

# QUELLE POURRAIT ÊTRE L'ALIMENTATION DE DEMAIN ?

Licence 3 Science de la Vie, parcours de la molécule à l'organisme

- 27 MARS 2023 -

**UE : Relation alimentation & santé**



Valentin MEYER

Lyam LOPPY

# SOMMAIRE

## PAGE

- 01.** Résumé graphique
- 02.** Abstract
- 03.** Les problèmes que rencontre le secteur agroalimentaire à ce jour
- 04.** Les solutions de demain : à quels aliments pourrions-nous être confrontés ?
- 05.** a) Les insectes en agroalimentaire
- 06.** b) Les protéines animales de synthèse : encore en R&D ?
- 07.** c) Les aliments non-périssables : est-ce la solution sur laquelle il est possible de miser ?
- 08.** d) Les OGM : un sujet qui fâche
- 09.** Annexes
- 12.** Bibliographie

# RÉSUMÉ GRAPHIQUE

- Changement climatique
- Augmentation de la population mondiale
- Accès pour tous à une alimentation équilibrée

**À quels aliments pourrions-nous être confrontés dans le futur ?**

## INSECTES

### PROS

- Riche en protéines
- Consomme peu d'eau et de nourriture

### CONS

- Main d'oeuvre importante
- Acceptation culturelle
- Impacts sur le microbiote intestinal ?

## VIANDES DE SYNTHÈSE

### PROS

- Augmentation des surfaces agricoles
- Pas d'émission de méthane
- Pas de composés toxiques
- Pas d'abattage

### CONS

- Couteux en énergie
- Émission de CO2 accrue
- Texture, goût, qualités nutritionnelles non conformes

## ALIMENTS NON-PÉRISSABLES

### PROS

- Alimentation variée non dépendante du climat
- Meilleure répartition des ressources dans le monde

### CONS

- Carences alimentaires

## OGM

### PROS

- Augmentation du rendement des cultures
- Amélioration de l'environnement

### CONS

- Dépendance des agriculteurs aux firmes semencières
- Perte de biodiversité
- Santé humaine ?
- **/!\** Utilisations déviantes

## ABSTRACT (FR)

---

Il ne peut bien évidemment être prédit avec certitude le type de régime alimentaire de la population mondiale et les ingrédients qui le composeront à l'avenir. Notre étude vise à présenter les sources de nutriments alternatives ou en cours de recherche et développement qui semblent prometteuses au regard du contexte politique, sociétal, économique et environnemental mondial.

En effet, de nouvelles avancées technologiques et biotechnologiques, de nouvelles tendances de consommation, des préoccupations environnementales massives et rapides ou des changements du modèle économique sont fortement susceptibles de faire varier cette liste non exhaustive d'« aliments du futur ».

Certaines de ces sources alimentaires sont donc déjà disponibles dans le commerce et sont soutenues par des organismes inter-gouvernementaux comme la Commission Européenne qui autorise, depuis le 01 juin 2021, l'utilisation du ver de farine dans tout type d'aliment transformé [1].

D'autres sources sont commercialisées ou en cours de développement afin d'être certaines qu'elles soient propres à la consommation ; c'est le cas des protéines animales de synthèse.

Certains vivres sont incomplets en terme de nutriments et ne permettent donc pas une alimentation saine à long terme, c'est le cas des aliments non-périssables.

D'autres types de nutriments, comme les OGM, sont très controversés et posent une question sur la balance bénéfices/risques de leur utilisation.

## ABSTRACT (EN)

Of course, it cannot be predicted with certainty the type and the ingredients that will compose our diet in the future. Our study aims to present the alternative sources of nutrients or those under research and development that seem promising in view of the global political, social, economic and environmental context.

Indeed, new technological and biotechnological advances, new consumer trends, massive and rapid environmental concerns or economic changes are highly likely to change this list of "foods of the future".

Some of these food sources are therefore already commercially available and are supported by intergovernmental bodies such as the European Commission which has authorized, since June 01, 2021, the use of mealworms in any type of processed food [1].

Other sources are marketed or under development in order to be certain that they are suitable for consumption; this is the case of synthetic animal proteins.

Some foodstuffs are incomplete in terms of nutrients and therefore do not provide a healthy diet in the long term, such as non-perishable foods.

Other types of nutrients, such as GMOs, are very controversial and raise questions about the benefit/risk balance of their use.

# INTRODUCTION

Nourrir quotidiennement 7.8 milliards de personnes implique une expansion sans cesse continue du secteur agroalimentaire. Mais produire plus rime avec consommer plus ; chaque année, 70% des ressources d'eau potable mondiales pour la consommation sont dédiées à ce secteur, émettant 30% des gaz à effet de serre toute activité humaine confondue [2, 3].

Toutefois, les ressources dont nous disposons ne sont pas illimitées, et certaines touchent à leur fin ! Le dérèglement climatique, accompagné du manque d'eau potable, représente l'un des plus gros enjeux pour le domaine agroalimentaire. Notre régime alimentaire est donc lié en partie à ces problèmes environnementaux.

