



LOUVAIN
School of Management

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN
LOUVAIN SCHOOL OF MANAGEMENT

L'entomophagie :

Un conditionnement informatif augmenterait-il la propension à consommer des insectes ?

Promoteur : Marie-Paule Kestemont

Mémoire-recherche présenté par

Alexis Neve

En vue de l'obtention du titre de

Master en sciences de gestion

ANNEE ACADEMIQUE 2015 - 2016

Je voudrais remercier tout d'abord ma mère qui, depuis le début, m'a encouragé et supporté. Son enthousiasme et ses suggestions sur les divers lieux à enquêter m'ont été d'une grande aide.

Je tiens également à remercier l'équipe de Bugsinmugs pour leur accueil et Marie-Paule Kestemont pour ses conseils.

Enfin, je voudrais exprimer toute ma gratitude à tous ceux qui ont accepté de répondre à ce questionnaire. J'ai pu puiser tellement de motivation à travers leur humanité, leur chaleur et leur engagement. Parmi eux, je retiendrai deux personnes qui m'ont invité à se revoir ultérieurement et avec qui j'ai eu l'occasion d'entrevoir certaines opportunités.

Table des matières

Introduction.....	1
Partie I : Problématique	2
1. Concepts clefs.....	2
1.1 Le bétail	2
1.2 Le mini-bétail.....	2
2. Historique de l'alimentation.....	3
3. Coûts environnementaux de l'alimentation.....	4
3.1 Le bétail	4
3.2 Les insectes.....	7
3.3 Comparaison des coûts	11
4. Une alternative légitime : développement de la consommation d'insectes	14
4.1 Valeurs nutritionnelles	14
4.2 Inconvénients	18
5. L'offre d'insectes	20
5.1 Origines.....	20
5.2 Disparition	20
5.3 La législation.....	21
6. Point de vue du consommateur	23
6.1 Interrogations.....	23
6.2 Les caractéristiques	24
6.3 L'exposition	29
Partie 2 : Etude quantitative	30
1. Méthodologie	30
1.1 Hypothèses	31
1.2 Conception du questionnaire	34
1.3 Matrices hypothèses/questions	35
1.4 Choix de l'échantillon	36
2. Analyse des résultats.....	38
3. L'exploitabilité du marché.....	42
3.1 Le produit	42
3.2 Segmentation du marché	44
3.3 Analyse de l'attractivité.....	45
3.4 Choix d'une stratégie.....	50
3.5 Les gains environnementaux.....	55
4. Critique	57

Conclusion et recommandations.....	58
Bibliographie.....	61
Annexes	80
Annexe 1	80
Annexe 2	81
Annexe 3	82
Annexe 4	83
Questionnaire.....	84
Sorties SPSS	87

Introduction

En 2050, la population mondiale va croître jusqu'à un seuil critique de 9 milliards d'habitants, ajoutant deux fois la population actuelle de la Chine (Dzamba, 2010 ; Safina, 2011 ; Vogel, 2010). Afin de subvenir à l'augmentation de 70% des besoins alimentaires (FAO, 2009), notre système productif va devoir se remettre en question.

D'un côté, répondre à 100% des besoins en viande va engendrer d'inconsidérables dégâts environnementaux. En effet, friand de ce mets, l'homme en achète régulièrement mais les ressources nécessaires à la confection de ce produit sont très élevées. De l'autre, l'introduction d'une nouvelle nourriture, les insectes, peut atténuer cet impact environnemental (Defoliart, & Nakagaki, 1991 ; Heetkamp et al., 2010) tout en procurant une source de nutriments supérieure à celle du bétail, principalement en acides aminés.

Seulement, contrairement aux pays d'Asie, les occidentaux ne sont pas habitués à ce type de nourriture. Notre culture nous dicte de ne pas manger ce qui rampe sous nos pieds et l'idée même de le faire paraît invraisemblable pour de nombreuses personnes. Pourtant, plus de 2000 espèces d'insectes sont estimées consommées à travers le monde (Jongema, 2012 ; Ramos-Elorduy, 2009).

Des études ont déjà été menées auparavant, démontrant qu'une exposition aux insectes telle qu'une dégustation incite les gens à en goûter. Sans action du côté de l'offre, ce produit n'est pas prêt à se vendre en masse. Cette étude est instructive et ce mémoire partira d'ailleurs de ce constat. L'enjeu majeur n'est donc pas de créer la demande mais de l'intensifier, c'est-à-dire de provoquer une consommation plus régulière chez les personnes ayant déjà expérimenté cette pratique, nommée entomophagie, en améliorant leur connaissance.

Pour tenter d'atteindre cet objectif, nous établirons un questionnaire incluant un stimulus informatif dont son impact sur notre régime alimentaire sera étudié et discuté. Il sera alors possible d'étudier jusqu'à quel point l'insecte peut également remplacer le bétail en discutant de l'exploitabilité de différents marchés.

Partie I : Problématique

1. Concepts clefs

1.1 Le bétail

Par bétail, Hardouin (1995) entend les animaux dotés d'un certain poids, généralement supérieur à 20 kilos. Ils peuvent être vertébrés ou invertébrés, terrestres ou aquatiques et représentent un intérêt économique ou nutritionnel. Cette première catégorie d'animaux rassemble, entre autres, les gibiers, les bovins, les volailles, les chèvres, les moutons, les chevaux et ainsi de suite, à l'exception des animaux domestiques.

1.2 Le mini-bétail

Nous mentionnerons une deuxième catégorie, celle du « mini-bétail ». Le mini-bétail ou le mini-élevage ne possède malheureusement qu'une définition approximative comparée au bétail. Cela pourrait s'expliquer notamment par le nombre de découvertes toujours plus grand d'animaux de petite taille tels que les insectes. Ces derniers, avec les amphibiens, les reptiles, les petits invertébrés et mammifères forment le mini-bétail, pour peu qu'ils ne soient pas, à nouveau, employés comme animaux domestiques (Paoletti, 2005).

Les insectes font partie de la classe des animaux, dans la sous-section des arthropodes possédant un exosquelette chitineux, dotés d'un corps à trois parties, de 3 paires de pattes jointes, d'yeux composés ainsi que de deux antennes. Le mot insecte dérive du latin, « insectum », signifiant « avec un corps divisé » au vu de ses trois parties. Ce n'est qu'en 1601 qu'il serait apparu en anglais dans la traduction de la Pline par Holland (Online Etymological Dictionary, 2016).

2. Historique de l'alimentation

Avant de rentrer dans le vif du sujet, il est indispensable de faire la distinction entre ce que l'on a pour habitude de consommer comme la viande, la volaille, le poisson ou le gibier et la protéine. Afin d'éviter toute incompréhension, prenons un exemple avec 1 kilo de viande de bétail. Ce kilo contient une infime quantité de sucre et de lipide, de l'ordre de 0 à 5% chacun. Il est également constitué de 20 à 30% de protéines, le reste étant principalement de l'eau. Les protéines, ensemble d'acides aminés que l'on peut également retrouver dans les féculents, ne doivent donc pas être confondues avec la viande.

Les autorités européennes ont établi des normes en matière de nutrition. Pour notre santé, il est essentiel de s'alimenter correctement. Par exemple, EFSA conseille un ratio de 0,83g de protéine par kilo de poids corporel (EFSA, 2012). Pour un homme de 70 kilos, cela revient à plus ou moins à 58 grammes. Ces personnes devraient ainsi avaler 230 grammes de viande par jour et jusqu'à 3 fois plus pour les pratiquant de sports (Bilsborough & Mann, 2006). Il n'est bien entendu pas raisonnable et sain de continuer dans cette voie. Les sources d'apports en protéines doivent donc être diversifiées et c'est sur ce terrain que sera confronté bétails et insectes.

3. Coûts environnementaux de l'alimentation

3.1 Le bétail

Avec plus de 7 milliards de personnes sur terre, les besoins en nourriture sont gigantesques. A proprement parlé, FAO (2006), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, estime que l'élevage de bétail représente 70% des terres agricoles. L'importance de sa production permet dès lors de réaliser des économies d'échelles contrairement à celle des insectes. Malheureusement, sa rentabilité n'est perçue, à tort, que sur le court-terme. Cette exploitation engendre d'importants coûts environnementaux qui devront être ultérieurement pris en compte (Cassman et al., 2002 ; Fiala, 2008).

i. Les gaz à effets de serre

En 2010, Sachs (2010) démontre que l'élevage de bétail est la première cause anthropique du changement climatique. Celui-ci ayant donc une plus grande responsabilité que le secteur des transports avec un nombre avoisinant les 18% d'émission de gaz à effet de serre, équivalent CO_2 (Castel et al., 2006). Cette dernière notion sert à traduire le potentiel de réchauffement global (PRG) d'un quelconque gaz à effet de serre en CO_2 . Le PRG du CH_4 (méthane) et du N_2O (protoxyde d'azote) atteignent des valeurs nettement supérieures au CO_2 , le multipliant pour l'un par 23 et pour le second par 289 (Bosch et al., 2007).

Or, les gaz dégagés par l'élevage de bétails comportent avant tout jusqu'à 65% de N_2O , le plus dangereux pour l'environnement, provenant de fumiers et d'urines. En dehors du réchauffement climatique, ces déchets contaminent simultanément les eaux, tant à leur surface que dans les nappes phréatiques, en y apportant des pathogènes ainsi que des toxines sous forme de métaux lourds (Cassman et al., 2002 ; Thorne, 2007). Les terres encourent également un risque d'acidification et de nitrification (Aarnink, 1995). Le CH_4 , jusqu'à 40%, est formé quant à lui de fumiers et de gaz émanant de l'animal. Enfin, 9% des émissions de gaz du bétail prennent la forme de CO_2 , c'est-à-dire de pollutions provenant de fertilisants pour la culture fourragère, d'énergies consommées sur le site de production et de nourriture (Bosch et al., 2007). Les déjections composent pour ainsi dire le polluant le plus néfaste de ces animaux, tout en y formant la plus grande partie.

En s'appuyant sur des chiffres, la différence, ne fusse qu'entre bétails, est impressionnante. En effet, pour un kilo de protéine, le bovin produira en moyenne 342 kilos d'équivalent CO₂, moins de la moitié pour les petits ruminants, seulement 52 kilos pour le porc et 40 pour la viande de poulet. Ceci n'est guère étonnant compte tenu du fait que le méthane et le protoxyde d'azote se retrouvent en grandes quantités chez les bovins (Charroin et al., 2007). D'autres chercheurs sont plus optimistes pour le cas du bœuf (170 kilos) mais restent dans la même tranche en ce qui concerne les autres bétails (De Boer & Oonincx, 2012).

Enfin, l'ammoniac est un autre gaz non pris en compte dans le calcul du CO₂ équivalent. Chez l'animal, on peut le retrouver entre autres sous forme d'urée. Le niveau de NH₃ du porc est de 75 mg/kg masse corporelle/jour (Heetkamp et al., 2010) et celui du bœuf, 170 mg/kg masse corporelle/jour (Vu dans 200).

ii. L'énergie

Une étude sur plus de 398 fermes d'élevage bovins a également permis d'évaluer le coût énergétique de la production de viande en EQF. L'EQF est l'abréviation pour équivalent litre de fioul et résume les énergies utilisées (électricité, mazout, ...) en fioul. Pour un kilo de viande, il faudra compter en moyenne sur 0,77 EQF (Charroin et al., 2007). Etant donné qu'un EQF équivaut à 36 MJ, cela revient à plus de 27,72 MJ par kilo de viande. Ces données sont par ailleurs certifiées par Oonincx et De Boer (2012). Bien qu'utilisant d'autres méthodes, leurs estimations ne semblent pas trop éloignées. Pour 1 kilo de protéine de bovins, il faudra compter sur 270 MJ. Comme expliqué antérieurement, la conversion en viande donnera un ratio de 54 à 67 Mj/kg de viande pour les valeurs les plus hautes. Des valeurs minimales sont aussi fournies où le ratio donne 34 à 42 MJ/kg de viande. Les ratios du porc et du poulet sont respectivement, pour les valeurs maximales, de 47 à 59 MJ et de 30 à 37 MJ. Enfin, pour les valeurs minimales, nous obtenons 20 à 25Mj et 16 à 20MJ par kilo de masse. Il n'est pas nécessaire de concrétiser ces chiffres, l'enjeu étant de comparer ceux-ci avec ceux des insectes.

iii. L'espace

Mise à part la pollution que peut occasionner le bétail, la question de l'espace nécessaire à sa production de sa viande est tout aussi préoccupante. De par sa taille, le bovin est celui qui en

nécessitera le plus avec 250 m² de terre par kilo de protéine. Bien en-deçà, le porc ainsi que le poulet n'en requérant qu'aux alentours de 50 m² (De Boer et al., 2012).

iv. L'eau

D'autres ressources peuvent être mise en avant, notamment l'une des plus abondantes qui soit mais dont l'état ne cesse de se détériorer jour après jour, l'eau. Sa consommation directe n'est pas le seul paramètre à considérer. Pour produire de la viande, il faut entre autres de la nourriture, également consommatrice d'eau. L'équation qui concentre ces facteurs, avec celui du forage, a été nommée « l'eau virtuelle » (Chapagain & Hoekstra, 2003). Pour imaginer la différence, produire un kilo de protéine de bétail ne requerra non pas 20 (Chapagain & Hoekstra, 2003), mais 100 fois plus d'eau qu'un kilo de protéine de graines (Pimentel & Pimentel, 2003). Il est vrai que cet écart attise la réflexion sur les protéines végétales mais d'une part, nous nous concentrerons ici que sur une comparaison d'animaux et d'autre part, le genre humain n'obtient pas tous les acides aminés qui lui sont vitaux en se nourrissant de grandes quantités de légumes et céréales (Dritschilo et al., 1975). Effectivement, un régime basé sur les protéines de source animale est largement considéré comme plus bénéfique que celui établi à partir de plantes (Abolhassani et al., 2010 ; Friis et al., 2009). Les apports d'eau virtuelle par kilo de viande produite sont de 2 300 litres pour le poulet, 3 500 pour le porc et de 22 000 à 43 000 litres pour le bœuf (Abbett et al., 2004). Nous pourrions aisément extrapoler cette consommation à des valeurs supérieures si nous répercutons les coûts en eaux des installations requises à ce type d'élevage et à leurs entretiens.

v. Les ressources caloriques

Nous allons compléter les ressources requises pour l'élevage en discutant des apports alimentaires. En référence aux productions sur le sol des Etats-Unis d'Amérique, 1 kilo de viande nécessitera les quantités de nourritures suivantes : 2,5 kilos pour le poulet, 5 kilos pour le porc et enfin, 10 kilos pour le bœuf (Smil, 2002). En termes de protéine, la différence s'accroît puisqu'il a été constaté que sa part n'est que de l'ordre de 15% dans la viande du porc et du bœuf alors qu'elle est 20% dans celle du poulet. Ce dernier serait donc 2 fois plus efficace que le porc et 5 fois plus que le bœuf (Smil, 2002).

vi. Conversion

Lorsque le produit arrive à la fin du processus de production, il peut être divisé en deux parties. L'une étant la part comestible de l'animal et l'autre, la carcasse. Parler de coût d'opportunité d'un kilo de viande intègre bien entendu cette dernière mais faut-il encore pouvoir l'utiliser. Le poulet et le porc obtiennent de bons résultats avec un ratio de 55 alors que le bovin, qui jusqu'à présent atteint un coût d'opportunité bien plus conséquent, n'en est qu'à 40% de conversion (Nakagaki & De Foliart, 1991).

3.2 Les insectes

i. L'élevage des insectes

Parmi ces plus de 2163 espèces comestibles (Jongema, 2012), il serait légitime de penser qu'une minorité seulement serait propice à l'exploitation à grande échelle. En effet, les éleveurs de bétails et de mini-bétails pratiquent déjà la sélection, sur base de rentabilité et de qualité.

Diamond (2005) distingue 6 caractéristiques qu'une espèce devrait posséder en vue de son exploitation. Premièrement, sa consommation de nourriture doit être la plus efficiente possible par rapport à sa quantité de masse consommable produite. Deuxièmement, son taux de croissance doit être le plus élevé possible. Troisièmement, elle doit être capable de s'alimenter en captivité. Elle doit aussi être facilement domestiquée. L'animal doit faire preuve de sérénité afin d'éviter tout mouvement de panique. Finalement, il doit se mettre en place une structure sociale hiérarchique précise pour permettre à l'homme d'assumer le leadership. Ces critères sont à l'origine étudiés pour les mammifères même si plusieurs d'entre eux correspondent aux insectes. Il existe de nombreuses solutions d'élevage pour chaque espèce mais les comparées seraient malheureusement trop long. Cependant, nous pouvons énumérer un ensemble de critères clefs pour l'élevage d'insectes (tableau 1).

Tableau 1.

Caractéristiques favorables pour la production d'insectes	
Régime alimentaire	Activité locomotrice et habitat
Polyphage	Non migrateur
Non cannibale	Agilité limitée
Accepte la nourriture transformée	Grande tolérance environnementale
Se nourrit de choses communes	Choix/diversité de logement petit ou fixe
Satiété alimentaire endogène	Adaptabilité écologique
Comportement sexuel	Ontogénèse
Mâle comme initiateur	Cycle de développement court
Signaux sexuels par la gestuelle ou posture	Taux élevé de survie des immatures
Initié par les phéromones	Taux élevé de pontes
Facilité à se propager	Fort potentiel de croissance de masse/jour
Promiscue	Faible sensibilité aux maladies et parasites
Comportement agnostique intra et interspécifique	Comportement parental
Non-agnostique vis-à-vis de leurs congénères	Protecteur d'œufs
Non-agnostique vis-à-vis des autres espèces	Jeunes aisément séparés des parents
Altruiste	Jeunes précoces
Structure sociale	Réaction à la présence humaine
Grégaire	Facilement habitué
Territoire réduit	Peu perturbé
Polygame	Non-antagoniste, pas d'odeur désagréable

Kok, R. (1983). The production of insects for human food. *Canadian Institute of Food Science and Technology*, 16(1), 5–18. Doi : 10.1016/S0315-5463(83)72012-2

Gon, S.M., & Price, E.O. (1984). Invertebrate domestication: behavioral considerations. *BioScience*, 34(9), 575–579. Doi : 10.2307/1309600.

ii. L'énergie

Parce qu'ils sont dans un environnement fermé, cet élevage requiert une quantité significative d'électricité, que ce soit pour tempérer ou pour éclairer le lieu. Ainsi, pour produire 1 kilo de protéine d'insectes, il aura fallu 170 MJ (De Boer & Oonincx, 2012). Une valeur très élevée qu'il faudra néanmoins relativiser. En effet, le point important n'est pas la quantité d'énergie qu'il requiert mais sa première conséquence, la pollution que l'énergie utilisée émet.

iii. Les gaz à effets de serre

Dans un premier temps, ces millions de joules vont se transformer essentiellement en CO_2 . En outre, parmi les insectes, Hackstein et Stumm (1994) n'identifient seulement les termites,

les cafards et les scarabées comme producteurs de CH_4 , produit dans le gros intestin et causé par la fermentation bactérienne (Brune et al., 2003). D'ailleurs, de manière générale, les insectes produisent qu'une infime quantité de méthane et de protoxyde d'azote (Heetkamp et al., 2010). Ceci étant dit, les émissions du mini-élevage peuvent se résumer principalement en production de CO_2 .

Comme nous l'avons constaté, le CO_2 possède un très faible impact sur l'environnement comparé au CH_4 et N_2O . De ce fait, même si son niveau de dioxyde de carbone est loin d'être avantageux, son potentiel de réchauffement global est quant à lui minime. Pour donner un exemple, le ténébrion meunier émettrait à peu près 20 kilos de CO_2 équivalent par kilo de protéine produit (De Boer & Oonincx, 2012).

