

Louvain School of Management

La catégorisation de la viande in vitro afin de réduire les effets cognitifs sur le comportement d'une innovation de discontinuité, dans la commercialisation d'une telle viande en Wallonie.

Auteure : COLLARD Odile
Promoteur: DESMET Carlos
Année académique 2023-2024
Mémoire de fin d'études en vue d'obtenir le titre de
Master 120 en ingénieur de gestion, à finalité spécialisée
Horaire de jour

Remerciements

Avant toute chose, je tenais à remercier quelques personnes qui m'ont aidé à l'élaboration de ce mémoire. Celui-ci représente la fin de mes cinq années d'études en ingénieur de gestion ainsi que la fin de mon master à la Louvain School of Management. Cinq années de pleurs, de rires mais surtout cinq années qui m'ont permis d'être qui je suis aujourd'hui et qui m'ont permis de construire un bel avenir.

Premièrement, je tiens à remercier mon promoteur Monsieur Desmet. Merci de m'avoir suivie le long de mon mémoire, merci pour tous vos conseils, commentaires qui m'ont permis d'avancer.

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont répondu à mon questionnaire afin de rendre cette étude faisable.

Enfin, je tiens particulièrement à remercier ma famille et mes amis qui ont toujours cru en moi et qui m'ont soutenue au quotidien lors de ces cinq années, et encore plus particulièrement lors de l'élaboration de mon mémoire.

Introduction

Depuis plusieurs années je m'interroge sur ma manière de consommer de la viande. En effet, plusieurs fois je me suis demandé si devenir végétarienne serait une possibilité pour moi, mais étant une grande épicurienne, il m'est difficile de me contenter des substituts actuellement présents pour la viande. C'est pourquoi, le sujet de la viande in vitro et sa future acceptation sur le marché belge a été pour moi un bon choix de mémoire. De plus de par mon master en "innovation management", je voulais trouver un sujet lié à une innovation.

Ce mémoire aura pour but de développer le sujet suivant " La catégorisation de la viande in vitro afin de réduire les effets cognitifs sur le comportement d'une innovation de discontinuité, dans la commercialisation d'une telle viande en Wallonie."

Lors de ce mémoire, je commencerai par définir ce qu'est une innovation de discontinuité et je développerai les différentes catégories proposées par Poulain et leurs implications dans les mécanismes cognitifs. Afin de bien comprendre la technologie de la viande in vitro, je débiterai par expliquer pourquoi l'innovation de la viande in vitro répond à différents problèmes liés à l'environnement, la santé et la cruauté animale. Après avoir développé les problèmes et les solutions, je tenterai d'expliquer le mécanisme de production de la viande in vitro. Ensuite, je parlerai rapidement des acteurs principaux sur le marché mondial de cette innovation. Afin de terminer ma partie théorique, je développerai les problèmes techniques et économiques liés à l'industrialisation de la viande in vitro, et je conclurai en détaillant quelques substituts de la viande actuellement disponibles sur le marché.

Lors de ma recherche empirique, je me pencherai sur un des problèmes liés à la commercialisation de la viande in vitro ; à savoir la confiance envers le produit. En effet, j'analyserai la catégorie à laquelle la viande cultivée en laboratoire devrait appartenir selon la classification de Poulain. La classification d'une innovation de discontinuité vise à atténuer les freins cognitifs associés à l'achat d'une telle innovation. Atténuer ces obstacles cognitifs facilitera une acceptation plus aisée par le grand public.

Dans le cadre de cet exercice, je me limiterai aux études concernant la viande bovine.

Table des matières

Remerciements.....	I
Introduction.....	II
Partie 1 : Revue de la littérature.....	1
Chapitre 1 : Introduction	1
Chapitre 2 : Une innovation de discontinuité	2
Chapitre 3 : Les mécanismes cognitifs.....	3
Chapitre 4 : La catégorisation	4
Section 2 : Les problèmes engendrés par la consommation de la viande conventionnelle	8
Chapitre 1 : la consommation de viande	8
Chapitre 2 : Les problèmes engendrés	9
Section 3 : Analyse des avantages de la viande in vitro	11
Chapitre 1 : Diminution de la cruauté animale	11
Chapitre 2 : Diminution des risques pour la santé publique	12
I. Le contact avec le monde non stérile	12
II. L'utilisation d'antibiotiques	12
III. La prolifération des maladies	12
IV. La sécurité liée à la manipulation scientifique	12
Chapitre 2 : Diminution de la consommation d'eau	13
Chapitre 3 : Réduction des gaz à effet de serre	14
Chapitre 4 : Diminution de l'utilisation des terres	14
Section 4 : Le processus de création	16
Chapitre 1 : Un processus ingénierie tissulaire	16
I. Deux phases sont identifiables	16
Chapitre 2 : Les acteurs de cette innovation	18
I. Mosa Meat.....	18
II. GOOD Meat	18
III. Upside Food.....	19
Section 5 : Passer de l'idée à l'industrialisation	20
Chapitre 1 : Du point de vue technologique.....	20
I. Qu'est-ce qu'un muscle squelettique ?	20
II. Une production à grande échelle est-elle possible ?	20
Chapitre 2 : Du point de vue économique	25
I. Les investissements	26

Chapitre 3 : Le mimétisme	26
Section 6 : L'acceptation par le grand public	27
Chapitre 1 : Les problèmes à résoudre	27
Section 7 : Déjà des solutions plus efficaces	28
Chapitre 1 : La viande à base de plantes	29
Chapitre 2 : L'agroécologie.....	29
Chapitre 3 : Les insectes.....	30
Partie 2 : Recherche empirique	31
Section 1 : La question de recherche	31
Section 2 : La méthodologie	31
Chapitre 1 : Le modèle utilisé : la théorie de l'action raisonnée (TAR)	32
Chapitre 2 : Les hypothèses de départ.....	34
Chapitre 3 : La population cible	35
Section 3 : L'étude	35
Chapitre 1 : Composition de l'étude quantitative.....	35
Chapitre 2 : Les instruments utilisés	36
Section 4 : Les données.....	37
Chapitre 1 : Pré-test.....	37
Chapitre 2 : La collecte et le nettoyage des données.....	37
Section 5 : Les résultats	38
Chapitre 1 : Analyse descriptive des résultats concernant la population cible	38
Chapitre 2 : Analyse descriptive des variables.....	40
I. L'attitude : Les catégories perceptuelles selon Poulain et Corbeau.....	40
II. Le contrôle perçu sur la technologie.....	42
Chapitre 2 : Test des différentes hypothèses	43
A. Analyse des 7 catégories selon Poulain, évaluation de l'attitude	44
B. Analyse du contrôle perçu sur la technologie.....	48
Section 6 : Discussion	51
Section 7 : Conclusion	52
Chapitre 1 : Limitations.....	52
Chapitre 2 : Conclusion managériales et générales.....	53
Conclusions managériales	53
Conclusions générales	54
Bibliographie.....	55

Annexes.....	66
Annexe 1.....	66
Annexe 2.....	67
Annexe 3.....	67
Annexe 4 :.....	68
Annexe 5.....	68
Annexe 6.....	69
Annexe 7.....	69
Annexe 7 bis	70
Annexe 8.....	70
Annexe 9.....	71
Annexe 10.....	72
Annexe 10 bis	78
Annexe 11.....	81
Annexe 12.....	84
Annexe 13.....	86

Partie 1 : Revue de la littérature

Chapitre 1 : Introduction

“We shall escape the absurdity of growing a whole chicken in order to eat the breast or wing, by growing these parts separately under a suitable medium. Synthetic food will, of course, also be used in the future” Winston Churchill dans son essai, *Fifty Years Hence*, publié dans le Strand magazine en 1931.

L'idée d'une viande in vitro n'est pas nouvelle. Au contraire, elle est en cours de réflexion partout, même dans les milieux auxquels nous nous y attendons moins, comme nous le montre la réflexion de Winston Churchill.

Historiquement, William Van Eelen (1923-2015) est considéré comme un pionnier dans l'élaboration de l'idée d'une viande totalement produite en laboratoire. Van Eelen est un Néerlandais, étudiant en médecine à Maastricht. En 1940, alors qu'aucune question n'avait été soulevée concernant le réchauffement climatique et les futurs besoins de changer notre manière de consommer, Van Eelen a la brillante idée de reproduire de la viande à base de cellule souche en laboratoire.

Cependant, ce n'est qu'en 2005 que les premiers fonds seront alloués à la recherche dans cette nouvelle technologie. Après de nombreuses années de démarches, Van Eelen a réussi à obtenir un financement de deux millions d'euros de la part du gouvernement néerlandais. Grâce à cette contribution financière que Mark Post chercheur à l'université de Maastricht, in vitro, en collaboration avec un scientifique de l'université d'Utrecht, s'est joint à la recherche et a entamé la fabrication du premier hamburger in vitro.

Après huit ans de recherche, Mark Post a finalement réussi à mettre au point le premier hamburger in vitro, qui a nécessité trois mois de production. Sa dégustation a eu lieu à Londres en 2013. Son apparence rappelait davantage une viande blanche qu'une viande issue d'une vache ; des épices ont été ajoutées pour lui donner une teinte rouge et un goût savoureux. Un aperçu chronologique des différentes étapes de l'évolution de la viande de culture est présenté en Annexe 1.

Mark Post est actuellement le co-fondateur de la société Mosa Meat. Fondée en 2016, cette entreprise est continuellement à la recherche de nouvelles avancées dans le domaine de la

viande in vitro. Cependant, elle n'est pas la seule entreprise sur le marché ; actuellement plus de 20 startups européennes se sont lancées le défi d'y arriver bien qu'elles ne rencontrent que des succès variables, comme nous l'analyserons plus tard.

En 2013, Le premier hamburger a été vendu à 250 000 dollars, et Mark Post estime qu'en 2021, il aurait un coût de neuf dollars. Néanmoins, ce prix n'est pas encore assez concurrentiel pour entrer sur le marché puisqu'un hamburger conventionnel coûte un dollar (voir Annexe 2).

Depuis 2013, les financements et les recherches progressent activement. En effet, en 2020 Singapour est devenu le premier pays à autoriser la commercialisation de viande in vitro par une entreprise américaine, GOOD Meat. Deux startups américaines ont également obtenu l'approbation du département de l'agriculture. À San Francisco, un restaurant a fait le choix d'utiliser exclusivement du poulet cultivé en laboratoire, ce qui est une première aux États-Unis.

Chapitre 2 : Une innovation de discontinuité

Une innovation peut être de différents types. Dans le cadre de ce mémoire, nous allons développer la récente typologie inventée par Robertson (1967)¹, pour décrire une innovation. Nous allons d'abord commencer par rappeler la différence entre une innovation incrémentale et une innovation radicale, puisque la définition de ces deux termes est fortement liée à la nouvelle typologie de Robertson (1967).

La distinction entre une innovation incrémentale et une innovation radicale est due à l'intensité de cette dernière (Lecossier, 2016). Cette intensité se réfère au degré de nouveauté de l'innovation. Certaines ne sont que des améliorations d'un produit ou d'un processus déjà existant, et sont dès lors qualifiées d'innovations à intensité plus faible par rapport à celles considérées comme radicales ou à forte intensité. Ces dernières introduisent un tout nouveau processus ou produit qui demeure encore largement inconnu du public (Lecossier, 2016).

L'innovation incrémentale, comme l'amélioration de l'autonomie d'une batterie, sera davantage classée comme une amélioration d'un produit ou d'un processus existant. Par conséquent,

¹ Robertson, T. S. (1967). *Innovative behavior and communication*. Holt, Rinehart and Winston, New York.

l'intensité de cette innovation sera moins importante que celle d'une innovation radicale. En effet, une innovation radicale se caractérise par la création d'un nouveau produit ou processus qui entraîne la création d'un tout nouveau marché, comme l'illustre l'exemple d'Internet. Ce n'est qu'en 1971 que Robertson, invente une nouvelle manière de qualifier les innovations. Elle se base sur trois nouvelles typologies ; continue, semi-continue, discontinue.

Une innovation continue s'apparente à une innovation dite incrémentale, où l'on ne "réinvente pas la roue", mais où des améliorations sont apportées, telle la nouvelle version de l'iPhone 14.

Une innovation semi-continue, est en revanche une innovation nouvelle mais qui ne perturbe pas les mécanismes cognitifs du milieu dans lequel elle a été créée.

Pour finir, l'innovation discontinue, est une innovation totalement nouvelle qui, va bouleverser les mécanismes cognitifs et constitue un défi plus important pour les équipes de marketing, tel est le cas de la viande in vitro. Elle donne lieu à la création de nouveaux marchés.

De plus, de telles innovations peuvent être à l'origine de nouveaux marchés, de nouvelles catégories... (Lecossier, 2016). Néanmoins, le changement n'étant pas toujours vu de manière positive, une innovation de discontinuité devra relever des défis plus importants que les innovations semi-continues et continues, tel que le challenge des barrières cognitives, qui sera abordé dans le chapitre suivant.

Chapitre 3 : Les mécanismes cognitifs

Dans ce chapitre, nous allons développer ce que sont les mécanismes cognitifs et leur lien avec la recherche.

Premièrement, qu'est-ce qu'un mécanisme cognitif ? Selon la définition du dictionnaire Larousse (2023) il s'agit de : *“ L'ensemble des structures et activités psychologiques dont la fonction est la connaissance, par opposition aux domaines de l'affectivité.”*.

Il est important d'en comprendre la définition car les mécanismes cognitifs jouent un rôle clé dans l'acceptation d'une innovation. Les mécanismes cognitifs font référence à ce que nous connaissons, à ce qui nous semble normal. En effet, ils sont la mémoire, la perception, l'attention, la représentation, le raisonnement, la catégorisation, la prise de décision et la reconnaissance. Face à une interrogation, notre cerveau peut réagir de manière rationnelle et/ou

de manière émotionnelle. Dans le cas d'une acceptation ou non de consommer de la viande in vitro, la décision se fera de manière rationnelle ou émotionnelle, puisque ce sont les mécanismes cognitifs qui nous dictent nos prises de décisions. Il est donc important de connaître ces mécanismes et de les comprendre.

Dans ce mémoire, le mécanisme cognitif choisi est la catégorisation.

Chapitre 4 : La catégorisation

Ce chapitre est consacré à la compréhension du mécanisme cognitif qu'est la catégorisation, et son importance dans la prise de décision. Ensuite, nous aborderons le développement des catégories créées par Jean-Pierre Poulain (2002) et le lien avec le sujet de ce travail.

Tout d'abord, pour être mise en lien avec la viande in vitro, la catégorisation peut être définie en se focalisant sur la catégorisation alimentaire. Elle offre la possibilité de classer les produits alimentaires en différentes catégories, telles que mangeable et bon, mangeable mais pas bon, pas mangeable, et ainsi de suite.

La catégorisation est un processus d'ordonnance et d'encodage, visant les mécanismes qui permettent à notre cerveau de catégoriser, et donc qui nous permettent d'identifier, de comprendre, d'interpréter. Par conséquent, ils nous aident à faire un choix (Alba et Hutchinson, 1987).²

L'importance de la catégorisation dans le cadre d'une innovation est essentielle, car dans un premier temps, le consommateur, en rupture avec le produit, n'arrivera pas à se le représenter dans une catégorie connue et donc ne souhaitera pas le consommer. Plus le produit sera loin d'une catégorie connue par le consommateur, moins le produit rencontrera un succès.

Selon Céline Gallen (2018) dans notre cas, afin de catégoriser un aliment, deux mécanismes sont possibles, l'accommodation ou l'assimilation.

Puisque nous sommes dans le cas d'une innovation de discontinuité, l'assimilation n'est pas conseillée, elle sera d'avantage utilisée lorsque l'innovation peut trouver des points de

² Dimensions of consumer expertise on JSTOR. (s. d.). www.jstor.org.

<https://www.jstor.org/stable/2489367?seq=13>

similarités avec des produits déjà familiers aux publics (Piaget 1962, 1970)³. En effet, l'assimilation est par définition l'acte pour l'esprit de comparer une chose à une autre afin de mieux appréhender l'inconnu. C'est elle qui donne le meilleur résultat pour des innovations incrémentales.

L'accommodation, a donné de meilleurs résultats dans l'acceptation d'un produit comme la viande in vitro. Le principe de l'accommodation selon Céline Gallen (2018), est de changer les représentations mentales que l'humain connaît ou alors d'inventer une nouvelle sous-catégorie, ce qui conduit les consommateurs à trouver tout à fait normal de manger de la viande reconstituée en laboratoire (Bagga et al, 2016)⁴.

Par ailleurs, un article publié par Cairn fait référence à Abric⁵, qui explore l'importance de la catégorisation dans les représentations sociales. Selon lui, la catégorisation est un processus heuristique, réduisant les difficultés de compréhension d'une nouveauté et facilitant sa maîtrise. À la différence de Gallen, Abric soutient qu'il existe quatre processus pour créer des catégorisations : l'analogie, l'inférence, l'anticipation et la compensation.

L'analogie, selon Abric, est la mise en correspondance de deux éléments qui contiennent des similarités.

L'inférence, consiste à reporter les caractéristiques de la catégorie dans laquelle se situe la nouveauté.

L'anticipation, est la catégorisation qui est faite par les individus en fonction de leurs attentes.

Enfin, la compensation fait référence à l'importance que donnent les individus à une catégorie afin que celle-ci soit en accord avec leurs attentes et croyances.

Moreau, apporte en 2001 une autre façon de faire connaître et accepter une nouvelle catégorie. Selon lui, il serait bon d'utiliser des informations déjà connues dans d'autres catégories, familières à l'Homme et qui lui permettrait d'accepter plus facilement cette nouvelle catégorie. Il serait donc intéressant de connaître ces informations familières dans le cas de la viande in

³ Piaget J (1962) *Play, Dreams, and Imitation in Childhood*, trans. Gattegno C, Hodgson FM. New York: Norton.

⁴ Bagga CK, Noseworthy TJ, Dawar N (2016) Asymmetric consequences of radical innovations on category representations of competing brands. *Journal of Consumer Psychology* 26(1): 29–39.

⁵ Abric, J.-C. (2005). *Méthodes d'étude des représentations sociales*.

vitro, afin d'utiliser celles-ci à des fins de marketing. Ce point sera abordé lors de la recherche empirique.

Par ailleurs, Jean-Pierre Poulain a écrit dans son livre "*Penser l'alimentation : entre imaginaire et rationalité*". Il nous dit que les choix alimentaires de la société sont de manière consciente ou inconsciente, liés aux catégories que la société connaît de manière implicite (Fischler, 1990)⁶.

Après avoir montré l'importance de la catégorisation pour notre sujet de recherche, nous allons maintenant nous pencher sur l'étude menée par Corbeau et Poulain en 2002. Poulain détermine différentes catégories pour les aliments, les deux premières étant mangeable et non-mangeable. La catégorie mangeable se divise alors elle-même en deux parties : comestible et non-comestible.

La catégorie comestible se scinde en quatre sous-catégories, allant du consommable mais problématique à l'aliment dit de fête :

1. Consommable mais problématique (par exemple : le sel)
2. Consommable (par exemple : le riz)
3. Le plaisir du quotidien (le chocolat noir)
4. L'aliment d'exception à consommer lors d'occasions (le foie gras)

Ensuite, la catégorie non-comestible, se compose, quant à elle, de cinq catégories, allant du toxique à mangeable mais infect :

1. Les aliments toxiques pour l'homme
2. Le tabou/ l'interdit (le porc dans la religion musulmane)
3. Les non mangeables dans la culture de l'individu (les insectes pour nous européens)
4. Les aliments mangeables mais non appréciés (les épinards pour les enfants)
5. Enfin les aliments dits "infects" (les huîtres pour certains, les escargots pour d'autres)

Ces catégories ne sont pas identiques d'une personne à l'autre. Elles dépendent non seulement de la culture de chacun mais également de son aversion aux risques ou non. (Hoyer, 1997).

⁶ Herpin, N. (s. d.). *Fischler Claude, l'omnivore. Persée.*

https://www.persee.fr/doc/rfsoc_0035-2969_1991_num_32_2_4045

Par exemple, selon Durmaz et al. (2014) dans une étude menée sur la population Turque, 86,8% de la population achète des biens en lien avec sa culture et ses croyances.

Prenons un autre exemple, une étude menée en France, sur base des mécanismes cognitifs humains liés à la consommation des insectes afin de comprendre pourquoi nous ne nous nourrissons pas d'insectes en France.

Comme pour la viande in vitro, les insectes font partie de la classe des innovations de discontinuité selon l'étude menée par Céline Gallen. La catégorie dans laquelle est classée les insectes est "mangeable mais pas chez nous" selon Poulain et Corbeau (2002). En effet, dans certaines cultures et, dans certains pays (Thaïlande, Vietnam par exemple), manger des insectes fait partie du quotidien mais cela est inconcevable pour une culture européenne.

Comme mentionné précédemment, catégoriser un produit influence son appréciation au sein des cultures. La catégorisation d'un produit, telle que celle de la viande in vitro, joue un rôle crucial dans le processus décisionnel d'achat de cette innovation. Il serait donc intéressant de déterminer la catégorie dans laquelle se situe la viande in vitro afin d'acquérir les moyens nécessaires pour favoriser l'acceptation de la viande de culture par le public. Actuellement, cette dernière n'est encore classée dans aucune catégorie.

Poulain dans son étude, nous parle d'une catégorie "mangeable mais pas dans notre culture". Comme la recherche empirique portera sur la recherche d'une catégorie pour la viande in vitro, il est intéressant de détailler la catégorie "mangeable mais pas dans notre culture". C'est pourquoi un certain intérêt a été porté à l'étude menée par Robin et Fallon en 1980, qui identifie trois raisons pour lesquelles certains aliments sont considérés comme non comestibles par la culture occidentale : l'aversion, le danger et le dégoût.

L'aversion serait liée à l'aspect, l'odeur et le goût.

Le danger, est le rejet lié aux problèmes qui peut naître chez l'homme, lors de l'ingérence du produit.

Le dégoût vient de la méconnaissance de l'origine, qui provoque un fort sentiment de rejet.

Section 2 : Les problèmes engendrés par la consommation de la viande conventionnelle

Chapitre 1 : la consommation de viande

Depuis le début de l'humanité, la consommation de la viande a toujours fait partie de leur alimentation. En effet, depuis des millions d'années déjà, l'homme se nourrit de viande, et cette viande mangée par l'homme vient d'animaux qui se nourrissent d'herbe. Le corps humain n'est pas adapté pour manger uniquement de l'herbe de manière brute et des plantes, mais celui des herbivores est composé d'organes spécifiques dans la digestion de cellulose. C'est donc à travers une ingénierie de protéines animale que l'Homme s'enrichit des bienfaits des plantes et herbes (Hocquette, 2016).

De plus, selon l'article " The Myth of Cultured Meat: A Review" publié en février 2020, la population devrait augmenter de 2 milliards d'ici 2050, ce qui engendrera une augmentation des besoins en nourriture de 70%.

Manger de la viande dans notre monde moderne est une habitude mais également un plaisir. Actuellement, seulement 5% de la population se considère végétarienne.

