

Insectes et aliment pour l'aquaculture

D. Vallod

Avec la collaboration de G. Le Reste, AquaTechna

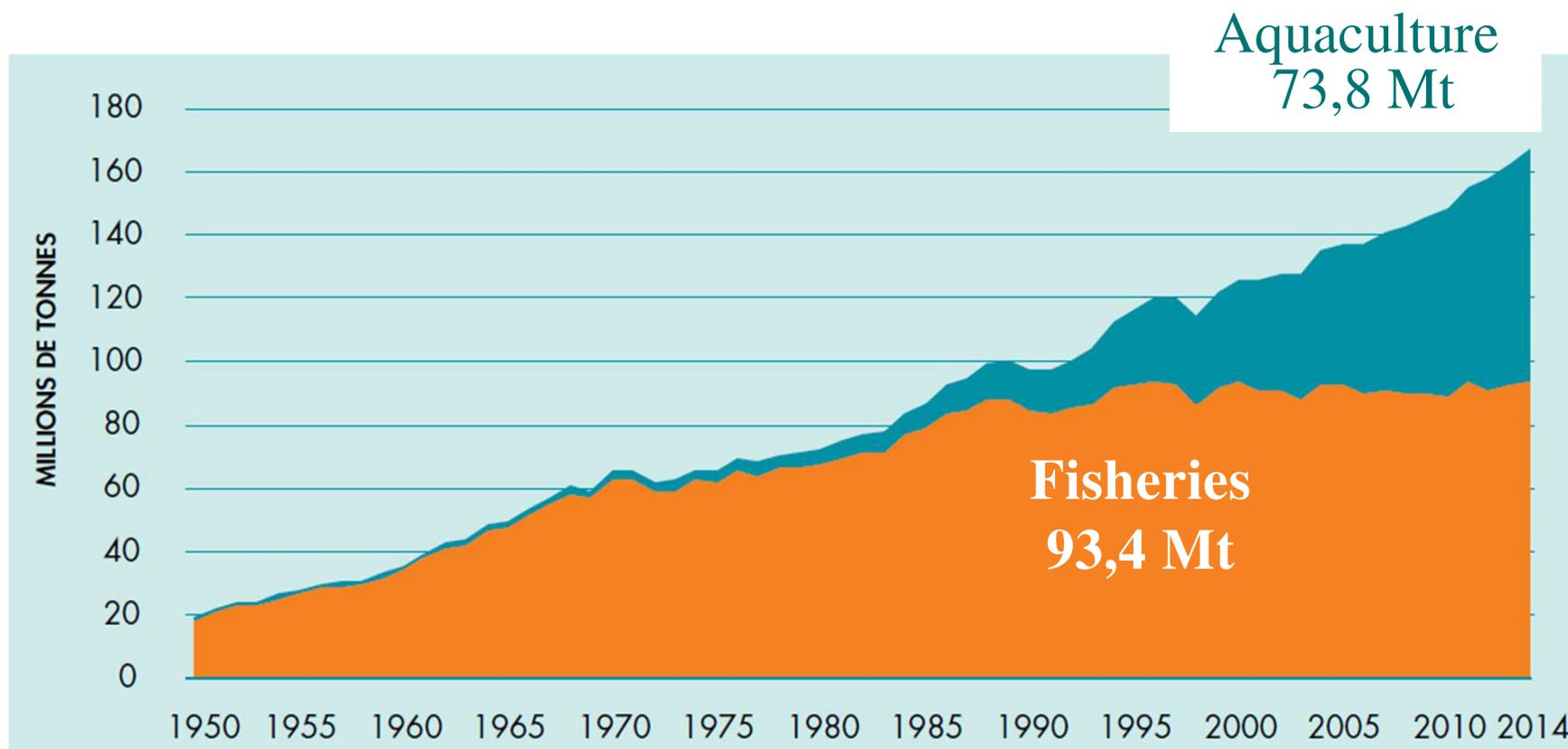


Journée technique sur les résidus organiques et la
production d'insectes pour la chaîne alimentaire