Ces recherches qui révèlent au grand jour l'infime contribution du mini-élevage, amènent de plus en plus d'intérêt sur leur entrée dans le marché de l'alimentation. Leur niveau de NH_3 assure un net avantage avec des valeurs se rapprochant de 5,4 mg/kg masse corporelle/jour pour le grillon et le criquet migrateur. Offrant des concentrations déjà faibles, elles sont toutefois les plus importantes dans cette étude. La blatte géante d'Argentine expulserait 3 mg/kg masse corporelle/jour et le *Pachnoda Marginata*, en l'occurrence un coléoptère, avec le ténébrion meunier n'en produirait pas (Casey et al., 2003). La méthodologie employée dans ces calculs est fondée sur la formule de Wheeler (Hoekstra & Mekonnen, 2010) menant à une possible surestimation, encore négligeable (entre 0 et 0,1 mg/kg masse corporelle/jour).

iv. L'espace

Le mini-élevage a, par ailleurs, le mérite d'utiliser un espace considérablement réduit. Dans le cas du Ténébrion meunier, la superficie employée à cet effet ne serait que de l'ordre de 20m² pour une production d'un kilo de protéine (De Boer & Oonincx, 2012). Suivant les élevages, et à l'inverse du bétail, il est tout à fait plausible d'agrandir verticalement son exploitation. En effet, la dose de lumière nécessaire à la santé des insectes est plutôt faible chez certaines espèces tels le ver, la larve et le ténébrion meunier. Il est donc envisageable d'agrandir en hauteur l'habitat ou de créer plusieurs niveaux, par exemple d'empiler des boîtes d'œufs pour l'élevage du grillon.

v. L'eau & les ressources caloriques

Malheureusement, la littérature fait défaut sur la consommation d'eau que requiert les insectes en élevage. Cependant, certains auteurs estiment leur besoin bien en-dessous des besoins du bétail (Abbett et al., 2004). Si l'on peut se permettre de s'avancer sur ce point et en s'appuyant sur les installations et procédés préexistants, le mini-bétail consommerait très peu d'eau. Comme le constate également Van Huis (2013), les insectes s'hydratent suffisamment à partir de la nourriture mise à disposition. Dès lors, nous pouvons calquer cette consommation sur base de celle requise pour la production de céréales. En effet, dans les élevages comme Micronutris, située en France, les grillons peuvent être nourris d'un mélange de céréales. Ces dernières nécessiteraient à priori 1,600 litre d'eau par kilo (Casey et al., 2003). Puisque, selon Vogel (2010), une quantité d'insectes requiert le double de nourriture, un kilo de grillons demanderait 3,200 litres d'eau. Evidemment, il ne faut pas omettre un point central, le mini-élevage comporte bien des espèces et le grillon ne peut pas être généralisé à l'ensemble de sa classe. Si nous prenons le cas du second mini-bétail de cet éleveur, le ténébrion meunier, son régime est majoritairement composé de carottes. Dans une même logique, étant donné que le kilo de légumes sollicite plus de 322 litres d'eau (Vogel, 2010), le kilo de ténébrion meunier en mobiliserait 644 litres. L'écart d'hydratation entre insectes, même si la méthodologie suivie peut être remise en question, est donc réellement significatif.

vi. Conversion

Ces estimations, pour peu qu'elles soient correctes, sont un des nombreux atouts du mini-bétail et le sont davantage lorsqu'elles sont ajustées en quantité consommable (Van Huis, 2013). Ainsi, il a été mesuré que, pour sa part, 80% du criquet est consommable et digestible (Nakagaki & De Foliart, 1991). Quand bien même les quantités d'eau n'étaient pas ajustées à la masse comestible de l'insecte, elles s'en rapprochent fortement.

vii. Le recyclage comme alimentation

D'autres auteurs parlent d'un besoin de nourriture amoindri dans l'exemple du grillon avec un ratio de 1,7 (Bosse et al., 2005). Cette consommation, à proportion inchangée, pourrait représenter une empreinte écologique inexistante si la notion de « déchet » y est incluse. Comme le font certains éleveurs de porcs ou de poules, les déchets organiques ou dit autrement, la nourriture qui ne sera plus consommée par l'homme, est alors mise à

disposition du bétail. Justement, beaucoup d'insectes s'alimentent de biomasses organiques tels que le ver, le grillon, le ténébrion et bien d'autres espèces comme la larve de la mouche soldat noire (Bondari & Sheppard, 1981 ; Green & Popa, 2012). Cette biomasse recyclée peut prendre la forme, pour ne citer que quelques exemples, de tige de maïs, de pâte de jus de fruits ou encore produits périmés. Dans cette optique, le ténébrion meunier et la larve de la mouche soldat noire sont des sujets à haute potentialité de conversion de déchets organiques. D'ailleurs, il serait estimé que ces derniers auraient la capacité de convertir 1.3 millions de tonnes de déchets organiques par an (Lakemond et al., 2012).

3.3 Comparaison des coûts

Après avoir détaillé les coûts d'opportunités des deux types de bétails, une comparaison va être dorénavant établie sur chaque point cité jusqu'à présent.

i. Les gaz à effets de serre

Le ratio entre la croissance du corps effectuée et la production de CO_2 qui s'en suit est un puissant indicateur pour l'empreinte écologique (De Boer & De Vries, 2010). Pour le rendre optimal, nous aurons une vue sur un ensemble de productions de gaz à effets de serre évalué grâce au CO_2 équivalent. A partir de cette notion, le kilo de protéine ténébrion endommagerait jusqu'à 17 fois moins l'environnement que celui du bovin et un peu moins de la moitié en ce qui concerne celui du porc et du poulet.

Quant au NH_3 , dépendamment des espèces, il peut atteindre une émission de l'ordre de 14 (porc) à 31 fois (bœuf) inférieure pour les plus polluantes par rapport aux quantités de protéines produites. Elle peut être infiniment plus faible dans le cas des insectes ne produisant aucune émission d'ammoniac comme le ténébrion. Ainsi, l'élevage de mini-bétail est sans conteste celui qui produit le moins de polluants et de résidus que tout autre animal (Heetkamp et al., 2010).

ii. L'énergie

Le deuxième point porte sur les énergies utilisées et calculées à partir de l'EQF. Le bœuf, pour une quantité de protéine produite, possède une consommation qui excède de 59% celle de du ténébrion. Celle du porc, en revanche, sera tantôt en-dessous, tantôt au-dessus suivant le

procédé de fabrication. Pour la première fois, une espèce faisant partie du bétail, « le poulet » aura des valeurs plus favorables que le ténébrion, allant du simple à la moitié mais n'omettons pas le fait que son PRG ne jouait pas en sa faveur.

iii. L'espace

Au-delà des polluants, l'élevage d'insectes est une réelle économie d'espace. Reprenant le ténébrion, son habitat en élevage serait 12,5 fois moins important que celui du bœuf et un cinquième requis pour le porc et le poulet pour une même quantité de protéine produite. Remplacer, même en partie, la production de bovins par celle d'insectes se traduirait en un bénéfice inégalable puisque, rappelons-le, 70% des terres agricoles sont allouées au bétail (FAO, 2006). Cependant, nous ne connaissons pas encore l'ampleur des conséquences de ce confinement dans la mesure où nous disposons de peu d'informations quant à leurs souffrances et inconforts (Erens et al., 2012).

iv. L'eau

Les quantités d'eau virtuelle ayant été ajustée précédemment, le kilo de masse d'insectes se révèle nettement plus efficient que celui du bétail. Le kilo de grillons en nécessiterait légèrement moins que le kilo de viande de porc et jusqu'à 14 fois moins que le kilo de viande de bovin. Celui du ténébrion meunier utiliserait une quantité 5,5 fois inférieure à celui du porc et jusqu'à 66 fois moins à celui du bœuf. L'usage de l'eau à des fins alimentaires est un enjeu de taille colossal puisque l'agriculture, dans sa totalité, représente 70% de la consommation d'eau douce dans le monde (Abbett et al., 2004). Le kilo de grillons userait 40% d'eau en plus que le poulet mais, même si nous partons d'un poids d'insectes et non d'une masse comestible, nous verrons ultérieurement que ceux en élevage sont riches en protéine (Changkija & Meyer-Rochow, 1997), souvent davantage que le bétail ce qui change la perception du besoin en eau. Enfin, le ténébrion serait plus avantageux que le grillon face au poulet avec une consommation réduite de 70%.

v. Les ressources caloriques

Outre ses nombreux avantages, l'efficacité de conversion de nourritures ingérées de l'insecte s'avère en moyenne moindre que celle du poulet et 2,5 fois moindre pour le porc. D'autres estimant une efficacité doublement meilleure comparée à ces deux animaux (Gahukar, 2011).

Il en requiert 5 fois moins que la viande de bœuf et pour comparer dans une même unité, ce dernier en demanderait 4 fois plus que le grillon pour chaque gain de poids corporel (Nakagaki, & DeFoliart, 1991), certains s'avancent à 6 (Gahukar, 2011). Cette faculté à se nourrir si peu vient du fait qu'ils sont Poïkilothermes, c'est-à-dire que leur température interne varie selon l'environnement. Ils ont donc la particularité d'utiliser moins de calories pour se réchauffer puisqu'ils utilisent cet environnement pour réguler la chaleur de leur corps (Abbasi et al., 2011).

vi. Conversions

Ces données sont une nouvelle fois à relativiser, en ce sens qu'elles dépendent finalement de leur conversion en masse comestible et digestible. Là encore, le grillon possède une valeur élevée, soit double au bovin et 25% de plus que le porc et le poulet. La différence s'accroît encore lorsque l'insecte est transformé en farine, augmentant de 11% son taux de conversion (Bukkens, 1997).

Ne négligeons pas également la forte capacité des insectes à se reproduire. Par exemple, le grillon domestique est apte à pondre 1200, voire 1500 œufs sur une période de 3 à 4 semaines (Gahukar, 2011). Si l'on intègre ce potentiel reproductif, sa comestibilité et sa digestibilité, le grillon serait alors 20 fois plus avantageux que le bœuf en termes de conversion alimentaire (DeFoliart & Nakagaki, 1991). Cette disproportion est parallèlement due à sa faculté d'être Poïkilothermes (Lindroth, 1993).

4. Une alternative légitime : développement de la consommation d'insectes

Il est à présent d'une importance capitale d'utiliser la meilleure source de protéine qui réduirait l'impact environnemental, c'est-à-dire sur le plan de la pollution, des destructions d'habitats naturels et de son abus de ressources. Concevoir une agriculture comme un plan financier, où l'impact sur l'environnement, bien commun à tous, serait écarté, n'est plus envisageable. En incluant le coût environnemental, il devient évident que cette alternative a une place légitime dans notre alimentation (Balasubramanian, 1984). La progression est là, avec notamment de nouvelles technologies et compréhensions dans l'élevage d'insectes, mais elle reste lente. Il faut donc investir maintenant pour en retirer les bénéfices le plus tôt possible et pour satisfaire une demande à grande échelle (Gahukar, 2011). En effet, il a été estimé que la production d'aliments organiques a augmenté de 20% annuellement depuis 1990 (Carl et al., 2006) arrivant en 2011 à une production totale d'aliments de 870 millions de tonnes. FAO estime que celle-ci devra augmenter de 70% pour combler la demande en 2050, doublant ainsi celle du bétail (IFIF, 2012).

Ces comparaisons s'appuient sur un échantillon et sur des sources très réduites par rapport aux innombrables insectes comestibles. Comme nous avons pu le voir, il peut y avoir de grandes différences entre insectes. Ces données sont tout de même fortement prometteuses, laissant envisager des résultats plausiblement supérieurs à ceux déjà présentés ici, si une analyse approfondie d'un nombre plus imposant d'insectes avait été réalisée dans la littérature.

4.1 Valeurs nutritionnelles

L'entomophagie est acceptée et pratiquée aux quatre coins de la planète et constitue une source nutritive majeure pour beaucoup (DeFoliart, 1995 ; Nonaka, 2009). Cette nourriture à base d'animaux contribue réellement aux performances cognitives, à la santé et à la récupération du corps humain (Friis et al., 2009).

i. Les protéines

Les insectes offrent une quantité de protéines à l'état cru très élevée, allant jusqu'à une concentration de 60% à l'état sec voire supérieure (Bukkens, 1997 ; Bukkens, 2005) (tableau 2).

Par ailleurs, celle-ci dépend du stade de métamorphose. En effet, un adulte aura tendance à contenir davantage de protéines qu'aux stades précédents (Ademolu et al., 2010). C'est d'ailleurs le point clef à mettre en comparaison avec le bétail car c'est pour cette raison que sa consommation est recommandée par l'ASFCA (25% de protéine à l'état cru).

Tableau 2.

Concentration de protéines dans un insecte déshydraté	
Dénomination anglaise	Pourcentage de protéines
White agave worms	30.28 – 51
Red agave worms	37.10 – 71
Honey bee larvae	41.68
Corn earworms	41.98
June beetle larvae	42.62
Stink bugs	44.10
Treehoppers	44.84 – 59.57
Honeybee pupae	49.30
Water boatmen adults	53.80
House fly larvae	54.17
Agave billbug larvae	55.56
Leafhoppers	56.22
Darner larvae	56.22
Paper wasp pupae	57.93
House fly pupae	61.54
Water boatmen and backswimmer eggs	63.80
Red-legged locusts	75.30

Ramos-Elorduy, J. (1998). *Creepy crawly cuisine: the gourmet guide to edible insects*. Rochester : Park Street Press.

ii. La chitine

Finke (2007) a étudié la concentration de chitine contenue dans les insectes trouvés en commerce. Il s'avère que celle-ci varie entre 2,7 et 49,8 mg par kilo d'insectes et jusqu'à 137,2 mg pour la masse sèche. Les effets, tant nocifs que les bienfaits, n'ont pas encore été suffisamment analysés et expérimentés jusqu'ici mais certains faits peuvent être déclarés. Par

exemple, il est prouvé que la chitine libère une sorte de gel dans l'estomac qui va capturer les nouvelles graisses. Celles-ci ne pourront pas être assimilées par l'organisme et vont être rejetées par voie naturelle. Elle offre donc un moyen de freiner l'assimilation de graisses et des produits qui lui sont dérivés sont spécialement vendus à cet effet.

iii. Les vitamines

Le mini-bétail contient de nombreuses vitamines, à des doses variables entre chaque espèce. Cependant, les doses exactes n'ont pas encore été suffisamment évaluées. Ainsi, vu sa diversité, il existe forcément des insectes contenant des vitamines C (Banjo et al., 2006), D (Montesinos & Ramos-Elorduy, 2007) et K (Yuan et al., 1992) mais souvent dénués de vitamines A (Finke, 2002). De nombreux auteurs (Ramos-Elorduy, 1997) ont démontré une teneur nettement plus élevée en vitamine B1, la thiamine, et B2, la riboflavine par rapport aux autres vitamines B plutôt jugées absentes. Un tableau a été dressé sur base de différents insectes proposés en commerce et qui montre de manière distinctive leur domination face au bœuf en termes de concentration de vitamines (tableau 3).

Tableau 3.

Concentration en vitamine B (mg) par 100g d'insectes comparée au bœuf				
Insecte	Thiamine (mg/100g)	% thiamine par rapport au bœuf	Riboflavine (mg/100g)	% Riboflavine par rapport au bœuf
Black soldier fly*	0.77	1540%	1.62	900%
House fly*	1.13	2260%	7.72	4288%
House cricket**	0.04	80%	3.41	1894%
Mealworm**	0.24	480%	0.81	450%
Silkworm**	0.33	660%	0.94	522%
Giant mealworm**	0.12	240%	1.61	894%
Bœuf***	0.05	100%	0.18	100%

**Finke, M.D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269–285. Doi : 10.1002/zoo.10031

*Finke, M.D. (2012). Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biology*, Doi: 10.1002/zoo.21012

*** United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. (2015). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*. En ligne <https://ndb.nal.usda.gov/>

iv. Les oligoéléments

L'entomophagie apporte un autre intérêt, celui de nous subvenir en oligoéléments, c'est-à-dire en calcium, potassium, fer et magnésium pour n'en citer que quelques-uns (Ramos-Elorduy, 2005) (tableau 4). Ces proportions sont pour ainsi dire très élevées par rapport au bétail. Par exemple, les valeurs des espèces de diptères et des vers mopanes ont été estimées à au moins 6 fois plus présentes que dans le foie ou la viande de bœuf séchée (Dickson et al., 1985 ; Heetkamp et al, 2010).

Tableau 4.

Traces d'oligoéléments contenues dans des insectes (% poids sec)

<i>Insecte</i>	K	Na	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	P
<i>Lestes praemorsa Selys</i>	2930	2 020	2 160	970	64.8	147.7	1198	58.9	2 470
<i>Crocothemis servilia Drury</i>	3 330	2 310	1 510	950	50.6	103.8	461.6	27.2	1 420
<i>Ericerus pela Chavannes, egg</i>	6 300	89.51	353.7	1 200	23.6	164.2	133.1	26.74	6 000
<i>Cyrtotrachelus buqueti</i>	2 620	650	270	1 050	38.4	306.1	64.7	21.0	5 190
<i>Antheraea pernyi</i>	13 390	620	790	3 800	19.01	141.8	0.01	8.73	690
<i>Musca domestica L.</i>	15 600	2 700	1 200	12 300	59	570	520	406	17 900

Bodenheimer, F.S. (1951). *Insects as human food; a chapter of the ecology of man*. The Hague : Dr. W. Junk Publishers.

Bi-Xian, R., Jian-Hua, C., & Shao-Vu, G. (1987). Analysis of trace elements in ants and their preparation. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 1, 47.

Hong, Z., Xiaoming, C., Ying, F., & Zhiyong, C. (2010). Review of the nutritive value of edible insects. In P.B. Durst, V.D.

Johnson, R. N. Leslie & K. Shono (Eds.), *Forest insects as food: humans bite back* (pp. 85-92). Bangkok : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

v. Les lipides

De manière générale, les insectes sont une source abondante de lipides et spécialement d'acides gras à longues chaînes comme les omégas 3 (Li et al., 2006). Cependant, sur un échantillon de 8 insectes terricoles, 3 renferment des ALA (acide alpha-linolénique) tandis que les EPA (acide eicosapentaénoïque) et les DHA (acide docosahexaénoïque) ont été trouvés dans seulement 1 voire 2 spécimens. La raison de cette différence est expliquée par le régime propre à chacun et diffère seulement le lieu d'habitation ainsi que de l'activité enzymatique (Galli & Sirtori, 2002). S'il s'agit de garantir un produit riche en omégas, il sera nécessaire de d'inclure une nourriture adéquate dans le processus de fabrication.

De plus, on dénombre une multitude d'insectes qui, grâce aux lipides et autres substances comme les métabolites et le peptide HF-1 (Hou et al., 2007), sont capables de conserver les aliments à base d'insectes plus longtemps (Dossey, 2010 ; Finke, 2012). Ces aliments nécessiteraient dès lors peu ou pas de conservateurs, nocifs pour notre santé.

4.2 Inconvénients

Les insectes consommables représentent un faible risque d'effets néfastes à notre santé. Cependant, ils peuvent provoquer une allergie au toucher, à l'ingestion ainsi qu'à l'inhalation (Burkholder & Phillips, 1995). Concrètement, cela inclut le fait d'inhaler de la poussière contaminée par des excréments de cafards, de rentrer en contact avec les poils de chenilles ou les larves du ténébrion meunier (Senti et al., 2000). Ces derniers engendrent des inflammations au niveau des yeux et du nez tandis que d'autres (*Alphitobius diaperinus*) provoquent des démangeaisons, enflures, éruptions cutanées, inflammation nasale et de l'asthme (Bush et al., 1990, Bush et al., 1988).

Il est difficile d'isoler les personnes affectées par l'allergie des insectes de celles affectées par d'autres formes d'allergies. En effet, il existe une relation avec des déficiences immunitaires liée, le plus souvent, aux arthropodes (Barletta & Pini, 2003). Des patients exposés continuellement aux antigènes ou poussières de mites ont développé des sensibilités aux protéines (tropomyosines) de fruits de mer (De Jong et al, 2014). Inversement, étant allergiques aux crustacés, il y a de bonnes chances de l'être également aux insectes.

Selon une étude, la chitine tient bien un rôle dans cette affaire. Les réactions dépendraient de la taille de ces particules. En d'autres termes, les particules de tailles moyennes sont responsables d'une allergie alors que les plus petites auraient l'effet inverse, celui de réduire ces réponses inflammatoires (Bayat et al., 2011).

En Chine, les vers à soie sont les plus consommés de tout le mini-bétail. Peu importe leur préparation, ils restent allergéniques. Des estimations rapportent plus de 1000 sujets subissant une réaction allergique poussée après en avoir consommés dont 50 nécessitant d'être surveillés en chambre hospitalière (Chen et al., 2008). D'autres chercheurs ont également

enregistré des cas similaires de chocs anaphylactique face à l'ingestion de verre mopane (Kgomotso et al., 2010 ; Kung et al., 2011). Ce risque a besoin davantage d'investigations et de distinctions entre les symptômes allergiques et toxiques (Krenzelok et al., 1999).

D'autres symptômes ont été observés, notamment en République Démocratique du Congo où la consommation de sauterelles et criquets sans avoir retiré les pattes cause des constipations intestinales (Bouvier, 1945). Il est donc important de noter qu'une récolte en laboratoire est plus que conseillée voire obligatoire. Un contrôle ardu sur la qualité et la santé de ces spécimens est essentiel. En effet, ceux-ci sont porteurs de parasites et d'agents pathogènes comprenant bactéries, virus ou helminthes (Gorham, 1991). Néanmoins, cela stimule inévitablement la propagation d'un possible virus à toute la zone ce qui ruinerait la récolte. Ce risque se répercute immanquablement dans les coûts de fabrication.

Enfin, les valeurs nutritionnelles semblent impressionnantes mais les nutriments ne se retrouvent pas en grande quantité dans chaque espèce. Certains sont en insuffisance ou font défaut¹. Pour profiter de toutes ses qualités, il serait judicieux de consommer différents spécimens au même moment (Dai, 1994). La manière de les préparer est aussi à prendre en considération puisque les vitamines, oligoéléments et omégas tentent à disparaître sous l'effet de la chaleur. L'une des solutions consiste à déshydrater l'insecte et à le manger comme tel.

¹ Annexe 1

5. L'offre d'insectes

5.1 Origines

L'utilisation des insectes comestibles comme nourriture humaine remonte à l'aube de l'humanité (Meyer-Rochow, 2007). Les premiers primates, nos ancêtres, étaient très probablement des entomophages (Fleagle, 1999). L'histoire de cette habitude alimentaire est bien documentée par Bodenheimer (1951). En effet, elle n'a jamais été totalement oubliée, en tout cas à l'échelle mondiale. Elle existe encore de part et d'autre du globe, parfois localement, parfois par intermittence. Elle était par exemple présente au Moyen-Orient au huitième siècle avant J-C où les servants apportaient des bâtonnets de sauterelles aux banquets royaux du palais d'Assurbanipal. Les premières pratiques référencées en Europe étaient en Grèce où manger des cigales était signe de finesse. Le renommé Aristote lui-même en était friand, allant jusqu'à décrire dans l'*Historia Animalium* que cet insecte se révèle être un délice et meilleur consommé avant sa dernière mue. La femelle serait également plus appréciée une fois fécondée, soit remplie d'œufs. Avec le temps, cette pratique s'est peu à peu estompée. Les raisons sont nombreuses et variées mais forment néanmoins un tout cohérent.

5.2 Disparition

Avec l'avènement de l'agriculture et la hausse des pratiques sédentaires, les insectes sont perçus comme néfastes, dangereux pour ce nouveau style de vie (Pimentel, 1991). Ce n'est pas étonnant lorsque l'on sait qu'aux Etats-Unis d'Amérique, le criquet des Montagnes Rocheuses, dit *Melanoplus Spretus*, dévastait régulièrement les cultures au 19^{ème} siècle (Lockwood, 2004). En 1875 précisément, Dr. Child estimait une de leurs invasions à une couverture de plus de 318 649 320 m² et leur nombre aurait égalé les 3,5 billions (Lockwood, 2004).

