



AVIS 22-2018

Objet :

Limites d'action du chrome dans les fruits et légumes frais

(SciCom n°2017/15)

Avis scientifique approuvé par le Comité scientifique le 21 décembre 2018

Mots-clés :

Limite d'action, chrome, fruits frais, légumes frais

Key terms:

Action limit, chromium, fresh fruits, fresh vegetables

Table des matières

Résumé.....	5
Summary	8
1. Termes de référence	10
1.1. Question	10
1.2. Dispositions législatives.....	10
1.3. Méthode.....	11
2. Définitions, abréviations et symboles chimiques.....	13
3. Introduction.....	15
4. Evaluation du risque lié à la présence de chrome dans les fruits et les légumes frais	16
4.1. Identification du danger	16
4.1.1. Propriétés physicochimiques	16
4.1.2. Méthodes analytiques.....	16
4.1.3. Présence dans l'environnement et voies d'exposition	16
4.1.4. Conclusion sur l'identification du danger.....	17
4.2. Caractérisation du danger	17
4.2.1. Rôle biologique et métabolisme chez l'homme.....	17
4.2.2. Toxicité aiguë.....	17
4.2.3. Toxicité chronique.....	18
4.2.4. Cancérogénicité et génotoxicité.....	18
4.3. Estimation de l'exposition	19
4.3.1. Occurrence dans les fruits et légumes frais	19
4.3.2. Exposition chronique au chrome total (exprimé en Cr ³⁺).....	19
4.4. Caractérisation du risque	20
5. Calcul de limites d'action pour le chrome (Cr ³⁺ et Cr ⁶⁺) dans les fruits et les légumes frais	21
6. Comparaison des limites d'action arrondies avec les résultats d'analyse dans le cadre de l'autocontrôle d'un opérateur.....	24
7. Comparaison des limites d'action arrondies avec les résultats d'analyse du projet INNIBEL	25
8. Discussion sur les limites d'action.....	26
9. Incertitudes	26
10. Conclusions.....	26
11. Recommandations.....	27
Références.....	28
Présentation du Comité scientifique de l'AFSCA.....	31
Membres du Comité scientifique	31
Conflit d'intérêts.....	31
Remerciements	32

Composition du groupe de travail.....	32
Cadre juridique.....	32
Disclaimer.....	32

Tableaux

Tableau 1.	LA calculées et proposées pour le Cr ³⁺ dans les fruits et légumes frais.	22
Tableau 2.	LA calculées et proposées pour le Cr ⁶⁺ dans les fruits et légumes frais	23
Tableau 3.	Résultats d'analyse en chrome total (exprimés en mg/kg de poids frais).....	24
	dans des légumes réalisées par un opérateur belge (2015) et limites d'action proposées.....	24
Tableau 4.	Quelques résultats du projet INNIBEL comparés aux LA proposées des Cr ³⁺ et Cr ⁶⁺	25
Tableau 5.	Sous-catégories de fruits et légumes frais	33
Tableau 6.	Concentration moyenne (LB et UB) en chrome total dans les fruits et légumes frais..	38
Tableau 7.	Exposition alimentaire chronique (EAC) au chrome	41

Annexes

Annexe A.	Sous-catégories de fruits et légumes frais	33
Annexe B.	Occurrence moyenne du chrome dans les fruits et légumes frais.....	38
Annexe C.	Données d'exposition alimentaire chronique au chrome	41

Résumé

Avis 22-2018 du Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA sur des limites d'action du chrome dans les fruits et les légumes frais.

Contexte et question

L'AFSCA a été confrontée à des teneurs élevées en chrome total dans des échantillons de légumes frais analysés dans le cadre de l'autocontrôle d'un opérateur. Or, il n'existe actuellement pas de limites légales pour le chrome contenu dans les légumes frais (ni dans les fruits).

Il est donc demandé au Comité scientifique de proposer des limites d'action pour le chrome total dans les fruits et les légumes frais afin de donner à l'AFSCA une base scientifique pour préserver la sécurité de la chaîne alimentaire.

Le chrome se présente sous plusieurs états d'oxydation (le Cr^{3+} et le Cr^{6+}) avec chacun une toxicité différente. Le Cr^{3+} est faiblement toxique, tandis que le Cr^{6+} est cancérigène et génotoxique. En raison de la toxicité différente entre le Cr^{3+} et le Cr^{6+} , le Comité scientifique est d'opinion que proposer des limites d'action pour le chrome total dans les fruits et légumes n'a que peu d'intérêt. C'est pourquoi, le Comité scientifique a calculé des limites d'action pour le Cr^{3+} et le Cr^{6+} dans les fruits et les légumes séparément.

Méthode

Les limites d'action du Cr^{3+} sont calculées en divisant la dose journalière tolérable (tolerable daily intake, TDI) du Cr^{3+} par la donnée de consommation au 97,5^{ème} percentile de chaque catégorie de fruits ou légumes considérée. Cette méthode est décrite dans le document « Inventaire des actions et des limites d'action et proposition d'harmonisation dans le cadre des contrôles officiels – Partie 1 : Limites d'action pour les contaminants chimiques » (AFSCA, 2017).

Dans le cas particulier du Cr^{6+} , aucune TDI n'a été proposée par une instance reconnue dans le domaine de la sécurité alimentaire (comme l'EFSA, ou le JECFA, par exemple). Dès lors, le Comité scientifique a calculé un « niveau d'exposition peu préoccupant pour la santé du consommateur » en appliquant la marge d'exposition (Margin of Exposure, MoE). Pour définir des limites d'action, ce « niveau d'exposition peu préoccupant pour la santé du consommateur » a ensuite été divisé par les données de consommation au P97,5 de chaque catégorie de fruits ou de légumes considérée.

Les limites d'action ont ensuite été comparées aux données disponibles concernant les niveaux de chrome total mesurés dans les fruits et les légumes frais.

Résultats et discussion

Le Cr^{3+} est l'état d'oxydation le plus stable et le plus abondant dans les denrées alimentaires (fruits et légumes frais compris), tandis que le Cr^{6+} est l'état d'oxydation le plus stable et le plus abondant dans l'eau et les sols contaminés par l'activité industrielle.

Le Cr^{6+} peut être présent dans les denrées alimentaires, mais en quantités très faibles (de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{kg}$), car les denrées alimentaires sont des milieux réducteurs qui favorisent la conversion du Cr^{6+} en Cr^{3+} . C'est certainement le cas pour les fruits et légumes.

Pour le dosage précis du Cr^{3+} et du Cr^{6+} dans les denrées alimentaires, il est donc crucial d'utiliser une méthode d'analyse appropriée qui tient compte de la spéciation. Sinon, les niveaux mesurés ne sont pas fiables.

Les limites d'action calculées varient de 30 à 400 mg/kg pour le Cr^{3+} et de 15 à 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pour le Cr^{6+} en fonction du légume ou du fruit considéré :

- Pour le Cr^{3+} , ces limites d'action sont beaucoup plus élevées que les niveaux en chrome total mesurés dans les fruits et légumes frais (qu'il s'agisse de données belges (voir tableau 3) ou européennes (EFSA, 2014b)). En effet, même en considérant l'entièreté du chrome total comme étant exclusivement sous forme de Cr^{3+} , les limites d'action allant de 30 à 40 mg/kg ne sont jamais dépassées (les maximums observés chez un opérateur belge et par l'EFSA (2014b) étaient de 6,3 mg/kg dans du brocoli, et de 1,1 mg/kg dans du piment de Cayenne, respectivement). Il semble donc que l'exposition alimentaire au Cr^{3+} ne présente pas de risque pour la santé du consommateur ;
- Pour le Cr^{6+} , les teneurs dans les denrées alimentaires rapportées dans la littérature scientifique (et mesurées via une méthode d'analyse non validée) dépassent parfois les limites d'action calculées, allant de 15 à 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. C'est le cas, par exemple, des champignons, où les teneurs en Cr^{6+} observées varient entre 8,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ et 813 $\mu\text{g}/\text{kg}$, alors que la limite d'action proposée est de 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Cependant, la fiabilité des teneurs de Cr^{6+} dans les denrées alimentaires rapportées dans la littérature est remise en question en raison de la réduction de Cr^{6+} en Cr^{3+} dans un milieu organique et du doute sur la précision de la méthode d'analyse chimique.

Conclusions

Le Comité scientifique estime qu'il n'est pas pertinent de proposer des limites d'action pour le chrome total contenu dans les fruits et légumes frais étant donné que les états d'oxydation Cr^{3+} et Cr^{6+} présentent des toxicités très différentes, le Cr^{3+} étant peu toxique tandis que le Cr^{6+} est cancérigène et génotoxique. Le Comité scientifique a donc calculé des limites d'action pour le Cr^{3+} et le Cr^{6+} séparément. Elles varient de 30 à 400 mg/kg pour le Cr^{3+} et de 15 à 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pour le Cr^{6+} en fonction du légume ou du fruit considéré.

Pour le Cr^{3+} , ces limites d'action sont beaucoup plus élevées que les teneurs en chrome total mesurées dans les fruits et légumes frais (données belges et européennes (EFSA, 2014b)). Il semble donc que l'exposition au Cr^{3+} ne présente aucun risque pour le consommateur.

En ce qui concerne le Cr^{6+} , les concentrations dans les denrées alimentaires (mesurées par une analyse chimique non validée du Cr^{6+}) relevées dans la littérature scientifique dépassent parfois les limites d'action calculées de 15 à 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Cependant, la fiabilité des teneurs mesurées de Cr^{6+} dans les denrées alimentaires identifiées dans la littérature est remise en question en raison de la réduction

qui se produit de Cr^{6+} en Cr^{3+} en milieu organique et du doute sur la précision de la méthode d'analyse chimique.

C'est pourquoi, le Comité scientifique recommande de développer des analyses de laboratoire distinguant le Cr^{3+} et le Cr^{6+} et des matériaux de référence certifiés, et de réaliser des études scientifiques pour estimer la proportion en Cr^{6+} et en Cr^{3+} dans les fruits et légumes frais.

Summary

Opinion 22-2018 of the Scientific Committee established at the FASFC concerning action levels for chromium in fresh fruits and vegetables.

Background and question

The FASFC has been confronted with high levels of total chromium in samples of fresh vegetables analyzed during self-checking by an operator. However, there are currently no legal standards for chromium in fresh vegetables (and fruits).

The Scientific Committee has been requested to propose action limits for chromium in fruits and vegetables in order to provide the FASFC a scientific basis in view of the protection of the safety of the food chain.

Chromium has various oxidation states (Cr^{3+} en Cr^{6+}) with each a different toxicity. Cr^{3+} is not very toxic, whereas Cr^{6+} is carcinogenic and genotoxic. Because of the different toxicity between Cr^{3+} and Cr^{6+} , the Scientific Committee is of the opinion that proposing action limits for total chromium in fruit and vegetables is of little relevance. That is why the Scientific Committee has calculated separate action limits for Cr^{3+} and Cr^{6+} in fruit and vegetables.

Method

The action limits for Cr^{3+} are calculated by dividing the tolerable daily intake (TDI) of Cr^{3+} by the consumption data at the 97.5th percentile of each category of fresh fruit or vegetables considered. This method is described in the document "Inventory of actions and action limits and proposals for harmonization in the context of official controls - Part 1: Action limits for chemical contaminants" (FASFC, 2017).

