

AVIS 02-2017

Objet:

**Risques liés à l'utilisation de peroxyde
d'hydrogène dans l'eau de lavage des graines
germées et des légumes de 4^{ème} gamme**

(SciCom N°2016/18)

Avis approuvé par le Comité scientifique le 13 janvier 2017.

Mots-clés : Peroxyde d'hydrogène, graines germées, légumes de 4^{ème} gamme, eau de lavage

Key terms: Hydrogen peroxide, sprouted seeds, 4th range vegetable, was water

Table des matières

Résumé	3
Summary	4
1. Termes de référence	6
1.1. Questions	6
1.2. Dispositions législatives	6
1.3. Méthodologie	6
2. Définitions	6
3. Introduction	7
4. Evaluation du risque	7
4.1. Identification du danger	7
4.1.1. Le peroxyde d'hydrogène et ses propriétés physico-chimiques	7
4.1.2. Les impuretés et agents stabilisateurs	9
4.1.3. Usage du peroxyde d'hydrogène	10
4.1.4. Usage du peroxyde d'hydrogène pour la décontamination des graines germées et des légumes de 4 ^{ème} gamme	11
4.1.5. Méthode d'analyse	12
4.1.6. Toxicité	12
4.2. Caractérisation du danger	14
4.3. Estimation de l'exposition	15
4.3.1. Occurrence	15
4.3.2. Données de consommation	15
4.3.3. Exposition	16
4.4. Caractérisation du risque	17
4.4.1. Caractérisation des risques des produits de réaction ainsi que de la présence d'impuretés ou d'additifs/agents stabilisateurs	18
5. Incertitudes	18
6. Conclusions	19
7. Recommandations	20
Références	21
Annexe 1	24
Membres du Comité scientifique	25
Conflit d'intérêts	25
Remerciement	25
Composition du groupe de travail	26
Cadre juridique	26
Disclaimer	26

Tableaux

Tableau 1. Propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène pur (100%) (Source: ECHA, 2003)	8
Tableau 2. Propriétés physico-chimiques de solutions peroxyde d'hydrogène - eau (Source: ECHA, 2003)	8
Tableau 3. Exemples d'additifs et agents stabilisateurs dans les solutions de peroxyde d'hydrogène (source: ECHA, 2003)	9
Tableau 4. Statistique de consommation aiguë des quantités de légumes consommées (g/kg pc/jour) au sein de la population belge âgée de 1 à plus de 75 ans, par groupe d'âge (source : EFSA)	15
Tableau 5. Quantité de germes et de pousses consommées un jour de consommation (g/ kg poids corporel/ jour) au sein de la population âgée de 3 à 64 ans, par groupe d'âge, Belgique, 2014 (source : Brocatus <i>et al.</i> , 2016)	16
Tableau 6. Estimation de l'exposition au peroxyde d'hydrogène chez les adultes via l'ingestion de légumes de 4 ^{ème} gamme ou de graine germées contaminés à une concentration de 1,5 mg/kg et calcul de la marge de sécurité (MOS)	17
Tableau 7. Estimation de l'exposition au peroxyde d'hydrogène chez les enfants (3 à 9 ans) via l'ingestion de légumes de 4 ^{ème} gamme ou de graines germées contaminées à une concentration de 1, 5 mg/kg et calcul de la marge de sécurité (MOS)	17

Résumé

Contexte & Questions

Le lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme est une étape importante permettant, entre autre, de réduire la charge microbienne. L'emploi de solutions de certains composés, utilisés comme auxiliaires technologiques, a pour but de réduire la charge microbologique dans l'eau de lavage sans compromettre la qualité du produit. Cependant, ces solutions peuvent laisser des résidus dans les denrées alimentaires. C'est pourquoi, les risques liés à l'emploi de ces auxiliaires technologiques doivent être évalués.

Les deux questions suivantes sont adressées au Comité scientifique afin d'avoir un avis sur l'utilisation spécifique de peroxyde d'hydrogène dans l'eau de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme.

- Quels sont les risques pour la sécurité alimentaire liés à l'utilisation de peroxyde d'hydrogène comme auxiliaire technologique dans l'eau de rinçage des graines germées ?
- Quels sont les risques pour la sécurité alimentaire liés à l'utilisation de peroxyde d'hydrogène comme auxiliaire technologique dans l'eau de rinçage des légumes de 4^{ème} gamme ?

Méthodologie

Le Comité scientifique dispose de très peu d'information sur le procédé de lavage/rinçage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme ainsi que sur la nature des solutions de peroxyde d'hydrogène généralement utilisées dans ce procédé.

En l'absence de données, le Comité scientifique a effectué un scénario d'exposition sur base de concentrations hypothétiques en vue d'évaluer les risques liés à l'utilisation de peroxyde d'hydrogène comme auxiliaire technologique dans l'eau de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme. La marge de sécurité (MOS) a été utilisée pour caractériser les risques associés à l'ingestion de peroxyde d'hydrogène. Une MOS inférieure à 1000 indique un risque pour le consommateur.

Résultats

Le peroxyde d'hydrogène a une toxicité faible et est considéré comme n'ayant pas d'effet néfaste pour l'environnement en raison de sa dégradation rapide. L'emploi de peroxyde d'hydrogène pour la décontamination est jugé moins toxique que l'emploi de solutions à base de chlore qui peuvent former des sous-produits halogénés parmi lesquels certains sont cancérogènes. Le peroxyde d'hydrogène est rapidement décomposé en oxygène et en eau. Cependant, en tant qu'oxydant fort, il génère des radicaux hydroxyles libres qui peuvent réagir avec les molécules organiques comme les protéines, les acides nucléique et les lipides.

Le peroxyde d'hydrogène étant une substance réactive instable qui se dégrade rapidement en oxygène et en eau, la probabilité est négligeable que du peroxyde d'hydrogène soit encore présent dans les graines germées ou les légumes de 4^{ème} gamme suite à leur rinçage avec une solution de peroxyde d'hydrogène à 2%. C'est pourquoi, en absence de données concernant la présence de résidus de peroxyde d'hydrogène dans les produits concernés, la limite de détection d'une méthode analytique de dosage du peroxyde d'hydrogène a été utilisée pour calculer l'exposition du consommateur. Sur base des données de consommation belges concernant les légumes, la consommation de graines germées ou de légumes de 4^{ème} gamme ne devrait pas engendrer de risque pour le consommateur lorsque la concentration résiduelle en peroxyde d'hydrogène après traitement est $\leq 1,5$ mg/kg (limite de détection). En effet, les valeurs de marge de sécurité (MOS) sont alors bien supérieures à 1000 (comprises entre 1 238 et 50 980).

Cependant, les solutions de peroxyde d'hydrogène présentes sur le marché sont susceptibles de contenir des additifs/agents stabilisateurs et des impuretés. Même si certains de ces additifs/agents stabilisateurs et impuretés sont connus, il manque encore beaucoup d'informations concernant à la fois leur composition complète et leur concentration dans les solutions de peroxyde d'hydrogène (probablement) utilisées par les opérateurs. Il n'est par conséquent pas possible d'estimer le risque lié à la présence résiduelle de tous ces additifs/agents stabilisateurs et de ces impuretés.

De même, il n'est pas possible d'évaluer les risques liés à la formation possible de produits de réaction avec les composants alimentaires, parce que les connaissances à ce sujet sont insuffisantes.

