



Viande rouge et adéquation nutritionnelle chez les enfants

Association entre niveau de consommation de viande rouge et satisfaction des besoins en certains nutriments chez les enfants français à partir de 4 ans

Mots clés : enfants, viande rouge, adéquation nutritionnelle, biodisponibilité du fer

Auteurs : Vieux Florent¹, Maillot Matthieu¹, Berthier Coralie², Poinot Romane¹, Lecerf Jean-Michel²

¹ MS-Nutrition, Marseille, France

² Institut Pasteur de Lille, Service de Nutrition, 1 rue du Professeur Calmette, 59019 Lille cédex

La viande rouge contribue aux apports en fer, zinc et vitamine B12 pour lesquels les recommandations en termes de consommation sont importantes à atteindre chez les enfants. Une consommation plus élevée de viande rouge est associée à une réduction des risques de déficit en ces nutriments, mais ne garantit néanmoins pas l'absence de risque. Promouvoir la consommation d'aliments denses en fer et zinc, dont la viande rouge fait partie, est nécessaire auprès des enfants de plus de 10 ans.

Résumé

Riches en protéines, la viande rouge est aussi une source importante de fer, de zinc et de vitamines, notamment du groupe B. Cependant la couverture de ces besoins en micronutriments chez les enfants et les adolescents est difficile à obtenir. Le fer héminique contenu dans les produits carnés présente l'avantage d'être mieux absorbé que le fer non-héminique d'origine végétale. L'objectif est de déterminer si le niveau de consommation de viande rouge est associé à une meilleure satisfaction des recommandations en fer, zinc et vitamine B12. Dans le cas du fer, l'évaluation du respect du besoin a été élaborée en tenant compte de la source alimentaire. L'échantillon d'enfants de l'étude des consommations alimentaires INCA3 a été stratifié en 6 classes : 4-6 ans, 7-10 ans, 11-14 ans (filles et garçons séparés) et 15-17 ans (filles et garçons séparés). L'analyse a été menée dans chaque classe : le sous échantillon a été scindé en 3 groupes de niveau de consommation de viande rouge (« faible », « intermédiaire » et « grand » consommateur) et la couverture des besoins en fer, zinc et vitamine B12 a été comparée entre les groupes de niveau. Un niveau de consommation de viande rouge plus élevé est associé à une meilleure satisfaction des recommandations en fer, zinc et vitamine B12 dans chaque classe d'âge. La satisfaction des recommandations en fer et zinc est particulièrement faible chez les enfants de plus de 10 ans, y compris chez les grands consommateurs de viande. Dans une perspective de réduction des carences nutritionnelles, promouvoir la consommation d'aliments denses en fer et zinc, dont la viande rouge fait partie, est nécessaire auprès des enfants de plus de 10 ans.

Abstract: Red meat and nutritional adequacy in children

Rich in protein, red meat is also an important source of iron, zinc and vitamins, particularly B vitamins. However, it is difficult to ensure that children and adolescents' micronutrient requirements are met. The haem iron found in meat products is better absorbed than non-haem iron of plant origin. The aim is to determine whether the level of red meat consumption is associated with better compliance with the recommended intakes for iron, zinc and vitamin B12. In the case of iron, the assessment of whether requirements were met was carried out taking the dietary source into account. The child sample from the INCA3 dietary intake study was stratified into six age groups: 4-6 years, 7-10 years, 11-14 years (girls and boys separated) and 15-17 years (girls and boys separated). The analysis was then carried out within each age group: the sub-sample was divided into three groups based on red meat consumption levels ('low', 'medium' and 'high' consumers), and the extent to which iron, zinc and vitamin B12 requirements were met was compared across these groups. A higher level of red meat consumption is associated with better compliance with the recommended intakes for iron, zinc and vitamin B12 in every age group. Intake levels for iron and zinc are particularly low amongst children over the age of 10, including those who consume large amounts of meat. With a view to reducing nutritional deficiencies, it is necessary to promote the consumption of iron- and zinc-rich foods, including red meat, amongst children over the age of 10.

I. INTRODUCTION

Le fer, le zinc et la vitamine B12 sont des micronutriments indispensables à tous les âges de la vie, ce qui signifie que leur carence a des effets négatifs sur la santé et plus particulièrement chez les êtres en croissance que sont les enfants (Domellöf and Sjöberg, 2024). Leurs sources sont multiples. La vitamine B12 est exclusivement d'origine animale. Le fer et le zinc ne sont pas exclusivement d'origine animale mais sont aussi d'origine végétale. Parmi les sources animales, ces nutriments sont présents dans la viande, le poisson, les œufs et les produits laitiers. La viande rouge a une teneur élevée en fer, et plus élevée que la viande blanche par exemple. La contribution de la viande à ces apports ne peut pas être uniquement envisagée à partir de leur teneur dans les aliments (Smith *et al.*, 2022) mais à partir de leur contribution réelle aux apports ingérés observés. La viande est le premier contributeur aux apports en fer chez l'enfant (Vandevijvere *et al.*, 2013). Au-delà des quantités ingérées, la part réellement absorbée au niveau intestinal détermine le statut biologique réel de ces nutriments et de la plupart des nutriments qu'ils soient d'origine animale ou d'origine végétale. Ce statut se mesure de diverses façons par la concentration plasmatique en ces nutriments dans certains cas (zinc plasmatique et érythrocytaire, vitamine B12 plasmatique, même si ceci est imparfait), dans d'autres cas par un marqueur ; pour le fer il s'agit de la ferritinémie, témoin des réserves en fer. L'étude française ESTEBAN (Equipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle, 2019) chez les enfants de 6-17 ans a montré que la ferritinémie était $< 15 \mu\text{g/l}$ (déplétion) chez 13,3 % des sujets et comprise entre 15 et $30 \mu\text{g/l}$ (faibles réserves) chez 22,7% des sujets. Une étude norvégienne chez les adolescents de 15-17 ans a mis en évidence une ferritinémie $< 16 \mu\text{g/l}$ chez 27,7 % des filles et 6,7 % des garçons tandis qu'une étude suédoise chez des jeunes de 11-18 ans a mis en évidence une ferritinémie $< 15 \mu\text{g/l}$ chez 66% des filles et 16% des garçons (Stabell *et al.*, 2021). L'étude HELENA chez les enfants européens montrait que 76,4% des garçons mais seulement 13,7% des filles atteignaient les recommandations pour le fer biodisponible (Vandevijvere *et al.*, 2013). Il existe dans cette étude une très bonne corrélation entre la ferritinémie et

l'hémoglobine (Ferrari *et al.*, 2011). L'étape ultérieure pour le fer, comme pour la vitamine B12, est l'anémie qui se mesure par la concentration d'hémoglobine. Dans l'étude ESTEBAN l'anémie touchait 13,9% des filles et 0,6% des garçons, tandis que l'anémie avec ferritinémie $< 15 \mu\text{g/l}$ atteignait 10,4 % des filles et 0,1% des garçons. Celle-ci affecte les capacités physiques, immunitaires et intellectuelles des enfants (Larsen *et al.*, 2023). Si les carences en fer sont fréquentes chez l'enfant et l'adolescent, celles en zinc et en vitamine B12 demeurent exceptionnelles et liées à des situations particulières (régime végétalien prolongé, pathologie). Un niveau d'apport inférieur aux Repères Nutritionnels pour la Population (RNP) n'est pas synonyme de carence mais de risque de déficit qui, s'il est chronique, peut conduire à la carence. La part absorbée est donc très importante à considérer. Pour le fer non-héminique elle dépend de nombreux facteurs propres à l'aliment : la présence de polyphénols dans les boissons (Hurrell *et al.*, 1999) (tanins surtout), de phytates (Reddy *et al.*, 2000), qui altèrent fortement la biodisponibilité du fer d'origine végétale, tandis que le rôle des oxalates semble exclu (Bonsmann *et al.*, 2008) ; la part absorbée est au contraire augmentée par la présence d'acide ascorbique (Reddy *et al.*, 2000). Globalement le coefficient d'absorption du fer est considéré comme de l'ordre de 5% pour le fer non-héminique (essentiellement végétal) (Collings *et al.*, 2013 ; Domellöf and Sjöberg, 2024), alors que celui du fer héminique présent dans la viande est proche de 25% (Domellöf and Sjöberg, 2024 ; European Commission, 2015). Le niveau de 5% pour le fer non-héminique est toutefois discuté (Collings *et al.*, 2013 ; Demeyer *et al.*, 2014) et variable car en cas de déficit il existe une adaptation conduisant à une augmentation de l'absorption du fer non-héminique (Collings *et al.*, 2013 ; Hunt and Roughead, 2000) qui peut conduire à un coefficient qui irait jusqu'à 10 %, voire 15% en situation extrême (absence complète de réserves et avec un régime riche en vitamine C et pauvre en phytates) (Anses, 2021). Ainsi il est important pour le fer de déterminer potentiellement la part absorbée plutôt que la quantité ingérée. Pour le zinc les données sont moins nettes. Pour la vitamine B12 l'absorption dépend

essentiellement de facteurs propres à l'individu, en particulier la présence du facteur intrinsèque, d'origine gastrique. Le but de ce travail est donc d'estimer à partir de données de consommation réelle, la

