

AVIS 12-2021

Objet :

**Limites d'action pour l'acide nicotinique dans
les viandes fraîches, les viandes hachées, les
préparations de viandes et les produits à
base de viande**

(SciCom n°2016/31 F)

Avis scientifique approuvé par le Comité scientifique le 25 juin 2021

Mots-clés :

Limite d'action, concentration acceptable estimée, acide nicotinique, viande

Key terms:

Action limit, estimated acceptable concentration, nicotinic acid, meat

Table des matières

Tableaux	3
Résumé	3
Summary	6
1. Termes de référence	8
1.1. Question	8
1.2. Dispositions législatives	8
1.3. Méthode	8
2. Abréviations et définitions	10
3. Introduction	12
4. L'acide nicotinique	13
4.1. Identification du danger	13
4.1.1. Structure chimique	13
4.1.2. Méthodes analytiques	13
4.1.3. Propriété technologique	13
4.2. Caractérisation du danger	15
4.2.1. Métabolisme et fonction biologique	15
4.2.2. Données toxicologiques	15
4.2.2.1. Toxicité aiguë	15
4.2.2.2. Effets d'une carence sur le long-terme	16
4.2.3. Besoins en équivalent niacine et apport maximal tolérable en acide nicotinique	16
4.3. Concentrations acceptables estimées	18
4.4. Comparaison entre l'EAC et les données de teneurs disponibles	19
4.4.1. Données de l'Unité Nationale d'Enquête de l'AFSCA	19
4.4.2. Données de la littérature	22
4.5. Données de teneurs en niacine disponibles	22
4.6. Proposition d'un score pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique	22
5. Incertitudes	22
6. Conclusions	23
7. Recommandations	23
Références	25
Présentation du Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA	28
Membres du Comité scientifique	28
Conflit d'intérêts	28
Remerciements	29
Composition du groupe de travail	29

Cadre juridique.....	29
Disclaimer	29

Tableaux

Tableau 1. Apport journalier en équivalent niacine recommandé (CSS, 2016).....	16
Tableau 2. AMT en acide nicotinique (SCF, 2002 ; EFSA, 2006 ; EFSA, 2018)	17
Tableau 3. AMT en nicotinamide (SCF, 2002 ; EFSA, 2006 ; EFSA, 2018).....	17
Tableau 4. EAC en acide nicotinique calculées et arrondies pour les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande	18
Tableau 5. Concentrations en acide nicotinique, nicotinamide et niacine totale mesurée dans des viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande, dans le cadre de l'enquête de l'UNE.....	19
Tableau 6. Teneurs moyenne, minimale et maximale en niacine dans la viande fraîche	33
Tableau 7. Teneurs en niacine dans la viande fraîche (mg/kg) publiées sur le site Internubel.be.	34

Figures

Figure 1. Structure chimique de l'acide nicotinique (à gauche) et du nicotinamide (à droite)	13
Figure 2. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de bœuf (n = 43)	30
Figure 3. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de veau (n = 6)	30
Figure 4. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de porc (n = 10).....	30
Figure 5. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de poulet (n = 16)	31
Figure 6. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans du haché porc et bœuf (ou veau) (n = 25).....	31
Figure 7. Proportion en acide nicotinique (% par rapport à la niacine totale) dans la viande de bœuf (à gauche, n=43) et de veau (à droite, n=6)	31
Figure 8. Proportion en acide nicotinique (% par rapport à la niacine totale) dans la viande de porc (à gauche, n=10) et de poulet (à droite, n=16)	32
Figure 9. Proportion en acide nicotinique (% par rapport à la niacine totale) dans du haché porc et bœuf (ou veau) (n=25)	32

Annexes

Annexe A. Résultats de l'enquête de l'UNE (boxplots).....	30
Annexe B. Données de teneurs en niacine disponibles.....	33

Résumé

Avis 12-2021 du Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA sur des limites d'action pour l'acide nicotinique dans les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande

Contexte et question

L'AFSCA a été confrontée à des cas de teneurs élevées en acide nicotinique dans des viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande. Or, actuellement, il n'existe pas de teneur maximale légale pour l'acide nicotinique dans la viande, sous toutes ses formes (viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande).

Il est demandé au Comité scientifique (SciCom) de proposer une limite d'action pour l'acide nicotinique dans les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande, afin de donner à l'AFSCA une base scientifique en vue de préserver la sécurité de la chaîne alimentaire. Il est également demandé de fixer un score pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique.

Méthode

Cet avis repose sur le calcul d'une concentration acceptable estimée (estimated acceptable concentration, EAC). L'EAC est une valeur basée sur le risque qui correspond à la concentration d'une substance que l'aliment peut contenir sans que l'exposition à la substance via celui-ci n'entraîne un risque appréciable ou une préoccupation pour la santé publique. Les EAC calculées peuvent servir de base au gestionnaire des risques pour établir une limite d'action (avis 15-2019 du SciCom).

Le calcul d'une EAC pour l'acide nicotinique est un cas particulier, car il ne s'agit pas d'un contaminant chimique, mais d'une vitamine (vitamine B3) qui a des effets néfastes sur la santé si elle est prise en quantité insuffisante ou excessive. L'EAC en acide nicotinique a été calculée en divisant l'apport maximal tolérable (dépendant de l'âge des consommateurs) de l'acide nicotinique (EFSA, 2006) par la donnée de consommation au 95^{ème} percentile (P95) des viandes fraîches, des viandes hachées, des préparations de viandes et des produits à base de viande.

Résultats et discussion

Selon l'âge du consommateur, l'EAC calculée est 15 mg/kg (enfants et adolescents) ou 30 mg/kg (adultes). Par souci d'une meilleure protection des consommateurs, le SciCom propose de considérer la valeur la plus faible, soit 15 mg/kg.

En outre, les effets néfastes liés à l'acide nicotinique étant ceux qui résultent de la libération d'histamine, le même score pour la cotation de la gravité des effets néfastes devrait être attribué à ces deux substances. Dès lors, un score de 2 (« probablement grave ») est proposé, sur l'échelle de 1 à 4 utilisée par l'AFSCA, pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique.

Conclusions

Le SciCom a calculé une EAC pour l'acide nicotinique dans les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande. Celle-ci s'élève à 15 mg/kg et tient compte de l'apport maximal tolérable en acide nicotinique. Un score de 2 est proposé pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique.

Le SciCom rappelle que l'ajout d'acide nicotinique dans la viande est une pratique illégale qui peut mettre en danger la santé des consommateurs. En outre, s'il s'avère que l'acide nicotinique a un réel effet sur la préservation de la couleur de la viande, alors l'ajout frauduleux peut induire le consommateur en erreur et l'exposer à la consommation d'une viande possiblement dangereuse d'un point de vue microbiologique.

Recommandations

L'EAC proposée pour l'acide nicotinique semble stricte par rapport aux quelques données disponibles sur la teneur naturelle en acide nicotinique. Puisque des cas d'intoxication à l'acide nicotinique ont été rapportés suite à la consommation de viande supplémentée en acide nicotinique (enquête de l'Unité Nationale d'Enquête, UNE), il pourrait être envisagé, par les gestionnaires de risque, d'établir une limite d'action selon la teneur naturelle (P95) de l'acide nicotinique dans la viande (méthode ALARA). Pour ce faire, des données d'analyse supplémentaires sont nécessaires, notamment sur des échantillons de viande fraîche directement prélevés à l'abattoir (étude du niveau de base en acide nicotinique) ainsi que sur des échantillons de viandes hachées, de préparations de viandes et de produits à base de viande après production et/ou transformation et/ou conservation (étude de la stabilité de l'acide nicotinique).

Summary

Opinion 12-2021 of the Scientific Committee established at the FASFC concerning action limits for nicotinic acid in fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat

Background and question

The Federal Agency for Food Chain Safety (FASFC) has been confronted with cases of high levels of nicotinic acid in meat preparations. However, there is currently no legal maximum level for nicotinic acid in meat (fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat).

The Scientific Committee (SciCom) has been asked to propose an action limit for nicotinic acid in fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat in order to give the FASFC a scientific basis to preserve the safety of the food chain. It is also requested to establish a quotation for the severity of adverse effects of nicotinic acid in foodstuffs.

Method

This opinion is based on the calculation of an estimated acceptable concentration (EAC). An estimated acceptable concentration (EAC) is a risk-based concentration level of a substance in food which does not pose a significant risk or concern for public health. The calculated EACs can be used as a basis for the risk manager to set an action limit (SciCom opinion 15-2019).

The calculation of an EAC for nicotinic acid is a special case, as it is not a chemical contaminant, but a vitamin (vitamin B3) that has adverse health effects if taken in insufficient or excessive amounts. The EAC for nicotinic acid has been calculated by dividing the Tolerable Upper Intake Level (depending on the age of consumers) of nicotinic acid (EFSA, 2006) by the consumption data at the 95th percentile (P95) of fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat.

Results and discussion

Depending on the age of the consumer, the calculated EAC is 15 mg/kg (children and adolescents) or 30 mg/kg (adults). For the point of view of better consumer protection, the SciCom proposes to consider the lower value of 15 mg/kg.

Furthermore, as the adverse effects associated with nicotinic acid are those resulting from the release of histamine, the same score for the severity rating of the adverse effects should be assigned to both substances. Therefore, a score of 2 ("probably serious") is proposed, on the scale of 1 to 4 used by the FASFC, for the severity rating of the adverse effect associated with nicotinic acid.

Conclusions

The SciCom has calculated an EAC for nicotinic acid in fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat. This value reaches 15 mg/kg and takes into account the maximum tolerable intake of nicotinic acid. A score of 2 is proposed for severity rating of the adverse effect associated with nicotinic acid.

The SciCom recalls that the addition of nicotinic acid to meat is an illegal practice that can put the health of consumers at risk. Furthermore, if nicotinic acid is found to have a real effect on preserving the colour of meat, then the fraudulent addition may mislead the consumer and expose him to the consumption of meat that may be microbiologically unsafe.

Recommendations

The proposed EAC for nicotinic acid seems strict compared to the few natural occurrence data available. Since cases of nicotinic acid poisoning have been reported following the consumption of meat supplemented with nicotinic acid (investigation from the Unité Nationale d'Enquête, UNE), it could be considered by risk managers to establish a natural occurrence action limit (P95) for nicotinic acid in meat (ALARA method). For this purpose, additional analytical data are needed, in particular on meat samples collected directly at the slaughterhouse (study of the nicotinic acid baseline) as well as on samples of minced meat, meat preparations and processed meat after production and/or transformation and/or preservation (study of the stability of nicotinic acid).