Conclusions

Dû à l'instabilité dans l'eau et à la réactivité chimique élevée, il est peu probable que le peroxyde d'hydrogène puisse persister intact dans les graines germées ou les légumes de 4^{ème} gamme.

Le Comité scientifique estime que la consommation de graines germées ou de légumes de 4^{ème} gamme ne devrait pas engendrer de risque pour le consommateur lorsque la concentration résiduelle en peroxyde d'hydrogène est $\leq 1,5$ mg/kg (limite de détection).

Toutefois, étant donné l'état des connaissances insuffisantes concernant les additifs et les impuretés présents dans les solutions de peroxyde d'hydrogène, ainsi que concernant les produits de réaction formés avec les aliments, la manière dont ils sont formés et leurs propriétés toxiques, une évaluation des risques liée à l'utilisation du peroxyde d'hydrogène plus approfondie est nécessaire sur base de ces éléments. De plus, pour avoir l'assurance de l'absence de résidus de peroxyde d'hydrogène dans les graines germées et les légumes de 4^{ème} gamme, le Comité scientifique recommande de procéder à des analyses.

Summary

Background & Terms of reference

Washing sprouted seeds and 4th range vegetables is an important step, among others, to reduce the microbial load. The use of solutions of some chemicals, as processing aids, aim to reduce the microbiological load in the wash water without compromising the product quality. However, these solutions can leave residues in food. Therefore, the risks associated with the use of processing aids should be evaluated.

The following two questions are addressed to the Scientific Committee in order to have an opinion on the specific use of hydrogen peroxide in the wash water of sprouted seeds and 4th range vegetables.

- What are the food safety risks related to the use of hydrogen peroxide as a processing aid in the rinsing water of sprouted seeds?
- What are the food safety risks related to the use of hydrogen peroxide as a processing aid in the rinsing water of 4th range vegetables?

Methodology

The Scientific Committee has very little information on the washing/rinsing process of sprouted seeds and 4th range vegetables as well as on the nature of the solutions of hydrogen peroxide generally used in this process.

In absence of data, the Scientific Committee has conducted an exposure scenario based on hypothetical concentrations in order to assess the risks associated with the use of hydrogen peroxide as a processing aid in wash water of sprouted seed and 4th range vegetables. The margin of safety (MOS) was used to characterize the risks associated with the intake of hydrogen peroxide. A MOS less than 1.000 gives an indication of a risk for the consumer.

Results

Hydrogen peroxide has a low toxicity and is considered as not harmful for the environment due to its rapid degradation. The use of hydrogen peroxide for decontamination is considered to be less toxic than the use of chlorine-based solutions that can form halogenated by-products among which some are carcinogenic. Hydrogen peroxide is rapidly decomposed into oxygen and water. However, as a strong oxidant, it generates free hydroxyl radicals which can react with organic molecules such as proteins, nucleic acids and lipids.

Since hydrogen peroxide is an unstable reactive substance that degrades rapidly into oxygen and water, the probability is negligible that hydrogen peroxide is present in sprouted seeds or 4th range vegetables following rinsing with a solution of 2% hydrogen peroxide. Therefore, in absence of data on the presence of hydrogen peroxide residues in the concerned products the limit of detection of an analytical method for the determination of hydrogen peroxide was used to calculate consumer exposure. Based on the Belgian consumption data on vegetables, consumption of sprouted seeds or 4th range vegetables should not generate a risk to the consumer when the residual concentration of hydrogen peroxide after treatment is ≤ 1.5 mg/kg (detection limit). In fact, the margin of safety (MOS) values are well above 1.000 (between 1.238 and 50.980).

However, the hydrogen peroxide solutions present on the market are likely to contain additives/stabilizing agents and impurities. Although some of these additives/stabilizing agents and impurities are known, there is still a big lack of information concerning both their complete composition and concentration in hydrogen peroxide solutions (potentially) used by the operators. It is therefore not possible to estimate the risk of the residual presence of these additives/stabilizing agents and of these impurities.

Similarly, it is not possible to assess the risk linked to the possible formation of reaction products with food components because there is insufficient knowledge of this subject.

Conclusions

Due to its instability in water and high chemical reactivity, it is unlikely that hydrogen peroxide remains intact in sprouted seeds or in 4th range vegetables.

The Scientific Committee estimates that the consumption of sprouted seeds or 4th range vegetables does not represent a risk to the consumer when the residual concentration of hydrogen peroxide is ≤ 1.5 mg/kg (detection limit).

However, given the insufficient knowledge in regard to additives and impurities present in the hydrogen peroxide solutions and of the reaction products formed with foods, the manner in which these are formed and their toxic properties, a more extensive risk assessment linked to the use of hydrogen peroxide is necessary based on these elements. In addition, to ensure the absence of hydrogen peroxide residues in sprouted seeds and 4th range vegetables, the Scientific Committee recommends that analyzes are carried out.

1. Termes de référence

1.1. Questions

Les deux questions suivantes sont adressées au Comité scientifique :

- Quels sont les risques pour la sécurité alimentaire liés à l'utilisation de peroxyde d'hydrogène comme auxiliaire technologique dans l'eau de rinçage des graines germées ?
- Quels sont les risques pour la sécurité alimentaire liés à l'utilisation de peroxyde d'hydrogène comme auxiliaire technologique dans l'eau de rinçage des légumes de 4^{ème} gamme ?

1.2. Dispositions législatives

Règlement (CE) N° 178/2002 du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires.

Règlement (CE) N° 852/2004 du Parlement Européen du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires.

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

Arrêté royal du 14 novembre 2003 relatif à l'autocontrôle, à la notification obligatoire et à la traçabilité dans la chaîne alimentaire.

1.3. Méthodologie

Le Comité scientifique dispose de très peu d'information sur le procédé de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme ainsi que sur la nature des solutions de peroxyde d'hydrogène généralement utilisées dans ce procédé. A titre d'information dans la demande d'avis, un exemple a été donné sur l'utilisation de peroxyde d'hydrogène lors de la production de graines germées en production primaire (voir annexe). Aucun exemple d'utilisation du peroxyde d'hydrogène pour le lavage des légumes de 4^{ème} gamme n'a été donné.

En l'absence de données, le Comité scientifique a effectué un scénario d'exposition sur base de concentrations hypothétiques en vue d'évaluer les risques liés à l'utilisation de peroxyde d'hydrogène comme auxiliaire technologique dans l'eau de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme. La marge de sécurité (Margin of safety - MOS) a été utilisée pour caractériser les risques associés à l'ingestion de peroxyde d'hydrogène. La MOS est le rapport entre la dose sans effet néfaste observé chez les animaux d'expérience et l'ingestion journalière estimée chez l'homme. Une MOS inférieure à 1000 indique un risque pour le consommateur.

Cet avis est fondé sur une opinion d'experts et des données disponibles dans la littérature scientifique.

2. Définitions

Auxiliaire technologique : un auxiliaire technologique est défini comme toute substance qui n'est pas consommée comme ingrédient alimentaire en soi, volontairement utilisée dans la transformation de matières premières, de denrées alimentaires ou de leurs ingrédients, pour répondre à un certain objectif technologique pendant le traitement ou la transformation et pouvant avoir pour résultat la

présence non intentionnelle mais techniquement inévitable de résidus de cette substance ou de ses dérivés dans le produit fini, à condition que ces résidus ne présentent pas de risque sanitaire et n'aient pas d'effets technologiques sur le produit fini (Règlement (CE) n°1333/20008).