In the particular case of Cr^{6+} , no TDI has been proposed by a recognized food safety authority (eg. EFSA or JECFA). Therefore, the Scientific Committee has calculated an "exposure level of low health concern for the consumer" by applying the Margin of Exposure (MoE). To propose action limits, this "exposure level of low health concern" was then divided by the P97.5 consumption data for the category of fresh fruits or vegetables considered.

These action limits were then evaluated for their relevance taking into account the chromium levels usually found in fresh fruit and vegetables.

Results and discussion

In foodstuffs (including fresh fruit and vegetables) Cr^{3+} is the most stable and the most common oxidation level, while in water and in soil contaminated by industrial activity Cr^{6+} is the most stable and the most common oxidation level.

Cr^{6+} can be present in food, but in very small quantities (in the order of $\mu\text{g}/\text{kg}$), because food is a reducing environment that promotes the conversion of Cr^{6+} to Cr^{3+} . This is certainly the case for fruit and vegetables.

For the precise determination of Cr^{3+} and Cr^{6+} in foodstuffs, it is therefore crucial that a suitable analysis method is used that takes into account the different oxidation levels (speciation). Otherwise, the measured levels are unreliable.

The calculated action limits range from 30 to 400 mg/kg for Cr^{3+} and from 15 to 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for Cr^{6+} , depending on the vegetable or fruit considered:

- Concerning Cr^{3+} , these action limits are much higher than the levels of total chromium found in fresh fruits and vegetables (whether Belgian (see Table 3) or European (EFSA, 2014b) data). Indeed, even considering the total chromium as being exclusively in Cr^{3+} state, the action limits of 30 to 400 mg/kg are never exceeded (the maximum levels observed by a Belgian operator and by the EFSA (2014b) are 6,3 mg/kg in broccoli and 1,1 mg/kg in chili pepper respectively). It therefore appears that dietary exposure to Cr^{3+} is not a risk for the consumer;
- Concerning Cr^{6+} , the amounts in foodstuffs reported in the scientific literature (measured through non-validated chemical analysis of Cr^{6+}) sometimes exceed the calculated action limits from 15 to 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. For example, in the case of fungi, the amounts of Cr^{6+} observed vary between 8,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and 813 $\mu\text{g}/\text{kg}$, while the calculated action limit is 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$. However, the reliability of the measured Cr^{6+} levels in foodstuffs identified in the literature is questioned because of the reduction that occurs from Cr^{6+} to Cr^{3+} in organic medium and doubt about the precision of the chemical analysis method.

Conclusions

The Scientific Committee does not consider it appropriate to propose action limits for total chromium contained in fresh fruits and vegetables as Cr^{3+} and Cr^{6+} have largely differing toxicities (Cr^{3+} is a low toxic, while Cr^{6+} is carcinogenic and genotoxic). The Scientific Committee has calculated action limits for Cr^{3+} and Cr^{6+} separately. They range from 30 to 400 mg/kg for Cr^{3+} and from 15 to 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for Cr^{6+} , depending on the vegetable or fruit considered.

For Cr^{3+} , these action limits are much higher than the levels of total chromium measured in fresh fruit and vegetables (both for the Belgian and European (EFSA, 2014b) data), so it seems that exposure to Cr^{3+} via the food does not pose a risk to the consumer.

As far as Cr^{6+} is concerned, the levels in food (measured via non-validated chemical analysis of Cr^{6+}) that are found in the scientific literature exceed the calculated action limits of 15 to 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. However, the reliability of the measured Cr^{6+} levels in foodstuffs identified in the literature is questioned because of the reduction that occurs from Cr^{6+} to Cr^{3+} in organic medium and doubt about the precision of the chemical analysis method.

The Scientific Committee therefore recommends to develop laboratory tests that can analyze Cr^{3+} and Cr^{6+} separately and to develop certified reference material, as well as to conduct scientific studies to estimate the ratio of Cr^{6+} and Cr^{3+} in fruit and vegetables.

1. Termes de référence

1.1. Question

Il est demandé au Comité scientifique de proposer des limites d'action pour le chrome total contenu dans les fruits et les légumes frais afin de donner à l'AFSCA une base scientifique pour préserver la sécurité de la chaîne alimentaire.

1.2. Dispositions législatives

Arrêté royal du 3 mars 1992 concernant la mise dans le commerce de nutriments et de denrées alimentaires auxquelles des nutriments ont été ajoutés.

Arrêté royal du 14 janvier 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine qui sont conditionnées ou qui sont utilisées dans les établissements alimentaires pour la fabrication et/ou la mise dans le commerce de denrées alimentaires.

Directive 2006/799/CE : décision de la Commission du 3 novembre 2006 établissant des critères écologiques révisés et les exigences d'évaluation et de vérification correspondantes pour l'attribution du label écologique communautaire aux amendements pour sols.

Règlement (CE) n°2003/2003 du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 relatif aux engrais.

Règlement (CE) n°396/2005 du Parlement européen et du Conseil du 23 février 2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale.

Règlement (CE) n°1925/2006 du Parlement européen et du Conseil du 20 décembre 2006 concernant l'adjonction de vitamines, de minéraux et de certaines autres substances aux denrées alimentaires.

1.3. Méthode

Le chrome se présente sous plusieurs états d'oxydation (le Cr^{3+} et le Cr^{6+}) avec chacun une toxicité différente. Le Cr^{3+} est faiblement toxique, tandis que le Cr^{6+} est cancérigène et génotoxique (EFSA, 2014b).

En raison de la toxicité différente entre le Cr^{3+} et le Cr^{6+} , le Comité scientifique est d'opinion que proposer des limites d'action pour le chrome total dans les fruits et légumes n'a que peu d'intérêt. C'est pourquoi, le Comité scientifique a calculé des limites d'action pour le Cr^{3+} et le Cr^{6+} dans les fruits et les légumes séparément.

Le Cr^{3+} est l'état d'oxydation le plus stable et le plus abondant dans les denrées alimentaires (y compris les fruits et légumes frais), tandis que le Cr^{6+} est l'état d'oxydation le plus stable et le plus abondant dans l'eau et les sols contaminés par l'activité industrielle. Il est donc probable que du Cr^{6+} soit présent dans les fruits et les légumes frais, mais en quantités très faibles (de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{kg}$), puisque les denrées alimentaires sont des milieux réducteurs qui favorisent la conversion du Cr^{6+} en Cr^{3+} .

Chaque limite d'action du Cr^{3+} est calculée en divisant la dose journalière tolérable (tolerable daily intake, TDI) du Cr^{3+} par la donnée de consommation au 97,5^{ème} percentile de chaque catégorie de fruits ou légumes considérée. Cette méthode est décrite au point 5.14 « Couple paramètre-matrice alimentaire sans normes » du document « Inventaire des actions et des limites d'action et proposition d'harmonisation dans le cadre des contrôles officiels – Partie 1 : Limites d'action pour les contaminants chimiques » (AFSCA, 2017).

$$LA = \frac{\text{Dose journalière tolérable (TDI)}}{\text{Consommation au P97,5 percentile}}$$

La LA du Cr^{3+} dans les fruits ou les légumes frais correspond au taux maximum de Cr^{3+} qu'un fruit ou légume considéré puisse contenir sans que cela n'entraîne un dépassement de la TDI dans le cas d'une grande consommation de ce fruit ou légume.

Dans le cas particulier du Cr^{6+} , aucune TDI n'a été proposée par une instance reconnue dans le domaine de la sécurité alimentaire (comme l'EFSA, ou le JECFA, par exemple), car il s'agit d'un élément carcinogène et génotoxique. Dès lors, le Comité scientifique propose de calculer un niveau d'exposition peu préoccupant pour la santé (NEPPS) en appliquant l'approche de la marge d'exposition (Margin of Exposure, MoE) :

$$NEPPS = \frac{BMDL_{10}}{\text{Valeur minimale de MoE qui n'indique pas de préoccupation pour la santé}}$$

Où la $BMDL_{10}$, du Cr^{6+} est de 1,0 mg/kg pc/jr et la valeur minimale de MoE qui n'indique pas de préoccupation pour la santé est de 10 000 (EFSA, 2014b).

Ce NEPPS est ensuite divisé par la donnée de consommation au P97,5 de chaque denrée alimentaire considérée pour définir des limites d'action.

Finalement, les LA calculées pour le Cr^{3+} et le Cr^{6+} sont arrondies, à la fois en appliquant les règles mathématiques et en se référant aux valeurs mentionnées dans un document de l'OCDE (2011). Par exemple, une LA 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 la LA calculée 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).

Les LA arrondies sont ensuite évaluées pour leur plausibilité en tenant compte des niveaux de chrome habituellement trouvés dans les fruits et les légumes frais et des méthodes d'analyse disponibles.

Les catégories de fruits et de légumes sont reprises dans le Règlement (CE) n°396/2005 (**Annexe A**).

2. Définitions, abréviations et symboles chimiques

ADN	Acide désoxyribonucléique
AFSCA	Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BMD	BenchMark Dose Point de référence standardisé obtenu par modélisation mathématique à partir de données provenant d'expériences sur animaux ou d'études sur l'homme (cliniques ou épidémiologiques). La BMD estime la dose induisant une réponse faible mais mesurable (généralement de 1 à 10% d'incidence par rapport au contrôle) (EFSA, 2005).
BMDL	BenchMark Dose lower confidence Limit Limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95% (en mode unilatéral) de la BMD (EFSA, 2005). Pour les composés cancérogènes, la BMDL ₁₀ est la plus petite dose, qui avec une probabilité de 95%, causera une augmentation de l'incidence des cas de cancer de maximum 10 % (EFSA, 2005).
CSS	Conseil Supérieur de la Santé
Cr	Chrome
Cr³⁺	Chrome sous l'état d'oxydation +III
Cr⁶⁺	Chrome sous l'état d'oxydation +VI
TDI	Dose Journalière Tolérable - Tolerable Daily Intake Quantité d'un composé donné, exprimée par kilogramme de poids corporel (kg pc), qui peut être ingérée quotidiennement pendant une vie entière sans que cela ne génère de problèmes de santé. La TDI est utilisée pour les contaminants (SciCom, 2005).
EFSA	European Food Safety Authority
ETAAS	Electrothermal atomic absorption spectroscopy
EVM	UK Committee group on Vitamins and Minerals
GFAAS	Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy Spectrométrie d'absorption atomique par four graphite.
HPLC-ICP-MS	High-Performance Liquid Chromatography – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Chromatographie en phase liquide à haute performance couplée à la spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif
IARC	International Agency for Research on Cancer
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
IPCS	International Programme on Chemical Safety
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
jr	Jour
L	Level Suivi d'un chiffre (1, 2, ...), il désigne le niveau de catégorie de denrée alimentaire dans le système FoodEx2 de la European Food Consumption Database de l'EFSA.
LA	Limite d'action
LB	Lower Bound (Limite inférieure) Dans un scénario 'LB' de l'estimation de l'exposition, il est supposé que le contaminant est effectivement absent dans les échantillons lorsque le résultat d'analyse est inférieur à la limite de détection ou à la limite de quantification. Le résultat d'analyse est alors considéré comme égal à zéro.