1. Termes de référence

1.1. Question

L'AFSCA a été confrontée à des cas de teneurs élevées en acide nicotinique dans des viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande. Or, actuellement, il n'existe pas de teneur maximale légale pour l'acide nicotinique dans la viande, sous toutes ses formes (viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande).

Il est demandé au Comité scientifique (SciCom) de proposer des limites d'action pour l'acide nicotinique dans les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande, afin de donner à l'AFSCA une base scientifique en vue de préserver la sécurité de la chaîne alimentaire. Il est également demandé de fixer un score pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique.

1.2. Dispositions législatives

Règlement (CE) n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.

Règlement (CE) n° 1333/2008 du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires.

1.3. Méthode

Une « limite d'action » pour un contaminant chimique dans une denrée alimentaire définit la concentration de ce contaminant dans la denrée alimentaire à partir de laquelle un dépassement entraînera la mise en place de mesures effectives sur le terrain (AFSCA, 2014). Il est reconnu que l'évaluation scientifique des risques ne peut à elle seule, dans certains cas, fournir toutes les informations sur lesquelles une décision de gestion des risques doit se fonder et que d'autres facteurs pertinents doivent légitimement être pris en considération, notamment des facteurs sociétaux, économiques, traditionnels, éthiques et environnementaux, ainsi que la faisabilité des contrôles (Règlement (CE) n° 178/2002). Le SciCom est d'avis qu'il ne peut que proposer une base scientifique pour la fixation d'une limite d'action. Cette réflexion a mené le SciCom à introduire et à privilégier dans ses avis l'utilisation du terme plus neutre (en matière d'évaluation des risques) de « concentration acceptable estimée » (estimated acceptable concentration, EAC) (Claeys *et al.*, 2021). L'EAC est une limite de concentration basée sur le risque qui correspond à la concentration d'une substance qu'une denrée alimentaire peut contenir sans que l'exposition à cette substance via la consommation de cette denrée alimentaire n'entraîne une préoccupation pour la santé publique. L'EAC peut servir de base scientifique au gestionnaire des risques pour fixer une limite d'action.

Calculer une EAC pour l'acide nicotinique est un cas particulier puisqu'il s'agit d'une vitamine (vitamine B3) ayant des effets néfastes sur la santé en cas de carence et d'excès, et non d'un contaminant chimique. Le SciCom propose de calculer une EAC pour l'acide nicotinique en divisant l'apport maximal tolérable (AMT) de l'acide nicotinique (EFSA, 2006) par la donnée de consommation au 95^{ème} percentile (P95) :

$$EAC = \frac{AMT}{\text{Consommation au P95}}$$

Une EAC en acide nicotinique dans la viande fraîche et les préparations de viandes correspond au taux maximal d'acide nicotinique que ces denrées alimentaires peuvent contenir, sans que cela n'entraîne un dépassement de l'AMT dans le cas d'une consommation élevée de celles-ci.

Chaque EAC en acide nicotinique calculée est arrondie, à la fois en appliquant les règles mathématiques et en se référant aux valeurs mentionnées dans un document de l'OECD (2011). Par exemple, elle est arrondie à l'une des valeurs suivantes :

- 0,1 ; 0,15 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; ...
- 1 ; 1,5 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; ...
- 10 ; 15 ; 20 ; 30 ; 40 ; ...
- 100 ; 150 ; 200 ; 300 ; 400 ; ...
- 1 000 ; 1 500 ; 2 000 ; 3 000 ; 4 000 ; ...

En d'autres termes, il convient d'arrondir chaque EAC à 1 chiffre significatif, comme un multiple de l'ordre de grandeur décimal de la valeur calculée, sauf si la valeur calculée se situe entre 12,5 et 17,4 (ou par analogie, dans un autre ordre de grandeur décimal), auquel cas un arrondi à 15 est utilisé (ou, par analogie, dans un autre ordre de grandeur décimal).

2. Abréviations et définitions

AFSCA	Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire
ALARA	As Low As Reasonably Achievable Littéralement "Aussi bas que raisonnablement possible".
AMT (UL)	Apport Maximal Tolérable (Tolerable Upper Intake Level) Niveau maximal d'ingestion chronique totale d'un nutriment (provenant de toutes les sources) jugé peu susceptible de présenter un risque d'effets néfastes sur la santé humaine (EFSA, 2006).
EAC	Concentration Acceptable Estimée (Estimated Acceptable Concentration) Limite de concentration basée sur le risque qui correspond à la concentration maximale d'une substance que l'aliment peut contenir sans que l'exposition à la substance via cet aliment ne présente un risque ou une préoccupation pour la santé publique, et qui peut servir de base pour dériver une limite d'action (SciCom, 2019).
EN	Equivalent niacine
CSAH	Comité scientifique de l'alimentation humaine de la Commission européenne
CSS	Conseil Supérieur de la Santé
DC	Donnée de consommation
EFSA	European Food Safety Authority
HPLC-FLD	High Performance Liquid Chromatography – Fluorescence Detection Chromatographie liquide à haute performance couplée à la détection par fluorescence.
j	Jour
L	Level Suivi d'un chiffre (1, 2, ...), il désigne le niveau de catégorie de denrée alimentaire dans le système FoodEx2 de la base européenne de données de consommation alimentaire de l'EFSA.
LC-MS	Liquid chromatography-mass spectrometry Chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse.
MJ	Mégajoule
n	Nombre d'observations
NAD	Nicotinamide adénine dinucléotide
NADP	Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate
NEVO	Nederlands Voedingsstoffenbestand
NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
P95	95^{ème} percentile
P97,5	97,5^{ème} percentile
pc	Poids corporel
SciCom	Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA
UE	Union Européenne
USDA	United States Department of Agriculture
UNE	Unité Nationale d'Enquête de l'AFSCA

Viandes fraîches : les viandes n'ayant subi aucun traitement de conservation autre que la réfrigération, la congélation ou la surgélation, y compris les viandes conditionnées sous vide ou sous atmosphère contrôlée (Règlement (CE) n° 853/2004).

Viandes hachées : les viandes désossées qui ont été soumises à une opération de hachage en fragments et contenant moins de 1 % de sel (Règlement (CE) n° 853/2004).

Préparations de viandes : les viandes fraîches, y compris les viandes qui ont été réduites en fragments, auxquelles ont été ajoutés des denrées alimentaires, des condiments ou des additifs ou qui ont subi une transformation insuffisante pour modifier à cœur la structure fibreuse des muscles et ainsi faire disparaître les caractéristiques de la viande fraîche (Règlement (CE) n° 853/2004).

Produits à base de viande : les produits transformés résultant de la transformation de viandes ou de la transformation de produits ainsi transformés, de sorte que la surface de coupe à cœur permet de constater la disparition des caractéristiques de viande fraîche (Règlement (CE) n° 853/2004).

Vu les discussions durant les réunions du groupe de travail des 13 janvier 2017, 24 mars 2017, 2 mai 2017, 31 août 2018, 19 août 2019 et 30 janvier 2020, et vu les discussions lors de la séance plénière du 22 novembre 2019, du 23 avril 2021, du 28 mai 2021 et du 25 juin 2021,

le Comité scientifique émet l'avis suivant :

3. Introduction

La niacine, plus connue sous le nom de vitamine B3, est un terme générique qui rassemble l'acide nicotinique (forme physiologiquement inactive) et son amide, le nicotinamide (forme physiologiquement active). L'acide nicotinique est naturellement présent dans de nombreuses denrées alimentaires, notamment les viandes et produits de viande, les poissons, les levures et champignons. Il est aussi naturellement synthétisé dans le foie à partir du tryptophane, un acide aminé essentiel (CSS, 2016).

Selon le Codex Alimentarius (1995), l'acide nicotinique aurait la propriété d'être un agent fixateur de la couleur dans la viande et les produits de viande. Néanmoins, il y a peu de preuves scientifiques démontrant cette propriété. En outre, les mécanismes chimiques impliqués sont peu connus. Il semblerait que l'acide nicotinique puisse agir comme un agent chélateur, protégeant ainsi la myoglobine d'une oxydation post-mortem (voir détails au point « 4.1.3. Propriété technologique »).

L'Union Européenne n'autorise pas l'utilisation de l'acide nicotinique comme additif alimentaire. Cependant, l'AFSCA a été confrontée à des cas de teneurs élevées en acide nicotinique dans des viandes fraîches, des viandes hachées, des préparations de viandes et des produits à base de viande (haché, saucisse, hamburger, etc.), et suspecte un ajout frauduleux (voir point « 4.4.1. Données de l'Unité Nationale d'Enquête de l'AFSCA »). En raison du caractère potentiellement toxique de l'acide nicotinique à fortes doses (EFSA, 2006 ; CSS, 2016), l'AFSCA demande au SciCom de proposer des limites d'action pour ce composé dans les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande. Il est également demandé de fixer un score pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique.

4. L'acide nicotinique

4.1. Identification du danger

4.1.1. Structure chimique

La niacine est une vitamine hydrosoluble (vitamine B3) naturellement présente dans de nombreuses denrées alimentaires. Les catégories de denrées alimentaires qui contribuent principalement à l'ingestion de niacine sont la viande et les produits de viande, les céréales et produits à base de céréales, ainsi que le lait et les produits laitiers. La niacine est un terme générique qui désigne à la fois l'acide nicotinique ($C_6H_5NO_2$, N°CAS 59-67-6), sa forme physiologiquement inactive, et le nicotinamide, sa forme physiologiquement active (figure 1). Le nicotinamide et l'acide nicotinique résistent à la cuisson des aliments (EFSA, 2014 ; CSS, 2016).

