
Les intérêts de la consommation de viande chez l'Homme

Auteur : Jaspard, Tanguy

Promoteur(s) : Korsak Koulagenko, Nicolas

Faculté : Faculté de Médecine Vétérinaire

Diplôme : Master en médecine vétérinaire

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9711>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Les intérêts de la consommation de viande chez l'Homme

Benefits of Meat Consumption for the Human Population

Tanguy JASPART

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade de Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2019/2020

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

Les intérêts de la consommation de viande chez l'Homme

Benefits of Meat Consumption for the Human Population

Tanguy Jaspert

**Tuteur : Dr Nicolas KORSAK, Lecturer, DVM, Master Food Science (DES
SDAOA), PhD, diplomate ECVPH**

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade de Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2019/2020

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

Les intérêts de la consommation de viande chez l'Homme

L'objectif de ce travail de fin d'études est de mettre en lumière l'intérêt, pour la santé, d'un aliment fort décrié ces dernières années : la viande.

Bien que la plupart des nutriments nécessaires à la survie de l'Homme peuvent être apportés par d'autres aliments, la viande est un atout majeur au cours de la grossesse et de la petite enfance.

Par la suite, durant l'adolescence et l'âge adulte, une consommation raisonnée de viande permet de couvrir facilement les apports nécessaires à une bonne santé physique et mentale. Nous verrons également que la viande est un aliment de choix dans la lutte contre certaines pathologies fréquentes chez les seniors.

Benefits of Meat Consumption for the Human Population

The aim of this work is to prove that, even if some people think otherwise and try to prove it, a reasoned consumption of meat has benefits through the whole lifespan.

Even if most of the nutrients needed by the Human can be brought by various foodstuffs, meat can be an important asset during pregnancy and infancy.

Later, during teenage years and adulthood, a reasoned consumption of meat helps in covering the food requirements for a healthy body and mind.

Thereafter, we'll see that meat can be a food of choice when it comes to disease control among older people.

This paper work describes, in a non-exhaustive way, the benefits of a diet including meat.

Remerciements

Je souhaite remercier toutes les personnes qui m'ont accompagnées de près ou de loin au cours de mes études et lors de la réalisation de ce travail.

Je voudrais dans un premier temps remercier chaleureusement mon promoteur, Pr. Nicolas Korsak, pour sa disponibilité exemplaire et pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée.

Merci à chacun des professeurs de l'Université pour le savoir que vous nous dispensez chaque année.

J'aimerais également remercier ma famille, sans qui je ne serais pas là aujourd'hui.

Papy, merci de m'avoir aidé pendant mes études et merci de m'avoir poussé à faire quelque chose de ma vie.

Papa, Maman, chers Grands-Parents, merci de m'avoir permis de faire des études et merci pour tout ce que vous faites pour moi.

Merci également à Cassandra, ma moitié, qui supporte chacune de mes sautes d'humeur.

Petit-père, j'espère que tu es fier de là-haut

Table des matières

1. Introduction : l'Homme, un mangeur de viande ? (Claude, 2011)	7
2. Les besoins nutritionnels	8
2.1. Les besoins en macronutriments	8
2.1.1. Les protéines	8
2.1.2. Les lipides.....	8
2.1.3. Les glucides	9
2.2. Quelques exemples de besoins en micronutriments	10
2.2.1. Le fer	10
2.2.2. L'iode.....	10
2.2.3. Le zinc	10
2.2.4. La vitamine B12.....	11
2.2.5. L'acide arachidonique	11
3. La viande : Analyse nutritionnelle	11
4. Les intérêts de la consommation de viande : analyse par tranche d'âge.	14
4.1. Pré-partum	14
4.1.1. La carence en Iode.....	14
4.1.2. La carence en Fer	14
4.1.3. La vitamine B12.....	14
4.2. L'enfance	15
4.2.1. La vitamine B12.....	15
4.2.2. Le Fer	17
4.2.3. Croissance et performances intellectuelles.....	17
4.2.4. La santé osseuse	22
4.3. Fin d'enfance et adolescence	24
4.3.1. Le Fer	24
4.3.2. La vitamine B12.....	25
4.4. Adultes	28
4.4.1. Le Fer	28
4.4.2. La vitamine B12.....	29
4.4.3. L'homocystéine.....	29

4.4.4. La santé osseuse	31
5.4.5) Lutte contre la sarcopénie	34
5.4.6) Lutte contre l'hypertension	35
5.4.7) La santé mentale.....	37
5.4.8) Satiété et perte de poids	41
5. Conclusions générales	45
Travaux cités	47

Intérêts de la consommation de viande chez l'homme

1. Introduction : l'Homme, un mangeur de viande ? (Jaffiol, 2011)

Milton (2003) affirme que sans consommation de viande, l'Homme n'aurait jamais pu évoluer comme il l'a fait, et n'aurait jamais pu développer un tel cerveau. Si l'on remonte au paléolithique, la période la plus longue de la Préhistoire, entre 3,3 millions d'années jusqu'à il y a 11 700 ans, l'Homme était chasseur-cueilleur, et son alimentation se composait déjà de viande, poissons et végétaux, qu'il trouvait plus ou moins au hasard au fil de ses déplacements (Boyd Eaton, 2000).

Une étape essentielle à la survie de l'Homme fut la découverte du feu, il y a environ 400 000 ans, qui permit dès lors de cuire les aliments, et notamment la viande, afin d'en tirer encore plus de profits d'un point de vue nutritif.

Par la suite, l'homme s'est sédentarisé lors du néolithique, entre 8 500 et 3 000 ans av. J.-C., permettant l'apparition de l'agriculture.

Au cours de l'Antiquité, les premiers régimes enrichis en viande apparaissent : Pausanias recommandait un régime riche en viandes à tous les athlètes.

C'est également lors de cette période de l'histoire que la médecine commença à s'intéresser à la nutrition, qu'elle commença alors à considérer comme essentielle au maintien de la santé. Les médecins de l'époque accordaient une importance particulière aux régimes alimentaires. Hippocrate aurait même déclaré « Que l'aliment soit ton premier médicament ».

D'autres, comme Empédocle, recommandaient déjà de ne plus consommer que des produits végétaux, non pas pour des raisons médicales, mais plutôt pour une question de morale (Flandrin *et al.*, 1996).

A l'époque, les pathologies liées aux carences étaient fréquentes dans certaines régions du globe. On peut notamment parler de la carence en iode et en sélénium, fréquente lors des périodes de famine, responsable de l'apparition de goitres thyroïdiens et du crétinisme (Rerat, 1994).

Fin du XVIIIème, John Rollo, médecin écossais, prescrivait, avec de bons résultats à la clé, un régime riche en protéines et en graisses à ses patients diabétiques. Ce régime était essentiellement à base de viande (Peumery, 1997).

2. Les besoins nutritionnels

La clé de l'alimentation réside en des apports variés et équilibrés. Afin d'assurer un bon fonctionnement à l'organisme, divers nutriments sont essentiels. Nous allons aborder dans un premier temps les macronutriments. Ensuite, nous donnerons quelques exemples de micronutriments, et expliquerons leur importance pour l'Homme.

2.1. Les besoins en macronutriments

Les besoins nutritionnels varient fortement d'un âge à l'autre, et en fonction de l'activité physique.

Pour une question de facilité, les besoins qui seront évoqués dans ce travail sont ceux de l'Homme adulte moyen, sauf précision contraire.

2.1.1. Les protéines

Quotidiennement, un adulte sain devrait avoir un apport de 0,83 g de protéines par kilo, ce qui correspond à 52 grammes par jour pour une femme de taille et poids moyen, et 62 grammes par jour pour un homme moyen.

A titre d'exemple, l'apport chez une femme dans le dernier tiers de gestation doit être augmenté d'environ 28 grammes par jour.

Chez un sportif d'endurance, l'apport devrait être augmenté de 30 % par rapport à un individu ne pratiquant aucune activité physique (Rawson *et al.*, 2015).

2.1.2. Les lipides

Globalement, l'apport en lipides devrait représenter entre 20 et 30 % de l'apport énergétique total. Du fait de la grande diversité de lipides, il est plus aisé d'utiliser un tableau pour détailler les apports recommandés (Cf. Tableau I).

Tableau I. Recommandations nutritionnelles en lipides chez les adultes

	% Besoins énergétiques	Hommes (g/jour)*	Femme (g/jour)*
Lipides totaux	> 20 < 30-35	> 55 < 83-97	> 44 < 66-77
AGS	< 10	< 28	< 22
AGS athérogènes	< = 8	< = 22	< = 18
MUFA**	10-20	28-55	22-44
PUFA**	5-10	14-28	11-22
n-6	4-8	11-22	8,8-18
LA	4	11	8,8
n-3	1-2	2,8-5,6	2,2-4,4
LNA	1	2,8	2,2
EPA+DHA		0,250-0,500	0,250-0,500
Acides gras trans d'origine industrielle	Le plus faible possible	Le plus faible possible	Le plus faible possible
Cholestérol		< 300mg	< 300mg

*sur la base de besoins énergétiques quotidiens de 2500 kcal pour les hommes et de 2000 kcal pour les femmes.

** Les MUFA et PUFA doivent représenter au moins les deux tiers de l'apport lipidique total.

AGS = Acide Gras Saturés MUFA = Acides Gras Monoinsaturés PUFA = Acides Gras

Polyinsaturés

d'après le Conseil Supérieur de la Santé, 2016

2.1.3. Les glucides

En ce qui concerne les glucides, les recommandations sont moins précises. Le Conseil Supérieur de la Santé recommande qu'à partir de l'âge d'un an, les glucides couvrent 50 % des apports quotidiens en énergie, que les sucres ajoutés ne représentent, au maximum,

que 10 % de l'apport énergétique, et que l'apport en glucides se fasse, autant que possible, par la consommation d'aliments riches en fibres et en micronutriments, comme les fruits, les légumes ou encore le pain complet. L'ensemble de ces recommandations provient du Conseil Supérieur de la Santé (2016).

2.2. Quelques exemples de besoins en micronutriments

2.2.1. Le fer

Stocké dans le foie et retrouvé essentiellement dans les globules rouges et les muscles, le fer est un oligo-élément extrêmement important tout au long de la vie. Le fer est un des constituants de l'hémoglobine, et il joue donc un rôle dans l'oxygénation des tissus. On en retrouve également dans la myoglobine, qui joue le rôle de réserve en oxygène au sein des muscles. Le fer sert également à former diverses enzymes, dont certaines entrent en jeu dans la synthèse d'ADN.

Au sein de l'alimentation, le fer se retrouve sous deux formes : le fer dit « héminique », car lié à l'hème, et le fer « non héminique ». L'essentiel du fer contenu dans l'organisme est sous forme héminique.

Le fer héminique est la forme la mieux absorbée par l'organisme, à hauteur de 20-30 %. Le fer non héminique, quant à lui, n'est absorbé qu'à 1-5 %.

L'apport journalier recommandé chez l'adulte est de 9 g/j (Conseil Supérieur de la Santé, 2019).

2.2.2. L'iode

Principalement située dans la glande thyroïde, l'iode est nécessaire à la synthèse des hormones thyroïdiennes. Ces hormones jouent un rôle dans la régulation de la croissance, la maturation des cellules et participent aussi au développement du cerveau (Velasco *et al.*, 2009). Un apport correct d'iode est donc primordial afin d'assurer un développement et une croissance optimale. Par la suite, l'iode reste nécessaire à l'organisme pour contrôler la thermogénèse et le métabolisme énergétique.

Chez l'adulte moyen, l'apport journalier recommandé est de 150 µg par jour. (Conseil Supérieur de la Santé, 2019). Chez les personnes présentant une forte sudation, tels que les sportifs, l'apport peut être augmenté de 50 µg par jour.

2.2.3. Le zinc

Le zinc participe à un grand nombre de réactions métaboliques : synthèse de protéines, expression de certains gènes, régulation de l'insuline, de la gustine (la protéine responsable de l'homéostasie et du maintien de l'intégrité des papilles gustatives), participation aux défenses immunitaires et antioxydant. L'essentiel des réserves se situent dans les muscles et les os.

L'apport journalier recommandé est de 8 mg / jour chez la femme, et 11 mg / jour chez l'homme (Conseil Supérieur de la Santé, 2016).

2.2.4. La vitamine B12

La vitamine B12 participe au bon fonctionnement des nerfs et des cellules sanguines, et participe à la synthèse d'ADN. Un apport correct en vitamine B12 permet également d'éviter l'apparition d'anémie mégaloblastique. Chez un adulte en bonne santé, l'apport quotidien recommandé est de 1,4 µg / jour (AFSCA, 2009).

2.2.5. L'acide arachidonique

L'acide arachidonique est un acide gras polyinsaturé à longue chaîne. Il est non essentiel, car il peut être synthétisé à partir d'acide linoléique, qui est un autre acide gras.

L'acide arachidonique permet la fabrication de prostaglandines, agissant au niveau reproducteur, épidermique et plaquettaire. Il joue également un rôle dans le développement cérébral.