Légume de 4^{ème} gamme : Ce terme désigne des légumes épluchés ou pelés, lavés, coupés ou non, et conditionnés réfrigérés (max 7°C) en vrac, sous atmosphère non modifiée, modifiée ou sous vide. Il s'agit toujours de produits crus, qui n'ont pas subi de cuisson (blanchissement, pasteurisation, stérilisation, pré-cuisson). La valeur de l'activité de l'eau (aw) est très élevée (>0,98). Le pH varie de 4.2 à 6.5 (Guide d'autocontrôle de l'industrie de transformation et négoce des pommes de terre, fruits et légumes).

Vu les discussions durant la réunion du groupe de travail du 30 septembre 2016 et lors des séances plénières des 18 novembre 2016, 16 décembre 2016 et 13 janvier 2017,

le Comité scientifique émet l'avis suivant:

3. Introduction

Le lavage des légumes de 4^{ème} gamme et des graines germées est une étape importante au cours de laquelle le risque microbiologique /chimique peut être réduit. Des auxiliaires technologiques tels que les acides organiques (entre autres l'acide acétique, l'acide lactique, l'acide citrique, ...) ou des substances actives tels que le chlore, le dioxyde de chlore, le peroxyde d'hydrogène, ... servent à réduire la charge microbiologique dans l'eau de lavage afin de respecter les exigences de l'eau propre ou de l'eau potable (Guide d'autocontrôle de l'industrie de transformation et négoce des pommes de terre, fruits et légumes). Si ces produits sont utilisés, le processus de lavage doit être suffisamment validé pour démontrer qu'aucun résidu (nocif) ne subsiste dans les produits.

Pour des légumes de 4^{ème} gamme prêts à être consommés, la dernière étape du lavage sera effectuée avec de l'eau potable (Guide d'autocontrôle de l'industrie de transformation et négoce des pommes de terre, fruits et légumes).

Le secteur primaire des graines germées utilise certaines substances, notamment du peroxyde d'hydrogène, dans le but de respecter la législation ayant trait aux contaminants microbiologiques.

L'AFSCA souhaite avoir un avis concernant les risques pour la sécurité alimentaire liés à l'utilisation spécifique de peroxyde d'hydrogène dans l'eau de lavage (rinçage) des légumes de 4^{ème} gamme et des graines germées destinées à la consommation.

4. Evaluation du risque

4.1. Identification du danger

4.1.1. Le peroxyde d'hydrogène et ses propriétés physico-chimiques

La formule moléculaire du peroxyde d'hydrogène (N°C AS : 7722-84-1) est H₂O₂ et la structure est la suivante : H - O - O - H. Le peroxyde d'hydrogène est fabriqué en solution aqueuse contenant de 35% à <70% (poids) de peroxyde d'hydrogène. Les propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène pur et du peroxyde d'hydrogène en mélange sont présentées aux tableaux 1 et 2, respectivement.

Tableau 1. Propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène pur (100%) (Source : ECHA, 2003)

Propriétés	Valeur
Poids moléculaire	34,02 g/mol
Point de fusion	-0,40 – 0,43°C
Point d'ébullition	150-152°C décomposition
Densité	1,4425 g/cm ³ (25°C)
Pression de vapeur	3 hPa (25°C)
Solubilité dans l'eau	Miscible en toute proportion
Log Kow	-1,5 (calculé)
pKa	11,62 (25°C)
Constante de la loi d'Henry	7,5.10-4Pa m ³ /mol (20°C) mesuré

Tableau 2. Propriétés physico-chimiques de solutions peroxyde d'hydrogène - eau (Source : ECHA, 2003)

H ₂ O ₂ %	35% w/w	50% w/w	70% w/w	90% w/w
Melting point	-33°C	-52°C	-40°C	-11°C
Boiling point	108°C	114°C	125°C	141°C
Density (25°C)	1.1282	1.1914	1.2839	1.3867
Vapour pressure (partial)	0.48 hPa (30°C)	0.99 hPa (30°C)	2 hPa (30°C)	
Vapour pressure (total)		24 hPa (30°C)	14.7 hPa (30)°C	6.7 hPa (30°C)
Saturated vapour concentration at 25 °C (mg/m ³)		787	1,685	3,049
Surface tension mN/m (20 °C)	74.6	75.7	77.3	79.2
Viscosity (1 · 10 ⁻³ kg/ms)	1.11	1.17	1.24	1.26

Le peroxyde d'hydrogène est une substance réactive instable. Sa décomposition est hautement exothermique. Elle engendre la production d'oxygène gazeux et d'eau. Le peroxyde d'hydrogène est un oxydant fort qui peut réagir avec les molécules organiques comme les protéines, les acides nucléiques et les lipides. Ceux-ci sont oxydés ou clivés en plusieurs composés. Le peroxyde d'hydrogène agit en générant des radicaux libres, dont le radical hydroxyle HO°. Ce radical produit une action létale en détruisant les membranes cellulaires par peroxydation des lipides, et agit sur les fonctions thiols des enzymes et des protéines structurales (Denyer et Stewart, 1998; Russel et Chopra, 1996, cité par Maris, 2011). Les réactions chimiques peuvent conduire à la désactivation des fonctions cellulaires vitales et par conséquent à la mort cellulaire. En fonction de la concentration, le peroxyde d'hydrogène peut irriter ou endommager les tissus biologiques touchés.

Le peroxyde d'hydrogène et les solutions d'acide peracétique sont corrosifs. La corrosion du système de traitement de l'eau due au peroxyde d'hydrogène dépend de la quantité d'oxygène dissout produite. L'oxygène provoque la corrosion des métaux contenant du fer. Les surfaces de tôle de fer se corrodent spontanément dans des conditions acides produisant des espèces de fer (principalement des ions ferreux) dissoutes en solution aqueuse, qui réagissent avec le peroxyde d'hydrogène par la réaction de Fenton (Namkung *et al.*, 2005). D'après Luukkonen *et al.* (2015), les mesures de corrosion effectuées avec des solutions d'acide peracétique indiquent que le taux de corrosion est négligeable sur les aciers inoxydables (< 6 µm par an) tandis qu'il est significativement plus élevé sur les aciers carbonés (< 500 µm/an). Ces résultats indiquent que l'acier carboné n'est pas un matériau adéquat pour entrer en contact avec des solutions d'acide peracétique. D'après la FAO (1993), l'emploi de peroxyde d'hydrogène ou d'acide peracétique comme désinfectant ne comporterait pas de risque de

corrosion vis-à-vis des aciers inoxydables austénitiques couramment utilisés en industrie alimentaire. La qualité de l'inox qui entre en contact avec des agents oxydants comme le peroxyde d'hydrogène aura donc une influence sur la corrosion du métal.

4.1.2. Les impuretés et agents stabilisateurs

En vertu de la circulaire de l'AFSCA du 13/03/2013 relative à l'utilisation d'auxiliaires technologiques dans la préparation des denrées alimentaires, les fournisseurs d'auxiliaires technologiques doivent fournir des informations relatives aux impuretés (contaminants potentiels), à la réactivité chimique de l'auxiliaire technologique qui modifie le produit alimentaire et aux interactions avec d'autres substances et métabolites. Cette information est nécessaire pour permettre à l'opérateur d'évaluer les risques liés à l'utilisation de ces substances.