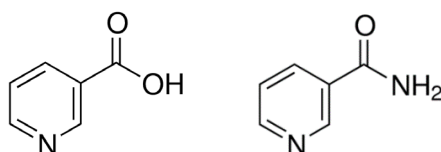


Figure 1. Structure chimique de l'acide nicotinique (à gauche) et du nicotinamide (à droite)

Le SciCom fait remarquer que l'emploi du terme « niacine » dans la littérature scientifique semble tantôt désigner la niacine totale (somme de l'acide nicotinique et du nicotinamide), tantôt l'acide nicotinique exclusivement. Cette utilisation inadéquate du terme prête souvent à confusion et rend difficile la synthèse des informations sur l'acide nicotinique. **Dans cet avis, le SciCom utilise le terme « niacine » pour faire référence à la niacine totale (somme de l'acide nicotinique et du nicotinamide), et non à l'acide nicotinique exclusivement.**

4.1.2. Méthodes analytiques

L'acide nicotinique peut être déterminé quantitativement dans les denrées alimentaires par HPLC en phase inverse ou électrophorèse capillaire avec détection dans l'ultraviolet ou détection par mesure de la fluorescence (FLD) (Iwaki *et al.*, 2000 ; Rose-Sallin *et al.*, 2001). La méthode LC-MS peut également être utilisée (communication du 6 avril 2021 avec le laboratoire ECCA).

En 2016, dans le cadre d'une enquête sur l'ajout frauduleux d'acide nicotinique dans des viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande, l'AFSCA a fait réaliser des analyses par HPLC-FLD.

4.1.3. Propriété technologique

La fixation d'une limite d'action pour l'acide nicotinique étant en partie motivée par l'AFSCA pour la détection de fraude, le SciCom s'est penché sur les preuves scientifiques concernant la propriété de l'acide nicotinique à stabiliser la couleur de la viande et des préparations de viandes.

La viande contient de la myoglobine (Mb), une métalloprotéine contenant du fer (Fe^{2+}), structurellement apparentée à l'hémoglobine du sang. Cette protéine a pour rôle de fixer l' O_2

(oxymyoglobine, MbO₂) dans les muscles, et donne une couleur rouge vive à la viande. La métmyoglobine (MetMb) est la forme oxydée de la Mb, résultant d'une oxydation de l'ion Fe²⁺ en Fe³⁺. La MetMb donne une couleur brune à la viande (couleur de viande moins fraîche) (AMSA Guidelines, 2012).

En 1951, Coleman *et al.* ont décrit la formation d'un produit de réaction rouge suite à la réaction entre l'acide nicotinique et la Mb, sans pourtant avoir pu l'identifier. Ils recommandaient d'ajouter 0,3 g d'acide nicotinique par livre anglaise (soit 0,66 g/kg) de viande. Hill (1969) décrivait également que l'acide nicotinique, combiné à la myoglobine de la viande, donnait un produit de couleur rouge vif. Cette couleur était stabilisée par l'ajout combiné d'acide ascorbique et de certains sucres. Cependant, la même année, Kendrick et Watts (1969) ont conclu que l'ajout d'acide nicotinique n'était pas justifié. Au contraire, l'ajout d'acide nicotinique dans la viande fraîche exposée à l'air libre a accéléré la formation de MetMb, donnant un aspect de viande moins fraîche.

Salvador *et al.* (2009) ont étudié les effets de l'ajout d'un mélange d'agents chélateurs (acide nicotinique ou nicotinamide) et réducteur (glucose) à du sang frais de porc afin de stabiliser sa couleur rouge pendant le séchage par pulvérisation et le stockage de la poudre à température ambiante. Le séchage du sang par pulvérisation accélère l'oxydation de l'ion Fe²⁺ de l'hémoglobine, entraînant la formation de méthémoglobine ayant une couleur brune indésirable. Selon Salvador *et al.* (2009), l'ajout d'agent chélateur (acide nicotinique ou nicotinamide) permettrait de former des complexes par liaison avec l'ion fer de molécules possédant un groupement hème, comme la myoglobine, l'hémoglobine, etc. Cette chélation permettrait de protéger l'hémoglobine d'une oxydation en méthémoglobine, lors du séchage du sang par pulvérisation. Les résultats ont indiqué que l'ajout d'un mélange (agent chélateur + glucose) avait été efficace contre l'auto-oxydation de l'hémoglobine pendant la déshydratation et le stockage ultérieur. Les résultats permettaient également de conclure que le glucose avait été le principal contributeur à la stabilisation de la couleur de la poudre, probablement en raison de sa grande capacité de rétention d'eau.

En conclusion, le SciCom constate qu'il y a peu de preuves scientifiques concernant la capacité de l'acide nicotinique à préserver la couleur d'une viande. En outre, les mécanismes chimiques impliqués sont peu connus. Il semblerait que l'acide nicotinique puisse agir comme un agent chélateur, protégeant ainsi la myoglobine d'une oxydation post-mortem, mais il n'existe aucune preuve scientifique claire à ce sujet. En outre, s'il s'avère que l'acide nicotinique a un réel effet sur la préservation de la couleur de la viande fraîche, alors l'ajout frauduleux peut induire le consommateur en erreur et l'exposer à la consommation d'une viande possiblement dangereuse d'un point de vue microbiologique.

4.2. Caractérisation du danger

4.2.1. Métabolisme et fonction biologique

Selon la denrée alimentaire ingérée, le taux d'absorption moyen de la niacine dans le tractus gastro-intestinal varie entre 23% (céréales) et 70% (produits d'origine animale) (Carter & Carpenter, 1982 ; Wei, 1982 ; Wall *et al.*, 1987 ; EFSA, 2014). La niacine est aussi synthétisée dans le corps humain à partir du tryptophane, un acide aminé essentiel présent dans les protéines animales (Horwitt *et al.*, 1981 ; EFSA, 2014 ; CSS, 2016). Approximativement 60 mg de tryptophane sont nécessaires pour la production d'1 mg de niacine, défini comme « 1 mg d'équivalent niacine » (EN). Le terme d'« équivalent niacine » combine donc à la fois l'acide nicotinique et la nicotinamide.

La niacine circule librement dans le sang sous ses deux formes (acide nicotinique et nicotinamide), mais majoritairement sous la forme du nicotinamide (Kirkland, 2009 ; EFSA, 2014). Elle traverse les membranes cellulaires par une diffusion simple, à l'exception des membranes des cellules des tubules rénaux et des érythrocytes où des protéines de transport sont nécessaires (Henderson, 1983 ; Gropper *et al.*, 2009 ; EFSA, 2014). A l'intérieur des cellules, la niacine sert de précurseur pour la synthèse des coenzymes NAD et NADP, toutes deux impliquées dans la respiration mitochondriale et le métabolisme des lipides, des acides aminés et des carbohydrates. La voie de synthèse des coenzymes NAD et NADP chez l'homme est différente, selon qu'elles soient synthétisées à partir de l'acide nicotinique ou du nicotinamide (Bogan & Brenner, 2008 ; Sauve, 2008 ; Kirkland, 2009 ; EFSA, 2014).

La principale voie catabolique de l'acide nicotinique et du nicotinamide est la méthylation en *N*-méthyl-nicotinamide dans le foie, suivie d'une oxydation en *N*-méthyl-2-pyridone-carboxamide et *N*-méthyl-4-pyridone-carboxamide. Ces deux métabolites sont excrétés dans l'urine et le lait maternel (Bender *et al.*, 2003 ; EFSA, 2014).

4.2.2. Données toxicologiques

4.2.2.1. Toxicité aiguë

Des cas de toxicité aiguë ont été observés suite à la consommation excessive d'acide nicotinique en un court laps de temps. Les effets néfastes liés à l'acide nicotinique résultent de la libération d'histamine (EFSA, 2014).

Gross *et al.* (1992) rapportent plusieurs cas d'intoxication alimentaire à l'acide nicotinique, répartis sur une période de 7 mois en Israël. Les personnes intoxiquées ont souffert d'un flush facial (= vasodilatation du visage qui engendre un grand afflux sanguin), causant une sensation de chaleur et des démangeaisons. Ils avaient consommé des préparations réalisées à partir de viande de bœuf congelée ou des escalopes de veau préparées auxquelles de l'acide nicotinique avait été ajouté. Les quantités d'acide nicotinique mesurées dans la viande variaient entre 300 mg/kg et 6000 mg/kg.

Aux États-Unis, des intoxications liées à la consommation de viande enrichie en acide nicotinique ont été rapportées à la fin de années 1950 et au début des années 1960. Les quantités d'acide nicotinique variaient entre 500 mg/kg et 3700 mg/kg dans le bœuf haché, et atteignaient 600 mg/kg dans le chop suey (plat américano-chinois) (Press & Yeager, 1962).

Le nicotinamide est beaucoup moins toxique que l'acide nicotinique. Pour information, le seuil de toxicité pour le nicotinamide est relativement élevé (NOAEL de 25 mg/kg pc/j, pour caractériser le risque chez les patients diabétiques uniquement) (Pozzilli *et al.*, 1995 ; EFSA, 2014).

4.2.2.2. [Effets d'une carence sur le long-terme](#)

Une carence en niacine, sur le long-terme, peut entraîner le développement de la pellagre. Cette maladie est caractérisée par des lésions cutanées, des troubles digestifs, psychiques et neurologiques. Si elle n'est pas traitée, elle peut mener à la mort par défaillance multiviscérale (Hegyí *et al.*, 2004 ; Wan *et al.*, 2011 ; EFSA, 2014). Vu l'abondance de niacine dans de nombreuses sources alimentaires, les risques de déficit nutritionnel sont négligeables, du moins dans le cas d'une alimentation équilibrée. La supplémentation en niacine en cas de régime végétalien strict ou d'alcoolisme chronique, par exemple, devrait se faire sous forme de compléments alimentaires contenant exclusivement du nicotinamide pour éviter toute prise excessive d'acide nicotinique (Wan *et al.*, 2011 ; EFSA, 2014 ; CSS, 2016).

4.2.3. [Besoins en équivalent niacine et apport maximal tolérable en acide nicotinique](#)

Le besoin quotidien moyen en équivalent niacine des adultes s'élève à 1,3 mg EN/MJ (soit 14,7 mg EN/j pour les hommes et 11,1 mg EN/j pour les femmes)¹ (CSAH, 1993 ; EFSA, 2014). En l'absence de preuve montrant une différence dans les besoins en niacine selon l'âge, le sexe et les étapes de la vie (grossesse et allaitement), l'EFSA (2014) considère que ce besoin quotidien moyen est applicable pour tous (EFSA, 2014). L'apport journalier en équivalent niacine recommandé par le Conseil Supérieur de la Santé (CSS, 2016) est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1. [Apport journalier en équivalent niacine recommandé \(CSS, 2016\)](#)

Âge ou période de vie	Equivalent niacine (mg EN/j)
0 – 6 mois	8
7 – 12 mois	9
1 – 3 ans	10
4 – 6 ans	12
7 – 10 ans	13
11 – 14 ans	14
15 – 18 ans	15
19 – 70 ans	16 (hommes) et 14 (femmes)
> 70 ans	16
Grossesse	16
Allaitement	16

L'EFSA a évalué les relations dose-réponse connues pour l'acide nicotinique afin d'établir des valeurs d'apport maximal tolérable (AMT). Un AMT est défini comme le « niveau maximal d'ingestion chronique totale d'un nutriment (provenant de toutes les sources) jugé peu susceptible de présenter un risque d'effets néfastes sur la santé chez l'homme » (EFSA, 2006).