L'élevage de bovins par exemple, émet 14,5% des gaz à effet de serre au niveau mondial, soit la moitié de l'émission totale chaque année [2].

Il va donc très certainement falloir modifier notre régime alimentaire afin de réduire l'impact de notre consommation sur l'environnement ; cela en améliorant la répartition des denrées dans le monde et en évitant de générer des carences alimentaires.

Ainsi nous tâcherons de présenter les problèmes qui lient l'environnement à l'alimentation. Nous énumérerons ensuite les alternatives qui se dessinent petit à petit, tout en nous demandant si elles constituent une source de nutriments viable.

## LES PROBLÈMES QUE RENCONTRE LE SECTEUR AGROALIMENTAIRE

Dans un premier temps, il est impératif de rappeler que tout le monde n'a pas le même accès à la nourriture. Bien que la production alimentaire actuelle soit suffisante pour nourrir la population mondiale, celle-ci est répartie inégalement et de nombreux individus continuent de mourir de faim ; et ce chiffre est en constante hausse depuis 2015 ! [4].



Pourcentage de la population mondiale en sous-nutrition (2021) [4]

De plus, cette surproduction dans certaines zones cause une perte de biodiversité. L'habitat naturel de nombreuses espèces est détruit par l'élevage intensif et l'agriculture industrielle. Ces cultures ne vont pas sans l'usage de pesticides et d'engrais chimiques, ce qui contribue également à la pollution des sols et de l'eau des nappes phréatiques [5].

Enfin, le changement climatique, causé en partie par les gaz à effet de serre issus par exemple de l'agriculture, entraîne à terme la fonte des glaciers, la montée des eaux et la disparition de certaines villes au bord des côtes d'ici 2050 ; année à laquelle la présence de 9 milliards d'êtres humains est prévue. Or pour nourrir la population mondiale en 2050 suivant le modèle alimentaire actuel, il faudra une augmentation des surfaces et des productions agricoles mondiales de 70% [6].

# LES SOLUTIONS DE DEMAIN

Les problèmes actuels auxquels nous faisons face nous poussent à diversifier notre alimentation vers des sources de nutriments différentes. Nous pourrions imaginer plusieurs scénarios passant par le régime uniquement à base de végétaux, une répartition plus juste des apports dans le but d'avoir une alimentation plus durable, etc...

Enfin, **vers quels aliments pourrions-nous nous orienter pour faire face aux problèmes que rencontre le secteur agroalimentaire aujourd'hui ?**

## LES INSECTES EN AGROALIMENTAIRE

Recensés au nombre de 1900 espèces comestibles [1], les insectes participent au maintien des écosystèmes en participant à la pollinisation, fertilisation des sols, etc... Aussi déroutants soient-ils, ils constituent une ressource en protéine plus importante que celles que nous avons l'habitude de consommer. En effet, à poids égal, les insectes tels que les criquets contiennent deux à trois fois plus de protéines que le porc ou le poulet ; consommer 10 criquets, soit 20g, correspond à la valeur énergétique d'un steak de boeuf de 110g [7].

En culture, ces derniers ont une consommation moindre par rapport aux céréales ou à la viande : il faut environ 2kg de céréale pour produire 1kg d'insecte contre 8kg pour 1kg de viande [6]. Cependant, leur coût est supérieur car la main d'œuvre nécessaire est plus conséquente que celle requise pour l'élevage classique.

Consommer des insectes comme source de protéine pourrait nous permettre de réduire fortement notre consommation de viande, et ainsi réduire la quantité de gaz à effet de serre produits par le secteur agroalimentaire. Actuellement, 2,5 millions de personnes, principalement en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie consomment des insectes [6].

En France, Micronutris [8] est l'unique société assurant l'élevage et la commercialisation d'insectes. Ce sont principalement des grillons, criquets, vers de farine, mais également vers à soie, vers de Bambou, les scarabées, termites et punaises d'eau. Ces derniers, sous forme de farine, s'incluent parfaitement dans des préparations de sablés ou de gâteaux au chocolat.

Toutefois, certaines populations ont des microbiotes intestinaux différents de ceux que possèdent les occidentaux [9, Fig.1]. On peut imaginer que c'est grâce à un certain type de microbiote intestinal qu'il leur serait possible de consommer des insectes de manière quotidienne et sans risque. En effet, leur consommation « nouvelle » pourrait faire jaillir de nouvelles allergies alimentaires, sans parler du manque d'études sur les risques de transmission de parasites et virus auxquels sont sujets les insectes. Ces inquiétudes posent problèmes lorsqu'une directive européenne propose d'inclure de la farine de vers dans des articles alimentaires avec un étiquetage plutôt évasif.

Une telle consommation pourrait également poser un problème religieux, comme dans le bouddhisme, qui ne consomme pas certains aliments ou seulement à des moments précis.

# LES PROTÉINES ANIMALES DE SYNTHÈSE

## LES VIANDES DE SYNTHÈSE

En 2011, selon la FAO, l'élevage au niveau mondial a conduit à l'émission de 5.3 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>. Il a émis 14.5% des émissions mondiales de gaz à effet de serre [10, 11]. Le contexte politico-socio-environnemental mondial actuel nous mène vers un objectif de réduction maximale de ces émissions. [Fig.2]

La viande de synthèse est aussi appelée viande de culture ou viande *in vitro*.