29 juin 2017



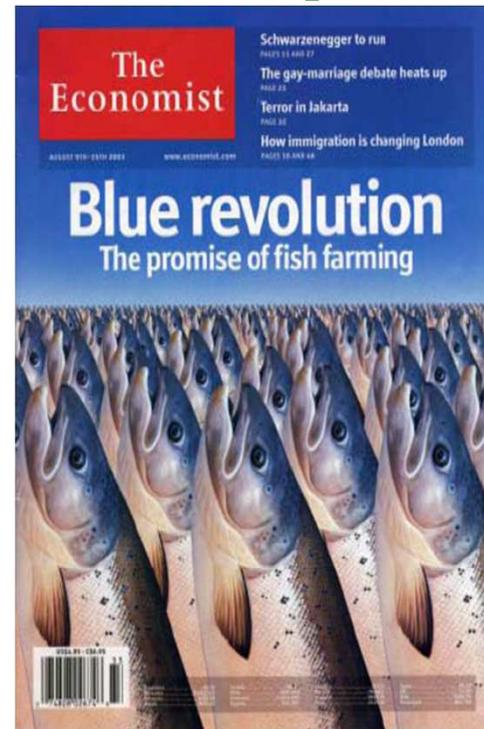
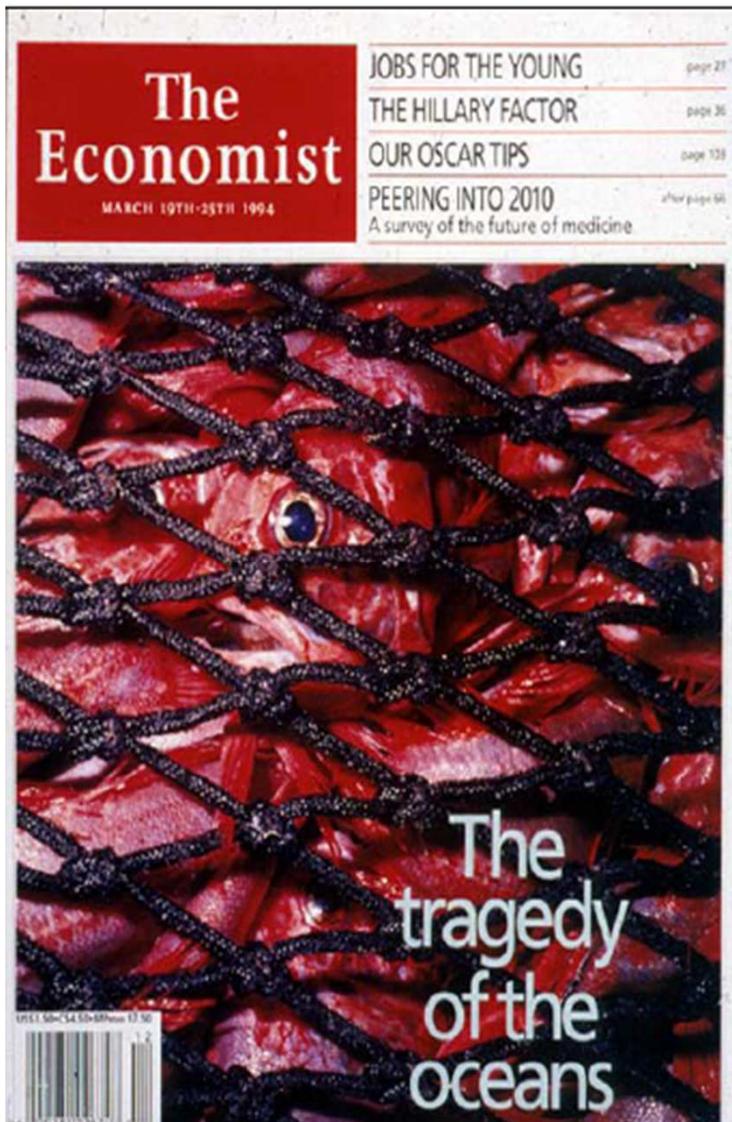
Production mondiale de poissons 167,2 million tonnes (2014)



+ 27,3 million tonnes d'algues et de plantes aquatiques

The Seafood deficit...

... saved by Aquaculture ?