Parmi tous les effets observés, l'effet critique choisi pour l'établissement d'un AMT est l'activité vasodilatatrice (flush) de l'acide nicotinique, associée à une chute de la tension artérielle. La dose critique retenue pour les adultes est de 30 mg/j (Sebrell & Butler, 1938). Un facteur d'incertitude de 3 a été appliqué à cette dose critique, car l'effet observé était léger et occasionnel, et que le nombre de

¹ Le besoin quotidien moyen en niacine, exprimé en mg EN/MJ, est converti en mg EN/j en utilisant l'apport énergétique quotidien moyen de 11,3 MJ/j pour les hommes et 8,5 MJ/j pour les femmes (CSAH, 1993 ; EFSA, 2014).

sujets étudiés était faible. La dose critique est adaptée selon le poids corporel (et donc l'âge) (SCF, 2002 ; EFSA, 2006 ; EFSA, 2014). L'activité vasodilatatrice cutanée est la conséquence de la libération d'histamines sous l'effet de l'acide nicotinique (Alhadeff *et al.*, 1984 ; CSS, 2016). Toutes les valeurs d'AMT calculées par tranche d'âge sont reprises dans le tableau 2.

Tableau 2. AMT en acide nicotinique (SCF, 2002 ; EFSA, 2006 ; EFSA, 2018)

Âge (année)	AMT (mg/j)
[1-3]	2
[4-6]	3
[7-10]	4
[11-14]	6
[15-18]	8
[19-...[10

D'autres effets sur la santé ont été observés dont notamment des effets gastro-intestinaux, des effets hépatotoxiques et une intolérance au glucose.

Pour information, l'AMT établi pour le nicotinamide est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3. AMT en nicotinamide (SCF, 2002 ; EFSA, 2006 ; EFSA, 2018)

Âge (année)	AMT (mg/j)
[1-3]	150
[4-6]	220
[7-10]	350
[11-14]	500
[15-18]	700
[19-...[900

Il n'existe pas de données suffisantes sur l'effet indésirable de l'acide nicotinique (ni de la nicotinamide) pendant la grossesse ou l'allaitement. Par conséquent, l'AMT en acide nicotinique (ou en nicotinamide) pour les adultes ne s'applique pas aux femmes à ces étapes de la vie (EFSA, 2006 ; Pallas health research and consultancy, 2012 ; EFSA, 2018). Cependant, il est à noter que l'effet indésirable produit par de faibles doses d'acide nicotinique est de nature légère et transitoire et qu'il n'y a pas de rapports de susceptibilité accrue à cet effet pendant la grossesse ou l'allaitement. En ce qui concerne le nicotinamide, rien n'indique que des niveaux se situant dans la fourchette actuelle d'apport observée en Europe via les aliments (aliments enrichis inclus) soient associés à un quelconque risque pendant la grossesse ou l'allaitement. En outre, il est prouvé, au moins dans une étude, qu'une dose journalière supplémentaire de 15 mg de nicotinamide par jour n'a pas d'effet négatif sur l'issue de la grossesse. L'EFSA recommande de mener des études sur la toxicité pour la reproduction de l'acide nicotinique et du nicotinamide (EFSA, 2006 ; EFSA, 2018). En recherchant dans la littérature scientifique plus récente (depuis 2018), le SciCom n'a trouvé aucune référence qui permettrait d'établir un AMT pour ces étapes de la vie (grossesse et allaitement).

4.3. Concentrations acceptables estimées

Calculer une concentration acceptable estimée (EAC) pour l'acide nicotinique est un cas particulier puisqu'il s'agit d'une vitamine (vitamine B3) et non d'un contaminant chimique. Les valeurs d'AMT établies par l'EFSA (EFSA, 2006 ; EFSA, 2018) pourraient être utilisées dans le calcul des EAC de l'acide nicotinique :

$$EAC = \frac{AMT}{\text{Consommation aiguë au P95}}$$

L'AMT variant selon l'âge des consommateurs, le SciCom a calculé une EAC selon celui-ci dans les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande (tableau 4). En outre, les unités de l'AMT (exprimée en mg/j) ont été converties en mg/kg pc/j en divisant l'AMT par le poids corporel médian de la tranche d'âge correspondante. Les données relatives au poids corporel des enfants (< 18 ans) correspondent au P50 des courbes de croissance des enfants en Belgique, disponible sur le site internet de la VUB (<https://www.vub.be/groeicurven/index.html>). Par exemple, pour les enfants entre 1 et 3 ans, le poids corporel médian (P50) à 2 ans (âge moyen entre 1 et 3 ans) est de 12 kg. Pour les adultes (≥ 18 ans), le poids corporel utilisé est celui défini par l'EFSA (60 kg).

Les données de consommation belges proviennent de l'enquête nationale de consommation alimentaire de 2014 (disponibles dans la base de données exhaustive de l'EFSA sur la consommation alimentaire européenne, système FoodEx2).

Tableau 4. EAC en acide nicotinique calculées et arrondies pour les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande

Catégorie de denrées alimentaires (niveau L1)	Âge des consommateurs	Poids corporel médian (à l'âge médian)	Consommation aiguë au P95 (g/kg pc) (FoodEx2)	AMT (mg/j)	EAC calculée (mg/kg)	EAC arrondie (mg/kg)
Meat and meat products	1 à 3 ans	12 kg (2 ans)	12,1	2	13,8	15
	4 à 9 ans	22 kg (6,5 ans)	10,8	3	12,6	15
	10 à 17 ans	49 kg (13,5 ans)	7,5	6	16,3	15
	18 à 64 ans	60 kg	5,7	10	29,2	30

Par souci d'une meilleure protection des consommateurs, le SciCom propose de considérer la valeur d'EAC la plus basse (15 mg/kg) pour tous les groupes d'âge.

4.4. Comparaison entre l'EAC et les données de teneurs disponibles

4.4.1. Données de l'Unité Nationale d'Enquête de l'AFSCA

En 2016, l'Unité Nationale d'Enquête (UNE) a mené une enquête sur la quantité de niacine totale, ainsi que d'acide nicotinique exclusivement et de nicotinamide exclusivement, dans diverses viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande prélevés sur le marché belge : viande de bœuf (haché, hamburger, américain nature ou préparé²), viande de veau (haché), viande de porc (saucisse, salade de viande, haché, etc.), viande de poulet (filet, haché, saucisse, salade au curry, etc.) et un mélange de haché porc et bœuf (ou veau). Cette enquête a été mise en place suite à l'hospitalisation de deux familles ayant consommé des hamburgers de poulet avec une teneur très élevée en niacine totale. Les patients souffraient de rougeurs, de démangeaisons et d'irritation de la peau. L'enquête a permis d'identifier l'opérateur qui fournissait de la niacine à ses clients (boucheries, traiteurs et poissonnerie). L'UNE a prélevé des échantillons parmi ces clients et a dressé un procès-verbal lorsque la teneur en niacine totale dépassait la gamme des niveaux attendus (niveaux normaux/naturels en niacine totale). La gamme des niveaux attendus en niacine totale a été établie par l'UNE en analysant des échantillons pour lesquels il était certain qu'il n'y avait pas eu d'ajout frauduleux (voir annexe B).

Il convient de noter que la plupart des échantillons ne comprenaient pas de morceaux de viande intacts. Le SciCom présume que l'ajout d'acide nicotinique, s'il est pratiqué, est fait dans des préparations de viandes (préparations faites à partir d'une viande hachée, comme les hamburgers, saucisses, etc.). En réduisant la taille d'un morceau de viande, l'acide nicotinique peut être facilement ajouté.

Les résultats de l'enquête sont présentés dans le tableau 5. Les échantillons qui ont été considérés comme frauduleux (teneur en niacine totale > gamme de concentration attendue) sont marqués en rouge. Les concentrations en nicotinamide et en acide nicotinique jugées aberrantes selon le test de Grubbs sont indiquées d'une *.

Les résultats sont également disponibles en représentation de type « boxplot » dans l'Annexe A.

Tableau 5. Concentrations en acide nicotinique, nicotinamide et niacine totale mesurée dans des viandes fraîches, viandes hachées, préparations de viandes et produits à base de viande, dans le cadre de l'enquête de l'UNE

Denrées alimentaire	Nicotinamide (mg/kg)	Acide nicotinique (mg/kg)	Niacine totale (mg/kg)	Proportion en acide nicotinique (%)
Viande de boeuf				
	44,2	0,3	44,5	6,7
	46,6	34,2	80,8	42,3
	44,8	62,2 *	107,0	58,1
	41,2	121,8 *	163,0	74,7
	30,8	256,2 *	287,0	89,3
	58,3	0,5	58,8	0,9
Américain nature	31,9	523,1 *	555,0	94,3

² L'américain peut être préparé avec 100% de viande de bœuf maigre (américain nature), ou avec de la viande de bœuf maigre et d'autres ingrédients comme des crudités, œufs, etc. (américain préparé).