Cette viande de culture est produite à partir de cellules souches musculaires prélevées chez l'animal après une biopsie.

C'est grâce à une matrice de collagène en 3D [12, 13] que les cellules se développeront, afin de donner du volume et de la consistance au produit final. Cette matrice permettra aussi d'assurer un apport suffisant en oxygène et en milieu de culture aux cellules.

À cela devra être ajouté toutes les hormones et facteurs de croissance propres à l'animal, soit par ajout de sérum foetal animal [14], soit par l'élaboration d'un autre milieu de culture qui n'est, à ce jour, qu'au stade de prototype. En effet, la viande de synthèse devra rejoindre la viande classique en composition, à savoir en moyenne 55-75% d'eau, 5-25% de protéine, 5-20% de lipides, 1-1.5% de minéraux et >1% de minéraux ; pour une valeur énergétique de 170kCal/100g. Il faudra également obtenir l'organisation des fibrilles, composant des fibres musculaires et donc du muscle. [Fig.3]

Cette technologie n'étant qu'au stade expérimental, les études sur la production de viande de synthèse ne peuvent prédire les impacts et la consommation énergétique qu'auront les industries qui fabriqueraient et commercialiseraient ce produit.

Tout de même, l'objectif serait de libérer des espaces aujourd'hui utilisés pour l'élevage afin d'y cultiver des végétaux et de diminuer l'abattage des bêtes.

L'élevage bovin entraînant l'émission d'une grande quantité de méthane, gaz à fort pouvoir chauffant dans l'atmosphère, l'élaboration d'une production alternative de viande permettrait de réduire ces rejets. Même si, la quantité de CO<sub>2</sub> émise est supérieure pour la production de viande de culture, les effets d'une réduction de méthane ne sont que minimes puisque le CO<sub>2</sub> est un gaz à plus faible pouvoir chauffant que le méthane mais à durée de vie 10 fois plus longue [15].

De plus, les cultures *in vitro* de viandes qui ont déjà été réalisées ont montré que la consommation d'énergie est plus importante pour la production en laboratoire que la production de viande classique. Cela est dû à la fabrication du sérum et au chauffage des incubateurs [16, 17, 18, Fig.4].

C'est en partie pourquoi le premier steak synthétique a coûté au laboratoire 250 000 euros.

On peut imaginer qu'en industrie, la viande de culture n'étant pas en interaction avec des cellules immunitaires comme le seraient les cellules d'un animal, l'énergie dépensée à surveiller et maintenir un environnement stérile et propre à la prolifération cellulaire ne serait pas négligeable ; ainsi que la quantité d'outils à usage unique stériles qui doit être utilisée dans ces procédés.

## LES POISSONS DE SYNTHÈSE

L'aquaculture cellulaire ne concerne pas seulement les poissons mais tous les produits issus de la mer ou de l'eau douce.

Le procédé de fabrication des fruits de mer synthétiques est identique à celui pour les viandes ; seulement les cellules souches utilisées proviennent ici de prélèvements ou des déchets de la pêche, qui serviront à produire une « viande aquatique propre » [19].

C'est là un autre argument en faveur de cette technique : les tissus synthétiques ne contiendraient pas de métaux lourds, de PCB ou autres contaminants que l'on retrouve dans les organismes issus de la pêche. Ils seraient donc meilleurs pour la santé du consommateur.

Plusieurs entreprises travaillent actuellement sur la production de poisson de synthèse,

comme par exemple BlueNalu, Wild Type et Finless Foods, qui utilisent des approches différentes pour cultiver les cellules de poisson en laboratoire.

À ce jour, comme pour les viandes cultivées, les tissus synthétiques ne reproduisent ni les qualités sensorielles, à savoir le goût et la texture, ni les qualités nutritionnelles des tissus *in vivo*.

De ce fait, la production de poisson de synthèse n'a pas encore été généralisée à grande échelle [20].

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour améliorer le côté gustatif et nutritionnel, les rendements et les coûts de production, ainsi que pour répondre aux questions de sécurité alimentaire et de réglementation.

## LES ALIMENTS NON-PÉRISSABLES

Les aliments non-périssables sont des produits alimentaires ayant une durée de conservation très longue, souvent de plusieurs mois voire plusieurs années, sans nécessiter de réfrigération ou de congélation.

Les aliments non-périssables courants comprennent les conserves, les aliments séchés ou lyophilisés, les pâtes, les céréales, les fruits secs, les barres énergétiques, les biscuits, les bouillons en cubes, les thés, les cafés, les épices, les huiles et les vinaigres [21].

Ces aliments ont l'avantage d'être pratiques à stocker, faciles à transporter et souvent économiques. Il est possible d'imaginer donc que ces aliments, facilement transportables, favoriseraient une meilleure répartition des ressources alimentaires dans le monde.