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. La base de données INCA3

Les données de consommation individuelle sont celles des enfants ayant participé à l'étude INCA3 (2014-2015), la plus récente étude sur l'alimentation représentative de la population vivant en France métropolitaine (N=1991). Au sein de cet échantillon, les enfants de 3 ans ou moins ont été retirés car leur consommation de produits infantiles enrichis est significative et qu'elle diffère sensiblement de celle des autres classes d'âge. L'échantillon des 4-17 ans est composée de 1775 enfants dont 903 garçons et 872 filles. Chaque participant à l'étude devait décrire ses consommations alimentaires au cours de 3 journées non consécutives, comprenant 2 jours de semaine (lundi à vendredi) et 1 jour de week-end (samedi ou dimanche). Pour les enfants, les individus disposaient d'un carnet alimentaire et l'enfant, ou toute autre personne en charge de son alimentation (parents,

II.2. Informations additionnelles collectées

Pour chaque plat composé (ex : hachis parmentier) déclaré consommé dans l'enquête alimentaire, une recette moyenne a été estimée, à partir d'une base de données de recettes existante (AFSSA, 2009) et de recettes issues du site de cuisine le plus populaire en France (marmiton.org) (Jacquemot *et al.*, 2024). Cela a permis d'estimer la quantité de viande rouge consommée par les enfants, en prenant en compte la viande qui se trouve dans les plats composés. L'estimation de la teneur en fer de chaque aliment consommé dans INCA3 (/100g) a été réparti en fer héminique et non-héminique en se basant sur les parts de fer héminique contenus dans différents morceaux de produits animaux (bœuf, porc, poisson...) publiés par

satisfaction du fer absorbé par rapport à ce qui est requis, et pour le zinc et la vitamine B12 la satisfaction des apports ingérés par rapport aux apports conseillés.

grands-parents, nourrice...), devait y noter les consommations alimentaires de la journée. Les données à disposition sont des quantités d'aliments « tels que consommés », c'est à dire après cuisson (pour des aliments comme les pâtes, le riz ou des légumineuses achetées sèches), l'épluchage (pour les fruits et légumes), le parage pour les viandes, etc. Afin d'estimer les apports nutritionnels associés aux consommations alimentaires des individus, chaque aliment consommé a été apparié aux données de composition nutritionnelle de la table du CIQUAL, en tenant compte des caractéristiques précises des aliments consommés (ex : mode de cuisson).

La viande rouge a été définie comme regroupant porc, abats, bœufs et ovins, sans prendre en compte la charcuterie.

Archundia-Herrera (Archundia-Herrera *et al.*, 2024). Les apports en fer héminique et non-héminique ont ainsi pu être estimés pour chaque individu. Cela a permis d'estimer la quantité de fer effectivement absorbé (différent du fer ingéré) par l'organisme en appliquant un pourcentage d'absorption de 25% pour le fer héminique et de 5 et 10% pour le fer non-héminique (un scénario plus extrême à 15% a également été conduit dont les résultats sont produits en annexe). Notons que dans la littérature, des équations visant à estimer le taux d'absorption du fer et du zinc existent. Néanmoins, elles n'ont pas été utilisées ici notamment car ces estimations ont été réalisées sur des populations adultes.

II.3. Références nutritionnelles utilisées

Pour chaque individu, l'estimation de la quantité de fer absorbé a été comparée au besoin net individuel estimé. Ce besoin a été estimé en suivant la méthode proposée par l'EFSA en 2015 (European Commission, 2015) en appliquant des formules qui sont fonction du poids corporel individuel, d'une constante associée au besoin de croissance et, pour les femmes de plus de 12 ans, d'une constante associée aux pertes de sang menstruelles. Les apports en vitamine B12 et zinc ont été comparés respectivement à l'Apport Satisfaisant

(1,5 µg/j pour les 4-10 ans et 2,5 µg/j pour les 11-17 ans) et à la Référence Nutritionnelle pour la Population (5,5 mg/j ; 7,4 mg/j ; 10,7 mg/j ; 14,2 mg/j ; 11,9 mg/j pour les 4-6 ans, 7-10 ans, 11-14 ans, 15-17ans hommes et 15-17 ans femmes) déterminés par l'ANSES. Une analyse de sensibilité a été menée pour le zinc en utilisant les valeurs du Besoin Nutritionnel Moyen (4,6 mg/j ; 6,2 mg/j ; 8,8 mg/j ; 11,8 mg/j ; 9,9mg/j pour les 4-6 ans, 7-10 ans, 11-14 ans, 15-17ans hommes et 15-17 ans femmes).

II.4. Analyse

L'échantillon des 4-17 ans a été stratifié en 6 sous-populations : 4-6 ans, 7-10 ans, 11-14 ans garçons, 11-14 ans filles, 15-17 ans garçons, 15-17 ans filles. La distribution de la consommation de viande rouge (en g/j) dans chaque sous-population a été estimée. Le pourcentage de consommateur de viande rouge a été estimé en complément. Chaque sous-population a été subdivisée en tertiles de consommation de viande rouge de petit consommateur (T1) à grand consommateur (T3). Les distributions des apports en vitamine B12, zinc et fer absorbé (sous l'hypothèse des 2 scénarios), exprimés en pourcentage de la recommandation (apport satisfaisant pour B12, RNP pour zinc et besoin individuel pour fer absorbé) ont été reportées dans chaque sous-population et par tertile. L'effet du niveau de consommation de viande rouge (T1, T2, T3) sur ces apports (B12, zinc, fer absorbé) a été testé par le biais d'un modèle linéaire généralisé (GLM) avec et sans ajustement pour l'apport

énergétique total (car il peut différer en fonction du niveau de consommation de viande rouge, cf Annexe 1). Dans chacune des 6 sous-populations, les prévalences d'adéquations au besoin en fer et aux recommandations en zinc (RNP) et vitamine B12 (AS) ont été représentées et comparées (par le biais d'un test du Khi 2) entre tertiles de consommation de viande rouge. Un graphique montrant les contributions des groupes alimentaires (dont celui des viandes rouges) aux apports totaux a été produit. Enfin, l'effet tertile de la consommation de viande rouge sur les apports et les prévalences de respect des recommandations (ie RNP ou AS) a été testé sur un ensemble d'une soixantaine de nutriments (énergie, protéines et scores de qualité des protéines, zinc, fer, vitamines, minéraux...) dans chaque sous-population. Compte tenu du nombre important de tests menés, le seuil de significativité des tests statistiques était de 1%.

III. RESULTATS

III.1. Consommation de viande rouge dans l'échantillon

Le Tableau 1 présente la consommation moyenne de viande rouge dans chaque sous-population et par tertile ainsi que le pourcentage de consommateurs de viande rouge par sous-population. La consommation moyenne de viande rouge augmente avec l'âge jusqu'à 11 ans (25 g/j chez les 4-6 ans à 46 g/j chez les 7-10 ans) grâce aux augmentations conjointes du

pourcentage de consommateurs (85% à 90%) et de la portion consommée (ie quantité consommée chez les consommateurs). Chez les garçons, l'augmentation de consommation de viande rouge perdure après 11 ans (56,6 g/j chez les 11-14 et 68,3 g/j chez les 15-17 ans) car la légère baisse du pourcentage de consommateur (92% à 89%) est compensée par une augmentation de

la portion consommée (62 à 77 g/jour). En revanche, chez les filles entre 11-14 et 15-17 ans, la consommation moyenne de viande rouge stagne, voire baisse légèrement (de 42 g/j à 40 g/j) par un effet

cumulé de la réduction du pourcentage de consommatrice (de 80,3% à 78,9%) et de portion consommée (52 g/j à 51 g/j).