Selon la base de données de l'OCDE, la consommation actuelle de viande bovine dans le monde est de 6,138 kilogramme/habitant, ceci comprenant des pays comme les Etats-Unis avec une consommation de 25,318 kg/habitant et, a contrario, des pays comme l'Inde comptabilisant seulement 0.451 kg/habitant. Ces chiffres représentent l'année 2023⁷.

De surcroît, selon Jeffrey Bartholet (2011) in "Inside de meat lab", les pays en voie de développement seront de plus en plus des consommateurs de viande. En effet, pour ces pays, la viande est un produit de luxe et comme ils seront capables de se l'offrir, la demande sera croissante et la production devra être équivalente. Selon la FAO, les zones urbaines mondiales devraient représenter plus de 70% de la population en 2050 contre 40% actuellement. Toujours, selon Bartholet, la croissance de consommation de viande pour les pays développés n'était que de 98 tonnes en 1980 et passera donc à 100 tonnes en 2060, contre 50 tonnes pour les pays en

⁷ *Perspective agricoles de l'OCDE et de la FAO (Édition 2020)*

voie de développement en 1980 qui eux mangeront jusqu'à 300 tonnes de viande en 2060 (voir Annexe 3) Bartholet (2011).

En outre, étant donné que nos ressources s'amenuisent et que la population mondiale croît, la viande va commencer à devenir chère, ce qui ne fera que creuser les inégalités déjà existantes entre les différents pays du monde. Il semble donc indispensable de trouver un nouveau substitut à la viande.

Nous commencerons donc le développement par les problèmes engendrés par la viande produite de manière traditionnelle et nous nous pencherons sur l'efficacité de la viande in vitro comme solution aux problèmes posés.

Chapitre 2 : Les problèmes engendrés

Premièrement, la viande in vitro permet une production de viande qui permet de ne faire aucun mal à l'animal. En effet, un abattoir moyen peut tuer jusqu'à 47,5 bovins par heure, et un abattoir industriel tournera autour de 73 bovins l'heure (Viande.info, 2022). De plus, dans un élevage intensif, les bovins sont élevés et nourris dans le seul but d'être abattu pour leur viande, ils vivent donc principalement leur vie dans un hangar sans voir le jour (Greenpeace, 2017). Ils sont nourris par des céréales qui peuvent provoquer des troubles digestifs. Et enfin, le moment où les bovins passent à l'abattoir est un moment extrêmement stressant, ce qui va engendrer, des viandes dites à "coupe sombre" mais également exsudatives (Terlouw et al 2015).

En outre, les animaux, dits de rente (élevés pour leur rentabilité) sont gavés d'hormones de croissance ainsi que d'antibiotiques afin d'éviter des infections bactériennes, ce qui peut provoquer une résistance à l'antibiotique et créer un problème pour la santé publique.

De fait, les animaux sont gavés à outrance de différents médicaments. Les trois antibiotiques les plus souvent utilisés chez l'animal d'élevage sont les tétracyclines à hauteur de 25 %, les pénicillines 19% et 16 % les sulfamides (Bayonne, 2023). Ces antibiotiques sont utilisés afin de prévenir diverses maladies.

Actuellement, les élevages de type industriel sont beaucoup plus axés sur l'efficacité que sur le respect de l'environnement ou encore la bonne utilisation des antibiotiques adéquats.

Cependant depuis l'utilisation à outrance des antibiotiques chez l'animal, celui-ci a développé des bactéries dites multi-résistantes. Ce sont des bactéries qui ont été trop exposées à des

antibiotiques et elles y sont par conséquent résistantes⁸. Ceci provoque un danger pour la santé publique car il y a une transmission de ces bactéries multi-résistantes vers l'homme : problèmes intestinaux, difficultés lors de futurs soins thérapeutiques, allergies, toxines....

On peut ajouter les maladies cardiovasculaires, le diabète et le cancer colorectal qui sont liés à une consommation de viande rouge. Selon la publication de Susanne C.Larsson en octobre 2006, une consommation journalière de 120 gr de viande rouge augmenterait les risques de contracter un cancer colorectal de 30%.

Deuxièmement, la viande in vitro aurait son rôle à jouer dans l'amélioration de l'utilisation de nos ressources. En effet, les bovins sont une des sources des problèmes écologiques : à cause de leur digestion, ils produisent du méthane. Le méthane (CH₄) tout en étant à l'origine de 2,4% du réchauffement climatique mondial, est aussi un gaz à effet de serre tout comme le CO₂, le N₂O et le CFC. Cependant il est 25 à 30 fois supérieur au CO₂ en potentiel de réchauffement global, selon le magazine Futura, tout en étant 200 fois moins présent dans l'atmosphère. En effet, le CO₂ reste le gaz à effet de serre le plus problématique au vu de sa présence. Selon l'étude menée par M.Vermolen⁹, en 1995, le Méthane quant à lui est responsable à 7,1% de la production de GES et le CO₂ contre 86,2% pour le CO₂. Ces données représentent la production de gaz à effet de serre en Belgique en 2023 (Climat.be, 2022).

Enfin, le secteur de production de viande est plus polluant que celui des transports dans le monde, ainsi 18% des émissions de gaz à effet de serre sont émis par la production de viande (Tuomisto, 2011).

En conclusion, après avoir analysé l'impact de la viande produite de manière traditionnelle (élevages et abattages), nous pouvons relever que celle-ci entraîne la transmission de maladie, la génération de GES, plus précisément de méthane et engendre de la cruauté envers les animaux. Dans la section 3 nous nous pencherons sur la ou les solution(s) que peut amener la viande in vitro.

⁸ (La santé publique de France, “*Consommation d'antibiotiques et résistance aux antibiotiques en France : nécessité d'une mobilisation déterminée et durable*” Novembre 2016)

⁹ “*Emissions annuelles de méthane d'origine digestive par les bovins en France. Variations selon le type d'animal et le niveau de production*”

Section 3 : Analyse des avantages de la viande in vitro

L'étude menée par Hannah.L Tuamisto en 2011, prenant comme source d'énergie et source de nutriments, l'hydrolysate de cyanobactéries, nous révèle que l'énergie économisée grâce à la viande in vitro, comparée à la viande conventionnelle, peut-être de 7% à 45%, et que l'utilisation des sols peut être réduite de 99%. Enfin que les émissions de gaz à effet de serre émis par la production de viande in vitro seraient inférieures de 78% à 90% en comparaison avec celle de viande conventionnelle. Quant à la consommation d'eau, celle-ci serait réduite de 82% à 96%. Cette étude démontre donc que la viande in vitro est environnementalement plus intéressante que la viande conventionnelle. D'autres études corroborant les propos de Hannah.L seront développées par la suite.

Ces dires sont confirmés par l'université d'Harvard. En effet selon la figure 1 en Annexe 4, la viande créée en laboratoire réduira de 92% les émissions de gaz à effet de serre, de 95% l'utilisation de l'eau mais également des terres utilisées et l'université de Harvard rajoute qu'il y aura une diminution de 93% d'émissions de particules fines.

Les différents points de cette étude seront analysés au travers de cette section.

Chapitre 1 : Diminution de la cruauté animale

Certains experts ont surnommé la “viande sans victime”, la viande cultivée en laboratoire, en effet, elle est un moyen efficace de réduire l'abattage d'animaux d'élevage. Cependant, la viande cultivée en laboratoire n'est pas encore la solution miracle. Précédemment, afin de produire de la viande in vitro il était nécessaire d'utiliser un FBS (sérum bovins fœtal) qui ne peut être trouvé que sur un veau mort, ce qui rendrait la viande in vitro non éthique et non durable. Ce sérum était nécessaire car il avait une forte densité en nutriments et créait par conséquent un milieu de culture cellulaire parfait pour la réplication cellulaire. Seulement une quantité minime était requises mais depuis 2019, une solution a été trouvée afin de ne plus utiliser ce sérum. En effet, Mosa Meat s'est lancé le défi de supprimer totalement l'utilisation de sérum bovin fœtal de sa production en 2016, et c'est en 2019 qu'elle a publié les résultats de l'alternative à ce sérum. Ce point sera développé plus en profondeur lors de la partie sur le processus de création.

Chapitre 2 : Diminution des risques pour la santé publique

La viande in vitro solutionne plusieurs problèmes posés par la viande conventionnelle en termes de santé publique.

I. Le contact avec le monde non stérile

Les animaux sont plus difficiles à protéger, ce qui signifie que la viande est exposée au monde extérieur, aux bactéries, ... Trois agents pathogènes intestinaux provoquent des millions d'animaux malades chaque année. Ces trois agents pathogènes sont le E. coli, Salmonella ou Campylobacter (Hocquette, 2011).

Tandis que l'environnement d'un laboratoire, est contrôlé et fermé. Bien qu'aucun scientifique ne puisse garantir la fiabilité à 100% de son laboratoire.

II. L'utilisation d'antibiotiques

Comme dit précédemment, une utilisation excessive des antibiotiques est problématique dans le cadre d'une viande conventionnelle mais la viande in vitro ne solutionne pas ce problème car l'utilisation d'antibiotiques reste toujours nécessaire dans le milieu en laboratoire afin de prévenir les maladies.

III. La prolifération des maladies

Lors de la production de viande conventionnelle, comme dit précédemment, le but de l'industrie est l'efficacité, donc plusieurs milliers de bovins sont enfermés dans un espace clos et restreint. Cela rend l'endroit favorable à la prolifération de maladies et peut donner comme résultat des épidémies. Bien sûr la viande in vitro n'est pas exemptée de tout risque de prolifération puisque, par exemple, lors de la réplique moléculaire une lignée peut avoir un défaut et manquer de régularité lors de sa réplique.

IV. La sécurité liée à la manipulation scientifique

Le contact animal-homme totalement contrôlé, permet l'élimination des zoonoses¹⁰. Comme le développement des cellules myocytes est sous contrôlée et aseptisée, cela permet de fournir un produit de nature animale sans contamination (Datar, Betti, 2023).

De plus, une manipulation des nutriments est possible afin de rendre la viande in vitro plus saine. Comme vu précédemment, la viande rouge est la cause de diverses maladies, et connaître les nutriments contenus dans celle-ci qui sont à l'origine de telles maladies, nous permettrait d'éliminer ce/ces nutriments et donc de réduire le nombre de personnes touchées par le cancer colorectal, le diabète et les maladies cardiovasculaires.

Comme la viande in vitro est produite à partir de simple cellule et développée entièrement en laboratoire, celle-ci pourra être améliorée et rendue plus saine. En effet, la teneur en acide gras ainsi qu'en oméga-3 pourra être modifiée. Les oméga-3 pourraient donc remplacer les graisses considérées comme nocives pour la santé.

Chapitre 2 : Diminution de la consommation d'eau

Actuellement la production de viande conventionnelle utilise plus de 8% de l'eau douce mondiale (Tuomisto, 2011).

En 2007, la production de viande conventionnelle nécessitait 15 500 m³ d'eau par tonne, selon une étude menée par Hoekstra et Chapagain (2007).

Selon Sinke, Swartz et al., publié sur SpringerLink (2023), l'eau sera utilisée de trois manières différentes dans la production de viande in vitro, dans le milieu de culture cellulaire, le lavage après la récolte et lors du processus de CIP (le nettoyage et la stérilisation des processus médicaux). Ils nous disent que deux litres d'eau par kilogrammes de viande sont nécessaires lors de l'étape de nettoyage. De plus, un système de recyclage de l'eau a été inclus et permettrait de recycler 75% des eaux usées. Ce qui donne au total +/- 90L/kg viande alors que 250 L/kg de viande sont nécessaires seulement dans la production de viande bovine. (Voir Annexe 5). Ces chiffres sont tirés de l'article publié par Springer en 2023, lors de leur étude sur la projection des différentes ressources nécessaires pour la production de viande in vitro en 2023.

¹⁰ Définition selon Organisation Mondiale de la Santé : *"Une zoonose est une maladie infectieuse qui est passée de l'animal à l'homme..."* <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses#:~:text=Une%20zoonose%20est%20une%20maladie%20infectieuse%20qui%20est%20pass%C3%A9e%20de,%27eau%20ou%20l%27environnement.>

Chapitre 3 : Réduction des gaz à effet de serre

En ce qui concerne les émissions nocives pour l'environnement, les futures émissions engendrées par la viande en culture seront essentiellement des émissions de CO₂, résultant de l'énergie requise pour maintenir les cultures.

Cependant, le débat concernant l'avantage ou non de la viande in vitro comparé à la viande conventionnelle, en termes d'impact environnemental est toujours ouvert.

En effet, dans étude menée par J.Lynch et R.Pierrehumbert en 2018, à première vue la viande cultivée en laboratoire comparée à la viande traditionnelle réduit l'impact sur l'environnement. Toutefois, l'étude démontre que sur le long terme, le CO₂ est plus persistant dans l'atmosphère que le CH₄.

De plus, savoir si le système de culture sera plus efficient en termes de réduction sur l'impact environnemental, dépendra de la source de l'énergie utilisée. En effet, il est nécessaire de trouver une énergie plus verte afin de rendre la viande en culture plus avantageuse, comme l'énergie des éoliennes ou des panneaux photovoltaïques.

Dans le cas de la viande in vitro, le gaz à effet de serre produit sera le CO₂ et non le méthane. Lors d'une étude menée par Sinke et al. (2023), trois scénarios ont été calculés. Le premier est le scénario ambitieux, qui utiliserait 50% d'énergie éolienne et des panneaux photovoltaïques et le reste de son énergie serait du gaz naturel. Dans ce scénario l'empreinte carbone serait inférieure à 3kg de CO₂ par kg de viande. Le scénario moyen mondial aura une empreinte carbone supérieure à 14kg de CO₂ par kg de viande (voir étude Springer link, Annexe 6).

Chapitre 4 : Diminution de l'utilisation des terres

Dans une étude menée par Tuomisto et al. en 2011, la production de viande occupe environ 30% des surfaces de la terre.

Or d'après les dernières études, il semblerait logique de conclure que la viande in vitro réduira l'utilisation des terres.

En effet, l'utilisation de prairies, fermes, abattoirs, les champs pour produire la nourriture nécessaire à l'alimentation du bétail, ... sera moindre voire plus nécessaire du tout. Il ne subsisterait qu'un seul bâtiment qui pourrait produire à l'échelle industrielle de la viande en culture, ce qui nous permettra d'utiliser nos terres de manière plus durable.

De plus, les bioréacteurs ne demandent pas beaucoup de place. Dans l'étude menée par Springer Link en 2023, quatre bioréacteurs d'une capacité de 2 000 litres seraient nécessaires pour produire 3080kg de viande. Une installation verticale permettrait une optimisation encore plus conséquente de l'utilisation des terres. Ainsi que la diminution de la déforestation.

Section 4 : Le processus de création

Chapitre 1 : Un processus ingénierie tissulaire

Eurogct définit l'ingénierie tissulaire de la manière suivante : *“L'ingénierie tissulaire fait partie du domaine de la bio-ingénierie. La bio-ingénierie est une vaste discipline qui combine les principes de la biologie et de l'ingénierie et que l'on décrit parfois comme l'étude de la biologie sous l'angle de l'ingénierie.”*. L'ingénierie tissulaire est composée de plusieurs techniques : la culture cellulaire, les méthodes d'ingénieries et la science des vivants.

La viande cultivée en laboratoire est issue d'un processus d'ingénierie tissulaire ayant pour but de reproduire un morceau de viande comme nous le connaissons actuellement, avec des nerfs, de la graisse, et une structure musculaire.

Les Annexes 7 et 7 bis représentent le processus sous forme de diagramme et ses différentes étapes du processus.

Pour cela, il faut procéder à une extraction de cellules sur un animal. L'extraction se fait par la biopsie d'un morceau de muscle d'un animal vivant mais également grâce à des cellules embryonnaires. Qui ont pour rôle la multiplication cellulaire alors que les cellules issues du muscle vont aider à reproduire des cellules musculaires.

I. Deux phases sont identifiables

i. La première sera la prolifération

Les cellules sont placées dans un bioréacteur. Ce bioréacteur qui assure la réplication cellulaire. Ces cellules ont besoin d'un environnement spécifique afin de se répliquer et produire le résultat souhaité. Des hormones de croissance ainsi que des nutriments doivent être apportés dans le processus de réplication cellulaire afin d'imiter le mieux possible la maturation musculaire. Lors de cette étape les cellules sont mononucléaires et les cellules satellites n'ont besoin que d'une concentration en sérum de 30% (Mortiz, 2015).

Il existe des limitations du processus technique. Un des objectifs difficiles est de maintenir une stabilité dans la multiplication cellulaire. Il ne faut pas qu'une lignée de cellules décline. Les cellules devraient se répliquer toutes seules avec les bonnes conditions.

ii. La seconde consiste en la différenciation

Celle-ci dure entre deux et huit semaines (Universités de Harvard, 2022). Les cellules souches seront différenciées afin de créer des cellules musculaires. Lors de cette étape, les cellules deviennent multi nucléaires.

La cellule musculaire se développe en trois étapes a) myoblastes b) myotubes c) myocytes, avant de devenir un muscle comme nous le connaissons. D'abord, la cellule musculaire est une cellule myoblaste, et elle se multiplie pour former un myotube, une cellule plus longue composée de plusieurs noyaux. Enfin, les myocytes sont le produit de la synthèse des myotubes. Ces cellules présentent une capacité d'auto-organisation (Cadot, 2018).

Ensuite, les différentes couches de myotubes vont être superposées afin de créer un morceau de viande en 3D (Datar et Betti, 2023). Cette auto-organisation se fait à l'aide d'un hydrogel.

Lors de cette étape, seulement 3% de sérum sont nécessaires (Mortiz, 2015).

Deux études nous parlent du peu de cellules souches nécessaires afin de produire de la viande in vitro, la première est l'université d'Utrecht et la seconde est l'université d'Harvard.

Selon, les scientifiques de l'université d'Utrecht, à l'occasion de leurs travaux en collaboration avec Willian Van Eelen, il serait suffisant de prélever une seule cellule souche sur un bovin pour répondre à la demande mondiale de viande.

De plus, dans l'article "*(Meat) pie in the sky? – When will our appetite for lab-grown meat be satisfied?*" publié par l'université d'Harvard en 2022, le rendement de la viande en culture serait remarquable avec un échantillon de tissu reproduit in vitro générant jusqu'à 10 000kg de viande, et dans ce cas, seulement 150 vaches seraient nécessaires pour nourrir la population mondiale.

Afin de favoriser la croissance des embryons, il est nécessaire d'utiliser un sérum de bovin fœtal. Comme nous l'explique l'article publié le 26 octobre 2019 par Dietrich Knorr, ces cellules vont se multiplier jusqu'à atteindre des billions de cellules et par la suite celles-ci vont fusionner afin de créer des myotubes, qui sont la formation de plusieurs myoblastes durant le processus de la myogenèse.

Chapitre 2 : Les acteurs de cette innovation

A l'heure actuelle, plus de 98 entreprises se sont lancées dans l'industrialisation de cette viande dont 40% des entreprises situées en Europe, 35% en Amérique et 15% en Asie (Yongli Ye, 2022). Cela met l'Europe en tête de podium dans la course à l'industrialisation.

Certains pays commencent déjà à se différencier sur le futur marché de la viande in vitro en essayant de concevoir des viandes en culture avec des animaux encore peu connus pour leurs viandes, ainsi l'Australie tente de produire de la viande in vitro de kangourou et d'alpaga par exemple.

Dans ce chapitre seront développées en quelques mots trois entreprises intéressantes dans le secteur de la viande in vitro : Mosa Meat, car celle-ci est l'une des pionnières, GOOD Meat car celle-ci a été la première entreprise Américaine à commercialiser sa viande à l'étranger, et enfin Upside Food car elle est l'entreprise en concurrence directe avec GOOD meat.

I. Mosa Meat

L'une des startups la plus connue est Mosa Meat, avec son quartier général implanté à Maastricht depuis 2016. Elle est aussi la plus prometteuse. En effet, comme dit précédemment, c'est lors de l'élaboration du premier hamburger par Mark Post en 2013, co-fondateur de Mosa Meat, que l'entreprise a vu le jour.

En 2019, Mosa Meat a trouvé une solution alternative au FBS (sérum bovin fœtal), et ce point sera développé dans la prochaine section.

En octobre 2022, Mosa Meat a lancé un nouveau centre de production industrielle à Maastricht, pour sa viande in vitro. Mosa Meat a reçu la "B Corp certification" en septembre 2023.

II. GOOD Meat

GOOD Meat, est une autre startup au cœur de l'action. En effet, c'est en 2020 que Singapour est devenu le premier pays à autoriser l'entreprise GOOD Meat à commercialiser ses nuggets de poulet produit en culture.

Le quartier général se situe en Californie mais c'est à Singapour qu'en janvier 2023, GOOD Meat va installer un bioréacteur d'une capacité de 6 000L.

Après avoir reçu l'accord des différentes autorités des Etats-Unis (US Food, USDA et FDA)¹¹, un premier restaurant a ouvert à Washington, servant les poulets en culture de l'entreprise GOOD Meat. Les différents nutriments que composent leurs poulets in vitro sont, pour 100grammes, ; calories à hauteur de 90 Kcal, 14gr de protéines, 3gr de graisse. Un blanc de poulet conventionnel, compte 160Kcal, 26gr de protéines et 14gr de graisse.

III. Upside Food

Auparavant appelée Memphis Meats lors de la création de l'entreprise en 2015, il faudra alors attendre six ans afin de connaître l'entreprise Memphis Meats telle que nous la connaissons maintenant. Elle se situe à Berkeley.

Lors de leur rebranding en 2021, ils ont également ouvert un centre appelé EPIC, en collaboration avec un chef triplement étoilé, Dominique Crenn, afin de devenir le centre de production de viande le plus avancé aux USA en termes de technologie.

Upside Food ne se concentre pas uniquement sur la viande telle que le poulet et autre, elle se lance aussi dans la recherche sur les fruits de mer, ce qui la différencie de ses concurrents.

¹¹ FDA : Food and Drug Administration
US Food : entreprise d'agroalimentaire
USDA : United States Department of Agriculture

Section 5 : Passer de l'idée à l'industrialisation

Chapitre 1 : Du point de vue technologique

Après avoir analysé les raisons de l'intérêt actuel pour la viande in vitro, nous allons nous attarder sur l'industrialisation de celle-ci, en nous basant sur diverses études scientifiques.

I. Qu'est-ce qu'un muscle squelettique ?

Le muscle est un élément essentiel autant dans le corps d'un humain que dans celui des animaux. Il n'existe que peu de différences entre les muscles ; elles seront toutefois accentuées lorsque le muscle est utilisé en tant que viande. En effet, les deux caractéristiques majeures du muscle sont ainsi distinguées : d'une part, l'adipocyte, qui représente le dépôt de graisse sur la viande et détermine sa richesse gustative, et d'autre part, le stroma, qui constitue le tissu conjonctif de la viande et est crucial pour sa texture.

Mais il est également important de savoir que c'est au cours de la myogenèse que le muscle se constitue, phase qui déterminera en grande partie le muscle dont la croissance sera sous surveillance des nerfs, hormones et cytokines Orzechowski (2015).