Cependant, il est important de noter que la consommation d'aliments non-périssables à long terme peut entraîner une carence en certains nutriments essentiels, notamment en vitamines, en minéraux ou encore en fibres ; cela pouvant mener à la contraction de pathologies associées telles que le scorbut.

Par conséquent, il est recommandé de les consommer en complément d'une alimentation équilibrée et variée.

## LES OGM : UN SUJET QUI FÂCHE

En 20 ans, la superficie des cultures génétiquement modifiées (CGM) de soja a été multipliée par un facteur 100. Le soja, maïs, coton et colza représentent 99% des CGM [Fig.5].

Seulement 5 pays (États-Unis, Brésil, Argentine, Canada et Inde) concentrent 90% des CGM.

Quasiment 100% des CGM sont génétiquement modifiées dans le but d'obtenir des caractères de tolérance aux herbicides (HT) et de résistance aux insectes (IR) [22].

Les organismes génétiquement modifiés (OGM) sont des organismes vivants dont le matériel génétique a été modifié artificiellement afin de leur donner de nouvelles caractéristiques. Nous n'aborderons ici que les végétaux génétiquement modifiés et non les animaux, car ces premiers sont largement majoritaires.

L'utilisation des OGM dans le domaine agroalimentaire soulève de nombreuses problématiques, notamment en terme de sécurité alimentaire et de protection de l'environnement.

La réglementation européenne, transposée dans le code de l'environnement, dispose notamment qu'« un OGM ne peut être mis sur le marché ou disséminé dans l'environnement sans autorisation préalable. Cette autorisation ne peut être délivrée qu'après une évaluation au cas par cas des risques pour la santé et l'environnement. Les OGM autorisés à la mise sur le marché sont soumis à une surveillance, une traçabilité et un étiquetage » [23].

En agroalimentaire, les OGM peuvent donc permettre, via la manipulation génétique, la résistance aux maladies et aux ravageurs, une meilleure qualité nutritionnelle, une plus grande durée de conservation, une utilisation plus efficace des ressources comme l'eau et les nutriments du sol, et une plus grande productivité.

Par exemple, les CGM HT permettent de se détacher du labourage, et ont augmenté de façon significative l'humidité du sol et diminué son érosion. Cela favorise la séquestration du carbone et la réduction des émissions de gaz à effet de serre [22].

Les OGM permettent aussi de réduire voire de stopper l'utilisation de pesticides. Sans modifier les caractères de productivité, cette technologie permet d'augmenter significativement le rendement des cultures.

Malheureusement, les CGM perdent la grande partie des résultats positifs souhaités lorsque l'on resème les récoltes génétiquement modifiées [24]. Les OGM mènent donc vers une hausse des coûts de semences et vers une dépendance accrue des agriculteurs envers les multinationales semencières.

Il est également possible de se poser des questions sur les impacts que peuvent avoir ces produits sur la santé humaine et environnementale à long terme [22]. Par exemple, les CGM peuvent se reproduire avec les plants initiaux donnant des plants hybrides qui prendraient la place du plant original. À terme cela peut donc mener à une perte de biodiversité. On peut se demander également si l'utilisation de CGM HT ne se ferait pas dans le but de répandre des pesticides pour ne sélectionner que les plants génétiquement modifiés ; ce qui annulerait les effets positifs sur l'environnement.

Une étude parue en 2017 dans Oxford Research Encyclopedias présentant les points positifs et négatifs de l'utilisation des OGM en agroalimentaire [22] a conclu que l'utilisation de cette technologie présente de nombreux points positifs non négligeables à une culture productive, pouvant mener même à une amélioration de l'environnement au niveau local mais aussi mondial. D'un autre côté, la possibilité de modifier les gènes à souhait doit faire preuve d'une réglementation stricte et d'un contrôle poussé afin d'être certain que les produits GM sont propres à la consommation humaine et animale.

## CONCLUSION

Au regard du contexte actuel politique, sociétal, économique et environnemental, l'Homme sera contraint tôt ou tard à modifier son alimentation, ou du moins de modifier sa façon de produire des denrées alimentaires.

Les directions que prend le secteur agroalimentaire mènent vers l'utilisation des insectes dans l'alimentation. Cette source de nutriment possède un rendement global bien plus intéressant que n'importe quel autre type d'apport protéique. Même si environ un tiers de la population mondiale consomme déjà des insectes de manière quotidienne, il faudra entreprendre un travail de communication afin que ce régime soit accepté de tous. L'utilisation de ces nutriments pose également la question des effets sur la santé lors d'un passage brutal à ce régime, notamment sur la composition du microbiote intestinal.

De leur côté, la production de protéines animales de synthèse est bien trop coûteuse en terme d'énergie nécessaire à la production par rapport à l'objectif initial. Cette technologie n'étant pas au point, il faudra encore quelques temps avant de pouvoir voir cette « viande propre », finalement pas si propre vis-à-vis de son bilan carbone, à des prix raisonnables.

Les aliments non-périssables, eux, constituent plutôt des compléments alimentaires permettant d'étendre plus facilement les réserves de nourritures globales sur une longue période. À eux seuls, ils ne peuvent satisfaire une alimentation saine.