3. La viande : Analyse nutritionnelle

Au sein de la viande rouge, on retrouve de grandes quantités de protéines et d'acides aminés, dont les 8 acides aminés essentiels aux adultes, et les 9 acides aminés essentiels aux enfants. L'apport de protéines est nécessaire à la croissance, mais également à la maintenance et l'entretien du corps humain.

En moyenne, 100 grammes de viande rouge crue contiennent 22 grammes de protéines, faisant de cet aliment une source importante de protéines.

Les viandes dites rouges sont des viandes provenant du bœuf, de l'agneau, du mouton, du cheval et de la chèvre. La concentration en myoglobine y est plus forte qu'au sein de la viande dite blanche, comme la viande de volaille. A titre d'exemple, la viande de bœuf contient 8mg de myoglobine par gramme de viande, alors que la viande de porc n'en contient qu'environ 2mg/g (Hedrick *et al.*, 1994).

En ce qui concerne les micronutriments, la viande est une des deux seules sources de fer héminique, la forme la mieux absorbée par l'organisme.

De plus, ce fer héminique permet d'augmenter l'efficacité de l'absorption du fer non-héminique (Scientific Advisory Committee on Nutrition, 2010).

Un apport suffisant en protéines animales permet d'éviter les carences ferriques. En effet, il est estimé que le fer héminique permet de couvrir deux tiers des besoins en fer, en ne représentant qu'un tiers des apports.

La viande constitue également un excellent apport en vitamine D. Elle permet de couvrir, en moyenne, 35 % des besoins chez les adolescents de 11 à 18 ans, et 30 % chez les adultes de 19 à 64 ans (Scientific Advisory Committee on Nutrition, 2015). Il a également été découvert que certains constituants des protéines de viande permettraient d'augmenter l'efficacité de la vitamine D, notamment dans les pays peu ensoleillés.

La vitamine B12, également appelée cobalamine, est une vitamine synthétisée par des bactéries se trouvant dans l'iléon. Le problème est donc que cette vitamine ne sera pas absorbée, car produite trop loin dans le tractus digestif. La seule source alors possible provient des produits d'origine animale. Toutefois, certains adeptes des régimes non carnés soutiennent que la vitamine B12 peut être fournie à l'organisme en consommant de la spiruline, du nori ou des algues marines. Information vérifiable, mais le problème est le suivant : cette vitamine B12 n'est probablement pas biodisponible (Dagnelie *et al.*, 1991).

A titre indicatif, le tableau II compare la teneur en vitamine B12 de la viande de bœuf à celle d'autres denrées d'origine animale.

Tableau II : Teneur en vitamine B12 d'aliments d'origine animale.

Aliment	Portion consommée	Vitamine B12 (µg/portion)
Bœuf, 20% matières grasses	85 grammes	2,3
Lait de vache 2% MG	227 grammes	0,9
Cabillaud cuit	85 grammes	0,9
Œuf de poule	1 oeuf	0,6
Foie de bœuf cuit	85 grammes	95*
Cheddar	28 grammes	0,2

*L'efficacité d'absorption de la vitamine B12 provenant de foie n'est que de 11 %, contre 50 % pour les autres aliments.
d'après Obeid *et al.*, 2019

La viande de bœuf permet un apport nettement plus important en vitamine B12 que n'importe quel autre produit d'origine animale, hormis le foie de bœuf.

4. Les intérêts de la consommation de viande : analyse par tranche d'âge.

4.1. Pré-partum

La première étape de la vie se déroule dans le ventre de la mère. Le fœtus s'y développe grâce aux apports qu'il reçoit de sa mère, et si celle-ci ne s'alimente pas correctement, de nombreuses répercussions peuvent avoir lieu.

4.1.1. La carence en Iode

Le crétinisme et les goitres ne sont plus aussi courants qu'avant. Cependant, dans certaines régions du monde, et même dans des pays développés, les carences en iode existent toujours. Une étude a révélé qu'en France, certaines femmes enceintes avaient des apports en iode insuffisants. Cette carence peut avoir un impact négatif sur le développement du fœtus, entraînant des anomalies de développement du système auditif, voire même un léger retard mental (Rerat, 1994).

En Belgique, la consommation de viande contribue à l'apport d'iode à hauteur d'environ 15 %. Attention cependant à rester critique, et à ne pas consommer du sel de façon exagérée, car une consommation excessive augmente le risque d'hypertension artérielle (Meneton *et al.*, 2005).

4.1.2. La carence en Fer

Plutôt présente dans les pays en voie de développement, cette carence est tout de même présente dans les pays développés, comme la Belgique ou la France.

Même si la répercussion majeure d'une telle carence se fera sur la santé de la mère, un manque de fer entraîne des perturbations dans la formation de l'hémoglobine de l'enfant.

Il est également important de prendre en considération le fait qu'une femme enceinte présente des besoins en fer augmentés. En effet, lors de la grossesse, le volume sanguin augmente, et le fer est nécessaire au développement du fœtus et du placenta.

A titre indicatif, les besoins en fer chez une femme varient de 11 à 16 mg par jour, en fonction de l'importance des pertes menstruelles. Lors de la grossesse, les besoins peuvent augmenter jusqu'à 25-35 mg par jour, soit près du double (Martin *et al.*, 2001).

4.1.3. La vitamine B12

Lors de son développement, le fœtus reçoit de la vitamine B12 de sa mère lors des 2 derniers trimestres de gestation. Quotidiennement, ce sont 0,1 à 0,2 µg qui sont transférés de la mère au petit. Il a été démontré que les enfants dont les mères étaient végétariennes ou carencées en vitamine B12 développaient des signes de neuropathie (Specker *et al.*, 1990).

Afin d'éviter de tels problèmes, l'OMS recommande aux femmes enceintes d'augmenter leurs apports de 0,2 µg/jour. Les besoins chez une femme non gestante étant de 2 µg/jour, une femme

enceinte devra dès lors consommer 2,2 µg de vitamine B12 par jour (World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2004).

Des cas d'anencéphalies ont également été décrits chez des enfants nés de mères carencées en vitamine B12. Des cas d'anomalies congénitales cérébrales ou spinales ont également été observés chez de tels sujets (Dawson *et al.*, 1999).

Bennett (2001) avait observé une prévalence élevée de fausses couches et d'infertilité chez des patientes présentant une carence sévère en vitamine B12. Deux études ont fait état d'une augmentation du risque de prématurité de 50 à 60 % chez les mères carencées en vitamine B12 (George *et al.*, 2002)(Bondevik *et al.*, 2001).

4.2. L'enfance

4.2.1. La vitamine B12

Essentielle au développement du système nerveux et de l'organisme, cofacteur dans de nombreuses réactions métaboliques, la vitamine B12 n'est présente qu'en faible quantité chez le nouveau-né, aux environs de 25 µg par enfant (Rasmussen *et al.*, 2001), et est stockée dans son foie. De plus, s'il advient que la mère est carencée pendant la grossesse, les stocks du nouveau-né sont encore plus restreints (Allen, 1994).

Tout nouveau-né, de par ce faible stock de B12, est sujet à une carence en vitamine B12.

Dans les premiers mois de vie, les besoins sont couverts grâce au lait maternel, à condition, à nouveau, que l'alimentation de la mère soit correcte. En effet, il existe une corrélation entre la concentration en vitamine B12 dans le sérum de la mère et la concentration dans son lait. Chez une mère consommant régulièrement de la viande, la concentration en vitamine B12 dans le lait est de l'ordre de 0,5 µg/L, alors qu'elle n'est que de 0,3 µg/L chez une mère suivant un régime dit vegan (Allen *et al.*, 2003).

A savoir qu'entre 0 et 5 mois, l'enfant a besoin d'un apport de 0,4 µg de vitamine B12 par jour. Quotidiennement, un bébé va consommer de 650 mL de lait, durant les premiers jours de vie, à 900 mL entre 3 et 6 mois (Bourrillon *et al.*, 2014), ce qui lui fera un apport compris entre 0,325 et 0,45 µg, si sa mère consomme assez de viande. Si ce n'est pas le cas, l'apport ne sera que de 0,195 à 0,27 µg.

Il est donc évident que si le lait de la mère ne contient pas suffisamment de vitamine B12, les apports du bébé seront insuffisants.

Dans les premiers mois de sa vie, l'enfant ne pouvant pas consommer de la viande par lui-même, il est important que ce soit sa mère qui en consomme, afin de lui fournir la vitamine B12 dont il a besoin via son lait. Plus précisément, l'OMS recommande une augmentation des apports en vitamine B12 de 0,4 µg/jour chez la femme allaitante, soit un apport total de 2,4 µg/jour (World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2004).

4.2.2. Le Fer

Nous parlions juste auparavant de l'importance du fer chez la femme enceinte, mais chez l'enfant aussi, le fer est un nutriment essentiel. En plus de son rôle dans le transport de l'oxygène, le fer joue un rôle dans la croissance et le développement du cerveau.

Outre un manque d'énergie, une perte de poids et une irritabilité, le signe clinique majeur d'une carence en fer prolongée est l'apparition d'une anémie ferriprive.

Une telle pathologie entraîne des troubles du développement cognitif, un affaiblissement du système immunitaire ainsi qu'un ralentissement de la croissance (Organisation mondiale de la Santé, 2015).

D'après le Conseil Supérieur de la Santé (2016), les besoins journaliers en fer d'un enfant sont de l'ordre de 0,7-0,9 mg.

Dans une publication de Hambidge et collaborateurs (2011), on apprend qu'environ 30 grammes de bœuf permettent un apport de 1 mg de fer. Sachant qu'il s'agit de fer héminique, absorbé à 30 %, une petite portion d'environ 60 grammes de viande de bœuf permettrait de couvrir les besoins en fer de l'enfant. Les autres types de viandes, comme le porc ou les pattes de poulet, contiennent, quant à eux, environ moitié moins de fer que le bœuf, à grammage égal.

4.2.3. Croissance et performances intellectuelles

Une étude publiée par Morgan et collaborateurs (2004) a discuté de l'importance de la consommation de viande dans le développement des enfants, jusqu'à l'âge de 2 ans.

Cette étude part du principe qu'il est recommandé (Wharton, 1997) d'introduire de la viande rouge dans l'alimentation des enfants nourris au sein, afin d'assurer un apport suffisant en fer et en zinc, mais également dans le but d'apporter des protéines et des acides gras polyinsaturés, notamment l'acide arachidonique, contenu uniquement dans les produits animaux, et intervenant dans le développement cérébral.

Cette étude de Morgan et collaborateurs est une étude de cohorte, menée au Royaume-Uni sur 144 enfants d'au moins 2,5 kg et âgés de 4 mois. Aucun enfant n'était sous traitement médical ou sous supplémentation de fer lors de l'étude.

Les parents des enfants ont reçu des consignes strictes, oralement et par écrit, mais n'ont pas été mis au courant du but de l'étude. Ceux-ci devaient noter rigoureusement les quantités de viandes ingérées par leurs enfants. Parmi les enfants, certains étaient nourris au sein, et d'autres avec un lactoremplacéur.

A l'âge de 4, 8, 12, 16, 20 et 24 mois, le poids, la taille et la circonférence de la tête furent mesurés, avec le même matériel pour chaque enfant, afin de limiter les biais liés au matériel. En ce qui concerne le développement neurologique, 2 infirmières accréditées se sont basées sur l'échelle Bayley Scales of Infant Development II (Bayley, 1993) . De cette échelle en dérivent deux autres : l'échelle PDI (Psychomotor Development Indices) et l'échelle MDI (Mental Development Indices).

L'échelle PDI consiste à mesurer les aptitudes des enfants à monter et descendre des escaliers, marcher en crabe ou sur un pied et attraper un crayon avec l'extrémité des doigts. L'échelle MDI, quant à elle, concerne la mémoire, la discrimination, la réflexion et la parole. Les épreuves consistent à suivre des ordres, à pointer du doigt différentes parties du corps d'une poupée, reconnaître une image ou un objet.

Tableau III : Influence de la consommation de viande et du type d'alimentation lactée sur le gain de poids.

	Nombre	Coefficient	Intervalle de confiance à 95%	p-value
Apport de viande	116	0,40	0,005 à 0,79	0,05*
Nutrition au sein > 4 mois		-0,223	-0,61 à 0,15	0,2
Apport de viande	134	0,37	0,04 à 0,7	0,03*
Nutrition au sein > 6 semaines		-0,07	-0,28 à 0,41	0,70

*indique une différence statistiquement significative

d'après Morgan *et al.*, 2004

Une consommation accrue de viande durant la première année de vie est associée à un plus fort gain de poids (Cf. Tableau III).

En plus de l'effet sur le poids, un effet positif sur le développement psychomoteur a été mis en évidence chez les enfants consommant plus de viande.

En revanche, aucun effet positif sur le développement mental n'a été mis en évidence.

En résumé, une consommation accrue de viande se révèle être associée à un gain de poids plus rapide jusqu'à l'âge d'un an, peu importe que l'enfant soit nourri au sein ou au lactoremplacé. *A contrario*, ni la taille ni la circonférence de la tête ne semblent influencées par la consommation de viande.