II. Une production à grande échelle est-elle possible ?

Nous avons vu que la viande in vitro permettrait de diminuer l'utilisation des terres, la production de gaz à effet de serre, la consommation d'eau et finalement mettre un terme à la cruauté envers les animaux de rente. Il est donc intéressant de se pencher sur la réalisation d'un système de production de viande in vitro dit "IMPS".

L'avantage d'un tel système est double : le temps et la localité. En effet, comme le système IMPS permettrait de produire de la viande de manière nationale, sa production pourrait être contrôlée et serait ainsi en accord avec la demande nationale (Datar et Betti, 2023). De plus, un tel système permettrait une diminution des pertes de production. Contrairement, à la production de viande conventionnelle, qui dépend non pas de la demande mais de l'offre, les producteurs produisent ce qu'ils peuvent et les acheteurs achètent ce qu'ils veulent. Avec un système IMPS, chaque pays pourrait produire la viande nécessaire en temps voulu et en quantité en accord avec la demande.

Selon, Jean- François Hocquette (2016), cinq grands défis devront être relevés dans l'industrialisation de la viande in vitro.

Le premier défi : la viande in vitro devra garder une stabilité lors de la réplication cellulaire. En effet, les cellules vont devoir se multiplier ce qui peut créer une instabilité génétique, qui peut être une source de cellules cancéreuses. Cependant, selon Hocquette (2016), ces cellules cancéreuses ne représentent aucun danger pour l'homme. En effet, lesdites cellules seront ingérées et digérées par l'homme alors que celles-ci seront mortes.

Le deuxième défi : est l'utilisation d'un sérum fœtal pose problème dans l'industrialisation de la viande in vitro. Ce sérum est utilisé dans le milieu de culture de prolifération des cellules. En effet, il s'agit d'un milieu riche entre autres en hormones, nutriments, et il est indispensable pour la prolifération des cellules. Ce milieu riche est mélangé avec ce sérum dont la composition est secrète. Cependant ce sérum fœtal n'est pas une option acceptable notamment du point de vue éthique, car il est prélevé lors de l'abattage de vaches enceintes, le fœtus est maintenu vivant afin de prélever son sang ; des recherches sont en cours afin de trouver une solution alternative. Il s'agirait de la constitution d'un milieu synthétique à base de levures/de champignons ou éventuellement d'extrait de bactéries.

D'ailleurs, Mosa Meat pense avoir trouvé une alternative à ce problème. Il s'agirait d'un milieu de transcriptomique et de protéomique (FoodNavigator, 2022)¹². Cette alternative a été trouvée grâce à une compréhension approfondie du phénomène de différenciation des cellules souches en cellules musculaires, grâce aux séquençages de l'ARN (Nature Food, 2022).

L'avantage de cette alternative est aussi son prix ; celle-ci serait 80% moins cher que le sérum foetal (FoodNavigator, 2022).

Mosa Meat a breveté cette solution sans sérum. Cette société a fait le choix de rendre publique cette information et de jouer la carte de la transparence, ce qui permet une collaboration entre les différentes startups, afin de créer une évolution collaborative et révolutionnaire¹³.

¹² la protéomique est l'étude des protéines dans les cellules et la transcriptomique est l'étude de l'ensemble des ARN messagers au moment de la transcription en génome

¹³ Cfr l'article du 13 janvier 2022, *“Les défis techniques auxquels l'industrie de l'agriculture cellulaire est confrontée ne peuvent être surmontés qu'en travaillant ensemble. Nous sommes donc heureux de partager nos connaissances aujourd'hui. Nous sommes impatients de partager*

Le troisième défi : est le biomatériau nécessaire à la formation des cellules en tissu musculaires. Ce biomatériau permet le soutien des cellules entre elles par un gel fournissant temporairement un soutien à la connexion entre les cellules. Ce gel est composé de collagène et de Matrigel. Mais tout comme le sérum bovin, ce gel n'est pas une solution viable pour une industrialisation, car trop coûteux.

Le quatrième défi : des bioréacteurs sont nécessaires à la réalisation de viande in vitro. Ils permettent la réplication des cellules et donc la création de viande in vitro, ces bioréacteurs sont en cours d'amélioration. Ainsi, le premier hamburger (en 2013) a été créé en culture bidimensionnelle mais pour passer à l'industrialisation, une culture tridimensionnelle est nécessaire. Certains scientifiques se sont penchés sur la question et deux solutions se présentent, à savoir soit la création d'un incubateur à suspensions soit d'un bioréacteur à lit compact.

Le cinquième et dernier défi : le mimétisme. Ce point sera développé dans la suite de ce travail.

M.Mortiz et ses deux autres collaborateurs sont plutôt positifs à l'égard d'une future production industrielle de la viande in vitro. Ce qui n'est pas le cas de Orzechowski, qui pense que la technologique actuelle n'est pas encore prête (2015). Ce sentiment est partagé par Kadim et ses collaborateurs dans leurs études également publiées en 2015. Nous avons fait ce choix de développer ces trois études en raison de leur point de vue intéressant sur le sujet qui nous occupe.

i. Le point de vue de Mortiz

Selon M.Mortiz, une industrialisation à grande échelle est concevable car cela existe déjà pour d'autres cellules souches.

Le but d'une industrialisation doit être de pouvoir répliquer les cellules de manière régulière et stable, tout en réduisant les ressources nécessaires à cette réplication, c'est-à-dire le milieu de culture. Pour cela, il est nécessaire de cultiver les cellules souches dans des bioréacteurs dans

d'avantage nos progrès à l'avenir, ainsi que de voir des progrès continus dans notre nouvelle industrie dans un avenir proche."

lesquels il y a des suspensions. Trois systèmes seraient industrialisables, l'utilisation de micro-porteurs, une formation d'agrégat cellulaire et un bioréacteur à lit compact (Annexe 8).

Le coût de la production a une importance capitale dans l'industrialisation de la viande in vitro. En effet, il est nécessaire d'optimiser l'efficacité de la production, car le coût de production se répercute sur le prix de vente et donc sur le choix du consommateur ou non de consommer de la viande in vitro (Mortiz, 2015).

Les micro-porteurs

Les micros-porteurs permettent une juxtaposition des cellules, en effet les billes, composées de polystyrène, permettent aux cellules de s'accrocher aux billes puis les unes aux autres et former ainsi des amas. Il est nécessaire de s'assurer que les nutriments et autres éléments soient bien mélangés dans ce milieu ; ce mélange se fait grâce à un bioréacteur ou une roue à aube.

Dans le cas des micros-porteurs, la phase de multiplication et la phase de différenciation se font sur les micro-porteurs directement, car ces deux phases ne doivent pas nécessairement être réalisées de manière distincte. L'un des défis pour passer de l'idée à l'industrialisation réside dans la réduction des manipulations, car moins de manipulations signifie moins de risques, une plus grande facilité, et par conséquent, une meilleure sécurité.

Les cellules agrégées

Quant aux les cellules agrégées, elles sont développées en amas grâce à une forte densité de cellules souches et un milieu très riche en nutriments, et elles forment alors des agrégats en suspension.

Une combinaison des deux systèmes est également possible, car en effet combiner des micros-porteurs avec des cellules agrégées donne de bons résultats (Philips, 2006)

Le bioréacteur à lit compact

L'avantage d'un bioréacteur à lit compact est l'immobilité des cellules dans celui-ci. En effet, les micros-porteurs y sont statiques dans le bioréacteur, le milieu va être diffusé par le haut et pas le bas des cellules qui, elles, sont immobiles. Comme les cellules sont statiques une meilleure oxygénation est possible.

Pour terminer, selon Mortiz, une production à grande échelle est possible. Pour ce faire, il suffit d'augmenter petit à petit la taille des cultures cellulaires. Par exemple, si la culture cellulaire

se fait par micro-porteurs, il est simplement nécessaire d'augmenter le nombre de billes tout en s'assurant que les nutriments soient toujours bien diffusés. Et les impacts sur les manipulations sont minimes.

ii. Le point de vue de Orzechowski

Selon Orzechowski, et comme dit précédemment, la caractérisation d'un morceau de viande repose sur le stroma et les adipocytes. Il devient essentiel de comprendre les préférences des consommateurs pour déterminer efficacement le développement de la viande in vitro afin qu'elle corresponde aux goûts des acheteurs.

Orzechowski, affirme que la viande in vitro présente un avantage tel que le contrôle total durant la myogenèse. Cependant il nous dit qu'il serait utopique de penser que la viande pourrait s'appeler "viande sans cruauté" alors que l'utilisation d'un sérum fœtal reste d'actualité.

En effet, le problème du sérum fœtal reste un souci important si la viande in vitro veut toucher un plus large public. Selon lui, les personnes ne mangeant pas de viande seront réticentes à l'achat de viande in vitro si celle-ci n'est pas 100% sans protéines animales. Cette population représente plus de 5% de la population mondiale, et comme celle-ci est grandissante, elle n'est pas à négliger.

De plus, le coût de la technologie est encore beaucoup trop élevé pour penser à une commercialisation. Il pense donc que pour l'instant, la biotechnologie n'est pas encore au point.

iii. Le point de vue de Kadim

Comme les scientifiques précédents, Kadim soutient que l'étape la plus cruciale lors de l'industrialisation de la viande artificielle sera d'identifier un milieu favorable pour les cellules et disponible en grande quantité.

Et il ajoute qu'il est important de développer un bioréacteur capable de faire circuler correctement les nutriments, hormones et oxygène pour les fibres musculaires en création. En effet, l'idéal serait de reproduire des vaisseaux sanguins dans le bioréacteur afin de s'assurer que toutes les fibres musculaires aient un bon apport en nutriments, hormones et oxygène afin d'imiter au mieux la croissance d'un muscle conventionnel.

iv. Le point de vue de Langelaan

En dernier lieu, en 2010, Langelaan et ses collaborateurs, ont pensé qu'une industrialisation était possible sous deux conditions : il est nécessaire de trouver une cellule souche adéquate et un bioréacteur à trois dimensions, afin que l'industrialisation soit économiquement viable.

Les cellules souches sont les cellules les plus prometteuses, elles peuvent se multiplier à l'infini et par la suite, se différencier. Les cellules satellites ressortent du lot. En effet, ces cellules sont prélevées sur un animal adulte et sont par conséquent déjà développées. De plus, prendre des cellules satellites semble le plus efficace car celles-ci se différencieront d'office en cellules musculaires. Faire le choix d'une cellule embryonnaire est plus complexe car il faudra s'assurer que lors de la différenciation, elle évolue bien en cellules progénitrices myogéniques, ce qui comporte un risque. Néanmoins, les cellules embryonnaires ont une plus grande capacité à se proliférer que les cellules satellites.

Chapitre 2 : Du point de vue économique

Un autre point de vue à prendre en considération est l'angle économique. Comme beaucoup d'autres nouvelles technologies, la viande in vitro va devoir passer d'un produit de luxe à un produit abordable.

Pour Erika Clugston, dans un article publié en 2019, la viande in vitro n'est pas encore économiquement viable. Bien que nous soyons passés de 250 millions d'euros pour un hamburger à 9 euros en 2025, cela reste encore trop élevé lorsque le prix d'un hamburger classique est d'un euro en moyenne dans le commerce. L'Annexe 2 nous montre une évolution du prix du hamburger in vitro dans le temps (Harvard, 2022).

Mosa Meat, a pour intention de commercialiser sa viande en 2024. Selon Beckie Calder-Flynn, la coordinatrice des opérations chez Mosa Meat, durant les prochaines années, le défi sera de rendre le hamburger in vitro accessible au prix d'un euro.

De plus comme, la production de la viande de culture est plus efficace que la viande conventionnelle, on pourra facilement la rendre moins chère (Erika Clugston, 2019). En effet, dans la viande in vitro nous pouvons compter que les coûts de transport-abattage-production-élevage sont supprimés. De surcroît, comme vu précédemment une diminution de l'utilisation des terres est aussi un argument économique et écologique. Clugston, nous précise que seule la viande nécessaire sera produite en miroir avec la demande des consommateurs, ce qui la rendra plus efficace et plus rentable.

I. Les investissements

La plupart des investissements dans la viande in vitro proviennent des entreprises du secteur alimentaire. En 2016, les entreprises produisant de la viande de culture ont reçu plus de 490 millions de dollars en investissements directs (Ye, 2022)

Chapitre 3 : Le mimétisme

Afin que la viande in vitro soit commercialisée, celle-ci doit avoir la même texture, le même goût, la même odeur et le même aspect que la viande traditionnelle, c'est ce qu'on appelle le mimétisme. Le mimétisme faciliterait l'acceptation de la viande in vitro par le grand public mais également l'autorisation à porter le nom de viande.

Cependant, la viande in vitro, qui résulte de la multiplication des cellules souches et de leur différenciation pour former des cellules musculaires, ne reproduit pas encore fidèlement la viande telle que nous la connaissons : en effet, elle ne contient pas de nerfs, de sang ni de graisse.

Deux phénomènes sont dès lors impossibles dans une viande cultivée en laboratoire.

En effet, lors de l'abattage, la viande n'est plus fournie en oxygène, ce qui va avoir pour résultat une diminution du pH.

Effectivement, comme l'explique Annet Hoek et ses cinq collaborateurs (2011), dans les supermarchés actuels, nous pouvons trouver de la viande qui a été maturée pendant 6 mois, voire 12 mois. Ce processus de maturation est en réalité une séquence d'enzymes qui, en décomposant le glycogène en acide lactique, réduit le pH dans le muscle, entraînant ainsi une diminution des protéines musculaires et rendant la viande plus tendre.

De plus, comme l'a démontré l'étude de M.Capot et sept autres collaborateurs en 2007, cette étude visait à mettre en évidence les variations d'adiposités et de carcasses entre les différentes espèces de bovins. Ils ont conclu que deux enzymes leptine et le G6PDH sont deux facteurs associés aux marques de marbrage sur la viande, ce qui les positionne comme des éléments essentiels dans la composition de la viande de boucherie.

Cette étude met en évidence la complexité de la viande, et par conséquent, celle de la viande in vitro à devenir concurrentielle sur un futur marché.

A cela s'ajoute la couleur de la viande. La viande rouge telle que nous la connaissons obtient sa couleur rouge grâce à la présence de myoglobine. Ce qui n'est pas encore le cas pour la viande in vitro, qui elle est jaune.

Section 6 : L'acceptation par le grand public

Chapitre 1 : Les problèmes à résoudre

Comme on l'a dit précédemment, le choix de manger de la viande dépend de différentes raisons : croyances religieuses ou culturelles, soucis du bien-être animal ou encore, problèmes de société. De plus, opter pour une alimentation végétarienne et se tourner vers des substituts de viande demeure un choix davantage fait par des individus plus instruits et plus aisés, comme l'indique une étude d'Annet Hoek et al (2011).

En effet, les personnes riches et instruites souhaitent une nourriture en lien avec leurs croyances et s'en donnent les moyens. Alors que la viande conventionnelle à son début était un produit réservé aux riches et les personnes moins aisées se nourrissaient de produits plus abordables tels que les légumes et les fruits. Nous pouvons observer une tendance inverse avec les substituts à la viande. En effet, les personnes riches cherchent à ne plus manger de la viande afin que leur alimentation soit en accord avec leurs idéaux.

Cependant, nous pouvons observer un mécanisme de diffusion, à savoir que le public défavorisé va vouloir imiter les riches et donc diminuer leur consommation de viande. Ce mécanisme est un argument clé à utiliser dans l'acceptation de la viande in vitro.

De plus, afin que la viande in vitro soit acceptée par le plus grand nombre, celle-ci doit combiner quatre éléments clés : être sûre, bonne pour l'environnement, en accord avec les croyances publiques en termes de bien-être animale et enfin, ressembler à de la viande conventionnelle en tous points.

Les 3 derniers éléments traités précédemment, nous allons donc nous attarder sur le thème de la sécurité.

Comme nous le montre la pyramide de Maslow, après avoir satisfait le besoin le plus important c'est-à-dire les besoins physiologiques (manger, boire, dormir), alors le second besoin devient le besoin de plus important, celui de la sécurité. Il est donc nécessaire dans la communication et l'appellation de la viande in vitro de rassurer le public (Annet Hoek et al.,2011).

En outre, l'utilisation du terme "viande" et non pas "muscle cellulaire" lorsqu'on parle de viande in vitro a tout son sens cela permet au public d'être plus enclin à consommer de la viande in vitro. (Annet Hoek et al., 2011).

Enfin les médias ont aussi un grand rôle à jouer dans cette acceptation. En effet, le monde, devient de plus en plus urbanisé, et s'éloigne de la ruralité et par conséquent de la connaissance de l'élevage. De surcroît, il y a une méconnaissance croissante sur le sujet de la viande artificielle. Les médias vont devoir informer le public a son sujet car celui-ci est toujours désireux de consommer de la viande, mais seulement s'il en connaît la provenance¹⁴.

Comme mentionné antérieurement, la culture est l'un des freins les plus importants dans l'acceptation de cette innovation. Cependant, il est également important de prendre en compte l'expérience comme frein à cette innovation. En effet, lorsque certaines personnes sont réfractaires à l'idée de faire quelque chose ou manger quelque chose, dans notre cas, de la viande in vitro, l'expérience pourrait être une solution à ce problème. Donner la chance à certaines personnes d'expérimenter cette nouvelle façon de manger de la viande leur permettraient d'être plus enclins à en consommer, et donc à en acheter.

Section 7 : Déjà des solutions plus efficaces

Depuis quelques années déjà, le marché de la viande connaît un tournant. En effet, plusieurs options sont en cours de développement telles que la viande à base de plante et les insectes. Ces choix voient le jour par souci de réduction de notre impact écologique mais également par souci de respect de ses croyances et de convictions. Nous pouvons donc imaginer que la viande in vitro connaîtra la même évolution dans les mentalités que les substituts précités.

D'après l'étude de Sadler (2004), le nombre de personnes cherchant à s'alimenter autrement qu'en mangeant de la viande était de 502 millions de personnes en 2001, avec une croissance de 15% par an. Dans cette part de marché de 502 millions, il n'y a pas que les végétariens, on trouve également les personnes souhaitant manger de façon plus variée et de manière plus responsable. Un des premiers substituts à la viande a été l'Ecrou, suivi du soja en 1960. En

¹⁴ Voir Annexe 8 un tableau représentant "*Forces motrices en faveur (+, lignes complètes) ou contre (-, lignes pointillées) acceptation de la viande artificielle.*"

1964, la mycoprotéine est entrée sur le marché, suivie de près par la protéine de blé en 1992 qui elle sera améliorée en 1995 en y ajoutant de la protéine de pois (Sadler, 2004).

Le marché de la viande ne sera que plus complexe dans les années à venir. Une vraie concurrence est mise sur le marché avec la viande à base de plante. En effet, celle-ci a déjà gagné plusieurs adeptes, et le défi ne sera que plus grand pour les entreprises de viande in vitro.

Le consommateur ne cherche pas seulement à manger plus écologiquement, il recherche également le même aspect que la viande conventionnelle, le même goût, la même texture, la même odeur. Le défi pour les entreprises de viande in vitro est de reproduire non pas une simple protéine, mais bien une protéine qui ressemble à un steak, qui a le goût du steak, qui a la texture du steak, et également son odeur.

D'après les chiffres cités par l'étude de S.Chriki et J-J. Hocquette en 2020, le financement dans les substituts de viande est plus important que pour les entreprises de viande in vitro (673 millions contre 150 millions en 2018).

Non seulement, la viande à base de plante est une solution viable, mais il existe également d'autres solutions qui ne nécessitent pas une innovation révolutionnaire comme la viande in vitro. Des solutions de type innovation incrémentale sont possibles afin de répondre à la demande croissante de protéine animale.

Chapitre 1 : La viande à base de plantes

Le Financial Times a publié un article en octobre 2023, nous expliquant que la confiance des consommateurs envers la viande à base de plantes commence à se perdre. En effet, 50% de la population avait confiance en la viande à base de plantes en 2020, cette confiance n'est plus que de 38% en 2022 aux USA. Les consommateurs se plaignent de ne pas connaître le processus de création ainsi que les ingrédients utilisés pour ce type de viande.

Par conséquent, la viande à base de plantes étant l'un de ses concurrents les plus féroces en termes de substituts, la viande in vitro peut gagner beaucoup de consommateurs si elle prend le temps d'expliquer son processus de création afin de gagner la confiance des consommateurs. Les publicités vont donc devoir être axées sur l'explication de ce dernier.

Chapitre 2 : L'agroécologie

L'agroécologie est une innovation incrémentale, qui a pour but de continuer la production de viande conventionnelle, mais cette fois-ci de façon plus durable. Elle a pour but de réduire l'utilisation de pesticides et d'engrais naturels ou industriels par la stimulation de processus naturels.

Selon Dumont publié en 2011 par l'université de Cambridge, il existe cinq principes pour une production animale plus durable. Premièrement, l'utilisation de techniques de gestion pour l'amélioration du bien-être animal. Deuxièmement, comme évoqué plus haut, une diminution des intrants dans la production. Troisièmement, une amélioration des systèmes agricoles dans leur fonctionnement métabolique. Quatrièmement, une augmentation de la diversité dans la production animale afin d'accroître sa résilience. Et cinquièmement, assurer et conserver la diversité biologique.

Chapitre 3 : Les insectes

Se nourrir d'insectes ne serait pas une si mauvaise idée. En effet, Vincent Holt, se questionne sur les raisons expliquant pourquoi les gens seraient-ils si dégoûtés de manger des insectes alors qu'ils sont capables de gober des huîtres encore vivantes. Il nous affirme que se nourrir d'insectes aurait un double impact positif pour les populations pauvres. D'une part, cela leur procurerait une source additionnelle de protéines, et d'autre part, cela générerait des richesses supplémentaires. En effet, le marché des insectes est encore largement sous-développé, bien qu'il soit accessible à tous puisqu'ils se trouvent dans la nature.

Partie 2 : Recherche empirique

Section 1 : La question de recherche

Cette partie traitera des objectifs et des questionnements initiaux de la recherche empirique. Ensuite, les hypothèses de départ de cette étude seront testées en vue de parvenir à des conclusions à la fin de la section.

L'objectif de l'étude est double.

Premièrement, comme dit précédemment, la catégorisation d'un produit est d'une importance capitale pour son acceptation par le son public cible. En effet, la catégorisation permet à l'homme, d'accorder sa confiance au produit nouveau en l'assimilant à d'autres produits qu'il connaît et consomme déjà. Comme la viande in vitro est un produit d'une innovation de discontinuité, elle n'est encore classée dans aucune catégorie. Cette étude cherchera à trouver la catégorie de la viande in vitro. Le choix des catégories se fera sur base de celles proposées par Poulain et Corbeau (2002) dans leurs études "Penser l'alimentation : entre imaginaire et rationalité".

Deuxièmement, la catégorisation d'une telle innovation est un outil crucial pour les entreprises du secteur afin qu'elles se préparent au mieux dans leurs stratégies marketing. En effet, dans cette étude, après avoir trouvé les différentes catégories, il sera intéressant de connaître la nature lien de corrélation entre les catégories et l'intention de consommer.

Section 2 : La méthodologie

Dans cette section on présentera la méthodologie utilisée pour répondre à la question de recherche mais également le ou les moyens pour y parvenir.