Pour terminer, les OGM représentent une possible « voie de sortie » pour le secteur agricole puisqu'ils permettraient d'augmenter le rendement des cultures et de pouvoir adapter les plantes aux différents aléas environnementaux. Cela se ferait tout en réduisant, théoriquement, les impacts de l'exploitation agricole sur l'environnement. Malgré tout, les CGM nécessitent une réglementation très stricte quant à leur commercialisation.

Finalement, on peut se demander s'il n'est pas préférable de modifier notre type d'alimentation en réduisant au maximum les excès et les possibles carences, plutôt que de miser sur un futur régime alimentaire qui n'est, à ce jour, qu'hypothétique.

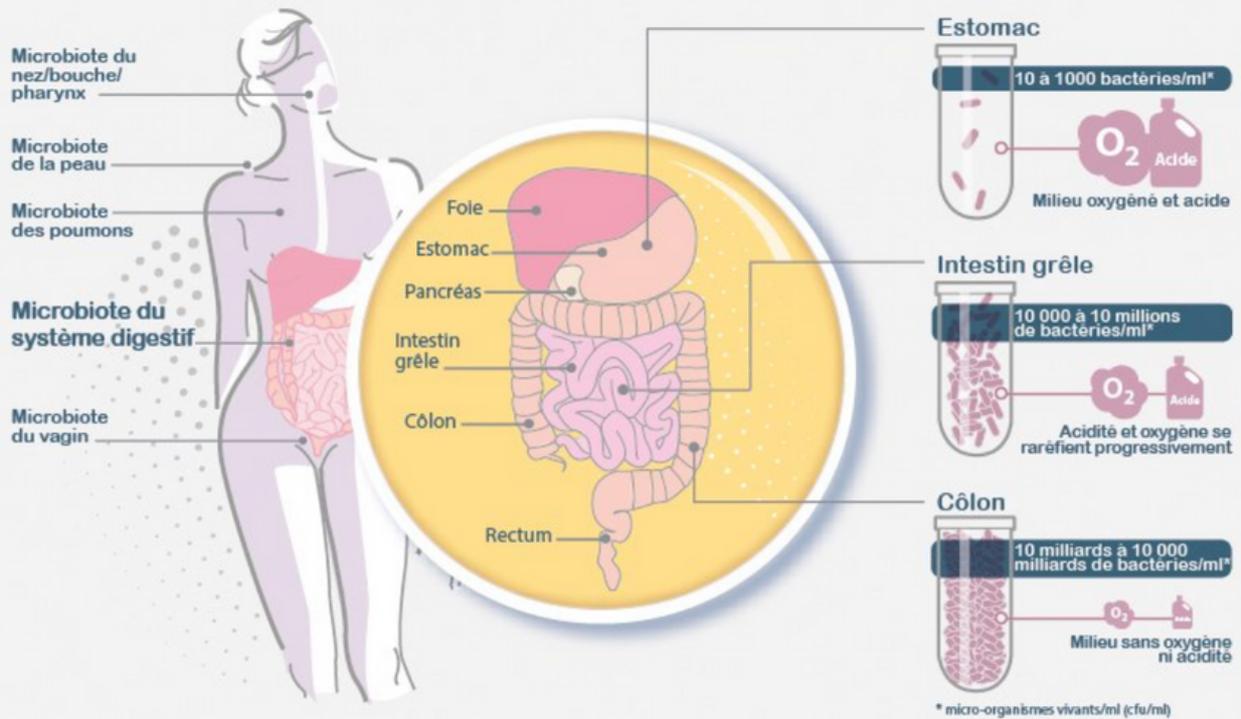
Manger des aliments globalement locaux, moins de viandes et surtout moins de produits transformés permettrait de réduire les émissions mondiales de carbone, favoriserait une meilleure répartition des ressources alimentaires et serait avantageux d'un point de vue santé ; si l'alimentation reste évidemment variée et équilibrée.

# ANNEXES

Le microbiote intestinal est le plus important microbiote du corps.