Tableau 1 : Consommation moyenne de viande rouge* (g/j) dans les différentes classes d'âges et de sexe et en fonction du tertile de consommation de viande rouge et pourcentage de consommateurs de viande rouge

Classes d'âges	Sexe	Consommation moyenne de viande rouge (g/j)					Pourcentage de consommateurs de viande rouge (%)
		Ensemble	Consommateurs seulement	T1	T2	T3	
4-6 (N=345)	G & F	25,11	29,58	3,70	19,98	50,21	84,88
7-10 (N=481)	G & F	45,99	51,04	8,61	35,68	90,97	90,11
11-14 (N=291)	G	56,62	61,79	14,37	48,70	104,08	91,64
11-14 (N=252)	F	42,05	52,36	4,55	32,80	85,75	80,32
15-17 (N=199)	G	68,34	76,87	12,71	60,30	123,62	88,90
15-17 (N=207)	F	40,28	51,04	3,53	31,77	81,98	78,93

* La viande rouge a été définie comme regroupant porc, abats, bœufs et ovins, sans prendre en compte la charcuterie

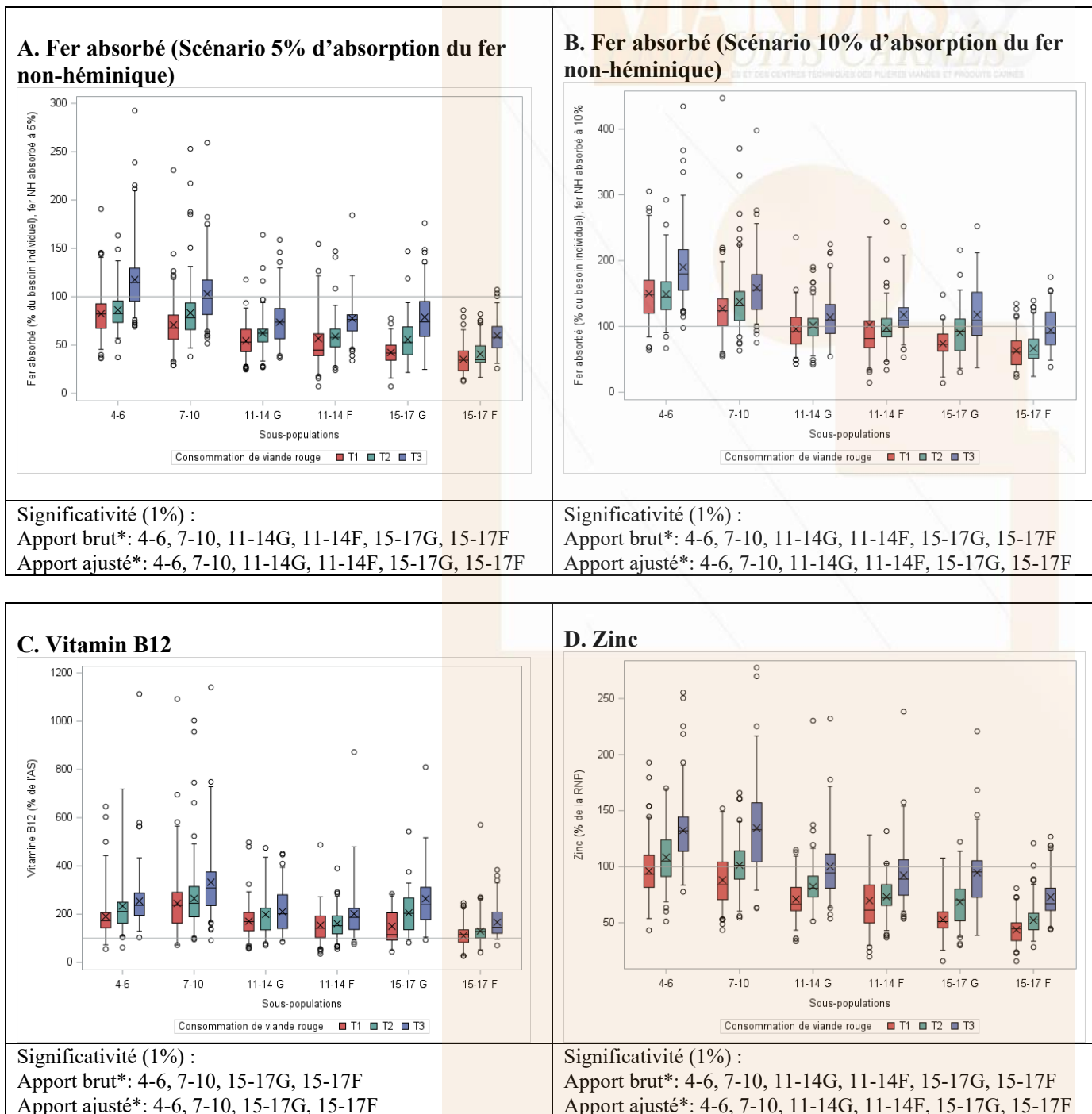
III.2. Apports en vitamine B12, fer absorbé et zinc

Pour toutes les classes d'âges et indépendamment du niveau d'apport énergétique, le niveau de consommation de viande rouge était associé à des apports en fer absorbé (en considérant 5% et 10% d'absorption du fer non-héminique) et en zinc plus élevés. Il en était de même pour la vitamine B12, à l'exception des classes 11-14H et 11-14F chez qui l'apport n'était pas significativement différent entre petits, intermédiaires et grands consommateurs de viande rouge (respectivement, T1, T2 et T3). Plus précisément, pour la vitamine B12, chez les 15-17 ans des 2 sexes, les grands consommateurs avaient des apports plus élevés que les consommateurs intermédiaires qui avaient eux-mêmes des apports plus élevés que les petits consommateurs (Test de comparaisons 2 à 2 avec ajustement de Bonferroni). Pour la classe d'âge 4-6 ans, la seule différence statistiquement significative était entre petits et grands consommateurs et pour la classe 7-10 ans, les grands consommateurs avaient des apports plus élevés que les intermédiaires et que les petits consommateurs de viande rouge. Le scénario à 5% d'absorption du fer non-héminique indiquait des différences d'apports significatives entre les 3 groupes pour toutes les

tranches d'âges, exceptées les 4-6ans et les 15-17F (ou il n'y avait pas de différence significative entre « intermédiaire » et « petit »). Le scénario à 10% d'absorption du fer non-héminique indiquait des différences d'apports significatives entre « grands » et « petits » consommateurs pour toutes les tranches d'âges (seule la tranche 4-6 ans présentait en plus une différence significative entre grand et intermédiaire). Enfin, concernant le zinc, pour chaque classe d'âge, les grands consommateurs avaient des apports plus élevés que les consommateurs intermédiaires qui avaient eux-mêmes des apports plus élevés que les petits consommateurs.

Notons qu'un niveau bas d'apport en un certain nutriment ne signifie pas forcément un risque au regard du respect de la recommandation. Ainsi, chez les 7-10, même si les apports en vitamine B12 chez les petits consommateurs de viande rouge sont plus faibles que chez les grands consommateurs, les petits consommateurs ne présentent pas pour autant un risque élevé d'inadéquation à la recommandation (la quasi-totalité du box plot se situe au-dessus de la ligne horizontale).

Figure 1. Distributions des apports en fer absorbé (% du besoin individuel, panel A et B), en vitamine B12 (% de l'AS, panel C) et zinc (% de la RNP, panel D) dans chaque sous-population et en fonction du tertile de consommation de viande rouge^a