	68,6 *	7,0	75,6	9,3
	38,4	9,8	48,2	20,3
	42,1	10,1	52,2	19,3
	32,6	6,2	38,8	16,0
	59,9	0,5	60,4	0,8
	47,3	0,4	47,7	0,8
	66,0	< LOR	66,6	0,0
	44,8	2,5	47,3	5,3
Américain préparé	31,4	0,2	31,6	0,6
	40,6	92,4 *	133,0	69,5
	37,5	0,3	37,8	0,8
	39,4	0,4	39,8	1,0
	38,2	139,8 *	178,0	78,5
	37,9	155,1 *	193,0	80,4
	25,2	0,2	25,4	7,9
	25,6	11,6	37,2	31,2
	27,6	12,4	40,0	31,0
	54,0	3,1	57,1	5,4
	2,6 *	17,6	20,2	87,1
	35,1	0,2	35,3	5,7
	34,0	0,3	34,3	8,7
	32,1	0,2	32,3	0,6
Haché	33,6	17,6	51,2	34,4
	42,0	14,5	56,5	25,7
	51,7	0,4	52,1	0,8
	40,0	0,3	40,3	0,7
	55,2	0,5	55,7	0,9
	54,7	200,3 *	255	78,5
	42,6	35,9	78,5	45,7
	27,7	12,3	40,0	30,8
	25,8	20,1	45,9	43,8
56,3	0,4	56,7	0,7	
Hamburger	41,1	0,3	41,4	0,7
	1,8 *	22,5	24,3	92,6
	45,7	0,3	46,0	0,7
	39,2	1,5	41,7	3,6
Viande de veau				
Haché	33,9	0,2	34,1	0,6
	47,9	0,4	48,3	0,8
	51,7	83,3 *	135,0	61,7
	41,1	11,9	53,0	22,5
	32,4	15,2	47,6	31,9
	40,0	1,3	41,3	3,1
Viande de porc				
Saucisse	42,9	0,3	43,2	0,7
	2,7	20,0	22,7	88,1
	25,8	18,7	44,5	42,0
Haché	38,3	6,3	44,6	14,1
	47,5	9,5	57,0	16,7
	40,1	9,7	49,8	19,5
Hamburger	45,1	4,8	49,9	9,6
Salade de viande	7,7	20,0	27,7	72,2
Non spécifié	58,1	0,5	58,6	0,9
	56,4	0,5	56,9	0,9
Volaille				

<i>Haché</i>	40,9	122,1 *	163,0	74,9
	50,1	2,5	52,6	4,8
	45,9	8,1	54,0	15,0
	25,9	42,9	68,8	62,4
<i>Hamburger</i>	67,5	0,6	68,1	0,9
	92,4	7,6	100,0	7,6
	61,6	4,9	66,5	7,4
<i>Saucisse</i>	67,5	0,5	68,0	0,7
	77,7	7,5	85,2	8,8
	6,9	51,7	58,6	88,2
	12,5	24,4	36,9	66,1
	60,6	19,1	79,7	24,0
<i>Filet</i>	114,9	1,1	116,0	0,9
	79,8	0,6	80,4	0,7
	131,2	0,8	132,0	0,6
<i>Salade de poulet curry</i>	< LOR	31,1	31,1	100,0
Mélange porc et bœuf (ou veau)				
<i>Haché</i>	48,9	0,4	49,3	0,8
	36,4	0,3	36,7	0,8
	61,9	0,5	62,4	0,8
	40,0	0,4	40,4	1,0
	38,5	0,3	38,8	0,8
	43,2	0,3	43,5	0,7
	53,2	0,4	53,6	0,7
	< LOR *	53,9	53,9	100,0
	53,4	3,2	56,6	5,7
	46,3	205,7 *	252,0	81,6
	25,9	17,4	43,3	40,2
	20,2	99,8	120,0	83,2
	34,3	106,7 *	141,0	75,7
	35,5	137,5 *	173,0	79,5
	4,6 *	41,2	45,8	90,0
	48,4	4,5	52,9	8,5
	3,6 *	31,0	34,6	89,6
	37,2	0,9	38,1	2,4
	45,7	0,4	46,1	0,9
	44,9	1,4	45,3	3,1
	44,6	0,3	44,9	0,7
	50,4	0,4	50,8	0,8
	51,9	0,4	52,3	0,8
53,0	3,5	56,5	6,2	
52,2	95,8	148,0	64,7	

Parmi les valeurs présentées dans le tableau 5, le pourcentage d'échantillons dépassant l'EAC de 15 mg/kg s'élève à 32,5% pour la viande de bœuf (n = 43), 16,7% pour la viande de veau (n = 6), 10% pour la viande de porc (n = 10), 37,5% pour la volaille (n = 16) et 36% pour le haché de porc et bœuf (ou veau) (n = 25).

Parmi les échantillons frauduleux (en rouge), le SciCom constate que la teneur en acide nicotinique dépasse l'EAC de 15 mg/kg (excepté pour l'échantillon de filet de poulet à 0,8 mg d'acide nicotinique/kg). Mais des dépassements de l'EAC de 15 mg/kg sont également observés pour des échantillons qui n'ont pas été considérés comme frauduleux.

4.4.2. Données de la littérature

L'étude de Catak (2019) consistait à mesurer les teneurs en acide nicotinique, nicotinamide et niacine totale dans différents échantillons de viande fraîche (avec n = 1 pour chaque échantillon) pris sur le marché turc. Sur base des résultats, la proportion moyenne en acide nicotinique dans la viande fraîche correspondrait à 30% de la niacine totale, selon l'espèce animale. La quantité la plus faible (7 mg/kg) a été observée dans du gigot de viande caprine, et la quantité la plus élevée (37 mg/kg) dans de la poitrine de poulet. Un dépassement de l'EAC (15 mg/kg) est observé pour le filet de veau (30 mg/kg), le gigot d'agneau (24 mg/kg) et la poitrine de poulet (37 mg/kg). Cependant, étant donné qu'un seul échantillon par type de viande a été analysé (n = 1), et que les échantillons provenaient du marché turc, les résultats de Catak (2019) doivent être interprétés avec prudence par rapport au marché belge.

4.5. *Données de teneurs en niacine disponibles*

À titre informatif, les données de teneurs en niacine (somme acide nicotinique et nicotinamide) disponibles sont présentées en Annexe B. Cependant, celles-ci ne peuvent pas être directement comparées à l'EAC proposée pour l'acide nicotinique, puisqu'elles ne distinguent pas l'acide nicotinique de la nicotinamide.

4.6. *Proposition d'un score pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique*

Les effets néfastes liés à l'acide nicotinique étant ceux résultant de la libération d'histamine, le même score pour la cotation de la gravité des effets néfastes devrait être attribué à ces deux substances. Dès lors, un score de 2 (« probablement grave ») est proposé pour la cotation de la gravité des effets néfastes associés à l'acide nicotinique.

5. Incertitudes

Il y a peu d'informations disponibles au sujet de la toxicité de l'acide nicotinique. Puisqu'il s'agit d'une vitamine (vitamine B3), une carence ou un excès peut entraîner des effets néfastes. Le calcul de l'EAC a été réalisé en tenant compte de l'AMT pour l'acide nicotinique. Aucune AMT n'est disponible pour le cas particulier des femmes enceintes et allaitantes.

L'EAC a été établie sur base d'un apport alimentaire d'acide nicotinique via les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande, sans considérer les autres sources/autres apports provenant d'autres denrées alimentaires (compléments alimentaires, produits laitiers, etc.). De plus, le SciCom tient à faire remarquer que l'EAC est calculée sur une approche très conservatrice (les données d'AMT datent de 2002 et il n'y a pas de données plus récentes, l'EAC la plus faible est proposée par mesure d'une meilleure protection pour le consommateur et celle-ci a été calculée à partir de l'AMT le plus faible pour les enfants ainsi que du percentile 95 des données de consommation).

En outre, il y a très peu de connaissances actuelles sur la teneur naturelle en acide nicotinique dans la viande (quelle que soit l'espèce donnée). Par conséquent, il est difficile de savoir où se situe l'EAC par rapport à cette teneur naturelle (si elle est inférieure aux teneurs médianes, par exemple, etc.). Le plus

grand jeu de données dont le SciCom dispose actuellement est celui de l'enquête de l'UNE, mais vu le contexte de cette enquête, il est probable que beaucoup de ces données ne représentent pas la teneur naturelle en acide nicotinique dans la viande (viande fraîche, viande hachée, préparations de viandes et produits à base de viande). Afin d'essayer de distinguer les échantillons qui auraient été illégalement enrichis en acide nicotinique de ceux qui présentaient des teneurs naturelles en acide nicotinique, le SciCom a étudié la normalité des distributions en nicotinamide et en acide nicotinique (en omettant les valeurs aberrantes notées d'une * dans le tableau 5). Il ressort de cette étude que ni les distributions de nicotinamide (quelle que soit l'espèce considérée), ni celles de l'acide nicotinique, ne sont normales. Ceci pourrait s'expliquer par le faible nombre d'échantillons analysés, ainsi que, à nouveau, le contexte très particulier de cette enquête (découverte d'un réseau illégal). Si le demandeur d'avis souhaite établir une limite d'action afin de distinguer les viandes enrichies en acide nicotinique de celles qui en possèdent une concentration normale/naturelle, il serait pertinent d'étudier plus en profondeur la gamme de concentrations naturellement retrouvées dans la viande, et de considérer le P95 de cette concentration comme étant la limite d'action (principe ALARA).

6. Conclusions

Le SciCom a calculé une EAC pour l'acide nicotinique dans les viandes fraîches, les viandes hachées, les préparations de viandes et les produits à base de viande (15 mg/kg) en tenant compte de l'AMT. Un score de 2 est proposé pour l'effet néfaste de l'acide nicotinique.

Le SciCom rappelle que l'ajout d'acide nicotinique dans la viande est une pratique illégale qui peut mettre la santé des consommateurs en danger. En outre, s'il s'avère que l'acide nicotinique a un réel effet sur la préservation de la couleur de la viande fraîche, alors l'ajout frauduleux peut induire le consommateur en erreur et l'exposer à la consommation d'une viande possiblement dangereuse d'un point de vue microbiologique.

7. Recommandations

L'EAC semble stricte par rapport aux quelques données disponibles sur la teneur naturelle en acide nicotinique. Puisque des cas d'intoxication à l'acide nicotinique ont été rapportés suite à la consommation de viande supplémentée en acide nicotinique (enquête de l'UNE), il pourrait être envisagé, par les gestionnaires de risque, d'établir une limite d'action selon la teneur naturelle (P95) de l'acide nicotinique dans la viande (méthode ALARA). Pour ce faire, des données d'analyse supplémentaires sont nécessaires (par exemple, via un projet d'étude), notamment sur des échantillons de viande fraîche directement prélevés à l'abattoir (étude du niveau de base en acide nicotinique) ainsi que sur des échantillons de viandes hachées, de préparations de viandes et de produits à base de viande après production et/ou transformation et/ou conservation (étude de la stabilité de l'acide nicotinique). Il serait également intéressant (mais moins important, en terme de priorité) d'étudier la toxicité des métabolites *N*-méthyl-2-pyridone-carboxamide et *N*-méthyl-4-

pyridone-carboxamide (excrétés dans le lait maternel) pour les jeunes enfants allaités.