D'après l'ECHA (2003), les concentrations en impuretés ne sont pas élevées (< 0,1%) dans les solutions de peroxyde d'hydrogène. Les impuretés sont constituées de résidus d'évaporation (concentration \leq 0,006% w/w), d'impuretés inorganiques (concentration totale \leq 0,001% w/w) et d'impuretés organiques (0,005-0,1% w/w). Les impuretés comme le plomb, le mercure, le cadmium et l'arsenic sont présentes à des concentrations inférieures à 1 mg/kg.

Le peroxyde d'hydrogène dit "stabilisé" contient des agents permettant de complexer ou d'adsorber les impuretés en solution. Ces agents stabilisants sont par exemple des phosphates, stanates ou silicates de sodium, de l'acide phosphorique ou bien encore de l'acétanilide (INERIS, 2014). Le tableau 3 reprend les additifs et les agents stabilisateurs que l'on peut retrouver dans les solutions de peroxyde d'hydrogène. Les sels nitriques sont utilisés comme passivant (passivator), c'est-à-dire comme agent inhibant ou ralentissant la corrosion dans les récipients de stockage en aluminium ou en acier inoxydable (INRIS, 2007).

Malheureusement, il est rare de connaître la composition exacte, en terme d'agents stabilisateurs, des solutions de peroxyde d'hydrogène utilisées comme auxiliaires technologiques pour le lavage des légumes de 4^{ème} gamme et des graines germées.

Tableau 3. Exemples d'additifs et agents stabilisateurs dans les solutions de peroxyde d'hydrogène
(Source : ECHA, 2003)

N°CAS	N° EINECS	Nom IUPAC	Valeur
7664-38-2	231-633-2	Phosphoric acid	10-300 mg/l
10049-21-5	/	Sodium phosphate	10-300 mg/l
12209-98-2	/	Sodium stannate	10-300 mg/l
7783-20-2	231-984-1	Ammonium sulphate	10-300 mg/l
1344-09-8	215-687-4	Sodium silicate	/
103-84-4	203-150-7	Acetanilide	/
1127-45-3	214-430-3	8-hydroxyquinolie pyridine carboxylic acids	/
147-71-7	205-695-6	Tartaric acid	/
65-85-0	200-618-2	Benzoic acids	/

/ : pas de données disponibles

4.1.3. Usage du peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène est produit dans des volumes modérément élevés et est largement utilisé. Ses principales utilisations sont le blanchiment de la pâte à papier (48%) et la fabrication de composés chimiques (38%) comme le perborate de sodium et l'acide peracétique (ECHA, 2003). Les 15% restant sont utilisés en Europe pour différentes applications comme le blanchiment des textiles, des applications environnementales, la gravure du métal, la désinfection chimique des instruments et des surfaces, la fabrication de puces en métaux semi-conducteurs, la désinfection de l'eau potable, comme désinfectant des emballages et pour le blanchiment de certaines denrées alimentaires (ECHA, 2003). Moins de 1 à 4% du volume de production est utilisé pour des applications personnelles et domestiques comme nettoyant ménager, le blanchiment des dents, la transformation des denrées alimentaires, la désinfection des blessures et de la bouche, et la désinfection des lentilles de contact. Les cosmétiques, dentifrices et déodorants, contiennent ou ont contenu du peroxyde d'hydrogène (ECHA, 2003).

Le peroxyde d'hydrogène est naturellement présent à de faibles teneurs dans l'air et l'eau, dans les tissus humains et végétaux et les bactéries, et dans les aliments et les boissons (IARC, 1999).

Le peroxyde d'hydrogène (4–12%) est une composante des solutions antimicrobiennes en mélange avec de l'acide acétique (40–50%), et éventuellement avec de l'acide octanoïque (3–10%) et de l'HEDP (1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic acid) (EFSA, 2014; JECFA, 2004). L'HEDP (<1%) est utilisé comme agent stabilisateur. Ces solutions antimicrobiennes sont destinées, dans certains pays, à la décontamination des carcasses de poulets et de la viande et sont utilisées dans l'eau de lavage des fruits et légumes frais et transformés.

Le peroxyde d'hydrogène est autorisé comme biocide suivant le Règlement (EU) n°528/2012, pour les applications suivantes :

- Type de produits 1 (Hygiène humaine) : les produits à base de peroxyde d'hydrogène (35% (w/w) et 49,9% (w/w)) sont utilisés pour la désinfection topique de la peau humaine avec une allégation générale «désinfectant».
- Type de produits 2 (Désinfectants) comme désinfectant de surfaces,
- Type de produits 3 (Hygiène vétérinaire) : Le peroxyde d'hydrogène est utilisé pour la désinfection professionnelle du logement de l'animal par pulvérisation,
- Type de produits 4 (Surfaces en contact avec les denrées alimentaires et les aliments pour animaux): le peroxyde d'hydrogène est utilisé pour aseptiser l'emballage des denrées alimentaires.
- Type de produits 5 (Eau potable) : Le peroxyde d'hydrogène est utilisé pour la désinfection de l'eau potable pour les animaux ou les humains. La désinfection de l'eau potable pour les animaux est la principale utilisation.
- Type de produits 6 (Protection des produits pendant le stockage) : Le peroxyde d'hydrogène est utilisé pour la conservation des revêtements et des pigments utilisés dans l'industrie du papier.

L'emploi de peroxyde d'hydrogène pour la décontamination des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme n'est pas couvert par le Règlement (EU) n°528/2012. Il s'agit d'un emploi comme auxiliaire technologique.

4.1.4. Usage du peroxyde d'hydrogène pour la décontamination des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme

Le lavage des fruits et des légumes est une des étapes permettant de réduire la charge microbienne. Le lavage avec des solutions désinfectantes a pour objectif d'améliorer la réduction de la charge microbienne et d'éviter une contamination croisée de l'eau de lavage (Van Haute *et al.*, 2015). Le chlore est l'un des désinfectants les plus utilisés, généralement sous forme d'hypochlorite (de sodium ou de calcium) à des concentrations de 50 à 200 ppm (temps de contact 1 à 2 minutes) pour la désinfection des équipements de transformation, des surfaces en contact avec des denrées alimentaires, ainsi que pour le lavage des produits frais coupés (Alexandre *et al.*, 2012).

Des traitements alternatifs aux solutions chlorées, utilisés dans l'industrie des produits frais coupés, sont le dioxyde de chlore, les acides peroxyacétique et lactique, le peroxyde d'hydrogène, l'eau électrolysée, la lumière UV, les ultra-sons et l'ozone (Ölmez et Kretzschmar, 2009).

Le peroxyde d'hydrogène possède des propriétés bactéricides et bactériostatiques, aussi en raison de sa capacité à former d'autres espèces oxydantes cytotoxiques comme les radicaux hydroxyles (Ölmez et Kretzschmar; Parisch *et al.*, 2003). L'un des avantages de l'emploi du peroxyde d'hydrogène semble être qu'il ne produit pas de résidus toxiques puisqu'il est décomposé en eau et en oxygène par l'enzyme catalase naturellement présente dans denrées alimentaires d'origine végétale (Ölmez et Kretzschmar, 2009). Le peroxyde d'hydrogène est reconnu comme étant peu néfaste pour l'environnement (Alexandre *et al.*, 2012). Son principal inconvénient est sa phytotoxicité. Il serait phytotoxique à des concentrations >15% (EFSA, 2016).