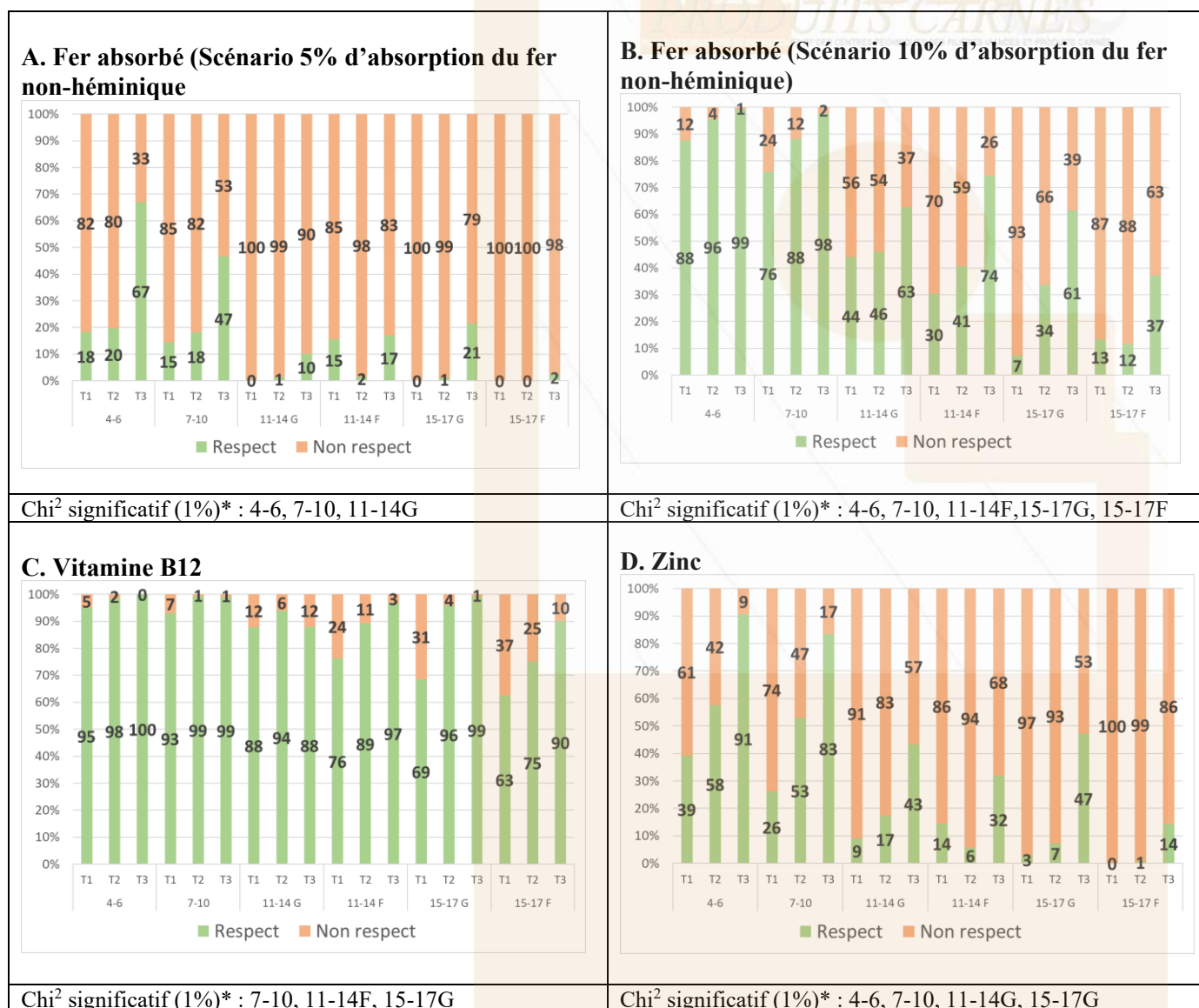


^a La viande rouge a été définie comme regroupant porc, abats, bœufs et ovins, sans prendre en compte la charcuterie

*L'effet du niveau de consommation de viande rouge (T1, T2, T3) sur les apports a été testé par un modèle linéaire généralisé (GLM) sans (Apport brut) et avec (Apport ajusté) ajustement pour l'apport énergétique total individuel (car les 3 tertiles présentent des apports énergétiques qui diffèrent)

III.3. Prévalence de respect des recommandations en vitamine B12, fer absorbé et zinc

Figure 2. Prévalence d'adéquation et d'inadéquation au besoin en fer absorbé (panel A et B), à l'apport satisfaisant en vitamine B12 (panel C) et à la référence nutritionnelle pour la population en zinc (panel D) dans chaque sous-population et en fonction du tertile de consommation de viande rouge^a



^a La viande rouge a été définie comme regroupant porc, abats, bœufs et ovins, sans prendre en compte la charcuterie

*Le test du chi2, s'il est significatif, indique une dépendance entre tertile de consommation de viande rouge (T1, T2, T3) et respect de la recommandation.

La Figure 2 présente les prévalences d'adéquation aux 3 nutriments dans chaque groupe d'individus.

La proportion d'individus qui n'atteint pas l'apport satisfaisant en vitamine B12 est quasi nulle avant 10 ans spécialement chez les consommateurs de viande rouge « intermédiaires » (T2) et « grands » (T3). Cette

proportion augmente après 10 ans et est d'autant plus importante dans le groupe des petits consommateurs de viande rouge. Ainsi, les petites consommatrices de viande rouge (T1) chez les 15-17F sont 37% à ne pas atteindre l'apport satisfaisant en vitamine B12. Le respect du besoin en fer (scénario 5% d'absorption du

fer non-héminique) est quasi nul chez les 15-17F. Chez les 15-17H, 21% des grands consommateurs (T3) parviennent à couvrir leur besoin alors que ce pourcentage est quasi nul dans T1 et T2. Chez les 11-14, si le niveau d'adéquation augmente avec le niveau de consommation de viande rouge chez les garçons, chez les filles la relation prend la forme d'un U. Il n'en demeure pas moins que le niveau d'adéquation est faible (inférieur à 17%). Chez les moins de 10 ans, la consommation la plus élevée de viande rouge est

clairement associée à une prévalence d'adéquation plus élevée (entre 15 et 20% pour les petits ou intermédiaires vs 67% et 47% chez les grands consommateurs de 4-6 ans et 7-10 ans respectivement), même si elle est encore loin des 100%. L'hypothèse d'une absorption à 10% du fer non-héminique maintient les mêmes relations mais permet d'atteindre des prévalences d'adéquation plus élevées. Les prévalences d'adéquation à la RNP en zinc sont plus élevées dans T3 dans chaque sous-population

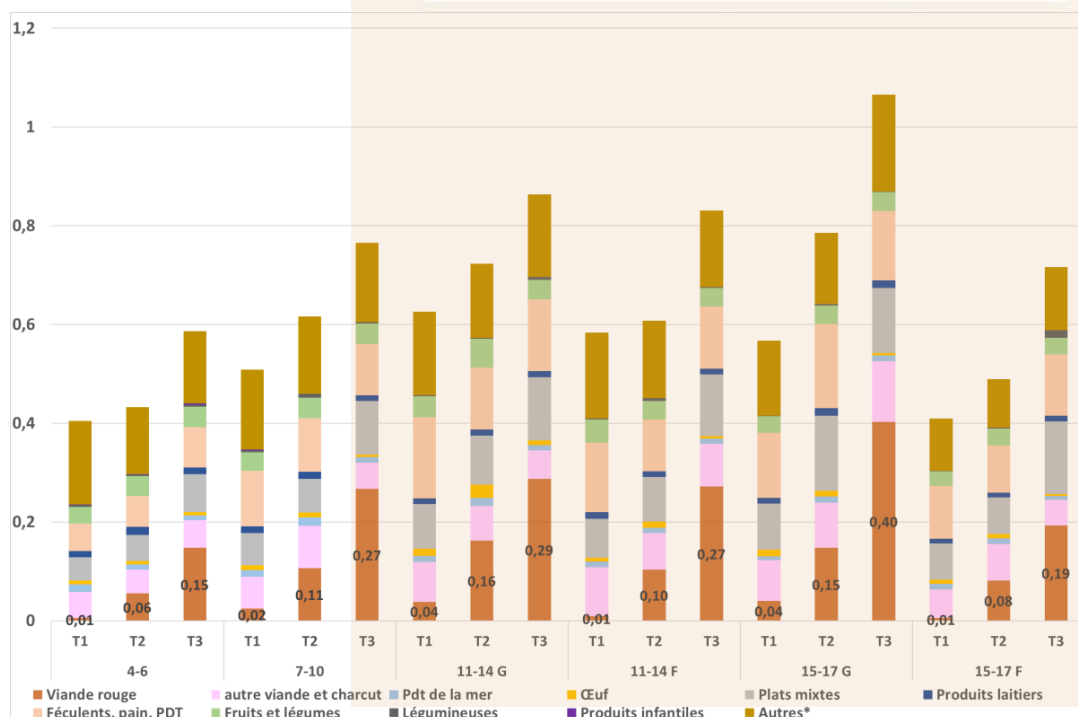
III.4. Contribution de la viande rouge aux apports en vitamine B12, fer absorbé et zinc

La Figure 3 permet de visualiser le rôle de la viande rouge dans les apports en nutriments d'intérêts. Les plus faibles proportions d'adéquation en vitamine B12 observées précédemment dans T1 étaient expliquées en partie par la quasi-absence de contribution de la viande rouge à l'apport en vitamine B12 (Figure 3, panel C). Par exemple, chez les 15-17F (37% de non-respect de l'apport satisfaisant en vitamine B12, Figure 2 panel C), la contribution de la viande rouge aux apports en vitamine B12 est de 0,02µg/j. A titre comparatif, dans le tertile T3 de la même classe d'âge, la contribution de