LD₅₀	Dose létale médiane Dose unique d'une substance, obtenue par calcul statistique, susceptible d'entraîner la mort de 50% des animaux lorsqu'elle est administrée par voie orale (OECD, 1998a) ou par contact (OECD, 1998b).
LOD	Limite de détection
LOQ	Limite de quantification
MoE	Margin of Exposure Rapport entre un certain point sur la courbe dose-réponse (NOAEL, BMD, BMDL ₁₀ , T25) et l'exposition. La MoE donne une indication de l'importance possible du risque : plus grande est la MoE, plus petit est le risque associé à l'exposition au composé en question (EFSA, 2005).
MRL	Minimal Risk Level Le MRL est une estimation de l'exposition humaine quotidienne à une substance dangereuse susceptible d'être sans risque appréciable d'effets nocifs non cancérogènes sur la santé pendant une durée d'exposition donnée (ATSDR, https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.asp).
N	Nombre d'observations
NEPPS	Niveau d'Exposition Peu Préoccupant pour la Santé
Ni	Nickel
NNR	Nordic Nutrition Recommendations
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level La dose sans effet néfaste observable (exprimée en mg/kg pc/jr) est la plus grande concentration ou quantité d'une substance trouvée via des expériences ou une observation qui n'entraîne pas de modifications néfastes de la morphologie, de la capacité fonctionnelle, de la croissance, du développement ou de la durée de vie des organismes cibles dans des conditions d'exposition minutieusement définies (SciCom, 2005).
NTP	US National Toxicology Program
OMS (WHO)	Organisation Mondiale de la Santé (World Health Organization)
P95	95^{ème} percentile
P97,5	97,5^{ème} percentile
pc	Poids corporel
SCF	Scientific Committee on Food
TGI	Tractus gastro-intestinal
UB	Upper Bound (Limite supérieure) Dans un scénario 'UB' de l'estimation de l'exposition, pour les échantillons où le résultat d'analyse est inférieur à la limite de détection ou à la limite de quantification, il est supposé que le contaminant soit présent à une concentration égale à la limite de détection ou à la limite de quantification, respectivement.
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

Vu les discussions durant les réunions du groupe de travail des 10 novembre 2017 et 19 février 2018, et des séances plénières du Comité scientifique des 14 septembre, 23 novembre et 21 décembre 2018,

le Comité scientifique émet l'avis suivant :

3. Introduction

L'AFSCA a été confrontée à des teneurs élevées en chrome total dans des échantillons de légumes frais prélevés et analysés dans le cadre de l'autocontrôle d'un opérateur.

Au niveau européen, il n'y a actuellement pas de teneurs maximales légales pour le chrome dans les denrées alimentaires, de même que pour ses différents états d'oxydation (EFSA, 2014b). Il existe cependant une autorisation pour l'utilisation de sels de Cr^{3+} dans les aliments enrichis (Règlement (CE) n°1925/2006), et un seuil européen pour le chrome total dans les produits pour l'attribution du label écologique communautaire aux amendements pour sols (100 mg/kg de matière sèche, Directive 2006/799/CE). Enfin, l'évaluation du Règlement (CE) n°2003/2003 relatif aux engrais préconise d'inclure dans le règlement des dispositions concernant les teneurs maximales en métaux lourds.

En Belgique, il n'y a actuellement pas non plus de teneurs maximales légales pour le chrome et ses différents états d'oxydation dans les denrées alimentaires (exceptés pour les additifs alimentaires). Cependant, il existe une teneur maximale pour le chrome dans l'eau potable (50 $\mu\text{g}/\text{l}$) (Arrêté royal du 14 janvier 2002) et dans les nutriments et les denrées alimentaires dans lesquelles des nutriments sont ajoutés (187,5 $\mu\text{g}/\text{j}$) (Arrêté royal de 3 mars 1992).

Vu l'absence de limites légales pour le chrome dans les fruits et légumes frais, il est demandé au Comité scientifique de proposer des limites d'action pour le chrome total contenu dans les fruits et les légumes frais afin de donner à l'AFSCA une base scientifique pour préserver la sécurité de la chaîne alimentaire.

Le chrome se présente sous plusieurs états d'oxydation (le Cr^{3+} et le Cr^{6+}) avec chacun une toxicité différente. Le Cr^{3+} est faiblement toxique, tandis que le Cr^{6+} est cancérigène et génotoxique (EFSA, 2014b). Le Cr^{3+} est l'état d'oxydation le plus stable et le plus abondant dans les denrées alimentaires (fruits et légumes frais compris), tandis que le Cr^{6+} est l'état d'oxydation le plus stable et le plus abondant dans l'eau et les sols contaminés par l'activité industrielle. Il est donc probable que du Cr^{6+} soit également présent dans les denrées alimentaires (fruits et les légumes frais compris), mais en quantités très faibles (de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{kg}$), car les denrées alimentaires sont des milieux réducteurs qui favorisent la conversion du Cr^{6+} en Cr^{3+} .

En raison de la toxicité différente entre le Cr^{3+} et le Cr^{6+} , le Comité scientifique est d'opinion que proposer des limites d'action pour le chrome total dans les fruits et légumes n'a que peu d'intérêt. C'est pourquoi, le Comité scientifique a calculé des limites d'action pour le Cr^{3+} et le Cr^{6+} dans les fruits et les légumes séparément.

4. Evaluation du risque lié à la présence de chrome dans les fruits et les légumes frais

4.1. Identification du danger

4.1.1. Propriétés physicochimiques

Le chrome (Cr, n° CAS 7440-47-3) est un métal de transition de masse molaire de 52 g/mol. Il s'agit d'un solide très dense (masse volumique de 7,15 g/cm³). Il est gris avec un éclat métallique et inodore. Son point d'ébullition à pression atmosphérique se situe à 2 646°C, et son point de fusion à 1 900°C (Pubchem).

Le chrome existe sous divers états d'oxydation allant de -2 à +6. Les formes les plus connues sont les formes bivalente (Cr²⁺), trivalente (Cr³⁺) et hexavalente (Cr⁶⁺). D'une manière générale, l'acidité des composés chimiques contenant du chrome augmente avec le degré d'oxydation du Cr (Mahan, 1967):

- Les composés chimiques contenant du Cr²⁺ sont basiques et réducteurs ;
- Les composés chimiques contenant du Cr³⁺ sont amphotères. Le Cr³⁺ est l'état d'oxydation le plus stable ;
- Les composés chimiques contenant du Cr⁶⁺ sont acides. Il s'agit de puissants oxydants. Le Cr⁶⁺ est le second état d'oxydation le plus stable.

4.1.2. Méthodes analytiques

L'EFSA (2014b) décrit deux méthodes de référence standardisées pour l'analyse du chrome total dans les denrées alimentaires (avec une détection basée sur la GFAAS ; LOQ de 0,04 à 0,16 mg/kg).

Par contre, aucune méthode de référence standardisée n'est disponible pour l'analyse des différents états d'oxydation du chrome dans les denrées alimentaires. Il est cependant possible d'utiliser la méthode HPLC-ICP-MS comme technique de détection et de quantification, précédée par l'extraction des différents états du chrome depuis la matrice.

L'analyse des différents états d'oxydation du chrome est difficile à valider et la qualité des résultats ne peut être garantie en raison de la possible conversion entre différents états d'oxydation lors de l'extraction du chrome depuis la matrice solide (EFSA, 2014b). Dans la littérature (Scanzar et Milacic, 2014, 2018), l'attention est attirée sur la grande importance d'appliquer une méthode fiable d'analyse de spéciation pour déterminer le Cr⁶⁺ et le Cr³⁺ dans des matrices complexes. Selon Scanzar et Milacic (2014, 2018) les données de la littérature sur l'occurrence de Cr⁶⁺ dans le pain et dans les céréales pour le petit-déjeuner (Mathebula et al, 2017) ne sont pas fiables. Selon ces auteurs (Scanzar et Milacic), le Cr⁶⁺ sera réduit en Cr³⁺ et une oxydation de Cr³⁺ en Cr⁶⁺ dans les aliments est hautement improbable. Ils concluent donc que le Cr⁶⁺ ne se trouve pas dans les aliments.

En outre, il n'existe actuellement pas de matériaux de référence certifiés pour la spéciation du chrome dans les denrées alimentaires (Hamilton *et al.*, 2018).

4.1.3. Présence dans l'environnement et voies d'exposition

Le chrome est omniprésent dans l'environnement (EFSA, 2014a). Il est naturellement extrait de la croûte terrestre (par exemple, lors d'activités volcaniques), mais aussi par l'activité humaine. Il se répand dans l'environnement principalement via le milieu aquatique. Le chrome est notamment utilisé pour la fabrication d'aciers inoxydables et de pigments, pour le traitement des surfaces et la préservation du bois (INERIS, 2014).

L'être humain est principalement exposé au chrome via l'air ambiant (surtout via les fumées de cigarettes) et via l'alimentation. Le chrome contamine les eaux (dont l'eau de boisson) et les aliments,

principalement les viandes, les huiles et les graisses, le pain, la levure, les fruits à coque, diverses céréales et le poisson. Par contre, les aliments les moins riches en chrome sont le lait, les fruits frais et les légumes verts (CSS, 2016). Le Cr^{3+} est l'état d'oxydation du chrome le plus stable et le plus abondant dans les denrées alimentaires (y compris les fruits et légumes frais), tandis que le Cr^{6+} est l'état d'oxydation le plus stable et le plus abondant dans l'eau et les sols contaminés par l'activité industrielle. Il est donc probable que du Cr^{6+} soit présent dans les fruits et les légumes frais, mais en quantités très faibles (de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{kg}$), puisque les denrées alimentaires sont des milieux réducteurs qui favorisent la conversion du Cr^{6+} en Cr^{3+} (EFSA, 2014b).

4.1.4. Conclusion sur l'identification du danger

En raison de la prévalence des formes Cr^{3+} et Cr^{6+} dans les denrées alimentaires (EFSA, 2014b), les étapes suivantes de l'évaluation des risques (« caractérisation du danger », « estimation de l'exposition » et « évaluation des risques ») se focalisent sur ces deux états d'oxydation.

4.2. *Caractérisation du danger*

4.2.1. Rôle biologique et métabolisme chez l'homme

Le chrome est présent à l'état d'ultra-trace dans le corps humain (< 10 mg pour un adulte de 70 kg). Il est principalement présent dans le foie (CSS, 2016). Cependant, la fonction biologique du chrome est encore peu connue (EFSA, 2014a). Selon la littérature scientifique, le chrome pourrait intervenir dans l'homéostasie glucidique, lipidique et protéique, mais ses effets exacts sont encore discutés (CSS, 2016).

Le taux d'absorption du chrome dans le tractus gastro-intestinal (TGI) est inférieur à 10%. Il varie selon la forme chimique du chrome (état de valence et nature des ligands) et la solubilité dans l'eau du composé chromé. Une majeure partie du Cr^{6+} est réduite en Cr^{3+} par la salive, les sucs gastriques et les bactéries intestinales avant d'être absorbée. Contrairement au Cr^{3+} , le Cr^{6+} absorbé sous cette forme traverse ensuite rapidement les membranes cellulaires (EFSA, 2014b).