En ce qui concerne le développement psychomoteur, le score PDI est significativement plus élevé chez les enfants qui ont consommé une plus grande quantité de viande.

Il est estimé qu'une augmentation de la consommation de viande de 2,3g par jour augmente le score PDI de 1 point.

En ce qui concerne le score MDI, une consommation accrue de viande n'entraîne aucun effet, mais consommer du lait de la mère a un effet positif.

D'après Morgan et collaborateurs (2004), l'explication de ces résultats serait en fait l'acide arachidonique. Son rôle dans le développement psychomoteur a été démontré (Willatts *et al.*, 1996) et il semblerait que les enfants ne soient pas capables de transformer en quantité suffisante leur acide linoléique en acide arachidonique. La viande contient justement de forts taux d'acide arachidonique (1,5 % pour la viande de bœuf et 1,9 % pour la viande de porc), tandis que le lait de vache ou les végétaux n'en contiennent pas du tout. La source majeure d'acide arachidonique pour un enfant, hormis le lait de sa mère (0,5 %), est donc la viande.

De tels résultats pourraient probablement convaincre les parents d'introduire de la viande dans l'alimentation de leur jeune enfant, mais il serait légitime de se demander si les enfants en bas âge sont dociles et acceptent d'ingérer de la viande.

Une étude menée par Krebs et collaborateurs (2006) a comparé la facilité d'administration de la viande à celle de céréales comme complément alimentaire chez des enfants nourris au sein. Leurs résultats démontrent que les enfants consomment aussi volontiers de la viande que des céréales, permettant ainsi d'augmenter leurs apports en zinc, un nutriment essentiel à la croissance et aux défenses immunitaires. En effet, les apports en zinc chez les enfants consommant de la viande ($1,9 \pm 0,2$ mg) étaient 4 fois plus élevés que chez les enfants consommant des céréales ($0,6 \pm 0,1$ mg).

Contrairement à l'étude précédente (Morgan *et al.*, 2004), Krebs et collaborateurs (2006) ont observé une différence significative de circonférence crâniale entre les deux groupes. Les

enfants âgés de 7 à 12 mois consommant de la viande présentaient une circonférence plus grande que celle des enfants consommant des céréales.

En plus de l'impact sur la croissance et le risque d'apparition de pathologies, une carence en vitamine B12 semble avoir un impact sur le cerveau et les fonctions cognitives. Casella et collaborateurs (2005) ont décrit le cas d'un enfant de 6 mois présentant un retard mental et une atrophie cérébrale visible au scanner, due à une carence en vitamine B12. La mère de l'enfant était végétarienne et l'enfant n'était nourri qu'au sein. Après administration de supplément de vitamine B12, les signes cliniques ont disparu et le scanner montrait un cerveau d'aspect normal.

Graham et collaborateurs (1992) ont suivi 6 enfants carencés en vitamine B12 sur une période de 10 ans. Il en ressort que chaque individu était irritable, anorexique et présentait un retard de développement cérébral.

Neumann et collaborateurs (2007) ont mené une étude dans le but de déterminer s'il existait un lien entre la consommation de produits d'origine animale et la croissance, le comportement et la cognition.

12 écoles primaires du Kenya ont participé à cette étude. Elles ont été assignées aléatoirement à 1 groupe parmi 4. Ces écoles avaient pour mission de distribuer une collation à chaque élève, lors de la récréation de 10h. La collation était composée de githeri, un repas traditionnel composé de maïs et de légumineuses, et, selon le groupe, d'un complément de viande, de lait ou bien de matières grasses, mais avec un apport énergétique équivalent. Un groupe contrôle a été constitué, au sein duquel les sujets ne recevaient aucune collation.

Il ressort que le groupe ayant consommé la collation avec complément de viande présentait des performances générales significativement meilleures, ainsi que de meilleures performances aux tests arithmétiques (Cf. Figure 1).

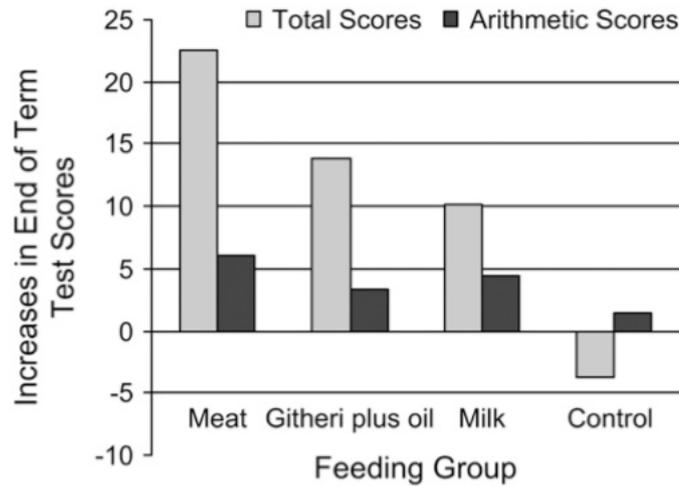


Figure 1 : Augmentation des résultats aux tests de fin d'année selon le groupe.
(Neumann *et al.*, 2007)

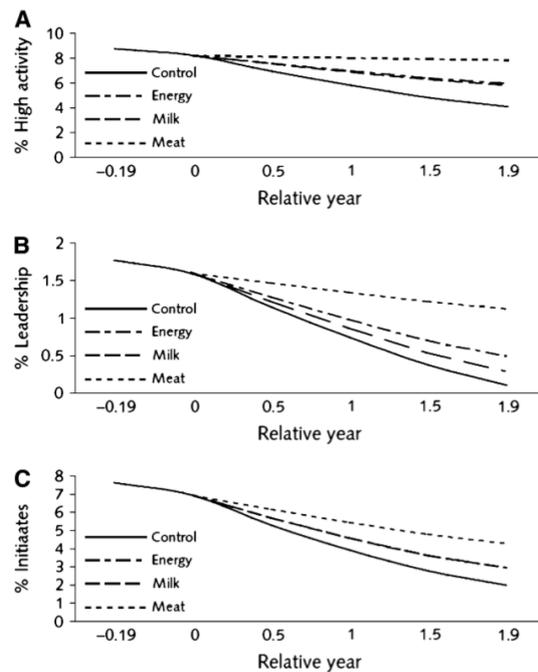


Figure 2 : Comportements durant le temps libre.
(Neumann *et al.*, 2007)

C'est le groupe viande qui présentait également la plus forte augmentation de temps passé à des activités physiques (Cf. Figure 2A). En ce qui concerne la prise d'initiative et le comportement de « leadership », c'est à nouveau le groupe viande qui présentait les meilleurs résultats (Cf. Figure 2B-C).

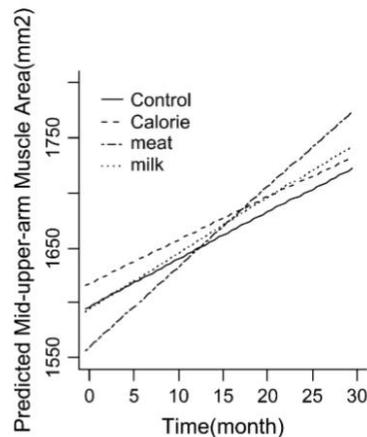


Figure 3 : Prédications d'augmentation de la musculature du bras en fonction du temps.
(Neumann *et al.*, 2007)

Le groupe viande présentait également une plus forte augmentation de la musculature au niveau du bras (Cf. Figure 3).

4.2.4. La santé osseuse

S'il y a une période de la vie pendant laquelle la croissance et le renouvellement osseux sont au summum de leur activité, c'est pendant l'enfance (Key *et al.*, 2006). Certains auteurs, et nous en parlerons plus tard dans ce travail, ont étudié l'impact d'un faible apport de vitamine D et de calcium sur la densité osseuse des adultes.

D'autres, comme Ambroszkiewicz et collaborateurs (2007), ont abordé le sujet chez les enfants. Ils se sont basés sur le dosage de divers marqueurs de renouvellement osseux. Parmi ceux-ci, on retrouve l'ostéocalcine et la phosphatase alcaline osseuse, deux marqueurs de la formation osseuse, qui sont des produits de l'activité des ostéoblastes. A l'opposé, il y a le CTX, le télopeptide C terminal du collagène de type I, qui est un marqueur de résorption osseuse. Ces trois marqueurs ont été démontrés comme étant cliniquement utiles (Schulc *et al.*, 2000). L'ostéocalcine favorise le dépôt du calcium sur la substance fondamentale. Cette protéine est exprimée suite à la phase de prolifération ostéoblastique, et est considérée comme un indicateur de maturité des ostéoblastes.

La phosphatase alcaline osseuse, quant à elle, joue un rôle actif dans la formation osseuse et la minéralisation du squelette. Elle est considérée comme un marqueur du stade intermédiaire de formation osseuse. Le CTX, lui, est libéré lors de la résorption osseuse.

De façon générale, les enfants ont des concentrations sériques en ces trois marqueurs biochimiques plus élevées que chez les adultes, de par leur croissance osseuse fortement active (Yang *et al.*, 2006).

Ambroszkiewicz et collaborateurs (2007) ont examiné 100 enfants pré pubères, âgés de 2 à 10 ans, et en bonne santé. Aucun des individus n'était sous traitement médical, et aucun n'avait d'historique de pathologie osseuse métabolique ou d'autre grave problème de santé. Parmi les 100 enfants, 37 étaient végétariens et 13 étaient vegans. Les 50 autres enfants étaient omnivores.

Les prises de sangs ont toutes été réalisées sur des individus à jeun.

Dans les deux groupes, l'indice de masse corporel, les apports quotidiens en énergie, phosphate, protéines, glucides et matières grasses étaient similaires, et répondaient aux recommandations.

Tableau IV : Apports moyens quotidiens en calcium et en vitamine D des sujets en comparaison aux apports recommandés.

	Végétariens	Omnivores	AJR*
Apport en Calcium (mg)	559 ± 345	821 ± 335**	800-1000
Apport en vitamine D (µg)	1,37 ± 1,10	2,43 ± 1,38**	10,0

*Apports Journaliers Recommandés

**Indique une différence statistiquement significative, $p < 0,001$

D'après Ambroszkiewicz *et al.*, 2007

L'apport en vitamine D était inférieur aux recommandations au sein des deux groupes, et il était significativement plus bas chez les végétariens que chez les omnivores.

L'apport en calcium était insuffisant chez les enfants végétariens (Cf. Tableau IV).

Tableau V : Concentrations sériques en vitamine D et en marqueurs de renouvellements osseux en fonction du régime alimentaire

	Enfants végétariens	Enfants omnivores
25 OH vitamine D (ng/mL)	13,9 ± 7,2	29,8 ± 4,7***
OC (µg/L)	71,0 ± 20,1	88,9 ± 17,5**
BALP (U/L)	94,5 ± 21,5	104,5 ± 28,4*
CTX (ng/L)	1 697 ± 653	1 993 ± 300*

*p<0,01, **p<0,001, ***p<0,0001

OC = Ostéocalcine BALP = Phosphatase Alcaline Osseuse

CTX = télopeptide C terminal du collagène de type I

D'après Ambroszkiewicz *et al.*, 2007

Après analyse des échantillons sanguins, il en ressort que les concentrations sériques en calcium et en phosphate étaient dans les normes au sein des deux groupes. Cependant, le taux de 25-OH-vitamine D était deux fois plus bas chez les végétariens que chez les omnivores. En ce qui concerne les 3 marqueurs de renouvellement osseux, la concentration sérique moyenne de chaque marqueur était significativement plus basse chez les individus végétariens que chez les omnivores. (Cf. Tableau V).

En conclusion, les enfants végétariens présentaient un renouvellement osseux moins actif que celui des enfants omnivores. Le calcium et la vitamine D étant les deux nutriments essentiels lors du pic de croissance osseuse (Cashman, 2002), il est primordial de veiller à ce que chaque enfant couvre ses besoins quotidiens en ces deux nutriments.

Il ressort de cette étude qu'un régime alimentaire sans viande pourrait entraîner des carences en calcium et en vitamine D, altérant ainsi le renouvellement osseux chez les enfants.

4.3. Fin d'enfance et adolescence

4.3.1. Le Fer

Fin des années 2000, la carence alimentaire la plus répandue mondialement était la carence en fer (de Benoist *et al.*, 2008). Cette carence provoque des troubles de l'attention et de la mémoire, une thermorégulation inefficace ainsi que des troubles du fonctionnement du système immunitaire (Lopez *et al.*, 2016).

Une étude a été menée par Tahir et collaborateurs (2020) à ce sujet au Québec, chez des individus de 3 à 19 ans. Il s'agissait d'une étude transversale, c'est-à-dire une étude de prévalence dans une certaine population et durant une période déterminée, menée sur 198 participants sélectionnés au hasard parmi 279 candidats.

Leurs résultats suggéraient qu'une consommation de viande traditionnelle, associée à des aliments riches en vitamine C (connus pour améliorer l'absorption du fer et diminuer l'inflammation), permettait de lutter contre les carences en fer, et l'anémie qui en découle.