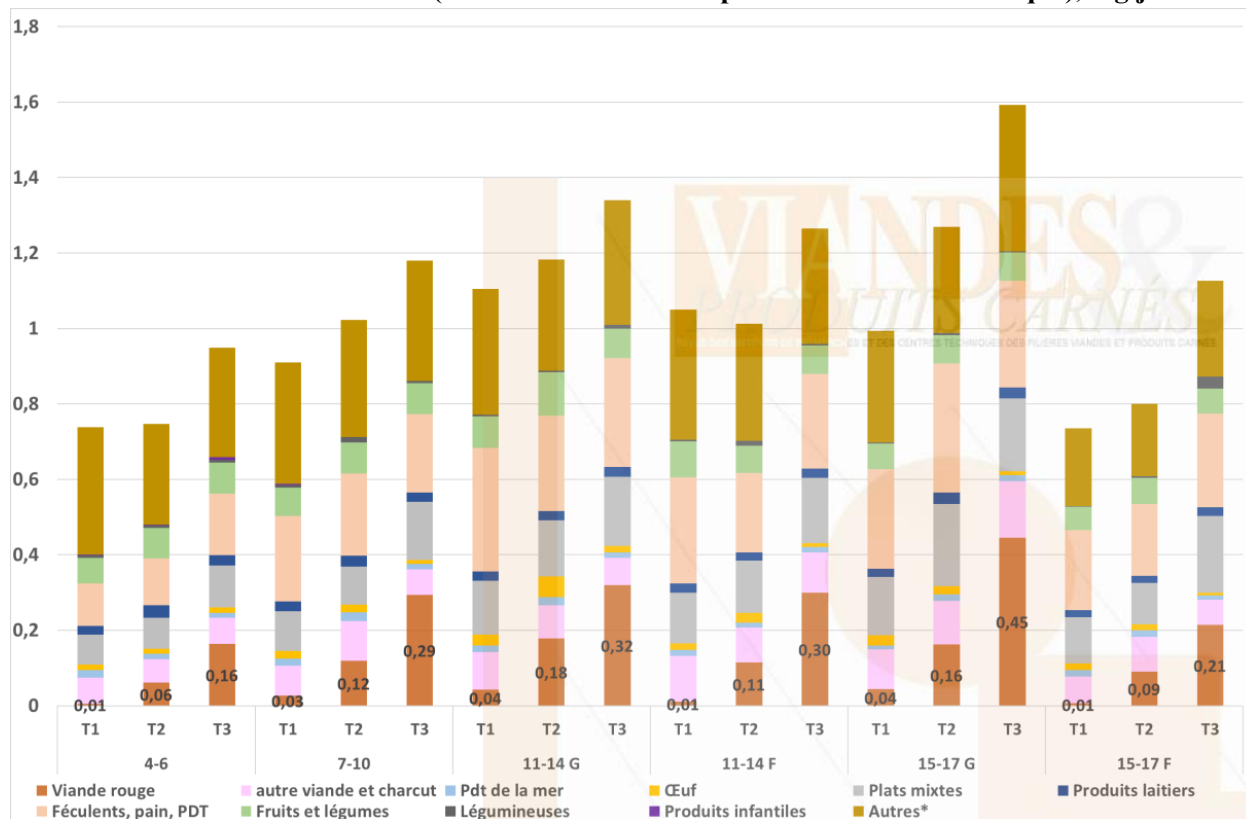
la viande rouge est de 1,06µg/j. La contribution de la viande rouge aux apports en fer absorbé (sous hypothèse de 5% d'absorption du fer non-héminique) varie de 25 à 38% au sein du tertile T3 et entre 1% et 7% parmi T1. Ces pourcentages baissent (mécaniquement) dans le scénario à 10% d'absorption du fer non-héminique en passant de 17 à 27% au sein du tertile T3 et entre 1% et 4% parmi le tertile T1. La contribution de la viande rouge aux apports en zinc varie de 23 à 34% parmi T3 et entre 1% et 6% parmi le tertile T1.

Figure 3. Contribution des groupes alimentaires au fer absorbé (panels A et B) et aux apports en vitamine B12 (panel C), et zinc (panel D)

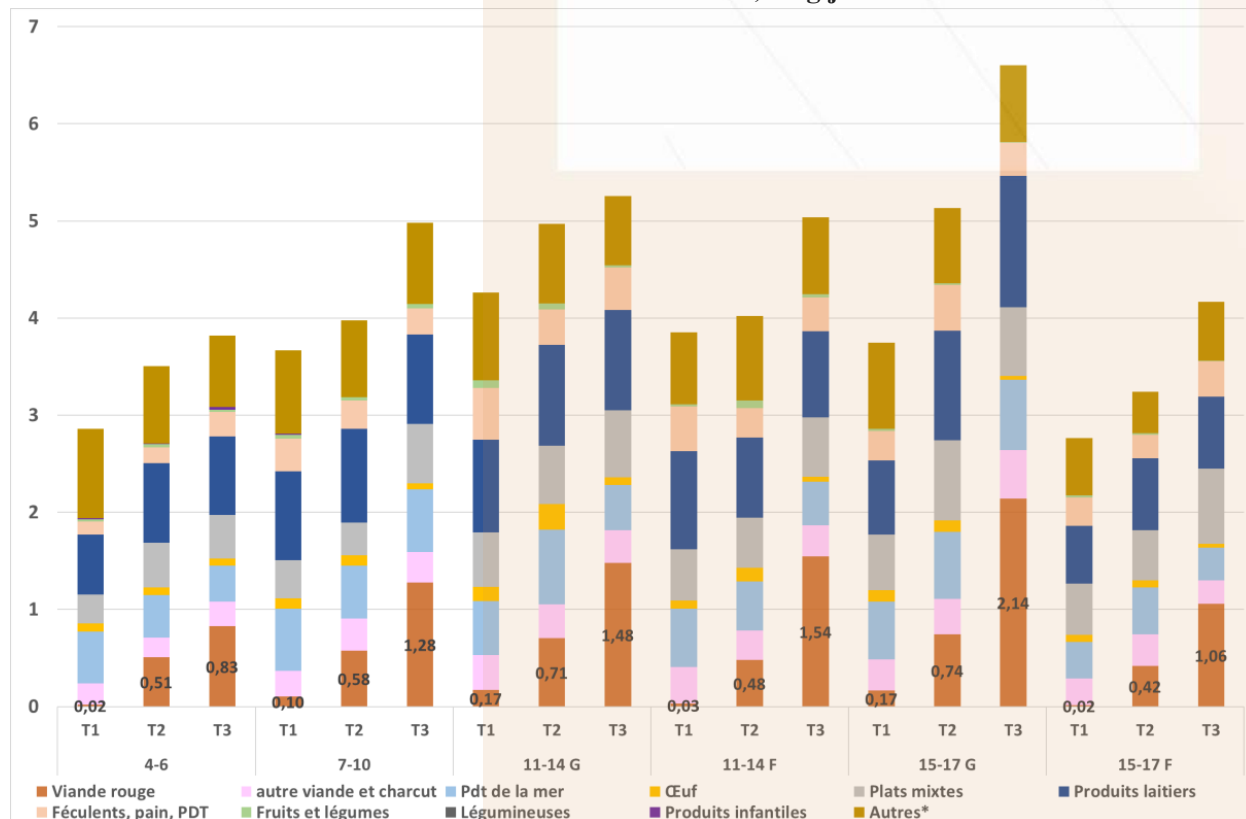
A. Fer absorbé (Scénario 5% d'absorption du fer non-héminique), mg/j



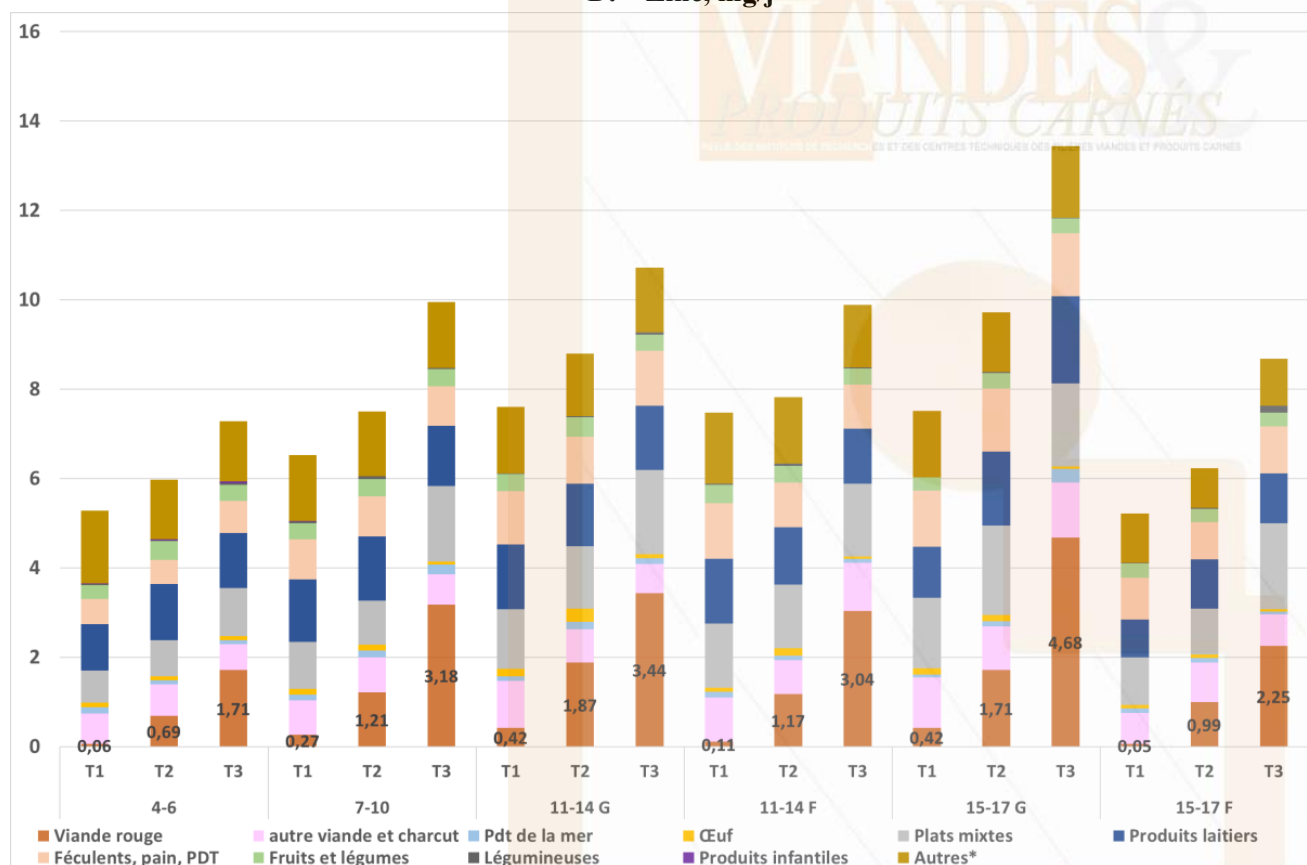
B. Fer absorbé (Scénario 10% d'absorption du fer non-héminique), mg/j