Pour le Comité scientifique,

Dr. Lieve Herman (Se)
Présidente
Le 25/06/2021

Références

Ciqual (ANSES) <https://ciqual.anses.fr/>

NEVO-online (NVWA) <https://nevo-online.rivm.nl/>

VUB <https://www.vub.be/groeicurven/index.html>

USDA National Nutrient Database for Standard Reference <https://data.nal.usda.gov/dataset/composition-foods-raw-processed-prepared-usda-national-nutrient-database-standard-reference-release-28-0>

Alhadef L., Gualtieri T., Upton M. (1984). Toxic effects of water-soluble vitamins. *Nutrition Reviews*, 42(2). <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1984.tb02278.x>

American Meat Science Association (AMSA) (2012). Meat color measurement guidelines, revised in 2012. https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/hot-topics/2012_12_meat_clr_guide.pdf?sfvrsn=d818b8b3_0

Barness L. A. (1987). Nutrition and nutritional disorders. Pp. 113-154. In R. E. Behrman and V. C. Vaughan (ed.). Nelson textbook of pediatrics. 13th ed. W. B. Saunders, Philadelphia.

Bender D. A. (2003). Niacin. In: Nutritional biochemistry of the vitamins. Ed Bend DA. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 200-231.

Bogan K.L. and Brenner C. (2008). Nicotinic acid, nicotinamide, and nicotinamide riboside: a molecular evaluation of NAD⁺ precursor vitamins in human nutrition. *Annual Review of Nutrition*, 28:115-130.

Carter E. G. and Carpenter K.J. (1982). The bioavailability for humans of bound niacin from wheat bran. *American Journal of Nutrition*, 115:543-552.

Catak J. (2019). Determination of niacin profiles in some animal and plant based foods by high performance liquid chromatography: association with healthy nutrition. *Journal of animal science and technology*, 61(3):138-146. <https://doi.org/10.5187/jast.2019.61.3.138>

Claeys W., De Meulenaer B., De Saeger S., Matthys C., Pussemier L., Rajkovic A., Scippo M.-L., Vleminckx C., Van Huffel X., Hoet P. (2021). Position paper on the use of an “estimated acceptable concentration” (EAC) as basis for a control policy’s action level for carcinogens unintentionally present in food. *Trends in Food Science & Technology*, 107:324-332. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.003>

Codex Alimentarius (1995). Section 5.2 : Système international de numérotation des additifs alimentaires, 1A, 38pp.

Comité Scientifique (SciCom) (2005). Terminologie en matière d’analyse des dangers et des risques selon le Codex alimentarius. <http://www.afsca.be/comitescientifique/publications/brochures/terminologie/>

Comité Scientifique (SciCom) (2019). Avis 15-2019 : Utilisation de l’approche de la « margin of exposure » (MoE) pour dériver des limites d’action basées sur le risque pour des cancérogènes involontairement présents dans l’alimentation.

Comité scientifique de l'alimentation humaine de la Commission européenne (CSAH) (1993). Nutrient and energy intakes for the European Community. Reports of the Scientific Committee for Food, 31st Series. Food - Science and Technique, European Commission, Luxembourg, 248 pp.

Conseil Supérieur de la Santé (CSS) (2016). Recommandations nutritionnelles pour la Belgique – 2016. Bruxelles : CSS ; 2016. Avis n° 9285. 1-202.

European Food Safety Authority (EFSA) (2006). Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf

European Food Safety Authority (EFSA) (2014). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for niacin. *The EFSA Journal*, 12(7):3759, 42pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3759>

European Food Safety Authority (EFSA) (2018). Overview on Tolerable Upper Intake Levels as derived by the Scientific Committee on Food (SCF) and the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/UL_Summary_tables.pdf

Gropper S.S., Smith J.L. and Groff J.L. (2009). Niacin (vitamin B3). In: Advanced nutrition and human metabolism. Ed Learning C. Wadsworth, Belmont, USA, 334-337.

Gross E. M., Roth Y., Uzieli V., Haas A., Toker M., Belmaker E., Barkay A., Ab L., Toker M. (1992). Multiple outbreaks of niacin (nicotinic acid) intoxication due to addition of meat “enhancer” to products by two different meat processors. *Journal of Food Protection*, 55(2):116-119.

Hegy J., Schwartz R.A., Hegyi V. (2004). Pellagra: dermatitis, dementia, and diarrhea. *International Journal of Dermatology*, 43:1-5.

Henderson L.M. (1983). Niacin. *Annual Review of Nutrition*, 3:289-307.

Hill F. (1969). Meat and meat products. Pp. 280-302. In A. Woolen (ed.), Food industries manual, 20th ed. Leonard Hill, London.

Horwitt M.K., Harper A.E., Henderson L.M. (1981). Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalents. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34:423-427.

Iwaki M., Murakami E., Kakhi K. (2000). Chromatographic and capillary electrophoretic methods for the analysis of nicotinic acid and its metabolites. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 747(1-2):229-40.

Kendrick J. L. & Watts B. M. (1969). Nicotinamide and nicotinic acid in color preservation of fresh meat. *Journal of Food Science*, 34:292-294.

Kirkland J.B. (2009). Niacin status, NAD distribution and ADP-ribose metabolism. *Current Pharmaceutical Design*, 15:3-11.

OECD (2011). Environment Directorate, Joint Meeting of the Chemicals Committee and The Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. OECD MRL Calculator: user guide. OECD Environment, Health and Safety Publications, Series on Pesticides, 56:1-16.

- Pallas health research and consultancy (2012). Literature search and review related to specific preparatory work in the establishment of Dietary Reference Values for Niacin, Biotin and Vitamin B6. Supporting Publications EN-365, 474pp.
- Pozzilli P., Visalli N., Signore A., Baroni M. G., Buzzetti R., Cavallo M. G., Boccuni M. L., Fava D., Gragnoli C., Andreani D., Lucentini L., Matteoli M. C., Crinò A., Cicconetti C. A., Teodonio C., Paci E., Amoretti R., Pisano L., Pennafina M. G., Santopadre G., Marozzi G., Multari G., Suppa M. A., Campea L., De Mattia G. C., Cassone Faldetta M., Marietti G., Perrone F., Greco A. V., Ghirlanda G. (1995). Double blind trial of nicotinamide in recent-onset IDDM (the IMDIAB III study). *Diabetologia*, 38:848-852.
- Press E., Yeager L. (1962). Food "poisoning" due to sodium nicotinate-Report of an outbreak and review of the literature. *American Journal of Public Health*, 52:1720-1728.
- Rose-Sallin C., Blake C. J., Genoud D., Tagliaferri E. G. (2001). Comparison of microbiological and HPLC – fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products. *Food Chemistry*, 73(4):473-480. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00121-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00121-2)
- Salvador P., Toldra M., Parés D., Carretero C., Saguer E. (2009). Color stabilization of porcine hemoglobin during spray-drying and powder storage by combining chelating and reducing agents. *Meat Science*, 83:328-333.
- Sauve A.A. (2008). NAD+ and vitamin B3: from metabolism to therapies. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 324:883-893.
- Scientific Committee on Food (SCF) (2002). Opinion of the Scientific Committee on Food on the tolerable upper intake levels of nicotinic acid and nicotinamide (niacin). https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out80j_en.pdf
- Sebrell W.H., Butler R.E. (1938). A reaction to the oral administration of nicotinic acid. *JAMA*, 111:2286-2287.
- Suman S. P., Hunt M. C., Nair M. N., Rentfrow G. (2014). Improving beef color stability: Practical strategies and underlying mechanisms. *Meat Science*, 98: 490-504.
- Wall J.S., Young M.R., Carpenter K.J. (1987). Transformation of niacin-containing compounds in corn during grain development – relationship to niacin nutritional availability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35: 752-758.
- Wan P., Moat S., Anstey A. (2011). Pellagra: a review with emphasis on photosensitivity. *British Journal of Dermatology*, 164: 1188-1200.
- Wei I.L. (1982). Bioavailability of niacin from tuna fish, peanut, butter and whole wheat bread. Master's Thesis, Oregon State University, Oregon, USA, 52pp.
- Yu Q. P., Feng D. Y., Xiao J., Wu F., He W. J., Xia M. H., Dong T., Liu Y. H., Tan H. Z., Zou S. G., Zheng T., Ou X. H., Zuo J. J. (2017). Studies on meat color, myoglobin content, enzyme activities, and genes associated with oxidative potential of pigs slaughtered at different growth stages. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*, 30(12):1739-1750.

Présentation du Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA

Le Comité scientifique (SciCom) est un organe consultatif institué auprès de l'Agence fédérale belge pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA) qui rend des **avis scientifiques indépendants** en ce qui concerne l'évaluation et la gestion des risques dans la chaîne alimentaire, et ce sur demande de l'administrateur délégué de l'AFSCA, du ministre compétent pour la sécurité alimentaire ou de sa propre initiative. Le Comité scientifique est soutenu administrativement et scientifiquement par la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques de l'Agence alimentaire.

Le Comité scientifique est composé de 22 membres, nommés par arrêté royal sur base de leur expertise scientifique dans les domaines liés à la sécurité de la chaîne alimentaire. Lors de la préparation d'un avis, le Comité scientifique peut faire appel à des experts externes qui ne sont pas membres du Comité scientifique. Tout comme les membres du Comité scientifique, ceux-ci doivent être en mesure de travailler indépendamment et impartialement. Afin de garantir l'indépendance des avis, les conflits d'intérêts potentiels sont gérés en toute transparence.

Les avis sont basés sur une évaluation scientifique de la question. Ils expriment le point de vue du Comité scientifique qui est pris en consensus sur la base de l'évaluation des risques et des connaissances existantes sur le sujet.

Les avis du Comité scientifique peuvent contenir des **recommandations** pour la politique de contrôle de la chaîne alimentaire ou pour les parties concernées. Le suivi des recommandations pour la politique est la responsabilité des gestionnaires de risques.

Les questions relatives à un avis peuvent être adressées au secrétariat du Comité scientifique : Secretariat.SciCom@afsca.be

Membres du Comité scientifique

Le Comité scientifique est composé des membres suivants :

A. Clinquart, P. Delahaut, A. Geeraerd, N. Gillard, K. Houf, N. Korsak, L. Maes, B. De Meulenaer, N. De Regge, J. Dewulf, L. De Zutter, L. Herman, M. Mori, A. Rajkovic, N. Roosens, C. Saegerman, M.-L. Scippo, P. Spanoghe, Y. Vandenplas, K. Van Hoorde, S. Vlaeminck, F. Verheggen.

Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts n'a été identifié.

Remerciements

Le Comité scientifique remercie la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques, les membres du groupe de travail pour la préparation de l'avis, ainsi que A. Clinquart et N. De Regge pour le deep reading.

Composition du groupe de travail

Le groupe de travail était composé de :

Membres du Comité scientifique :	M.-L. Scippo (rapporteur), B. De Meulenaer
Experts externes :	M. Buntinx (UHasselt), S. De Saeger (UGent), P. Hoet (KULeuven), G. Eppe (ULiège), L. Pussemier (ex-CODA), S. De Smet (UGent), N. Delzenne (UCL)
Gestionnaire du dossier :	V. Vromman (jusqu'au 15/03/2017), Maurine Leroy (à partir du 16/03/2017)

Les activités du groupe de travail ont été suivies par les membres de l'administration suivants (comme observateurs) :

E. Moons (AFSCA), V. Vromman (AFSCA, à partir du 16/03/2017)

Cadre juridique

Loi du 4 février 2000 relative à la création de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, notamment l'article 8 ;

Arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire ;

Règlement d'ordre intérieur visé à l'article 3 de l'arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, approuvé par le Ministre le 8 juin 2017.

Disclaimer

Le Comité scientifique conserve à tout moment le droit de modifier cet avis si de nouvelles informations et données deviennent disponibles après la publication de cette version.

Annexe A. Résultats de l'enquête de l'UNE (boxplots)

Les figures 2 à 6 montrent les teneurs en acide nicotinique et en nicotinamide mesurées dans chaque type de viande. Les figures 7 à 9 donnent un aperçu de la proportion en acide nicotinique (% par rapport à la niacine totale) dans chaque type de viande. Tous les boxplots ont été créés avec le logiciel RStudio.

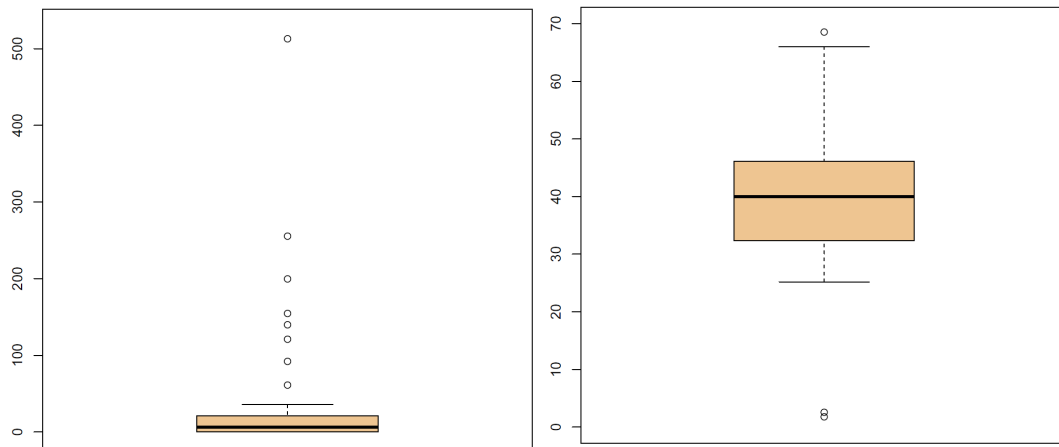


Figure 2. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de bœuf (n = 43)

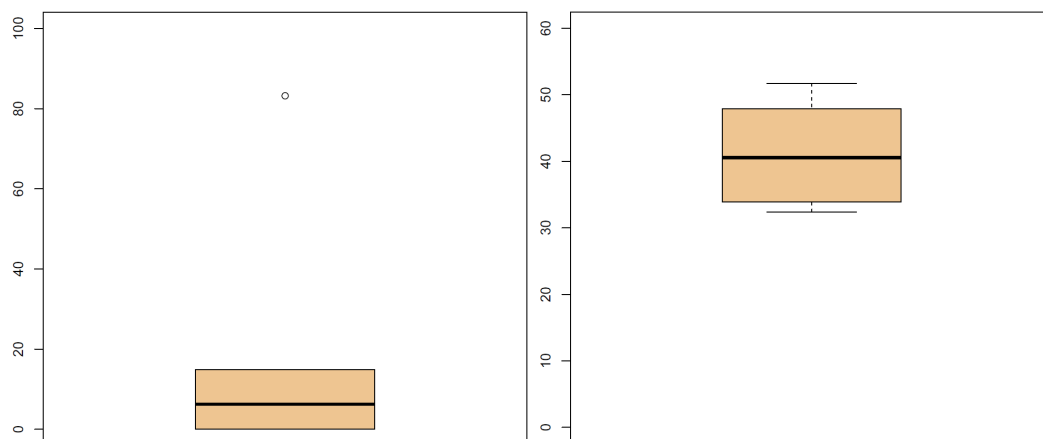


Figure 3. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de veau (n = 6)

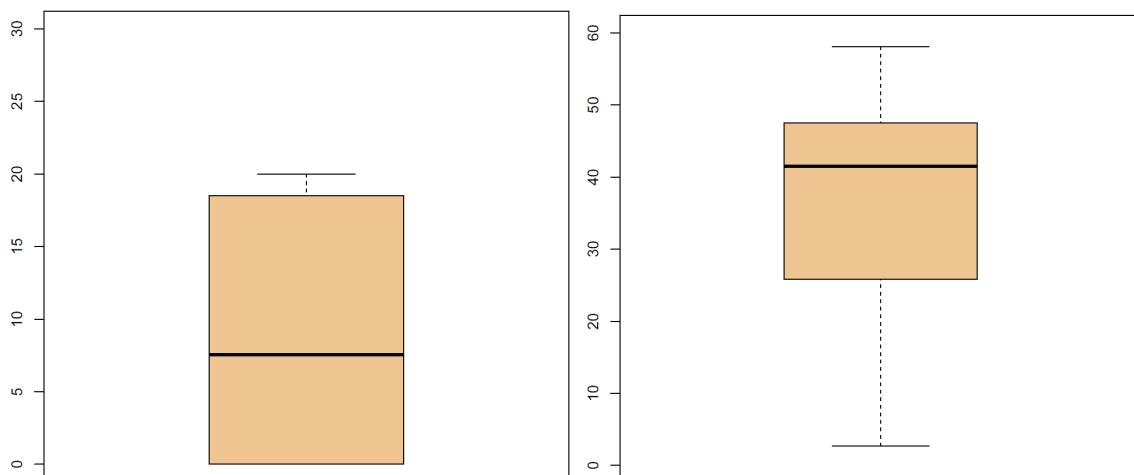


Figure 4. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de porc (n = 10)

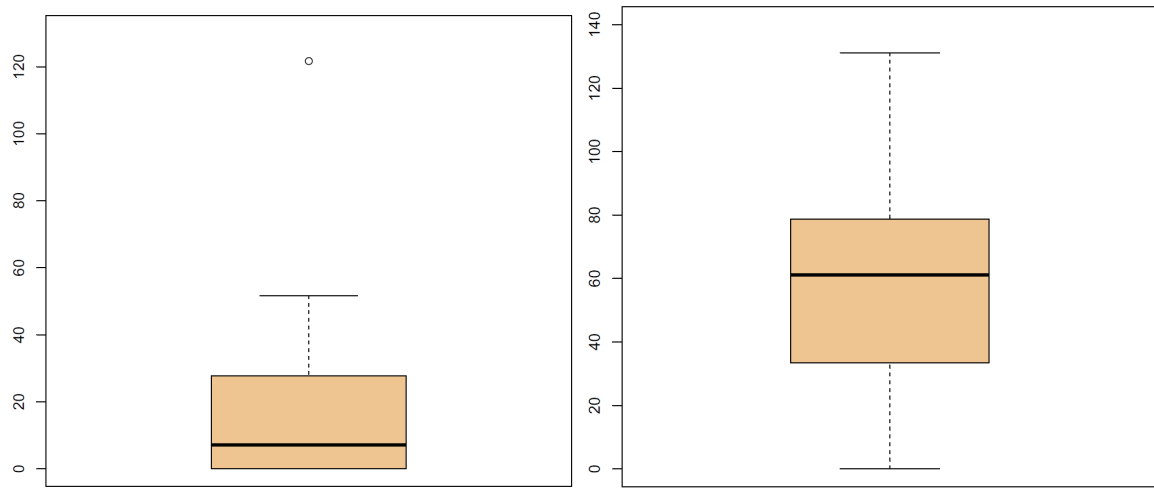


Figure 5. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans la viande de poulet (n = 16)

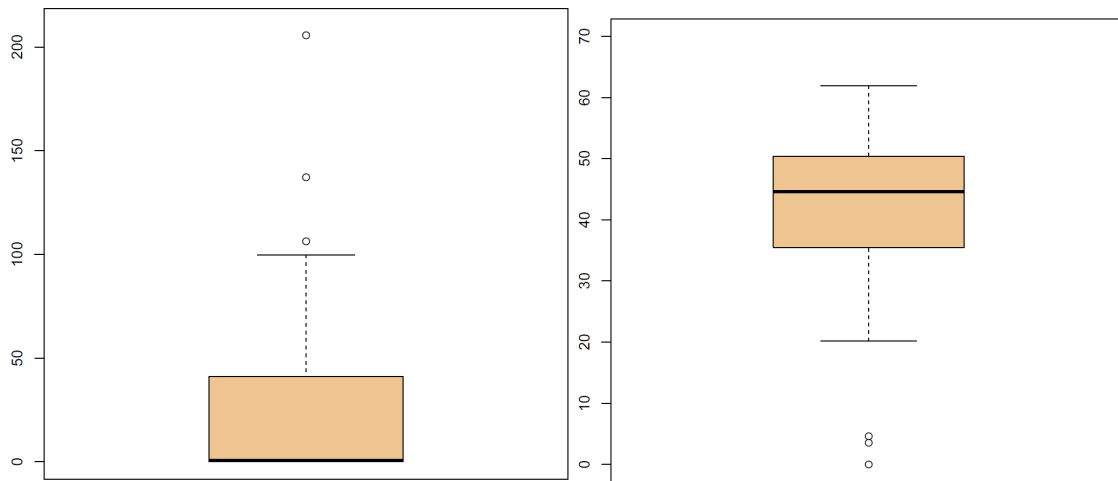


Figure 6. Concentrations (mg/kg) en acide nicotinique (à gauche) et nicotinamide (à droite) dans du haché porc et bœuf (ou veau) (n = 25)