La méthode de recherche sera une étude quantitative. Celle-ci permet de comprendre et connaître les attentes des consommateurs grâce à des données récoltées par un questionnaire ou une collecte de données. La recherche quantitative se base sur des statistiques qui peuvent confirmer des hypothèses ou non.

Chapitre 1 : Le modèle utilisé : la théorie de l'action raisonnée (TAR)

Lors de cette étude, on utilisera le modèle TAR développé par M.Fishbein et I.Ajzen (1965) afin de conceptualiser l'acceptation ou non des futurs consommateurs de la viande in vitro. La TAR, est la théorie d'une action raisonnée, se basant sur les catégories données par Corbeau et Poulain (2002).

Cet outil est utilisé afin de comprendre les actions d'un individu et va mettre en relation les intentions et attitudes d'un individu afin de prédire son choix d'action. Si l'intention précède le comportement, nous parlerons alors d'intention comportementale (K.Glanz, Barbara K, 2015). Dans le cas de cette étude, l'intention est de consommer de la viande in vitro.

La théorie de l'action raisonnée nous dit que les normes subjectives et sociales et les attitudes sont les deux incitants à l'intention d'effectuer le comportement. L'intention est le levier qui effectue le comportement.

Dans le cadre de ce mémoire :

Les normes subjectives et sociales font référence à ce qui est considéré comme habituel, normal pour les Hommes. Comme dit précédemment, la culture joue un rôle clé lors de l'acceptation d'une innovation de discontinuités, dans ce cas-ci, la culture sera la norme subjective. Dans cette étude, cette variable ne sera pas étudiée afin de concentrer les efforts sur l'attitude et le contrôle perçu. Cependant, cette variable n'en reste pas moins intéressante, pour des études futures.

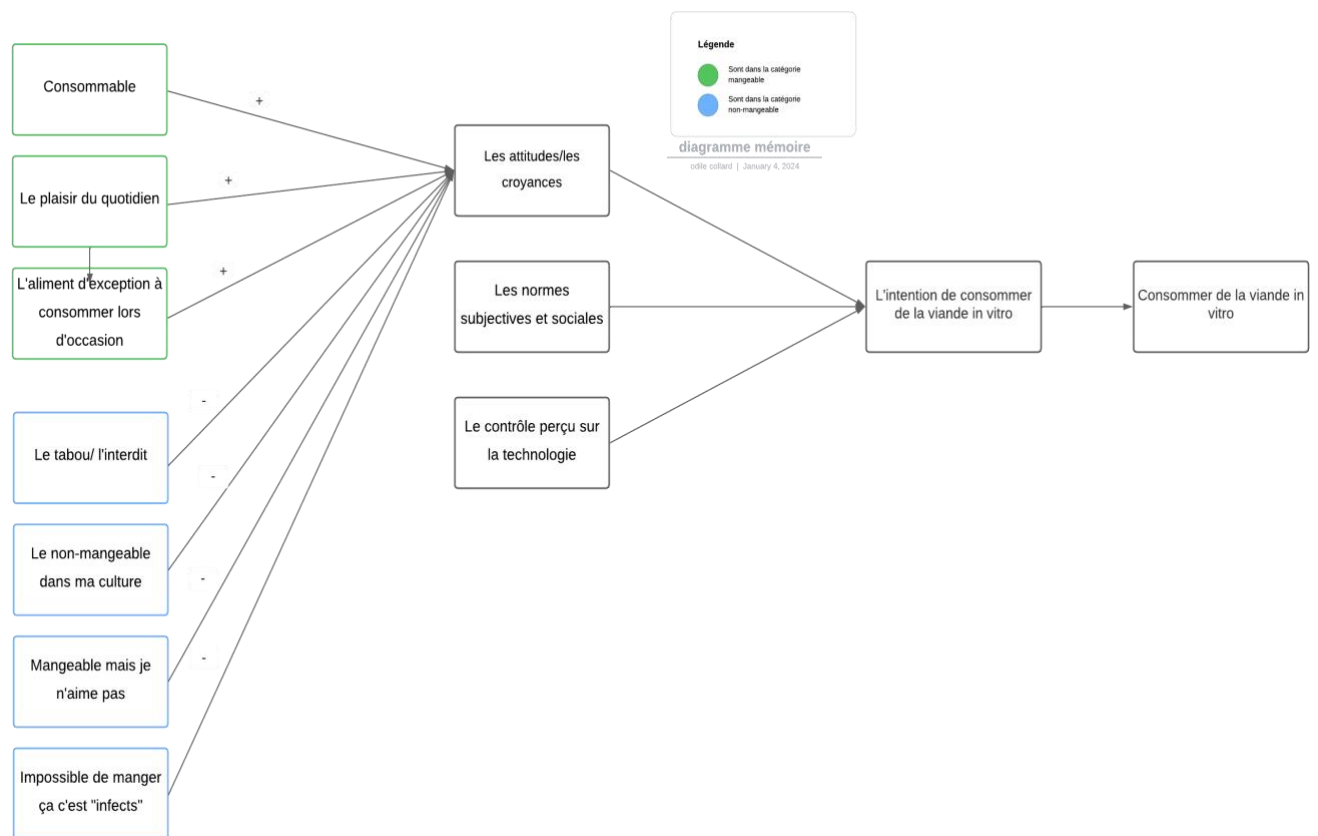
Les attitudes sont fonction, d'une part, des croyances de l'individu concernant le produit et, d'autre part, de l'évaluation des différents attributs utilisés pour développer ces croyances. L'attitude est une réponse affective car elle résulte de la confiance qu'a l'individu dans le produit, en l'occurrence dans la viande in vitro. L'attitude sera représentée grâce aux différentes catégories. En effet, comme ces dernières résultent d'un mécanisme cognitif, donc d'une réponse affective, les catégories de Poulain rentrent dans la section "attitude".

L'intention de comportement est l'intention de passer d'un régime alimentaire à base de viande conventionnelle à un régime de viande produite en laboratoire.

Le comportement est le fait de manger de la viande in vitro en remplacement de la viande classique.

En 2018, Ajzen, ajoute une subtilité, car en plus des normes subjectives et sociales et des attitudes, il ajoute le contrôle perçu sur la technologie. Dans le cadre de la viande en culture, cette nouvelle variable nous est très utile, car elle exercera une grande influence sur l'intention de comportement. Comme déjà évoqué, le plus gros frein à l'achat de viande in vitro, selon certaines études, sera la confiance envers le produit, parce que le manque de connaissance de ce produit en effraie plus d'un. C'est alors que cette nouvelle variable sera importante dans le modèle.

Tableau 1 : La théorie de l'action raisonnée appliquée à notre étude.



Chapitre 2 : Les hypothèses de départ

Selon le cadre théorique posé précédemment, les huit hypothèses sont :

1. H1 : La viande in vitro, est classée dans la catégorie “consommables” et les attitudes influenceront positivement l’intention de comportement.

En effet, si un répondant considère que la viande est un bien consommable, on peut en conclure que les biais cognitifs sont en faveur d’une consommation du répondant.

2. H2 : La viande in vitro, est classée dans la catégorie “les plaisirs du quotidien” alors les attitudes influenceront positivement l’intention de comportement.

Si un répondant considère la viande comme un plaisir du quotidien cela peut être traduit par une relation positive entre la variable et l’intention de consommer.

3. H3 : La viande in vitro, est classée dans la catégorie “l’aliment d’exception à consommer lors d’occasion” alors les attitudes influenceront positivement l’intention de comportement.

Nous pouvons également penser que l’influence sera positive mais aura un moins grand impact sur l’intention d’en consommer.

4. H4 : La viande in vitro, est classée dans la catégorie “le tabou, l’interdit” alors les attitudes influenceront négativement l’intention de comportement.
5. H5 : La viande in vitro, est classée dans la catégorie “le non mangeable dans ma culture” alors les attitudes influenceront négativement l’intention de comportement.
6. H6 : La viande in vitro, est classée dans la catégorie “le mangeable mais je n’aime pas” alors les attitudes influenceront négativement l’intention de comportement.
7. H7 : La viande in vitro, est classée dans la catégorie “Impossible de manger ça c’est infect” alors les attitudes influenceront négativement l’intention de comportement.
8. H8 : Les consommateurs n’ont pas confiance dans le processus de création de la viande in vitro (référence au contrôle perçu) et ils n’auront donc pas l’intention d’en consommer.

Pour les hypothèses 4 à 8 on peut dire que l’influence sera négative au vu des classifications et donc des impacts que celles-ci auront sur le comportement.

Les hypothèses 1 à 7 sont liées aux catégories données par Poulain et l'hypothèse 8 est liée au contrôle perçu sur la technologie.

La catégorie “les aliments toxiques pour l’homme” (= produits pouvant être dangereux, mais dont l'identification par le mangeur peut ne pas se faire et être mangées de façon accidentelle) et la catégorie “consommable mais problématique” (= produits mangeables mais provoquant des problèmes de santé sur le long terme) ne feront pas partie des catégories proposées lors de l'étude. En effet, de par leur définition, elles ne correspondent en rien à la viande in vitro et cela pourrait fausser les résultats. La catégorie “toxique pour l’homme” nous dit que celle-ci pourrait être mangée de façon accidentelle, ce qui ne sera pas le cas de la viande in vitro et pour la catégorie “consommable mais problématique”, différentes études ont prouvé que la viande in vitro n'est pas un danger pour la santé publique mais plutôt un atout, donc cette catégorie ne doit pas figurer dans l'étude.

Chapitre 3 : La population cible

La population ciblée sera la population belge, et plus précisément, les habitants de la Région Wallonne. Aucune restriction de genre ne sera appliquée dans cette étude ; cependant une restriction quant à l'âge sera de rigueur et la tranche d'âge visée sont les 18-80 ans. L'échantillon sera considéré comme valable, lorsque les réponses aux formulaires auront atteint le nombre de 120, et dans le cadre de cette étude, un échantillon de convenance sera privilégié par souci de facilité.

Section 3 : L'étude

Chapitre 1 : Composition de l'étude quantitative

L'étude est divisée en 3 parties.

La première définit le profilage du répondant par des questions socio-démographiques, comme son âge, son genre, sa provenance, ou encore son régime alimentaire. Ensuite, il s'agit de déterminer si le répondant connaît la viande in vitro, et à défaut, une explication de la viande in vitro sera donnée et une photo servira d'illustration.

La seconde partie a pour but de mesurer les variables dépendantes et indépendantes du modèle TAR. Elle expose les différentes catégories et le répondant doit trouver la catégorie qui selon

lui correspond le plus à la viande in vitro. Il y a également une section consacrée au contrôle perçu sur la technologie de la viande in vitro.

La dernière partie permet de remercier le répondant et est composée de deux questions ouvertes afin de connaître son avis général.

Chapitre 2 : Les instruments utilisés

Pour réaliser cette étude, nous avons utilisé Google Forms (voir annexe 10). La diffusion du questionnaire s'est faite en ligne, ce qui a permis d'obtenir un grand nombre de réponses en un court laps de temps. De plus, il y a moins d'erreurs liées à l'enquêteur qui peut omettre des éléments. Le questionnaire est le même pour tous les répondants et il assure l'anonymat (Gérard Danaguezian, 2022). Un désavantage d'une enquête en ligne est néanmoins la difficulté d'atteindre tous les âges, dès lors que les personnes de plus de 70ans sont rarement à l'aise avec les outils numériques. Mais le plus grand désavantage est le manque d'honnêteté lié à une enquête en ligne (Stephan Debois, 2019).

Section 4 : Les données

Dans cette section, nous allons effectuer un pré-test avant de passer à la collecte des données. Après avoir obtenu 136 réponses (120 réponses étaient souhaitées), nous avons nettoyé les données afin d'avoir la liberté d'effectuer différents calculs et nous avons commencé à mettre en évidence certains résultats.

Chapitre 1 : Pré-test

Un pré-test a été effectué sur cinq personnes afin de voir si le questionnaire fonctionnait bien, et si celui-ci ne comportait pas d'erreur. Ce pré-test était aussi intéressant afin d'établir la longueur du test. Après avoir récolté l'avis de ces cinq personnes, le questionnaire a été corrigé et amélioré afin d'être lancé à plus grande échelle. Seuls quelques erreurs minimales ont été relevées et corrigées par la suite.

Chapitre 2 : La collecte et le nettoyage des données

Le questionnaire a été diffusé sur Facebook, Instagram, Messenger et WhatsApp. Lorsque le questionnaire a atteint 120 réponses, il a été clôturé. L'outil Facebook est un moyen rapide de diffuser un questionnaire et d'obtenir des réponses de personnes d'horizons variées.

Il était intéressant de différencier les variables nominales et les variables ordinales. Les variables nominales de l'étude sont : le sexe, l'âge, la région et le régime alimentaire. L'analyse des résultats a été donc faite sur les 136 réponses obtenues. Tandis que les variables ordinales sont les catégories et les questions relatives à la technologie.

Section 5 : Les résultats

Chapitre 1 : Analyse descriptive des résultats concernant la population cible

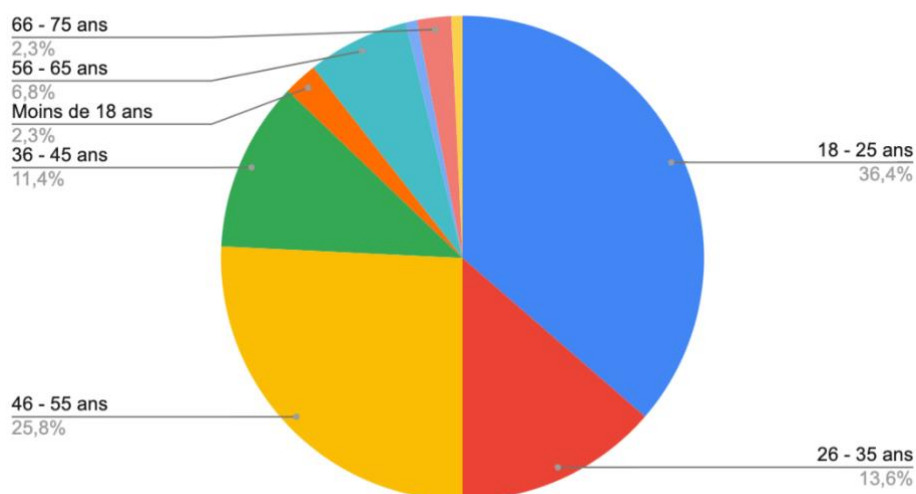
Dans cette section, nous allons développer quelques statistiques concernant les répondants afin de connaître de manière générale sur quel public porte l'étude.

Seulement 27,3% des réponses sont données par des hommes. Le questionnaire a été essentiellement rempli par des femmes à hauteur de 72,7%.

La tranche d'âge majoritaire des réponses se situe entre 18 et 25 ans.

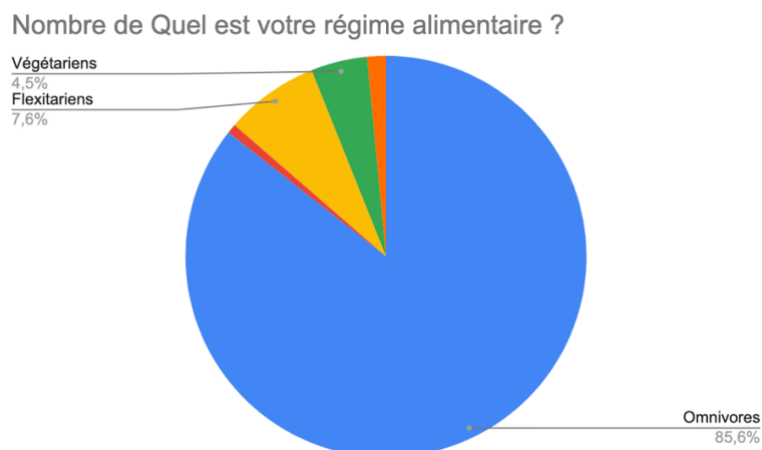
Graphique 1 : Représentation des tranches d'âge de l'échantillon.

Nombre de Quel âges avez-vous ?



Concernant le régime alimentaire des répondants, il reste majoritairement omnivore à raison de 86% ; le nombre de végétariens est de 4,4% et de 7,4% pour les flexitariens. Les 2,2% restants sont constitués par les pesco-végétariens et les végétaliens.

Graphique 2 : Pourcentage du régime alimentaire de l'échantillon.



Le nombre de répondants qui connaissent la viande in vitro, est de 22,1%, contre 77,9% qui ne la connaissent pas.

De manière générale, il est intéressant de noter que 60,6% des répondants ont indiqué qu'ils étaient prêts à manger de la viande in vitro. Dans le chapitre suivant, nous allons essayer de comprendre quelle catégorie selon Poulain et Corbeau, influence le plus le choix des consommateurs dans leurs choix de consommer de la viande in vitro, ou non.

A la fin du questionnaire, deux questions ouvertes ont été posées : “ Que pensez-vous de la viande in vitro ?” et “Si vous ne souhaitez pas en consommer, pourquoi ?”. Concernant les avis négatifs, ce qui revient le plus souvent est : “ce n'est pas naturel”, “peur du processus scientifique”, “les substituts actuels sont déjà bien, pourquoi faire quelque chose d'autre ?”, “que deviendraient les agriculteurs ?”. De manière générale, les répondants sont conscients des bienfaits d'une viande in vitro, mais disent généralement qu'ils préfèrent réduire leurs consommations de viande conventionnelle plutôt que de passer à de la viande in vitro ; ils préfèrent manger une bonne pièce de viande de chez leur boucher local plutôt que de manger de la viande produite en laboratoire. Concernant les personnes véganes/végétariennes, certaines précisent que malgré la suppression de la cruauté animale, ils/elles ne seraient pas prêt(es) à en manger car les cellules souches proviennent malgré tout d'un animal et ils sont totalement contre l'exploitation d'animaux.

Les avis positifs sur la consommation de viande sont plus mitigés. De manière générale, les répondants sont d'accord d'essayer de manger de la viande in vitro et sont même curieux de

tester mais le frein principal est le goût. En effet, dans les réponses nous pouvons trouver des réponses comme “ Et le gras alors ?”, “ Si la viande a le même goût, pourquoi pas”.

Chapitre 2 : Analyse descriptive des variables

Dans ce chapitre nous allons analyser de manière générale les moyennes des réponses pour la partie “catégories” du questionnaire.

Lors de ce questionnaire, l'échelle de Likert a été utilisée. Ce type d'échelle est très souvent utilisé afin de connaître l'avis des personnes, car contrairement à une réponse de type oui ou non, l'échelle de Likert évalue une réponse de manière ouverte avec une échelle de possibilités. Dans le cadre de ce mémoire l'échelle comporte 7 degrés, allant de 1= tout à fait d'accord à 7= pas du tout d'accord. Ces degrés varient en fonction des questions et seront précisés lors de l'analyse des résultats.

I. L'attitude : Les catégories perceptuelles selon Poulain et Corbeau

Dans le tableau ci-dessus, l'abscisse représente les différentes possibilités de réponses et en ordonnée sont situées les différentes questions, c'est-à-dire les différentes catégories.

	1	2	3	4	5	6	7
Catégorie 1	8,3%	15,2%	13,6%	18,9%	13,6%	14,4%	15,9%
Catégorie 2	6,8%	7,6%	6,8%	24,2%	9,8%	17,4%	27,3%
Catégorie 3	21,2%	7,6%	6,8%	18,2%	6,8%	13,6%	25,8%
Catégorie 4	88,6%	1,5%	0,8%	1,5%	0%	1,5%	6,1%
Catégorie 5	36,4%	12,9%	5,3%	8,3%	5,3%	4,5%	25%
Catégorie 6	15,2%	8,3%	13,6%	9,1%	8,3%	10,6%	34,8%
Catégorie 7	21,2%	12,9%	13,6%	20,5%	6,8%	9,8%	15,2%

Tableau 2 : Distribution de fréquences des réponses aux questions sur les catégories.

Les graphiques de chaque catégorie se trouvent en Annexe 11.

Nous pouvons observer dans le tableau que, pour les catégories 2, 3, 4, 5 et 6, ce sont les extrêmes qui sont les plus représentés. Notamment, 27,3% des répondants indiquent que le produit ne pourrait pas être un plaisir quotidien, suggérant ainsi une possible influence négative

de la catégorie 2 sur l'intention de consommer de la viande. Cette hypothèse sera examinée dans le chapitre suivant. En ce qui concerne la catégorie 3, 25,8% des répondants estiment que la viande in vitro est davantage un aliment quotidien qu'un mets d'exception, suggérant également une relation négative. Pour la catégorie 4, 88,6% ont répondu que l'aliment n'est pas prohibé dans leurs cultures, laissant penser à une relation positive forte entre la catégorie 4 et l'intention de consommer de la viande. Dans le cas de la catégorie 5, 36,4% des répondants sont d'accord pour dire que la viande in vitro est totalement consommable dans leur culture, suggérant une relation positive. Enfin, pour la catégorie 6, 34,8% affirment que la viande in vitro est mangeable, mais ils n'en ont pas envie. Il est donc envisageable qu'il y ait une relation négative entre la catégorie 6 et l'intention de consommer de la viande in vitro.

Les catégories 1 et 7, affichent des résultats plus nuancés. 18,9% des répondants sont mitigés sur le classement de la viande comme produit consommable comme du riz ou autres, et pour la catégorie 7, les réponses sont réparties entre le fait de classer la viande dans la catégorie produits infect ou non.

Après une analyse de fréquence, il est intéressant de se pencher sur quelques indicateurs de statistiques comme la moyenne, l'écart-type et le mode.

Tableau 3 : D'indicateurs statistiques sur l'attitude

	Moyenne	Écart-type	Mode
Catégorie 1	4,212	1,902	4
Catégorie 2	4,849	1,885	7
Catégorie 3	4,258	2,277	7
Catégorie 4	1,515	1,579	1
Catégorie 5	3,515	2,482	1
Catégorie 6	4,583	2,275	7
Catégorie 7	3,689	2,079	1

Quant aux moyennes, nous pouvons remarquer que pour les 3 premières catégories celle-ci tournent autour de 4, ce qui signifie qu'en moyenne les répondants sont plutôt mitigés sur ces catégories. Bien que les catégories 2 et 3 ont des fréquences élevées aux extrêmes nous pouvons constater que leurs moyennes sont cependant autour de 4.

Pour les catégories 4 et 5, les moyennes reflètent assez bien les fréquences. Pour, les catégories 6 et 7 ont une moyenne de 4,583 et 3,689, ce qui semble logique concernant la catégorie 7 qui

avait une fréquence majoritaire en 4. Cependant, pour la catégorie 6, nous pouvons également voir que les répondants sont en moyenne indécis sur cette catégorie.

Quant à l'écart-type, il nous permet de connaître la dispersion de l'échantillon et de mieux comprendre la moyenne. Il nous permet également de définir si l'échantillon des réponses est plus homogène ou hétérogène. Les réponses des catégories 1 et 2 ont tendances à tendre vers une homogénéité au vu des écarts-types, cependant il est difficile de conclure si les réponses sont totalement homogènes ou non.