Le peroxyde d'hydrogène est généralement utilisé à des concentrations de 1 à 5% pour la désinfection des surfaces en contact avec les denrées alimentaires et des matériaux d'emballage dans des opérations de remplissage aseptiques (Parisch *et al.*, 2003 ; Alexandre *et al.*, 2012). L'efficacité antimicrobienne du peroxyde d'hydrogène à des concentrations plus élevées (4-5%) est comparable à un traitement avec 100 - 200 ppm de chlore (Ölmez et Kretzschmar, 2009).

Le code d'usage sur la production hygiénique des graines germées au Canada (Agence canadienne d'inspection des aliments) mentionne un traitement au peroxyde d'hydrogène 6 à 10% pendant 10 minutes pour la décontamination des graines germées. Les graines doivent être bien agitées dans des volumes importants de solution de décontamination, afin d'accroître au maximum la surface de contact. Le volume de solution doit être au moins cinq fois plus important que la quantité de graines (pour chaque 5 kg de graines, au moins 25 L de solution doivent être utilisés). Les graines doivent être rincées en profondeur avec de l'eau potable après le traitement antimicrobien. Le rinçage à l'eau potable doit être répété jusqu'à ce que tout le composé actif soit éliminé.

Le peroxyde d'hydrogène présent dans les denrées alimentaires après traitement peut être enlevé par l'action de la catalase endogène ou par rinçage à l'eau directement après traitement afin d'éviter des réactions avec les constituants alimentaires (Alexandre *et al.*, 2012). Le JECFA (2004) indique que les réactions avec les constituants alimentaires sont observées dans des études réalisées à des concentrations élevées et sous des périodes d'exposition longues. Le JECFA ne donne pas d'information sur les produits de réaction.

Une réduction de la charge bactérienne de 3,57 log CFU/g et de 3,25 log CFU/g a été rapportée pour un traitement au peroxyde d'hydrogène 6% pendant 30 secondes et au peroxyde d'hydrogène 8% pendant 10 minutes, respectivement (Ding *et al.*, 2013). Ces traitements donnent une réduction bactérienne modérée (<3.50 log CFU/g). L'emploi de peroxyde d'hydrogène à de faibles concentrations (1-2%) semble cependant peu efficace pour réduire le nombre de bactéries pathogènes dans les produits frais (Ölmez et Kretzschmar, 2009).

4.1.5. Méthode d'analyse

L'analyse du peroxyde d'hydrogène peut être effectuée par titration, par spectrophotométrie, par fluorescence et par chimi-luminescence. Des méthodes pour le dosage du peroxyde d'hydrogène dans l'eau sont décrites dans la littérature mais pas pour le dosage dans les graines germées et les légumes de 4^{ème} gamme. Un avis de l'AFSSA (2002) indique que le peroxyde d'hydrogène peut être dosé par colorimétrie dans les eaux d'essorage des salades. La limite de détection de cette méthode est de 25 µg/L.

Les méthodes d'analyses qualitatives rapportées par l'AESAN (2011) pour l'analyse du peroxyde d'hydrogène dans les céphalopodes incluent un test commercial (Quantofix) avec une limite de détection de 1,5 mg/kg et une méthode colorimétrique à l'iodure de potassium (limite de détection de 0,6 mg/kg). La méthode d'analyse quantitative recommandée par l'AESAN (2011) pour l'analyse du peroxyde d'hydrogène dans les céphalopodes est une méthode basée sur la détection spectrophotométrique d'un complexe coloré, xylenol-Fe³⁺ (PeroxiDetect[®] Kit) avec une limite de détection de 1 mg/kg.

4.1.6. Toxicité

Les solutions concentrées de peroxyde d'hydrogène ont un effet corrosif (INRS, 2007). Des irritations locales, et dans des cas peu communs des dommages de la peau, des yeux, des gencives et/ou des dents sont des effets néfastes causées par une exposition au peroxyde d'hydrogène.

Toxicocinétique, métabolisme et distribution

Le peroxyde d'hydrogène est naturellement formé dans les cellules de l'organisme, comme sous-produit métabolique, par les mitochondries, le réticulum endoplasmique, les peroxysomes et diverses enzymes (INRS, 2007). La glutathion peroxydase et la catalase, présentes dans l'organisme des mammifères, sont parmi les enzymes fréquemment mises en œuvre pour la décomposition du peroxyde d'hydrogène (INRS, 2007). Cette décomposition en eau et oxygène est rapide sur les muqueuses et les zones de peau lésées. On a néanmoins pu démontrer que le peroxyde d'hydrogène pénètre à travers l'épiderme et les muqueuses.

L'évaluation de la toxicocinétique suggère que le peroxyde d'hydrogène peut uniquement entrer dans la circulation systémique en cas d'exposition à des concentrations élevées (ingestion accidentelle de solutions de peroxyde d'hydrogène). Le peroxyde d'hydrogène a été détecté dans le sérum et le foie (IARC, 1999).

Toxicité aiguë

- par voie orale

Les valeurs LD₅₀ (doses létale pour 50% de la population exposée) par voie orale chez le rat varient de 800 mg/kg pour H₂O₂ (70%) à plus de 5.000 mg/kg pour H₂O₂ (10%). Des cas d'incidents humains par ingestion ont été rapportés. Cependant, la dose n'est pas connue. Le mécanisme des effets systémiques est une embolie pulmonaire.

L'ingestion accidentelle de solutions de peroxyde d'hydrogène conduit à des irritations gastro-intestinales. Des vomissements (mousseux due à la libération d'oxygène), de l'hématémèse, des brûlures de la gorge et de la distension gastrique due à la libération d'oxygène, de la léthargie, du coma, des convulsions, des chocs et des arrêts respiratoires ont également été rapportés. Il y a également un risque d'embolie gazeuse. Des morts ont été rapportés dans la littérature. La sévérité des symptômes dépend de la concentration en peroxyde de la solution (du mélange). Les effets

irritants apparaissent suite à l'exposition à du peroxyde d'hydrogène à une concentration de 6 % et plus. Dans la plupart des cas, l'exposition concernait des solutions concentrées à 30% ou 40% (source HSDB, <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~62zULa:3>). L'ingestion de solutions concentrées en peroxyde d'hydrogène (> 35%) peut se traduire par la production d'importants volumes d'oxygène (Watt *et al.*, 2004). Lorsque la quantité d'oxygène dépasse sa solubilité maximale dans le sang, l'embolie gazeuse veineuse ou artérielle peut survenir. Le mécanisme d'endommagement du système nerveux central est une embolie gazeuse artérielle suivi d'un infarctus du cerveau. Le moussage intravasculaire après absorption peut entraver sérieusement la sortie du ventricule droit et produire une perte complète du débit cardiaque. Le peroxyde d'hydrogène peut aussi exercer un effet cytotoxique direct par la peroxydation lipidique. La mousse peut obstruer les voies respiratoires ou entraîner une aspiration pulmonaire. Des distensions gastriques douloureuses et des vomissements peuvent être causés par la libération de grandes quantités d'oxygène dans l'estomac. Des laryngospasmes et des gastrites hémorragiques ont également été signalés. De la tachycardie sinusale, de la léthargie, de la confusion, un coma, des convulsions, un rétrécissement sous-épiglottique, de l'apnée, de la cyanose et des arrêts cardiorespiratoires peuvent survenir dans les minutes qui suivent l'ingestion (Watt *et al.*, 2004).