L'agriculture serait apparue dans des régions comme le Croissant Fertile et se serait ensuite répandue à grande vitesse en Europe (Diamond, 2005). A côté de la viande, il y a aussi la fourrure, les produits laitiers, le cuir, la laine et une force de traction non-négligeable qui la rendent bien plus attrayante que la récolte d'insectes. A l'inverse, là où l'agriculture ne s'est pas suffisamment implantée, ces insectes jouent le rôle de nourriture, de décorations, de divertissements, de remèdes médicaux et sont même présent dans les danses, les mythes et les légendes (Meyer-Rochow, 1979).

L'urbanisation, qui s'est développée de manière plus extensive dans les pays occidentaux grâce notamment à une organisation améliorée de l'agriculture, a également contribué à oublier l'entomophagie. Cela se traduit par une préoccupation de plus en plus faible de la nature, même si une tendance inverse se fait remarquer (United Nations, 2012). En outre, le phénomène de globalisation accentue l'étendue des régimes alimentaires occidentaux dans les pays développés (Dreon et al., 2011). Pour assurer un produit qui peut être consommé rapidement, aisément et par la majorité des acheteurs, les sociétés ont envahi le marché avec leurs produits préparés, souvent surgelés, qui n'offrent qu'un faible intérêt nutritif. Ces plats réfléchis sur base des coûts et du marché sont favorisés au détriment des confections plus écologiques et biologiques, ce qui nuit inexorablement à la santé du consommateur (Eyzaguirre & Johns, 2006).

De manière générale, il convient de dire que les populations occidentales craignent pour leur santé et sont tellement dégoûtées par l'entomophagie qu'elles ne considèreraient cette pratique à aucun instant (Vane-Wright, 1991 ; Kellert, 1993 ; Haidt et al., 1994). Pire, ces personnes associent cette consommation à un comportement dit primitif, rural voire barbare (Ramos-Elorduy, 2009). Cela peut être expliqué par le fait que cette pratique se retrouve, à l'heure actuelle, essentiellement dans les pays en développement. Les occidentaux voient alors l'entomophagie comme dégradante, comme un statut précaire qui doit être éliminé (Lewin, 1943). D'ailleurs, la consommation des sauterelles a disparu dans les régions caractérisées par une forte occidentalisation du Croissant Fertile à l'inverse des régions voisines, moins influencées (Amar, 2003).

5.3 La législation

Il y a encore quelques années, les autorités compétentes au niveau national et international ne fournissaient aucune législation claire quant à la vente d'insectes (Alonzi et al., 2013). La raison principale étant que la production écoulee minime ne valait pas la peine de se pencher sur la question. Il n'était donc pas interdit de vendre des insectes même si ceux-ci n'étaient pas référencés dans la liste des produits autorisés à la vente et ceci est toujours d'application.

Malgré tout, on peut récemment apercevoir de nouveaux produits à bases d'insectes sous des enseignes comme JIMINIS en Belgique et dans d'autres pays membres. L'intérêt grandissant pour ce secteur ne peut que motiver les autorités compétentes à prendre des mesures. En 2013, des pays comme la Belgique ont fait le pas vers une tolérance officielle vis-à-vis de 10 spécimens précis :

- Grillon domestique
- Criquet migrateur africain
- Ver de farine géant
- Ver de farine
- Ver Buffalo
- Chenille de la fausse teigne
- Criquet pèlerin d'Amérique
- Grillon à ailes courtes
- Chenille de la petite fausse teigne
- Chenille du bombyx

Le 25 novembre 2015, le Parlement Européen a tenu à revoir à nouveau sa législation, en incluant le terme « insecte » dans l'article relatif aux nouveaux aliments (Règlement (UE), 2015). Vendre d'autres insectes est toujours possible à l'heure actuelle mais difficile. Il faut en effet répondre à des normes sanitaires irréprochables et détenir une connaissance poussée de son produit pour répondre aux exigences des contrôles de l'AFSCA. Par exemple, début 2016 et depuis 2 ans, le responsable du magasin Amon Tchinniss, connu pour ses produits du terroir, était fier de proposer une large gamme de produits à base d'insectes (grillon, ver de farine mais aussi sucette de scorpion etc.). Or, suite à une inspection de l'AFSCA, les produits ont tous dû être retirés des étagères.

6. Point de vue du consommateur

6.1 Interrogations

Il est important de dissocier les conséquences de l'urbanisation et celles de la culture. En réalité, l'urbanisation offre un terrain propice à l'avènement de la culture occidentale. Une fois intégrée, elle définit ou redéfinit les règles de savoir-vivre mais aussi les règles alimentaires, soit de ce qui semble comestible ou non (Mela, 1999). En résumé, l'acceptation ou la réjection de l'entomophagie est une question de culture (Mignon, 2002). Quand un nouvel élément est introduit dans une culture, cela est susceptible de créer un choc. C'est le cas pour l'alimentation où des sentiments de craintes ou rejets, c'est-à-dire de la néophobie, vont apparaître (Pliner & Salvy, 2006). Plus spécifiquement, concernant les insectes, cette néophobie est expliquée par l'absence de connaissance à leur propos et par la crainte d'avoir des problèmes intestinaux (Fallon & Rozin, 1980).

Rozin et Vollmecke (1986) suggèrent aussi que ce rejet est provoqué par des questions du genre « Qu'est-ce que c'est ? » ou encore « Où est-ce allé ? ». Bien qu'il n'ait pas été recensé de problème de santé important à l'origine de cette pratique (Banjo, 2006), la confiance du consommateur est fortement corrélée avec la sécurité perçue d'un produit. Ces dernières années, les épidémies du bétail, comme celles de la vache folle et de la fièvre aphteuse, ont fragilisé ce rapport spécialement dès qu'il y a utilisation de pesticides, d'antibiotiques et d'autres composants chimiques (Anklam et al., 2005 ; Dreezens et al., 2006).

Ces questionnements peuvent être cependant contournés par des informations claires sur leur provenance et sur leur fabrication. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il ne faudrait pas récolter les insectes dans la nature mais plutôt offrir un cadre d'élevage contrôlé. La chasse a déjà rencontré des inconvénients gravissimes, par exemple en Oaxaca, au Mexique, où des sauterelles rouges présentaient des concentrations élevées de plomb des mines à proximité (Handley, 2007). Bien entendu, ce cas est loin d'être une généralité et cette pratique de longue date prouve qu'elle ne pose aucun risque significatif (Banjo, 2006).

6.2 Les caractéristiques

Avant d'acheter un aliment, le consommateur va prendre en compte différents facteurs. L'apparence visuelle et la texture de la nourriture ont un effet joint sur son acceptabilité (Logue, 1981). Parmi les insectes considérés comme mangeables ou non, les papillons sont les rares espèces à ne pas provoquer de dégoût, d'évitement et de mépris à l'instar des coccinelles (Looy & Wood, 2006).

Le dégoût forme un terrain propère au développement de jugements moraux et joue un rôle majeur dans le comportement des gens à éviter cette nourriture (Fessler & Navarette, 2003). Cette réaction est innée (Rozin & Vollmecke, 1986) mais a besoin d'être surpassée. Des études comportementales sur des étudiants américains démontrent qu'une légère majorité d'entre eux acceptent de les toucher avec leurs mains. Cependant, dès qu'il s'agit de faire pareil avec leurs lèvres, c'est une grande majorité qui refuse catégoriquement (Ashmore, 1999). Nous pouvons aisément concevoir deux hypothèses qui expliqueraient ce phénomène, bien qu'elles ne ferment pas la porte à d'autres explications. D'une part, nous sommes habitués à toucher toutes sortes de matières, y compris les plus dégoûtantes, avec les mains et non les lèvres. D'autre part, les lèvres sont le point d'accès à l'ingurgitation et bien qu'il ne soit pas attendu de ces étudiants de manger ces insectes, ils pourraient en associer l'idée.

Pour pallier à ce problème, certains ont introduit les insectes dans nos cultures sous d'autres approches. Premièrement, l'insecte a été associé à des aliments couramment proposés pour transférer l'attitude positive envers ces produits vers les insectes. C'est le cas des glaces, des pralines ou des tablettes de chocolats parsemées de vers de farine (Hall et al., 2011), Il y a aussi des pizzas, des hamburgers et des plats couverts d'insectes. Dans les régions asiatiques, ils sont également posés sur des sushis.

Deuxièmement, l'insecte n'est plus du tout visible, c'est-à-dire qu'il a été transformé dans le but de cacher son aspect. Pour citer quelques exemples, les crackers, les muffins et les saucisses à base de termites et de moustiques sont spécialement bien vendus dans le commerce (Ayieko et al., 2010). Des porridges peuvent aussi être facilement préparés et sont consommés tout au long de la journée dépendamment des préférences du consommateur.

Cette mixture est de plus réalisable soi-même en cherchant sans grande difficulté les composants (Institute of Food Technologists, 2011).

Récemment, en 2012, un snack innovant s'est conçu sur le territoire Hollandais. La Buqadilla est une inspiration mexicaine élaborée à partir de pois chiche et de 40% de vers de farine. L'idée était de vendre un produit accessible et culturellement acceptable, exotique et sain pour encourager le consommateur à y goûter (Dicke et al., 2012), voire adhérer.

En ce qui concerne la vente d'insectes sans aucune transformation ou association, leur acceptabilité serait corrélée à leur préparation. La cuisson au four semble donner une texture croustillante et serait préférée au détriment de ceux baignés dans l'huile. Bien qu'il y ait plusieurs constats, il est néanmoins complexe de comprendre et d'étudier tous les paramètres qui entrent en jeu dans l'acceptabilité de l'entomophagie (Szczesniak, 2002).

Globalement, 80% des gens mangent intentionnellement des insectes. Ce chiffre, qui démontre par ailleurs la fiabilité et la viabilité de cette pratique, est porté en réalité à 100% (Babu et al., 2009). Sans le savoir, les réticents en consomment à travers des produits non-suspectés d'en contenir. En effet, de nombreux fragments y sont retrouvés lors des contrôles de qualité. Alors que les producteurs souhaiteraient que la présence de ces fragments soit réduite au maximum, certains insectes font volontairement partie de leur composition. C'est le cas de la cochenille qui, écrasée, offre un colorant rouge que l'on retrouve dans de nombreux produits. Son appellation a été modifiée, probablement pour ne pas déranger le consommateur, en E120. Il serait difficilement réalisable pour les enseignes de se passer d'insectes ou de les retirer et c'est pourquoi des normes (à ne pas dépasser) ont été instaurées (tableau 5).

Tableau 5.

Nombre de fragments d'insectes autorisé dans les aliments		
Aliments	Quantité	Nombre de fragments ou d'individus
Jus de fruit - Citron	250 ml	5 œufs d'insectes ou 1 mouche
Sauce tomate	100 gr	30 œufs d'insectes ou 2 mouches
Brocolis congelés	100 gr	60 pucerons, thrips et acariens
Beurre de cacahuète	100 gr	30 fragments d'insectes
Chocolat	100 gr	80 fragments d'insectes
Pâtes et nouilles	100 gr	100 fragments d'insectes
Farine de blé	100 gr	150 fragments d'insectes

U.S. Food and Drug Administration. (2014). *Defect Levels Handbook*. En ligne <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/SanitationTransportation/ucm056174.htm>

Le goût est l'un des autres critères essentiels à l'acceptabilité d'une nourriture. Un laboratoire a tenté d'examiner la relation qu'entretenait la comestibilité avec la délectation et est parvenu à la conclusion que ce dernier doit être mis en priorité lors de la confection de nouveaux produits (Nordic Food Lab, 2012). Une autre étude réalisée en Inde cette fois indique ce même constat lorsqu'il est demandé de citer la première raison pour laquelle les sujets mangent des insectes (Yhoun-Aree, 2010). Par exemple, la mayonnaise à base de larves d'abeilles est appréciée non pas pour son côté innovant mais bien parce qu'elle offre une saveur exquise (Baines, 2012).

En fin de compte, une dernière étude sera citée, celle réalisée en Thaïlande du Nord où l'on y apprend que trois quarts des répondants pratiquent l'entomophagie pour la simple et bonne raison qu'ils trouvent cela savoureux (tableau 6).

Tableau 6.

Raisons fournies pour la consommation d'insectes en Thaïlande du Nord	
Raisons données pour la consommation d'insectes	Pourcentage des répondants
Savoureux	75
Casse-croûte	65
Utilisés comme ingrédients dans un plat	48
Médecine traditionnelle	48
Nourriture saisonnière	32
Facile à récolter autour du champ	30
Aisément disponible	22
Accessible pour la production de masse	19
Nourriture traditionnelle	9
Source de nourriture locale	2
Contrôle des ravageurs	0.38

Hanboonsong, Y., Masumoto, K., Rattanapan, A., & Utsunomiya, Y. (2000). Edible insects and insect-eating habits in northeastern Thailand. *Elytra*, 28(2), 355-364.

Tous devraient en avoir conscience, le miel n'est pas simplement fait entièrement de nectar. Ce dernier a été digéré et régurgité à maintes reprises par l'abeille et pourtant, cet aliment semble ravir la plupart des consommateurs. Il est vrai que les médias ont plutôt joué sur la finesse de son goût, de sa consistance et sur sa beauté au lieu de sa conception. D'ailleurs, à peu près 1,2 million de tonnes de miel sont vendues chaque année dans le commerce (FAO, 2009). L'impact des médias n'est pas négligeable et pourrait de ce fait servir à introduire d'autres types d'aliments.

Enfin, le prix est sans aucun doute le dernier élément considéré lors de l'achat. Il n'existe pas de référence étant donné la faible quantité d'insectes qui circule sur le marché Belge et sans doute dans les autres pays membres de L'Union Européenne. Néanmoins, nous avons mené une étude sur le terrain, en brabant wallon, afin de connaître le prix au kilo d'espèces vendues dans divers commerces (tableau 7).

Tableau 7.

Comparaison des prix au kilo entre insectes et bétail			
Commerces physiques	Insectes	Marques	Prix au kilo
Délitraiteur	Criquet curry fruité	Jimini's	729€
	Ver de farine ail	Jimini's	679€
Les secrets du chef	Criquet poivre et tomate séchée	Jimini's	895€
	Criquet paprika	Jimini's	895€
Carrefour	Larves de fausses teignes croquantes au sel	Entomofood	194€
Commerces en ligne			
www.jiminis.com	Criquet curry fruité	Jimini's	690€
www.bugsinmugs.com	Ver de farine		60€
	Grillon		190€
	Criquet adulte		320€
Commerces physiques	Bétaux		Prix au kilo
Carrefour Market*	Filet de poulet fermier	Landres	15,39€
	Rôti de porc	Carrefour	10,45€
	Côte de veau	Carrefour	20,6€

* Enseigne susceptible de représenter le choix du consommateur moyen.

Comme nous pouvons en déduire vis-à-vis de ce tableau, les systèmes de productions représentent à ce jour un coût trop élevé. Ajouté aux quantités écoulées qui restent limitées, le prix des insectes comestibles est relativement élevé. Une étude aux Pays-Bas démontrait également que la production du ténébrion meunier était 4,8 fois plus chère que celle de nourriture pour poulet (Meuwissen, 2011). Cela est dû principalement aux coûts associés à l'espace et la main d'œuvre nécessaires qui se révèlent ici supérieurs.

6.3 L'exposition

Une comparaison d'alternatives à la consommation de viande a mené au résultat que les insectes, visibles, étaient les plus rejetés de toutes. Le manque de connaissance à leur sujet serait l'hypothèse privilégiée d'une telle néophobie (Boer, 2012). Une forme d'éducation, même informelle, devrait être introduite au public dans le but de palier à ce problème (Looy & Wood, 2006).

Ce manque de connaissance est dû dans la même logique à une exposition insuffisante. Il est évident que la disponibilité des insectes, et leur exposition au grand public par dérivation, influencent la motivation des gens à pratiquer l'entomophagie. Pourtant, ils ne sont quasiment pas disponibles dans le commerce. N'ayant jamais été considérés comme nourriture depuis trop longtemps, leur commerce est presque inexistant et non adapté à la préparation de plat élaborés (Grabowski et al., 2013). Selon certains auteurs, leur absence serait même le facteur le plus déterminant menant à leur rejet (DeFoliart, 1995 ; Dorea & Redford, 1984).

Il serait donc bon d'augmenter leur nombre d'expositions pour plusieurs raisons. Premièrement, plus un message est vu, plus le cerveau a facile à traiter l'information. Inconsciemment, le public aurait une attitude plus favorable envers l'entomophagie (Zajonc, 1968). Deuxièmement, il y a une corrélation positive entre le fait d'aimer une nouvelle nourriture à la première exposition et la probabilité de la consommer ultérieurement (Bell, 1994). Il y a une vraie nécessité d'amener l'insecte au consommateur et dans la bonne forme. Enfin, des études soulignent l'importance d'expositions successives dans l'acceptabilité des nouveaux aliments (Grabski et al., 1993 ; Methven et al., 2012).

Partie 2 : Etude quantitative

1. Méthodologie

Ce mémoire comporte deux buts, à savoir celui de confirmer les affirmations recensées dans la littérature et celui d'évaluer l'impact d'un conditionnement sur la consommation d'insectes.

Des recherches sur la volonté des gens à toucher ou consommer cette nourriture après exposition ont déjà été menées. L'une d'entre elles s'est déroulée en Belgique, à l'insectarium de Wareme, sur un échantillon de 189 visiteurs (Alabi et al., 2013). Le sujet était d'évaluer la possibilité pour ces personnes de consommer des insectes à l'avenir après exposition et dégustation. Deux produits étaient présentés, le ver de farine et le grillon domestique cuits et assaisonnés de différentes façons. 46,6% des gens avaient une attitude négative envers l'entomophagie mais les $\frac{3}{4}$ étaient enclin à la dégustation. L'affection pour ce type de produit dépendait essentiellement de cuisson et de manière générale, les insectes frits plutôt que bouillis étaient préférés. Finalement, cette expérience montre également que les adultes de plus de 25 ans étaient plus disposés à manger et, exception faite des personnes âgées, à cuisiner des insectes à l'avenir.

L'une des failles que l'on peut percevoir ici est que la nourriture est amenée et préparée au sujet. L'une de nos hypothèses stipule que ceux-ci ont du mal à trouver des insectes dans le commerce. Si c'est le cas, cela s'avère être un frein non négligeable à cette étude. De plus, aucun constat n'a été mené sur la pratique existante de consommation d'insectes parmi ces sujets. Or, il est important de dissocier ces deux groupes d'individus. Les uns ont déjà une expérience dans ce domaine et le but est justement d'évaluer si l'échantillon est prêt à s'adonner à cette pratique suite à cette dégustation et non une précédente. Cela fausse donc le résultat car ces personnes ont probablement déjà fait le pas. Enfin, parmi d'autres lacunes constatables, accepter de cuisiner des insectes chez soi ne nous dit rien quant à la fréquence de cette pratique. Cela n'engage en rien le sujet à préparer des insectes dans les mois qui suivent.

Par contre, dès lors que nous pouvons admettre qu'un seuil minimum de personnes sont enclins à expérimenter l'entomophagie, nous pouvons nous concentrer uniquement sur un échantillon de personnes ayant bien expérimenté l'entomophagie au moins une fois dans leur vie. Il s'agit donc ici d'évaluer une des possibilités qui augmenterait de façon significative la consommation d'insectes.

1.1 Hypothèses

Plusieurs hypothèses vont être testées. Celles-ci ont un double rôle ; tantôt elles valideront ou non la littérature, tantôt elles permettront de connaître les différentes explications quant au degré de changement des habitudes alimentaires.

- Hypothèse 1 : Un conditionnement, sur base d'informations écrites, augmente la propension à consommer des insectes.

Comme il est expliqué dans la section 6.1 et 6.3, les rejets, la peur ou les questionnements sont principalement dus à un manque de connaissances. Si cela s'avère exacte, la consommation devra être différente suite au stimulus introduit dans le questionnaire qui a pour but d'éduquer le sujet quant à l'entomophagie.

- Hypothèse 2 : l'exposition au concept de l'entomophagie a un impact favorable sur son développement.

Dans la section 6.3, nous avons vu qu'un manque d'exposition est la principale problématique du sous-développement de l'entomophagie. Il existe une multitude de moyens pour y remédier comme la prise de connaissance du stimulus du questionnaire. A plus grande échelle, le meilleur d'entre eux reste la publicité de masse. Il s'agit donc de vérifier que le consommateur lui-même approuve que davantage d'exposition (par voie de message publicitaire) l'inciterait plus à pratiquer.

Cette hypothèse est centrale car c'est un moyen de création du marché qui demande moins, voire peu de ressources comparativement aux autres procédés comme des dégustations organisées.

- Hypothèse 3 : les consommateurs ne savent pas exactement où trouver des insectes dans le commerce.

Bien que le consommateur pourrait entreprendre des recherches, il peinerait à trouver des insectes dans le commerce. L'inexistence de l'offre (Grabowski et al., 2013) ou en tout cas l'échec de son adaptabilité pourrait freiner la consommation.

- Hypothèse 4 : La satisfaction culinaire de la consommation d'insectes incite le consommateur à fidéliser ce comportement.

Un produit peut être sain mais, si sa saveur n'est pas de taille à satisfaire les envies des consommateurs, il n'a que peu de chance de percer. En Thaïlande, le goût constitue la première raison de l'entomophagie (section 6.2). Il est donc nécessaire d'étudier le contentement des gens face à cette nourriture sur le territoire belge.

- Hypothèse 5 : les insectes s'associent mal avec les habitudes alimentaires occidentales.

Deux facteurs sont à l'origine de cette hypothèse. D'une part, notre culture alimentaire ne nous a pas préparés à ajouter des insectes aux menus (Grabowski et al., 2013). Nous suivons un régime occidental, souvent fait de plats déjà préparés et tantôt à moindre coûts. D'autre part, nous avons très peu de connaissance en ce qui concerne cet aliment (section 6.1) et son goût et par conséquent sur la façon de l'associer à notre menu.

- Hypothèse 6 : L'aspect répugnant des insectes, non transformés, est un frein à leur consommation.