Le calcul de mode permet de confirmer le tableau des fréquences précédent.

II. Le contrôle perçu sur la technologie

Dans le tableau ci-dessous, l'abscisse représente les différentes possibilités de réponses et en ordonnée sont situées les différentes questions concernant la technologie.

	1	2	3	4	5	6	7
La peur	18,9%	13,6%	11,4%	15,9%	20,5%	5,3%	14,4%
La confiance	12,1%	12,1%	9,8%	24,2%	15,9%	7,6%	18,2%
Une bonne idée	12,9%	8,3%	12,9%	19,7%	12,9%	9,8%	23,5%
Stériliser	11,4%	7,6%	14,4%	20,5%	9,8%	13,6%	22,7%
Le processus de création	12,1%	15,9%	17,4%	26,5%	8,3%	6,8%	12,9%

Tableau 4 : Distributions des fréquences des réponses aux questions sur le contrôle perçu.¹⁵

Les résultats détaillés de chaque question se trouvent en Annexe 12.

Nous pouvons remarquer dans le tableau ci-dessus, au sujet de la technologie, les avis sont plus partagés. Pour la question sur la peur quant à la technologie utilisée, la réponse ayant le plus de réponses est la 5, ce qui signifie que les répondants sont plus effrayés que rassurés par la technologie utilisée. La confiance quant à la science utilisée pour cette innovation est également mitigée avec une majorité de réponses pour la 4. L'idée de cette innovation, obtient 23,5% de réponses affirmant un désaccord total avec l'idée, ce qui pourra prédire une relation négative avec l'intention d'en consommer. La stérilité du laboratoire n'est pas une inquiétude

¹⁵ Les questions se trouvent en Annexe 10 et 10 bis

pour 22,7% des répondants, une relation positive peut donc être à prévoir. Enfin, le fait que la connaissance du processus de création soit un facteur favorable afin d’avoir une relation positive avec la viande in vitro, est plutôt mitigé avec le 4 en réponse dominante.

	Moyenne	Ecart-type	Mode
La peur	3,788	2,015	5
La confiance	4,151	1,944	4
Une bonne idée	4,348	2,041	7
Stériliser	4,417	2,004	7
Le processus de création	3,75	1,838	4

Tableau 5 : Indicateurs statistiques sur le contrôle perçu.

Le tableau ci-dessus, nous montre différents résultats. Premièrement on peut y voir les moyennes, celles-ci sont toutes proches de 4. Ce qui ne semble pas étonnant au vu des fréquences pour les questions concernant la peur, la confiance et le processus de création. Cependant, il est intéressant de se pencher sur les moyennes des questions “Bonne idée” et “Stériliser” car celles-ci avaient des fréquences plutôt élevées dans les extrêmes mais montrent une moyenne plutôt mitigée.

Concernant l’écart-type, ils sont tous inférieurs à 2,1 ce qui est assez faible comme écart-type. Il n’y a donc pas de grosse dispersion autour de la moyenne. Les réponses sont assez homogènes.

Comme précédemment, le calcul du mode est une simple vérification des fréquences antérieurement calculées.

Chapitre 2 : Test des différentes hypothèses

Afin de vérifier les hypothèses émises en Section 2 chapitre 4, nous allons examiner la relation du lien entre les variables x et la variable y. Pour cela, les variables x sont les 7 catégories donc les variables sur l’attitude ainsi que la variable sur le contrôle perçu sur la technologie. La variable Y est représentée par l’intention de consommer de la viande [oui, non].

Mesurer la corrélation nous permet de définir s’il y existe un lien entre deux variables et celui-ci peut-être de deux sortes : positif, lorsque X est favorable et alors Y aussi, les deux variables évoluent de la même manière, ou un lien négatif qui se définit par une évolution opposée, si X est favorable alors Y est défavorable.

La formule utilisée est représentée ci-dessous, le calcul des corrélations a été effectué grâce à un logiciel de codage, le code utilisé est du python.

$$\rho_{xy} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2}}$$

Dans la formule de la corrélation, il est nécessaire de soustraire les moyennes afin de centrer les données, mais dans notre cas ce n'est pas nécessaire car les valeurs ont été centrées, avant d'effectuer le calcul.

Il y a sept valeurs possibles pour X [x1, ... x7], donc sur un tableau Excel nous avons soustrait 4 à chaque réponse afin de centrer celle-ci entre -3 et 3 sur l'axe X.

L'axe Y a été centré en [-1, 1], avec -1 représentant la réponse non et 1 représentant la réponse oui pour la question " Pensez-vous consommer de la viande in vitro ?".

Voir graphiques des corrélations en Annexe 13.

A. Analyse des 7 catégories selon Poulain, évaluation de l'attitude

Afin d'effectuer les régressions ci-après, l'outil DataTab a été utilisé.

1. Régression Logistique

Grâce à la régression logistique, nous allons pouvoir examiner l'influence des variables indépendantes (les catégories) sur la variable dépendante (l'intention de consommer). Une régression logistique doit être choisie quand la variable dépendante est dichotomique, c'est-à-dire 0 ou 1, dans notre cas, l'intention de consommer appelle une réponse soit positive soit négative.

Nous allons prédire la probabilité que 1 se produise, c'est-à-dire que le client a l'intention de consommer de la viande in vitro. Le but étant de calculer la probabilité d'occurrence de la

réponse oui. Les variables indépendantes seront considérées comme correctes si elles permettent de distinguer les réponses de la variable dépendante.

Afin que les résultats des régressions soient interprétables il est nécessaire de changer l'ordonnance des variables indépendantes, dans le formulaire, 1 signifiant d'accord et 7 pas du tout d'accord. Après modification à l'aide d'Excel, 1 représente pas du tout d'accord et 7 d'accord.

1.1 Test de significativité de notre régression

Le coefficient de Nagelkerkes peut être utilisé afin de vérifier si le modèle est complet. Plus le coefficient est proche de 1 plus cela montre un modèle complet.

-2 probabilité logarithmique	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2	McFadden's R^2
105,27	0,42	0,56	0,4

Tableau 6 : Résumé du modèle

Nous pouvons voir que le R-carré de Nagelkerkes est proche de 1, nos variables indépendantes expliquent correctement la variable dépendante.

Le test du khi-carré peut également être un indicateur de significativité.

khi-deux	ddl	p
70,73	7	<.001

Tableau 7 : Résumé du Khi-carré

Le but d'un test de khi-carré est de comparer l'influence des variables indépendantes du modèle lorsqu'elles sont présentes ou pas, avec pour hypothèse nulle, les deux modèles sont identiques, notre p-value étant inférieur à 0,05, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et confirmer qu'il y a bien un lien entre les variables indépendantes et la variable dépendante.

Maintenant que nous savons que le modèle est significatif, nous allons pouvoir analyser les résultats de la régression logistique.

1.2 Régression logistique

Tableau 8 : Résultat de la régression logistique

	Coefficient B	Erreur type	z	p	Odds Ratio	Intervalle de confiance à 95 %
Constant	-6,48	2	3,24	,001	0	0 - 0,08
CAT1 inversé	0,2	0,19	1,1	,272	1,23	0,85 - 1,77
CAT2 inversé	-0,02	0,19	0,12	,905	0,98	0,67 - 1,43
CAT3 inversé	-0,11	0,12	0,88	,378	0,9	0,7 - 1,14
CAT4 inversé	0,52	0,22	2,39	,017	1,68	1,1 - 2,58
CAT5 inversé	0,02	0,1	0,18	,854	1,02	0,83 - 1,25
CAT6 inversé	0,51	0,18	2,83	,005	1,67	1,17 - 2,37
CAT7 inversé	0,44	0,14	3,16	,002	1,56	1,18 - 2,05

Pour rappel, la catégorie 1 représentait la catégorie consommable avec pour échelle 1 totalement d'accord et 7 pas du tout d'accord et donc avec l'échelle inversée 1 pas d'accord et 7 d'accord. Nous avons un coefficient de beta positif 0,2, ce qui signifie qu'une augmentation d'une unité de la catégorie 1 aura pour conséquence une augmentation de probabilité de 0,2 pour que la réponse à la variable dépendante soit oui. Par contre, la p-value étant supérieure à 0,05, nous ne pouvons pas conclure que le résultat est significatif.

Nous pouvons remarquer que les p-value les plus intéressantes se trouvent pour les catégories 4, 6 et 7 qui représentent le tabou/l'interdit, les aliments mangeables mais pas appréciés et les aliments mangeables mais dits infects, avec pour échelle 1, pas d'accord et 7, d'accord. Ces trois variables sont significatives et donc nous rejetons l'hypothèse nulle disant qu'il n'existe pas de lien entre ces variables indépendantes et la variable dépendante.

Un coefficient de beta de 0,51 pour la catégorie 4, signifie qu'une augmentation de la catégorie 4 d'une unité, augmentera la probabilité de réponse positive. Pour les catégories 6 et 7 nous

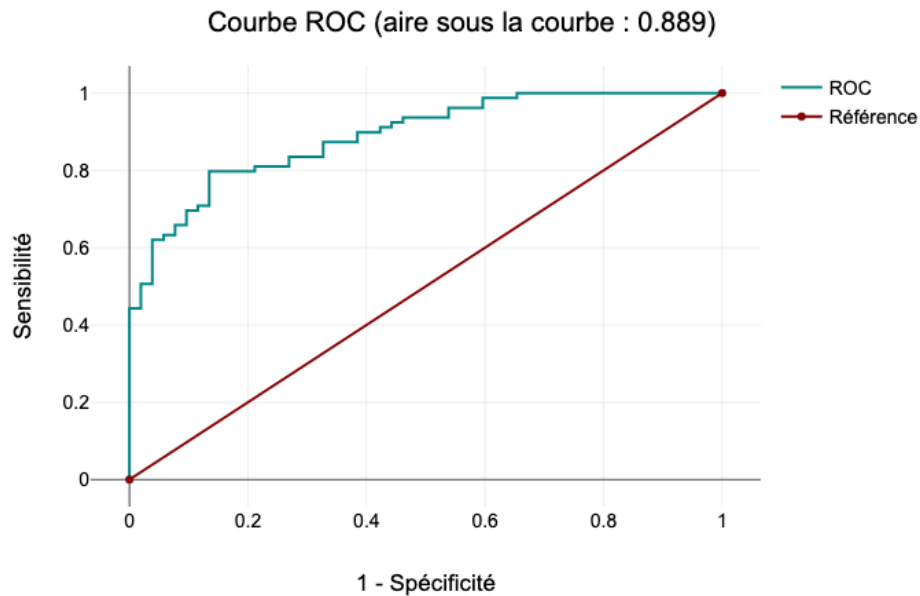
avons un coefficient de 0,51 et 0,44, ces deux coefficients sont intéressants car ils ont une influence forte sur l'intention de consommer.

Pour résumer nos hypothèses ;

	Validation ou Rejet	Signification
CAT1	Rejet	Contrairement à l'hypothèse émise en début de section, selon notre modèle, il n'existe pas de lien entre la catégorie "consommable" et l'intention de consommer de la viande in vitro
CAT2	Rejet	Contrairement à l'hypothèse émise en début de section, selon notre modèle, il n'existe pas de lien entre la catégorie "plaisir du quotidien" et l'intention de consommer de la viande in vitro
CAT3	Rejet	Contrairement à l'hypothèse émise en début de section, selon notre modèle, il n'existe pas de lien entre la catégorie "l'aliment d'exception" et l'intention de consommer de la viande in vitro
CAT4	Validation	Le modèle montre bien un lien entre la catégorie le tabou/l'interdit et l'intention de consommer
CAT5	Rejet	Contrairement à l'hypothèse émise en début de section, selon notre modèle, il n'existe pas de lien entre la catégorie "non mangeable dans ma culture" et l'intention de consommer de la viande in vitro
CAT6	Validation	Le modèle montre bien un lien entre la catégorie "l'aliment non apprécié" et l'intention de consommer
CAT7	Validation	Le modèle montre bien un lien entre la catégorie

	“aliment infect” et l’intention de consommer
--	--

Tableau 9 : Résumé des hypothèses



Graphique 3 : La courbe ROC de la régression linéaire

B. Analyse du contrôle perçu sur la technologie

1. Régression Logistique

Dans le cas du contrôle perçu sur la technologie, nous allons pouvoir analyser l’influence des variables indépendantes (les 5 questions sur la technologie) sur la variable dépendante (l’intention de consommer).

Comme pour la régression logistique des catégories, il est nécessaire d’inverser toutes les variables pour que 1 exprime le désaccord et 7 l’accord.

1.1 Test de significativité de notre régression

Tableau 10 : Résumé du modèle

-2 probabilité logarithmique	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2	McFadden's R^2
98,03	0,45	0,61	0,45

Nous pouvons voir que le R-carré de Nagelkerkes est proche de 1, nos variables indépendantes expliquent correctement la variable dépendante.

khi-deux	ddl	p
78,98	5	<.001

Tableau 11 : Résumé du Khi-carré

Le résultat du test du khi-carré est également intéressant, avec une p-value inférieur à 0,001 donc sous le seuil de 0,05 nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et confirmer qu'il y a bien un lien entre les variables indépendantes et la variable dépendante.

Maintenant que nous savons que le modèle est significatif, nous allons pouvoir examiner les résultats de la régression logistique.

1.2 Régression logistique

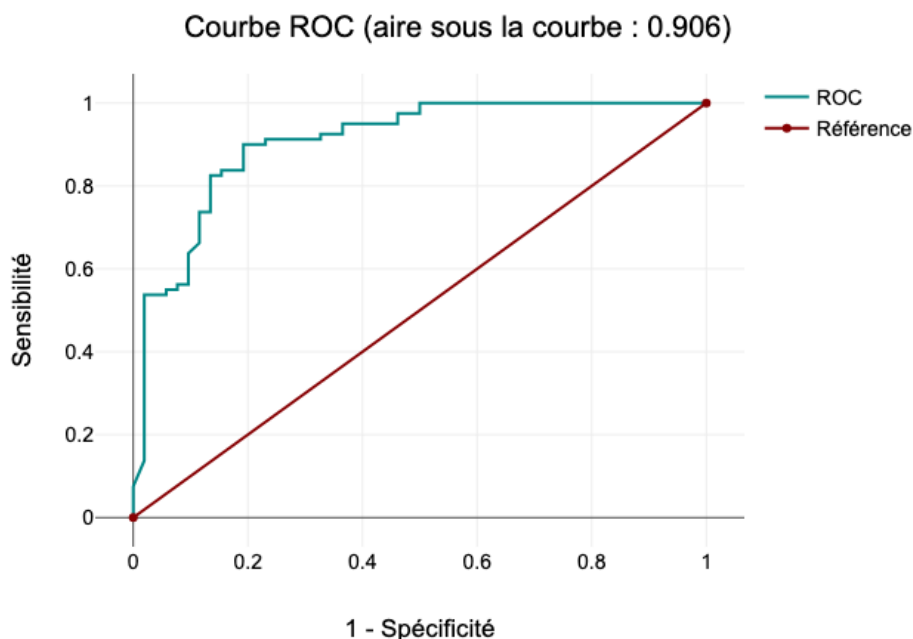
	Coefficient B	Erreur type	z	p	Odds Ratio	Intervalle de confiance à 95 %
Constant	-4,58	1,23	3,73	<.001	0,01	0 - 0,11
Q1 inversé	-0,15	0,17	0,89	,374	0,86	0,61 - 1,2
Q2 inversé	0,37	0,22	1,67	,094	1,44	0,94 - 2,22
Q3 inversé	0,98	0,22	4,39	<.001	2,67	1,72 - 4,14
Q4 inversé	0,15	0,15	0,95	,344	1,16	0,86 - 1,57
Q5 inversé	0,14	0,24	0,6	,551	1,15	0,72 - 1,84

Tableau 12 : Résumé de la régression linéaire

Pour notre régression logistique sur le contrôle perçu de la technologie, nous pouvons conclure que seule la question 3 est significative vu sa p-value inférieure à 0,001. Pour rappel, la Q3 représentait ‘ la viande produite en laboratoire est une bonne idée selon moi’. Avec un beta de 0,98 et un Odds ratio de 2,67, une augmentation d’unité de la Q3, engendrera une augmentation de expo (0,98). 2,67 .

Quant aux questions 1, 2, 4 et 5 ont ne peut pas rejeter l’hypothèse nulle, on ne peut donc pas affirmer qu’il y ait une influence sur la variable dépendante.

Voici un graphe montrant l’aire sous la courbe de la régression logistique.



Graphique 4 : La courbe ROC de la régression linéaire

L'aire sous la courbe étant de 0,906, chiffre extrêmement proche de zéro, signifie qu'il y a de fortes différences entre avoir l'intention de consommer et ne pas avoir l'intention de consommer. Les différences sont assez discriminatoires pour prédire le choix de futurs consommateurs.

Section 6 : Discussion

Grâce au modèle conceptuel de l'action raisonnée, nous avons pu déterminer la nature du lien entre l'intention de consommer de la viande in vitro et les huit hypothèses émises. Les hypothèses émises concernaient les attitudes et le contrôle perçu sur la technologie. La variable des attitudes comprenait les sept catégories selon Corbeau et Poulain, et l'hypothèse restante portait sur le contrôle perçu sur la technologie. Pour rappel, le but de cette étude était de déterminer la nature du lien entre chaque catégorie afin de déterminer les implications marketing que celles-ci peuvent engendrer.

La variable du contrôle perçu de la technologie a en réalité représenté davantage une variable de contrôle. En effet, le but de cette étude n'était pas de connaître les réticences concernant la technologie à propos du in vitro, car cela a été déjà largement étudié dans différentes études citées dans la partie théorique.

Cependant, il est intéressant de remarquer que lors de la question “ Est-ce que la technologie liée à cette innovation vous fait peur ?”, l’analyse des fréquences nous montre un lien avec l’intention de consommer de la viande in vitro plus faible que dans la question “ Feriez-vous confiance au processus de création si vous le connaissiez ? ”, pour laquelle les réponses sont plus positives. Cela confirme certaines études qui affirment que l’un des freins les plus importants est la peur liée à la technologie utilisée. Grâce à notre étude faite précédemment, nous pouvons remarquer que le fait de connaître la technologie influence de manière plus forte l’intention de consommer. Il sera donc important d’informer le consommateur sur la technologie utilisée pour la viande in vitro, afin de réduire le nombre de freins à la consommation.

Concernant, les différentes hypothèses basées sur les catégories, les deux catégories qui influencent le plus l’intention de consommer sont les catégories 6 et 7, respectivement celles relatives aux « aliments mangeables mais non-appréciés » et « les aliments dits infects ». Ces catégories font plus référence au goût et à la texture de la viande in vitro. Cela confirme également les différentes études présentées précédemment qui affirmaient qu’un des freins principaux pour les consommateurs était le mimétisme. De plus, la catégorie 4 est également intéressante par son bêta de 0,52, qui signifie une influence importante avec l’intention de consommer, pour rappel la catégorie 4 représentait « le tabou/l’interdit ». De plus, grâce aux résultats des questions ouvertes, nous pouvons noter que plusieurs personnes disent bien vouloir en manger si la viande in vitro a le même goût et la même texture qu’une viande conventionnelle.

En conclusion, lors d’une future commercialisation de la viande in vitro, il sera important de mettre en avant le mimétisme de la viande in vitro avec la viande conventionnelle et d’expliquer la technologie utilisée pour produire la viande in vitro, afin de briser les freins cognitifs liés à l’intention de consommer de la viande produite en laboratoire.

Section 7 : Conclusion

Chapitre 1 : Limitations

La première limitation de l’étude est l’échantillon. En effet, l’échantillon ne représente pas parfaitement la population cible. L’échantillon est un échantillon de convenance et non un échantillon de quotas, il est donc non-probabiliste. L’échantillon a été trouvé grâce à un réseau

Facebook limité et non représentatif de la population wallonne contrairement à ce que l'aurait voulu l'étude.

La deuxième limitation est la variable des normes subjectives, qui n'a pas été abordée dans cette étude et qui pourrait être intéressante. Ce travail se limitait essentiellement aux les catégories de Poulain et Corbeau.

La troisième limitation est le nombre d'items pour les catégories. En effet, lors de l'étude seule une question par catégorie a été posée. Il serait intéressant de poser de différentes manières les questions afin d'approfondir la manière donc les répondants catégorisent la viande in vitro. Lors de cette étude, la recherche se basait essentiellement sur l'établissement de la nature du lien entre les catégories apportées par Poulain et Corbeau.

La dernière limitation concerne la variable d'intention de consommer de la viande in vitro. En effet, celle-ci fut mesurée de manière binaire mais il aurait été intéressant de la mesurer également de manière métrique.

Chapitre 2 : Conclusion managériales et générales

Conclusions managériales

Comme le montrent les différents liens de corrélation, il est nécessaire de changer les mentalités des futurs consommateurs. Seulement 61% de la population serait prête à se nourrir de viande in vitro. Il reste donc encore 39% de la population à convaincre.

L'étude permet de créer des heuristiques, et par conséquent de faciliter la tâche du consommateur dans son choix de consommer de la viande in vitro ou non. Connaître ces heuristiques est un outil intéressant pour les entreprises qui veulent se lancer sur le marché de la viande produite en laboratoire. Lors de cette étude, nous avons démontré l'intérêt de connaître l'importance des mécanismes cognitifs humains lors de la prise de décision.

Il est important de prendre en compte la représentation que les consommateurs se font de la viande in vitro, car en effet, pour l'instant les consommateurs ne connaissent pas suffisamment le produit ce qui engendre de la peur (à peine 22,1% des répondants disent connaître la viande in vitro).

Lors de futures décisions stratégiques opérationnelles, les entreprises de viande in vitro devront choisir au mieux la représentation qu'ils veulent donner à cette viande afin qu'elle rentre plus facilement dans les représentations que les individus se font.

Comme nous l'avons vu précédemment, le fait de comparer l'aliment à un aliment déjà familier pour le public peut être une technique d'acceptation, afin de supprimer les freins liés au dégoût (catégorie 6 et 7, qui influençaient le plus la décision). Il serait intéressant de comparer la viande in vitro et la viande conventionnelle afin de rassurer le public.

Conclusions générales

Premièrement, la partie portant sur la littérature nous a permis d'approfondir nos connaissances sur le sujet. Cette innovation est encore totalement nouvelle pour le public et peu connue. En effet, seuls 22,1% de l'échantillon a répondu connaître la viande in vitro. Il a été très enrichissant d'étudier le sujet afin d'en connaître les implications concernant l'environnement, le développement de cette technologie et surtout le cheminement pour y arriver.

Deuxièmement, ce travail nous a permis de mieux comprendre comment les consommateurs percevaient la viande in vitro. En effet, grâce aux réponses aux questions ouvertes, il était intéressant de voir que les réponses suivaient toutes le même ordre d'idée et que la population ayant répondu aux questions ouvertes (108 sur 134) disait plus ou moins la même chose. De plus, les réponses semblent fortement en accord avec les études citées dans la partie théorique, ce qui a été particulièrement intéressant d'observer à travers les questions ouvertes.

De plus, mieux cerner les différents mécanismes cognitifs et pouvoir les analyser lors d'une étude était instructif. Comprendre les résultats des différentes catégories et leurs liens avec l'intention de consommer était enrichissant pour des fins managériales.