Top ten des espèces élevées

	Production tonnes	Production % of world total
Carp & others cyprinids	18 303 847	40,3
Ostyers	4 603 717	10,1
Clams	4 116 839	9,1
Miscellaneous Freshwater fishes	3 739 949	8,3
Shrimps, prawns	2 476 023	5,5
Salmons, trouts	1 978 109	4,4
Mussels	1 860 249	4,1
Tilapias	1 822 745	4,0
Scallops, pectens	1 166 756	2,6
Others marine molluscs	1 065 191	2,3
Others species	4 334 931	9,5

Source : FAO, 2010

Nutrition des poissons

⇒ des besoins protéiques élevés : 30 à 55%

Saumon Atlantique	}	40 à 45 %
Saumon coho		
Truite arc-en-ciel		
Truite fario		
Poisson-chat américain		32 – 36 %
Carpe commune		31 – 38 %
Tilapia du Nil		30 %
Bar		45 – 50 %
Daurade		45 – 50 %
Turbot		55 %
Sériole		55 %

F. Médale, INRA St Pée

⇒ des besoins en AAI comparables à ceux des vertébrés supérieurs :
50 % AAI, 50% AANI

Nutrition des poissons

⇒ des besoins lipidiques : 10 à 28%

Espèce	% lipides
Truite	18-20
Carpe	<18
Tilapia	<10
Daurade	12-15
Turbot	<15
Bar	12-15

INRA, 1999

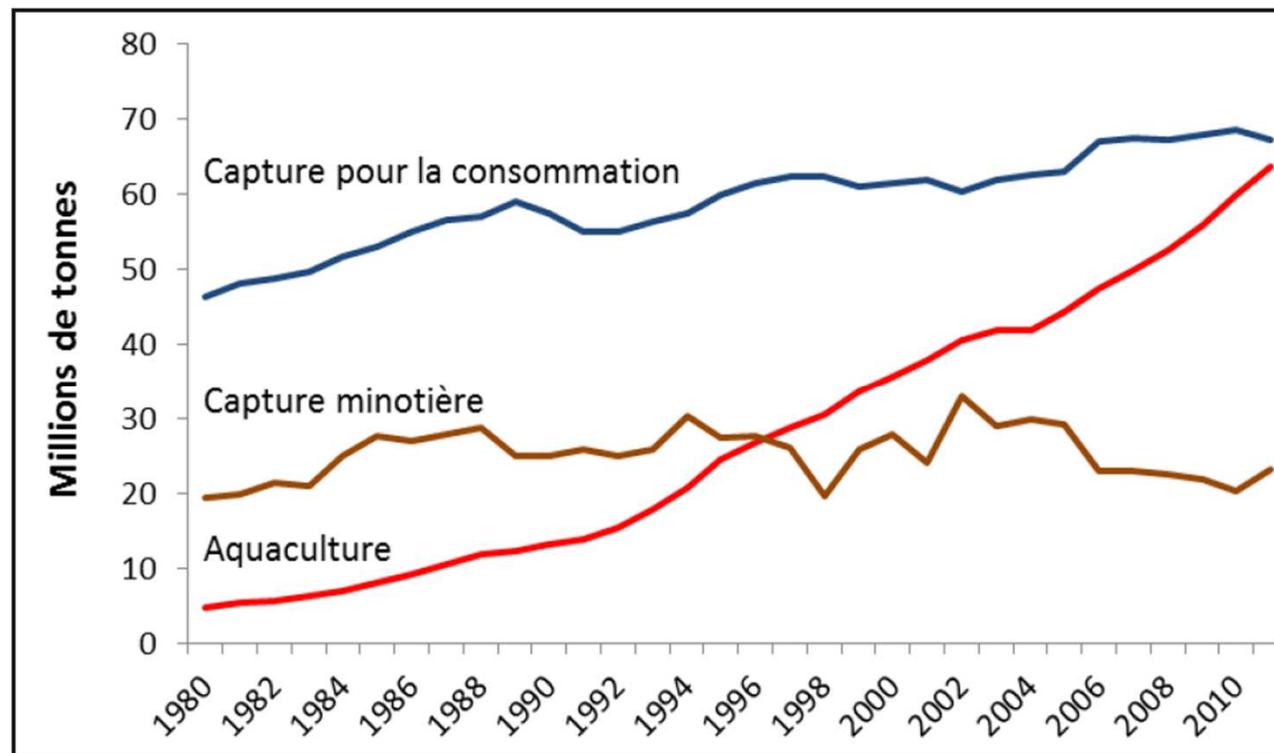
⇒ des besoins en AG particuliers

Dénomination de l'AG	Formule abrégée	Besoin	Remarques
Acide linoléinique	18:3n3	1%	<ul style="list-style-type: none">◆ poissons d'eau douce◆ inefficace pour marins
EPA	20:5n3	0,3-0,5%	<ul style="list-style-type: none">◆ Eau douce : 2 fois plus efficace que le 18:3◆ Indispensable pour marins
DHA	22:6n3	0,3-0,5%	<ul style="list-style-type: none">◆ idem

F. Médale, INRA St Pée

Ressource optimale : farine et huile de poissons

Pb = disponibilité des ressources alimentaires pour
l'alimentation des poissons en élevage



Burel & Medale, 2014

Gestion de l'alimentation

- 1/ Augmentation du taux de lipides dans les aliments pour économiser les protéines afin de :
- limiter les rejets azotés
 - baisser l'indice de consommation.