Une fois absorbé par le TGI, 95% du Cr^{3+} se lie à des protéines du plasma sanguin comme la transferrine, tandis que les 5% restant circulent sous une forme libre. Le Cr^{3+} sous la forme liée est ensuite transporté jusqu'au foie, à la rate, aux tissus mous et aux os. Il atteint aussi d'autres parties du corps comme la peau, le cœur, le cerveau, les reins, le pancréas et les testicules. Le Cr^{6+} absorbé sous cette forme, quant à lui, se retrouve dans le plasma sanguin et dans de nombreux organes dont le foie, la rate, les reins et la moelle osseuse principalement. Il est réduit en Cr^{3+} dans les cellules par l'action du glutathion, avec la formation d'adduits Cr-ADN et la production d'un stress oxydatif (due à la formation d'intermédiaires réactifs) (EFSA, 2014b).

Enfin, le Cr^{3+} absorbé par le TGI est excrété via l'urine (principalement), la bile et la sueur, tandis que le Cr^{3+} non absorbé est excrété via les fèces. Peu d'informations sont disponibles sur les voies d'élimination du Cr^{6+} , si ce n'est que son temps de demi-vie dans l'organisme est de 22 jours (EFSA, 2014b).

4.2.2. Toxicité aiguë

Dans des études de toxicité du Cr^{3+} sur le rat, les effets toxiques aigus observés étaient l'hypoactivité, le larmolement, la mydriase, la diarrhée et la diminution du poids corporel. La LD_{50} variait entre 183 et 2365 mg Cr^{3+}/kg pc selon la nature du composé chromé (EFSA, 2014b).

D'une manière générale, les sels de Cr^{6+} ont une toxicité aiguë plus élevée que celle des sels de Cr^{3+} . La LD_{50} observée chez le rat varie entre 22,6 et 811 mg Cr^{6+}/kg pc. Les femelles y sont plus sensibles que les mâles. Les effets sont principalement de type néphrotoxique (ATSDR, 2012 ; EFSA, 2014b).

4.2.3. Toxicité chronique

Pour le Cr³⁺, parmi toutes les études réalisées sur les rats et les souris, aucun effet toxique chronique n'a été observé, à l'exception d'une légère diminution du gain de poids (entre -5,5% et -14,9%) qui n'est pas considérée comme un effet néfaste par le panel CONTAM de l'EFSA. L'absence presque totale d'effets toxiques chroniques pourrait être due au faible taux d'absorption du Cr³⁺ par le TGI. L'EFSA a établi une TDI de 0,3 mg/kg pc/j pour le Cr³⁺ à partir d'une NOAEL de 286 mg/kg pc/j et en appliquant un facteur d'incertitude de 1 000 (100 pour les variabilités inter-espèces et intra-espèce, et 10 pour l'absence de données adéquates sur la toxicité reproductive et développementale). La NOAEL correspond à la dose la plus élevée administrée par voie orale au rat et à la souris pendant 2 ans, sans qu'aucun effet néfaste n'ait été observé (NTP, 2010 ; EFSA, 2014b).

L'EVM a proposé une TDI de 0,15 mg/kg pc/j pour le Cr³⁺ en appliquant un facteur d'incertitude de 100 à la dose de chlorure de chrome administrée par voie orale la plus élevée chez des rats, soit 15 mg/kg pc/j, même si aucun effet toxique n'a été observé à cette dose (Anderson *et al.*, 1997 ; EVM, 2003).

Les effets toxiques observés dans des études d'exposition au Cr⁶⁺ sur le long-terme (entre 3 mois et 2 ans) chez le rat et la souris variaient selon la dose, la voie d'exposition orale (eau ou alimentation) et les conditions de l'étude. Voici quelques exemples parmi les effets néfastes observés dans certaines études : une perte de masse corporelle, des effets sur le système hématologique (anémies hypochrome et microcytaire), des changements biochimiques et histopathologiques au niveau du foie et du rein, une irritation et des changements histopathologiques des tissus du TGI, etc (EFSA, 2014b).

L'EFSA (2014b) a établi plusieurs valeurs de BMDL₁₀ selon les effets toxiques considérés :

- Une BMDL₁₀ de 0,27 mg/kg pc/j pour les lésions du pancréas (acinus, altération cytoplasmique) observées chez le rat et la souris (effets non-néoplasiques). L'EFSA (2014b) considère qu'une MoE supérieure ou égale à 100 indique une préoccupation faible pour la santé ;
- Une BMDL₁₀ de 0,11 mg/kg pc/j pour les lésions du duodénum (hyperplasie épithéliale diffuse du duodénum) observées chez les souris femelles (effets non-néoplasiques). L'EFSA (2014b) considère qu'une MoE supérieure ou égale à 100 indique une préoccupation faible pour la santé ;
- Une BMDL₁₀ de 0,011 mg/kg pc/j pour les lésions hépatiques (infiltration histiocytaire) observées chez le rat et la souris (effets non-néoplasiques) ; cependant, la signification biologique et la cause de l'infiltration cellulaire histiocytaire sont inconnues. Ces effets toxiques ne peuvent donc pas être considérés comme un effet indésirable critique (EFSA, 2014b) ;
- Une BMDL₁₀ de 1,0 mg/kg pc/j pour l'apparition d'adénomes et de carcinomes combinés de l'intestin grêle chez la souris. Cette BMDL₁₀ a été établie depuis les résultats d'une étude de 2 ans par ingestion orale de dichromate de sodium dihydraté via l'eau de boisson (NTP, 2007). L'EFSA (2014b) considère qu'une MoE supérieure ou égale à 10 000 indique une préoccupation faible pour la santé.

L'IPCS a proposé une TDI de 0,9 µg/kg pc/j dérivée d'une BMDL₁₀ de 0,094 mg/kg pc/j calculée par ASTDR (2012) et d'un facteur d'incertitude de 100 (WHO/IPCS, 2013). L'effet toxique (non-néoplasique) considéré est l'hyperplasie épithéliale diffuse observée dans le duodénum chez des souris femelles après exposition au dichromate de sodium dihydraté dans l'eau de boisson. Enfin, l'ATSDR (2012) a proposé deux valeurs de « minimum risk level » (MRL) selon les effets considérés :

- Un MRL de 0,005 mg/kg pc/j à partir d'une étude de 15 à 364 jours chez le rat avec apparition d'effets hématologiques (anémie hypochrome, microcytaire) (NTP, 2008) ;
- Un MRL de 0,001 mg/kg pc/j à partir d'une étude de plus d'un an via l'eau de boisson avec apparition de lésions non-néoplasiques au niveau du duodénum (NTP, 2008).

4.2.4. Cancérogénicité et génotoxicité

L'IARC a classé le Cr^{3+} dans le groupe 3 (« inclassable pour sa cancérogénicité sur l'homme ») (IARC, 1990). De plus, le panel CONTAM de l'EFSA considère que le Cr^{3+} n'a pas présenté d'effet carcinogène pertinent dans les études animales. Les tests *in vitro* sur des bactéries et des cellules de mammifères ont donné des résultats divergents sur le potentiel génotoxique du Cr^{3+} , tandis que les tests *in vivo* n'ont jamais permis d'observer une activité génotoxique (à l'exception d'un). Il semble que les composés du Cr^{3+} aient le potentiel de réagir avec l'ADN des systèmes acellulaires. Par contre, le Cr^{3+} absorbé tel quel par le TGI n'aurait pas de potentiel génotoxique (sauf en cas de forte concentration), en raison de la faible absorption intracellulaire du Cr^{3+} . Enfin, il est important de préciser que le Cr^{3+} obtenu par réduction du Cr^{6+} dans les cellules (qui, pour rappel, a un taux d'absorption intra-cellulaire élevé) présenterait un potentiel génotoxique (EFSA, 2014b).

L'IARC a classé le Cr^{6+} dans le groupe 1 (« substance cancérogène pour l'homme ») (IARC, 1990). *In vitro*, des essais sur des cellules de mammifères et des bactéries ont prouvé l'activité génotoxique des composés du Cr^{6+} . *In vivo*, des études sur le long-terme (de 3 mois à 2 ans) ont observé une augmentation significative de néoplasmes de l'épithélium squameux qui tapisse la cavité buccale. De plus, des tumeurs dans les tissus épithéliaux de l'intestin grêle (principalement duodénum et jéjunum) ont été observées chez la souris (EFSA, 2014b).

4.3. Estimation de l'exposition

4.3.1. Occurrence dans les fruits et légumes frais

Les données concernant l'occurrence des Cr^{3+} et Cr^{6+} dans les fruits et légumes frais (et dans les denrées alimentaires en général) sont rares et peu fiables (voir 4.1.2).

Pour le Cr^{6+} , Hamilton *et al.* (2018) donne quelques exemples de concentrations mesurées dans les champignons et certaines plantes (méthode off-line de type ETAAS) :

- Entre 0,0085 et 0,580 mg/kg dans les chapeaux de champignons et entre 0,0085 et 0,813 mg/kg dans les pieds de champignons (Figueiredo *et al.*, 2007) ;
- Entre 0,09 et 0,59 mg/kg dans les plantes de type *Alyssum obovatum*, *Cochlearia arctica* (Brassicaceae), *Armeria scabra* (Limoniaceae) et *Salix arctica* (Salicaceae) (Panichev *et al.*, 2005).

Pour le Cr^{3+} , l'EFSA (2014b) a émis l'hypothèse que les concentrations en chrome total mesurées dans les matrices alimentaires pouvaient être considérées comme étant des concentrations en Cr^{3+} , et ce pour deux raisons :

- L'oxydation du Cr^{3+} en Cr^{6+} est peu envisageable dans les matrices alimentaires qui sont majoritairement des milieux réducteurs ;
- Les données actuelles sont insuffisantes pour connaître avec exactitude la proportion en Cr^{6+} dans le chrome total contenu dans les denrées alimentaires.

L'EFSA ne nie cependant pas la présence possible de Cr^{6+} dans les denrées alimentaires, principalement dans l'eau de boisson. Aucun ratio $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{6+}$ dans les denrées alimentaires n'a été proposé et utilisé dans son avis sur l'évaluation des risques liés à l'ingestion de chrome. Les concentrations en chrome total (exprimé en Cr^{3+}) rapportées par l'EFSA pour les fruits et légumes frais sont présentées en **Annexe B** (EFSA, 2014b).

4.3.2. Exposition chronique au chrome total (exprimé en Cr^{3+})

Les quantités moyennes et hautes en chrome total (exprimé en Cr^{3+}) ingérées sont reprises de l'avis de l'EFSA (2014b) selon les différentes classes d'âge. Ces données proviennent de diverses études sur les habitudes de consommation des divers états membres de l'Union Européenne. Elles sont disponibles en **Annexe C**.

Les fruits et produits dérivés de fruits sont des contributeurs majeurs à l'exposition chronique au chrome (exprimé en Cr^{3+}) des personnes de 65 ans et plus. Les légumes et les produits dérivés de légumes (champignons inclus) sont des contributeurs majeurs à l'exposition chronique au chrome (exprimé en Cr^{3+}) pour les jeunes de 3 à 18 et pour les 65 à 75 (EFSA, 2014b).