Bibliographie

- Agriculture Cellulaire France. (2022, 21 janvier). *Comment la viande cultivée est-elle produite ?* - Agriculture cellulaire France. <https://agriculturecellulaire.fr/processus/>
- Alouani, N. (2022, 6 septembre). Lab-Grown meat is coming to your fridge this year - OneZero. Medium. <https://onezero.medium.com/lab-grown-meat-is-coming-to-your-fridge-this-year-cd0c4d57dee0>
- America's National Churchill Museum | Fifty Years Hence, Winston Churchill December 1931. (s. d.). <https://www.nationalchurchillmuseum.org/fifty-years-hence.html>
- Barbé, M. (2020). Quel avenir pour la « viande cultivée » ? *Viandes & Produits Carnés*, VPC-2020-36-2-6.
- Bartholet, J. B. (2011). inside the meat lab. *JSTOR*, 306, 64-69.
- Bayonne, K. (2022). Impact du recours aux antibiotiques en élevage sur l'antibiorésistance dans l'environnement et pistes pour en assurer la maîtrise. *HAL open sciences*. Consulté le 5 décembre 2023, à l'adresse <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03980991/document>
- Bhat, Z. F., Kumar, S., & Fayaz, H. (2015). In vitro meat production : challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 241-248. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(14\)60887-x](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(14)60887-x)
- Bonnet, M., Faulconnier, Y., Leroux, C., Jurie, C., Cassar-Malek, I., Bauchart, D., Boulesteix, P., Pethick, D., Hocquette, J., & Chilliard, Y. (2007). Glucose-6-phosphate dehydrogenase and leptin are related to marbling differences among limousin and angus or Japanese black × angus steers^{1,2}. *Journal of Animal Science*, 85(11), 2882-2894. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0062>
- Cadot, Brunot (2018). *La différenciation des cellules musculaires striées squelettiques*. Planet-Vie. <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/developpement/controle-du-developpement/la-differenciation-des-cellules-musculaires>

- Choudhury, D., Tseng, T. W., & Swartz, E. (2020). The business of cultured meat. *Trends in Biotechnology*, 38(6), 573-577. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.02.012>
- Chriki, S., & Hocquette, J. (2020). The Myth of Cultured Meat : A review. *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007>
- Claudia Terlouw, Isabelle Cassar-Malek, Brigitte Picard, C. Bourguet, Véronique Deiss, et al. Stress en élevage et à l'abattage : impacts sur les qualités des viandes. INRA Productions Animales, 2015, 28 (2), pp.169-182. [ff10.20870/productions-animales.2015.28.2.3023ff](https://doi.org/10.20870/productions-animales.2015.28.2.3023ff). [ffhal-01211033v2f](https://doi.org/10.20870/productions-animales.2015.28.2.3023ff)
- Clugston, E. (2019, 12 septembre). Mosa meat : from € 250,000 to € 9 burger patties. *CleanTechnica*. <https://cleantechnica.com/2019/09/12/mosa-meat-from-e250000-to-e9-burger-patties/>
- Comment nourrir le monde en 2050. (2009). FAO. <https://www.fao.org/3/k6021f/k6021f.pdf>
- Contributeurs aux projets Wikimedia. (2023). Muscle squelettique. [fr.wikipedia.org](https://fr.wikipedia.org/wiki/Muscle_squelettique). https://fr.wikipedia.org/wiki/Muscle_squelettique
- Consommation de viande. (2019). Dans OCDE <https://data.oecd.org/fr/agroutput/consommation-de-viande.htm>
- Corbeau, J.-P. c, & Poulain, J.-P. P. (2002). *Penser l'alimentation : Entre imaginaire et rationalité*. Privat.
- Courrier International. (2020, 2 décembre). Singapour autorise la vente de viande in vitro, une première mondiale. *Courrier international*. <https://www.courrierinternational.com/article/point-singapour-autorise-la-vente-de-viande-vitro-une-premiere-mondiale>
- Datar, I., & Betti, M. (2010). Possibilities for an in vitro meat production system. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(1), 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.007>

Debois, S. (2023, 17 mai). *Les 9 avantages et inconvénients des questionnaires*. Pointerpro.

<https://pointerpro.com/fr/blog/les-9-avantages-et-inconvenients-des-questionnaires/>

De Futura, L. R. (s. d.). *Gaz à effet de serre : CO2 ou méthane, quel est le pire ?* Futura.

<https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/rechauffement-climatique-gaz-effet-serre-co2-methane-pire-565/>

Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M., & Tichit, M. (2013). Prospects from Agroecology and Industrial Ecology for Animal production in the 21st century. *Animal*, 7(6), 1028-1043. <https://doi.org/10.1017/s1751731112002418>

DURMAZ, D. Y., CELIK, C. M., & ORUC, O. R. (2014). *The Impact of Cultural Factors on the Consumer Buying Behaviors Examined through An Impirical Study* (Vol. 2).

Échelle de Likert : exemples et mode d'emploi | SurveyMonkey. (s. d.). SurveyMonkey.

<https://fr.surveymonkey.com/mp/likert-scale/>

Elaine Watson. (2021, 9 décembre). *'A biological breakthrough. . .'* UPSIDE Foods hails animal-component-free cell media for cell cultured (aka cultivated) meat.

foodnavigator-usa.com. <https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2021/12/09/A-biological-breakthrough-UPSIDE-Foods-hails-animal-component-free-cell-media-for-cell-cultured-aka-cultivated-meat>

Élevage industriel : les effets néfastes sur l'environnement. (2017, 26 février). Greenpeace France. <https://www.greenpeace.fr/elevage/>

Fernández, C. R. (2022). Cultured meat is coming soon : Here's what you need to know.

Labiotech.eu. <https://www.labiotech.eu/in-depth/cultured-meat-industry/>

flora Southey. (2020, 8 décembre). *France's agricultural minister says 'NON' to cell-based meat following Singapore approval*.

foodnavigator.com. <https://www.foodnavigator.com/Article/2020/12/08/France-s-Agricultural-Minister-says-NON-to-cell-based-meat-following-Singapore-approval>

- Flora Southey. (2022, 17 janvier). *How does mosa meat cultivate beef without animal serum ? researchers tell all.*
foodnavigator.com. <https://www.foodnavigator.com/Article/2022/01/17/How-does-Mosa-Meat-cultivate-beef-without-animal-serum-Researchers-tell-all>
- Gallen, C., Pantin-Sohier, G., & Peyrat-Guillard, D. (2018). Les mécanismes cognitifs d'acceptation d'une innovation alimentaire de discontinuité : le cas des insectes en France. *Recherche et applications en marketing*, 34(1), 50-77.
<https://doi.org/10.1177/0767370118782449>
- Gérard Danaguezian *Avantages et inconvénients des enquêtes en ligne.* (s. d.).
<https://www.soft-concept.com/surveymag/avantages-et-inconvenients-des-enquetes-en-ligne.html>
- GOOD Meat | *The future of meat.* (s. d.). GOOD Meat. <https://www.goodmeat.co/>
- Hocquette, J. J. (2021, 13 décembre). *La « viande. . cellulaire » : est-ce possible ? est-ce bon ? est-ce acceptable ?* <https://hal.science/hal-03504424/>
- Hocquette, J. (2016). Is in vitro meat the solution for the future ? *Meat Science*, 120, 167-176.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.036>
- Hocquette, J., Mainsant, P., Daudin, J., Cassar-Malek, I., Rémond, D., Doreau, M. M., Sans, P., Bauchart, D., Agabriel, J., Verbeke, W., & Picard, B. (2013). La viande du futur sera-t-elle produite in vitro ? *INRA productions animales*, 26(4), 363-374.
<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2013.26.4.3164>
- Holt, V. H., & Lévy-Leblond, J.-M. L.-L. (1991). Manger les insectes ? *HAL open sciences*, 106-111.
- Innovation incrémentale.* (2021). info.net. <https://infonet.fr/lexique/definitions/innovation-incrementale/#:~:text=Elles%20concernent%20par%20exemple%20l,plus%20en%20plus%20de%20données>

Jean-François J.-F. Hocquette. La viande artificielle : utopie ou future réalité ?. Notes

Académiques de l'Académie d'agriculture de France, 2016, 5, pp.1-6. hal-02636588

Johnny. (2022, 13 octobre). *Les Néerlandais ont été les pionniers de la viande cultivée en laboratoire. pourquoi ne peuvent-ils pas en manger ?* Blog ARC Optimizer.

<https://blog.arcoptimizer.com/les-neerlandais-ont-ete-les-pionniers-de-la-viande-cultivee-en-laboratoire-pourquoi-ne-peuvent-ils-pas-en-manger-2>

Joy, A. T. (2023, 28 novembre). *Qu'est-ce que les processus CIP et SIP ?* Tameson.fr.

<https://tameson.fr/pages/qu-est-ce-que-les-processus-cip-et-sip>

Kadim, I. T., Mahgoub, O., Baqir, S., Faye, B., & Purchas, R. W. (2015). Cultured Meat from muscle stem Cells : A Review of Challenges and Prospects. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 222-233.

[https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(14\)60881-9](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(14)60881-9)

Karine G. (2023, 5 novembre). *Innovation radicale ou innovation disruptive*. Benjamin Chaminade.

<https://benjaminchaminade.com/innovation-radicale-ou-innovation-disruptive/#:~:text=Quelques%20exemples%20d'innovation%20radicale,aux%20produits%20ou%20services%20existants.>

Kemache, N. (2021). *Utilisation des antibiotiques en élevage et impact sur la santé publique*.

<http://dspace.univ-tebessa.dz:8080/jspui/handle/123456789/652>L. (s. d.). *Conditions de travail et santé des ouvriers d'abattoirs*. Viande : impact sur l'environnement, la santé et les animaux. <https://www.viande.info/conditions-travail-ouvrier-abattoirs>

Larousse, É. (s. d.). *Définitions : Cognition - Dictionnaire de Français Larousse*.

<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cognition/17005#:~:text=Ensemble%20des%20structures%20et%20activit%C3%A9s,aux%20domaines%20de%20l%27affectivit%C3%A9.>

- Larsson, S. C., & Wolk, A. (2006). Meat consumption and risk of colorectal cancer : A Meta-analysis of Prospective studies. *International Journal of Cancer*, 119(11), 2657-2664. <https://doi.org/10.1002/ijc.22170>
- Langelaan, M. M., Boonen, K. K., Polak, R. R., Baaijens, F. F., Post, M. M., & Van Der Schaft, D. D. (2010). Meet the new meat : tissue engineered skeletal muscle. *Trends in Food Science and Technology*, 21(2), 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.11.001>
- Lecossier, A. (2016, 7 juillet). *Une vision multidimensionnelle des typologies d'innovation pour identifier et concevoir une démarche d'innovation*. <https://hal.science/hal-01361907/>
- Le Point.fr. (2013, août 5). « Frankenburger » : le premier steak créé in vitro dégusté à Londres. *Le Point*. https://www.lepoint.fr/culture/frankenburger-le-premier-steak-cree-in-vitro-deguste-a-londres-05-08-2013-1711568_3.php#11
- Livestock's long shadow.* (s. d.). Google Books. https://books.google.be/books?hl=fr&lr=&id=1B9LQQkm_qMC&oi=fnd&pg=PR16&dq=Livestocks+long+shadow++Environmental+issues+and+options&ots=LP1ZiUdPoG&sig=aoux9awygMrZqmxBvOdL8tyjuHY&redir_esc=y#v=onepage&q=Livestocks%20long%20shadow%20%20Environmental%20issues%20and%20options&f=false
- Lorigan, J. L. (s. d.). *Qu'est-ce que l'ingénierie tissulaire* ? EuroGCT. <https://www.eurogct.org/fr/quest-ce-que-lingenierie-tissulaire>
- Lynch, J., & Pierrehumbert, R. T. (2019). Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Frontiers in sustainable food systems*, 3. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00005>
- Messmer, T., Klevernic, I., Furquim, C., Ovchinnikova, E. S., Doğan, A., Cruz, H., Post, M. J., & Flack, J. E. (2022). A serum-free media formulation for cultured meat production supports bovine satellite cell differentiation in the absence of serum starvation. *Nature food*, 3(1), 74-85. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00419-1>

- Mohr, I. M. (2023, août 9). *(Meat) Pie in the Sky ? Looking at the future of lab-grown meats*. Science in the News. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2022/meat-pie-in-the-sky-when-will-our-appetite-for-lab-grown-meat-be-satisfied/>
- Monestès, J., Villatte, M., & Loas, G. (2009). Introduction à la thérapie d'acceptation et d'engagement (ACT). *Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive*, 19(1), 30-34. <https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2009.04.003>
- Moritz, M. S. M., Verbruggen, S., & Post, M. J. (2015). Alternatives for large-scale production of Cultured beef : a review. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 208-216. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(14\)60889-3](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(14)60889-3)
- Mosa Meat. (s. d.). Mosa Meat. <https://mosameat.com/>
- Muraille, E. M. (2021, 3 septembre). La viande « cultivée » en laboratoire pose finalement plus de problèmes qu'elle n'en résout. *www.20minutes.fr*. <https://www.20minutes.fr/planete/2927299-20201210-viande-cultivee-laboratoire-pose-finalement-plus-problemes-resout>
- Orzechowski, A. (2015). Artificial meat ? Feasible approach based on the experience from cell culture studies. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 217-221. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(14\)60882-0](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(14)60882-0)
- Page Moreau, C., B. Markman, A. B. M., & R. Lehmann, D. (2001, mars). *"What Is It ? " Categorization Flexibility and Consumers' Responses to Really New Products*. Oxford academy. <https://academic.oup.com/jcr/article-abstract/27/4/489/1810433>
- Paul-Gera, K. (2022). Cultivating beef without FBS — Mosa meat. *Mosa Meat*. <https://mosameat.com/blog/cultivating-beef-without-fetal-bovine-serum>
- Pelloux, E. (2022, 11 mai). Agriculture cellulaire : vers une production de viande durable ? *ID, l'Info Durable*. <https://www.linfodurable.fr/technomedias/agriculture-cellulaire-vers-une-production-de-viande-durable->

[32019#:~:text=La%20revue%20Nature%20a%20publi%C3%A9,significatif%20sur%20le%20r%C3%A9chauffement%20climatique.](#)

- Phillips, B., Horne, R., Lay, T. S., Rust, W. L., Teck, T. T., & Crook, J. M. (2008). Attachment and growth of human embryonic stem cells on microcarriers. *Journal of Biotechnology*, 138(1-2), 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2008.07.1997>
- Piaget J (1962) *Play, Dreams, and Imitation in Childhood*, trans. Gattegno C, Hodgson FM. New York: Norton.
- Porcher, J. (2018). Manger in vitro et vivre sans les animaux, un projet inhumain. *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*. <https://hal.inrae.fr/hal-02618030>
- Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells : challenges and prospects. *Meat Science*, 92(3), 297-301. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.008>
- Rosa, E., Tafani, E., Michel, G., & Abric, J.-C. A. (2011). Rôle du processus de catégorisation dans le fonctionnement des représentations sociales : une application dans le champ du marketing. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, 91, 253-281.
- Rozin, P., & Fallon, A. (1980). The Psychological Categorization of Foods and Non-foods : A Preliminary Taxonomy of food rejections. *Appetite*, 1(3), 193-201. [https://doi.org/10.1016/s0195-6663\(80\)80027-4](https://doi.org/10.1016/s0195-6663(80)80027-4)
- Sadler, M. (2004). Meat Alternatives — Market developments and health benefits. *Trends in Food Science and Technology*, 15(5), 250-260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.003>
- Saltiel, F. (2023, 12 octobre). La viande « in vitro » , bientôt dans vos assiettes ! *France Culture*. <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/un-monde-connecte/la-viande-in-vitro-bientot-dans-vos-assiettes-9898597>

Schematic of the general production process for cultivated meat. (s. d.). ResearchGate.
https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-general-production-process-for-cultivated-meat_fig3_356286055

Service Changements climatiques. (s. d.). *Émissions par gaz*. Klimaat | Climat.
<https://climat.be/en-belgique/climat-et-emissions/emissions-des-gaz-a-effet-de-serre/emissions-par-gaz>

Sinke, P., Swartz, E., Sanctorum, H., Van Der Giesen, C., & Odegard, I. (2023). Correction :
 Ex-ante life cycle assessment of commercial-scale cultivated meat production in 2030.
The International Journal of Life Cycle Assessment, 28(9), 1225-1228.
<https://doi.org/10.1007/s11367-023-02183-9>

Sinke, P., Swartz, E., Sanctorum, H., Van Der Giesen, C., & Odegard, I. (2023). Ex-Ante life
 cycle assessment of commercial-scale cultivated meat production in 2030. *The
 International Journal of Life Cycle Assessment*, 28(3), 234-254.
<https://doi.org/10.1007/s11367-022-02128-8>

Speed, M. (2023, 6 octobre). Plant-based meat industry on a mission to rebrand itself as healthy
 option. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/e2f09994-7d1d-4839-8111-1983c5bc14bc>

Terlouw, C., Cassar-Malek, I., Picard, B., Bourguet, C., Deiss, V., Arnould, C., Berri, C.,
 Duval, E., Lefèvre, F., & Lebret, B. (2020). Stress en élevage et à l'abattage : impacts
 sur les qualités des viandes. *INRA productions animales*, 28(2), 169-182.
<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2015.28.2.3023>

Tous les aliments moyennement caloriques entre 100 et 200 kcal.

(s. d.). <http://www.monmenu.fr/s/Tous-les-aliments-moyennement-caloriques-entre-100-et-200-kcal-pid100>

Tuomisto, H. L., & De Mattos, M. J. T. (2011). Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental Science & Technology*, 45(14), 6117-6123.
<https://doi.org/10.1021/es200130u>

Up, F. A. E. D. (s. d.). *Viande in vitro : « une bulle médiatique qui repose sur un support scientifique très faible »*. Futura. <https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/alimentation-viande-in-vitro-bulle-mediatique-repose-support-scientifique-tres-faible-96425/>

Vavitsas, K. (2022, 25 juin). Will Europe follow Singapore in approving cultured meat ? *Labiotech.eu*. <https://www.labiotech.eu/trends-news/cultured-meat-eat-just/>

Vermorel, M. (1995). Emissions annuelles de méthane d'origine digestive par les bovins en France. Variations selon le type d'animal et le niveau de production. *Hal open science*.

Viande cultivée en laboratoire : comment est-elle produite et quels sont les avantages et les inconvénients. (s. d.). Eufic. <https://www.eufic.org/fr/production-alimentaire/article/viande-cultivee-en-laboratoire-comment-est-elle-produite-et-quels-sont-les-avantages-et-les-inconvenients/>

Virbac. (2022, 17 novembre). Les antibiotiques chez les bovins : comment bien les utiliser ? *virbac*. <https://fr.virbac.com/home/toutes-les-maladies/antibiotiques-chez-les-bovins.html>

World Health Organization : WHO. (2020, 29 juillet). Zoonoses. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses#:~:text=Une%20zoonose%20est%20une%20maladie%20infectieuse%20qui%20est%20pass%C3%A9e%20de,%27eau%20ou%20l%27environnement>

Yashinmeiresonne. (2023, 6 septembre). *La consommation de viande en Belgique continue de baisser*. ProVeg Belgium. <https://proveg.com/be/fr/la-consommation-de-viande-en>

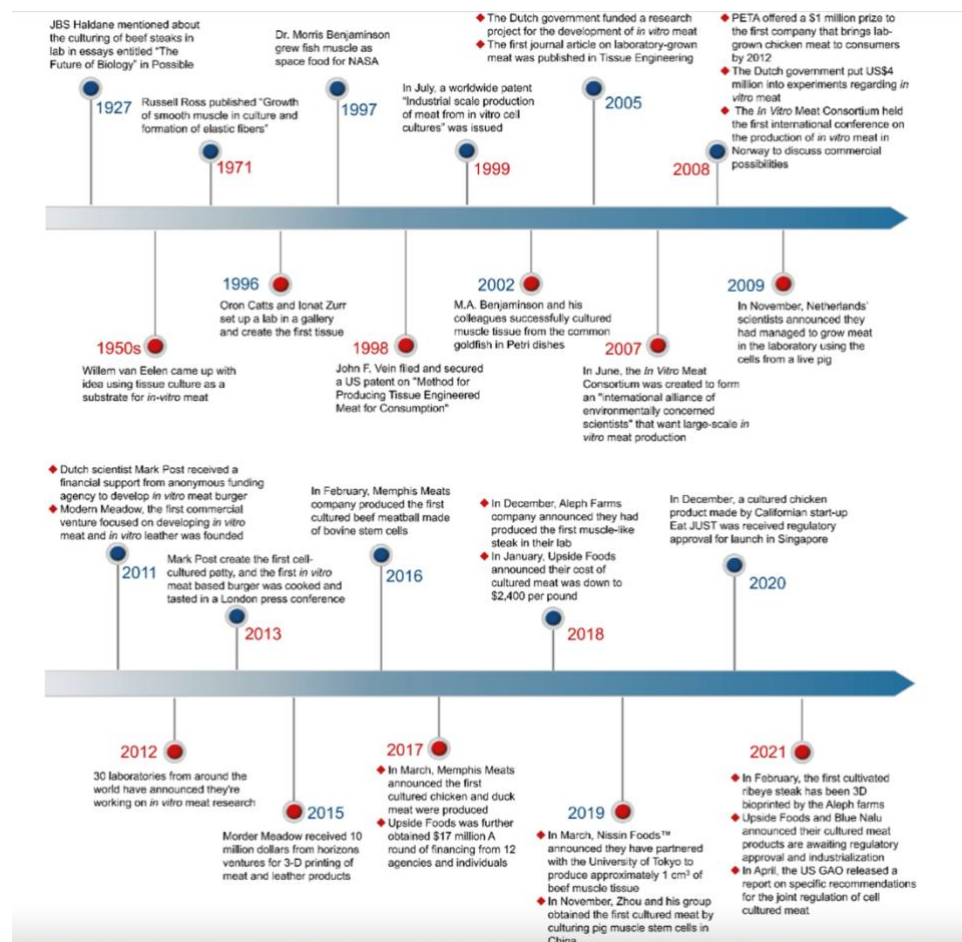
[belgique-continue-de-baisser/#:~:text=Pourtant%2C%2068%25%20des%20Belges%20se,moins%203%20jours%20par%20semaine.](#)

Ye, Y., Zhou, J., Guan, X., & Sun, X. (2022). Commercialization of Cultured meat products : Current status, challenges, and strategic Prospects. *Future Foods*, 6, 100177. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100177>

Annexes

Annexe 1: Ligne du temps des grandes étapes dans la recherche de la viande in vitro.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833522000648#sec0002>



Annexe 2 : L'évolution des prix de la viande in vitro.