 **Influence sur les dépôts lipidiques du poisson**

⇒ **réduction de l'intérêt nutritionnel des poissons**

Gestion de l'alimentation

2/ Utilisation d'huiles d'origine végétale (plus riches en Acides Gras saturés) afin d'économiser les ressources naturelles en huiles de poisson (AGPI $\omega 3$, $\omega 6$)

Huiles végétales :

- Colza
- Palme
- Lin
- Soja
- Colza/Olive ou Colza/Palme/Lin



Influence sur la nature des lipides du poisson

⇒ réduction de la valeur nutritionnelle de la chair

Gestion de l'alimentation

3/ Substitution des farines de poisson par des protéines d'origine végétale dans les aliments



FAO, 2014

➔ Présence de facteurs antinutritionnels dans les aliments d'origine végétale

➔ A dose élevée, modification des caractéristiques sensorielles de la chair des poissons

➔ Question de la qualité amont des protéines utilisées

➔ Question de l'usage des terres arables

Intérêt des insectes comme produit de substitution

- Ils font partie du régime alimentaire naturel de plusieurs espèces de poissons
- Ils peuvent faire l'objet d'une production industrielle durable, à faible empreinte écologique
- Ils peuvent être nourris et produits à partir de matières organiques – déchets et/ou co-produits de l'agriculture et de l'industrie agro-alimentaire
- Leur production ne nécessite que peu de surface, peu de ressources et pas de terre arables
- Ils présentent un taux élevé de protéines
- Certains insectes (Diptères) offrent un profil en AA proche de celui des poissons

Enjeux pour l'alimentation en pisciculture

- Contrôler la qualité des substrats d'élevage pour éviter la bioaccumulation de produits toxiques chez les insectes (pesticides, polluants organiques persistants, métaux lourds)
- Gérer la question des lipides chez les insectes : teneur globale élevée, faible présence des HUFA
- Solutionner les aspects digestibilité liés à la présence de chitine, et les aspects « facteurs anti-nutritionnels » de la chitine et du chitosan
- Fournir un volume pertinent face aux demandes de la filière

Insectes et aliment pour l'aquaculture

D. Vallod

Avec la collaboration de G. Le Reste, AquaTechna



Journée technique sur les résidus organiques et la
production d'insectes pour la chaîne alimentaire

29 juin 2017



Insectes et aliment pour l'aquaculture

D. Vallod

Avec la collaboration de G. Le Reste, AquaTechna

L'augmentation de la demande mondiale en produits aquatiques associée à la forte diminution de la productivité des océans du fait de leur surexploitation par l'industrie de la pêche placent l'aquaculture en face d'un enjeu de taille : répondre à l'approvisionnement global en poisson. L'aquaculture est ainsi passée d'une contribution inférieure à 10 % de la quantité de produits aquatiques destinés à la consommation humaine dans les années 1970 à plus de 50 % aujourd'hui (Sorgeloos, 2014).

L'aquaculture se doit de devenir plus durable en améliorant :

- les techniques d'élevage pour économiser la ressource en eau, qui va se faire de plus en plus rare elle-aussi ! (systèmes d'eau recirculée, circuits fermés, aquaponie, ...)
- l'usage de l'énergie directe et indirecte sur les sites de production (aquaculture multitrophique, espèces omnivores, choix des aliments, ...)
- l'utilisation des farines et huiles de poisson, à la base de l'alimentation des poissons et crevettes d'aquaculture aujourd'hui.

Farines et huiles de poisson sont la base de l'alimentation des poissons élevés car elles correspondent parfaitement à la couverture des besoins en acides aminés et en acides gras essentiels des animaux élevés. Elles sont issues d'une pêche minotière qui représente 27% des captures de la pêche maritime (FAO, 2014 ; Henry *et al.*, 2015), même si aujourd'hui, les sous-produits de la filière des produits aquatiques sont de plus en plus utilisés pour cet usage. Plus de la moitié des farines de poissons produites (57%) sont utilisées par l'aquaculture, 22% par les élevages de porcs et 14% par la filière volailles (Henry *et al.*, 2015). Un aliment pour poisson contient en moyenne (variations selon le régime alimentaire des poissons et du stade de développement) de 30 à 55% protéines, 10 à 28% de lipides, des glucides, des vitamines, des minéraux, des pigments et des additifs.