Looy et Wood (2006) expriment que globalement, seulement 2 espèces ne donnent pas un effet de dégoût. C'est une hypothèse importante puisqu'elle définit en quelque sorte la forme du produit à insérer sur le marché.

- Hypothèse 7 : le prix relativement élevé des insectes comparativement à la viande n'incite pas à leur consommation

Comme le montre le tableau 7 de la section 6.2, le prix au kilo des insectes atteint un montant astronomique. Cela s'apparente plus à un produit de luxe qu'à une denrée de base.

Pourtant, la perception du consommateur n'est peut-être pas la même quand celui-ci achète des produits souvent vendus à moins de 10€. La raison est simple, la quantité ne dépasse pas les dix grammes. L'hypothèse part du principe que le consommateur a un esprit d'analyse, qu'il compare les prix et choisit en fonction. En soi, si on s'arrête sur l'aspect financier, la viande de bétail est un meilleur choix pour s'approvisionner en protéine.

- Hypothèse 8 : Pour des nouveaux produits, le packaging est un endroit idéal pour mettre en avant les bénéfices liés à la consommation d'insectes.

Lorsqu'on parle de nouveaux produits, cela réfère également à des produits rarement achetés. Les bienfaits dus à l'entomophagie sont nombreux mais encore faut-il que le consommateur les connaisse si l'on veut le pousser à en goûter. Ainsi, un manque de connaissance et d'exposition pourrait être pallié par un packaging qui attire et met en valeur ce que recherche le consommateur.

- Hypothèse 9 : Les atouts de la consommation d'insectes sont des facteurs clefs pour augmenter leur absorption.

Comme parcouru dans la partie exploratoire (section 4.1), les quantités de protéines, d'omégas et l'impact écologique que produit l'élevage d'insectes sont autant d'atouts qui rendent cet aliment une alternative de choix. L'offre est attirante mais qu'en est-il de la réceptivité des consommateurs ?

- Hypothèse 10 : Un rappel est suffisant pour inciter les gens à manger davantage d'insectes à l'avenir.

Nous l'avons déjà dit, le manque d'exposition est l'une des principales si pas la principale lacune à l'abonnement de cette pratique (DeFoliart, 1995 ; Dorea & Redford, 1984). Il ne s'agit donc pas d'apporter de l'information, d'éduquer le consommateur mais de vérifier si la simple exposition à cette thématique (le questionnaire sans prendre compte du stimulus) suffit à engendrer un certain comportement.

1.2 Conception du questionnaire

Le questionnaire (annexe 1) est distribué de main en main. Dans ce type d'enquête, l'échantillon est délimité. Des répondants qui n'ont jamais pratiqué l'entomophagie pourraient y prendre part, ce qui fausserait les résultats.

Ce questionnaire est donc soumis à un gros désavantage, celui de faire participer des gens qui n'ont pas spécialement le temps d'y répondre à l'aise. C'est pourquoi, il a été convenu de se limiter à 11 questions reprises dans 7 principales (la deuxième étant une rubrique), en évaluant le strict nécessaire. Celui-ci, avec le stimulus, fait 3 pages ce qui est la limite acceptable selon nous pour ne pas fatiguer ou freiner le participant.

La première partie est constituée d'un court passage où une phrase de validation est écrite en gras de façon à certifier que les sujets peuvent répondre. Aussi, toutes les réponses sont des choix multiples. Il n'y a donc aucune question ouverte et ce, pour les mêmes raisons qui délimitent le nombre de pages.

La question 1 et la question 6 permettent d'évaluer qu'il y a effectivement une augmentation de la propension à manger des insectes dans le cas où la consommation moyenne mensuelle a augmenté. Egalement, elle permet d'écarter les personnes ayant une pratique supérieure à 4 fois par mois, pour la simple raison que ces gens sont susceptibles d'être trop renseignés sur l'entomophagie. Le stimulus aurait donc moins d'impact que prévu et d'autres facteurs, qui ne se trouvent pas dans cette enquête, seraient sans doute nécessaires pour augmenter leur consommation.

La question 2 se distingue en 5 sous-questions. La première diffère des autres en ce sens qu'elle ne s'exprime pas à la première personne. Contrairement aux autres, les gens n'ont jamais pu être exposés à la publicité car il n'y en aurait pratiquement pas à grande échelle. Par contre, les gens ont déjà vu et mangé des insectes et, avec un peu d'effort, pourraient aisément trouver des insectes en vente (surtout par internet). Cette question n'est donc pas personnelle et permet de répondre à l'hypothèse 2.

La troisième ne fait pas partie de l'encadré car nous ne voulions pas forcer les répondants à avoir un avis sur la question. Même si nous n'avions jamais vu de publicité sur les insectes comestibles, nous pouvons avoir un avis sur son impact. Ici, ce produit suit des processus peu connus du public et beaucoup de gens expérimentent l'entomophagie car elles ont été à des dégustations gratuites ou ont reçu des insectes lors de festivités. Il est donc préférable de laisser la possibilité d'être sans avis à ce sujet pour ne pas biaiser le résultat.

L'impact des réponses à cette question ainsi qu'à la deuxième seront aussi étudiées sur le changement d'habitude alimentaire. Il est possible que les gens faiblement attirés par la saveur des insectes soient plus réticentes à changer leurs pratiques. Le stimulus aurait un effet positif mais pas suffisant pour les pousser à une consommation plus régulière.

La question 4 se concentre essentiellement sur la réponse « les textes informatifs ». Néanmoins, des facteurs souvent repris devront être analysés dans la partie de discussion. Dix facteurs sont ici recensés. Le but n'est pas de tous les énumérer mais d'avoir un conditionnement valide. En effet, nous suspectons que le remplissage de la case « textes informatifs » soit plus fréquent si peu de choix sont proposés. Un ensemble d'items couramment repris sur les emballages est donc proposé afin de coller à la réalité.

La question 5 fait office d'écart du biais en permettant de valider la rétention des résultats du participant. Enfin, La question 7 permet de recenser toutes les raisons possibles quant au changement d'habitude alimentaire. La plupart des items étant repris de la littérature.

1.3 Matrices hypothèses/questions

Ce tableau établit les liens entre les questions et les hypothèses. Chaque hypothèse est liée au minimum à une question.

Hypothèse/Question	R1	R2A	R2B	R2C	R2D	R2E	R3	R4	R5	R6	R7
H1	X									X	
H2		X									
H3			X								
H4				X							
H5					X						
H6						X					
H7							X				
H8								X			

H9											X
H10											X
Validation									X		

1.4 Choix de l'échantillon

Des tests ont été menés afin d'obtenir un meilleur ratio de réponses par rapport au temps consacré aux enquêtes. Les lieux expérimentés sont aux entrées de Delhaize (la Hulpe), Carrefour (Wavre), Sequoia (Wavre), Autre Chose (Rixensart) et près du stand de Bugsinmugs (Bruxelles). Aucun répondant n'a été recueilli dans les deux premières options et Sequoia ne répondait pas non plus aux exigences. C'est finalement près de l'entrée d'Autre chose (53 réponses) et au stand de Bugsinmugs (17 réponses) que les enquêtes ont été menées durant 4 jours. Par conséquent, cet échantillon est susceptible de représenter une classe de gens plus préoccupée par l'environnement et les produits sains.

Les gens n'ont pas été sélectionnés par rapport à leur âge officiellement. Toutefois, pour assurer que la nouvelle propension à consommer des insectes se traduisent dans les faits et ne soit pas des décisions irréfléchies, le questionnaire était délivré aux adultes, c'est-à-dire plus de 18 ans à vue d'œil. Seul un répondant était âgé de 14 ans ce qui ne perturbe pas l'échantillonnage.

Le questionnaire est délivré si le répondant donne une réponse équivalente à un « oui » lors de la phase d'approche où un message oral prend cette forme : « Bonjour, je réalise une enquête, sans engagement, sur la consommation d'insectes. En auriez-vous déjà mangé ? »

Pour éviter trop de questions sur le support écrit, après confirmation de cette pratique, une question est à nouveau posée : « Sauriez-vous depuis combien de temps ? ». Bien que leurs souvenirs ne soient pas toujours précis, l'important était de repérer les individus ayant mangé des insectes depuis moins d'un mois. Ainsi, 3 sujets ont été écartés.

Ce mémoire a pour but de constater une évolution dans le temps et non de créer la demande. Par conséquent, il faut donc des sujets ayant expérimenté l'entomophagie. Enfin, les échelles sont mensuelles et c'est pour cette raison qu'enquêter sur une personne ayant goûté aux insectes depuis moins d'un mois n'est pas cohérent puisqu'il pourrait en consommer

davantage sur la fin du mois. En d'autres mots, sa consommation mensuelle pourrait encore changer.

Enfin, ces sujets ayant été entomophagistes, il est vital pour la validité de l'analyse que les personnes allergiques aux crustacés soient écartées de la liste des répondants. En effet, ils sont susceptibles d'être également allergiques aux insectes et bien qu'influencés par le stimulus, ils ne changeront en rien leur consommation pour une question de santé. Les 70 répondants ne sont pas allergiques et ont donc pu être comptabilisés².

² Annexe 3

2. Analyse des résultats

Les données ont été manipulées sur le programme SPSS. Les résultats peuvent être retrouvés dans les annexes, dans les sorties SPSS.

- Hypothèse 1 : Un conditionnement, sur base d'informations écrites, augmente la propension à consommer des insectes.

Les items proposés dans la question 1 peuvent difficilement être qualifiés de variables quantitatives. Nous l'avons donc considéré comme une variable ordinale et créé 4 catégories. La catégorie 1 prenant la valeur de 1 et la même logique est appliquée pour les autres. Ainsi, nous avons effectué un test sur échantillon apparié qui nous donne une moyenne de 1,1 pour la consommation actuelle. Cela veut donc dire qu'en général, les sujets ont coché « Moins d'1 fois ». Oralement, la grande majorité n'y avait goûté qu'une fois dans leur vie.

Après stimulus, ce chiffre est monté à 1,8 prouvant que la moyenne est nettement plus proche du second choix, c'est-à-dire d'une consommation moyenne d'1 à 2 fois par mois. Le test sur échantillons appariés révèle une différence significative entre ces deux moyennes à un niveau de confiance de 95%. L'hypothèse nulle est donc rejetée, le stimulus informatif impacte les habitudes alimentaires.

- Hypothèse 2 : l'exposition au concept de l'entomophagie a un impact favorable sur son développement.

Pour les hypothèses suivantes jusqu'à celles à propos de la perception du prix, des tests Student vont être d'application. Le principe est simple, nous définissons une valeur qui correspond à l'hypothèse nulle, celle où aucun effet est constatable. La moyenne définie par nos soins et la moyenne de l'échantillon sont comparées avant de communiquer si la différence est significative à un niveau de confiance de 95%. Les choix ont également été catégorisés de 1 pour « pas du tout d'accord » à 4 pour « tout à fait d'accord ». Par déduction, la moyenne de l'hypothèse nulle est de 2,5, soit un avis neutre sur la question où aucun effet n'est finalement constaté. Les hypothèses dictées jusqu'à présent sont les hypothèses alternatives, là où le facteur discuté joue bien un rôle sur la consommation d'insectes.

Pour l'hypothèse 2, le test révèle une moyenne de 2,85 qui est suffisamment supérieure à 2,5. Il y a donc rejet de l'hypothèse nulle, l'exposition impacte le développement de l'entomophagie.

- Hypothèse 3 : les consommateurs ne savent pas exactement où trouver des insectes dans le commerce.

La moyenne de l'échantillon se situe à 1,9 et la différence est significative ce qui implique que le consommateur ne sait pas où se procurer des insectes.

- Hypothèse 4 : La satisfaction culinaire de la consommation d'insectes incite le consommateur à fidéliser ce comportement.

La moyenne correspond ici à 2,46, ce qui est très proche des 2,5 de l'hypothèse nulle. Cet écart n'est pas significatif. En d'autres termes, le goût n'est pas un facteur incitant à la consommation d'insectes mais il n'en détériore pas non plus l'idée.

- Hypothèse 5 : les insectes s'associent mal avec les habitudes alimentaires occidentales.

La moyenne est aux alentours de 2,6. Les résultats sous-entendent que de manière générale, il n'y a association ni bonne ni mauvaise entre la consommation d'insectes et le régime occidental.

- Hypothèse 6 : L'aspect répugnant des insectes, non-transformés, est un frein à leur consommation.

Encore une fois, la moyenne se trouve très proche de 2,5. Le test n'est pas significatif ce qui se traduit par un facteur visuel qui n'altère pas la pratique.

- Hypothèse 7 : le prix relativement élevé des insectes comparativement à la viande n'incite pas à leur consommation

La répartition des réponses suit une courbe normale, c'est-à-dire que plus on se rapproche du centre, soit le choix « sans avis », plus le nombre de réponses croît. La moyenne de l'échantillon est donc de 3 et correspond exactement à celle imaginée. De manière générale,

les consommateurs ne semblent soit pas être conscients du prix, soit ne se soucient guère de ce facteur.

- Hypothèse 8 : Pour des nouveaux produits, le packaging est un endroit idéal pour mettre en avant les bénéfices liés à la consommation d'insectes.

Fréquences des réponses par items pour la question 4	
Composants	45
Valeurs nutritionnelles	32
Prix	31
Label	22
Textes informatifs	20
Péremption	18
Images	9
Promotions	7
Marque	7
Poids	3

Les résultats sont encourageants. Les composants et les valeurs nutritionnelles sont les principaux choix retenus. La date de péremption est un facteur non négligeable à analyser puisqu'il recueille 25% des voix. Enfin, le label et le prix et la date de péremption sont les derniers items retenus. En effet, nous pouvons conclure que le packaging est une place cruciale pour informer le consommateur et celle-ci ne doit pas être surchargée d'informations au point de perturber sa concentration.

- Hypothèse 9 : Les atouts de la consommation d'insectes sont des facteurs clefs pour augmenter leur consommation.

Nous avons établi un tableau de fréquence de réponses sachant que plusieurs peuvent être sélectionnées :

Fréquences des réponses par items pour la question 7	
Impact écologique	26
Pour que chacun puisse manger à sa faim	18
Protéine	15
Bienfaits sur l'immunité	12
Vitamines	10
Omégas	10
Ethique	9

Minéraux	9
Nombre d'adeptes	4
Participation à l'enquête	4

Les 3 principales raisons reprises sont l'impact écologique, subvenir aux besoins alimentaires de chacun et la concentration en protéine à hauteur de plus de 20%. Les autres choix sont discutables quant à leur impact sur le changement de pratique tout en pouvant exclure les deux dernières propositions, représentant seulement 4 votes chacune.

- Hypothèse 10 : Un rappel est suffisant pour inciter les gens à consommer davantage d'insectes à l'avenir.

Parmi les 70 répondants, seulement 4 ont répondu que ce questionnaire suffisait à leur donner envie de consommer des insectes. Sans prendre connaissance du stimulus, un rappel est donc suffisant pour ces personnes. Statistiquement, on ne peut pas conclure que ce soit valable pour toute la population.

3. L'exploitabilité du marché

Dans cette partie, nous allons suivre les principales étapes d'un plan marketing stratégique et opérationnel afin de déterminer l'exploitabilité du marché et les décisions à adopter. Pour ce faire, l'analyse des résultats formera la base des recommandations

Comme nous le montre clairement les résultats de l'enquête, la demande pour des insectes comestibles est réelle mais latente. En d'autres termes, les gens ne sont pas totalement fermés à ce concept mais un déclencheur est nécessaire pour s'y lancer, à savoir une meilleure connaissance à propos des insectes.

D'autre part, l'analyse des prix des insectes dans la section 6 de la première partie démontre que le procédé est actuellement inefficace. Les principales exploitations sont de petites tailles et la main-d'œuvre représente le principal coût. Bien entendu, pour réduire ces coûts et comme de nombreuses sociétés l'ont compris, il est primordial d'établir un procédé de fabrication de grande envergure. Malheureusement, aucune société n'existe à ce jour qui remplisse également les normes sanitaires européennes. Il est extrêmement difficile et peu souhaitable de donner des estimations sur bases d'hypothèses et c'est pour cette raison que nous veillerons plutôt à déterminer les opportunités en faisant un état des lieux du marché des protéines. Nous partons donc du principe que les coûts sont nettement moindres grâce à une structure de plus grande envergure.

3.1 Le produit

Qu'est-ce notre produit ? Autrement dit, à quels besoins répond-il ? Tout d'abord, nous suggérons d'introduire ce mets sous forme de farine. Ce choix dérive de l'analyse des résultats. L'aspect des insectes n'est pas un élément dérangeant en soi mais celui-ci ne pousse pas non plus à la consommation. De plus, il semble que les associer avec les plats occidentaux ne soient pas non plus évident. Enfin, le goût n'est pas envisagé comme un facteur explicatif d'une réaction comportementale. La farine est un bon moyen de palier à ces problèmes. Elle peut être incorporée de façon tout à fait esthétique dans une préparation qui convient mieux à nos habitudes alimentaires et à nos exigences culinaires.

La farine sera également biologique. En adoptant cette stratégie, ce produit limite le niveau élevé de la concurrence dans le secteur alimentaire. Pour ce genre de produit, un prix élevé est plus facilement justifiable (le bio étant en moyenne 30% plus cher). A ce stade, plusieurs petites productions se qualifient déjà de biologiques mais le label n'est pas officiellement attribué, sans doute car l'AFSCA a besoin de temps pour considérer la question.

Dans une plus grande mesure, une diversification des marchés peut être envisagée. Au moyen d'une offre fortement similaire, d'autres débouchés sont exploitables comme l'alimentation pour animal domestique et le bétail. En agrandissant le nombre de clients, il est possible de bénéficier d'économies d'échelle et de l'effet d'expérience. Ainsi, la production pourrait comporter différentes étapes décrites à l'annexe 4.

Cette production s'appuie sur l'économie circulaire. En s'approvisionnant, du moins en partie, en déchets bio (aucun coût direct), il est possible de diminuer les coûts de production. Cela s'inscrit dans la même logique du respect environnemental qui peut être mis en avant lors de la communication du produit.

Le processus permet de fournir des insectes vivants, par exemple pour la volaille ou les poissons sans changer celui-ci. Les insectes déshydratés sont également vendables à l'agriculture et aux animaux domestiqués. Le gros de la production s'oriente sur la farine d'insectes à destination des ménages et à l'industrie alimentaire, par incorporation dans les préparations. Cela offre l'avantage de ne pas réaliser un surinvestissement dans un autre processus (les préparations à base de farine) et de laisser les risques de la vente aux intermédiaires.

Le produit étant défini, il faut s'intéresser au packaging, spécialement pour le consommateur final. Premièrement, la composition doit être clairement visible. Parcouru dans la littérature, nous avons vu que certains produits à base d'insectes se périment moins vite que les autres grâce à leur peptide HF-1. C'est d'autant plus vrai pour cette poudre qui contient naturellement que des insectes déshydratés. L'acheteur verrait donc la différence entre ce produit et un produit dérivé de viande contenant des conservateurs, jugés malsains. D'où l'idée de concevoir un produit « transparent », « naturel » sans autre produit chimique ajouté

afin de gagner la confiance du consommateur qui, nous l'avons vu dans la première partie, est insuffisante à ce stade. De même, la date de péremption est tout de même vérifiée par l'acheteur et celle-ci devrait être plus éloignée que la majorité des viandes.

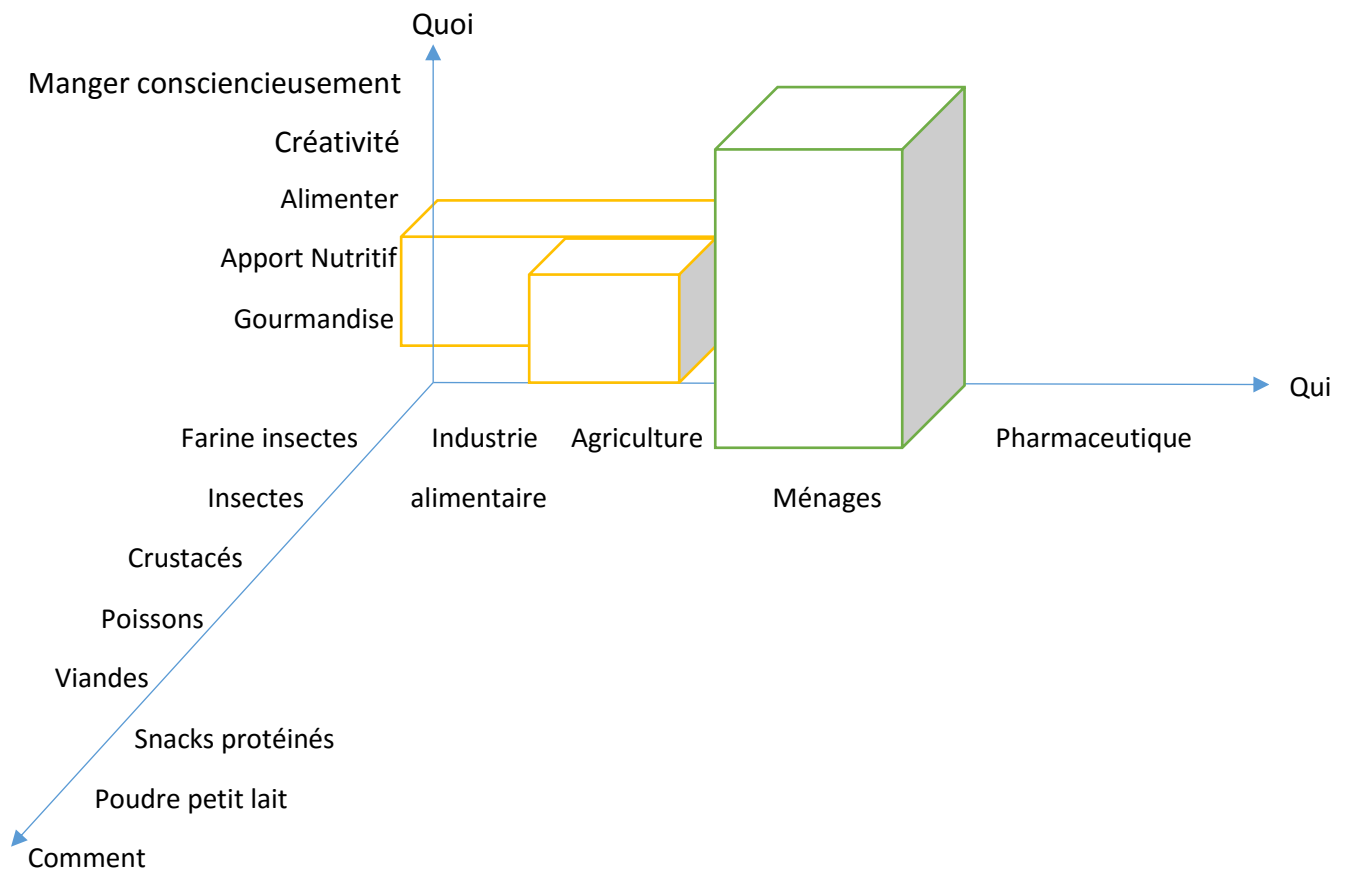
Le regard est ensuite principalement attiré par les valeurs nutritionnelles. Là encore, contrairement à de nombreux packaging, il serait sans doute judicieux de poser le tableau des valeurs nutritionnelles sur la face avant et non en retrait. Le but est de choquer le regard vers les atouts de l'entomophagie.