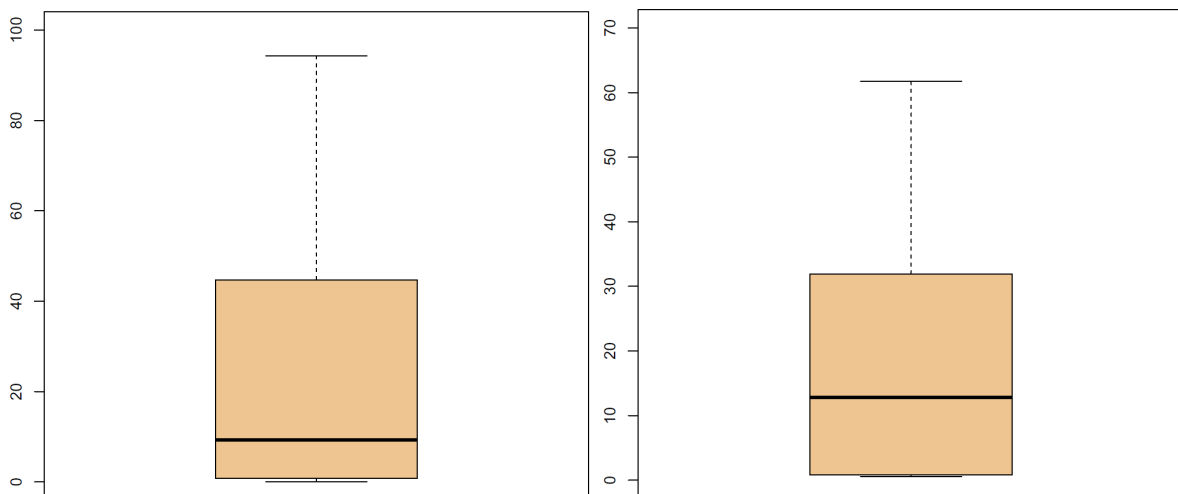


Figure 7. Proportion en acide nicotinique (% par rapport à la niacine totale) dans la viande de bœuf (à gauche, n=43) et de veau (à droite, n=6)

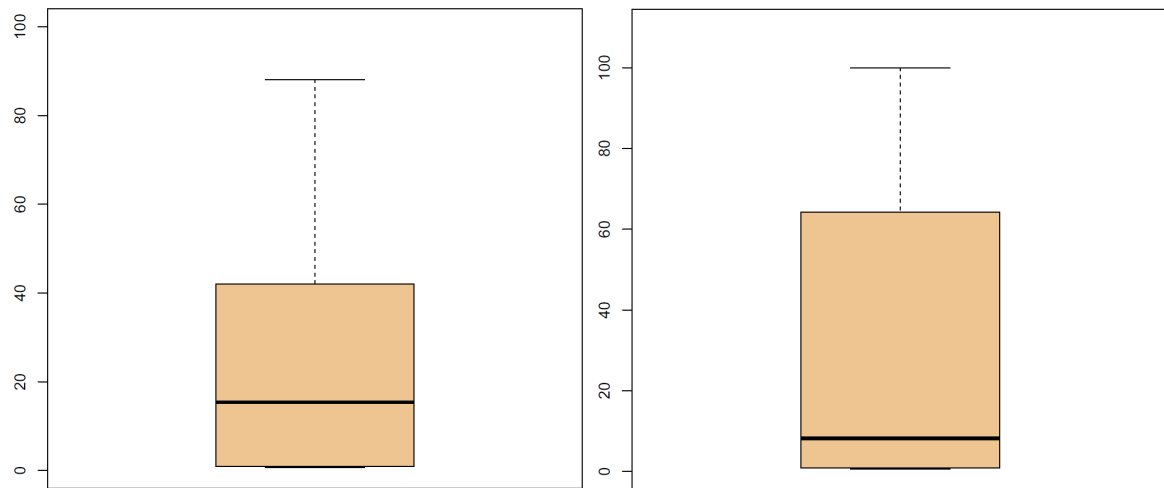


Figure 8. Proportion en acide nicotinique (% par rapport à la niacine totale) dans la viande de porc (à gauche, n=10) et de poulet (à droite, n=16)

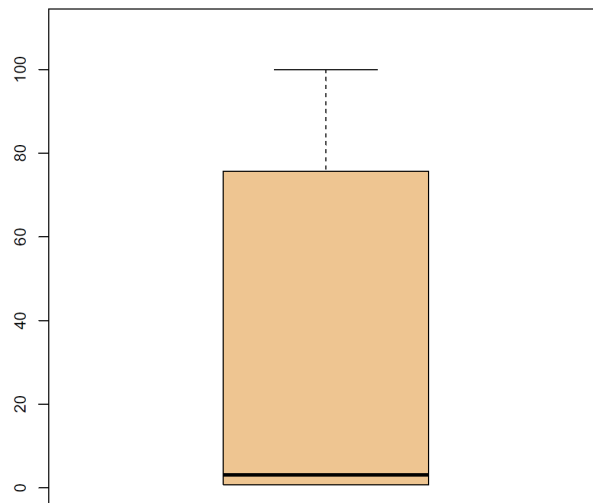


Figure 9. Proportion en acide nicotinique (% par rapport à la niacine totale) dans du haché porc et bœuf (ou veau) (n=25)

Annexe B. Données de teneurs en niacine disponibles

Données de l'UNE

L'UNE a établi des concentrations de référence en niacine totale (concentrations jugées normales/naturelles) via l'analyse de 95 échantillons : 40 – 80 mg/kg pour le bœuf, 35 – 55 mg/kg pour le veau, 52 mg/kg pour l'agneau, 80 mg/kg pour le mouton, 40 – 90 mg/kg pour le poulet et 45 – 60 mg/kg pour le porc.

Données de l'USDA (United States Department of Agriculture) National Nutrient Database for Standard Reference

Selon la base de données USDA National Nutrient Database for Standard Reference (release 28, disponible en ligne), les teneurs en niacine mesurées dans les produits à base de viande de bœuf (n = 927), de porc (n = 333), d'agneau (n = 440) ou de volaille (n = 389) variaient de 2,6 à 175,2 mg/kg, de 0,9 à 153 mg/kg, de 13,4 à 166,8 mg/kg et de 4 à 147,82 mg/kg, respectivement.

Données de la NVWA (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit)

Selon les données disponibles dans la base de données NEVO de la NVWA, les teneurs en niacine dans les viandes de bœuf, de porc, ou de mouton/agneau variaient de 17 mg/kg à 148 mg/kg, de 40 à 101 mg/kg, et de 35 à 54 mg/kg respectivement. Les teneurs observées dans la viande de poulet s'élevaient à 103 mg/kg. Le nombre d'échantillons analysés est inconnu.

Données de l'ANSES

Les données extraites de la base de données Ciqual (ANSES) sont présentées dans le tableau 6. Le nombre d'échantillons (n) à partir desquelles les teneurs moyenne, minimale et maximale en niacine ont été obtenues, n'est pas connu.

Tableau 6. Teneurs moyenne, minimale et maximale en niacine dans la viande fraîche

Viande fraîche	Teneur moyenne en niacine (mg/kg)	Teneur minimale en niacine (mg/kg)	Teneur maximale en niacine (mg/kg)
Poulet	70,0	41,0	120,0
Poitrine de poulet	99,0	-	99,0
Aile de poulet	96,0	48,0	-
Cuisse de poulet (bio)	46,0	-	-
Cuisse de poulet	44,0	-	54,0
Caille	75,0	-	-
Chapon	73,0	-	-
Faisan	64,0	-	-
Oie	58,0	36,0	80,0
Cuisse de dinde	57,0	51,0	62,0
Canard	49,0	39,0	-
Boulettes de bœuf et agneau	31,0	-	-

Données d'Internubel

Internubel présente également des données sur le contenu en niacine dans la viande, donnant ainsi une idée de valeurs « normales » ou « attendues » de niacine (tableau 7). Le nombre d'échantillon (n) par viande fraîche (ligne du tableau) est n = 1.

Tableau 7. Teneurs en niacine dans la viande fraîche (mg/kg) publiées sur le site Internubel.be

Viande fraîche	Teneur en niacine (mg/kg)	Référence
Viande d'agneau, côtelette	54,0	NEVO 2001
Viande d'agneau, épaule, maigre	41,0	NEVO 1989-1990
Viande d'agneau, filet, maigre	58,2	USDA National Nutrient Database for Standard Reference
Viande d'agneau, poitrine, grasse	41,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de boeuf, beefsteak, maigre, belge Blanc-Bleu	53,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de boeuf, carbonnade, belge Blanc-Bleu	42,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de boeuf, côte à l'os, belge Blanc-Bleu	55,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de boeuf, entrecôte, belge Blanc-Bleu	50,0	NEVO 2001
Viande de boeuf, muscle du dos, belge Blanc-Bleu	75,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Viande de boeuf, poitrine	40,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de boeuf, rosbif	53,0	NEVO 2001
Viande de boeuf, tournedos, belge Blanc-Bleu	45,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Viande de cheval, steak	47,0	NEVO 2001
Viande de mouton, filet, maigre	58,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Viande de porc, carbonnade, maigre	61,0	NEVO 2006
Viande de porc, carbonnade, mi-grasse	66,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de porc, côtelette	69,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de porc, filet	61,0	NEVO 2001
Viande de porc, maigre	61,0	NEVO 2001 Meat, poultry and game-McCance 1995 Souci, Fachmann et Kraut - 5th edition - 1994 NEVO 2006
Viande de porc, mignonette	50,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Viande de porc, spiringue	64,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de porc, tranche	78,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de porc, ventre	50,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Viande de veau, escalope de veau	59,0	NEVO-online 2019/6.0, ©RIVM
Viande de veau, grasse	84,8	USDA National Nutrient Database for Standard Reference
Viande de veau, steak	74,1	ANSES-CIQUAL French food composition table version 2020 NEVO-online versie 2019/6.0, ©RIVM
Poulet avec peau	68,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Poulet sans peau	78,0	NEVO 2001