C. Vitamine B12, mcg/j



D. Zinc, mg/j



* La catégorie « Autres » inclue les matières grasses, les substituts aux produits animaux, les boissons et les produits sucrés

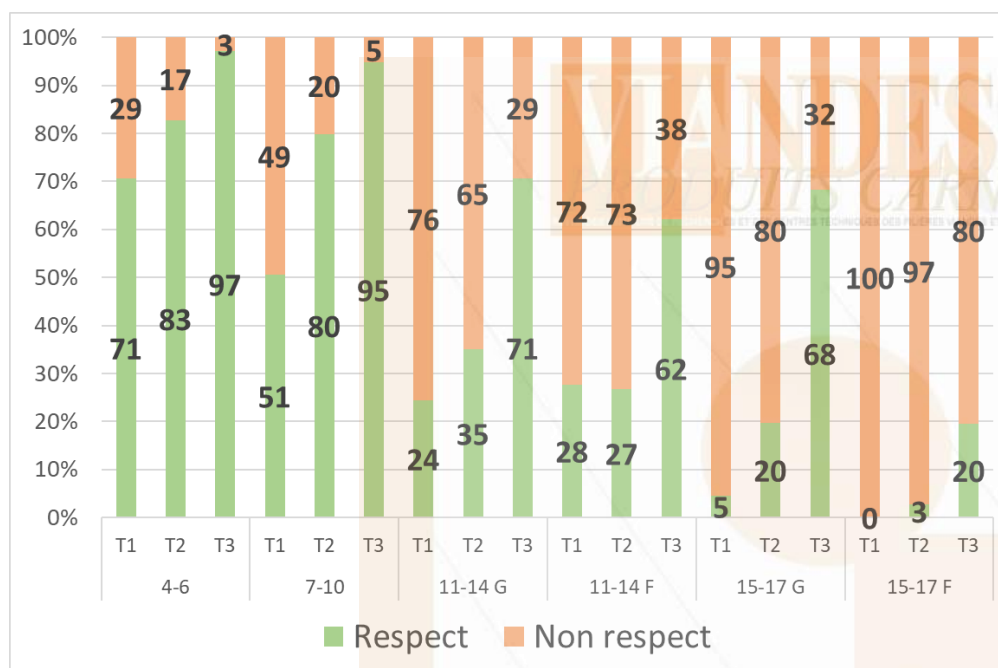
III.5. Analyse de sensibilité

La valeur du Besoin Nutritionnel Moyen (BNM) a été utilisée pour l'estimation de la prévalence d'adéquation à la recommandation au zinc (Figure 4) en complément de l'analyse au regard de la RNP.

En comparaison à l'utilisation de la RNP comme valeur seuil, l'analyse au regard du BNM permet

d'obtenir mécaniquement des niveaux d'adéquation plus élevés. Néanmoins, les tendances restent identiques et les pourcentages de respect restent faibles dans la sous-population des 15-17F (0% de respect dans T1 à 20% dans le tertile T3).

Figure 4. Prévalence d'adéquation et d'inadéquation au besoin nutritionnel moyen en zinc dans chaque sous-population et en fonction du tertile de consommation de viande rouge^a



^a La viande rouge a été définie comme regroupant porc, abats, bœufs et ovins, sans prendre en compte la charcuterie

IV. DISCUSSION

Cette étude montre que, chez les enfants français de plus de 4 ans, la viande rouge participe de façon significative aux apports en B12, fer et zinc qui sont des nutriments pour lesquels les recommandations sont difficiles à atteindre. Il en résulte qu'une consommation plus élevée de viande rouge est associée, indépendamment du niveau d'apport énergétique, à des meilleurs apports en vitamine B12, fer et zinc et à des prévalences de respect de ces recommandations plus élevées. Il a été montré que la consommation de viande rouge chez les filles stagne entre 11-14 ans et 15-17 ans, alors qu'elle augmente chez les garçons grâce à la taille des portions consommées. En parallèle, les recommandations augmentent avec l'âge. Par exemple, la recommandation en zinc (RNP) passe de 10,7 mg/j chez les 11-14 ans (filles et garçons) à 14,2 mg/j chez les garçons et 11,9 mg/j chez les filles de 15-17 ans. Ainsi, chez les garçons, la forte augmentation de la recommandation n'est pas accompagnée d'une augmentation de consommation suffisante d'aliments riches en zinc et chez les filles, l'augmentation

modérée de la recommandation n'est pas accompagnée d'une augmentation suffisante d'aliments riches en zinc, symbolisée par la stagnation de consommation de viande rouge entre les 2 classes d'âges. Ainsi, les prévalences d'adéquation baissent avec l'âge et affectent particulièrement les petits consommateurs de viande rouge : les adolescentes de 15-17 ans petites consommatrices de viande rouge présentent des niveaux de respect de la recommandation en fer et en zinc particulièrement faibles.

A l'image des travaux visant à publier les recommandations du groupe de travail sur le fer de la Société Française de Pédiatrie (Tounian and Chouraqui, 2017), l'estimation de l'adéquation des apports en fer a été réalisée par estimation des apports en fer absorbés (et non ingérés) qui ont été comparés à une estimation du besoin individuel en fer. Cet aspect méthodologique représente un intérêt particulier car habituellement, seul l'apport en fer total est considéré, sans prise en considération de la source alimentaire, et cet apport est comparé à la recommandation (BNM ou RNP) qui est déterminée à partir d'un coefficient

d'absorption fixe (eg 16% pour les hommes, 18% pour les femmes (ANSES-Rapport d'expertise collective, 2016). Dans notre étude, l'apport en fer absorbé a pu être calculé grâce aux estimations du pourcentage de chaque type de fer (héminique/non-héminique) dans chaque aliment. Il est généralement considéré que 5 % du fer non-héminique est absorbé, alors que le coefficient d'absorption du fer héminique (présent dans la viande) est proche de 25%. Si le taux d'absorption du fer héminique fait globalement consensus, le niveau de 5% pour le fer non-héminique est discuté (Collings *et al.*, 2013 ; Demeyer *et al.*, 2014) et varie notamment en fonction du niveau de réserve en fer, des apports en vitamines C, phytates et calcium notamment. C'est la raison pour laquelle nous avons mené différents scénarios de niveau d'absorption du fer non-héminique. Le scénario à 5% d'absorption du fer non-héminique conduit à des niveaux d'apports préoccupants notamment chez les plus de 10 ans qui sont petits consommateurs de viande rouge (eg pourcentage d'atteinte du besoin inférieur à 2% chez les enfants du tertile T1 de plus de 10 ans) alors que celui à 10% élève légèrement le niveau d'apport en demeurant néanmoins à des niveaux faibles chez les plus de 10 ans (eg pourcentage d'atteinte du besoin inférieur à 50%). Un scénario à 15 % d'absorption du fer non-héminique a également été mené. Ce scénario conduisait à des pourcentages d'atteinte du besoin moins préoccupants. Néanmoins, ce pourcentage d'absorption correspond à une alimentation extrême (absence totale de réserves en fer dans l'organisme, régime alimentaire riche en vitamine C et pauvre en phytates) non représentative des habitudes des enfants français. L'analyse de l'adéquation des apports en fer par méthode classique (ie estimation des apports en fer total ingéré sans distinction héminique/non-héminique et comparaison à la RNP) conduisait à des résultats intermédiaires entre scénario à 5% et scénario à 10% (données non montrées). Dans ce cadre, la contribution du fer héminique au fer total ingéré est de 11,4 à 17,6% chez les grands consommateurs de viande rouge. La prise en compte de la source du fer (ie fer absorbé) conduit à des contributions du fer héminique plus élevées allant de 25 à 38% dans les mêmes sous populations (Figure 3). Ainsi, même si les 2 méthodes indiquent que l'adéquation des apports aux besoins en

fer ne repose pas uniquement sur la consommation de produits animaux, leur rôle devient primordial lorsque leur qualité d'absorption est considérée. Ces observations sont cohérentes avec une récente étude qui montre une prévalence plus élevée de carence en fer chez les adolescentes suédoises suivant un régime à base de plantes par rapport aux omnivores notamment (Stubendorff *et al.*, 2025).