Le label est le quatrième détail le plus regardé. Il demande peu de place et est facilement repérable. De plus, il ne surcharge aucunement le packaging puisque, rappelons-le, le prix est appliqué en dehors de ce dernier étant donné qu'il varie selon le magasin. La date de péremption quant à elle prend également très peu d'espace. Nous suggérons que ce label soit obligatoirement présent, prenant la forme d'un label environnemental, première raison du changement de comportement.

En ce qui concerne la dernière place, elle sera attribuée aux textes informatifs, probablement en retrait comme au verso. C'est un endroit idéal à un conditionnement sur l'empreinte écologique ainsi que sur l'accessibilité de plus en plus restreinte à la nourriture, pour peu qu'il soit crédible.

3.2 Segmentation du marché

Le graphique adapté d'ABELL (1980) résume les besoins, les clients et les technologies qui s'inscrivent dans ce marché.



Les technologies ou « comment répondre à ces besoins » sont toutes biologiques exception faite des insectes qui se rapprochent trop du produit proposé. Les végétaux, champignons et légumineuses ont été retirées de la segmentation pour deux raisons : du point de vue du consommateur moyen, ils ne remplissent pas les mêmes rôles. Il s'agit probablement davantage de « manger des légumes » ou de garnir que d'apporter des protéines et une certaine consistance. De plus, ils n'offrent pas les meilleurs ratios en acides aminés essentiels face aux protéines animales (Bukkens, 2005).

3.3 Analyse de l'attractivité

Maintenant que le cadre de vente est défini, il est essentiel de se pencher sur l'attractivité du marché. Celui-ci doit être viable et mesurable.

Destination humaine

La farine d'insectes est définie comme une alimentation offrant principalement des protéines, en plus des autres nutriments (vitamines etc.). L'objectif est donc d'évaluer la quantité de

protéines consommée par habitant et à partir de ce constat, d'estimer la production de farines à disposer sur le marché belge.

En 2005, les résultats démontrent qu'un belge a une consommation apparente à peu près de 250 grammes de viandes (porcine, volaille et bovine) par jour. Ce calcul est basé sur les quantités disponibles en Belgique mais ne tient pas compte des non-vendus. La consommation effective, celle recensée par enquête, est inférieure, de l'ordre de 150g pour les hommes et 90g pour les femmes, soit 120 grammes en moyenne (rapport fédéral développement durable, 2009).

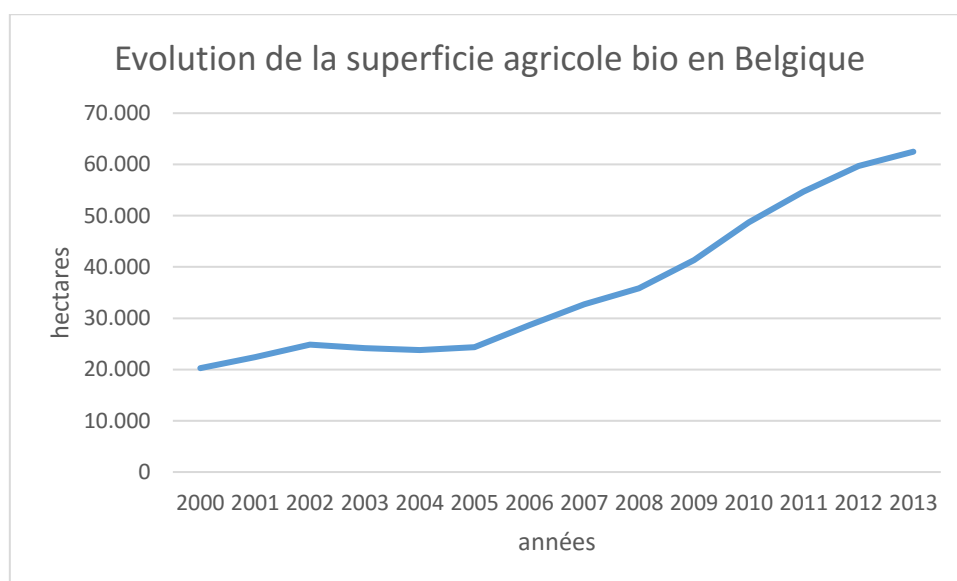
D'autres chiffres sont avancés, peu avant l'an 2000, où la quantité de protéines monte à 97 grammes et est répartie à 45% de source végétale et 55% d'animale (Sans, 2002). Théoriquement, cela représente 213g de viande. Cette valeur formera la base des analyses ultérieures puisqu'elle se situe dans la moyenne et inclut toutes les sources de protéines animales.

Certaines parties de la population souffrent également d'un manque de protéines. Ce besoin renforce notre segmentation et l'attractivité du marché. Précisément, il s'agit de 20% des femmes, 16% des personnes isolées, 13% des obèses et 10% des personnes à activité physique minimale. De plus, 70% de la population ne respecte pas les quantités recommandées de poissons et crustacés (Devries et al., 2006). Recommandation faite au vu des oméga 3 qu'ils contiennent. De ce fait, les insectes pourraient aisément devenir le produit conseillé par les autorités compétentes.

Globalement, la consommation de protéines augmente, notamment de volaille mais la viande bovine, elle, diminue depuis quelques années. Cela s'explique par deux effets juxtaposés, celui du revenu et du prix. D'une part, l'écart grandissant des revenus limite cet achat (Combris, 1997, cité dans Sans, 2002) et d'autre part, les ventes des viandes bovines les plus chères dans leur catégorie baisse chaque année. A côté, les tendances alimentaires changent et des opportunités s'offrent aux nouveaux aliments. Les jeunes sont d'ailleurs plus enclins à se tourner vers d'autres substituts tel que le poisson ou les produits laitiers (Sans, 2002). Il y a donc une place légitime pour les produits qui remplacent la viande.

En 2012, les ménages belges ont dépensé en moyenne 35.500 euros. 13,2% de ces dépenses sont destinées à l'alimentation et aux boissons non alcoolisées. Economiquement parlant, chaque ménage a acheté pour plus de 4.600€, multiplié par le nombre de ménages belges (4,612,914), la part au niveau national correspondrait à 21.219.404.400€ (Statistics Belgium, 2013). Les achats en viandes sont estimées à 26%, soit 5.517.045.144€.

Néanmoins, il est fort probable qu'une imposante part du marché sera arrachée du secteur des viandes biologiques. Celui-ci détient 0,32% des dépenses totales en viandes, soit plus de 17.654.544€ (Claustriaux et al., s.d.). D'autres sources sont plus optimistes, avec 4,83€ dépensés par habitant sur l'année 2013, soit plus de 54 millions d'euros au total (BIOWALLONIE, s.d.). Ce constat est frappant et nous interroge sur l'attractivité même du marché bio. En réalité, ce dernier gagne du terrain chaque année, il est simplement en phase de croissance. La surface utile a progressé de presque 5% entre 2012 et 2013 avec plus de 62.492 ha.



BIOWALLONIE. (s.d.). *Les chiffres du bio 2013*. En ligne
http://www.bioforumvlaanderen.be/sites/default/files/Le_bio_en_chiffres_-_2013.pdf

La consommation a quant à elle augmenté de 8% en 1 an et de 14% si l'on considère seulement les produits frais. Entre 2008 et 2013, les dépenses en bio ont grimpé de 60%. Les pensionnés à revenus élevés et les familles aisées avec enfant constituent 50% des dépenses en bio. Les

célibataires, moins nombreux, allouent quand même la plus grande partie de leur revenu en bio (BIOWALLONIE, s.d.).

En conclusion, le label bio surfe sur les tendances et valeurs. Il est recensé comme une des informations, avec l'impact environnemental, qui mène à un changement de comportement. Il est donc souhaitable de travailler de concert avec l'AFSCA pour le détenir officiellement. Si nous devons estimer les quantités de farines d'insectes à mettre sur le marché, cela serait sur base de conditions :

- Un ratio théorique est utilisé. Il part du principe que l'excès des quantités de protéines animales (commençant à 100g de viande) est remplacé par la farine d'insectes. Ce ratio vaut $\frac{100}{213} = 47\%$. Cela suggère que le consommateur est informé ou préoccupé par la qualité de ce qu'il mange.
- Les quantités de viandes remplacées s'inscrivent dans le cadre du secteur bio. C'est d'ailleurs devant ce type de magasin que l'enquête a été effectuée. Appliquer ce ratio aux dépenses en viandes bio et cela donne une tranche de 8,3 à 24,9 millions d'euros de chiffre d'affaires.
- Un prix moyen de 20€ le kilo est fixé. 415.000 à 1.245.000 kilos de viande doivent être remplacées, soit entre 103.750 et 311.250 kilos de protéine. Si nous prenons des insectes déshydratés à 70% de protéine, cela revient à 148.215 et 444.642 kilos de farine à mettre sur le marché.

Cette quantité peut d'ailleurs sembler minimale, puisque les recherches montrent bel et bien que les personnes sont enclines à l'entomophagie après un stimulus du type dégustation. Le secteur du bio n'est donc qu'une partie du marché atteignable. Il est fort possible qu'avec une campagne marketing adéquate, les stocks vendus s'avèrent supérieurs puisque ces chiffres se basent seulement sur 0,32% du marché des viandes. Néanmoins cela donne un aperçu de la taille minimale d'une production d'insectes. En effet, tout aliment, une fois que les craintes se sont dissipées, fini par être accepté et davantage consommé. Imaginons que nous appliquions les résultats de l'enquête à toute la population, c'est-à-dire que tout le monde consommerait ne fût qu'une fois par mois de la farine à raison de 50g. Cela équivaldrait à plus de 6.000 tonnes écoulées, bien au-delà des quantités alors imaginées.

Enfin, nous pouvons concevoir la vente de farines en business-to-business, par incorporation dans les produits des clients. Quelques préparations existent déjà, notamment sous forme de biscuit, de pâtes et de nouilles. Ce produit pourrait alors se vanter de contenir une forte concentration en protéine (en tout cas, plus élevé que la concurrence). L'idée reste la même, vendre le produit phare à un maximum de débouchés pour profiter des économies d'échelles.

Destination « Pet food »

Il est encore très difficile d'établir des pronostics dans ce secteur, fautes d'enquête de faisabilité. Néanmoins, le secteur est porteur d'intérêt. Le principe est équivalent au point ci-dessus, le produit serait incorporé dans des préparations. Il est plus envisageable que le consommateur soit moins réticent à acheter un produit contenant des insectes (farines ou déshydratés) pour leurs animaux.

Au niveau économique, cette branche grandit de plus en plus, avec un chiffre d'affaires de 3 milliards en France et 5 milliards en Belgique en incluant ici la nourriture à destination de l'agriculture (Al Rubaee, 2015). La taille du marché « pet food » est donc propice à l'insertion de cette espèce.

Destination agriculture

Le dernier secteur à considérer est l'agriculture. En 2013, on démontrait plus de 1500 exploitations avec 11350 porcins, 76.214 bovins et 1.898.791 de volailles rien que dans le secteur du bio (Statistics Belgium, s.d.). Les bovins s'alimentent en principe de végétaux et les récentes crises nous rendent réticents à l'idée de donner des protéines animales au bétail. Néanmoins, le marché des volailles est à aborder tout comme celui de la pisciculture. Les produits sont de trois types ; insectes vivants (aucun coût d'entreposage), déshydratés et en farine. D'ailleurs, il semble que la firme Ynsect commence déjà à fournir ce secteur, preuve de son attractivité.

3.4 Choix d'une stratégie

Matrice croissance/part de marché

S'adresser à divers clients demande différents efforts. Il en va de même pour les prix proposés. Ainsi, nous pouvons imaginer vendre à plusieurs clients à différents prix et espérer tantôt engranger tel ou tel résultat. Le secteur de l'agriculture peut être un imposant marché mais à faible marge, contrairement à destination du consommateur final. Il serait même imaginable que la société essuie des pertes en vendant aux agriculteurs et cela dans le but de bénéficier des économies d'échelles aux autres offres. La stratégie à long terme pourrait donc suivre cet exemple, comme un autre :

Part de marché relative			
Taux de croissance	Elevé	Enfants à problème	Vedettes <u>Destination humaine</u> Demande beaucoup d'investissements en communication et en distribution mais forte valeur ajoutée <u>Destination alimentation par incorporation</u> <u>Destination Pet Food</u>
	Faible	Poids mort	Vache à lait <u>Business-to-business</u> Génération de revenu récurrent mais faible marge
		Faible	Elevé

Le produit peut également compter sur un ensemble d'atouts. Ceux-ci sont repris dans une analyse SWOT qui permet clairement d'établir un audit interne de l'entreprise et de définir l'environnement externe. Pour la consommation humaine, cela donnerait :

Analyse SWOT du marché de la farine d'insectes pour la consommation humaine	
Force	Opportunité
Economie d'échelle BIO Respectueux de l'environnement Économie-circulaire (coût réduit) Production verticale Stockage aisé (péremption lente) Packaging moins cher comparé aux insectes déshydratés (plus de poids du produit dans un même espace)	Valeur écologique croissante Changement des tendances alimentaires Médiation croissante Subsidés (comme ceux attribués à l'agriculture) Obtention du label Bio Recommandé par l'AFSCA pour subvenir aux doses d'omégas nécessaires Part du marché des viandes bovines en diminution Partie de la population en carence de protéine Marchés voisins
Faiblesse	Menace
Besoin d'investissement	Faible adhérence avec ce produit

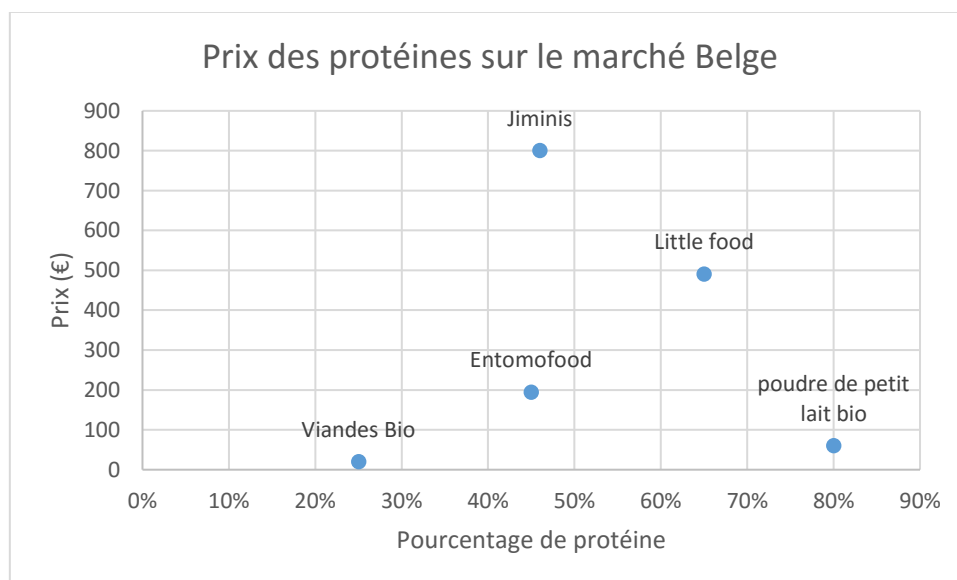
Coût encore incertain Maladie peut anéantir une récolte Besoin d'analyser chaque nouvelle alimentation sur la composition nutritive des insectes	Distribution non optimale Aucun soutien de l'AFSCA Concurrence des substituts Communication insuffisante
--	---

Quant au *Pet Food* et à l'agriculture, peu d'éléments changent. Le marché d'alimentation pour animaux de compagnie augmente tout comme le nombre de volailles. Par contre, les acheteurs seront sans doute moins séduits par une offre bio et responsable de l'environnement. Le prix reste le facteur clef.

Le prix

- Destination humaine

Il convient à présent d'examiner les offres existantes sur le marché sur deux axes, le prix et la concentration en protéine. Evidemment, c'est une approche réductrice puisque la demande ne s'intéresse pas qu'à ces variables mais cherche aussi une certaine qualité ou une saveur notamment. Les éléments sont tirés de la segmentation du marché. Il existe d'autres façons de s'alimenter mais comme rappelé, d'une part la question ici est de remplacer les principales nuisances environnementales, c'est-à-dire le bétail et non les végétaux ou légumineuses, d'autre part, ces dernières n'ont pas la même fonction que la viande pour la plupart des consommateurs.



Pour rester crédible face aux alternatives et si l'on décide d'introduire de la farine bio à 70% de protéine, il faut impérativement concurrencer la poudre de petit lait bio qui se trouve

également dans la même zone ciblée que notre produit. Pour un même ratio prix/concentration (70%), le prix est 52€ le kilo de farine.

Ce prix n'est pourtant pas une référence type puisque la farine offre multiples avantages. Elle ne contient pas de toxine, de mauvais cholestérol, fournit une quantité importante de minéraux et autres nutriments en plus d'être responsable vis-à-vis de l'environnement. Le prix dépendra surtout du coût final de la production mais un prix d'écramage pourrait être adopté. Une hypothèse, à vérifier, est que les personnes achetant du bio et étant plus ouvertes aux problèmes écologiques aurait une élasticité prix moins importante que le consommateur moyen. Ce segment pourrait ainsi apporter un revenu supérieur dans la phase de lancement du produit tout en jouant le rôle d'influenceur auprès des non convertis. Le mieux étant d'analyser le marché en profondeur et d'évaluer la perception du prix des futurs acheteurs.

- Destination « Pet Food »

Cette branche est sans doute la plus difficile à évaluer puisque les composants des nourritures pour animaux sont très variés. En réalité, nous pouvons les distinguer en deux catégories. La première se constitue de la meilleure viande qui pourrait être proposée pour la consommation humaine. Par contre, vu les coûts élevés que cela représente, les producteurs optent plutôt pour la seconde, c'est-à-dire les morceaux invendus comme le groin, cœur, foie, langue, rognon, cervelle etc. Cette source de protéine est nettement moins chère et se situe en moyenne à 1 euro le kilo en ce qui concerne les minima (FranceAgriMer, s.d.). Les prix moyens du marché sont moins transparents que la viande que l'homme consomme et il ne serait pas étonnant que les valeurs citées ici soient surestimées. Rappelons que le consommateur final est l'animal, les pièces choisies sont par conséquent de basse gamme (Gabriels & Muszynski, 2015). Ainsi, il n'est pas rare de retrouver les pattes de volaille et des becs dans ces « sous-produits animaux » (Nourriture animale, 2016).

Sachant que nous comptons jouer dans le secteur bio, un prix légèrement plus élevé, de l'ordre de 30 à 50%, peut être espéré. En définitive, il faut espérer vendre ces insectes autour d'1,50€ le kilo, encore une fois dépendamment des concentrations en vitamines et minéraux.

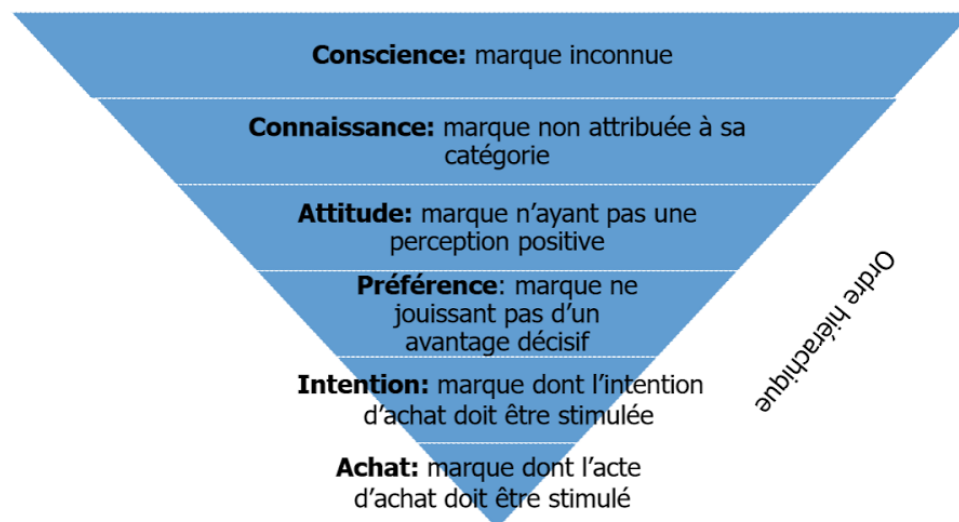
- Destination agriculture

De nombreux types de fourrages existent et les besoins du bétail peuvent être couverts de plusieurs façons. En général, le prix d'une alimentation plus riche en protéine (comme le soja, souvent utilisé) coûte entre 600 et 800€ la tonne (RevenuAgricole, 2014). Les insectes sont plus élevés en acides aminés mais il n'est pas nécessaire ni sain d'en apporter trop. C'est donc dans cette gamme de prix, voire plus élevée, qu'il faudrait se situer.