- Par d'autres voies

A des concentrations de 10%, le peroxyde d'hydrogène est fortement irritant et des concentrations supérieures à 30% sont potentiellement corrosives pour la peau (CSTEE, 2001). De faibles concentrations (3-5%) irritent les yeux et les muqueuses, tandis que des concentrations plus élevées sont sévèrement irritantes pour les yeux. Des irritations des voies respiratoires ont été signalées chez des volontaires exposés à des vapeurs (10 mg/m³) de peroxyde d'hydrogène. Le contact de la peau avec du peroxyde d'hydrogène liquide provoque un blanchiment temporaire de la peau.

Le peroxyde d'hydrogène est surtout dangereux pour l'opérateur qui manipule le produit.

Toxicité à doses répétées par voie orale

La diminution du gain de poids corporel est l'effet typique rapporté dans les études par gavage chez le rat utilisant des doses répétées de 50-500 mg/kg pc (poids corporel) /jour (ECHA, 2003). Le peroxyde d'hydrogène dans l'eau potable administré à des doses de 1.500 ppm (0,15%) chez le rat et à des doses de 3.000 ppm chez la souris diminue le gain de poids corporel et résulte en la mort à des concentrations plus élevées que 1%.

L'administration de peroxyde d'hydrogène via l'eau de boisson (concentration 100 ppm) à des souris déficientes en catalase pendant 90 jours produit des hyperplasies des muqueuses dans le duodénum qui sont complètement réversibles après 6 semaines. Aucun effet sur les organes reproducteurs n'a été noté (CTSEE, 2001). La NOAEL (dose sans effet néfaste observé) du peroxyde d'hydrogène dans l'eau potable est de 100 ppm, correspondant à une dose journalière de 26 et 37 mg/kg pc/jour pour les souris mâles et femelles, respectivement. La NOAEL était de 30 mg/kg pc/jour sur base d'une étude par gavage des rats (EFSA, 2005).

Cancérogénicité et mutagénicité

Le peroxyde d'hydrogène serait génotoxique dans de nombreux tests *in vitro* (INRS, 2007). La génotoxicité et les mutations ont été induites *in vitro* dans des cellules de bactéries, de levures et de mammifères (hamster chinois V79, cellules de lymphome de souris). Des aberrations chromosomiques et des échanges de chromatides sœurs ont été observés dans des cellules humaines et d'autres cellules de mammifères (CSTEE, 2001).

Les études disponibles ne soutiennent pas de génotoxicité/mutagénicité pour le peroxyde d'hydrogène dans des conditions *in vivo*. Des tests des micronoyaux *in vivo* chez des souris après une administration intrapéritonéale unique ou une administration orale de 14 jours étaient tous négatifs,

ainsi qu'un test UDS *ex vivo* dans des hépatocytes de rat après perfusion intraveineuse de peroxyde d'hydrogène (CTSEE, 2001). IARC (1999) rapporte en outre que le peroxyde d'hydrogène n'a pas induit d'aberrations chromosomiques dans les cellules de la moelle osseuse des rats exposés.

Le peroxyde d'hydrogène est inclassable, par manque de données, quant à sa cancérogénicité pour l'homme (groupe 3) (IARC, 1999). Le peroxyde d'hydrogène n'est pas classé pour la cancérogénicité, mutagénicité et comme agent toxique pour la reproduction par l'ECHA (2015).

Perturbateur endocrinien

Le peroxyde d'hydrogène n'est pas considéré comme un perturbateur endocrinien (ECHA, 2015).

Polluant organique persistant

Le peroxyde d'hydrogène n'est pas un polluant organique persistant (POP) et n'a pas le potentiel pour un transport atmosphérique transfrontalier sur une longue distance (LRTAP) (ECHA, 2015).

4.2. Caractérisation du danger

Le JECFA (2004) a évalué le peroxyde d'hydrogène et a conclu qu'il n'était pas nécessaire de définir une dose journalière acceptable (DJA). La présence de faibles quantités de résidus de peroxyde d'hydrogène sur les denrées alimentaires (qui ont été traitées avec des solutions de lavage antimicrobiennes) ne devrait pas poser de problème de sécurité au moment de la consommation (JECFA, 2004).

Le JECFA (2004) estime que l'ingestion d'une petite quantité de peroxyde d'hydrogène ne produirait aucun effet toxicologique en raison de la décomposition rapide du produit chimique par l'enzyme catalase des cellules intestinales.

L'ingestion orale de solutions de peroxyde d'hydrogène (3%) (produit ménager fort) ne conduit généralement pas à une toxicité sévère, mais peut entraîner des vomissements, une légère irritation des muqueuses et des brûlures dans la bouche, la gorge, l'œsophage et l'estomac. L'ingestion d'une concentration plus élevée, par exemple > 10%, peut entraîner des séquelles plus dangereuses telles que des brûlures aux muqueuses membranaires et à la muqueuse intestinale.

En ce qui concerne la cancérogénicité du peroxyde d'hydrogène, l'Agence internationale pour la recherche sur le cancer (IARC) a estimé qu'il y avait des preuves insuffisantes de cancérogénicité chez l'homme.

Le peroxyde d'hydrogène est instable et se décomposerait en contact avec des denrées alimentaires et après la cuisson.

Une NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 26 mg/kg pc/jour a été établie pour le peroxyde d'hydrogène (CSTE, 2001 ; SCVPH, 2003 ; EFSA, 2005) sur base des effets sur le système gastro-intestinal (réduction de la consommation d'eau/d'aliments) dans une étude de 90 jours chez des souris déficientes en catalase. Aucune dose journalière tolérable (TDI) n'est associée à la NOAEL.

Le rapport du SCVPH (2003) reconnaît que, quand il n'y a pas de TDI établie, l'évaluation doit être effectuée en appliquant la marge de sécurité (MOS). Dans cette procédure, la NOAEL, exprimée en mg/kg pc/jour, établie sur base d'études sur animaux, est comparée au niveau auquel l'homme est exposé. La MOS est le rapport entre la NOAEL et l'ingestion journalière estimée. En général, une MOS de 100 est considérée comme un niveau d'exposition sans risque. Cependant, dans le cas du peroxyde d'hydrogène, le SCVPH (2003) recommande d'utiliser une MOS de 1000 considérant que les informations toxicologiques disponibles sont limitées (AESAN, 2011).

4.3. Estimation de l'exposition

4.3.1. Occurrence

Le Comité scientifique ne dispose pas de données d'occurrence sur le peroxyde d'hydrogène dans les graines germées et les légumes de 4^{ème} gamme ni sur les éventuels résidus des agents stabilisateurs, des impuretés et les sous-produits liés à cet usage.

Les experts de l'EFSA (2014) et du JECFA (2004) ne s'attendent pas à retrouver des résidus de peroxyde d'hydrogène dans les denrées alimentaires traitées avec des solutions d'acide peracétique. En effet, les concentrations en peroxyde d'hydrogène étaient < 1 mg/kg (limite de détection) dans les carcasses de poulet traitées avec des solutions d'acide peracétique. En raison de son instabilité, le peroxyde d'hydrogène est rapidement dissocié en H₂O et O₂.

L'eau potable peut contenir de faibles concentrations (environ 0,2 mg/L) en peroxyde d'hydrogène provenant de sources industrielles, naturelles et du traitement de l'eau (ECHA, 2003).

L'AESAN (2011) a dosé le peroxyde d'hydrogène dans les céphalopodes traités aux peroxyde d'hydrogène. La présence de peroxyde d'hydrogène n'a pas été observée dans les échantillons analysés.