Certains niveaux de consommation de viande rouge dépassaient les limites recommandées par les organismes de santé en France. Ainsi, il est recommandé de ne pas dépasser 500g de viande rouge par semaine chez les adolescents (Santé Publique France, 2024). L'estimation de consommation de viande rouge chez les garçons de T3 dépassait cette limite en atteignant en moyenne 123 g/j. Dans ce contexte, la nécessité de substituer une partie de la consommation de viande rouge par d'autres sources de fer s'avèrerait indispensable. Néanmoins, la société française de pédiatrie suggère quant à elle une consommation d'un produit carné lors d'au moins deux repas quotidiens à partir de 7 ans (Tounian and Chouraqui, 2017). Ces dernières recommandations s'appuient sur la nécessité de faire appel aux aliments les plus riches en fer (héminique) pour limiter les risques de carences martiales (très fréquentes en France comme dans le monde). Elles sont défendues également par le fait que les publications mettant en avant un risque à la consommation excessive de viande se basent généralement sur des études menées chez l'adulte (ie sans prendre en compte la consommation de viande rouge à l'enfance/adolescence) (Tounian, 2022). Les associations entre consommation de viande à l'enfance/adolescence et risque à l'âge adulte sont généralement faibles et potentiellement sujettes à des biais méthodologiques (facteurs confondants, défauts de mémoire...) (Farvid *et al.*, 2014 ; Linos *et al.*, 2008 ; Nimptsch *et al.*, 2013 ; Ruder *et al.*, 2011).

L'analyse permettant de comparer les apports et la prévalence de respect des recommandations en fonction du niveau de consommation de viande rouge a été reconduite sur une soixantaine de nutriments présentés en Annexe 2. Ainsi, les apports en protéines étaient plus élevés lorsque la quantité de viande rouge augmentait (même après ajustement pour l'apport énergétique), cependant, compte tenu du fait que la

recommandation est plus facile à atteindre, il n'y avait pas d'association significative entre niveau de consommation de viande rouge et respect des recommandations en protéines. Il est décrit que la présence de viande (ou de chair animale) dans un repas améliore l'absorption de différents micro nutriments (fer non héminique, zinc notamment) des autres éléments du repas (on parle de « facteur viande » ou « effet matrice de la viande »). Ainsi, les différences d'apports en nutriments entre tertiles observées en Annexe 2 pourraient être plus importantes s'il était possible, via des données quantifiées, de raisonner en quantités de nutriments absorbées.

Ce travail présente des limites. Tout d'abord l'étude INCA3 sur laquelle se base l'analyse date des années 2014-2015. Les habitudes de consommations ont évolué depuis les 10 dernières années. Cependant, si les résultats présentés méritent probablement une mise à jour en fonction de ces évolutions, la viande rouge conserve un rôle essentiel pour couvrir les besoins en plusieurs nutriments dans le cadre d'une alimentation équilibrée. Les prévalences d'adéquation ont été calculées sans modélisation des apports usuels sur une longue période. Elles ne reflètent donc pas exactement les apports nutritionnels sur du long terme (puisque calculées sur 3 jours de consommation). La distribution des apports observée est plus large que celle des apports usuels. Par conséquent, les prévalences

V. CONCLUSION

La viande rouge est essentielle dans une alimentation variée et équilibrée car elle contribue à la satisfaction des recommandations en zinc, vitamine B12 et fer dans chaque classe d'âge des enfants de 4 à 17 ans. En tenant compte des coefficients d'absorption selon la source animale ou végétale, cette étude montre que la satisfaction des recommandations en fer et en zinc est particulièrement faible chez les enfants de plus de 10 ans et chez les adolescents et adolescentes d'autant plus que leur consommation de viande rouge

d'adéquation peuvent être surestimées. De plus, pour les nutriments disposant d'une RNP et d'un BNM, la valeur de référence choisie était la RNP alors que la méthode de référence pour estimer la déficience d'une population à un besoin nutritionnel prévoit l'utilisation du BNM. Cela conduit à une probable surestimation de la prévalence d'inadéquation. Enfin, une estimation plus fine du niveau réel d'absorption du fer, particulièrement non-héminique, ainsi que le recueil d'informations complémentaires (ferritinémie, menstruation...) permettraient une meilleure évaluation de l'adéquation des apports aux besoins en fer. La mise en place de scénarios (5 et 10% d'absorption du fer non-héminique) minimise cette limite. De façon similaire, l'absorption du zinc étant réduite par la présence de phytates, il conviendrait de prendre en compte les apports en phytates pour estimer les quantités de zinc absorbés. Cependant, si les méthodes de quantification des apports en zinc absorbés sont bien décrites pour la population adulte, des travaux sont encore nécessaires pour la population des enfants. L'annexe 1 montre néanmoins que dans chaque sous population les apports en phytates n'étaient pas significativement différents entre les tertiles (à l'exception des 4-6 ans). On peut donc supposer que la prise en compte des apports en phytates ne modifierait pas les écarts d'estimation des apports en zinc observés entre tertiles.

est faible. Il apparaît indispensable de tenir compte de la biodisponibilité des nutriments pour déterminer la satisfaction des apports conseillés, analyser le statut nutritionnel et émettre des recommandations alimentaires. Cependant des études supplémentaires permettant de mieux estimer la quantité de fer absorbée, notamment lorsqu'il provient de sources végétales et selon la composition globale du régime sont nécessaires.

Références

- AFSSA. (2009). Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 (INCA2).2006-2007. <https://www.anses.fr/system/files/PASER-Ra-INCA2.pdf>
- Anses. (2021). Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux-Avis de l'Anses-Rapport d'expertise collective. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2018SA0238Ra.pdf>
- ANSES-Rapport d'expertise collective. (2016). Actualisation des repères du PNNS : élaboration des références nutritionnelles. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-2.pdf>
- Archundia-Herrera, M. C., Nunes, F., Barrios, I. D., Park, C. Y., Bell, R. C., & O'Brien, K. O. (2024). Development of a Database for the Estimation of Heme Iron and Nonheme Iron Content of Animal-Based Foods. *Current Developments in Nutrition*, 8(4), 102130. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102130>
- Bonsmann, S. S. G., Walczyk, T., Renggli, S., & Hurrell, R. F. (2008). Oxalic acid does not influence nonhaem iron absorption in humans: a comparison of kale and spinach meals. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62(3), 336–341. <https://doi.org/10.1038/SJ.EJCN.1602721>
- Collings, R., Harvey, L. J., Hooper, L., Hurst, R., Brown, T. J., Ansett, J., King, M., & Fairweather-Tait, S. J. (2013). The absorption of iron from whole diets: A systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 98(1), 65–81. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.050609>
- Demeyer, D., De Smet, S., & Ulens, M. (2014). The near equivalence of haem and non-haem iron bioavailability and the need for reconsidering dietary iron recommendations. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68(6), 750–751. <https://doi.org/10.1038/EJCN.2014.58>
- Domellöf, M., & Sjöberg, A. (2024). Iron – a background article for the Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research*, 68, 10.29219/fnr.v68.10451. <https://doi.org/10.29219/FNR.V68.10451>
- Equipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle. (2019). Etude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition. Esteban 2014-2016 – Volet nutrition. Chapitre Dosages biologiques, vitamines et minéraux. <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2019/esteban-2014-2016-chapitre-dosages-biologiques-des-vitamines-et-mineraux-pas-de-deficit-important-ou-de-carence-a-grande-echelle>
- European Commission. (2015). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iron. *EFSA Journal*, 13(10), 4254. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4254>
- Farvid, M. S., Cho, E., Chen, W. Y., Eliassen, A. H., & Willett, W. C. (2014). Adolescent meat intake and breast cancer risk. *International Journal of Cancer. Journal International Du Cancer*, 136(8), 1909. <https://doi.org/10.1002/IJC.29218>
- Ferrari, M., Mistura, L., Patterson, E., Sjöström, M., Díaz, L. E., Stehle, P., Gonzalez-Gross, M., Kersting, M., Widhalm, K., Molnár, D., Gottrand, F., De Henauw, S., Manios, Y., Kafatos, A., Moreno, L. A., & Leclercq, C. (2011). Evaluation of iron status in European adolescents through biochemical iron indicators: the HELENA Study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65(3), 340. <https://doi.org/10.1038/EJCN.2010.279>
- Hunt, J. R., & Roughead, Z. K. (2000). Adaptation of iron absorption in men consuming diets with high or low iron bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(1), 94–102. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.1.94>
- Hurrell, R. F., Reddy, M., & Cook, J. D. (1999). Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages. *British Journal of Nutrition*, 81(4), 289–295. <https://doi.org/10.1017/S0007114599000537>
- Jacquemot, A. F., Prat, R., Gazan, R., Dubois, C., Darmon, N., Feart, C., & Verger, E. O. (2024). Development and validation of an occurrence-based healthy dietary diversity (ORCHID) score easy to operationalise in dietary prevention interventions in older adults: a French study. *British Journal of Nutrition*, 131(6), 1053–1063. <https://doi.org/10.1017/S0007114523002520>
- Larsen, B., Baller, E. B., Boucher, A. A., Calkins, M. E., Laney, N., Moore, T. M., Roalf, D. R., Ruparel, K., Gur, R. C., Gur, R. E., Georgieff, M. K., & Satterthwaite, T. D. (2023). Development of Iron Status Measures during Youth: Associations with Sex, Neighborhood Socioeconomic Status, Cognitive Performance, and Brain Structure. *American Journal of Clinical Nutrition*, 118(1), 121–131. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.05.005>
- Linos, E., Willett, W. C., Cho, E., Colditz, G., & Frazier, L. A. (2008). Red Meat Consumption during Adolescence among Premenopausal Women and Risk of Breast Cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 17(8), 2146. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-08-0037>