4.3.2. La vitamine B12

Une étude publiée par Gilsing et collaborateurs (2011) se penchait sur la question suivante : existe-t-il une différence de concentration plasmatique en vitamine B12 et en folate, aussi appelée vitamine B9, chez les omnivores, les végétariens et les végétariens, et y-a-t-il une influence de l'âge sur ces concentrations ? Il s'agit d'une étude transversale, c'est-à-dire réalisée dans une certaine population, à un moment donné. L'étude fut menée sur 689 hommes dont 226 omnivores (consommant un régime incluant de la viande), 231 végétariens (consommant un régime incluant du lait, du fromage, du beurre, des yaourts et des œufs) et 232 végétariens (ne consommant aucun produit animal). Tous les échantillons sanguins ont été analysés au sein du même laboratoire, afin d'éviter un biais d'appareillage.

Tableau VI : Apports journaliers estimés.

	Omnivores (n = 226)	Végétariens (n = 231)	Végétariens (n = 232)
Apport en vitamine B12 (µg/jour)			
Non-utilisateurs de suppléments	8,76 (7,93 – 9,68)*	1,92 (1,72 – 2,13)*	0,24 (0,21 – 0,26)*
Utilisateurs de suppléments	11,06 (6,21-19,67)*	3,39 (2,58 – 4,46)*	3,17 (2,39 – 4,20)*
Apport en folate (µg/jour)			
Non-utilisateurs de suppléments	342 (329 – 357)*	369 (353 – 386)*	420 (402 – 438)*
Utilisateurs de suppléments	595 (513 – 690)	610 (566 – 658)	611 (564 – 663)

*indique une différence statistiquement significative, P < 0,05

d'après Gilsing *et al.*, 2011

Le tableau VI indique que l'apport quotidien en vitamine B12 est significativement plus faible chez les végétariens et les végétariens que chez les omnivores, et ce même chez les utilisateurs de compléments de vitamine B12.

L'apport quotidien en folate est significativement supérieur chez les végétariens que chez les végétariens et les omnivores, mais uniquement chez les individus ne prenant aucun supplément de folate. Concernant les apports en macronutriments, aucune différence significative n'a été observée.

Tableau VII : Concentrations en vitamine B12 et folate

	Omnivores (n=226)	Végétariens (n=231)	Végans (n=232)
Vitamine B12 Sérique moyenne (pmol/l)	281 (270-292)*	182 (175-189)*	122 (117-127)*
Carencés (<118 pmol/l)	1 (0)	16 (7)	121 (52)
Appauvris (118 à 149 pmol/l)	3 (1)	40 (17)	48 (21)
Suffisants (≥150 pmol/l)	222 (98)	175 (76)	63 (27)
Folate Sérique moyen (nmol/l)	20 (19,1-21)*	28 (26,7-29,4)*	37,5 (35,8-39,3)*
Carencés (<6,3 nmol/l)	2 (1)	0	0
Suffisants (≥6,3nmol/l)	224 (99)	231 (100)	232 (100)

*indique une différence statistiquement significative, $P < 0,001$

Les valeurs entre () représentent des pourcentages.

d'après Gilsing *et al.*, 2011

Comparativement, et comme visible dans le tableau VII, la concentration sérique moyenne en vitamine B12 des végétariens est 33 % plus faible que celle des omnivores, et 57 % plus faible que

chez les omnivores. 52 % des végétariens et 7 % des végétariens sont sous le seuil limite, et sont donc considérés comme carencés en vitamine B12.

Les résultats sont donc sans appel : la concentration sérique en vitamine B12 est corrélée à la consommation de viande et de produits animaux. Moins on en consomme, plus on est à risque de carence.

Une telle carence en vitamine B12 entraîne des symptômes ou des pathologies extrêmement diverses, car la vitamine B12 intervient dans de très nombreux processus métaboliques. Le tableau VIII, ci-dessous, répertorie différentes pathologies découlant d'une carence en vitamine B12.

Tableau VIII : Liste non exhaustive de pathologies découlant d'une carence en vitamine B12

Manifestations	Fréquentes/classiques	Rares/exceptionnelles
Hématologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Macrocytose • Anémie macrocytaire arégénérative • Mégaloblastose médullaire • Hypersegmentation des neutrophiles • élévation des LDH et de la bilirubine (hématopoïèse inefficace) 	<ul style="list-style-type: none"> • Thrombopénie et neutropénie isolées • Pancytopénie • Pseudomicroangiopathie thrombotique
Neuropsychiatriques	<ul style="list-style-type: none"> • Polynévrites (surtout sensitives) • Ataxie • Signe de Babinski positif • Sclérose combinée de la moelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Syndrome cérébelleux • Atteinte des nerfs crâniens (névrite optique) • Atrophie optique • Incontinence urinaire/fécale • Altération des fonctions supérieures (démences) : évaluation en cours
Cutanées/digestives	<ul style="list-style-type: none"> • Glossite de Hunter • Ictère 	<ul style="list-style-type: none"> • Ulcères cutanéomuqueux rebelles/récurrents

(Rufenacht *et al.*, 2008)

En parallèle, les chercheurs ont remarqué que malgré la consommation, par certains des sujets végétariens, de supplément de vitamine B12, les concentrations sériques en vitamine B12 de certains de ces végétariens n'étaient pas modifiées. Il se peut donc que certains suppléments contiennent des formes inactives de vitamine B12.

Miller et collaborateurs ont mené une étude en Angleterre, sur un groupe de 110 adultes et 42 enfants suivant un régime végétarien strict, à savoir sans aucun produit d'origine animale. Parmi les 110 adultes, 51 % présentaient une cobalamine plasmatique basse. 30 % des adultes et 55 % des enfants présentaient une excrétion urinaire d'acide méthylmalonique augmentée, ce qui est un signe de carence en vitamine B12. Ils ont également observé que plus les sujets suivaient ce régime depuis longtemps, plus l'excrétion d'acide méthylmalonique dans les urines

était importante. La plupart des enfants présentaient un retard de croissance, aussi bien en taille qu'en poids.

Une autre étude (Waldmann *et al.*, 2004), menée sur 131 individus de 20 à 82 ans, végétariens stricts, démontre que 40 % des sujets présentent une carence en vitamine B12, à savoir soit une cobalamine plasmatique diminuée, soit une excrétion urinaire d'acide méthylmalonique augmentée. Au cours de cette étude, il a également été mis en évidence qu'il fallait environ 6 ans de régime sans aucun produit animal avant d'épuiser les stocks hépatiques de vitamine B12.

Comme il a été décrit chez l'enfant, il semblerait qu'une carence en vitamine B12 chez les adolescents entraîne des répercussions sur le cerveau. Louwman et collaborateurs (2000) ont suivi 48 adolescents, avec pour objectif de comparer les performances intellectuelles de végétariens carencés en vitamine B12 à celles d'omnivores non carencés. Il en ressort que les résultats aux tests d'intelligences étaient significativement moins bons chez les individus carencés en vitamine B12.

Jusqu'à récemment, on pensait que seules les personnes ne consommant aucun produit animal étaient à risque de carence en vitamine B12, mais des études ont démontré que les personnes consommant des produits d'origine animale tels que des œufs et du lait, mais ne consommant pas de viande, étaient également à risque de carence. Dans le groupe test, 30 % des individus étaient carencés (Koebnick *et al.*, 2004).

4.4. Adultes

4.4.1. Le Fer

Haider et collaborateurs (2018) ont mené une revue systématique et une méta-analyse de 30 études comparant la ferritine sérique chez des végétariens et des non-végétariens. Il en ressort que les adultes végétariens avaient une ferritine sérique significativement plus basse que les non-végétariens. Ceci était encore plus vrai pour les hommes que pour les femmes, ménopausées ou non.

Cependant, un excès de fer serait nocif pour l'organisme et est un facteur de risque pour différentes pathologies, comme le diabète de type 2. Il est donc recommandé que les végétariens ainsi que les non-végétariens fassent régulièrement contrôler leurs taux de fer.

Chez la femme adulte en période dite pré-ménopausale, aux environs de 40 ans, le risque d'anémie ferriprive augmente. A cet âge, l'ovaire commence à sécréter moins de

progestérone, tandis que la sécrétion d'œstrogènes continue jusqu'à la ménopause. Ce déséquilibre hormonal entraîne une augmentation de la taille de l'utérus et de l'épaisseur de la muqueuse utérine. En découlent alors des règles abondantes, appelées ménorragies, qui peuvent être la cause d'une anémie ferriprive. De ce fait, il est recommandé aux femmes pré-ménopausées d'augmenter leur apport quotidien en fer, afin d'atteindre un apport de 15 grammes/jour. Pour rappel, chez l'adulte moyen, l'apport recommandé est de 9 grammes/jours (Conseil Supérieur de la Santé, 2019).

4.4.2. La vitamine B12

Le risque chez les seniors est le même que chez les adolescents et les adultes d'âge moyen. L'une des études exposée (Waldmann *et al.*, 2004) inclut d'ailleurs des seniors, à savoir des individus de plus de 60 ans, parmi les sujets.

4.4.3. L'homocystéine

Il s'agit d'un acide aminé soufré. Sa concentration dans le plasma dépend de différents facteurs, dont le principal est l'apport de vitamines, et plus précisément B12, B6 et B9 (Berrut *et al.*, 2000).

Nécessaire tout au long de la vie, cet acide aminé nous intéresse particulièrement chez les seniors, car une augmentation du taux plasmatique en cet acide aminé résulte en des atteintes artérielles coronaires, cérébrales et périphériques. Il s'agit donc d'un facteur de risque pour le développement de maladies cardiovasculaires. Certaines mutations génétiques, rares, peuvent provoquer des troubles de la régulation des taux d'homocystéine, mais il s'agira alors plutôt de jeunes patients.

Récemment, de nombreuses personnes se laissent convaincre par les régimes sans viande, dans le but de diminuer les risques de développement de maladies cardiovasculaires. Cependant, un tel régime résulte souvent en des apports insuffisants en vitamines B12, B6 et folates, entraînant alors une augmentation de l'homocystéine, et provoquant l'effet inverse de celui recherché. La vitamine B12 est nécessaire à la méthylation de l'homocystéine en méthionine. Elle agit comme cofacteur dans cette réaction. Il est estimé qu'une élévation de l'homocystéine plasmatique de 5 micromoles/L entraîne une élévation du risque de maladie cardiovasculaire de 20 % (Humphrey *et al.*, 2008).

Obersby et collaborateurs (2013) ont effectué une méta-analyse de 6 études de cohorte et 11 études cross-sectionnelles. Leur hypothèse est qu'il existe une corrélation entre le taux plasmatique d'homocystéine et l'ingestion de viande, seule source de vitamine B12 en quantité. Au sein de cette étude, les omnivores sont considérés comme mangeant de tout, y compris de la viande en quantité. Les lacto-végétariens ne consomment, quant à eux, que des végétaux et des produits laitiers. Les lacto-ovo-végétariens suivent le même régime, mais consomment également des œufs. Les végétariens, eux, ne consomment aucun produit animal. Les semi-végétariens consomment occasionnellement de la viande.

Initialement, 443 études ont été trouvées. Après application de différents critères d'exclusions (étude antérieure à l'an 2000, incomplète, ne mesurant pas les taux sériques, sans groupe contrôle), 17 études ont été sélectionnées. Parmi ces 17 études, 15 démontrent que les taux de vitamine B12 et d'homocystéine sont modifiés chez les personnes ne consommant pas de viande ou de produits d'origine animale. L'une des deux études n'allant pas en ce sens, à savoir celle menée par Haddad et collaborateurs (1999), pourrait avoir été biaisée par le fait que 36 % des participants végétariens ont consommé des suppléments de vitamine B12 au cours de l'étude.

Tableau IX : Comparaison des taux moyens d'homocystéine plasmatique et de vitamine B12 sérique entre individus omnivores, végétariens et végétariens obtenus au sein des 17 études sélectionnées.

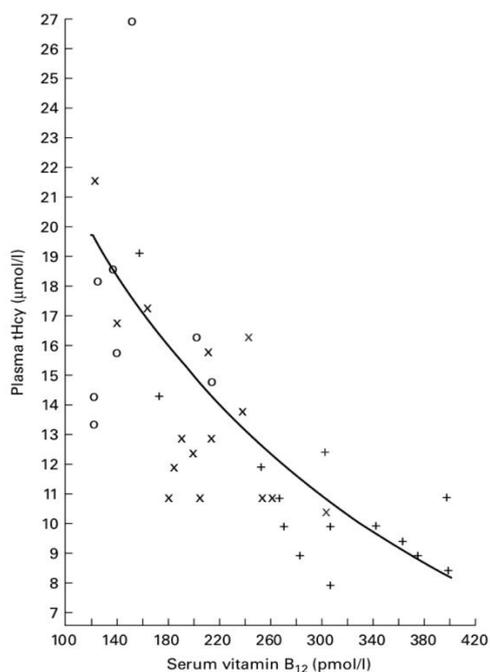
	Homocystéine totale plasmatique (µmol/l)	Vitamine B12 sérique (pmol/l)
Omnivores	11,03	303
Lacto-(ovo)végétariens	13,91*	209**
Végétariens	16,41**	172**

*indique une différence statistiquement significative, $P < 0,025$

** indique une différence statistiquement significative, $P < 0,005$

D'après Obersby *et al.*, 2013

Les individus ayant un régime végétarien ont en moyenne un taux plasmatique d'homocystéine significativement plus élevé que les individus omnivores ou végétariens. En ce qui concerne le taux sérique en vitamine B12, il est significativement plus bas chez les végétariens que chez les omnivores (Cf. Tableau IX).