Le peu de données d'occurrence disponibles montre que les concentrations résiduelles en peroxyde d'hydrogène dans les denrées alimentaires traitées sont inférieures à la limite de détection de la méthode analytique, excepté pour l'eau. Ceci s'explique par l'instabilité de la substance.

4.3.2. Données de consommation

En Belgique, en 2014, la consommation habituelle de légumes est de 145 g par jour en moyenne au sein de la population âgée de 3 à 64 ans ; la médiane est de 133 g par jour et le percentile 97,5% s'élève à 321 g par jour (Ost, 2016).

Les données de consommation des légumes ont été utilisées pour les légumes de 4^{ème} gamme.

Il ressort de la base de données de l'EFSA (The EFSA Comprehensive European Food Consumption Database), statistique de consommation aiguë, que la valeur de consommation la plus élevée (P97,5) pour les légumes et produits végétaux est de 14 g/kg pc/jour (voir tableau 4).

Tableau 4. Statistique de consommation aiguë des quantités de légumes consommées (g/kg pc/jour) au sein de la population belge âgée de 1 à plus de 75 ans, par groupe d'âge (Source : EFSA)

Groupe de la population	Consommation moyenne (g/kg pc/jour)	5 ^{ème} percentile de consommation (g/kg pc/jour)	Consommation médiane (g/kg pc/jour)	95 ^{ème} percentile de consommation (g/kg pc/jour)	97,5 ^{ème} percentile de consommation (g/kg pc/jour)	Nombre de jours de consommation
Adolescents (de 10 à 17 ans)	2,10	0,11	1,67	5,74	7,28	883
Adultes (de 18 à 64 ans)	2,27	0,21	1,82	5,77	6,84	2.049
Personnes âgées	2,26	0,24	1,92	5,55	6,86	820

(de 65 à 74 ans)						
Personnes très âgées (75 ans et +)	2,06	0,20	1,66	5,32	6,51	1.092
Jeunes enfants (12 à 35 mois)	5,35	0,40	4,81	12,00	12,67	78
Autres enfants (de 36 mois à 9 ans)	4,89	0,71	4,09	12,17	14,00	1.349

Les données de consommation de la catégorie « germes et des pousses » les jours de consommation (consommation aiguë) sont présentées au tableau 5 pour la population belge âgée de 3 à 64 ans. La catégorie « germes et pousses » contient entre autre les graines germées ainsi que d'autres germes. Il n'y a pas de données spécifiques à la consommation de légumes de 4^{ème} gamme.

Tableau 5. Quantité de germes et de pousses consommées un jour de consommation (g/kg poids corporel/ jour) au sein de la population âgée de 3 à 64 ans, par groupe d'âge, Belgique, 2014 (Source : Brocatus et al., 2016)

		Moyenne	P5	P50	P95	P97.5	N
Age	3-9	0,436	0,154	0,382	0,903	1,057	11
	10-17	0,408	0,144	0,355	0,852	1,006	22
	18-64	0,34	0,115	0,295	0,718	0,847	43
Total		0,358	0,12	0,309	0,759	0,897	76

Source : enquête nationale de consommation alimentaire 2014-2015, Belgique.

La moyenne et les percentiles sont pondérés pour l'âge, le sexe et le jour de la semaine.

n-nombre de personnes ayant consommé l'aliment au moins un des deux jours de rappel.

4.3.3. Exposition

4.3.3.1. Exposition générale au peroxyde d'hydrogène

L'homme peut être exposé par voie gastro-intestinale au peroxyde d'hydrogène (ECHA, 2003) et occasionnellement par inhalation, par dépôt sur la peau, par exposition des yeux et par exposition des gencives et des dents, dans certains cas spécifiques. L'ingestion de peroxyde d'hydrogène (naturelle et résiduelle) via les denrées alimentaires est estimée entre 0,033 et 0,13 mg/kg pc/jour (ECHA, 2003).

4.3.3.2. Exposition au peroxyde d'hydrogène via l'ingestion de graines germées et de légumes de 4^{ème} gamme sur base d'une limite analytique

Pour pouvoir estimer l'exposition au peroxyde d'hydrogène via l'ingestion des graines germées et/ou de légumes de 4^{ème} gamme, il faut connaître la concentration en peroxyde d'hydrogène dans les graines germées et/ou les légumes de 4^{ème} gamme. Or, le Comité scientifique ne dispose pas de telles données. De plus, le peroxyde d'hydrogène est une substance réactive instable qui se dégrade rapidement en oxygène et en eau. Il est donc peu probable de retrouver des résidus de peroxyde d'hydrogène dans les graines germées et/ou les légumes de 4^{ème} gamme traités avec une solution de peroxyde d'hydrogène à 2%.

Dans un scénario d'exposition « worst case », nous avons choisi la valeur la plus élevée de la limite de détection des méthodes décrites sous le point 4.1.5, c'est-à-dire la valeur de 1,5 mg/kg. Cette valeur est la limite de détection de la méthode qui a été utilisée pour la détection du peroxyde d'hydrogène

dans les céphalopodes Cette valeur a été utilisée comme valeur de concentration dans les graines germées et les légumes de 4^{ème} gamme. L'exposition estimée avec cette valeur de concentration est présentée au tableau 6 pour les adultes et au tableau 7 pour les enfants.

Tableau 6. Estimation de l'exposition au peroxyde d'hydrogène chez les adultes via l'ingestion de légumes de 4^{ème} gamme ou de graine germées contaminés à une concentration de 1,5 mg/kg et calcul de la marge de sécurité (MOS)

	Consommation moyenne (g/kg pc/jour)	Consommation P97,5 (g/kg pc/jour)	Estimation ingestion moyenne (mg H ₂ O ₂ /kg pc/jour)	Estimation ingestion au P97,5 (mg H ₂ O ₂ /kg pc/jour)	MOS pour une consommation moyenne	MOS pour une consommation au P97,5
Légumes de 4 ^{ème} gamme (données EFSA)	2,27	6,84	0,00339889	0,01025682	7 650	2 535
Graines germées (données VCP, 2014)	0,34	0,847	0,00051	0,0012705	50 980	20 464

Tableau 7. Estimation de l'exposition au peroxyde d'hydrogène chez les enfants (3 à 9 ans) via l'ingestion de légumes de 4^{ème} gamme ou de graines germées contaminées à une concentration de 1, 5 mg/kg et calcul de la marge de sécurité (MOS)

	Consommation moyenne (g/kg pc/jour)	consommation P97,5 (g/kg pc/jour)	Estimation ingestion moyenne (mg H ₂ O ₂ /kg pc/jour)	Estimation ingestion au P97,5 (mg H ₂ O ₂ /kg pc/jour)	MOS pour une consommation moyenne	MOS pour une consommation au P97,5
Légumes de 4 ^{ème} gamme (données EFSA)	4,89	14,00	0,0073311	0,021	3 547	1 238
Graines germées (données VCP, 2014)	0,436	1,057	0,000654	0,0015855	39 755	16 399

4.4. Caractérisation du risque

La marge de sécurité calculée pour une concentration en peroxyde d'hydrogène de 1,5 mg/kg dans les graines germées/légumes de 4^{ème} gamme est supérieure à 1 000 aussi bien pour les adultes (tableau 7) que pour les enfants (tableau 8). La présence de peroxyde d'hydrogène à une concentration de 1,5 mg/kg dans les légumes de 4^{ème} gamme ou les graines germées après traitement ne devrait pas engendrer de risque pour le consommateur.