4.4. Caractérisation du risque

Les données d'exposition chronique sont largement inférieures à la TDI de $300 \mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{j}$ du Cr^{3+} (EFSA, 2014b). Dès lors, l'EFSA (2014b) conclut qu'il n'y a pas de risque pour le consommateur exposé au chrome dans les denrées alimentaires, si l'ensemble du chrome total contenu dans les denrées alimentaires est exclusivement considéré comme du Cr^{3+} .

5. Calcul de limites d'action pour le chrome (Cr³⁺ et Cr⁶⁺) dans les fruits et les légumes frais

Pour rappel, les LA pour le Cr³⁺ dans différentes catégories de fruits et légumes sont calculées en appliquant la formule suivante (AFSCA, 2017) :

$$LA = \frac{\text{Dose journalière tolérable (TDI)}}{\text{Consommation au percentile P97,5}}$$

Où la TDI du Cr³⁺ est de 0,3 mg/kg pc/j (EFSA, 2014b).

Dans le cas particulier du Cr⁶⁺, un niveau d'exposition peu préoccupant pour la santé est calculé en divisant la BMDL₁₀ de 1,0 mg/kg pc/j divisée par une MoE de 10 000 (EFSA, 2014b). Il est ensuite divisé par la donnée de consommation au 97,5 de chaque catégorie de fruits et de légumes considérée.

Les limites d'action calculées varient de 30 à 400 mg/kg pour le Cr³⁺ et de 15 à 100 µg/kg pour le Cr⁶⁺ selon le légume ou le fruit considéré (voir tableaux 1 et 2 suivants) :

- Pour le Cr³⁺, ces limites d'action sont beaucoup plus élevées que les niveaux en chrome total mesurés dans les fruits et légumes frais (qu'il s'agisse de données belges (voir tableau 3) ou de données européennes (EFSA, 2014b)). En effet, même en considérant l'entièreté du chrome total comme étant exclusivement sous forme Cr³⁺, les limites d'action allant de 30 à 40 mg/kg ne sont jamais dépassées (les maximums observés chez un opérateur belge et par l'EFSA (2014b) étaient de 6,3 mg/kg dans du brocoli, et de 1,1 mg/kg dans du piment de Cayenne, respectivement). Il semble donc que l'exposition alimentaire au Cr³⁺ ne présente pas de risque pour la santé du consommateur.
- Pour le Cr⁶⁺, les teneurs dans les denrées alimentaires disponibles dans la littérature scientifique (et mesurées via une analyse chimique non validée du Cr⁶⁺) dépassent parfois les limites d'action calculées, allant de 15 à 100 µg/kg. C'est le cas, par exemple, des champignons, où les teneurs en Cr⁶⁺ observées varient entre 8,5 µg/kg et 813 µg/kg, alors que la limite d'action calculée est de 30 µg/kg. Dans certains cas, c'est-à-dire lorsque la denrée est fortement contaminée, l'exposition alimentaire au Cr⁶⁺ représente un risque pour la santé du consommateur. Rappelons cependant que les techniques d'analyse du Cr⁶⁺ sont difficiles à valider et que la qualité des résultats ne peut pas être garantie en raison de la possible conversion entre différents états d'oxydation lors de l'extraction du chrome depuis la matrice solide.

Les limites d'action proposées sont les limites d'action calculées après arrondissement (voir chapitre 1.3.)

Tableau 1. LA calculées et proposées pour le Cr³⁺ dans les fruits et légumes frais.

Denrée alimentaire	Consommation P97,5 (g/kg pc/j)	LA calculée (mg/kg)	LA proposée (mg/kg)	Source des données de consommation (FoodEx2, EFSA)
Agrumes	7,8	38,6	40	Citrus fruit (L3) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fruits à coque	1,8	166,7	150	Tree nuts (L3) (Belgique, de 10 à 17 ans, EFSA)
Fruits à pépins	11,1	27,1	30	Pome fruits (L3) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fruits à noyau	4,6	65,9	70	Stone fruits (L3) (Belgique, de 10 à 17 ans, EFSA)
Baies et petits fruits	6,4	47,0	50	Berries and small fruits (L3) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fruits divers	4,3	69,8	70	Miscellaneous fruits (generic) (L3) (Belgique, de 65 à 74 ans, EFSA) (Nombre d'observation inférieur à 5)
Légumes-racines et légumes-tubercules (exceptés les racines et tubercules riches en amidon et riches en sucre)	4,5	67,1	70	Root and tuber vegetables (excluding starchy- and sugar-) (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Racines et tubercules riches en amidon	9,3	32,4	30	Starchy roots and tubers (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes-bulbes	1,3	238,1	200	Bulb vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes-fruits	5,6	53,8	50	Fruiting vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Brassicacées (à l'exception des racines et jeunes pousses de Brassica)	3,0	101,7	100	Flowering Brassica (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes-feuilles	4,7	64,4	60	Leafy vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fines herbes et fleurs comestibles	0,8	361,4	400	Herbs and edible flowers (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumineuses potagères	3,0	100,3	100	Legumes (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes-tiges	3,8	78,7	80	Stems/stalks eaten as vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Champignons, mousses et lichens	3,3	91,5	90	Fungi, mosses and lichen (L2) (Belgique, de 1 à 3 ans, EFSA)
Algues et organismes procaryotes	2,4	126,1	150	Algae and prokaryote organisms (L2) (Belgique, de 18 à 64 ans, EFSA)

Tableau 2. LA calculées et proposées pour le Cr⁶⁺ dans les fruits et légumes frais

Denrée alimentaire	Consommation P97,5 (g/kg pc/j)	LA calculée (µg/kg)	LA proposée (µg/kg)	Source des données de consommation (FoodEx2, EFSA)
Agrumes	7,8	12,9	15	Citrus fruit (L3) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fruits à coque	1,8	55,6	60	Tree nuts (L3) (Belgique, de 10 à 17 ans, EFSA)
Fruits à pépins	11,1	9,0	10	Pome fruits (L3) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fruits à noyau	4,6	22,0	20	Stone fruits (L3) (Belgique, de 10 à 17 ans, EFSA)
Baies et petits fruits	6,4	15,7	15	Berries and small fruits (L3) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fruits divers	4,3	23,3	20	Miscellaneous fruits (generic) (L3) (Belgique, de 65 à 74 ans, EFSA) (Nombre d'observation inférieur à 5)
Légumes-racines et légumes-tubercules (exceptés les racines et tubercules riches en amidon et riches en sucre)	4,5	22,4	20	Root and tuber vegetables (excluding starchy- and sugar-) (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Racines et tubercules riches en amidon	9,3	10,8	10	Starchy roots and tubers (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes-bulbes	1,3	79,4	80	Bulb vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes-fruits	5,6	17,9	20	Fruiting vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Brassicacées (à l'exception des racines et jeunes pousses de Brassica)	3,0	33,9	30	Flowering Brassica (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes feuilles	4,7	21,5	20	Leafy vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Fines herbes et fleurs comestibles	0,8	120,5	100	Herbs and edible flowers (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumineuses potagères	3,0	33,4	30	Legumes (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Légumes-tiges	3,8	26,2	30	Stems/stalks eaten as vegetables (L2) (Belgique, de 3 à 9 ans, EFSA)
Champignons, mousses et lichens	3,3	30,5	30	Fungi, mosses and lichen (L2) (Belgique, de 1 à 3 ans, EFSA)
Algues et organismes procaryotes	2,4	42,0	40	Algae and prokaryote organisms (L2) (Belgique, de 18 à 64 ans, EFSA)

6. Comparaison des limites d'action proposées avec les résultats d'analyse dans le cadre de l'autocontrôle d'un opérateur

A titre informatif, les LA proposées sont comparées avec les résultats d'analyse en chrome total dans des échantillons de légumes frais prélevés et analysés dans le cadre de l'autocontrôle d'un opérateur (tableau 3). L'origine de la contamination en chrome dans les légumes n'est pas précisée, et peut être due à une pollution des sols de culture ou à l'utilisation excessive d'un engrais contenant du chrome.

Tableau 3. Résultats d'analyse en chrome total (exprimés en mg/kg de poids frais) dans des légumes réalisées par un opérateur belge (2015) et limites d'action proposées

Légume analysé (partie inférieure, médiane ou supérieure)	Cr total (mg/kg)	LA proposée Cr ³⁺ (mg/kg)	LA proposée Cr ⁶⁺ (mg/kg)
Récolte du printemps 2015			
Endive (méd.)	4,32	60	0,02
Brocoli 1 (inf.)	4,99	100	0,03
Brocoli 1 (méd.)	6,34	100	0,03
Brocoli 1 (sup.)	9,31	100	0,03
Brocoli 3 (inf.)	1,14	100	0,03
Brocoli 3 (méd.)	1,09	100	0,03
Brocoli 3 (sup.)	0,93	100	0,03
Brocoli	0,57	100	0,03
Brocoli	1,64	100	0,03
Brocoli	1,68	100	0,03
Roquette 2 (inf.)	0,70	60	0,02
Roquette 2 (méd.)	0,51	60	0,02
Roquette 2 (sup.)	0,42	60	0,02
Bette 1 (inf.)	1,17	60	0,02
Bette 1 (méd.)	3,38	60	0,02
Bette 1	6,03	60	0,02
Bette 3 (inf.)	1,12	60	0,02
Bette 3 (méd.)	0,80	60	0,02
Bette 3 (sup.)	2,12	60	0,02
Récolte de l'automne 2015			
Bette 1	0,08	60	0,02
Bette 2	0,08	60	0,02
Bette 3	0,07	60	0,02
Chou de Savoie	0,13	100	0,03
Chou frisé	0,10	100	0,03
Chou de Bruxelles 1	0,11	100	0,03
Chou de Bruxelles 2	0,13	100	0,03
Chou de Bruxelles 3	0,14	100	0,03
Chou de Bruxelles 4	0,15	100	0,03
Poireau 1	0,10	80	0,03
Poireau 2	0,10	80	0,03
Chou-fleur 1	0,05	100	0,03
Chou-fleur 2	0,09	100	0,03
Chou blanc 1	0,09	100	0,03
Chou blanc 2	0,08	100	0,03

Les teneurs en chrome ne dépassent jamais les LA arrondies pour le Cr³⁺, mais dépassent toujours les LA proposées pour le Cr⁶⁺.

Le Comité scientifique fait remarquer que les conditions d'analyse du chrome total ne sont pas connues (validation de la méthode, réalisation d'une contre-analyse, etc.).

7. Comparaison des limites d'action proposées avec les résultats d'analyse du projet INNIBEL

Les recherches sous-jacentes à ces résultats ont reçu un financement du Service public fédéral belge Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement au titre du contrat RT 6/04 INNIBEL.

Le projet INNIBEL, qui est principalement consacré à l'analyse du Ni, a notamment fourni des résultats d'analyse en chrome total dans des échantillons de légumineuses potagères (n=71), de carottes (n=21), de pommes de terre (n=21), de tomates (n=20) et d'épinard (n=21) frais. Les échantillons ont été collectés dans des supermarchés en Belgique. D'une manière générale, les concentrations trouvées étaient faibles (de l'ordre du µg/kg).