L'activité de pêche en mer atteint aujourd'hui un niveau élevé de surexploitation de quasi tous les océans (Watson *et al.*, 2013). La diminution de la disponibilité en farines et huiles de poisson plus l'augmentation des prix de ces ressources indispensables à la production d'aliments pour l'aquaculture stimulent la recherche d'alternatives durables, d'autant plus que 40 à 60% des coûts de production dans les systèmes aquacoles sont dus au poste alimentation (Kumar *et al.* 2017). Les premières pistes d'amélioration ont porté sur la diminution de la part de protéines dans l'aliment au profit d'autres constituants. Cela a dans un 1^{er} temps, permis d'augmenter la production aquacole sans augmenter la demande en farines et huiles de poisson.

Il a ensuite été regardé du côté des céréales et protéagineux et des huiles végétales comme produits de substitution aux farines et huiles de poissons, ressources qui soulèvent des problèmes, tant techniques qu'éthiques.

En France, la filière s'est engagée sur une charte qualité de la production aquacole, stipulant que l'aliment distribué aux poissons contient « 30 à 40% de produits de poissons issus de la pêche minotière (20 à 25% de farine de poisson et 10 à 15% d'huile de poisson), le reste étant composé de produits végétaux, vitamines et minéraux » (<http://www.poisson-aquaculture.fr/>).

Aujourd'hui, les insectes semblent représenter une bonne piste :

- Ils font partie du régime alimentaire naturel de plusieurs espèces de poissons
- Ils ont une faible empreinte écologique
- Leur production ne nécessite que peu de surface et peu de ressources, et pas de terre arables
- ...

Le contexte réglementaire est devenu favorable à cette utilisation : l'Europe autorise en effet l'utilisation des farines d'insectes dans les aliments au 1^{er} juillet 2017.

De nombreux travaux de recherche ont été produits ces dernières années pour identifier les insectes les plus intéressants pour cette voie de substitution dans l'alimentation des poissons d'élevage. De nombreuses publications scientifiques ont été publiées sur ce sujet, voir notamment la synthèse bibliographique de Henry *et al.*, 2015. Parmi la grande variété des insectes, plus d'une dizaine ont été testés pour leur intérêt dans l'alimentation des poissons (Tab. 1).

Ordre	Nom commun	Nom scientifique
Orthoptera	Criquet puant	<i>Zonocerus variegatus</i>
Orthoptera	Criquet indien	<i>Poekilocerus pictus</i>
Orthoptera	Criquet migrateur	<i>Locusta migratoria</i>
Isoptera	Termite spp.	<i>Macrotermes spp.</i>
Coleoptera	Ver de farine	<i>Tenebrio molitor</i>
Coleoptera	Scarabée rhinocéros du cocotier	<i>Oryctes rhinoceros</i>
Coleoptera	Ver de farine géant :	<i>Zophobas morio</i>
Lepidoptera	Bombyx du mûrier	<i>Bombyx mori</i>
Diptera	Moustique commun	<i>Culex pipiens</i>
Diptera	Mouche soldat noir	<i>Hermetia illucens</i>
Diptera	Mouche domestique	<i>Musca domestica</i>

Tableau 1 : Insectes testés en alimentation pour poissons (d'après Henry *et al.*, 2015)

Selon la revue bibliographique de Henry *et al* (2015), il ressort à ce jour que :