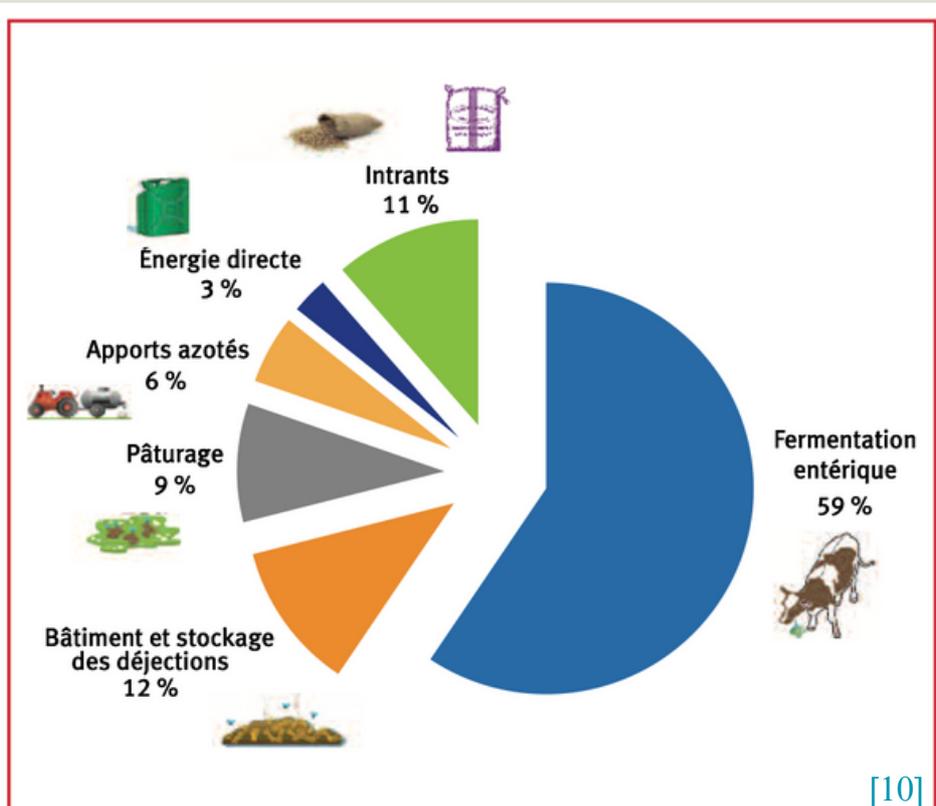
Il colonise les parois de l'estomac et des intestins...

...et se concentre surtout dans le côlon.



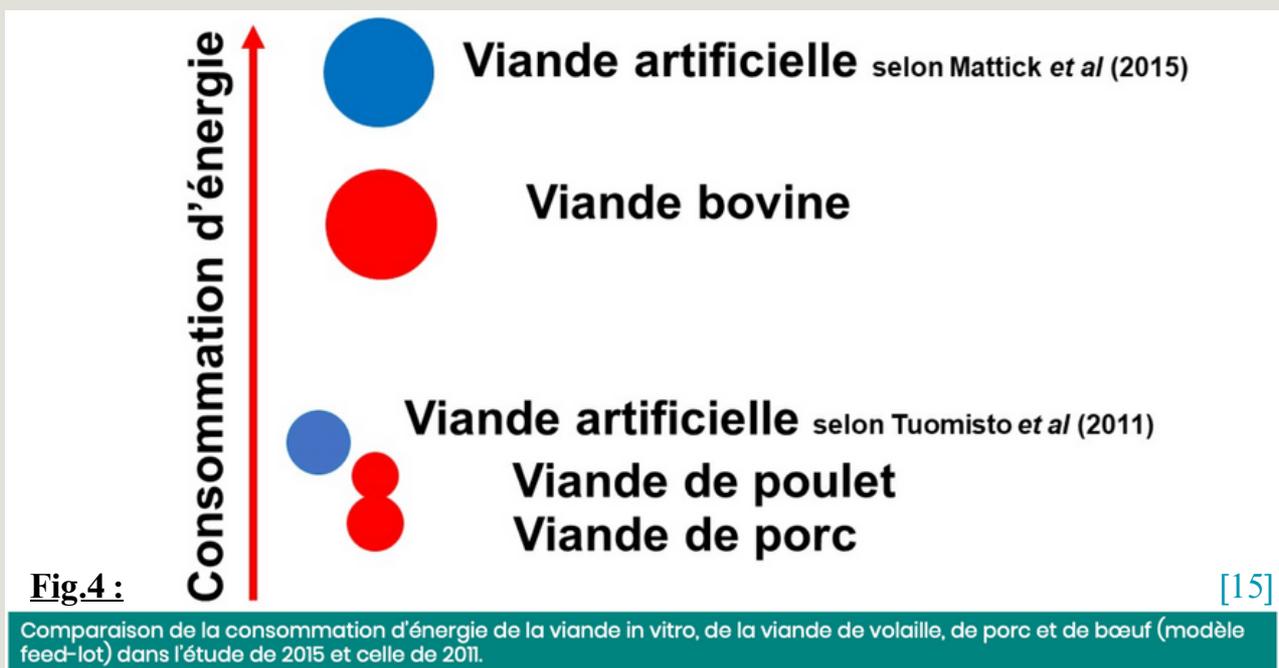
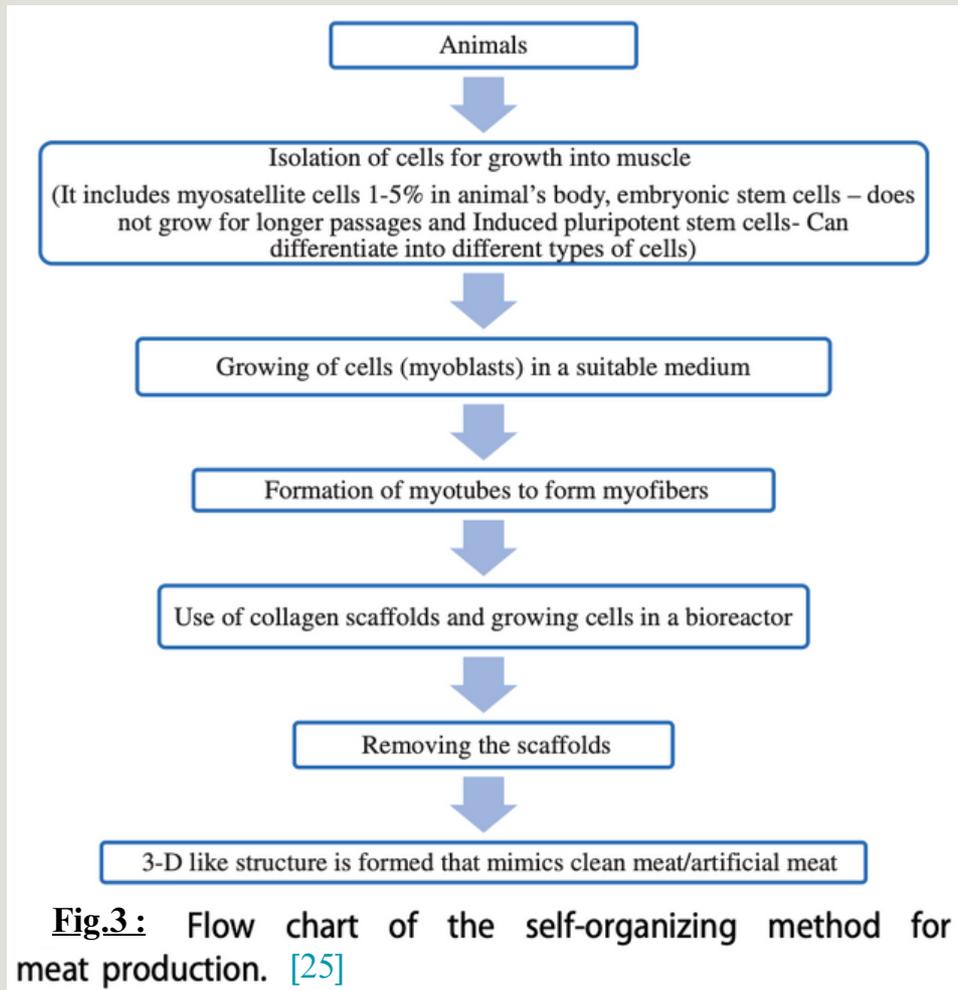
**Fig.1:** Microbiote intestinal © PixScience pour l'Inserm