Tableau 4. Quelques résultats du projet INNIBEL comparés aux LA proposées des Cr³⁺ et Cr⁶⁺

Denrées alimentaires	Concentrations en chrome total (mg/kg)			LA proposée Cr ³⁺ (mg/kg)	LA proposée Cr ⁶⁺ (mg/kg)
	Minimale	Moyenne	Maximale		
Légumineuses fraîches	< 0,010	0,046	0,189		
Légumineuses en verre	< 0,010	0,043	0,167	100	0,03
Légumineuses congelées	0,068	0,203	0,617		
Légumineuses en conserve	< 0,010	0,037	0,118		
Carottes	< 0,008	0,010	0,093	70	0,02
Pommes de terre	< 0,008	< 0,008	0,071	30	0,01
Tomates	< 0,008	< 0,008	0,331	50	0,02
Epinards	<0,008	0,047	0,158	60	0,02

Note : les légumineuses fraîches et congelées ont des concentrations en chrome plus élevées que les légumineuses en conserve ou en verre. Cela pourrait indiquer la lixiviation d'une partie du chrome présent lors de la cuisson et/ou du lavage des légumineuses.

8. Discussion sur les limites d'action

Pour rappel, en Belgique, il existe une teneur maximale pour le chrome dans l'eau potable (50 µg/l) (Arrêté royal du 14 janvier 2002) et dans les nutriments et les denrées alimentaires dans lesquelles des nutriments sont ajoutés (187,5 µg/j) (Arrêté royal de 3 mars 1992). Le Comité scientifique n'a pas connaissance de l'approche suivie pour la fixation de ces teneurs légales, et ne peut donc comparer celle-ci avec l'approche suivie dans le calcul des limites d'action (utilisation des données toxicologiques et des données de consommation belges). En outre, le Comité scientifique a calculé des limites d'action pour le Cr³⁺ et le Cr⁶⁺ séparément dans les fruits et légumes frais, et non des limites d'action pour le chrome total dans l'eau potable.

L'analyse des différents états d'oxydation du chrome est difficile à valider et la qualité des résultats ne peut être garantie en raison de la possible conversion entre différents états d'oxydation lors de l'extraction du chrome depuis la matrice solide (EFSA, 2014b). De plus, il n'existe actuellement pas de matériaux de référence certifiés pour la spéciation du chrome dans les denrées alimentaires (Hamilton *et al.*, 2018). Dans la littérature (Scanzar et Milacic, 2014, 2018), l'attention est attirée sur la grande importance d'appliquer une méthode fiable d'analyse de spéciation pour déterminer le Cr⁶⁺ et le Cr³⁺ dans des matrices complexes. Selon Scanzar et Milacic (2014, 2018) les données de la littérature sur l'occurrence de Cr⁶⁺ dans le pain et dans les céréales pour le petit-déjeuner (Mathebula *et al.*, 2017) ne sont pas fiables.

Pour le Cr³⁺, les limites d'action sont beaucoup plus élevées que les teneurs totales en chrome mesurées dans les fruits et légumes frais (données belges et européennes (EFSA, 2014b).) Pour le Cr⁶⁺, Scanzar et Milacic (2014, 2018) supposent que la présence dans les fruits et légumes est très improbable, de sorte que l'utilisation de limites d'action pour le Cr⁶⁺ semble moins utile.

9. Incertitudes

Les limites d'action sont calculées par catégorie de fruits et légumes, et non pas pour chaque fruit et légume séparément, car cette deuxième option entraînerait l'utilisation de données de consommation au P97,5 provenant d'un faible nombre d'observations. Il est préférable d'utiliser des données de consommation pour chaque catégorie de fruit avec un nombre d'observation plus élevé, et donc une meilleure robustesse statistique des données. Néanmoins, le nombre d'observations pour la catégorie des « fruits divers » reste faible (inférieur à 5).

Sur base des informations disponibles, il est plus que probable que le Cr⁶⁺ ne puisse pas être présent dans les fruits et les légumes, car il sera réduit en Cr³⁺.

10. Conclusions

Le Comité scientifique estime qu'il n'est pas pertinent de proposer des limites d'action pour le chrome total contenu dans les fruits et légumes frais étant donné que les états d'oxydation Cr³⁺ et Cr⁶⁺ présentent des toxicités différentes, le Cr³⁺ étant peu toxique tandis que le Cr⁶⁺ est cancérigène et génotoxique. Le Comité scientifique a calculé des limites d'action pour le Cr³⁺ et le Cr⁶⁺ séparément. Elles varient de 30 à 400 mg/kg pour le Cr³⁺ et de 15 à 100 µg/kg pour le Cr⁶⁺ en fonction du légume ou du fruit considéré.

Pour le Cr³⁺, ces limites d'action sont beaucoup plus élevées que les niveaux en chrome total mesurés dans les fruits et légumes frais (qu'il s'agisse de données belges ou de données européennes (EFSA, 2014b)). Il semble donc que l'exposition alimentaire au Cr³⁺ ne présente pas de risque pour la santé du consommateur.

Pour le Cr^{6+} , les teneurs dans les denrées alimentaires disponibles dans la littérature scientifique (et mesurées via une analyse chimique non validée du Cr^{6+}) dépassent parfois les limites d'action calculées, allant de 15 à 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Cependant, la fiabilité des teneurs en Cr^{6+} dans les denrées alimentaires rapportées dans la littérature est remise en question en raison de la réduction de Cr^{6+} en Cr^{3+} dans un milieu organique et de l'incertitude sur la précision de la méthode d'analyse chimique.

11. Recommandations

Le Comité scientifique recommande que des analyses de laboratoire distinguant le Cr^{3+} et le Cr^{6+} soient développées et normalisées (y compris le développement de matériaux de référence certifiés), et que des études scientifiques pour estimer la proportion en Cr^{6+} et en Cr^{3+} dans les fruits et légumes frais soient réalisées.

Pour le Comité scientifique,
Le Président,

Prof. Dr. E. Thiry (Se.)
Bruxelles, le 25/01/2019

Références

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/chromium#section=Odor>

(dernière consultation le 12/02/18)

Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA) (2017), Partie 1 : Inventaire des actions et des limites d'action et propositions d'harmonisation dans le cadre des contrôles officiels Contaminants chimiques, résidus et additifs. Disponible via le lien suivant <http://www.favv-afsc.fgov.be/publicationsthematiques/inventaire-actions.asp>

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2012). Toxicological profile of chromium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services.

Anderson RA, Bryden NA and Polansky MM, 1997. Lack of toxicity of chromium chloride and chromium(III) picolinate in rats. *Journal of the American College of Nutrition*, 16, 273-279.

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

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) (2005). Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic. *The EFSA Journal* 282, 1-31.

European Food Safety Authority (EFSA) (2014a). Scientific opinion on dietary reference values for chromium. *The EFSA Journal* 2014;12(10):3845.

European Food Safety Authority (EFSA) (2014b). Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water. *The EFSA Journal* 2014;12(3):3595.

Expert Group on Vitamins and Minerals (EVM) (2003). Risk assessment: Chromium. In: Safe upper levels for vitamins and minerals. Report on the expert group on vitamins and minerals (EVM). U.K. Food Standards Agency (FSA), Committee on Nutrition (SACN), Expert Group on Vitamins and Minerals (EVM), London, England, p. 172-179.

Figueiredo E., Soares M. E., Baptista P., Castro M. & Bastos M. L. (2007). Validation of an electrothermal atomization atomic absorption spectrometry method for quantification of total chromium and chromium(VI) in wild mushrooms and underlying soils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(17), 7192-7198.

Hamilton E. M., Young S. D., Bailey E. H. & Watts M. J. (2018). Chromium speciation in foodstuffs: a review. *Food Chemistry* 250, 105-112.

International Agency for Research on Cancer (IARC) (1990). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: chromium, nickel and welding. IARC, Lyon, France. Vol 49. 1990

- Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) (2014). Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Chrome et ses composés, DRC-14-136881-07003A, 104 p.
- Mahan B.H. (1967). The chromium family. In: University chemistry, 2nd edn. Pp 557-559. Addison Wesley, London
- Milacic R., Scancar K. (2018). Letter to the editor. Comment on recent article on speciation of Cr in bread and breakfast cereals. Food Chemistry, 254, 78-79.
- Nordic Nutrition Recommendations (NNR) (2012). Integrating nutrition and physical activity. Copenhagen: Nordisk Ministerrad, 2014. 627 p. ISBN 987-92-893-2670-4.
- Novotnik B., Zuliani T., Scancar J., Milacic R. Chromate in food samples : an artefact of wrongly applied analytical methodology ? J. Anal. At. Spectrom. 28, 558.
- US National Toxicology Program (NTP) (2007). NTP technical report on the toxicity studies of sodium dichromate dihydrate (CAS No. 7789-12-0) administered in drinking water to male and female F344/N rats and B6C3F1 mice and male BALB/c and am3-C57BL/6 mice. Washington, DC: National Toxicology Program. Toxicity Report Series Number 72.
- US National Toxicology Program (NTP) (2008). Technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of sodium dichromate dihydrate in F344/N rats and B6C3F1 mice and male. NTP TR 546. NIH Publication No. 07-5887, National Toxicology Program, Research Triangle Park, North Carolina.
- US National Toxicology Program (NTP) (2010). NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of chromium picolinate monohydrate (CAS No. 27882-76-4) in F344/N rats and B6C3F1 mice (feed studies). Department of Health and Human Services. Research Triangle Park, North Carolina. NTP Technical Report Series, No. 556.
- OECD (1998a). Test No. 213: Honeybees, Acute Oral Toxicity Test. Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2: Effects on Biotic Systems. Cf.: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-213-honeybees-acute-oral-toxicity-test_9789264070165-en
- OECD (1998b). Test No. 214: Honeybees, Acute Contact Toxicity Test. Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2: Effects on Biotic Systems. Cf.: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-214-honeybees-acute-contact-toxicity-test_9789264070189-en
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (1996). Chromium in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04.0. Originally published in Guidelines for drinking-water quality, 2nd edition. Vol.2. Health criteria and other supporting information. World health Organization, Geneva, 1986.
- Panichev N., Mandiwana K., Kataeva M. & Siebert S. (2005). Determination of Cr(VI) in plants by electrothermal atomic absorption spectrometry after leaching with sodium carbonate. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 60(5), 699-703.

Scancar J. and Milacic R. (2014). A critical overview of Cr speciation analysis based on high performance liquid chromatography and spectrometric techniques. *J. Anal. At. Spectrom.*, 29, 427-443.

Scientific Committee on Food (SCF) (2003). Opinion of the Scientific Committee on Food on the tolerable upper intake level of chromium (expressed on 4 april 2003). European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General, Directorate C – Scientific Opinions, C2 – Management of scientific committees; scientific do-operation and networks.

Vincent JB (2010). Chromium: celebrating 50 years as an essential element? *Dalton Transactions*, 39, 3787-3794.

World Health Organization/International Programme on Chemical Safety) (WHO/ICPS) (2013). Inorganic chromium (VI) compounds. Concise International Chemical Assessment Document 78.