- Il est indispensable, avant toute incorporation d'insectes dans un aliment pour poisson, de déterminer précisément la composition des insectes qui est très variable en fonction de leur stade de développement, des conditions d'élevage et de leur propre régime alimentaire,
- Les insectes de l'ordre des Diptères semblent avoir le profil en acides aminés le plus proche de celui des poissons, celui des Coléoptères et des Orthoptères étant plus proche du profil du soja,
- Mélanger des sources de protéines issues de différents insectes permettrait de pallier les carences en acide aminés essentiels pour couvrir l'ensemble des besoins des poissons élevés,
- La teneur en lipides des farines d'insectes (10 à 30% selon leur régime alimentaire) est plus élevée que celle des farines de poissons (6 à 12%) et des tourteaux de soja (3% pour un soja moyen, 1 à 2% pour un soja traité à l'hexane, 6 à 10% pour un soja pressé)
- Dans leur alimentation, les poissons d'eau douce requièrent tout particulièrement des acides gras polyinsaturés (AGPI), les poissons marins des acides gras hautement insaturés (AGHI) ; or les insectes terrestres présentent une déficience en AGHI comparé aux insectes aquatiques, ce qui pourrait poser des problèmes au plan de la croissance et de l'état de santé des poissons élevés,
- Il serait possible de compenser la faible teneur en AGHI des insectes terrestres en manipulant leur diète par un substrat enrichi, mais il semble plus économique d'apporter directement ces acides gras dans l'alimentation des poissons via des sous-produits de l'industrie halieutique ou des algues,
- Intégrer 10 à 50% de farine d'insectes dans l'alimentation de poissons, mêmes marins, de devrait pas modifier leur profil d'acides gras ni nuire à leurs qualités nutritionnelles, recherchées pour la santé des consommateurs,
- Les insectes présentent une bonne composition minérale, sauf en ce qui concerne les teneurs en calcium et phosphore qui sont en général plus basses que dans les farines de poissons (sauf pour le calcium chez la mouche soldat),
- Le profil en minéraux et vitamines des insectes dépend très étroitement de leur régime alimentaire,

- Un frein à l'utilisation des insectes est lié à leur capacité de bioaccumulation d'insecticides, métaux lourds et toxines naturelles ; il peut être levé s'ils sont élevés en masse dans des conditions contrôlées et sur un substrat sûr,
- Un autre frein assez discuté relève de la présence de chitine dans les insectes, réputée pour sa non ou faible digestibilité. Des moyens chimiques de traitement existent mais augmentent le coût de production d'une farine à base d'insectes. Des travaux de recherche sont en cours sur ce sujet,
- Des travaux de recherche sont aussi en cours sur l'amélioration de la palatabilité et de la digestibilité via les process de production de farines d'insectes (séchage, hydrolyse, ensilage, diminution de la teneur en lipides, addition d'antioxydants, ...).

Les insectes représentent donc une matière première intéressante pour remplacer les farines de poissons dans les aliments piscicoles, du fait notamment de leur forte teneur en protéines et d'un profil favorable en acides aminés. La teneur en lipides des insectes est très dépendante du substrat et il n'y a pas à ce jour de protocole standard établi. Leur composition globale reste très variable selon leur stade d'élevage, et la chitine peut présenter des problèmes de digestibilité.

Un point important est aussi à relever ; il se rapporte aux volumes nécessaires pour satisfaire les enjeux de la filière aquacole. En France, la production d'aliment aquacole représente 100 000 tonnes /an environ, ce qui semble donc un marché potentiel compatible avec une filière industrielle de la farine d'insectes.

Références citées

FAO, 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges. Rome. 223 pp.

FAO. La contribution des insectes à la sécurité alimentaire, aux moyens de subsistance et à l'environnement. [en ligne]. Disponible sur : <http://www.fao.org/docrep/018/i3264f/i3264f00.pdf>. [Consulté le 27 mars 2017].

Henry M., Gasco L., Piccolo G., Fountoulaki E., 2015. Review on the use of insects in the diet of farmed fish : past and future. *Animal Feed Science and Technology*, 203 : 1-22.

Kumar P., Jain K.K., MunilKumar S., Sudhagar S.A., 2017. Alternate feeding strategies for optimum nutrient utilization and reducing feed cost for semi-intensive practices in aquaculture system-A review. *Agricultural Reviews*, 38 (2) : 145-151

NOWAK J. L'entomophagie.pdf. [en ligne]. Disponible sur : <https://entomologic.jimdo.com/l-homme-et-l-insecte/l-entomophagie/> [Consulté le 27 mars 2017].

Sorgeloos P., 2014. L'aquaculture a-t-elle le potentiel pour devenir la « biotechnologie bleue » dans l'avenir ? *Cah. Agric.*, vol. 23, n8 1 : 53-64.

Watson R. A., Cheung W. W., Anticamara J. A., Sumaila R. U., Zeller D., & Pauly D., 2013. Global marine yield halved as fishing intensity redoubles. *Fish and Fisheries*, 14(4), 493-503.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-2979.2012.00483.x/full>