(Obersby *et al.*, 2013)

Figure 4 : Corrélation entre le taux d’homocystéine totale plasmatique et la vitamine B12 sérique, tout régime confondu.

Il existe une corrélation inverse entre le taux plasmatique d’homocystéine et le taux sérique en vitamine B12, quel que soit le type de régime alimentaire (Cf. Figure 4).

En plus de confirmer ce qui a été démontré précédemment concernant la vitamine B12, cette étude démontre que l’absence de consommation de viande, voire de produits d’origine animale, entraîne une élévation de l’homocystéine, faisant des végétans et des lacto-(ovo)-végétariens des personnes à risque de développement de maladies cardiovasculaires.

4.4.4. La santé osseuse

Le squelette subit deux grandes périodes de stress au cours d’une vie normale. Premièrement, lors de la croissance, et deuxièmement chez les pré-sénieurs, âgés de 50 ans et plus, chez qui on retrouve un risque élevé d’apparition d’ostéoporose. L’ostéoporose est une pathologie osseuse qui consiste en un amincissement de l’os, associé à une diminution de la calcification et de la densité osseuse. Les personnes les plus à risque sont les femmes ménopausées, de par la diminution des taux d’œstrogènes. En effet, le remodelage osseux est essentiellement régulé de façon hormonale. Suite à cette chute d’œstrogènes rencontrée chez les femmes ménopausées,

la régulation ne se fait plus correctement, et un déséquilibre apparaît entre ostéoblastes, assurant la formation osseuse, et ostéoclastes, assurant la destruction de l'os.

La conséquence de l'ostéoporose est une fragilité excessive de l'os, entraînant l'apparition fréquente de fractures dites « de fragilité ». Ce type de fracture apparaît suite à de petits traumatismes, par exemple une chute de sa propre hauteur.

D'après Surbone et collaborateurs (2016), une femme de 50 ans a 50 % de risque d'avoir, au cours du reste de sa vie, une fracture de fragilité au niveau de 4 sites de prédilection : les hanches, les vertèbres, l'humérus proximal ou le radius distal. De même, après 50 ans, 12 % des décès ont un lien avec une fracture due à l'ostéoporose (Von Greyerz *et al.*, 2004).

Au vu de ces éléments, il est primordial de déterminer les facteurs de risques associés à la santé osseuse, dans l'espoir de diminuer l'incidence des fractures et des décès liés à l'ostéoporose.

Parmi les facteurs influençant la densité osseuse, les plus importants sont l'activité physique et l'alimentation. En ce qui concerne l'alimentation, deux nutriments sont essentiels au bon maintien de la santé osseuse : le calcium et la vitamine D (Julian-Almarcegui *et al.*, 2015). De plus, la vitamine B12, le zinc ainsi que les acides gras omega-3, tous trois retrouvés essentiellement dans les produits animaux, semblent relativement importants pour le métabolisme osseux, même si leur rôle exact est incertain (Shams-White *et al.*, 2017).

Au vu de ces informations, les végétariens et les végétariens pourraient être considérés comme plus à risque dans l'apparition de problèmes osseux, du fait d'un déficit en ces nutriments au sein de leur alimentation.

C'est dans cette optique que Iguacel et collaborateurs (2017) ont mené une revue et une méta-analyse de 20 études, regroupant au total 37 134 participants. Leur but a été de comparer les densités osseuses et les risques d'apparition de fractures entre des individus suivant soit un régime omnivore, végétarien ou végétarien.

La densité osseuse au niveau des lombaires

Après analyse des 20 études, il ressort que, de manière générale, la densité osseuse au niveau lombaire des végétariens et des végétariens est inférieure à celle des omnivores.

Cette constatation est d'autant plus vraie chez les végétariens que chez les végétariens.

En ce qui concerne l'âge, l'effet est significatif chez les individus de plus de 50 ans, mais pas chez ceux de moins de 50 ans.

La densité osseuse au niveau du col du fémur

Au niveau du col du fémur, les végétariens et les végétariens ont une densité osseuse inférieure à celle rencontrée chez les omnivores.

Comme pour les lombaires, l'effet est plus important chez les végétariens que chez les végétariens. A nouveau, la différence est significative chez les individus âgés de plus de 50 ans, mais pas chez les individus de moins de 50 ans.

A noter également qu'ici, les résultats sont significatifs chez les femmes, mais pas chez les hommes.

Whole Body

Les résultats sont semblables à ceux observés pour les lombaires et le col du fémur.

Les végétariens et les végétariens ont, de façon générale, une densité osseuse inférieure à celles des omnivores.

A nouveau, les résultats sont significatifs pour les végétariens mais pas pour les végétariens.

A contrario de ce qui a été observé précédemment, l'effet ici est significatif pour les individus de moins de 50 ans mais pas pour ceux de plus de 50 ans.

Les risques de fracture

Il a été observé que les végétariens et les végétariens représentent une population à risque plus élevé de fracture, comparativement aux omnivores. L'effet est significatif chez les végétariens.

Accessoirement, l'effet est significatif chez les hommes mais pas chez les femmes.

Une sous-analyse par âge, comme il a été fait pour les densités osseuses, n'a pas été possible car parmi les études incluses dans la revue, seules 2 précisaient l'âge des sujets.

Au vu de ces résultats, il est judicieux de considérer les personnes végétariens et végétariennes comme étant plus à risque d'ostéoporose et de fractures de fatigue. Le fait de consommer de la viande de façon régulière, tout en restant évidemment modéré, permet de diminuer le risque de fractures et de maintenir la densité osseuse dans les normes. On ne peut donc que conseiller aux personnes à risque de maintenir une consommation régulière de viande.

En complément de cette étude, voici quelques éléments soulignant l'importance de la consommation de viande dans le maintien d'une bonne santé osseuse.

Il a été démontré qu'une ingestion élevée de protéines, à raison de plus de 0,8g/kg de PC/ jour, a un effet positif chez les personnes atteintes d'ostéoporose. Une telle ingestion permet de maintenir la densité osseuse dans les normes (Darling *et al.*, 2009), de ralentir la dégradation osseuse (Devine *et al.*, 2005) et de réduire le risque de fractures de hanche (Dawson-Hughes *et al.*, 2004).

Précédemment, nous avons déjà discuté de la vitamine B12 et de son importance pour l'organisme. Il faut savoir que cette vitamine intervient également dans le métabolisme osseux. Comme expliqué précédemment, une carence en vitamine B12 entraîne une élévation de l'homocystéine, par défaut de méthylation. Cette élévation de l'homocystéine entraîne alors une augmentation de la résorption osseuse, une diminution de la formation osseuse ainsi qu'une diminution de la vascularisation osseuse (Vacek *et al.*, 2013).

5.4.5) Lutte contre la sarcopénie

La sarcopénie se définit comme « *une baisse progressive et généralisée de la masse musculaire, de la force et de la performance physique pour des patients en âge gériatrique.* » (Rivier *et al.*, 2011).

Hormis le facteur âge qui entraîne une diminution de la masse musculaire, les modifications hormonales, l'inflammation chronique et la malnutrition protéo-énergétique jouent un rôle dans cette diminution de masse maigre. La nutrition ayant un rôle dans l'apparition de cette pathologie, il est dès lors nécessaire, pour les personnes d'âge avancé, d'augmenter la consommation de protéines dites de haute qualité.

D'après Phillips (2012), les recommandations d'apports journaliers en protéines ne sont pas suffisantes que pour lutter contre l'apparition de sarcopénie chez les sujets âgés. La leucine, l'isoleucine et la valine, les 3 acides aminés branchés, sont essentiels à la synthèse protéique. On en trouve en plus grande quantité dans la viande que dans les végétaux, et la viande rouge est celle qui en contient le plus (McNeill, 2014). Il a également été étudié que, dans le cadre de la lutte contre la sarcopénie, les protéines provenant de la viande seraient plus efficaces que celles provenant du soja (Phillips, 2012).

De ce fait, il semble nécessaire d'inclure de la viande rouge dans le régime alimentaire des personnes âgées, dans le but de ralentir le développement de la sarcopénie.

5.4.6) Lutte contre l'hypertension

Hodgson et collaborateurs (2006) se sont penchés sur la question suivante : à l'instar des protéines végétales, les protéines animales peuvent-elles jouer un rôle dans la diminution de la pression sanguine ?

Pour ce faire, 60 individus hypertensifs ont été sélectionnés, parmi un total de 460, pour participer à une étude menée sur 8 semaines. Les participants ont été répartis aléatoirement en deux groupes : un groupe contrôle, qui continuait à s'alimenter de façon usuelle, et un groupe « protéines », qui consommait moins de glucides et plus de protéines provenant de viande maigre. L'ensemble des participants était non-fumeur, et tous étaient âgés de plus de vingt ans. Afin de s'assurer du bon suivi du régime, chaque participant consultait un diététicien toutes les 2 semaines, et ce, durant toute la durée de l'étude. Ce même diététicien avait fourni des instructions détaillées sur son nouveau régime au groupe « protéines ». En moyenne, les individus du groupe « protéines » avaient augmenté leur consommation quotidienne de protéines de 43 grammes, l'objectif de l'étude étant d'atteindre une augmentation d'environ 40 grammes. La viande était fournie aux participants, permettant ainsi de s'assurer que chaque participant consommait une viande de même qualité.

Une semaine avant le début de l'étude, chaque participant a subi une batterie de tests, afin de comparer les résultats avant et après.

Tableau X. Poids, apports en énergie et en nutriments, et composants urinaires des participants au début et à la fin de l'étude.

	Groupe contrôle (n=31)		Groupe protéines (n=29)		Différence entre groupes à la fin	p-value
	Départ	Fin	Départ	Fin		
Protéines (% de l'énergie)	18,6 ± 2,7	18,6 ± 2,7	18,3 ± 2,8	23,8 ± 3,6	5,3 (3,7-6,9)	<0,001
Excrétion de sodium sur 24H	165 ± 66	164 ± 49	167 ± 66	140 ± 64	-25 (-50 - 0)	0.005

D'après Hodgson *et al.*, 2006

Initialement, aucune différence significative entre les deux groupes n'était observable en ce qui concerne le poids, l'ingestion de nutriments et la composition des urines.

On observe cependant une différence significative dans les apports en protéines entre les groupes au cours de l'étude.

L'apport de fer et de zinc était également significativement plus élevé dans le groupe protéines.

L'excrétion urinaire de sodium était tout juste significativement plus basse chez ces mêmes individus. (Cf. Tableau X)

Tableau XI. Pressions systoliques et diastoliques moyennes sur 24H, en activité, lors du sommeil et fréquences cardiaques, au début et en fin de d'étude.

Variable	Control group (n = 31) ²		Protein group (n = 29) ²		End of intervention between-group difference ³	P ⁴
	Baseline	End of intervention	Baseline	End of intervention		
24-h Ambulatory systolic BP (mm Hg) ⁵	133.6 ± 9.3	135.4 ± 9.6	129.0 ± 8.5	128.4 ± 10.0	-4.0 (-7.4, -0.6)	0.02
24-h Ambulatory diastolic BP (mm Hg) ⁵	76.8 ± 9.3	78.6 ± 8.8	79.9 ± 7.8	79.2 ± 7.9	-1.3 (-3.7, 1.1)	0.25
Awake ambulatory systolic BP (mm Hg) ⁵	139.8 ± 10.3	141.0 ± 10.6	134.9 ± 9.0	134.5 ± 9.7	-4.7 (-8.9, -0.5)	0.02
Awake ambulatory diastolic BP (mm Hg) ⁵	81.7 ± 9.7	82.8 ± 9.4	84.6 ± 9.0	83.8 ± 8.4	-0.4 (-3.6, 2.8)	0.78
Asleep ambulatory systolic BP (mm Hg) ⁵	123.0 ± 9.8	124.6 ± 10.4	117.8 ± 11.8	117.1 ± 14.5	-4.7 (-9.3, -0.1)	0.04
Asleep ambulatory diastolic BP (mm Hg) ⁵	68.7 ± 9.3	70.3 ± 8.2	71.0 ± 9.0	70.9 ± 10.4	-1.1 (-4.1, 1.9)	0.47
24-h Ambulatory heart rate (beats/min) ⁵	71.2 ± 8.5	72.7 ± 8.6	69.3 ± 12.4	68.9 ± 11.3	-2.6 (-5.8, 0.6)	0.09
Clinic systolic BP (mm Hg)	138.1 ± 13.8	139.7 ± 11.9	133.7 ± 11.9	131.8 ± 12.8	-5.2 (-10.3, -0.1)	0.04
Clinic diastolic BP (mm Hg)	77.1 ± 8.4	77.9 ± 7.4	78.5 ± 9.7	77.6 ± 9.0	0.2 (-3.8, 4.2)	0.93
Clinic heart rate (beats/min)	64.5 ± 9.3	63.2 ± 8.7	62.6 ± 12.8	60.1 ± 9.7	-1.9 (-4.7, 4.7)	0.18

¹ Participants were randomly assigned to either maintain their usual diet (control group) or partially substitute dietary carbohydrate intake with protein intake (protein group). The independent-samples *t* test was used to compare between-group differences at baseline. There were no significant between-group differences at baseline.