Présentation du Comité scientifique de l'AFSCA

Le Comité scientifique (SciCom) est un organe consultatif 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 :

S. Bertrand¹, M. Buntinx, A. Clinquart, P. Delahaut, B. De Meulenaer, N. De Regge, S. De Saeger, J. Dewulf, L. De Zutter, M. Eeckhout, A. Geeraerd, L. Herman, P. Hoet, J. Mahillon, C. Saegerman, M.-L. Scippo, P. Spanoghe, N. Speybroeck, E. Thiry, T. van den Berg, F. Verheggen, P. Wattiau²

Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts n'a été signalé.

¹ Jusqu'au 30 mars 2018

² Jusqu'au 17 juin 2018

Remerciements

Le Comité scientifique remercie la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques et les membres du groupe de travail pour la préparation du projet d'avis.

Composition du groupe de travail

Le groupe de travail était composé de :

Membres du Comité scientifique :	M.-L. Scippo (rapporteur), M. Buntinx, B. De Meulenaer, S. De Saeger, P. Hoet
Experts externes :	G. Du Laing (UGent), G. Eppe (ULg)
Gestionnaire du dossier :	Maurine Leroy

Les activités du groupe de travail ont été suivies par les membres de l'administration suivants (comme observateurs) : E. Moons (AFSCA) et V. Vromman (AFSCA)

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. Sous-catégories de fruits et légumes frais

Tableau 5. Sous-catégories de fruits et légumes frais
(Règlement (CE) n°396/2005)

Fruits frais	
Agrumes (Produit entier après enlèvement du pédoncule)	
Pamplemousses (<i>Citrus paradisi</i>)	
Oranges (<i>Citrus sinensis</i>)	
Citrons (<i>Citrus limon</i>)	
Limettes (<i>Citrus aurantiifolia</i>)	
Mandarines (<i>Citrus reticulata</i> ; syn. : <i>Citrus deliciosa</i>)	
Autres	
Fruits à coque (Produit entier après enlèvement de la coque, à l'exception des châtaignes)	
Amandes (<i>Amygdalus communis</i> ; syn. : <i>Prunus dulcis</i>)	
Noix du Brésil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	
Noix de cajou (<i>Anacardium occidentale</i>)	
Châtaignes (<i>Castanea crenata</i> , <i>Castanea dentata</i> , <i>Castanea mollissima</i> , <i>Castanea sativa</i>)	
Noix de coco (<i>Cocos nucifera</i>)	
Noisettes (<i>Corylus avellana</i>)	
Noix de Queensland (<i>Macadamia ternifolia</i> ; syn. : <i>Macadamia integrifolia</i>) (<i>Macadamia tetraphylla</i>)	
Noix de pécan (<i>Carya illinoensis</i>)	
Pignons de pin, sans coquille (<i>Pinus pinea</i>)	
Pistaches (<i>Pistacia vera</i>)	
Noix communes (<i>Juglans nigra</i> , <i>Juglans regia</i>)	
Autres	
Fruits à pépins (produit entier après enlèvement du pédoncule)	
Pommes (<i>Malus domestica</i>)	
Piores (<i>Pyrus communis</i>)	
Coings (<i>Cydonia oblonga</i>)	
Nêfles (<i>Mespilus germanica</i>)	
Bibasses/Nêfles du Japon (<i>Eriobotrya japonica</i>)	
Autres	
Fruits à noyau (après entier après enlèvement du pédoncule)	
Abricots (<i>Armeniaca vulgaris</i> ; syn. : <i>Prunus armeniaca</i>)	
Cerises (douces) (<i>Cerasus avium</i> ; syn. : <i>Prunus avium</i>)	
Pêches (<i>Persica vulgaris</i> ; syn. : <i>Prunus persica</i>)	
Prunes (<i>Prunus domestica</i>)	
Autres	
Baies et petits fruits (Produit entier après enlèvement de la pointe, de la couronne et du pédoncule, à l'exception des groseilles)	
Raisins	Raisins de table (<i>Vitis vinifera</i>)
	Raisins de cuve (<i>Vitis vinifera</i>)
Fraises (<i>Fragaria x ananassa</i>)	
Fruits de ronces	Mûres (<i>Rubus sect. Rubus</i>)
	Mûres des haies (<i>Rubus caesius</i>)
	Framboises rouges ou jaunes (<i>Rubus idaeus</i>)
	Autres
Autres petits fruits et baies	Myrtilles (<i>Vaccinium angustifolium</i> , <i>Vaccinium corymbosum</i> , <i>Vaccinium formosum</i> , <i>Vaccinium virgatum</i>)

	Airelles canneberges (<i>Vaccinium macrocarpon</i>)
	Groseilles à grappes blanches, noires ou rouges (<i>Ribes nigrum</i> , <i>Ribes rubrum</i>)
	Groseilles à maquereau jaunes, rouges ou vertes (<i>Ribes uva-crispa</i>)
	Cynorrhodons (<i>Rosa canina</i> , <i>Rosa majalis</i> , <i>Rosa rugosa</i>)
	Mûres blanches ou noires (<i>Morus alba</i> , <i>Morus nigra</i>)
	Azeroles/Nèfles méditerranéennes (<i>Crataegus azarolus</i>)
	Baies de sureau noir (<i>Sambucus nigra</i>)
	Autres
Fruits divers (Produit entier après enlèvement du pédoncule, à l'exception des ananas)	
À peau comestible	Dattes (<i>Phoenix dactylifera</i>)
	Figues (<i>Ficus carica</i>)
	Olives de table (<i>Olea europaea</i>)
	Kumquats (<i>Fortunella japonica</i> , <i>Fortunella margarita</i>)
	Caramboles (<i>Averrhoa carambola</i>)
	Kakis/Paquemines du Japon (<i>Diospyros kaki</i>)
	Jamelongues/Prunes de Java (<i>Syzygium cuminii</i>)
	Autres
À peau non comestible et de petite taille	Kiwis jaunes, rouges ou verts (<i>Actinidia deliciosa</i> , <i>Actinidia chinensis</i>)
	Litchis (<i>Litchi chinensis</i>)
	Fruits de la passion/Maracudjas (<i>Passiflora edulis</i> ; syn. : <i>Passiflora laurifolia</i>)
	Figues de Barbarie/Figues de cactus (<i>Opuntia ficus-indica</i>)
	Caïmites/Pommes de lait (<i>Chrysophyllum cainito</i>)
	Plaquemines de Virginie/Kakis de Virginie (<i>Diospyros virginiana</i>)
	Autres
À peau non comestible et de grande taille	Avocats (<i>Persea americana</i>)
	Bananes (<i>Musa acuminata</i> , <i>Musa balbisiana</i> , <i>Musa balbisiana</i> x <i>Musa acuminata</i>)
	Mangues (<i>Mangifera indica</i>)
	Papayes (<i>Carica papaya</i>)
	Grenades (<i>Punica granatum</i>)
	Chérimoles (<i>Annona cherimola</i>)
	Goyaves (<i>Psidium guajava</i>)
	Ananas (<i>Ananas comosus</i>) (Produit entier après enlèvement de la couronne)
	Fruits de l'arbre à pain (<i>Artocarpus altilis</i>)
	Durions (<i>Durio zibethinus</i>)
	Corossols/Anones hérissées (<i>Annona muricata</i>)
	Autres
	Légumes frais
Légumes-racines et légumes-tubercules (Produit entier après enlèvement des fanes éventuelles et de la terre)	
Pommes de terre (<i>Solanum tuberosum</i> subsp. <i>Tuberosum</i>)	
Légumes-racines et légumes-tubercules	Racines de manioc (<i>Manihot esculenta</i>)
	Patates douces (<i>Ipomoea batatas</i>)
	Igname (<i>Dioscorea spp.</i>)

tropicaux	Marantes arundinacées (<i>Maranta arundinacea</i>)
	Autres
Autres légumes-racines et légumes-tubercules à l'exception des betteraves sucrières	Betteraves (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>)
	Carottes (<i>Daucus carota</i> subsp. <i>Sativus</i>)
	Céleris-raves/céleris-navets (<i>Apium graveolens</i> var. <i>rapaceum</i>)
	Raiforts (<i>Armoracia rusticana</i>)
	Topinambours (<i>Helianthus tuberosus</i>)
	Panais (<i>Pastinaca sativa</i>)
	Persil à grosse racine/Persil tubéreux (<i>Petroselinum crispum</i> convar. <i>radicosum</i>)
	Radis (<i>Raphanus sativus</i> , Groupe Radis)
	Salsifis (<i>Tragopogon porrifolius</i>)
	Rutabagas (<i>Brassica napus</i> subsp. <i>napobrassica</i>)
	Navets (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i>)
Autres	
Légumes-bulbes (Bulbes à maturité après enlèvement des pelures facilement détachables et de la terre, à l'exception des oignons de printemps/oignons verts et des ciboules)	
Aulx (<i>Allium sativum</i>)	
Oignons (<i>Allium cepa</i> , Groupe Oignons communs)	
Echalotes (<i>Allium cepa</i> , Groupe Aggregatum ; syn. : <i>Allium ascalonicum</i>)	
Oignons de printemps/Oignons verts et ciboules (<i>Allium cepa</i> , Groupe Oignons communs ; <i>Allium fistulosum</i>)	
Autres	
Légumes-fruits	
Solanacées (Produit entier après enlèvement du pédoncule et, dans le cas d'espèces du genre <i>Physalis</i> , des sépales)	Tomates (<i>Lycopersicon esculentum</i>)
	Poivrons doux/Piments doux (<i>Capsicum annum</i>)
	Aubergines (<i>Solanum melongena</i>)
	Gombos/Camboux (<i>Abelmoschus esculentus</i>)
	Autres
Cucurbitacées à peau comestible (Produit entier après enlèvement du pédoncule)	Concombres (<i>Cucumis sativus</i>)
	Cornichons (<i>Cucumis sativus</i>)
	Courgettes (<i>Curcubita pepo</i> , Groupe Courgettes)
	Autres
Cucurbitacées à peau non comestible (Produit entier après enlèvement du pédoncule)	Melons (<i>Cucumis melo</i>)
	Potirons (<i>Cucurbita maxima</i>)
	Pastèques (<i>Citrullus vulgaris</i> ; syn. : <i>Citrullus lanatus</i>)
	Autres
Maïs doux (<i>Zea mays</i> convar. <i>saccharata</i>) (Grains et épi sans tégument)	
Autres (Produit entier après enlèvement du pédoncule)	
Brassicacées à l'exception des racines et jeunes pousses de <i>Brassica</i> (Plante entière après enlèvement des racines et des feuilles flétries, à l'exception des choux de Bruxelles et des choux-raves)	
Choux (Développement de l'inflorescence)	Brocolis (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)
	Choux-fleurs (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)
	Autres
Choux pommés	Choux de Bruxelles, uniquement les choux proprement dits (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>)
	Choux pommés (<i>Brassica oleracea</i> car. <i>capitata</i>)