La communication

L'offre a beau être séduisante, si elle n'est pas accompagnée par un effort marketing, cela peut mener à un échec inattendu. Si on se réfère au cycle de vie de ce produit, nous pouvons supposer qu'il est encore dans la phase de lancement. Les gens ne connaissent pas ou peu l'entomophagie, le prix est élevé et il n'y a encore aucune forme de communication à grande échelle digne de ce nom. Il y a donc un départ et un ordre à suivre pour espérer débloquer la demande qui commence par la conscience même du produit :

Hiérarchie des effets publicitaires



Lavidge, J., & Steiner, A. (1961). A Model for Predictive Measurements of Advertising Effectiveness. *Journal of Marketing*, 25(6), 59-62. Doi : 10.2307/1248516

Seulement après que la farine d'insectes « existe » aux yeux du consommateur, des stimuli informatifs entreront en jeu pour jouer sur la connaissance, l'attitude et la préférence. Il est même possible de reproduire les effets de notre propre démarche. Premièrement, des dégustations gratuites (préparations à base de farine d'insectes) pourraient être proposées

ou une autre forme plus spécifique de communication. Une fois que le produit est connu, des publicités transmettant des informations clefs sont à envisager comme l'a fait notre stimulus.

Les résultats montrent d'ailleurs que la publicité pourrait influencer la demande, communication pouvant être abordable et tournée vers un public de plus grande ampleur. Néanmoins, deux éléments doivent être considérés. D'une part, comme dans toute campagne marketing, il s'agit d'étudier les canaux de diffusion du message publicitaire, de l'autre, son contenu doit être instructif. En effet, seulement 4 personnes considèrent qu'un rappel, notre enquête précisément, leur suffit à pratiquer à nouveau l'entomophagie. C'est donc une imposante partie de l'échantillon qui avait besoin davantage d'informations pour changer d'avis.

Un message publicitaire doit être court et mémorisable. Il est donc impératif de restreindre les facteurs et d'en retenir que les meilleurs. Parmi les 10 proposés à la question 7, l'impact écologique est sans conteste celui à mettre en avant. Ce n'est pas étonnant puisque la préoccupation par la sauvegarde de la nature est croissante.

En second lieu vient le fait de pouvoir subvenir aux besoins de tous. C'est un message qui est peut-être difficile à mettre en place actuellement. Ce choix est probablement expliqué par l'introduction du stimulus, celle où il est cité qu'en 2050, le monde va devoir faire face à une demande alimentaire sans précédent. Toute chose restant inchangée, ce facteur aura certainement un poids important plus tard. Aujourd'hui, cela reste discutable.

La concentration en protéine arrive en troisième lieu. C'est très rassurant car c'est le sujet dérivé de notre question de recherche, à savoir que cette source d'acides aminés peut concurrencer celle du bétail. Il existe cependant une interrogation majeure : les gens sont-ils conscients que la viande soit recommandée pour sa teneur en protéine ? Certains ne doivent très probablement pas en être au courant et la considèrent comme un ingrédient qui offre du goût, de la texture et un effet rassasiant. Il serait intéressant d'expérimenter la différence de fréquence de cette réponse auprès de deux groupes, dont l'un se nommerait « contrôle » et l'autre « informé ». Contrairement, au premier, les « informés » suivront un cours de base de nutrition. Ceci étant fait, les deux groupes se verraient attribuer un questionnaire quasiment identique au nôtre. On pourrait alors mesurer la modification du

comportement au travers du questionnaire et vérifier ainsi si les gens mieux informés sur la nutrition mangeraient plus régulièrement des insectes au détriment de la viande.

Enfin, rappelons que cet échantillon comporte 70 personnes. Les réponses peuvent varier à plus grande échelle et c'est pourquoi les omégas, vitamines, l'éthique, les minéraux et les bienfaits sur l'immunité ne sont pas à exclure. Bien qu'il soit vrai qu'elles ne regroupent qu'autour de 14% des votes chacune, elles s'élèvent à 33% parmi ceux qui ont décidé de changer de comportement. Ces 7 raisons citées jusqu'ici forment une base adéquate pour des séances de pré-test en vue de créer la meilleure publicité possible.

Le choix des grandes surfaces pour appliquer les efforts marketing telles que des dégustations ou autres formes de communication est propice. Rappelons qu'il est primordial de toucher un public le plus large possible pour atteindre une capacité de production qui réduit les coûts unitaires. De plus, les ventes de produits biologiques sont bien plus conséquentes que dans d'autres types de magasin. Au final, la probabilité de négliger le cœur de notre cible, à savoir les gens conscients de l'environnement et mangeant bio, est réduite (BIOWALLONIE, s.d.).

Les répondants ont toutefois, même s'ils ne font pas la démarche, aucune facilité pour se procurer des insectes comestibles. Cela est sans doute dû parce que d'une part, le placement de ce produit n'offre pas une visibilité suffisante et d'autre part, ils ne cherchaient pas à en acheter jusqu'à ce jour. Les magasins ont donc intérêt à offrir un endroit plus tape-à-l'œil s'ils veulent écouler les stocks.

En définitive, ce point est d'application pour le consommateur final. Des interactions entre les agriculteurs et les producteurs d'aliments pour animaux et la société même sont à privilégier en Business-to-business. La communication est donc tout autre. Par exemple, il est opportun de communiquer à travers les foires et salons ou via d'autres canaux.

3.5 Les gains environnementaux

De manière générale, les insectes sont très peu demandant d'espace vital. Nous avons vu que le ténébrion en requiert entre 2,5 et 12,5 fois moins comparé au bétail. Ce chiffre pourrait d'ailleurs être revu à la hausse si nous admettons qu'une production verticale, où les chambres d'insectes sont en quelque sorte empilées les unes sur les autres, affecte moins

l'environnement qu'une production classique du type horizontal. L'avantage est que ces spécimens demandent peu de lumière et qu'un éclairage artificiel suffit. Ainsi, pour chaque 100 tonnes de kilos de viandes remplacées par des insectes, on pourrait allouer, sous plusieurs hypothèses, 270 hectares³ de terrain à d'autres utilisations.

³ Voir annexe 2

4. Critique

Pour rester parfaitement objectif, cette étude doit être critiquée et cette partie sera consacrée à cet effet.

Premièrement, les résultats sont basés sur un échantillon de 70 personnes ce qui n'offre pas la garantie de représenter toute la population. En effet, en plus du nombre restreint de répondants, ceux-ci ont été captés près de l'entrée d'Autre Chose et de Bugsinmugs. Nous pourrions donc catégoriser cet échantillon, étant probablement plus à l'écoute des problèmes environnementaux et de la santé du corps que de « l'homme moyen » défini par Adolphe Quételet (1835). Les recommandations sont donc plus valables pour notre catégorie que pour la population globale. Pourtant, les produits biologiques, sains, sûrs et conçus avec des procédés à faible empreinte écologique sont de plus en plus intégrés chez les populations industrialisées et les insectes n'y échappent pas (Aliguer et al., 2012 ; Gunden & Thomas, 2012).

Deuxièmement, les sujets n'ont pas pu déguster un large choix d'insectes (vu par rapport aux réponses écrites et aux discussions orales). Ils n'ont donc pas suffisamment d'expérience et cela se répercute sur deux points. D'abord, ils auraient pu être davantage déçus ou comblés par cet aliment ce qui pourrait changer les résultats de l'enquête. Ensuite, ce degré d'appréciation impacterait potentiellement leur consommation ultérieure. Faute d'aimer cette nourriture à posteriori (après plusieurs essais), ils arrêteraient d'en manger.

Troisièmement, ce stimulus impacte la propension à consommer des insectes ce qui signifie que le fait d'en manger n'est pas vérifiable. Il ne serait pas étonnant qu'une partie des sujets voulant changer d'habitudes alimentaires ne le fassent finalement pas.

Quant à la structure de la production d'insectes discutée auparavant, elle n'est pas garantie. En effet, les procédés peuvent être différents selon la finalité du produit (consommateur final, agriculture ou « pet food »). Les économies d'échelles pourraient être affectées. Nous partons donc du principe qu'une majeure partie du procédé est semblable et que l'expérience dégagée par une partie de la production s'applique aussi bien aux autres.

Conclusion et recommandations

Pour subvenir aux besoins en protéine de tous, la production va devoir connaître une croissance de plus en plus accentuée au fil des années tout en adoptant une nouvelle philosophie, celle de créer plus avec moins. Jusqu'à ce jour, l'agriculture s'est développée de manière à produire du bétail en grande quantité dans un espace réduit mais les conséquences sur l'environnement sont encore sous-estimées.

Les insectes ou mini-bétaux offrent une solution potentielle à ce dilemme en présentant une valeur nutritive nettement supérieure à celle du bétail tout en ayant également une plus faible empreinte écologique. En effet, plusieurs parmi d'innombrables avantages ont pu être examinés. Premièrement, il se trouve que les quantités de CO_2 équivalent et d'ammoniac sont jusqu'à 17 et 31 fois moins importantes. L'espace nécessaire à un kilo de protéine d'insectes est multiplié par 12,5 fois dans le cas du bovin. Troisièmement, la demande d'eau virtuelle est infime voire inexistante chez certaines espèces puisqu'elles la tirent directement des aliments. Quatrièmement, chaque gain de poids corporel demande jusqu'à 6 fois plus de nourriture chez le bétail. Enfin, une partie de ces chiffres est sous-évaluée puisque l'insecte offre un meilleur taux de conversion, c'est-à-dire une plus grande proportion de masse comestible et digestible.

Malgré ses atouts, l'entomophagie n'est pas encore acceptée dans l'état actuel des choses. Bien que nos ancêtres l'aient déjà pratiqué comme plus de 2 milliards d'individus actuellement, les occidentaux considèrent les insectes comme une peste pour l'agriculture, une source de pathogènes et de craintes. En réalité, tout ceci est dû à un manque d'exposition et de connaissances à leur sujet.

Ceci a d'ailleurs été prouvé grâce à notre enquête sur 70 sujets qui ont déjà expérimenté cette pratique mais ne l'ont pas plus développée. Ainsi, après lecture du stimulus qui visait à les conscientiser, les répondants ont augmenté leur propension à manger des insectes de manière significative. Il s'agit à présent de reproduire cet effet à l'échelle nationale, avec une communication adaptée en deux temps. D'abord, une campagne d'informations quant aux

bénéfiques nutritifs et environnementaux suivie d'une possible dégustation au sein des grandes surfaces, lieu sujet à d'importantes fréquentations.

En termes de stratégie opérationnelle, il convient d'étudier le marché avant toutes démarches marketing. En effet, même si le consommateur est prêt à changer ses habitudes alimentaires, il faut déterminer l'exploitabilité du marché des protéines. Après analyse des résultats de l'enquête, la farine d'insectes s'est révélée être un bon candidat pour la vente à destination humaine. En réalité, les prix proposés des petites exploitations d'insectes sont actuellement trop élevés à cause de coûts unitaires directs élevés comme la main-d'œuvre. Il est donc vivement conseillé d'orienter la firme vers 4 débouchés en vue d'écouler des quantités qui permettent de construire une infrastructure plus rentable. Les 3 autres axes sont également suffisamment attractifs financièrement et sont le *Pet Food*, l'agriculture ainsi que le secteur agro-alimentaire par incorporation de la farine dans les aliments telles que les pâtes notamment.

La farine d'insectes à destination de la consommation humaine forme théoriquement la principale source de revenus, expliquée par une marge plus conséquente que les autres secteurs. Il ne serait pas alertant de réaliser des pertes en agriculture si les économies d'échelles appliquées à l'ensemble du processus couvrent celles-ci.

L'analyse SWOT nous a montré une multitude d'opportunités et de menaces par la même occasion. L'une des forces de l'insecte est qu'il peut être aisément transformé en produit biologique. Par contre, le rôle de l'AFSCA est prédominant et ses décisions pèsent sur l'acceptabilité d'un label Bio et l'entrée de produits à base d'insectes. Ce marché surfe sur les besoins et nouvelles tendances du marché mais les entrepreneurs auront besoin d'audace pour lancer une industrie qui est dénuée de références en matière biologique et expérimentale.

De nombreuses recommandations peuvent se faire au point de vue sanitaire. Il est par exemple vital d'accélérer les études sur les dangers potentiels dus à l'ingestion des insectes. D'autre part, la zone floue sur la sensation de stress doit être éclaircie. D'une part car il s'agit d'un animal qui doit avoir un minimum de conditions de vie, d'autre part car le stress est

source de maladie. En bref, le processus d'élevage doit être encadré. Pour ce faire, l'AFSCA doit être proactive, c'est-à-dire collaborer étroitement avec les présentes et futures sociétés pour instaurer aussi rapidement que possible une législation claire qui permettra à ce secteur de se développer sans incertitude sur la conformité de ses installations. C'est d'autant plus vrai au niveau international ; la législation nationale dans ce domaine étant à son stade précaire, il serait judicieux de créer une législation internationale appuyée par un maximum de membres. En ce sens, un partage des connaissances serait promu et le marché se verrait agrandi au bonheur des petits producteurs. La gamme d'insectes proposée en magasin est insuffisante et représente probablement une des raisons du sous-développement de l'entomophagie. L'accélération des études entraînée par un marché plus soudé pourrait alors remédier à ce problème.

Enfin, c'est aussi au tour des pouvoirs politiques de favoriser ce secteur qui fait partie intégrante de l'agriculture. Des sommes astronomiques sont reversées aux agriculteurs mais rien n'est envisagé pour les producteurs d'insectes. Des subsides devraient être dégagés en vue de soutenir ne fût-ce que les premières étapes de lancements des productions. Ceci pourrait alors encourager la mise sur pied d'un plus grand nombre d'exploitations

Bibliographie

Aarnink, A.J.A., Keen, A., Metz, J.H.M., Speelman, L., & Verstegen, M.W.A. (1995). Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed on partially slatted floors.

Journal of Agricultural Engineering Research, 62(2), 105–116. Doi : 10.1006/jaer.1995.1069

Abbasi, S.A., Abbasi, T., Abbasi, T., & Premalatha, M. (2011). Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects.

Renewable & Sustainable Energy Reviews, 15(9), 4357–4360. Doi :

10.1016/j.rser.2011.07.115

Abbett, E., Berger, B., Clark, S., Filiberto, D., Karabinakis, E., Nandagopal, S., Newton, M., Pimentel, D., Poon, E., & Wolfe, B. (2004). Water resources: agricultural and environmental issues. *BioScience*, 54, 909–918. Doi : 10.1641/0006-3568(2004)054[0909:wraaei]2.0.co;2

ABELL, D.F. (1980). *Defining the Business: The Starting Point of Strategic Planning*.

Englewood Cliffs : Prentice Hall.

Abolhassani, Y., Babji, A.S., Fatimah, S., & Ghassem, M. (2010). Protein quality of selected edible animal and plant protein sources using rat bio-assay. *Food Research International*, 17, 303–308.

Ademolu, K.O., Idowu, A.B., & Olatunde, G.O. (2010). Nutritional value assessment of variegated grasshopper, *Zonocerus variegatus* (L.) (Acridoidea: Pygomorphidae), during post-embryonic development. *African Entomology*, 18(2), 360–364. Doi : 10.4001/003.018.0201

Al Rubaee, M. (2015). Marché des animaux de compagnie : des opportunités. En ligne sur le site de LES ECHOS <http://business.lesechos.fr/entrepreneurs/idees-de-business/dossiers/marche-animaux-compagnie/marche-des-animaux-de-compagnie-des-opportunités-111394.php>.

Alabi, T., Blecker, C., Brostaux, Y., Caparros Megido, R., Drugmand, D., Francis, F., Geuens, M., Haubruge, E., & Sablon, I. (2013). Edible insects acceptance by Belgian consumers: promising attitude for entomophagy development. *Journal of Sensory Studies*, 29(1), 14–20. Doi : 10.1111/joss.12077

Aliguer, N., Falguera, M., & Falguera, V. (2012). An integrated approach to current trends in food consumption: Moving toward functional and organic products?. *Food Control*, 26(2), 274–281. Doi : 10.1016/j.foodcont.2012.01.051

Alonzi, C.C., Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Paoletti, M.G. & Ricci, A. (2013). Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(3), 296–313. Doi : 10.1111/1541-4337.12014

Amar, Z. (2003). The Eating of locusts in Jewish tradition after the Talmudic period. *The Torah u-Madda Journal*, 11, 186–202.

Anklam, E., Maquet, A., & Siderer, Y. (2005). Need for research to support consumer confidence in the growing organic food market. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 332–343. Doi : 10.1016/j.tifs.2005.02.001

Ash, C., Jasny, B.R., Malakoff, D.A., & Sugden, A.M. (2010). Feeding the future. *Science*, 327(5967), 797. Doi : 10.1126/science.327.5967.797

Ashmore, M., Dunlop, L., Haidt, J., Mccauley, C., & Rozin, P. (1999). Individual differences in disgust sensitivity: Comparisons and evaluations of paper-and-pencil versus behavioural measures. *Journal of Research in Personality*. 33(3), 330–351. DOI : 10.1006/jrpe.1999.2251

Ayieko, M.A., Oriamo, V., & Nyambuga, I.A. (2010). Processed products of termites and lake flies: improving entomophagy for food security within the Lake Victoria region. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(2), 2085–2098.

Babu, N., Pandey, H., & Srivastava, S.K. (2009). Traditional insect bioprospecting—as human food and medicine. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 8, 485–494.

Baines, N. (2012). “*Waiter, there’s a fly in my soup*”: Insects as food are more than just a *gastronomic gimmick*. En ligne sur le site de The Independent www.independent.co.uk/life-style/food-and-drink/features/waiter-theres-a-fly-in-my-soup-insects-as-food-are-more-than-just-a-gastronomicgimmick-8113939.html.

Balasubramanian, A. (1984). *Environmental economics – meaning, definition and importance: towards a philosophy of environmental education*. Singapore : Regional Institute of Higher Education and Development.

Banjo, A.D., Lawal, O.A., & Songonuga, E.A. (2006). The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 5(3), 298–301.

Barletta, B., & Pini, C. (2003). Does occupational exposure to insects lead to species-specific sensitization? *Allergy*, 58(9), 868–870. Doi : 10.1034/j.1398-9995.2003.00278.x

Bayat, M., Brinchmann, B.C., Brøgger, T., Muttuvelu, D.V., Sigsgaard, T., & Tjønneland, A. (2011). A possible role of chitin in the pathogenesis of asthma and allergy. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 18(1), 7–12.

Bell, R., Cardello, A.V., Johnson, W., Meiselman, H.L., & Tuorila, H., (1994). Role of sensory and cognitive information in the enhancement of certainty and liking for novel and familiar foods. *Appetite*, 23(3), 231–246. Doi : 10.1006/appe.1994.1056

Bilsborough, S., & Mann, N. (2006). Original Research: A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 16(2), 129-152.

BIOWALLONIE. (s.d.). *Les chiffres du bio 2013*. En ligne http://www.bioforumvlaanderen.be/sites/default/files/Le_bio_en_chiffres_-_2013.pdf

Bi-Xian, R., Jian-Hua, C., & Shao-Vu, G. (1987). Analysis of trace elements in ants and their preparation. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 1, 47.

Bodenheimer, F.S. (1951). *Insects as human food; a chapter of the ecology of man*. The Hague : Dr. W. Junk Publishers.

Boer, J.D., Boersema, J.J., & Schösler, H. (2012). Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-oriented pathways towards meat substitution. *Appetite*, 58(1), 39–47. Doi : 10.1016/j.appet.2011.09.009

Bondari, K., & Sheppard, D.C. (1981). Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture*, 24, 103–109. Doi :10.1016/0044-8486(81)90047-8

Bosse, R., Chuang, L.T., Collavo, A., Glew, R.H., Huang, Y.S., & Paoletti, M.G. (2005). House cricket small-scale farming. In M.G. Paoletti (Eds.), *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails* (pp. 519–544). New Hampshire : Science Publishers.

Bouvier, G. (1945). Quelques questions d'entomologie vétérinaire et lutte contre certains arthropodes en Afrique tropicale. *Acta Tropica*, 2(1), 42–59.

Brune, A., Egert, M., Friedrich, M.W., Lemke, T., & Wagner, B. (2003). Microbial community structure in midgut and hindgut of the humus-feeding larva of *Pachnoda ephippiata* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Applied and Environmental Microbiology*, 69(11), 6659–6668. Doi : 10.1128/AEM.69.11.6659-6668.2003

Bukkens, S.G.F. (1997). The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2-4), 287–319. Doi : 10.1080/03670244.1997.9991521

Bukkens, S.G.F. (2005). Insects in the human diet: nutritional aspects. In M.G Paoletti (Eds), *Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs, and Snails* (pp. 545–577). Enfield : Science Publishers.

Bureau of Nutrition. (2001). *Amino acid content of Thai foods*. Bangkok : Department of health.

Burkholder, W., & Phillips, J. (1995). Allergies related to food insect production and consumption. *Food Insects Newsletter*, 8(2), 1-3.

Bush, R.K., Falomo, A., Graziano, F.M., Meier-Davis, S., & Schroeckenstein, D.C. (1988). Occupational sensitivity to *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (lesser mealworm). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 82(6), 1081–1088.

Bush, R.K., Meier-Davis, S., & Schroeckenstein, D.C. (1990). Occupational sensitivity to *Tenebrio molitor* Linnaeus (yellow mealworm). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 86(2), 182–188. Doi:10.1016/S0091-6749(05)80064-8

Carl, K., Sarah, F., & Winter, F. (2006). Organic Foods. *Davis Journal of Food Science*, 71, 9, 117–124, 2006. Doi : 10.1111/j.1750-3841.2006.00196.x

Casey, K.D., Gates, R.S., Liang, Y., Tanaka, A., Topper, P.A., Wheeler, E.F., Xin, H., & Zajackowski, J.S. (2003). *Ammonia emissions from U.S. poultry houses: Part III - Broiler houses*. Caroline du Nord : Research Triangle Park.

Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S., & . Tilman, D. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671–677. Doi : 10.1038/nature01014

Castel, V., De Haan, C., Gerber, P., Rosales, M., Steinfeld, H., & Wassenaar, T. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome : FAO.

Changkija S., & Meyer-Rochow, V. (1997). Uses of insects as human food in Papua New Guinea, Australia, and North-East India: Cross-cultural considerations and cautious conclusions. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2-4), 159-185. DOI : 10.1080/03670244.1997.9991513

Chapagain, A.K., & Hoekstra, A.Y. (2003). *Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products*. Paris : Value of water.

Charroin, T., Dolle, J.B., Ferrand, M., & Galan, C. (2007). Consommation d'énergie en élevage bovins – des repères pour se situer et progresser. *Rencontre des Recherches sur les Ruminants*, 14, 29-32.

Chen, J.J., Ji, K.M., Liu, Z.G., & Zhan, Z.K. (2008). Anaphylactic shock caused by silkworm pupa consumption in China. *Allergy*, 63(10), 1407–1408. Doi : 10.1111/j.1398-9995.2008.01838.x

Claustrioux J.-J., Comps S., Lebailly, P., Palm R. & Winandy, S. (s.d.). *Evolution des dépenses alimentaires en produits d'origine animale des ménages wallons*. En ligne sur le site Gembloux Agro-Bio Tech, université de Liège
http://www.gembloux.ulg.ac.be/eg/publicationseconomieagricole/doc_download/237-evolution-des-depenses-alimentaires-en-produits-dorigine-animale-des-menages-wallons.

Crabbe, N. (2012). *Local expert gets funding to develop insect-based food for starving children*. En ligne sur le site de Gainesville Sun,
<http://www.gainesville.com/article/20120509/articles/120509543>.

Dai, Y. (1994). Food biochemistry and nutrition. *Science Press*, 61-64.

De Boer, I.J.M., & De Vries, M. (2010) *Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments*. *Livestock Science*, 128(1-3), 1–11. Doi : 10.1016/j.livsci.2009.11.007

De Boer, I.J.M., & Oonincx, D.G.A.B. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans: a life cycle assessment. *PLoS ONE*, 7(12), e51145. Doi : 10.1371/journal.pone.0051145

De Jong, G.a.h., Den hartog-Jager, C.F., Gaspari, M., Houben, G.F, Knulst, A.C., & Van Broekhoven, S., Van Hoffen, E., Verhoeckx, K.c.M., & Wichers, h.J. (2014). House dust mite and crustacean allergic patients may react to food containing yellow mealworm proteins. *Food and Chemical Toxicology*, 65(3), 364–373. Doi : 10.1016/j.fct.2013.12.049

DeFoliart, G. R. (1999). Insects as food: why the western attitude is important. *Annual Review of Entomology*, 44, 21-50. Doi : 10.1146/annurev.ento.44.1.21

DeFoliart, G.R. (1989). The human use of insects as food and as animal feed. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 35, 22–35. Doi : 10.1093/besa/35.1.22

DeFoliart, G.R. (1995). Edible insects as minilivestock. *biodiversity conservation*, 4(3), 306–321. Doi : 10.1007/BF00055976

Defoliart, G.R., & Nakagaki, B.J. (1991). Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Grillidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *Journal of Economic Entomology*, 84(3), 891–896. Doi : 10.1093/jee/84.3.891

DeFoliart, G.R. (1992). Insects as human food... some nutritional and economic aspects. *Crop Protection*, 11(5), 395–399. doi :10.1016/0261-2194(92)90020-6

Devriese, S., Huybrechts, I., Moreau M., Van Oyen H. (2006). *Enquête de consommation alimentaire Belge 1 – 2004*. En ligne sur le site INSTITUT SCIENTIFIQUE DE LA SANTE PUBLIQUE <https://www.wiv-isp.be/epidemiologie/epif/foodfr/food04fr/food57fr.pdf>.

Diamond, J. (2005). *Guns, germs and steel: a short history of everybody for the last 13 000 years*. UK : Vintage.

Dicke, M., Van Huis, A., & Van Gorp, H. (2012). *Het insectenkookboek*. Amsterdam : Atlas.

Dickson, P., Shaxson A., Walker, J. (1985). *The Malawi Cookbook*. Blantyre : Blantyre Printing and Publishing Co.

Dorea, J.G., & Redford, K.H. (1984). The nutritional value of invertebrates with emphasis on ants and termites as food for mammals. *Zoology*, 203, 385–395. Doi : 10.1111/j.1469-7998.1984.tb02339.x

Dossey, A.T. (2010). Insects and their chemical weaponry: new potential for drug discovery. *Natural Product Reports*, 27(2), 1737–1757. Doi: 10.1039/c005319h

Dreezens, E., Martijn, C., Kok, G., & Tenbult P, & De Vries, N. (2005). Food and values : an examination of values underlying attitudes toward genetically modified- and organically grown foodproducts. *Appetite*, 44(1), 115–122.

Dreon, A.L., Luczaj, L., Migliorini, P., Paoletti, M.G., Pieroni, A., Sacchetti, L.E., & Turner, N. (2011). Edible and tended wild plants, traditional ecological knowledge and agroecology. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1–2), 198–225. Doi : 10.1080/07352689.2011.554492

Dritschilo, W., Kutzman, J., Krummel, J., & Pimentel, D. (1975) Energy and land constraints in food protein production. *Science*, 190, 754–761. Doi : 10.1126/science.190.4216.754

Dzamba, J. (2010). *Third Millennium Farming. Is it Time for Another Farming Revolution?* Toronto : En ligne sur le site de third millennium farming <http://www.thirdmillenniumfarming.com/01.%20Online%20Files/02.%203MF%20Thesis%20Booklet.pdf>, consulté le 23 mars 2016.

EFSA. (2012). *L'EFSA établit les apports de référence de la population pour les protéines*. En ligne sur le site de l'EFSA <http://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/120209>

Erens, J., Haverkort, F., Kapsomenou, E., Luijben, A., & Es Van, S. (2012). *A bug's life: large-scale insect rearing in relation to animal welfare: Project 1052*. Wageningen : Wageningen University.

Eyzaguirre, P.B., & Johns, T. (2006). Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65(2), 182–9.

Fallon, A.E., & Rozin, P. (1980). The psychological categorization of foods and non-foods: A preliminary taxonomy of food rejections. *Appetite*, 1(3), 193–201. Doi : 10.1016/S0195-6663(80)80027-4

Fallon, A.E., & Rozin, P. (1987). A perspective on disgust. *Psychological Review*, 94(1), 23–41. Doi : 10.1037/0033-295X.94.1.23

FAO. (2006). *LIVESTOCK'S LONG SHADOW*. En ligne
<http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>, consulté le 9 avril 2006.

FAO. (2009). *How to feed the world in 2050?* En ligne
http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf, consulté le 9 avril 2016

FAO. (2009). *Biodiversity and nutrition, a common path*. En ligne
http://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/upload/Interodocumento.pdf, consulté le 9 avril 2016.

FAO. (s.d.). *Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM)*. En ligne
<http://www.fao.org/gleam/results/fr/>, consulté le 9 avril 2016.

Fessler, D.M.T., & Navarette, C.D. (2003). Meat is good to taboo: Dietary proscriptions as a product of the interaction of psychological mechanisms and social processes. *Journal of Cognition and Culture*, 3(1), 1–40.

Fiala, N. (2008). Meeting the demand: an estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production. *Ecological Economics*, 67(3), 412–419. Doi : 10.1016/j.ecolecon.2007.12.021

Finke, M.D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269–285. Doi : 10.1002/zoo.10031

Finke, M.D. (2012). Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biology*, Doi: 10.1002/zoo.21012

Fleagle, J.G. (1999). *Primate Adaptation and Evolution*. London: Academic.

France4. (2016). *Nourriture animale, que mangent ils vraiment ?* [Vidéo en ligne]. Repéré à http://www.france4.fr/emissions/on-n-est-plus-des-pigeons/enquete/nourriture-animale-que-mangent-ils-vraiment_471733

FranceAgriMer. (s.d.). Le prix des produits alimentaires frais. En ligne <https://www.rnm.franceagrimer.fr/prix?VIANDE>, consulté le 30 juillet 2016.

Friis, H., Girma, T., Hoppe, C., Kaestel, P., Lauritzen, L., Michaelsen, K.F., Molgaard, C., Roos, N., & Stougaard, M. (2009). Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. *Food and nutrition bulletin*, 30, 343–404.

Gabriels, M. & Muszynski, N. (2015). *Animaux : que vaut la nourriture industrielle ?* [Vidéo en ligne]. Repéré à <https://www.youtube.com/watch?v=QYcix8jVsSc>

Gahukar, R.T. (2011). Entomophagy and human food security. *International Journal of Tropical Insect Science*, 31(3), 129–144. Doi : 10.1017/S1742758411000257

Galli, C., & Sirtori, C.R. (2002). N-3 fatty acid and diabetes. *Biomed Pharmacother*, 56, 397-406. Doi : 10.2337/dc06-1332

Gon, S.M., & Price, E.O. (1984). Invertebrate domestication: behavioral considerations. *BioScience*, 34(9), 575–579. Doi : 10.2307/1309600

Gorham, J. R. (1991). *Ecology and Management of Food-Industry Pests*. Arlington : Association of Official Analytical Chemists.

Grabowski, N., Klein, G. & Lopez, A.M. (2013). European and German food legislation facing uncommon foodstuffs. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(8), 787–800. Doi : 10.1080/10408398.2011.560977

Grabski, M., Pelchat, M., & Pliner, P., (1993). Reduction of neophobia in humans by exposure to novel foods. *Appetite*, 20(2), 111–123. Doi : 10.1006/appe.1993.1013

Green, T.R., & Popa, R. (2012). Using black soldier fly larvae for processing organic leachates. *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 374–378. Doi : 10.1603/EC11192

Gunden, C., & Thomas, T. (2012). Investigating consumer attitudes toward food produced via three production systems: Conventional, sustainable and organic. *Journal of food agriculture and environment*, 10(2), 55–58.

Hackstein, J.H., & Stumm, C.K. (1994). Methane production in terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(12), 5441–5445. Doi : 10.1007/3-540-28185-1_7

Haidt, J., Mccauley, C., & Rozin, P. (1994). Individual differences in sensitivity to disgust: A scale sampling seven domains of disgust elicitors. *Personality and Individual Differences*, 16(5), 701–713. Doi : 10.1016/0191-8869(94)90212-7

Hanboonsong, Y., Masumoto, K., Rattanapan, A., & Utsunomiya, Y. (2000). Edible insects and insect-eating habits in northeastern Thailand. *Elytra*, 28(2), 355-364.

Handley, M.A. (2007). Globalization, binational communities, and imported food risks: results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. *American Journal of Public Health*, 97(5), 900–906. Doi: 10.2105/AJPH.2005.074138

Hardouin, J. (1995). Minilivestock: from gathering to controlled production. *Biodiversity and Conservation*, 4(3), 220–232. DOI : 10.1007/BF00055969.

Heetkamp, M. J. W., Oonincx, D.G.A.B., Van Den Brand, H., Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., & Van Loon, J. (2010). An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *Plos One*, 5(12), e14445. Doi : 10.1371/journal.pone.0014445

Bosch, P.R., Dave, R., Davidson, O.R., Metz, B., & Meyer, L.A. (2007). *Climate change 2007: mitigation of climate change*. Cambridge : Cambridge University Press

Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2010). *The green, blue and grey water foot-print of farm animals and animal products*. Delft : Value of Water Research Report Series' of UNESCO-IHE No. 48.

Hong, Z., Xiaoming, C., Ying, F., & Zhiyong, C. (2010). Review of the nutritive value of edible insects. In P.B. Durst, V.D. Johnson, R. N. Leslie & K. Shono (Eds.), *Forest insects as food: humans bite back* (pp. 85-92). Bangkok : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Hou, L., Le, G., Shi, Y., & Zhai, P. (2007). Inhibition of foodborne pathogens by Hf-1, a novel antibacterial peptide from the larvae of the housefly (*Musca domestica*) in medium and orange juice. *Food Control*, 18(11), 1350–1357. Doi : 10.1016/j.foodcont.2006.03.007

Hu, C. (1996). *Resource insects and utility*. Beijing, China Agriculture Press.

IFIF. (2012). *Global feed production*. En ligne

<http://www.ifif.org/pages/t/Global+feed+production>, consulté le 9 avril 2016.

Institute of Food Technologists. (s.d.). *Developing solutions for developing countries*. En ligne <http://www.ift.org/Community/Students/Competitions/Developing-Solutions-for-Developing-Countries.aspx>, consulté le 9 avril 2016.

Jongema, Y. (2012). *List of edible insect species of the world*. En ligne sur le site de l'université de Wageningen www.wageningenur.nl/en/expertiseservices/chair-groups/Plant-sciences/laboratory-of-entomology/edible-insects/Worldwidespecies-list.htm, consulté le 3 avril 2016.

Kellert, S.R. (1993). Values and perceptions of invertebrates. *Conservation Biology*, 7(4), 845–855. Doi : 10.1046/j.1523-1739.1993.740845.x

Kgomotso, K.K., Letswiti, M.M., & Okezie, O.A. (2010). Mopane worm allergy in a 36-year-old woman: a case report. *Journal of Medical Case Reports*, 4, 42.

Kok, R. (1983). The production of insects for human food. *Canadian Institute of Food Science and Technology*, 16(1), 5–18. Doi : 10.1016/S0315-5463(83)72012-2

Krenzelok, E.P., Kuspis, D., & Pitetti, R.D. (1999). Caterpillars: an unusual source of ingestion. *Pediatric Emergency Care*, 15(1), 33–6. Doi : 10.1097/00006565-199902000-00010

Kung, S.J., Fenemore, B., & Potter, P.C. (2011). Anaphylaxis to mopane worms (*Imbrasia belina*). *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 106(6), 538–540.

Doi : 10.1016/j.anai.2011.02.003

Lakemond, E., Ottevanger, E., Van Boekel, M., Van Duinkerken, A., Van Huis, C.M.M., & Veldkamp, T., G. (2012). *Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets. A feasibility study : Rapport 638*. Wageningen UR Livestock Research.

Lavidge, J., & Steiner, A. (1961). A Model for Predictive Measurements of Advertising Effectiveness. *Journal of Marketing*, 25(6), 59-62. Doi : 10.2307/1248516

Lewin, K., (1943). Forces behind Food Habits and Methods of Change: The Problem of Changing Food Habits, Report of the Committee on Food Habits. *National Academy of Sciences*, 108, 35-65.

Li, D., Siriamornpun, S., & Yang, L. F. (2006). Polyunsaturated fatty acid content of edible insects in Thailand. *Journal of Food Lipids*, 13(3), 277-285. Doi : 10.1111/j.1745-4522.2006.00051.x

Lindroth, R.L. (1993). Food efficiencies of insect herbivores. *Food Insects Newsletter*, 6(1), 1-5.

Lockwood, J.A. (2004). *Locust: the devastating rise and disappearance of the insect that shaped the American frontier*. New York : Basic Books.

Logue, A.W., Ophir, I., & Strauss, K.E. (1981). The acquisition of taste aversions in humans. *Behaviour Research and Therapy*, 19(4), 319–333. Doi : 10.1016/0005-7967(81)90053-X

Long, S., Tao, M., Xin, Z., Ying, F., & Zhao, H. (2007). Studies on alkaline solution extraction of polysaccharide from silkworm pupa and its immunomodulating activities. *Journal of Forest Research*, 20(6), 782-786.

Looy, H., & Wood J.R. (2006). Attitudes toward invertebrates: are educational “bug banquets” effective? *The Journal of Environmental Education*, 37(2), 37–48.

Mela, D.J. (1999). Food choice and intake: the human factor. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58(3), 513–521.

Methven, L., Langrenney, E., & Prescott, J. (2012). Changes in liking for a no added salt soup as a function of exposure. *Food Quality and Preference*, 26(2), 135–140. Doi : 10.1016/j.foodqual.2012.04.012

- Meuwissen, P. (2011). Insecten als nieuwe eiwitbron: Een scenarioverkenning van de marktkansen. 's-Hertogenbosch : ZLTO projecten.
- Meyer-Rochow, V.B. (1979). The diverse uses of insects in traditional societies. *Ethnomedicine*, 5(3-4), 287–300.
- Meyer-Rochow, V.B., Kenichi, N., & Somkhit, B. (2007). More feared than revered: Insects and their impact on human societies (with some specific data on the importance of entomophagy in a Lotian setting). *Entomologie Heute*, 191-223.
- Mignon, J. (2002). L'entomophagie: une question de culture?. *Tropicultura*, 20(3), 151–155.
- Montesinos, J., & Ramos-Elorduy, J. (2007) Insects as human food: Short essay on entomophagy, with special reference to Mexico. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 102(1-4), 61-84.
- Muzzarelli, R.A.A. (2010). Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers. *Marine Drugs*, 8(2), 292–312. Doi: 10.3390/md8020292
- National institutes of health. (s.d.). Office of dietary Supplements, en ligne https://ods.od.nih.gov/Health_Information/Dietary_Reference_Intakes.aspx
- Nonaka, K., (2009). Feasting on insects. *Entomology research*, 39(5), 304–312. Doi : 10.1111/j.1748-5967.2009.00240.x
- Nordic Food Lab. (2012). Finding the deliciousness of insects. En ligne <http://nordicfoodlab.org/blog/2012/07/mad-2-finding-the-deliciousness-of-insects>, consulté le 9 avril 2016.
- Online Etymological Dictionary. (2016). En ligne http://www.etymonline.com/index.php?term=insect&allowed_in_frame=0, consulté le 23 mars 2016.

Paoletti, M.G. (2005). Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development. New Hampshire : Science Publishers

Pimentel, D. (1991). Ethanol fuels: Energy security, economics and the environment. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 4(1), 1–13. Doi : 10.1007/BF02229143

Pimentel, D., & Pimentel, M. (2003). Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 660–663.

Pliner, P., & Salvy, S.-J. (2006). Food neophobia in humans. In M. Raats & R. Shepherd (eds), *The Psychology of Food Choice* (pp. 75–92). London: Cabi. Doi : 10.1079/9780851990323.0075

Quételet, A. (1835), *Sur l'homme et le développement de ses facultés ou Essai de physique sociale*. Paris : Bachelier.

Ramos-Elorduy, J. (1997). Insects: A sustainable source of food? *Ecology of Food Nutrition*, 36(2–4), 247–276. doi :1080/03670244.1997.9991519

Ramos-Elorduy, J. (1998). *Creepy crawly cuisine: the gourmet guide to edible insects*. Rochester : Park Street Press.

Ramos-Elorduy, J. (2005). Insects: a hopeful resource. In M.G. Paoletti (Eds). *Ecological implications of minilivestock* (pp. 263-291). Enfield : Science Pub.

Ramos-Elorduy, J. (2009). Anthro-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability. *Entomological Research*, 39(5), 271–288. Doi : 10.1111/j.1748-5967.2009.00238.x

Rapport fédéral développement durable. (2009). Consommation de viande. En ligne http://www.plan.be/websites/tfdd_88/fr/r5fr_fichessite712.html.

Règlement (UE). (2015). Relatif aux nouveaux aliments. Journal officiel de l'Union européenne, 25 novembre, p.2283.

RevenuAgriculture. (2014). BIO : Analyse du marché, derniers indicateurs de prix et cotations. En ligne <http://www.revenuagricole.fr/focus-marches/cerealier-bio>

Rozin, P. (2002). Human food intake and choice: biological, psychological, and cultural perspectives. In h. Anderson, J. Blundell & M. Chiva (Eds.), *Food Selection: From Genes to Culture* (pp. 7–24). Paris: Danone Institute.

Rozin, P., & Vollmecke, T.A. (1986). Food likes and dislikes. *Annual Review Nutrition*, 6(1), 433–456. Doi : 10.1146/annurev.nu.06.070186.002245

Sachs, J. (2010). Rethinking macroeconomics: knitting together global society. *The Broker*, 10(18), 1–3.

Safina, C. (2011). *Why Are We Using Up the Earth?* En ligne sur le site de CNN Opinion, Carbon Dioxide <http://edition.cnn.com/2011/OPINION/01/24/safina.humans.taxing.world/>, consulté le 23 mars 2016.

Sans, P. (2002). Consommation de protéines : quelle place pour la viande bovine ?. In *Quelle viande bovine demain ?* (pp. 4-15). Paris : INRA

Senti, G., Lundberg, M. & Wüthrich, B. (2000). Asthma caused by a pet bat. *Allergy*, 55(4), 406–407. Doi : 10.1034/j.1398-9995.2000.00554.x

Smil, V. (2002). Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial Technology*, 30(3), 305–311. Doi : 10.1016/S0141-0229(01)00504-X

Statistics Belgium. (2013). *L'Enquête sur le Budget des Ménages fait peau neuve*. En ligne http://statbel.fgov.be/fr/binaries/COMMUNIQUE%20DE%20PRESSE%20EBM_2012_tcm326-234044.pdf

Statistics Belguim. (s.d.). *Agriculture bio en Belgique, 1987-2013*. En ligne
<http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/chiffres/economie/agriculture/biologique/>

Szczesniak, A.S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), 215–225. Doi : 10.1016/S0950-3293(01)00039-8

Thorne, P.S. (2007). Environmental health impacts of concentrated animal feeding operations: anticipating hazards: searching for solutions. *Environmental Health Perspectives*, 115(2), 296–297. Doi : 10.1289/ehp.8831

United Nations. (2012). World urbanization prospects, the 2011 revision. New York : Department of Economic and Social Affairs/Population Division.

United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. (2015). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*. En ligne <https://ndb.nal.usda.gov/>.