[9]



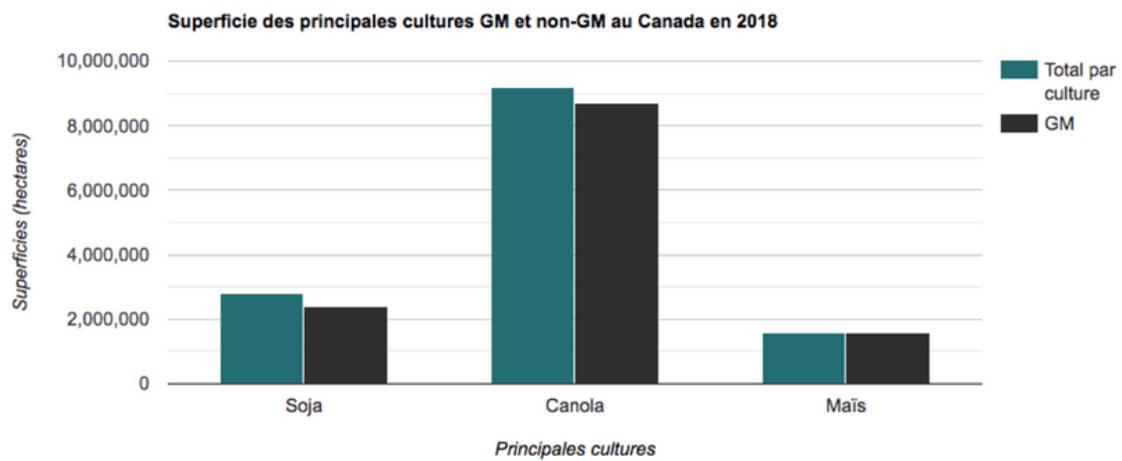
**Fig.2:** Répartition des émissions de GES en élevage bovin viande  
(Source : Institut de l'Élevage . Traitement base de données Réseau d'élevage Inosys)