- Nimptsch, K., Bernstein, A. M., Giovannucci, E., Fuchs, C. S., Willett, W. C., & Wu, K. (2013). Dietary intakes of red meat, poultry, and fish during high school and risk of colorectal adenomas in women. *American Journal of Epidemiology*, 178(2), 172–183. <https://doi.org/10.1093/AJE/KWT099>
- Reddy, M. B., Hurrell, R. F., & Cook, J. D. (2000). Estimation of nonheme-iron bioavailability from meal composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(4), 937–943. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.4.937>
- Ruder, E. H., Thiébaud, A. C. M., Thompson, F. E., Potischman, N., Subar, A. F., Park, Y., Graubard, B. I., Hollenbeck, A. R., & Cross, A. J. (2011). Adolescent and mid-life diet: Risk of colorectal cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 94(6), 1607–1619. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.020701>
- Santé Publique France. (2024, June). Les recommandations alimentaires pour les 4 – 17 ans. <https://www.mangerbouger.fr/manger-mieux/a-tout-age-et-a-chaque-etape-de-la-vie/enfants-et-adolescents-de-4-a-17-ans/les-recommandations-alimentaires-pour-les-4-17-ans>
- Smith, N. W., Fletcher, A. J., Hill, J. P., & McNabb, W. C. (2022). Modeling the Contribution of Meat to Global Nutrient Availability. *Frontiers in Nutrition*, 9, 766796. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2022.766796>
- Stabell, N., Averina, M., & Flægstad, T. (2021). Chronic iron deficiency and anaemia were highly prevalent in a population-based longitudinal study among adolescent girls. *Acta Paediatrica*, 110(10), 2842–2849. <https://doi.org/10.1111/APA.16016>
- Stubbendorff, A., Borgström Bolmsjö, B., Bejersten, T., Warensjö Lemming, E., Calling, S., & Wolff, M. (2025). Iron insight: exploring dietary patterns and iron deficiency among teenage girls in Sweden. *European Journal of Nutrition*, 64(3). <https://doi.org/10.1007/S00394-025-03630-Z>
- Tounian, P. (2022). Intérêt des produits carnés chez l'enfant et l'adolescent. *Viandes & Produits Carnés*, VPC-2022-3831. https://www.viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc_vol_38/Vol_3831_Produits-carnes_Enfants-Ados.pdf
- Tounian, P., & Chouraqui, J. (2017). Fer et nutrition. *Archives de Pédiatrie*, 24(5), 5S23-5S31. [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(17\)24006-8](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(17)24006-8)
- Vandevijvere, S., Michels, N., Verstraete, S., Ferrari, M., Leclercq, C., Cuenca-García, M., Grammatikaki, E., Manios, Y., Gottrand, F., Santamaría, J. V., Kersting, M., Gonzalez-Gross, M., Moreno, L., Mouratidou, T., Stevens, K., Meirhaeghe, A., Dallongeville, J., Sjöström, M., Hallström, L., ... Huybrechts, I. (2013). Intake and dietary sources of haem and non-haem iron among European adolescents and their association with iron status and different lifestyle and socio-economic factors. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67(7), 765–772. <https://doi.org/10.1038/EJCN.2013.100>

Annexe 1 : Apport énergétique estimé en fonction du niveau de consommation de viande rouge dans chaque classe d'âges et de sexe

Sous-populations	T1	T2	T3	<i>p-val</i>
4-6	1456,70	1470,84	1640,77	0,0022
7-10	1778,15	1782,00	1925,60	0,0611
11-14 G	2033,75	2027,97	2168,89	0,3565
11-14 F	2129,85	1827,77	2009,71	0,2028
15-17 G	1969,08	2144,76	2415,97	0,0356
15-17 F	1449,84	1451,27	1819,92	0,0006

Annexe 2. Récapitulatif des tests menés pour comparer les apports (colonnes B et A) et les prévalences d'adéquation (colonne P) de l'ensemble des nutriments en fonction de la consommation de viande rouge dans chaque classe d'âges.

	4-6			7-10			11-14G			11-14F			15-17G			15-17F		
	B	A	P	B	A	P	B	A	P	B	A	P	B	A	P	B	A	P
Lipides													↗	↗	↗			
Lipides MAX													↗	↗				
DHA																		
EPA+DHA																		
AG Linoléique																		
AG AlphaLinoléique																		
Protéines				↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗		
Protéines MAX				↗	↗	↘	↗	↗		↗	↘		↗	↗		↗	U	
Protéines (OMS)	↗			↗						↗			↗			↗		
Protéines DIG (OMS)	↗			↗						↗			↗			↗		
Protéines OMS ajustées	↗			↗						↗			↗			↗		
Histidine	↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗		
Histidine (Dig)	↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗		
Isoleucine										↗			↗					
Isoleucine (Dig)										↗			↗					
Leucine				↗						↗			↗			↗		
Leucine (Dig)				↗						↗			↗			↗		
Lysine	↗			↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗		
Lysine (Dig)	↗			↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗		
SAA	↗			↗						↗			↗					
SAA (Dig)	↗			↗						↗			↗					
AAA										↗			↗			↗		
AAA (Dig)																↗		
Threonine	↗			↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗		
Threonine (Dig)	↗			↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗		
Tryptophan	↗									↗			↗			↗		
Tryptophan (Dig)	↗									↗			↗			↗		
Valine										↗			↗			↗		
Valine (Dig)										↗			↗			↗		
PDCAAS																		
PAQS	↗			↗									↗			↗		
Glucides				↘	↘								↘	↘		↘	↘	
Glucides MAX				↘	↘								↘	↘	↗	↘	↘	↗
Sucres libres MAX				↘	↘													
Fibres										↘						↘		
Vitamine A																		
Vitamine A MAX																		
Vitamine B1		↗															U	
Vitamine B2	↗												↗			↗		
Vitamine B3		↗	↗	↗	↗								↗			↗	↗	
Vitamine B5	↗															↗		
Vitamine B6	↗	↗		↗					U							↗		
Vitamine B9																↗		↗
Vitamine B12	↗	↗		↗	↗	↗				↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗		
Vitamine C		↗																
Vitamine D							↘			↘						↗		
Vitamine D MAX							↘			↘						↗		
Vitamine E																		
Eau		↗														↗		
Calcium																		
Cuivre																		
Cuivre MAX																		
Fer	↗	↗			↗								↗	↗	↗	↗		↗
Fer ABS 5%	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Fer ABS 10%	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Fer ABS 15%	↗	↗	↗	↗						↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗		
Iode							↗											
Iode MAX							↗											
Magnesium	↗	↗											↗			↗		↗
Potassium	↗															↗		↗
Phosphore													↗			↗		
Selenium																		
Selenium MAX																		
Zinc	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Zinc MAX	↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗		↗	↗	
Sodium																	↘	
Sodium MAX																	↘	
Phytates (pas de prevalence)	↗																	

Chaque symbole indique un test significatif. Une flèche ↗ indique que l'apport ou la prévalence d'adéquation augmente avec la consommation de viande rouge. Une flèche ↘ indique que l'apport ou la prévalence d'adéquation diminue avec la consommation de viande rouge. Le symbole U indique que l'apport ou la prévalence diffèrent dans T2 mais que T1 et T3 sont proches. B=T-test non ajusté (apport), A=T-test ajusté sur l'apport énergétique (apport) ; P=test du khi 2 (prévalence d'adéquation),