U.S. Food and Drug Administration. (2014). *Defect Levels Handbook*. En ligne
<http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/SanitationTransportation/ucm056174.htm>

Van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58(1), 563–583. Doi : 10.1146/annurev-ento-120811-153704

Vane-Wright, R.I. (1991). Why not eat insects?. *Bulletin of Entomological Research*, 81, 1–4. Doi : DOI: 10.1017/S0007485300053165

Vogel, G. (2010). For more protein, filet of cricket. *Science*, 327(5967), 811–811. doi :10.1126/science.327.5967.811

Yen, A.L. (2009). Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomological Research*, 39(5), 289–298. Doi : 10.1111/j.1748-5967.2009.00239.x

Yhoung-Aree, J. (2010). Edible insects in Thailand: nutritional values and health concerns. In P.B. Durst, V.D. Johnson, R. N. Leslie & K. Shono (Eds.), *Forest insects as food: humans bite back* (pp. 201–216). Bangkok : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Yuan, L., Darui, W., Dengbao, H., Zengsong, Z., & Changha, Z. (1992). Analysis of the patterns and contents of amino acids and fatty acids from *M. annandalei* (Silvestri) and *M. barneyi* Light. *Acta Nutrimenta Sinica*, 14(1), 103-106.

Zajonc, R. (1968). ATTITUDINAL EFFECTS OF MERE EXPOSURE. *Journal of Personality and Social Psychology Monograph Supplement*, 9(2), 1-27

Annexes

Annexe 1

Acides aminés contenus (mg) dans 100g d'insectes secs et consommables en Thaïlande									
Insectes (anglais)	Acides aminés en milligrammes								Acides aminés limités
	Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val	
House cricket	29.8	60.9	46.0	30.9	62.4	29.0	24.4	34.4	Thréonine
Silk worm pupae	46.1	70.6	77.2	36.3	122.0	45.3	19.0	52.2	
Spur-throated grasshopper	32.7	59.5	35.7	20.9	60.0	22.3	17.3	35.6	Thréonine
Bamboo caterpillar	33.9	60.0	56.0	41.8	100.8	34.9	41.1	38.8	Thréonine
June beetle	32.1	51.8	18.8	44.6	49.3	26.9	27.1	29.3	Lysine
Age	Besoins journaliers en acides aminés (mg/kg masse corporelle par jour)								
Preschooler	28	66	58	25	63	34	11	35	
Adult	13	19	16	17	19	9	5	13	

Ile : isoleucine ; Leu : leucine ; Lys : lysine ; Met : méthionine ; Cys : Cystéine ; Phe : Phénylalanine ; Thr : Thréonine ; Trp : Tryptophane ; Val : Valine.

Bureau of Nutrition. (2001). *Amino acid content of Thai foods*. Bangkok : Department of health.

Force est de constater que dans cet échantillon, la thréonine est principalement en déficience sur un apport de 100 grammes d'insectes. Cette lacune est différente pour les insectes proposés au Mexique qui ne fournissent pas suffisamment de tryptophane (De Guevara et al., 1997).

Annexe 2

Ce calcul répond à de nombreuses conditions. Premièrement, nous proposons une concentration pour les protéines dérivées de bétail de 25% et de 70% pour les insectes. Les éléments repris dans le tableau sont tirés de la littérature. L'insecte choisi est le vers de farine, ce qui ne représente pas tous les spécimens. Cependant, nous nous appuyons sur une logique dans laquelle les producteurs choisiront une ou plusieurs espèces aux caractéristiques semblables dans une question d'optimisation.

Forme	Surface requise par kilo de protéine
Bovin	250 m ²
Porc	50 m ²
Poulet	50 m ²
Préparation	116 m ²
Insecte	20 m ²

En 2008, le bœuf (28%), les préparations (24,5%) ainsi que la volaille (21,6%) forment principalement les dépenses dans la catégorie des viandes fraîches. Vient ensuite le porc (12%), et la viande d'ovin (6,1%). Nous supposons que les ovins consomment au moins autant de m² que le porc et le poulet et que la préparation représente un mixte des principales dépenses, soit une consommation approximative de 116 m² par kilo. Les 100 tonnes sont donc réparties équitablement entre chaque poste.

Aux conditions strictes que la viande de bétail est remplacée par les insectes, en conséquence de quoi l'offre décide de diminuer sa production (il n'y a donc pas de baisse des prix ou d'autres façons d'écouler la marchandise) donc sa surface de terre utilisée à cet effet, le gain estimé est de 270 hectares. Nous n'avons pu obtenir les répartitions exactes du dernier poste de dépense en viande, c'est pourquoi nous reprenons les 5 postes cités (92,2%) jusqu'à présent comme représentant la totalité du marché. Le calcul est ensuite divisé par 4 pour utiliser les valeurs tirées de la littérature (encadré de l'annexe 2) et multiplié par 1000 pour convertir les kilos en tonnes.

$$\frac{(28 \times [250 - 20]m^2 + 24,5 \times [116 - 20]m^2 + 21,6 \times [50 - 20]m^2 + 12 \times [50 - 20]m^2 + 6,1 \times [50 - 20]m^2) \times 1000}{0,922 \times 4}$$

Annexe 3

Statistiques

Allergie

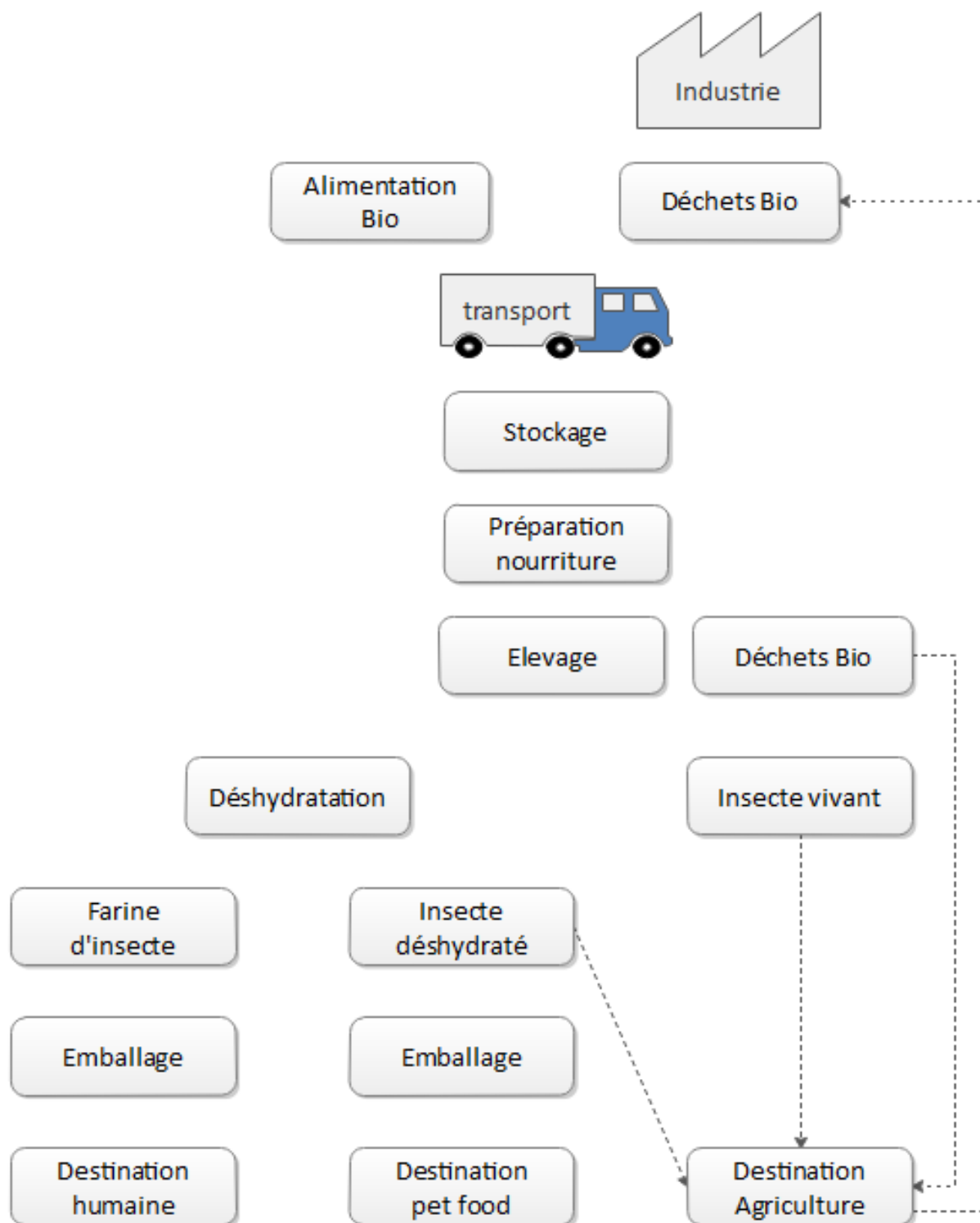
N	Valide	70
	Manquant	0

Allergie

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Non	70	100,0	100,0	100,0

Ce tableau nous donne la fréquence des réponses de la question 4. Aucune personne allergique n'a été recensée dans l'enquête. Les 70 participants sont donc pris en compte.

Annexe 4



Questionnaire

Bonjour, je suis étudiant en dernière année de sciences de gestion à l'UCL. Dans le cadre de mon mémoire, je cherche à connaître votre opinion sur la consommation d'insectes (c'est-à-dire l'entomophagie). Répondre à ce questionnaire ne devrait pas vous prendre plus de quelques minutes. Il n'y a pas de bonne ou mauvaise réponse, seule votre opinion m'intéresse. Ces informations resteront anonymes et seront traitées de manière confidentielle. Enfin, **ce questionnaire s'adresse uniquement aux personnes ayant déjà expérimenté l'entomophagie il y a plus d'un mois.**

1. Quelle est votre consommation moyenne mensuelle d'insectes (nourriture à base d'insectes comprise*) :

- Moins d'1 fois
 1 à 2 fois
 3 à 4 fois
 Plus de 4 fois

* la nourriture transformée comprend entre autres les snacks, plats, pâtisseries et farines à base d'insectes.

2. Répondez en fonction de votre propre ressenti

	Pas du tout d'accord	Plutôt en désaccord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
La publicité sur la nourriture à base d'insectes influence positivement leur consommation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
On trouve facilement des insectes dans le commerce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le goût des insectes m'incite à en consommer davantage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La consommation d'insectes est cohérente avec mes habitudes alimentaires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les insectes entiers (non transformés) ont un aspect dégoûtant qui ne m'incite pas à en consommer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec cette phrase « Je n'achète pas d'insectes car je trouve leur prix trop élevé comparé aux autres sources de protéines (poulet, bœuf, poisson, ...) » ? :

- Pas du tout d'accord
 Plutôt en désaccord
 Plutôt d'accord
 Tout à fait d'accord
 Je ne sais pas

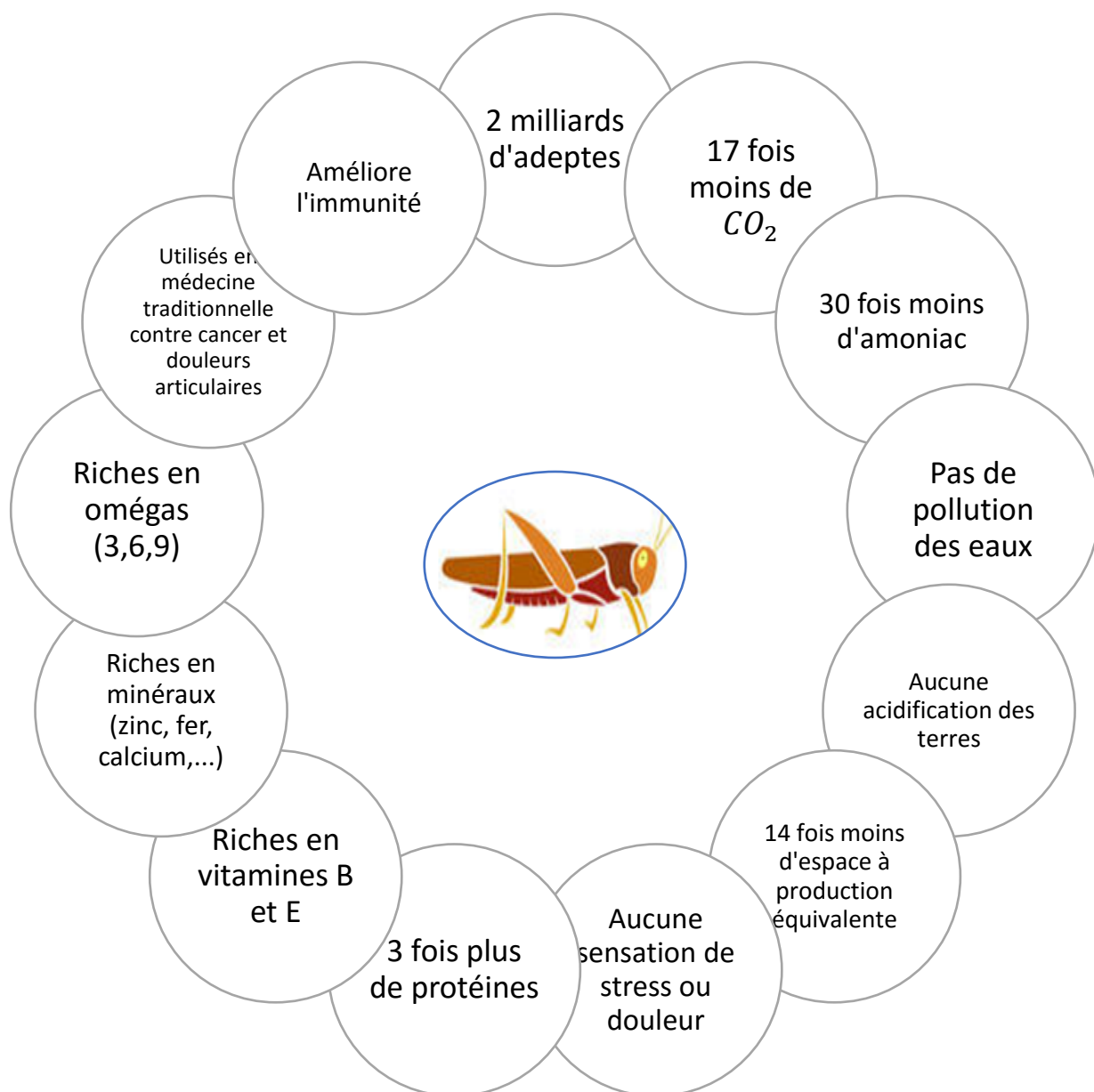
4. Lorsque vous achetez un produit alimentaire qui sort de vos habitudes d'achats, quelles sont les informations auxquelles vous portez davantage attention ? (aucune ou plusieurs réponses possibles)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> La date de péremption | <input type="checkbox"/> Les images |
| <input type="checkbox"/> les valeurs nutritionnelles | <input type="checkbox"/> Le prix |
| <input type="checkbox"/> Composants | <input type="checkbox"/> Les textes informatifs |
| <input type="checkbox"/> La marque | <input type="checkbox"/> Le poids |
| <input type="checkbox"/> Le label | <input type="checkbox"/> Les promotions |

5. Etes-vous allergique aux crustacés ?

- Oui
 Non

D'ici 2050, la population mondiale va passer de 7 à 9 milliards d'habitants, menant à une augmentation de la demande alimentaire globale de 70% comparée à nos besoins alimentaires actuels (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009). Beaucoup craignent l'impact écologique que cela engendrera, notamment au point de vue de l'élevage du bétail qui représente 70% des terres agricoles. En effet, ce dernier est perçu comme la première cause du changement climatique. Voici quelques exemples de bénéfices tirés de l'élevage d'insectes comparés à celui du bétail.



6. Après avoir vu les informations précédentes, pensez-vous que votre consommation moyenne mensuelle d'insectes sera (nourriture à base d'insectes comprise) :
- Moins d'1 fois
 - 1 à 2 fois
 - 3 à 4 fois
 - Plus de 4 fois
7. Dans le cas où la réponse à la question précédente diffère de celle à la première question, pour quelle(s) raison(s) avez-vous décidé de changer votre consommation (plusieurs réponses possibles) :
- Les protéines
 - Les vitamines
 - Les minéraux
 - Les omégas
 - Les bienfaits sur l'immunité
 - L'impact écologique
 - L'éthique (l'insecte ne ressentirait ni le stress, ni la douleur)
 - Pour que chacun puisse manger à sa faim
 - Au vu des 2 milliards d'adeptes
 - Sans prendre compte de toutes ces réponses, le simple fait de participer à cette enquête me donne envie d'augmenter ma consommation à venir.

Avec toute ma gratitude pour votre participation.

Sorties SPSS

- Hypothèse 1 : Un conditionnement, sur base d'informations écrites, augmente la propension à consommer des insectes.

Statistiques pour échantillons appariés

		Moyenne	N	Ecart-type	Erreur standard moyenne
Paire 1	Consommation actuelle	1,1143	70	,36287	,04337
	Concommodation future	1,8000	70	,95705	,11439

Test échantillons appariés

		Différences appariées				t	ddl	Sig. (bilatérale)	
		Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne	Intervalle de confiance 95% de la différence				
					Inférieure				Supérieure
Paire 1	Consommation actuelle - Concommodation future	-,68571	1,00062	,11960	-,92430	-,44712	-5,734	69	,000

- Hypothèse 2 : l'exposition au concept de l'entomophagie a un impact favorable sur son développement.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Publicité	70	2,8571	,78548	,09388

One-Sample Test

	Test Value = 2.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Publicité	3,804	69	,000	,35714	,1699	,5444

- Hypothèse 3 : les consommateurs ne savent pas exactement où trouver des insectes dans le commerce.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Commerce	70	1,9000	,78297	,09358

One-Sample Test

	Test Value = 2.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Commerce	-6,411	69	,000	-,60000	-,7867	-,4133

- Hypothèse 4 : La satisfaction culinaire de la consommation d'insectes incite le consommateur à fidéliser ce comportement.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Goût	70	2,4571	,81090	,09692

One-Sample Test

	Test Value = 2.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Goût	-,442	69	,660	-,04286	-,2362	,1505

- H5 : les insectes s'associent mal avec les habitudes alimentaires occidentales.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Régime alimentaire	70	2,5857	,99990	,11951

One-Sample Test

	Test Value = 2.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Régime alimentaire	,717	69	,476	,08571	-,1527	,3241

- H6 : L'aspect répugnant des insectes, non-transformés, est un frein à leur consommation.

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Aspect	70	2,4286	,98645	,11790

One-Sample Test

	Test Value = 2.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Aspect	-,606	69	,547	-,07143	-,3066	,1638

- Hypothèse 7 : le prix relativement élevé des insectes comparativement à la viande n'incite pas à leur consommation

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prix	70	3,0000	1,29660	,15497

One-Sample Test

	Test Value = 3					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Prix	,000	69	1,000	,00000	-,3092	,3092

- Hypothèse 8 : Pour des nouveaux produits, les gens portent plus d'attention aux informations contenues sur le packaging comparé aux produits couramment consommés.

Fréquence des réponses question 4 :

Péréemption

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	18	25,7	100,0	100,0
Manquant	Système	52	74,3		
Total		70	100,0		

Valeurs nutri

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	32	45,7	100,0	100,0
Manquant	Système	38	54,3		

Total		70	100,0		
-------	--	----	-------	--	--

Composants

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	45	64,3	100,0	100,0
Manquant	Système	25	35,7		
Total		70	100,0		

Marque

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	7	10,0	100,0	100,0
Manquant	Système	63	90,0		
Total		70	100,0		

Label

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	22	31,4	100,0	100,0
Manquant	Système	48	68,6		
Total		70	100,0		

Images

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	9	12,9	100,0	100,0
Manquant	Système	61	87,1		
Total		70	100,0		

Prix infos

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	31	44,3	100,0	100,0
Manquant	Système	39	55,7		
Total		70	100,0		

Textes infos

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
--	--	-----------	-------------	--------------------	--------------------

Valide	Oui	20	28,6	100,0	100,0
Manquant	Système	50	71,4		
Total		70	100,0		

Poids

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	3	4,3	100,0	100,0
Manquant	Système	67	95,7		
Total		70	100,0		

Promotions

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	7	10,0	100,0	100,0
Manquant	Système	63	90,0		
Total		70	100,0		

- H9 : Les atouts de la consommation d'insectes sont des facteurs clefs pour augmenter leur consommation.

Statistiques

		Protéine	Vitamine	Minéraux	Oméga	Immunité	Impact éco	Ethique	Nourriture pour tous	Nombres d'adeptes	Simple fait de voir
N	Valide	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Manquant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Protéine

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	55	78,6	78,6	78,6
	Oui	15	21,4	21,4	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Vitamine

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	60	85,7	85,7	85,7
	Oui	10	14,3	14,3	100,0

Total		70	100,0	100,0	
-------	--	----	-------	-------	--

Minéraux

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	61	87,1	87,1	87,1
	Oui	9	12,9	12,9	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Oméga

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	60	85,7	85,7	85,7
	Oui	10	14,3	14,3	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Imunité

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	58	82,9	82,9	82,9
	Oui	12	17,1	17,1	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Impact éco

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	44	62,9	62,9	62,9
	Oui	26	37,1	37,1	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Ethique

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	61	87,1	87,1	87,1
	Oui	9	12,9	12,9	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Nourriture pour tous

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
--	--	-----------	-------------	--------------------	--------------------

Valide	non	52	74,3	74,3	74,3
	Oui	18	25,7	25,7	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Nombre d'adeptes

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	66	94,3	94,3	94,3
	Oui	4	5,7	5,7	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Simple fait de voir

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	non	66	94,3	94,3	94,3
	Oui	4	5,7	5,7	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

- H10 : Un rappel est suffisant pour inciter les gens à consommer davantage d'insectes à l'avenir.

Statistiques

Simple fait de voir

N	Valide	4
	Manquant	66

Simple fait de voir

		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	Oui	4	5,7	100,0	100,0
Manquant	Système	66	94,3		
Total		70	100,0		