ACCEPTABILITÉ DES INSECTES POUR L'ALIMENTATION HUMAINE

À l'instar des produits végétariens, manger des insectes

- ✓ Courageux
- ✓ Soucieux de sa santé
- ✓ Respectueux de l'environnement

Volonté de manger des produits à base d'insectes est très variable

- ✓ Sexe
- ✓ Age
- ✓ Éducation
- ✓ Origine

Frein à la consommation régulière des aliments à base d'insectes

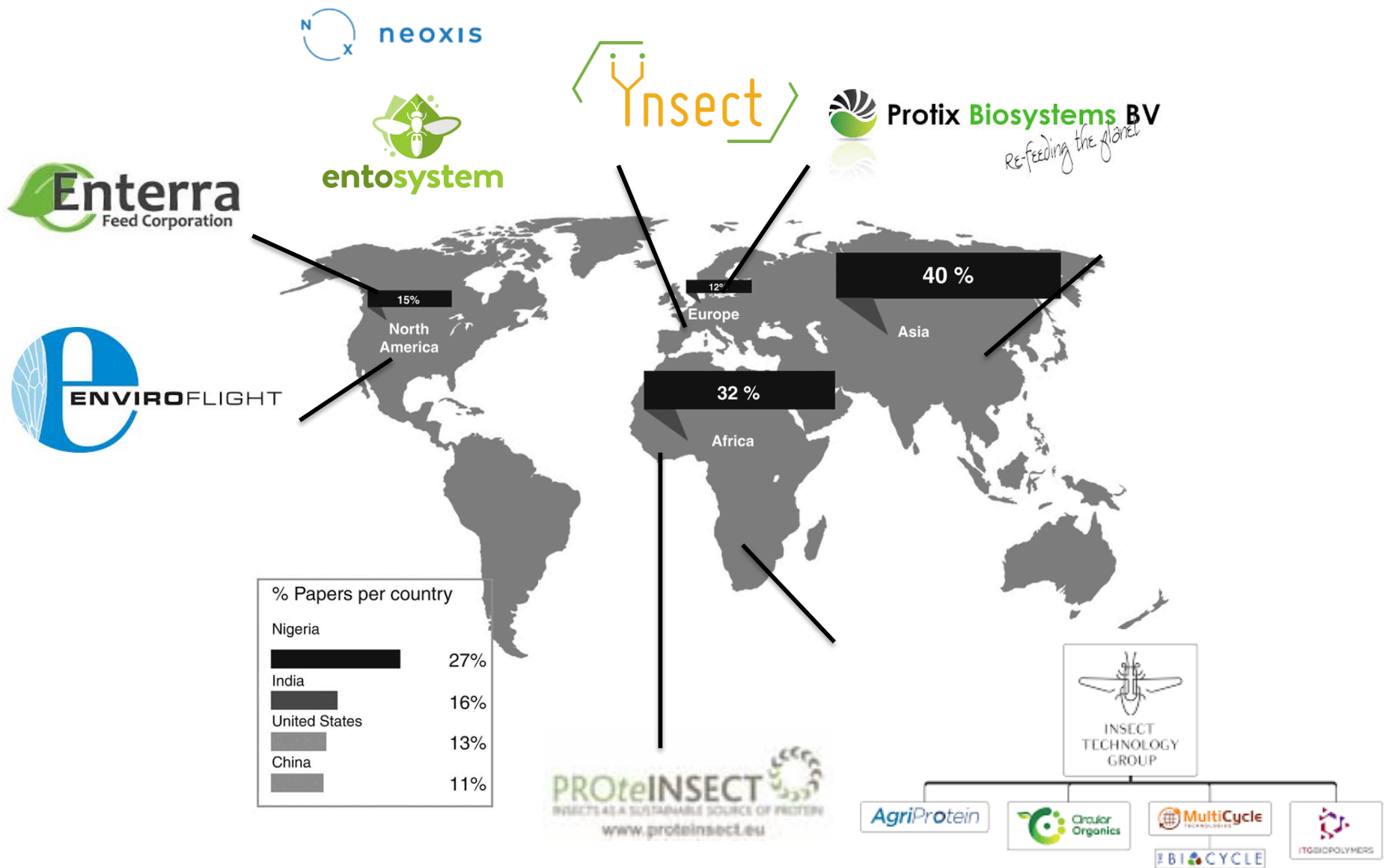
- ✓ Dégoût de voir des insectes entiers
- ✓ Faible attrait sensoriel des aliments à base d'insectes
- ✓ Absence de produits dans les supermarchés, prix, connaissance des produits

ALIMENTATION ANIMALE & INSECTES COMESTIBLES

- ✓ Impact sur les performances de croissance
- ✓ Espèces d'insectes à privilégier
- ✓ Niveau d'inclusion acceptable
- ✓ Digestibilité des nutriments
- ✓ Coûts des aliments
- ✓ Santé et le bien-être des animaux qui les consomment



LES GRANDS ACTEURS SUR LA SCÈNE INTERNATIONALE



UNE INDUSTRIE QUI VOIT GRAND



Investissements 45 millions d'euros pour leur nouvelle usine

UNE INDUSTRIE QUI S'ORGANISE...



UNE INDUSTRIE DONT ON ENTEND PARLER

Participer à une mise en veille technologique pour le secteur

Atelier de travail pour l'établissement d'un réseau structurant sur la production d'insectes au Québec

Tenue d'événements pour informer l'industrie et les citoyens

146^e réunion annuelle de la SEQ
**Les entotechnologies émergentes :
les insectes au service de l'humain**
un symposium entomologique novateur

ENTOTECHNOLOGIES ENTOMOPHAGIE
ACCEPTABILITÉ · BIOSÉCURITÉ · PRODUCTION · TRANSFORMATION · ALIMENTATION ANIMALE & HUMAINE · SURCYCLAGE

28-29 novembre 2019
Centrexpocogeco
Drummondville
> seqc.ca <

Société
d'entomologie
du Québec
AE
TIQ
Association des éleveurs
et transformateurs
d'insectes du Québec

INSECTS TO FEED THE WORLD

JUNE
2 - 6
2020

Québec City
Convention Center

RÉSEAUTAGE DES INTERVENANTS DE L'INDUSTRIE