² All values are $\bar{x} \pm$ SD.

³ All values are \bar{x} (95% CI). Random effects models were used to assess the baseline-adjusted, end of intervention between-group differences in ambulatory BP and heart rate. General linear models were used to assess the baseline-adjusted, end of intervention between-group differences in clinic BP and heart rate.

⁴ P value is for baseline-adjusted, end of intervention differences between the groups.

⁵ n = 28 for ambulatory data of the control group. Three BP traces were missing >4 hourly means and were therefore excluded from the analysis.

(Hodgson *et al.*, 2006)

En ce qui concerne les paramètres cardiaques, aucune différence significative n'était observable entre les groupes au début de l'étude.

A l'issue de l'expérience, les pressions sanguines systoliques ambulatoires et durant le sommeil étaient significativement plus basses chez les individus du groupe « protéines », quel que soit l'âge et le sexe. Il n'y avait cependant pas de différence significative concernant les pressions diastoliques et la fréquence cardiaque (Cf. Tableau XI).

Cette étude a permis de démontrer que remplacer une petite portion des aliments riches en glucides, tels le riz, le pain ou les pâtes, par de la viande maigre riche en protéines permettait de réduire significativement la pression artérielle systolique.

Il existe plusieurs explications plausibles à ce phénomène. Premièrement, la viande rouge est une excellente source d'arginine et de taurine. L'arginine semble avoir un effet vasodilatateur et réducteur de pression artérielle (Lekakis *et al.*, 2002). La taurine quant à elle présente également un effet de réduction de la pression sanguine (Militante *et al.*, 2020). Les acides aminés présentent également un effet diurétique dose-dépendant, qui pourrait jouer un rôle dans la diminution de la pression sanguine (Cernadas *et al.*, 1992).

Il se pourrait également que cette diminution de pression soit simplement due à la diminution d'apports en hydrates de carbones, mais cette hypothèse n'est pas démontrée actuellement.

5.4.7) La santé mentale

Il est prouvé depuis longtemps que notre santé est influencée par notre alimentation. Dans une étude (Burkert *et al.*, 2014) publiée en 2014, 4 types de régimes alimentaires ont été comparés sur différents aspects, à savoir la santé, les soins de santé et la qualité de vie. 15 474 personnes ont répondu à une enquête menée en Autriche. Parmi celles-ci, un total de 1 320 personnes ont été retenues, réparties à raison de 330 personnes par régime.

Les 4 régimes étaient les suivants : végétariens, carnivores mangeant beaucoup de légumes et de fruits, carnivores mangeant peu de viande, carnivores mangeant beaucoup de viande. Chaque individu a été interrogé en face à face à propos de son statut social, ses maladies, son comportement en ce qui concerne la santé et les traitements, ainsi que sur divers aspects psychologiques.

L'âge, le sexe et la classe sociale ayant un impact sur la santé, les sujets ont été regroupés en différentes tranches de population, pour ne pas biaiser les résultats.

En ce qui concerne la santé, 18 pathologies chroniques ont été prises en compte, et notées comme présentes ou absentes. La fréquence de consultation de médecins ainsi que les vaccinations ont également été analysées.

Les résultats sont les suivants. De façon très large, il a été observé une différence significative de mode de vie et de santé entre les 4 groupes.

En ce qui concerne la santé, les végétariens sont globalement en moins bonne santé que les autres groupes. De même, lorsque les sujets ont été interrogés à propos de leur propre perception de leur santé, les végétariens se déclaraient comme étant en moins bonne santé. Plus précisément, et comme visible dans le tableau XII, les végétariens sont plus atteints par des pathologies chroniques que les personnes consommant de la viande de façon raisonnée.

Tableau XII) Différences en termes de santé et de soins de santé entre les différents groupes alimentaires.

	Végétariens	Omnivores, régime riche en fruits et légumes	Omnivores, régime pauvre en viande	Omnivores, régime riche en viande	p-value
Perception de santé	1,78*	1,5*	1,46*	1,57*	,000
Maladies chroniques	1,29*	1,00*	0,92*	1,03*	,000

*un score plus élevé signifie un moins bon résultat

D'après Burkert *et al.*, 2014

Tableau XIII) Pourcentages d'individus souffrants de diverses pathologies chroniques selon le groupe alimentaire.

	Végétariens	Omnivores, régime riche en fruits et légumes	Omnivores, régime pauvre en viande	Omnivores, régime riche en viande	p-value
Allergies	30,6%	18,2%	20,3%	16,7%	,000
Cancer	4,8%	3,3%	1,2%	1,8%	,022
Maladie mentale	9,4%	4,8%	5,8%	4,5%	,036

D'après Burkert *et al.*, 2014

Les végétariens, comparativement aux 3 autres groupes, souffrent plus d'allergies, de cancers et de pathologies mentales telles que l'anxiété ou la dépression (Cf. tableau XIII).

En ce qui concerne la qualité de vie, il a été observé que les végétariens semblaient avoir de moins bonnes relations sociales que les individus consommant de la viande.

De cette étude, les informations suivantes ressortent : les végétariens étaient en moins bonne santé, suivaient plus de traitements médicaux, avaient de moins bonnes mesures préventives en

ce qui concerne leur santé, et avaient une moindre qualité de vie. Ils étaient également plus souvent atteints de pathologies chroniques.

En ce qui concerne la santé mentale, les études divergent, mais au sein de cette étude, il ressort que les végétariens souffraient significativement plus d'anxiété et / ou de dépression que les autres groupes. Lié à tout cela, les végétariens nécessitaient plus de soins de santé que les autres groupes, de par leurs soucis mentaux ou physiques.

Cette étude démontre une association entre différents facteurs, mais ne suffit pas à établir un lien de cause à effet. Par exemple, aucun élément ne permet de dire si leurs problèmes de santé résultent de leur régime alimentaire, ou si leur régime est imposé des suites d'une pathologie.

D'autres scientifiques se sont penchés sur l'influence d'un régime végétarien sur la santé mentale. Kapoor et collaborateurs (2017) ont étudié les problèmes psychiatriques et neurologiques chez de jeunes végétariens carencés en vitamine B12. En effet, il a été démontré qu'une carence en vitamine B12 entraînait des pertes de mémoire, de l'irritabilité, de la démence et de la dépression (Bourre, 2006).

Dans le même ordre d'idée, et plus récemment, Ssonko et collaborateurs (2014) ont exposé le fait que la carence en vitamine B12 était fréquente chez les patients en hôpital psychiatrique, allant de 5 à 30 % en fonction des études.

L'étude de Kapoor et collaborateurs (2017) a été menée entre 2012 et 2013, sur 200 sujets d'apparence saine, âgés de 20 à 40 ans. Ils furent repartis de façon équitable en 2 groupes, à savoir 100 végétariens et 100 omnivores. Au total, il y avait 149 hommes et 51 femmes. Les individus du groupe végétarien étaient adhérents à ce régime depuis le jeune âge.

Le jour du recrutement, chaque participant a répondu à un questionnaire au sujet de sa santé. Ce questionnaire comportait également des questions au sujet de leur activité physique, de leur pression sanguine, ainsi qu'au sujet de leur consommation de cigarettes et de lait. Tout participant fumeur, consommateur d'alcool ou d'anti-convulsant, diabétique, atteint d'une pathologie nerveuse ainsi que toute femme enceinte ou allaitante ont été écartés de l'étude. Chaque participant a consulté un neurologue et un psychiatre afin de déceler d'éventuels troubles neuropsychiatriques. Pour la recherche de démence, les scientifiques ont utilisé le test Mini-Mental Status Examination. Pour estimer la sévérité de la dépression, ils se sont appuyés sur la Hamilton Rating Scale for Depression.

En ce qui concerne les échantillons sanguins, chaque participant a subi une prise de sang après

une nuit à jeun.

Tableau XIV) Comparaison des variables entre les groupes végétariens et omnivores.

	Végétariens (n=100)	Omnivores (n=100)
Vitamine B12 (pg/ml)	238 ± 71	401 ± 170*
Folate (nmol/L)	16,1 ± 4	25,1 ± 7*

*indique une différence statistiquement significative, P<0,001
d'après Kapoor *et al.*, 2017

A nouveau, la concentration sérique en vitamine B12 et le taux d'acide folique étaient significativement plus bas chez les végétariens, comparativement aux omnivores (Cf. Tableau XIV).

Tableau XV) Comparaison des niveaux en vitamine B12 sérique et en folate selon le genre et le groupe alimentaire.

	Hommes n=149 G-I n=77 G-II n=72	Femmes n=51 G-I n=23 G-II n=28	Total n=200
B12 (<200pg/ml)			
Végétariens (G-I)	37 (48,1)*	14 (60,9)*	51(51)*
Omnivores (G-II)	3 (4,2)*	0 (0)*	3 (3)*

*indique une différence statistiquement significative, P<0,001
d'après Kapoor *et al.*, 2017

51% des sujets végétariens avaient un taux de vitamine B12 inférieur au seuil limite (200 pg/ml) alors que seuls 3 omnivores présentaient une telle carence (Cf. Tableau XV).

Tableau XVI) Comparaison des troubles neurologiques et psychiatriques entre végétariens et omnivores.

	Végétariens n(%)	Omnivores n(%)	P-value
Paresthésie	11 (11)	3 (3)	0,04

Neuropathie périphérique	9 (9)	2 (2)	0,05
Dépression	31 (31)	12 (12)	<0,002
Psychose	11 (11)	3 (3)	0,04
Total	74 (74)	23 (23)	<0,001

D'après Kapoor *et al.*, 2017

Il en ressort que les végétariens étaient significativement plus sujets à la dépression, la paresthésie, la neuropathie périphérique, et la psychose (Cf. Tableau XVI).

Cette étude a démontré que de nombreuses pathologies neurologiques étaient plus fréquentes chez les végétariens. Une explication à ce phénomène serait la carence en vitamine B12 fréquemment rencontrée chez ces sujets. D'autres études arrivent à la même constatation, comme celle de Jayaram et collaborateurs (2013) qui décrit, chez des sujets carencés en vitamine B12, 58 % de schizophrénie, 5 % de bipolarité et 15.8 % de dépression.

Tous ces problèmes viendraient de changements au sein des nerfs périphériques et optiques, ainsi qu'au sein de la moelle épinière et du cerveau.

5.4.8) Satiété et perte de poids

Conscientes de l'impact d'un surpoids sur leur santé ou simplement soucieuses de leur apparence, de nombreuses personnes se laissent tenter par divers régimes promettant une perte de poids. Les régimes hypocaloriques ont fait leurs preuves, et les régimes pauvres en graisses et en glucides également (Brehm *et al.*, 2003).

Ces deux derniers types de régimes ont un point commun : l'apport en protéines est toujours élevé. Dès lors, il serait judicieux de se demander si le facteur permettant la perte de poids ne serait pas ce fameux apport élevé en protéines, plutôt que l'apport faible de glucides ou de graisses. Weigle et collaborateurs (2005) ont mené une étude à ce sujet, dans le but de vérifier l'hypothèse qu'une augmentation de l'apport protéique quotidien, tout en maintenant un apport en glucides constant, permettrait de diminuer le poids corporel grâce à une diminution de l'appétit. Cette étude fut menée sur 19 adultes en bonne santé et dont le poids était stable depuis plus de 3 mois.

Les individus obèses (BMI > 30), sportifs, fumeurs, alcooliques (>2 verres/jour), diabétiques et les femmes enceintes ont été écartés de l'étude.

Dans un premier temps, les sujets se sont vu imposer un régime dont les apports énergétiques provenaient à 35 % de matières grasses, 50 % de glucides et 15 % de protéines, et ce pour une durée de 2 semaines. Tous les repas étaient préparés au sein de l'Université de Washington, afin de s'assurer que chaque individu suivait correctement le régime. Chaque individu recevait ses repas pour une durée de 2-3 jours, et l'apport énergétique était ajusté en fonction de chacun. Les repas étaient variés, et composés de viande maigre, à savoir de la dinde. Tous les 2-3 jours, chaque individu était prié de se présenter au Centre de Recherche Médicale de l'Université de Washington afin d'être pesé, de rencontrer le diététicien en charge du suivi et de recevoir son repas pour les 2-3 prochains jours. Chaque individu était prié de consommer les repas dans leur totalité. Après chaque repas, les participants devaient remplir un cahier dans lequel ils indiquaient ce qu'ils avaient mangé et répondaient à deux questions : « Aviez-vous encore faim après vos repas aujourd'hui ? » et « A quel point vous sentez-vous rempli après vos repas aujourd'hui ? ». Les réponses étaient données sur une échelle visuelle, allant respectivement de « Je n'ai plus faim du tout » à « J'ai encore extrêmement faim » et de « Je ne me sens pas du tout rempli » à « Je me sens repu à 100 % ».