# ANNEXES



# ANNEXES

**Fig.5:** Superficies principales des cultures GM et Non-GM au Canada en 2018.



# BIBLIographie

- [1] Commission Européenne, le 02/06/2021. <https://ec.europa.eu/newsroom/sante/items/712990/fr> [consulté le 16/03/23]
- [2] Déborah DE COMARMOND, le 09/09/2022. Alimentation du futur : on mangera quoi demain ? *Fournisseur énergie*. <https://www.fournisseur-energie.com/actualites/alimentation-du-futur/> [consulté le 18/03/23]
- [3] INSEE, le 27/02/2022. Changement climatique et effet de serre. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277613?sommaire=4318291> [consulté le 18/03/23]
- [4] OMS, le 06/06/2022. *D'après un rapport de l'ONU, la faim dans le monde progresse et pourrait avoir touché jusqu'à 828 millions de personnes en 2021*. <https://www.who.int/fr/news/item/06-07-2022-un-report--global-hunger-numbers-rose-to-as-many-as-828-million-in-2021> [consulté le 21/03/23]
- [5] INRAE-Ifremer, le 16/05/2022. *Biodiversité et services rendus par la nature : que sait-on de l'impact des pesticides ?* <https://www.inrae.fr/actualites/biodiversite-services-rendus-nature-que-sait-limpact-pesticides> [consulté le 21/03/2022]
- [6] Céline Gallen & Gaëlle Pantin-Sohier, le 02/10/2015. La comestibilité des insectes : étude exploratoire chez les jeunes consommateurs français. HAL. DOI : hal-01208511
- [7] Académie de de Nice, le 27/04/2021. *Les insectes, la nourriture de demain*. [en ligne] <https://webmedias.ac-nice.fr/MediaParc/2021/04/27/les-insectes-la-nourriture-de-demain/> [consulté le 10/03/21]
- [8] Micronutris. [www.micronutris.com/fr/](http://www.micronutris.com/fr/) [consulté le 10/03/23]
- [9] Inserm, le 18/10/2021. Microbiote intestinal (flore intestinale) : Une piste sérieuse pour comprendre l'origine de nombreuses maladies. [en ligne] <https://www.inserm.fr/dossier/microbiote-intestinal-flore-intestinale/> [consulté le 19/03/21]
- [10] Jean-Baptiste Dollé et al, le 07/2015. Élevage de ruminants et changement climatique. *Institut de l'élevage*. ISBN : 978-2-36343-625-2 [consulté le 15/03/23]

# BIBLIOGRAPHIE

- [11] Tubiello F.N. et al, 03/2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks. 1990 – 2011 Analysis. ESS Working Paper No. 2, Mar 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome
- [12] Dong C, Lv Y. Application of Collagen Scaffold in Tissue Engineering: Recent Advances and New Perspectives. *Polymers (Basel)*. 2016 Feb 4;8(2):42. DOI : 10.3390/polym8020042
- [13] Glowacki J, Mizuno S. Collagen scaffolds for tissue engineering. *Biopolymers*. 2008 May;89(5):338-44. DOI : 10.1002/bip.20871
- [14] Lynch J., PierreHumbert R. 2019. Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Frontiers in sustainable food systems*, 3, 5
- [15] Pascale MOLLIER, 06/01/2021. La viande *in vitro*, une voie exploratoire controversée. *INRAE*. [disponible en ligne] <https://www.inrae.fr/actualites/viande-vitro-voie-exploratoire-controversee>
- [16] Uomisto H. L. et al 2011. Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental science and technology*, 45, 6117-6123
- [17] Mattick C. S. et al 2015. Anticipatory lifecycle analysis of *in vitro* biomass cultivation for cultured meat production in the United States. *Environmental science and technology* 49, 11941-11949
- [18] Jean-David PERRON, le 03/2022. L'acceptabilité sociale d'une nouvelle technologie alimentaire : la viande de synthèse. *Université du Québec à Montréal*. [disponible en ligne]. <https://archipel.uqam.ca/15694/1/M17535.pdf>
- [19] Tsuruwaka, Y., Shimada, E. Reprocessing seafood waste: challenge to develop aquatic clean meat from fish cells. *npj Sci Food* 6, 7 (2022). DOI : 10.1038/s41538-021-00121-3
- [20] Parlement Européen, Mara BIZZOTTO [màj le 29/10/2021]. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2021-004804\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2021-004804_EN.html) [consulté le 15/03/23]

# BIBLIOGRAPHIE

- [21] Dabija Dumitru. Les principales méthodes de conservation des aliments.  
[http://www.repository.utm.md/bitstream/handle/5014/5569/Conf\\_Stiinta\\_in\\_LimbiStraine\\_2009\\_pg62-63.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repository.utm.md/bitstream/handle/5014/5569/Conf_Stiinta_in_LimbiStraine_2009_pg62-63.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [22] Rene Van Acker, M. Motior Rahman & S. Zahra H. Cici, le 26/10/2017. Pros and Cons of GMO Crop Farming. Oxford Research Encyclopedias - Environmental Science. DOI : 10.1093/acrefore/9780199389414.013.217
- [23] Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, le 03/01/2023. [en ligne] <https://agriculture.gouv.fr/ogm-le-cadre-reglementaire> [consulté le 19/03/23]
- [24] Association française des biotechnologies médicales, le 26/01/2016. [disponible en ligne] <https://www.biotechnologies-vegetales.com/les-plantes-ogm-actuelles-sont-elles-steriles/> [consulté le 16/03/23]
- [25] Rout Srutee, Sowmya R. S & Annapure Uday S. (2021). Clean meat : techniques for meat production and its upcoming challenges, Animal Biotechnology. DOI: 10.1080/10495398.2021.1911810