Price development of clean meat

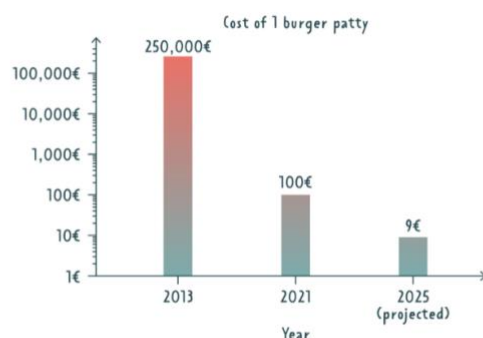
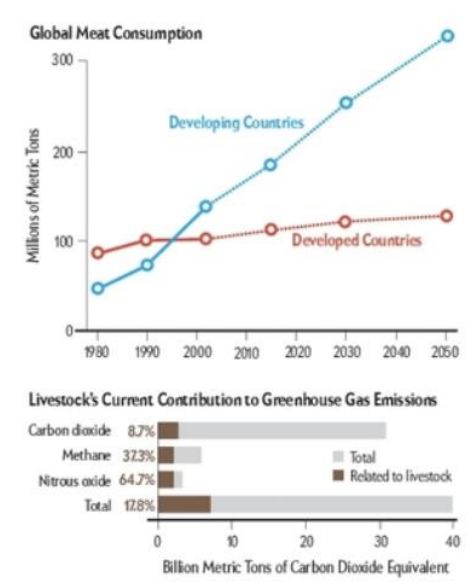


Figure 3 : Évolution des prix passés et prévues pour une galette de hamburger cultivée en laboratoire par Mosa Meat. Mosa Meat a été cofondé par **Mark Post**, le premier scientifique au monde à créer une preuve de concept pour la viande propre en 2013.

Annexe 3 : Graphique de la consommation de viande mondiale.

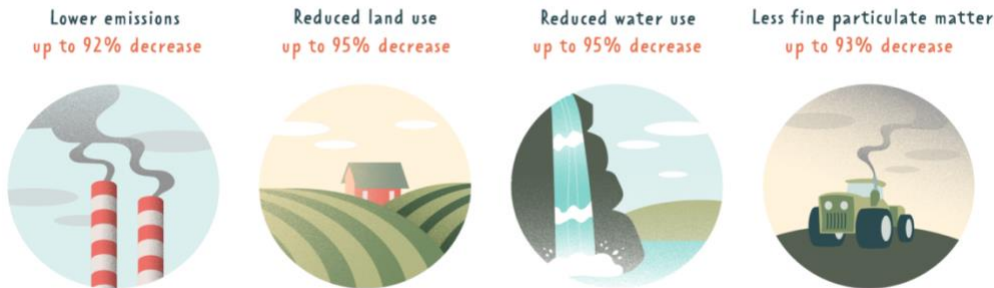
<https://www.jstor.org/stable/26002567?seq=4>



Annexe 4 : Récapitulatifs des chiffres proposés par l’Université de Harvard

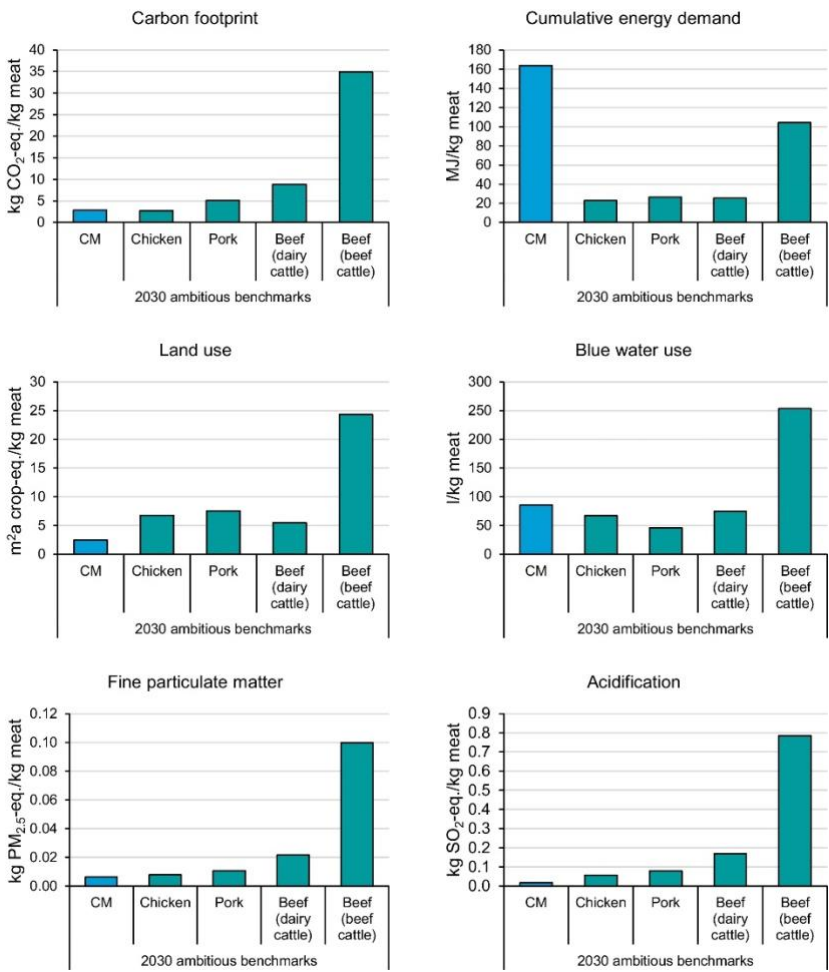
<https://sim.hms.harvard.edu/flash/2022/meat-pie-in-the-sky-when-will-our-appetite-for-lab-grown-meat-be-satisfied/>

Environmental impact of cultured meat, compared to beef cattle



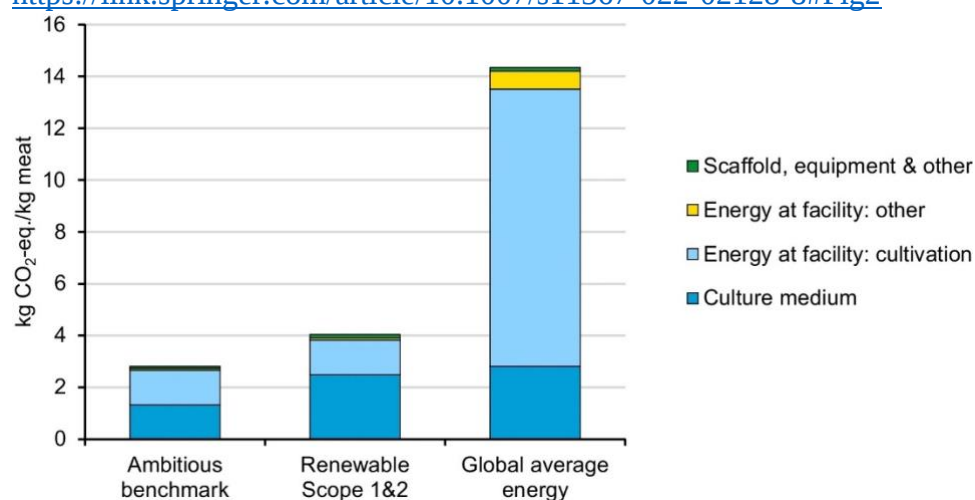
Annexe 5 : Tableau récapitulatif de l’étude de Springer.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-022-02128-8#Fig2>



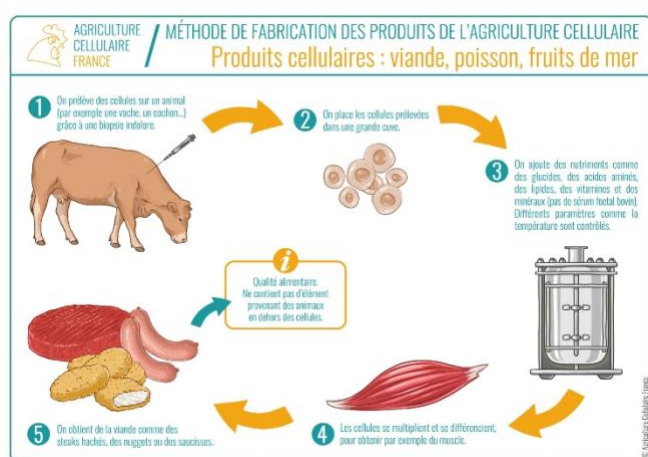
Annexe 6 : L'empreinte carbone de la viande in vitro selon trois scénarios.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-022-02128-8#Fig2>



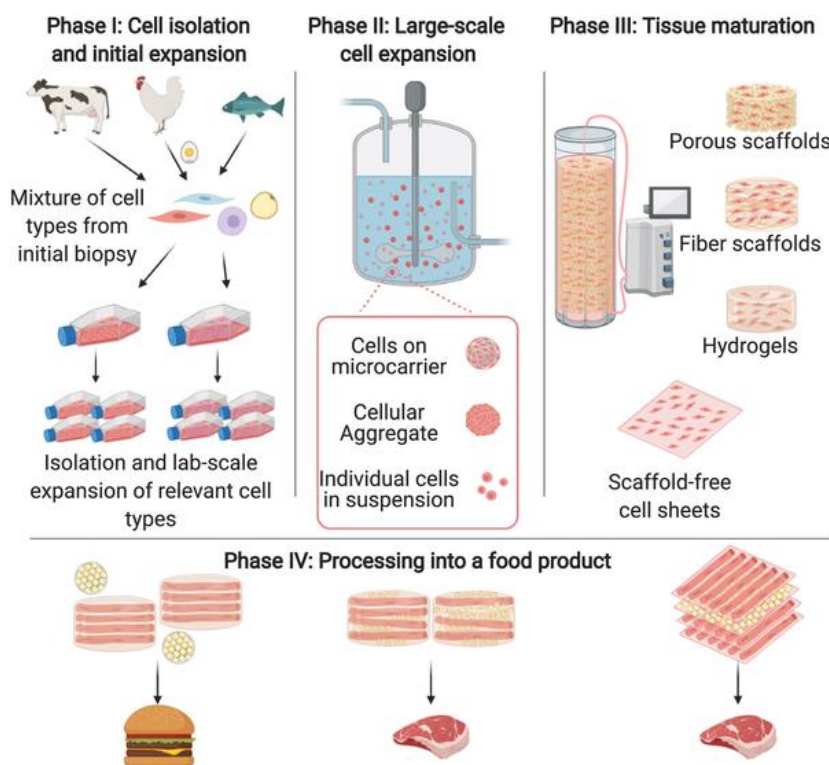
Annexe 7 : Schéma simplifié de la production de viande in vitro.

<https://agriculturecellulaire.fr/processus/>



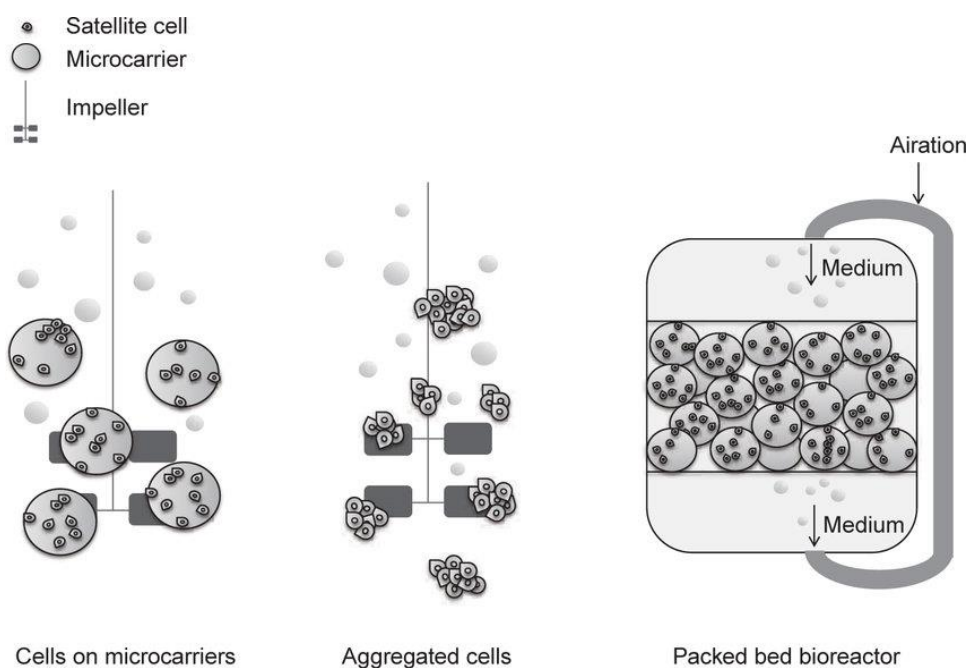
Annexe 7 bis : Schéma des différentes étapes de la production de la viande in vitro simplifiée.

https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-general-production-process-for-cultivated-meat_fig3_356286055



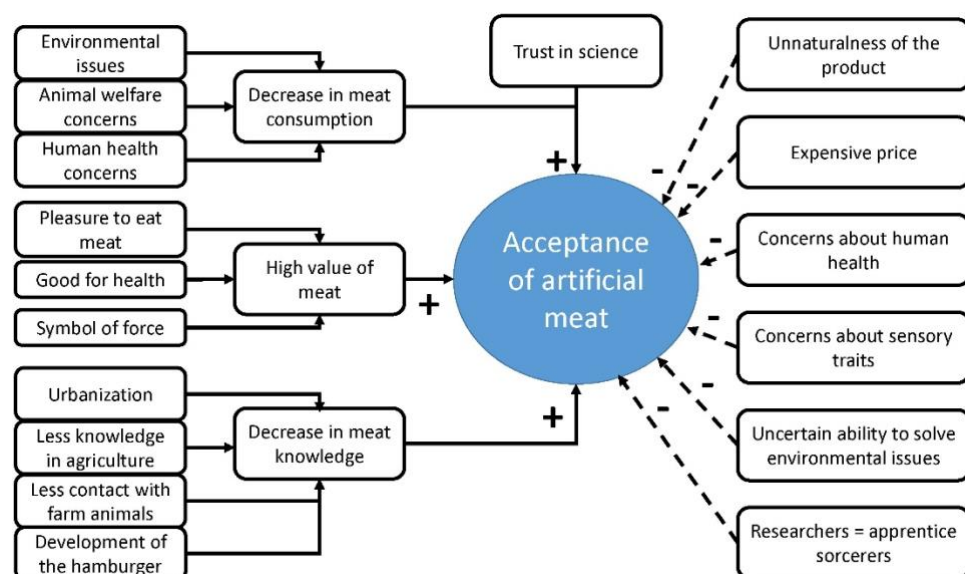
Annexe 8 : Ensemble des trois procédures de production à grande échelle

https://www.researchgate.net/figure/Overview-of-the-three-possible-large-scale-systems-for-cultured-beef_fig1_272424383



Annexe 9 : Diagramme des points positifs et négatifs de l'acceptation de la viande artificielle.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174016301358#bb0185>



Annexe 10 : Screenshot du questionnaire effectué sur Google Forms.

Rubrique 1 sur 5

Mémoire : La viande in vitro

Bonjour à toutes et à tous,

Dans le cadre de mon mémoire, je souhaiterais vous interroger sur la viande in vitro. Si vous ne savez pas ce que c'est, pas de panique, je vous l'explique ultérieurement à travers ce questionnaire.

Il est constitué de 3 parties :

La première partie comprend uniquement des questions personnelles afin de mieux vous connaître, la deuxième partie comporte 11 questions à choix multiple sur le sujet même de mon mémoire et enfin, la dernière partie vient conclure ce questionnaire.

Il ne vous prendra que quelques minutes et est totalement anonyme.

D'avance, je vous remercie beaucoup pour vos réponses. Elles représentent une aide non négligeable !

Odile Collard, étudiante en Master 2 en ingénieur de gestion à l'UCLouvain.

Rubrique 2 sur 5

Quelques questions pour mieux vous connaître 😊

Dans cette partie, vous allez devoir répondre à des questions socio-démographiques. Puis, je vous expliquerai brièvement ce qu'est la viande in vitro 😊.

Êtes-vous ? *

☐ Une femme

☐ Un homme

☐ Je ne souhaite pas le préciser

☐ Autre...

Où habitez-vous ? *

☐ Brabant wallon

☐ Hainaut

☐ Liège

Où habitez-vous ? *

- ☐ Brabant wallon
- ☐ Hainaut
- ☐ Liège
- ☐ Luxembourg
- ☐ Namur
- ☐ Bruxelles

...

Quel âges avez-vous ? *

- ☐ Moins de 18 ans
- ☐ 18 - 25 ans
- ☐ 26 - 35 ans
- ☐ 36 - 45 ans
- ☐ 46 - 55 ans

- ☐ 36 - 45 ans
- ☐ 46 - 55 ans
- ☐ 56 - 65 ans
- ☐ 66 - 75 ans
- ☐ 76 - 80 ans
- ☐ Plus de 81 ans

...

Quel est votre régime alimentaire ? *

- ☐ Omnivores
- ☐ Végétariens
- ☐ Pesco-végétariens
- ☐ Flexitariens
- ☐ Végétaliens

Connaissez-vous la viande in vitro ? (Viande produite en laboratoire)

- ☐ Oui
- ☐ Non

Non ? *

Si vous avez répondu non à la question précédente, voici quelques brèves explications sur la viande in vitro.

La viande in vitro est une viande entièrement produite en laboratoire à base de cellules souches animales. Dans le cadre de mon mémoire, je me suis penchée uniquement sur la viande bovine. L'intérêt d'une telle méthode est de supprimer la cruauté animale, de réduire l'utilisation des terres, de réduire les gaz à effets de serre et enfin de réduire la consommation d'eau habituellement nécessaire à la production de la viande comme nous la connaissons actuellement. Avec cette alternative, plus besoin d'abattoirs, plus besoin d'élevages intensifs, ... Ce type de viande permettrait également de ne pas gaspiller, en produisant uniquement la quantité nécessaire de viande dont nous avons besoin.

Le processus de création peut être résumé en 3 étapes : la première est le prélèvement des cellules souches, sur un animal vivant. La deuxième consiste en la réplication cellulaire et enfin, la dernière étape est la différenciation. Tout ce processus est réalisé dans un laboratoire dans des conditions stériles.

Le goût de la viande in vitro tendrait vers celui de la viande conventionnelle.

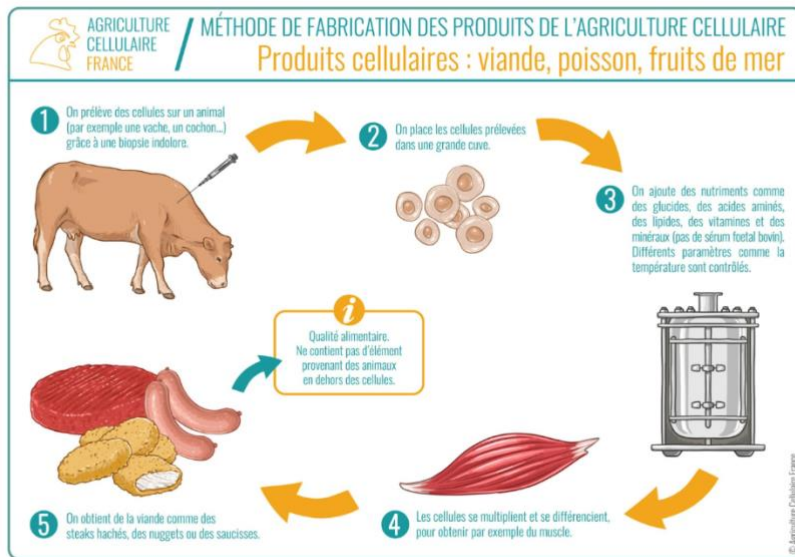
Le prix de la viande in vitro serait moindre que la viande conventionnelle.

Les deux images qui suivent représentent la viande in vitro et son processus de fabrication.

Voici un exemple de viande in vitro



Voici un schéma simplifié de la production de la viande in vitro



Rubrique 3 sur 5

Avant-dernière rubrique : la viande in vitro et sa production 🤖

Maintenant, que vous êtes des professionnels de la viande in vitro, vous allez pouvoir répondre à différentes questions sur votre intention d'acheter ou pas ce type de viande. Je vais vous proposer différentes catégories basées sur une étude (Corbeau et Poulain, 2002) et à vous de me dire quelle catégorie vous semble la plus appropriée lorsque vous pensez à la viande in vitro.

Catégorie 1 : **Consommable** (= produits du quotidien, qui pourraient remplacer ma consommation de viande) *

	1	2	3	4	5	6	7	
Le produit pourrait totalement remplacer ma consommation de viande	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Le produit ne pourrait pas du tout remplacer ma consommation de viande

Catégorie 2 : **Le plaisir du quotidien** (= produits que je pourrais manger avec plaisir) *

	1	2	3	4	5	6	7	
Le produit pourrait totalement être mon plaisir du quotidien	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Le produit ne pourrait pas du tout être mon plaisir du quotidien

Catégorie 3 : **L'aliment d'exception, à consommer lors d'occasions** (= produits que je mangerais uniquement lors d'occasions) *

1 2 3 4 5 6 7

La viande in vitro est réservée aux grandes occasions

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La viande in vitro est un produit mangeable quotidiennement

Catégorie 4 : **Le tabou/ l'interdit** (= produits interdits par ma religion, mes croyances, malgré que l'aliment soit bon pour l'homme) *

Exemples : boeuf pour les Hindous, porc pour les musulmans, ...

1 2 3 4 5 6 7

Mes croyances ne m'interdisent pas du tout de manger ce produit

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Mes croyances m'interdisent totalement de manger ce produit

...

Catégorie 5 : **Les non mangeables dans votre culture** (= produits considérés comme nutritifs, mais je n'ai pas l'habitude d'en manger et mon entourage non plus). *

Exemple : les insectes, aliment couramment mangé en Asie mais pas en Europe.

1 2 3 4 5 6 7

La viande in vitro est un aliment tout à fait mangeable dans MA culture

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Ce n'est pas du tout une habitude dans ma culture

Catégorie 6 : **Les aliments mangeables mais non appréciés** (= produits considérés par tous comme mangeables, mais je ne cherche pas à en manger). Exemple : les épinards pour les enfants *

1 2 3 4 5 6 7

la viande in vitro est mangeable et ça ne me dérange pas d'en manger

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

la viande in vitro est mangeable mais je n'ai pas envie d'en manger

Catégorie 6 : **Les aliments dits "infects"** (= produits considérés par tous comme mangeables mais ils me dégoutent). *

Exemple : les escargots pour certains, les huitres, ...

1 2 3 4 5 6 7

La viande in vitro ne me dégoûte pas du tout

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La viande in vitro me dégoûte fortement

Après la section 3 Passer à la section suivante



Rubrique 4 sur 5

Encore quelques questions liées à la technologie



Rubrique 4 sur 5

Encore quelques questions liées à la technologie



Description (facultative)

Est-ce que la technologie liée à cette innovation vous fait peur ? *

1 2 3 4 5 6 7

La technologie ne me fait pas peur
du tout
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La technologie me terrifie

...

Je fais confiance à la science utilisée pour cette innovation *

1 2 3 4 5 6 7

Totalelement confiance

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Pas du tout confiance

Une viande produite en laboratoire est une bonne idée selon moi *

1 2 3 4 5 6 7

Totalelement d'accord

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Pas du tout d'accord

J'ai peur que le laboratoire ne soit pas bien stérilisé *

1 2 3 4 5 6 7

Totalelement d'accord

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Pas du tout d'accord

...