Cette méthode d'échelle visuelle a été démontrée comme étant reproductible et valide pour les recherches sur l'appétit (Flint *et al.*, 2000).

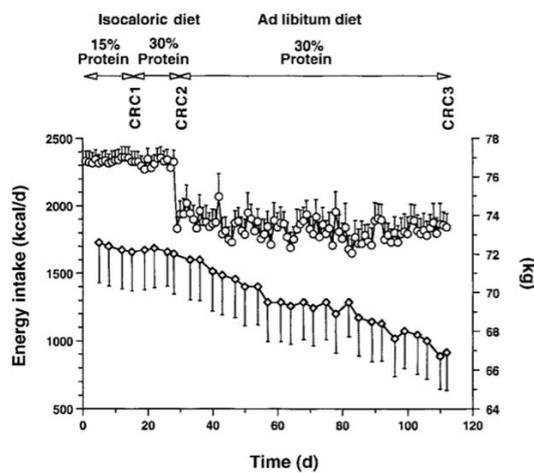
Les 2 derniers jours de cette première période de 2 semaines, les sujets ont subi des prises de sang. Le dernier jour, à 7H30, le taux métabolique au repos de chaque individu a été mesuré par calorimétrie indirecte, ainsi que leur composition corporelle, à l'aide de rayons X.

Immédiatement après ce premier régime, les sujets se sont vus imposer un second régime, à nouveau pour une période de 2 semaines, et cette fois-ci constitué à 20 % de matières grasses, 50 % de glucides et 30 % de protéines. Il s'agit donc ici d'un régime riche en protéines. A nouveau, les individus recevaient leurs repas pour 2-3 jours, consultaient le diététicien et remplissaient leur cahier. Les 2 derniers jours, ils ont à nouveau subi des prises de sang, une mesure du taux métabolique au repos et une analyse de leur composition corporelle.

Immédiatement après, le régime imposé restait le même, mais les instructions ont changé. Il a été demandé à chacun de manger autant qu'il le souhaitait. Il s'agissait de la phase de régime *ad libitum*. Ils pouvaient donc manger plus s'ils ressentaient de la faim, ou moins s'ils se sentaient repus. Ils étaient également autorisés à consommer un repas au choix ainsi que 3 doses d'alcool par semaine. Les repas étaient fournis en quantité plus importante qu'auparavant, de sorte que si un individu le consommait dans son entièreté, son apport calorique était 15 %

supérieur aux recommandations. A nouveau, les participants remplissaient leur cahier, rendaient visite au diététicien, et, cette fois-ci, ramenaient l'excédent de nourriture, pour permettre à l'équipe médicale de déterminer précisément l'apport calorique et nutritionnel quotidien de chacun. Après 12 semaines de ce régime *ad libitum*, les sujets ont à nouveau subi une prise de sang, une mesure du taux métabolique au repos et une analyse de la composition corporelle.

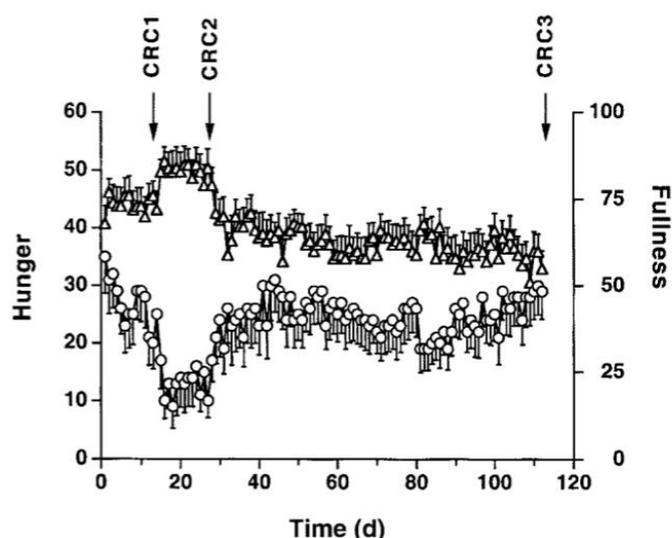
Durant les 4 premières semaines de régime, les participants ont maintenu un poids constant, sans changement significatif (Cf. Figure 9).



(Weigle *et al.*, 2005)

Figure 9) Apport quotidien moyen en énergie (○) et poids moyen des sujets (◇) au cours de l'étude.

Au cours des 3^{ème} et 4^{ème} semaines, à savoir lors du régime hyper-protéiné, les participants ont montré une nette diminution de la sensation de faim après repas et une augmentation de la satiété (Cf. Figure 10).



(Weigle *et al.*, 2005)

Figure 10) Scores quotidiens moyens de faim (○) et de satiété (△) des sujets au cours de l'étude.

CRC = visite de contrôle en fin de chaque régime.

Cette sensation de satiété liée à la consommation de protéines se confirme en observant la Figure 9. On y voit une diminution spontanée de l'apport calorique de 494 ± 74 kcal/d dès le passage au régime *ad libitum*. De façon logique, les scores de faim et de satiété sont revenus à la normale au cours du régime *ad libitum*.

Cette diminution d'apport calorique se maintient jusqu'à la fin de l'étude. En résulte alors une perte de poids constante au cours du régime, avec une moyenne de 4,9 kilos perdus à la fin (Cf. Figure 9).

Tableau XVII) Composition corporelle et apports énergétique durant les 24 dernières heures de chaque régime.

	CRC1	CRC2	CRC3
Poids (kg)	72,1 ± 2,0	72,0 ± 2,1	67,1 ± 1,9
Masse grasse (kg)	-	24,1 ± 1,3	20,4 ± 1,2
Graisse corporelle (%)	-	33,7 ± 1,5	30,5 ± 1,6
Apport énergétique (kcal/jour)	2356 ± 80	2325 ± 86	1884 ± 101
Taux métabolique au repos (kcal/jour)	1542 ± 63	1568 ± 58	1560 ± 52

D'après Weigle *et al.*, 2005

Une diminution de la masse grasse a également été observée. Le taux métabolique au repos, quant à lui, est resté inchangé au cours des différents régimes (Cf. Tableau XVII).

Cette étude nous montre qu'un apport augmenté en protéines, tout en maintenant un apport constant en glucides, permet une perte rapide de poids et de masse grasse. Cet effet provient d'une baisse d'appétit et d'une augmentation de la satiété, grâce aux protéines.

Dans une étude précédente de Weigle et collaborateurs (2003), l'équipe de chercheurs avait tenté de diminuer encore plus l'apport en matière grasse, avec comme résultat une perte de poids moindre que celle rencontrée avec le régime *ad libitum* hyperprotéique. Au vu de ces informations, il semble donc que ce soit bien l'apport élevé en protéines, et non pas la diminution des apports en graisses ou en glucides, qui permette une perte de poids.

Il y a deux explications à ce phénomène.

Premièrement, les protéines permettent une dépense d'énergie plus importante, car elles entraînent une thermogénèse plus forte que les glucides ou les graisses, à calories égales. De plus, les protéines d'origine animale permettent une dépense d'énergie plus élevée que les protéines végétales (Mikkelsen *et al.*, 2000). Cependant, le taux métabolique des sujets étant resté inchangé au cours de l'étude, cette explication est peu probable dans ce cas-ci. Il semblerait donc que cette perte de poids soit due à la forte sensation de satiété qui découle de la consommation de protéines.

5. Conclusions générales

Nous avons vu que l'Homme consomme de la viande depuis un grand nombre d'années. Même si certains refuseront toujours d'en consommer pour des questions d'éthiques, il semble important que les personnes faisant ce choix pour des questions de santé soient plus au courant de la réalité de la situation. Nous avons montré que la viande était nécessaire avant même la naissance de l'enfant, et qu'elle restait nécessaire pour diverses raisons au cours de son enfance. De la fin de son enfance jusqu'à la fin de son adolescence, l'Homme a également besoin de consommer de la viande pour assurer sa croissance et son développement. Pour terminer, nous avons vu que la viande peut venir en aide aux personnes plus âgées, non seulement pour garder une bonne santé, en luttant contre l'apparition de certaines pathologies, mais également en leur permettant de garder la forme.

Bien que moins précis, nous avons également mis en évidence un lien entre la consommation de viande et la santé mentale.

Néanmoins, il est nécessaire de rester critique. Dans chacune des études évoquées, un point important ressort : la consommation raisonnée de viande.

Ce travail n'a pas pour but de transformer tout Homme en carnivore, mais bien de démontrer qu'inclure de la viande dans son alimentation représente une façon simple de couvrir une bonne partie de nos besoins.

Il est également primordial de garder à l'esprit que, dû aux limitations imposées quant au nombre de page, ce travail ne traite pas des potentiels effets négatifs de la viande. Il serait donc intéressant de se pencher en détail sur la question, et d'effectuer une analyse risques / bénéfiques de la consommation de viande.

Travaux cités

[Revue].

AFSCA Apports journaliers recommandés (AJR) pour les vitamines et minéraux [En ligne] // [afsca.be](http://www.afsca.be). - 2009. - 10 Avril 2020. -

http://www.afsca.be/denreesalimentaires/complementsalimentaires/_documents/2009-06-16_Circ_nouvelles_valeurs_AJR_ext-1_000.pdf.

Allen LH et Graham J Assuring micronutrient adequacy in the diets of young infants [Livre]. - 2003.

Allen LH Vitamin B12 metabolism and status during pregnancy, lactation and infancy [Livre]. - [s.l.] : Avd Exp Med Biol, 1994.

Ambroszkiewicz J [et al.] Serum concentration of biochemical bone turnover markers in vegetarian children [Revue] // *Advances in Medical Sciences*. - 2007. - Vol. 52. - pp. 279-282.

Bal-Sollier C. et et al. Vitamine K, antivitamine K et alimentation [Revue] // *CND*. - 2009. - Vol. 44. - pp. 273-277.

Bates A [et al.] National Diet and Nutrition Survey Results for Years 1, 2, 3 and 4 (Combiend) of the Rolling Programme (2008/2009-2011/2012) [Rapport]. - London : Public Health England, 2014.

Bayley N Manuel for the Bayley Scales of Infant Development [Livre]. - San Antonio : Psychological Corporation, 1993. - Vol. 2nd ed..

Bennet M Vitamin B12 deficiency, infertility and recurrent fetal loss [Revue] // *Journal of Reproductive Medicine*. - 2001. - Vol. 46. - pp. 209-212.

Berrut G et Ritz P L'hyperhomocystéinémie, un facteur de risque cardiovasculaire chez le sujet âgé. [Livre]. - [s.l.] : *Revue Médicale Suisse*, 2000. - Vol. 4.

Bondevik GT [et al.] Homocysteine and methylmalonic acid levels in pregnant Nepali women; Should cobalamin supplementation be considered [Revue] // *European Journal of Clinical Nutrition*. - 2001. - Vol. 55. - pp. 856-864.

Bourre JM Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain. Part 1: micronutrients. [Revue] // *J Nutr Health Aging*. - 2006. - 5 : Vol. 10. - pp. 377-385.

Bourrillon A, Benoist G et Delacourt C Alimentation et besoins nutritionnels [En ligne]. - 2014. - 04 04 2020. -

http://campus.cerimes.fr/media/campus/deploiement/pediatrie/enseignement/alimentation_nutritionnel/site/html/3.html.

Boyd Eaton S. Paleolithic vs modern diet-selected pathophysiological implications [Revue] // *Europ. J. Nutrition*. - 2000. - Vol. 39. - pp. 67-70.

Brehm BJ [et al.] A randomized trial comparing a very low carbohydrate diet and a calorie-restricted low fat diet on body weight and cardiovascular risk factors in healthy women [Revue] // *Journal of Endocrinol Metab*. - 2003. - Vol. 88. - pp. 1617-1623.

Burkert Nathalie T. [et al.] Nutrition and Health - The Association between Eating Behavior and Various Health Parameters: A Matched Sample Study. - 2014.

Casella Erasmo Barbante [et al.] Vitamin B12 deficiency in infancy as a cause of developmental regression [Revue] // *Brain and Development*. - Decembre 2005. - 8 : Vol. 27. - pp. 592-594.

Cashman KD Calcium intake, calcium bioavailability and bone health [Revue] // *Br J Nutr*. - 2002. - Suppl 2 : Vol. 87. - pp. 169-177.

Cernadas MR [et al.] Renal and systemic effects of aminoacids administered separately: comparison between L-arginine and non-nitric oxide donor aminoacids [Revue] // *J Pharmacol Exp Ther*. - 1992. - Vol. 263. - pp. 1023-1029.

Claude JAFFIOL Alimentation et santé dans l'histoire humaine [Livre]. - 2011.

Conseil Supérieur de la Santé Recommandations Alimentaires pour la population belge adulte [Revue]. - Juin 2019. - p. 28.

Conseil Supérieur de la Santé Recommandations Nutritionnelles Pour La Belgique [Revue]. - 2016. - Vol. 9285. - p. 101.