	Autres
Choux-feuilles	Choux de Chine/Pestai (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>Pekinensis</i>)
	Choux verts (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i> , <i>Brassica oleracea</i> var. <i>viridis</i>)
	Autres
Choux-raves (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>)	
Légumes-feuilles, fines herbes et fleurs comestibles (Produit entier après enlèvement des racines, des feuilles extérieures flétries et de la terre éventuelle, à l'exception des cressons et autres pousses, des jeunes pousses, notamment des espèces de Brassica, et de la ciboulette)	
Laitues et salades	Mâches/Salades de blé (<i>Valerianella locusta</i>)
	Laitues (<i>Lactuca sativa</i>)
	Scaroles/Endives à larges feuilles (<i>Cichorium endivia</i> var. <i>latifolia</i>)
	Cressons et autres pousses (<i>Lepidium sativum</i> subsp. <i>sativum</i>)
	Cressons de terre (<i>Barbarea verna</i>)
	Roquette/Rucola (<i>Eruca sativa</i>)
	Moutarde brune (<i>Brassica juncea</i> car. <i>rugosa</i>)
	Jeunes pousses, notamment des espèces de Brassica (Jeunes feuilles et pétioles de toute espèce cultivée, notamment de <i>Brassica</i> , récoltées jusqu'au stade de huit vraies feuilles)
	Autres
Epinards et feuilles similaires	Epinards (<i>Spinacia oleracea</i>)
	Pourpiers (<i>Portulaca oleracea</i>)
	Cardes/Feuilles de bettes (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>flavescens</i>)
	Autres
Feuilles de vigne et espèces similaires (<i>Vitis vinifera</i>)	
Cressons d'eau (<i>Nasturtium officinale</i>)	
Endives/Chicons (<i>Cichorium intybus</i> , Groupe <i>Foliosum</i>)	
Fines herbes et fleurs comestibles	Cerfeuil (<i>Anthriscus cerefolium</i>)
	Ciboulettes (<i>Allium schoenoprasum</i>)
	Feuilles de céleri (<i>Apium graveolens</i> var. <i>secalinum</i>)
	Persils (<i>Petroselinum crispum</i>)
	Sauge (<i>Salvia officinalis</i>)
	Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)
	Thym (<i>Thymus vulgaris</i>)
	Basilics et fleurs comestibles (<i>Ocimum basilicum</i>)
	(Feuilles de) Laurier (<i>Laurus nobilis</i>)
	Estragon (<i>Artemisia dracuncululus</i>)
Autres	
Légumineuses potagères (produit entier)	
Haricots non écosés (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	
Haricots écosés (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	
Pois non écosés (<i>Pisum sativum</i>)	
Pois écosés (<i>Pisum sativum</i>)	
Lentilles (<i>Lens culinaris</i> ; syn. : <i>Len esculenta</i>)	
Autres	
Légumes-tiges (Produit entier après enlèvement des parties flétries, de la terre et des racines, à l'exception des artichauts et des rhubarbes)	
Asperges (<i>Asparagus officinalis</i>)	
Cardons (<i>Cynara cardunculus</i> , Groupe Cardons)	

Céleris (<i>Apium graveolens</i> var. <i>dulce</i>)
Fenouils (<i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i>)
Artichauts (<i>Cynara cardunculus</i> , Groupe Artichauts) (Capitule entier, réceptacle compris)
Poireaux (<i>Allium ampeloprasum ampeloprasum</i> , Groupe Poireaux ; syn. : <i>Allium porrum</i>)
Rhubarbes (<i>Rhuem rhabarbarum</i>) (Tiges sans racines ni feuilles)
Pousses de bambou (<i>Bambusa vulgaris</i> , <i>Phyllostachys edulis</i>)
Cœurs de palmier (<i>Bactris gasipaes</i> , <i>Cocos nucifera</i> , <i>Daemonorops jenkinsiana</i> , <i>Euterpe oleracea</i>)
Autres
Champignons, mousses et lichens (Produit entier après enlèvement de la terre ou du milieu de culture)
Champignons de couche
Champignons sauvages
Mousses et lichens
Algues et organismes procaryotes
Algues et organismes procaryotes

Annexe B. Occurrence moyenne du chrome dans les fruits et légumes frais

Tableau 6. Concentration moyenne (LB et UB) en chrome total dans les fruits et légumes frais (exprimé en Cr³⁺) (EFSA, 2014b)

Denrées alimentaires	Conc. Moyenne (µg/kg)		n
	LB	UB	
Citrus fruits	21,7	38,7	1 448
Pome fruits	18,4	25,2	79
Stone fruits	9,5	21,9	255
Berries and small fruits	11,7	25,45	596
Miscellaneous fruits	15,1	42,5	209
Table olives (Olea europea)	145,5	145,5	2
Peanut (Arachis hypogea)	121,0	158,7	137
Beans (Phaseolus vulgaris)	163,4	165,4	59
Lentils (Lens culinaris syn. L. esculenta)	184,3	192,1	61
Peas (Pisum sativum)	258,0	264,9	39
Scarlet runner bean (Phaseolus coccineus)	7,3	7,3	26
Black eye bean (Vigna unguiculata)	222,5	222,5	4
Soya beans (Glycine max)	190,6	199,6	57
Soya beans flour	500,0	500,0	2
Chick pea (Cicer arietinum)	74,7	74,7	12
Beans, green, without pods (Phaseolus vulgaris)	58,0	63,9	72
Peas, green, without pods (Pisum sativum)	28,0	40,4	82
Oilseeds	214,0	227,3	455
Tree nuts (non-spécifié)	175,0	192,5	138
Almond, sweet (Prunus amygalus dulcis)	209,0	226,1	106
Cashew nuts (Anacardium occidentale)	210,0	210,0	1
Chestnuts (Castanea sativa)	0,0	22,5	2
Coconuts (Cocos nucifera)	0,0	20,0	2
Pistachios (Pistachia vera)	0,0	40,0	2
Hazelnuts (Corylus avellana)	101,9	122,6	15
Walnuts (Juglans regia)	57,0	57,0	2
News potatoes	9,6	18,7	319
Main-crop potatoes	5,4	18,6	54
Brassica vegetables	28,1	36,7	361
Garlic, bulb (Allium sativum)	580,0	580,0	1
Onions, bulb (Allium cepa)	52,5	58,7	220
Shallot, bulb (Allium ascalonicum, Allium cepa var. aggregatum)	67,3	80,7	3
Spring onions, bulb (Allium cepa)	4,5	13,2	24

Tomatoes (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	16,4	28,8	135
Peppers, paprika (<i>Capsicum annuum</i> , var. <i>grossum</i> and var. <i>longum</i>)	1,4	28,2	101
Aubergines (<i>Solanum melongena</i>)	28,2	38,0	8
Okra (<i>Hibiscus esculentus</i>)	473,5	473,5	4
Cucumbers (<i>Cucumis sativus</i>)	5,3	22,9	83
Gherkins (<i>Cucumis sativus</i>)	10,9	17,4	8
Courgettes (<i>cucurbita pepo</i> var. <i>meloepo</i>)	2,7	17,4	62
Pumpkins (<i>Curcubita maxima</i>)	11,1	22,4	7
Sweet corn (<i>Zea mays</i> var. <i>saccharata</i>)	72,5	75,0	6
Chilli pepper (<i>Capsicum frutescens</i>)	113,3	1 137,8	3
Leaf vegetables	14,1	43,2	94
Lamb's lettuce (<i>Valerianella locusta</i>)	100,5	111,6	162
Lettuce, excluding Iceberg-type lettuce (<i>Lactuca sativa</i>)	32,5	51,1	276
Iceberg-type lettuce	16,9	48,9	55
Endive, scarole (broad-leaf endive)	46,9	65,2	49
Rocket, Rucola (<i>Eruca sativa</i> , <i>Diplotaxis spec.</i>)	76,4	92,0	502
Spinach (fresh) (<i>Spinacia oleracea</i>)	119,6	124,5	168
Spinach (<i>Spinacia oleracea</i>), preserved, deep-frozen or frozen	129,1	130,1	112
Beet leaves (<i>Beta vulgaris</i>)	64,2	75,2	6
Vine leaves (grape leaves) (<i>Vitis euveitidis</i>)	272,0	272,0	10
Witloof (<i>cichorium intybus</i> . Var. <i>foliosum</i>)	5,6	22,3	10
Mustard seedling (<i>Sinapis alba</i>)	105,4	105,4	1
Dandelion leaf (<i>Taraxacum officinalis</i>)	49,0	56,5	2
Legumes vegetables	30,7	37,7	8
Root vegetables	23,2	35,8	574
Sea weeds	441,0	441,0	3
Asparagus (<i>Asparagus officinalis</i>)	14,1	24,2	137
Celery (<i>Apium graveolens</i> var. <i>dulce</i>)	6,3	38,3	33
Fennel (<i>Foeniculum vulgare</i>)	180,1	189,6	7
Globe artichokes (<i>Cynara scolymus</i>)	47,3	58,2	12
Leek (<i>Allium porrum</i>)	13,0	23,3	27

Rhubard (Rheum x hybridum)	|	34,1	|	41,1	|	60
----------------------------	--	------	--	------	--	----

Annexe C. Données d'exposition alimentaire chronique au chrome

Tableau 7. Exposition alimentaire chronique (EAC) au chrome
(exprimé en Cr³⁺, µg/kg pc/j) (EFSA, 2014)

Classe d'âge (année)	N	EAC moyenne		EAC haute (P95)		Denrées alimentaires qui contribuent majoritairement à l'EAC (% selon l'étude)
		LB Minimale	UB Maximale	LB Minimale	UB Maximale	
[0-1[	2	1,5	3,6	4,8	9,4*	Aliments pour nourrissons et petits enfants (3-53%), Lait et produits laitiers (13-18%)
[1-3[	9	2,3	5,9	3,4	9,0	Aliments pour nourrissons et petits enfants (1-26%), Lait et produits laitiers (9-25%), Pain et petits pains (0,3-12%), Chocolat et produits du cacao (?%), Légumes et produits des légumes (champignons inclus) (3-8%)
[3-10[	12	1,6	4,9	2,9	7,9	Lait et produits laitiers (7-22%), Chocolat et produits du cacao (4-32%), Pain et petits pains (1-19%), Légumes et produits des légumes (champignons inclus) (1-10%)
[10-18[	12	0,9	2,5	1,7	4,8	Pain et petits pains (6-20%), Chocolat et produits du cacao (3-40%), Lait et produits laitiers (6-17%), Boissons non-alcoolisées (1-37% ; surtout les boissons à base de chocolat/cacao en poudre), Légumes et produits des légumes (champignons inclus) (1-10%)
[18-65[	15	0,8	1,6	1,2	2,6	Pain et petits pains (0,4-18%), Lait et produits laitiers (5-15%), Boissons non-alcoolisées (2-15%), Produits du chocolat (cacao) (2-18%), Viande et produits de la viande (abats comestibles inclus) (5-10%), Pommes de terre et produits de la pomme de terre (1-13%), Légumes et produits des légumes (champignons inclus) (2-13%).
[65-75[	6	0,6	1,4	1,1	2,0	Pain et petits pains (0,4-23%), Boissons non-alcoolisées (4-17%), Légumes et produits des légumes (champignons inclus) (5-15%), Fruits et produits des fruits (4-10%).
[75-...[	7	0,7	1,5	1,2	2,3	

N : nombre d'études

* : Minimale UB