Feriez-vous confiance au processus de création si vous le connaissiez ? *

1 2 3 4 5 6 7

Totalelement confiance

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Pas du tout confiance

Avez-vous le sentiment qu'il peut y avoir des effets négatifs ? *

1 2 3 4 5 6 7

Non, aucuns effets négatifs à ma connaissance ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Oui, il peut y avoir des effets négatifs a ma connaissance

Après la section 4 Passer à la section suivante ▼

Rubrique 5 sur 5

Dernière rubrique : votre avis sur la viande in vitro (c'est bientôt fini 😊)

Cette partie comprend seulement quelques questions afin de connaître mieux votre avis sur la viande in vitro. Aucune question n'est obligatoire, mais une réponse de quelques mots m'aiderait déjà beaucoup.

Que pensez-vous de la viande in vitro ?

Réponse courte

Que pensez-vous de la viande in vitro ?

Réponse courte

Pourriez-vous en consommer ? *

☐ Oui

☐ Non

Si non, pourquoi ?

Réponse courte

C'est FINI 😊

Merci beaucoup pour vos réponses, elles m'aident énormément ! J'espère que le sujet vous aura intéressé 😊 !
Passez une bonne journée/ soirée 😊

Annexe 10 bis : Questions posées lors du questionnaire Google Forms

Q1 : Êtes-vous ?

Femme

Homme

Je ne souhaite pas le préciser

Autre...

Q2 : Ou habitez-vous ?

Brabant wallon

Hainaut

Liège

Luxembourg

Namur

Bruxelles

Q3 : Quel âges avez-vous ?

Moins de 18 ans

18 - 25 ans

26 - 35 ans

36 - 45 ans

46 - 55 ans

56 - 65 ans

66 - 75 ans

76 - 80 ans

Plus de 81 ans

Q4 : connaissez-vous la viande in vitro ? (Viande produite en laboratoire)

Oui

Non

Q5 : Consommable (=produits du quotidien, qui pourraient remplacer ma consommation de viande)

La viande in vitro pourrait totalement remplacer ma consommation de viande

Le produit ne pourrait pas du tout remplacer ma consommation de viande

Réponse sur une échelle de Likert de 1 à 7

Q6 : Le plaisir du quotidien (= produits que je pourrais manger avec plaisir)

Le produit pourrait totalement être mon plaisir du quotidien

Le produit ne pourrait pas du tout être mon plaisir du quotidien

Réponse sur une échelle de Likert de 1 à 7

Q7 : L'aliment d'exception, à consommer lors d'occasions (=produits que je mangerais uniquement lors d'occasions)

La viande in vitro est réservées aux grandes occasions

La viande in vitro est un produit mangeable quotidiennement

Réponse sur une échelle de Likert de 1 à 7

Q8 : Le tabou/l'interdit (=produits interdits par ma religion, mes croyances, malgré que l'aliment soit bon pour l'homme)

Mes croyances ne m'interdisent pas du tout de manger ce produit

Mes croyances m'interdisent totalement de manger ce produit

Réponse sur une échelle de Likert de 1 à 7

Q9 : Les non-mangeables dans votre culture (=produits considérés comme nutritifs, mais je n'ai pas l'habitude d'en manger et mon entourage non plus)

La viande in vitro est un aliment tout à fait mangeable dans MA culture

Ce n'est pas du tout une habitude dans ma culture

Réponse sur une échelle de Likert de 1 à 7

Q10 : Les aliments mangeables mais non appréciés (=produits considérés par tous comme mangeable, mais je ne souhaite pas à en manger)

La viande in vitro est mangeable et cela ne me dérange pas du tout d'en manger

La viande in vitro est mangeable mais je n'ai pas envie d'en manger

Réponse sur une échelle de Likert de 1 à 7

Q11 : Les aliments dits « infects » (=produits considérés par tous comme mangeable, mais ils me dégoutent)

La viande in vitro ne me dégoute pas du tout

La viande in vitro me dégout fortement

Réponse sur une échelle de Likert de 1 à 7

Q12 : Est-ce que la technologie liée à cette innovation vous fait peur ?

La technologie ne me fait pas peur du tout

La technologie me terrifie

Échelle de Likert de 1 à 7

Q13 : Je fais confiance à la science utilisée pour cette technologie

Totalement confiance

Pas du tout confiance

Échelle de Likert de 1 à 7

Q14 : Une viande produite en laboratoire me semble une bonne idée

Totalement d'accord

Pas du tout d'accord

Échelle de Likert de 1 à 7

Q15 : J'ai peur que le laboratoire ne soit pas bien stérilisé

Totalement d'accord

Pas du tout d'accord

Échelle de Likert de 1 à 7

Q16 : Feriez-vous confiance au processus de création si vous le connaissiez ?

Totalement confiance

Pas du tout confiance

Échelle de Likert de 1 à 7

Q17 : Avez-vous le sentiment qu'il peut y avoir des effets négatifs ?

Non aucuns effets négatifs à ma connaissance

Oui, il peut y avoir des effets négatifs à ma connaissance

Échelle de Likert de 1 à 7

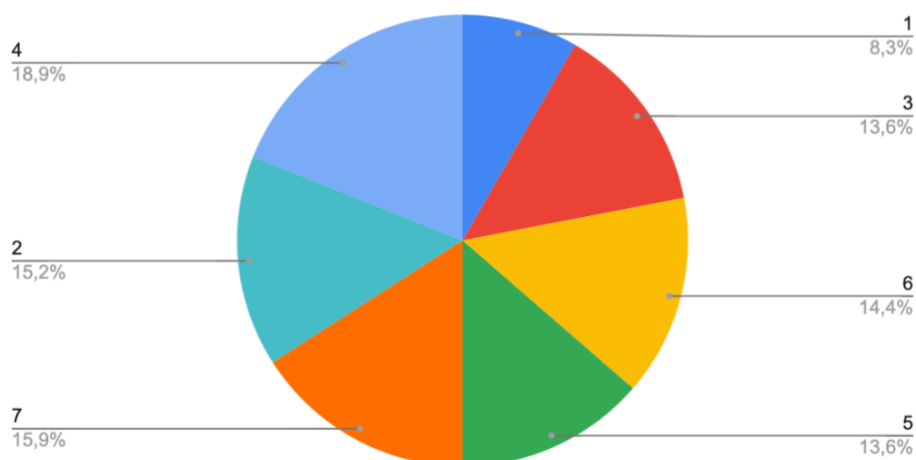
Q18 : Que pensez-vous de la viande in vitro ?

Q19 : Pourriez-vous en consommer ?

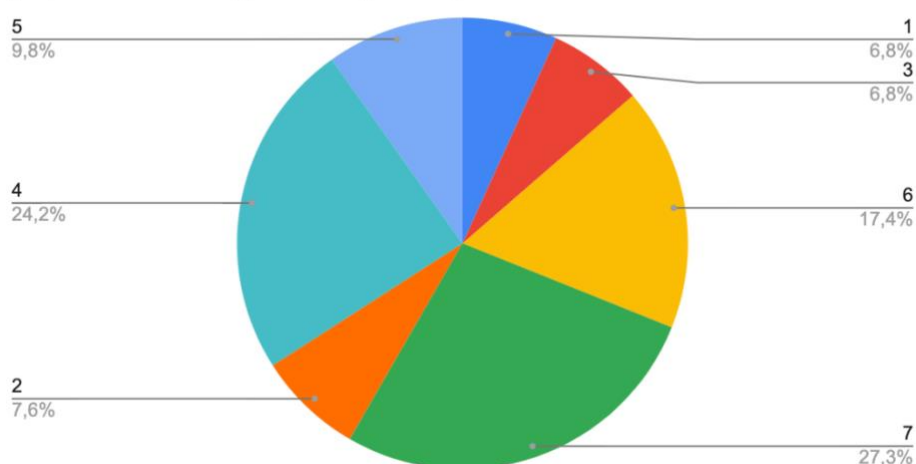
Q20 : Si non, pourquoi ?

Annexe 11 : Graphique des répartitions des réponses aux catégories

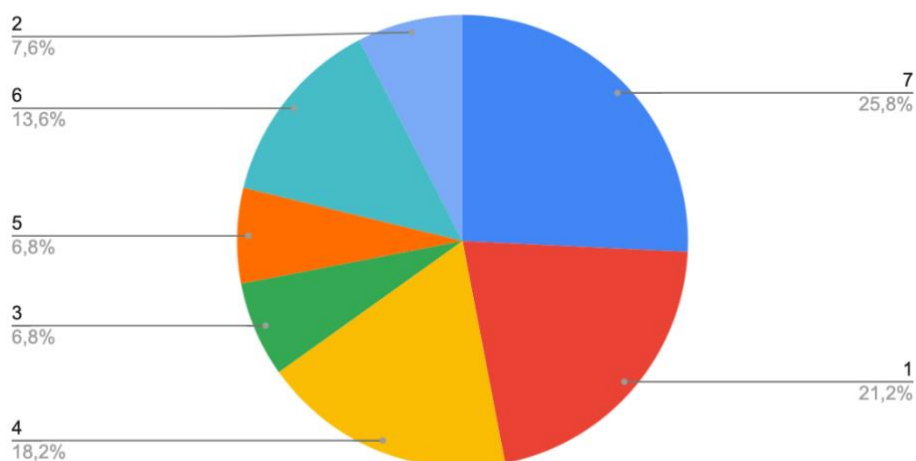
Nombre de Catégorie 1 : Consommable (= produits du quotidien, qui pourraient remplacer ma consommation de via...



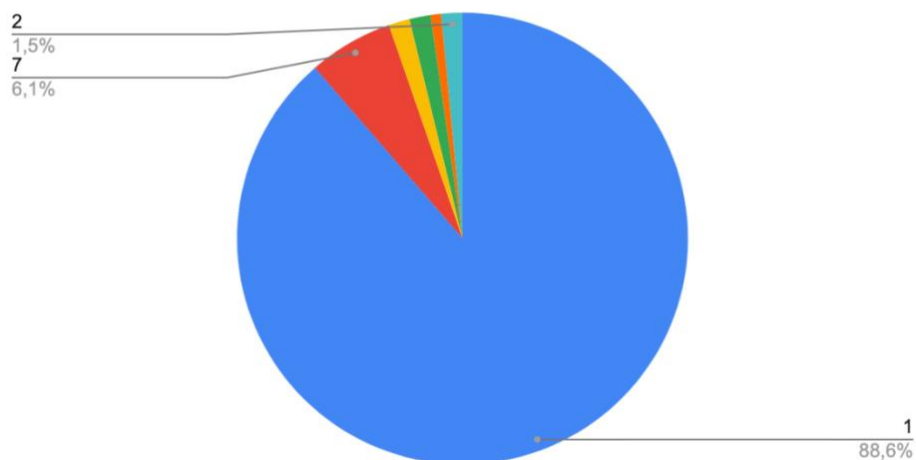
Nombre de Catégorie 2 : Le plaisir du quotidien (= produits que je pourrais manger avec plaisir)



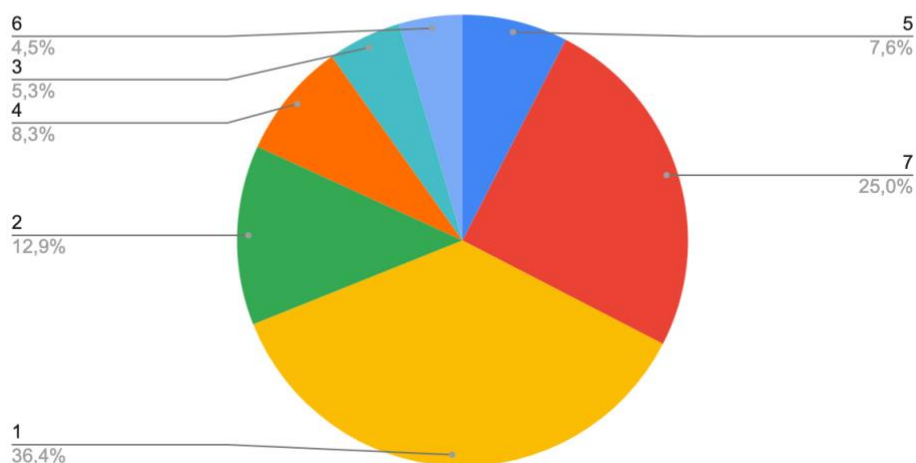
Nombre de Catégorie 3 : L'aliment d'exception, à consommer lors d'occasions (= produits que je mangerais uniquement lor...



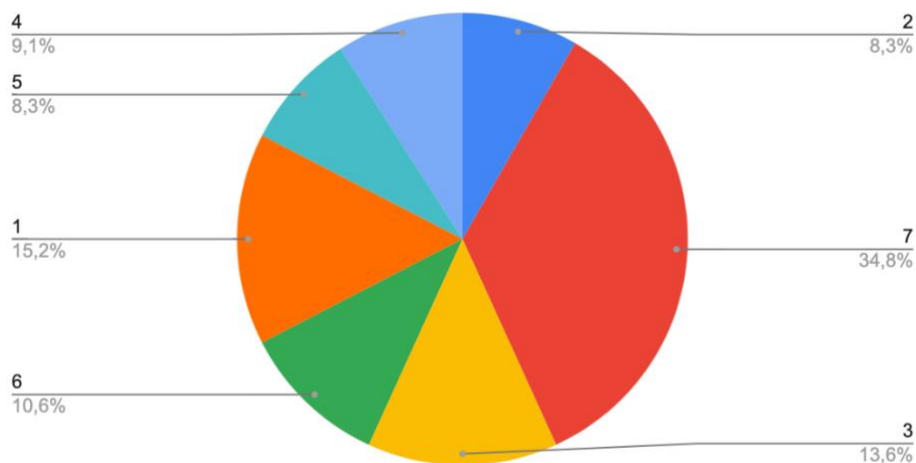
Nombre de Catégorie 4 : Le tabou/ l'interdit (= produits interdits par ma religion, mes croyances, malgré que l'aliment soit bon



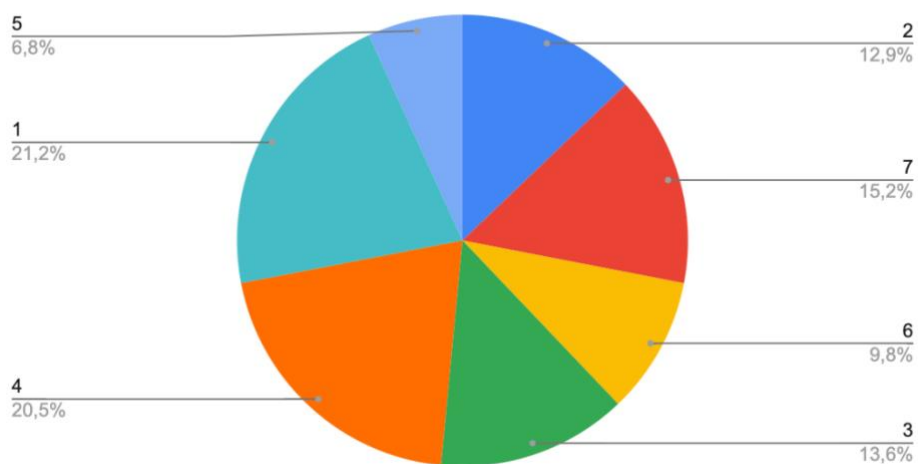
Nombre de Catégorie 5 : Les non mangeables dans votre culture (= produits considérés comme nutritifs, mais je n'ai pas



Nombre de Catégorie 6 : Les aliments mangeables mais non appréciés (= produits considérés par tous comme mangeabl...

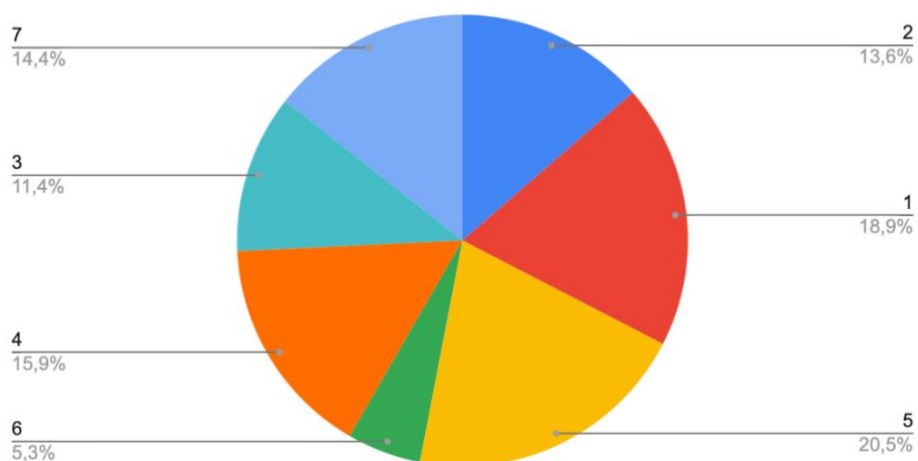


Nombre de Catégorie 6 : Les aliments dits "infects" (= produits considérés par tous comme mangeables mais ils me

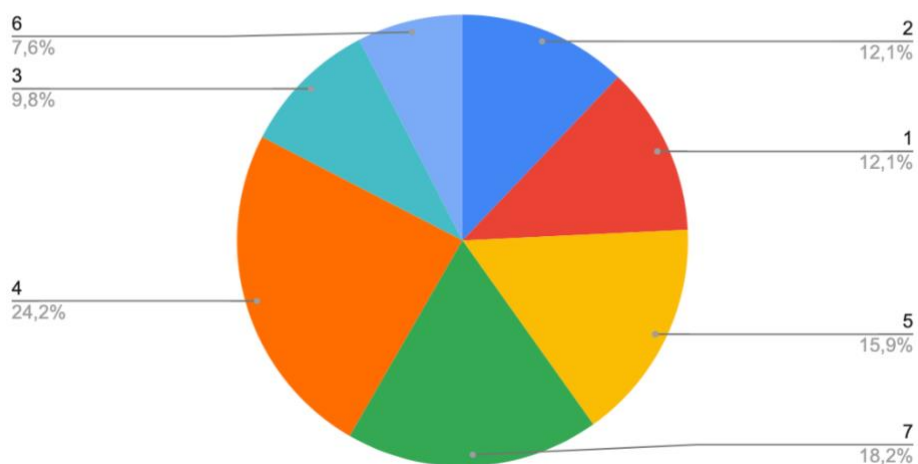


Annexe 12 : Graphique des répartitions des réponses aux questions concernant la technologie

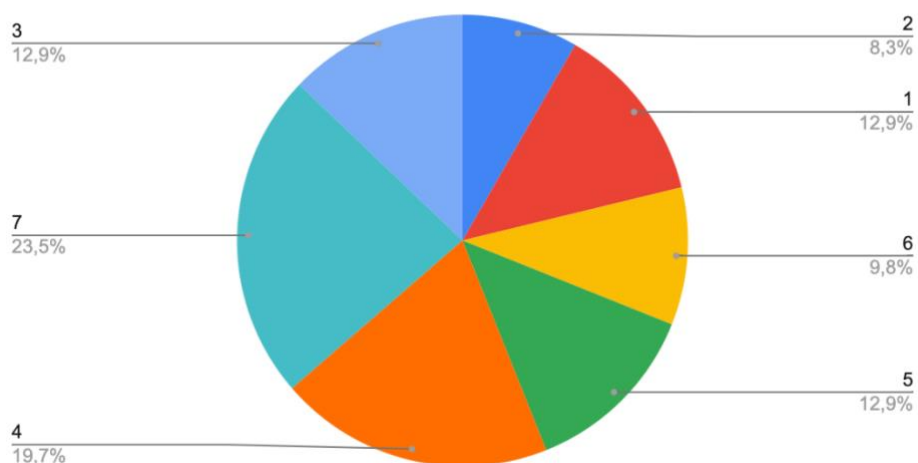
Nombre de Est-ce que la technologie liée à cette innovation vous fait peur ?



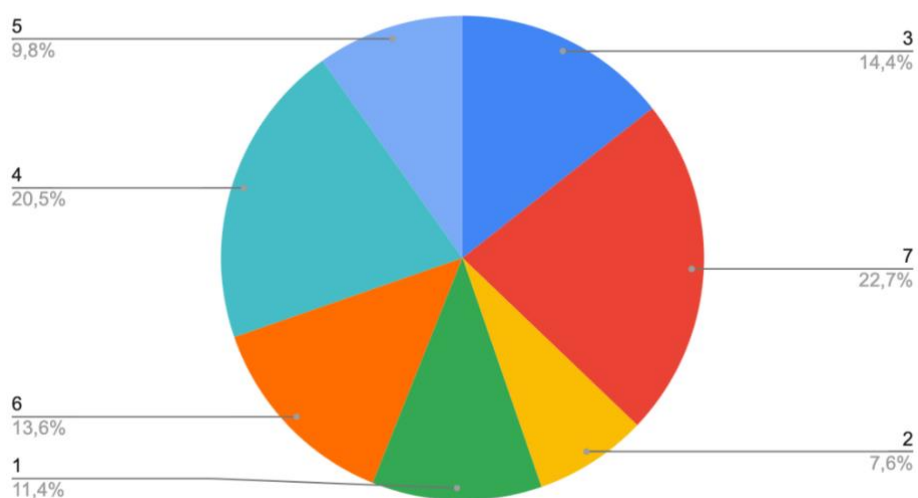
Nombre de Je fais confiance à la science utilisée pour cette innovation



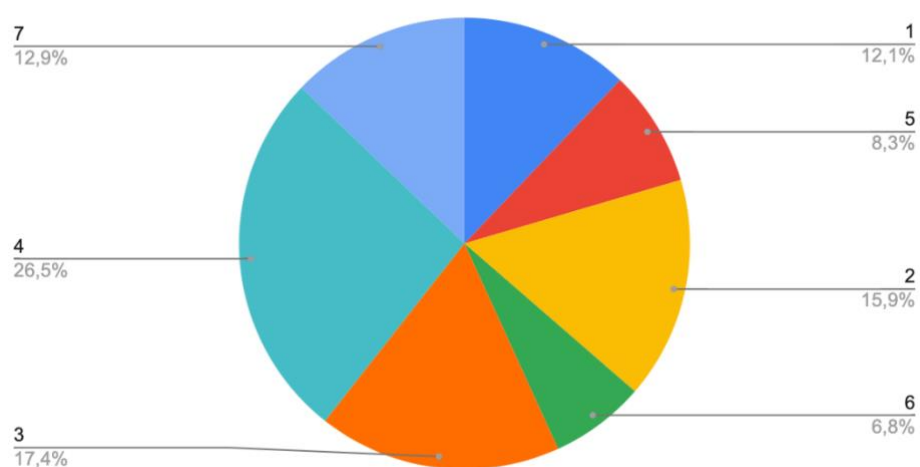
Nombre de Une viande produite en laboratoire est une bonne idée selon moi



Nombre de J'ai peur que le laboratoire ne soit pas bien stérilisé



Nombre de Feriez-vous confiance au processus de création si vous le connaissiez ?



Annexe 13 : Graphique des corrélations