Dagnelie PC, van Staveren WA et van den Berg H Vitamin B12 from algae appears not to be bioavailable [Livre]. - [s.l.] : Clinical Nutrition, 1991.

Darling AL [et al.] Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis [Livre]. - [s.l.] : American Journal of Clinical Nutrition, 2009. - Vol. 90 : 1674-1692.

Dawson EB [et al.] Amniotic fluid B12, calcium, and lead levels associated with neural tube defects [Revue] // American Journal Perinatol. - 1999. - Vol. 16. - pp. 373-8.

Dawson-Hughes B Harris SS, Rasmussen H, et al. Effect of dietary protein supplements on calcium excretion in healthy older men and women [Livre]. - [s.l.] : Journal of Clinical Endocrinology Metabolism, 2004. - Vol. 89 : pp. 1169-1173.

de Benoist B [et al.] Worldwide prevalence of anaemia [Livre]. - [s.l.] : WHO Global Database on Anaemia, 2008.

Devine A [et al.] Protein consumption is an important predictor of lower limb bone mass in elderly women [Livre]. - [s.l.] : American Journal of Clinical Nutrition, 2005. - Vol. 81 : pp. 1423-1428.

England Food Standards Agency and Public Health McCance and Widdowson's the Composition of Food. - London : Royal Society of Chemistry, 2014.

Flandrin et Montanari M. Histoire de l'alimentation [Revue]. - Paris : Fayard, 1996.

Flint A [et al.] Reproducibility, power and validity of visual analog scales in assessment of appetite sensations in signe test meal studies [Revue] // Int J Obes Relat Metab Disord. - 2000. - Vol. 24. - pp. 38-48.

Fontera WR Zayas AR & Rodriguez N Aging of human muscle: understanding sarcopenia at the single muscle cell level [Revue] // Phys Med Rehabil Clin N Am. - 2012. - Vol. 23. - pp. 201-207.

Food and Nutrition Board Institute of Medicine Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc [Livre]. - Washington : National Academy Press, 2001.

George L [et al.] Plasma folate levels and risk of spontaneous abortion [Revue] // JAMA. - 2002. - Vol. 288. - pp. 1867-1873.

Gilsing Anne MJ [et al.] Serum concentrations of vitamin B12 and folate in British male omnivores, vegetarians and vegans [Livre]. - 2011.

Graham Stephen M., Arvela Otto M. et Wise Graham A. Long-term neurologic consequences of nutritional vitamin B12 deficiency in infants [Revue] // The Journal of Pediatrics. - 1992. - 5 : Vol. 121. - pp. 710-714.

Guyatt GH [et al.] GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations [Revue] // BMJ. - 2008. - Vol. 336. - pp. 924-926.

Haider LM [et al.] The effect of vegetarian diest on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis [Revue] // Crit Rev Food Sci Nutr. - 24 May 2018. - 8 : Vol. 58. - pp. 1359-1374.

Hambidge Michael [et al.] Evaluation of meat as first complementary food for breastfed infants : impact on iron intake & growth [Livre]. - [s.l.] : Nutr Rev, 2011.

Hodgson JM [et al.] Partial substitution of carbohydrate intake with protein intake from lean red meat lowers blood pressure in hypertensive persons. [Revue] // Am J Clin Nutr. - 2006. - 4 : Vol. 83. - pp. 780-787.

Humphrey LL [et al.] Homocysteine level and coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis [Livre]. - [s.l.] : Mayo Clin Proc, 2008. - Vol. 83 : pp. 1203-1012.

Iguacel I [et al.] Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis [Livre]. - 2017.

Jayaram N [et al.] Vitamin B₁₂ levels and psychiatric symptomatology: a case series. [Revue] // *Neuropsychiatry Clin Neurosci.* - 2013. - 2 : Vol. 25. - pp. 150-152.

Julian-Almarcegui C [et al.] Combined effects of interaction between physical activity and nutrition on bone health in children and adolescents: a systematic review. [Livre]. - [s.l.] : Nutrition Revue, 2015. - Vol. 73 : pp. 127-139.

Kapoor Aneel [et al.] Neuropsychiatric and neurological problems among Vitamin B₁₂ deficient young vegetarians [Revue] // *Neurosciences.* - 2017. - 3 : Vol. 22. - pp. 228-232.

Key TJ, Apleby PN et Rosell MS Health effects of vegetarian and vegan diets [Revue] // *Proc Nutr Soc.* - 2006. - Vol. 65. - pp. 35-41.

Koebnick C [et al.] Long-term ovo-lacto vegetarian diet impairs vitamin B₁₂ status [Livre]. - 2004.

Krebs NF [et al.] Meat as a first complementary food for breastfed infants : feasibility and impact on zinc intake and status [Livre]. - [s.l.] : *J Pediatric Gastroenterol Nutr.*, 2006.

Lekakis JP [et al.] Oral L-arginine improves endothelial dysfunction in patients with essential hypertension [Revue] // *Int J Cardiol.* - 2002. - pp. 317-323.

Lopez A [et al.] Iron deficiency anaemia [Livre]. - [s.l.] : *Lancet*, 2016. - pp. 907-916.

Louwman Marieke WJ [et al.] Signs of impaired cognitive function in adolescents with marginal cobalamin status [Revue] // *American Journal of Clinical Nutrition.* - 2000. - 3 : Vol. 72. - pp. 762-769.

Marieke WJ Louwman Marijke van Dusseldorp, Fons JR van de Vijver, Chris MG Thomas, Jorn Schneede, Per M Ueland, Helga Refsum, Wija A van Staveren Signs of impaired cognitive function in adolescents with marginal cobalamin status [Revue] // *The American Journal of Clinical Nutrition.* - Septembre 200. - Vol. 72. - pp. 762-769.

Martin A et et al. Apports nutritionnels conseillés pour la population française [Revue]. - [s.l.] : Lavoisier, 2001.

McNeill SH Inclusion of red meat in healthful dietary patterns [Revue] // *Meat Sci.* - 2014. - Vol. 98. - pp. 452-460.

Meneton P., Jeunemaitre X. et al et Links between salt dietary intake, renal salt handling, blood pressure and cardio vascular diseases [Livre]. - [s.l.] : *Physiol.R Rev.*, 2005. - Vol. 85 : pp. 679-715.

Micha R Wallace SK, Mozaffarian D. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis [Revue]. - 2010. - pp. 2271-2283.

Mikkelsen PB, Toubro S et Astrup A. Effect of fat-reduced diets on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein, and carbohydrate. [Revue] // *Am J Clin Nutr.* - 2000. - Vol. 72. - pp. 1135-1141.

Militante JD et Lombardini JB Treatment of hypertension with oral taurine: experimental and clinical studies. [Revue]. - 2020. - Vol. 23. - pp. 381-393.

Milton K The critical role played by animal source foods in human evolution [Revue]. - [s.l.] : *Journal of Nutrition*, 2003. - Vol. 133. - pp. 3886-3892.

Morgan Jane, Taylor Andrew et Fewtrell Mary Meat Consumption is Positively Associated with Psychomotor Outcome in Children up to 24 Months of Age [Livre]. - [s.l.] : *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 2004. - Vol. 39 : p. 493_498.

Neumann Charlotte G. [et al.] Meat Supplementation Improves Growth, Cognitive, and Behavioral Outcomes in Kenyan Children [Revue] // *The Journal of Nutrition.* - 2007. - Vol. 137. - pp. 1119-1123.

Obeid Rima [et al.] Vitamin B₁₂ Intake From Animal Foods, Biomarkers, and Health Aspects [Revue]. - [s.l.] : *Front Nutr*, 2019. - Vol. 6.

Obersby Derek [et al.] Plasma total homocysteine status of vegetarians compared with omnivores : a systematic review and meta-analysis [Livre]. - [s.l.] : Cambridge University Press, 2013. - Vol. 132 : pp. 152-158.

Organisation mondiale de la Santé Supplémentation en fer chez les enfants de 6 à 23 mois [En ligne] // OMS. - 12 mars 2015. - 20 mars 2020. - who.int/elena/titles/iron_supplementation_children/fr/.

Peumery J.J. Histoire illustrée du diabète [Revue]. - Paris : R. Dacosta, 1997.

Phillips SM Nutrient-rich meat proteins in offsetting age-related muscle loss [Revue] // Meat Sci. - 2012. - Vol. 92. - pp. 452-460.

Rasmussen SA, Fernhoff P et Scanlon K Vitamin B12 deficiency in children and adolescents [Revue] // J Pediatric. - 2001. - Vol. 138. - pp. 10-17.

Rawson Eric et Volpe Stella Nutrition for Elite Athletes [Livre]. - 2015.

Rerat A. Production alimentaire mondiale et environnement [Livre]. - Paris : Lavoisier, 1994.

Rivier Etienne, Krieg Marc Antoine et Lamy Olivier La sarcopénie : définition, méthodes de mesure, avenir thérapeutique [Revue] // Revue Médicale Suisse. - 2011. - Vol. 7. - pp. 1047-1048.

Robin W.M. Vernooij PhD [et al.] Patterns of Red and Processed Meat Consumption and Risk for Cardiometabolic and Cancer Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis of Cohort Studies [Revue] // Annals of Internal Medicine. - [s.l.] : American College of Physicians, 2019. - 10 : Vol. 171. - pp. 732-741.

Roman Pawlak Scott James Parrott, Sudha Raj, Diana Cullum-Dugan, Debbie Lucus How prevalent is vitamin B12 deficiency among vegetarians ? [Livre]. - [s.l.] : Nutrition Reviews, 2013. - Vol. 71 : pp. 110-117.

Rufenacht Pierre, Iten Anne et Mach-Pascual Sara Hypovitaminose B12 : challenge diagnostique et thérapeutique [Livre]. - [s.l.] : Revue Médicale Suisse, 2008.

Schulc P, Seeman E et Delmas PD Biochemical measurements of bone turnover in children and adolescents [Revue] // Osteoporosis. - 2000. - Vol. 11. - pp. 281-294.

Scientific Advisory Committee on Nutrition Draft Vitamin D and Health Report [En ligne] // gov.uk. - 2015. - mars 2020. - https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/447402/Draft_SACN_Vitamin_D_and_Health_Report.pdf.

Scientific Advisory Committee on Nutrition Iron and Health [Revue]. - London : [s.n.], 2010.

Shams-White MM [et al.] Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. [Livre]. - [s.l.] : AM J Clin Nutr, 2017. - Vol. 105 : pp. 1528-1543.

Specker BL et al. Vitamin B-12: low mil concentrations are related to low serum concentrations in vegetarian women and to methylmalonic aciduria in their infants [Revue] // American Journal of Clinical Nutrition. - 1990. - Vol. 52. - pp. 1073-1076.

Ssonko M, Ddungu H et Musisi S Low serum vitamin B12 levels among psychiatric patients admitted in Butabika mental hospital in Uganda. [Revue] // BMC Res Notes. - 2014. - Vol. 7. - p. 90.

Surbone Anna [et al.] Ostéoporose chez les femmes ménopausées entre 40 et 65 ans : algorithme pour le gynécologue [Livre]. - [s.l.] : Revue Médicale Suisse, 2016. - Vol. 12 : pp. 1811-1815.

Tahir Emad [et al.] Anemia, iron status and associated protective and risk factors among children and adolescents aged 3 to 19 years old from four First Nations communities in Quebec [Livre]. - [s.l.] : Canadian Journal of Public Health, 2020.

Vacek TP [et al.] The role of homocysteine in bone remodeling [Livre]. - [s.l.] : Clin Chem Lab Med, 2013. - Vol. 51 : pp. 579-590.

- Velasco I. et al.** Effect of iodine prophylaxis during pregnancy on neurocognitive development of children during the first two years of life [Revue] // J Clin Endocrinol Metab. - 2009. - Vol. 94. - pp. 3234-3241.
- Von Greyerz S, Gurtner F et K Lippuner** Ostéoporose et chute des personnes âgées. Une approche de santé publique [Livre]. - 2004.
- Waldmann A [et al.]** Homocysteine and cobalamin status in German vegans [Livre]. - [s.l.] : Public Health Nutrition, 2004.
- Weigle David S [et al.]** A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations [Revue] // American Journal of Clinical Nutrition. - 2005. - Vol. 85. - pp. 41-48.
- Weigle DS [et al.]** Roles of leptin and ghrelin in the loss of body weight caused by a low fat, high carbohydrate diet. [Revue] // J Clin Endocrinol Metab. - 2003. - Vol. 88. - pp. 1577-1586.
- Wharton BA** Nutrition in Infancy, British Nutrition Foundation [Livre]. - London : British Nutrition Foundation, 1997.
- Willatts P [et al.]** The effects of long-chain polyunsaturated fatty acids on infant attention and cognitive behaviour [Livre]. - London : Royal Society of Medicine Press, 1996.
- World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations** Vitamin and mineral requirements in human nutrition [Livre]. - 2004.
- Yang L et Grey V** Pediatric reference intervals for bone markers [Revue] // Clin Biochem. - 2006. - 6 : Vol. 39. - pp. 561-568.