4.4.1. Caractérisation des risques des produits de réaction ainsi que de la présence d'impuretés ou d'additifs/agents stabilisateurs.

Les connaissances actuelles sur les produits de réaction formés, la manière dont ils sont formés et leurs propriétés toxiques sont insuffisantes. Le JECFA (2004) indique que les réactions avec les constituants alimentaires sont observées dans des études réalisées à des concentrations élevées et sous des périodes d'exposition longues. Afin d'éviter des réactions avec les constituants alimentaires, le peroxyde d'hydrogène présent dans les denrées alimentaires après traitement devrait être enlevé par rinçage à l'eau directement après traitement.

Il ressort des informations rapportées par l'ECHA (2003) que les concentrations en impuretés dans les solutions de peroxyde d'hydrogène sont inférieures à 0,1%. Les concentrations en nitrates, phosphates, chlorures et fer sont de respectivement maximum 30, 60, 0,5 et 0,005 mg/l dans la solution de peroxyde d'hydrogène (35%) utilisée pour le lavage/rinçage des graines germées dans l'exemple donné. L'éventuelle présence résiduelle de ces impuretés dans les graines germées et les légumes de 4^{ème} gamme sera largement réduite par rapport à la concentration dans la solution de départ suite à la dilution de celle-ci dans l'eau de lavage. Cependant, on ne sait pas si d'autres impuretés peuvent être présentes et dans quelle mesure. C'est pourquoi, il n'est pas possible d'estimer efficacement le risque lié à la présence de ces éventuelles impuretés.

Le tableau 3 donne des exemples de concentrations pour les additifs /agents stabilisateurs généralement utilisés dans les solutions de peroxyde d'hydrogène. Toutefois, ces informations ne sont pas connues pour tous les additifs/ agents stabilisateurs présents dans les formulations de peroxyde d'hydrogène qui pourraient être éventuellement utilisées par les opérateurs. Il n'est par conséquent pas possible d'estimer le risque lié à la présence résiduelle de ces additifs/agents stabilisateurs.

5. Incertitudes

Le Comité scientifique dispose de très peu d'informations sur le procédé de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme ainsi que sur l'emploi de peroxyde d'hydrogène dans ce procédé.

Il y a de nombreuses inconnues :

- Le pourcentage de peroxyde d'hydrogène dans la solution de départ habituellement utilisée pour la décontamination n'est pas connu. (Une solution de peroxyde d'hydrogène 35% est utilisée dans l'exemple donné pour le lavage/rinçage des graines germées).
- La concentration en peroxyde d'hydrogène généralement appliquée dans l'eau de lavage n'est pas connue. Dans l'exemple donné pour les graines germées, la concentration en peroxyde d'hydrogène dans l'eau de lavage est de 0,2%.
- Le Comité scientifique ne dispose pas d'information sur les éventuelles concentrations résiduelles en peroxyde d'hydrogène dans les graines germées et/ou les légumes de 4^{ème} gamme.
- Les additifs/agents stabilisateurs présents dans les solutions de peroxyde d'hydrogène généralement utilisées pour le lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme ainsi que leurs concentrations ne sont pas connus. Pour évaluer leurs risques, il est important d'avoir des informations à ce sujet.
- Le Comité scientifique ne dispose pas d'information sur les éventuels sous-produits formés lors de la conservation.

6. Conclusions

L'objectif de l'emploi de solutions chimiques de décontamination est de réduire la charge microbiologique dans l'eau de lavage sans compromettre la qualité du produit. Cependant, ces solutions peuvent laisser des résidus chimiques sur les denrées alimentaires.

Des recherches sont effectuées sur l'efficacité de l'emploi de peroxyde d'hydrogène et d'autres substances comme agent de décontamination pour le lavage des fruits et légumes frais. Ces études n'évaluent pas les risques de l'emploi de ces substances.

Le peroxyde d'hydrogène a une toxicité faible et est considéré comme n'ayant pas d'effet néfaste pour l'environnement en raison de sa dégradation rapide. L'emploi de peroxyde d'hydrogène pour la décontamination est jugé moins toxique que l'emploi de solutions à base de chlore qui peuvent former des sous-produits halogénés parmi lesquels certains sont cancérogènes. Le peroxyde d'hydrogène est rapidement décomposé en oxygène et en eau. Cependant, en tant qu'oxydant fort, il génère des radicaux libres (radicaux hydroxyles) qui peuvent réagir avec les molécules organiques (protéines, acides nucléique et lipides) par lequel une série de sous-produits non caractérisés apparaissent.

Il est à noter que, à forte concentration, le peroxyde d'hydrogène est une substance irritante pour les yeux et la peau. Elle est surtout dangereuse pour l'opérateur qui utilise des produits concentrés.

Le Comité scientifique dispose de très peu d'informations sur le procédé de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme ainsi que sur le peroxyde d'hydrogène utilisé.

En l'absence de données, le Comité scientifique a utilisé un scénario d'exposition sur base de concentrations hypothétiques en vue d'évaluer les risques liés à l'utilisation de peroxyde d'hydrogène comme auxiliaire technologique dans l'eau de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme. La marge de sécurité (MOS) a été utilisée pour caractériser les risques associés à l'ingestion de peroxyde d'hydrogène. Une MOS inférieure à 1000 indique un risque pour le consommateur.

Le peroxyde d'hydrogène étant une substance réactive instable qui se dégrade rapidement en oxygène et en eau, il est peu probable de retrouver des résidus de peroxyde d'hydrogène dans les graines germées et/ou les légumes de 4^{ème} gamme traités avec une solution de peroxyde d'hydrogène. La limite de détection d'une méthode analytique pour le dosage du peroxyde d'hydrogène a donc été utilisée dans un scénario d'exposition du consommateur. Le Comité scientifique estime que, sur base des données de consommation belges concernant les légumes, la consommation de graines germées ou les légumes de 4^{ème} gamme ne devrait pas engendrer de risque pour le consommateur lorsque la concentration résiduelle en peroxyde d'hydrogène après traitement est $\leq 1,5$ mg/kg (limite de détection).

Cependant, les solutions de peroxyde d'hydrogène présentes sur le marché sont susceptibles de contenir des additifs/agents stabilisateurs et des impuretés. Même si certains de ces additifs/agents stabilisateurs et impuretés sont connus, il manque encore beaucoup d'informations concernant à la fois leur composition complète, et leur concentration dans les solutions de peroxyde d'hydrogène potentiellement utilisées par les opérateurs. Il n'est par conséquent pas possible d'estimer le risque lié à la présence résiduelle de ces additifs/agents stabilisateurs et de ces impuretés.

De même, il n'est pas possible d'évaluer les risques liés à la formation possible de produits de réaction avec les composants alimentaires, parce que les connaissances à ce sujet sont insuffisantes.

7. Recommandations

Le Comité scientifique recommande de collecter des données ou d'effectuer des recherches sur les produits de réaction formés, la manière dont ils sont formés et leurs propriétés toxiques. Il est également nécessaire de collecter de données sur les additifs/agents stabilisateurs et les impuretés qui pourraient être présents dans les solutions de peroxyde d'hydrogène utilisé dans l'eau de lavage des graines germées et des légumes de 4^{ème} gamme.

Le Comité scientifique recommande d'effectuer une évaluation des risques plus approfondie liée à l'utilisation du peroxyde d'hydrogène sur base de ces éléments. De plus, pour avoir l'assurance de l'absence de résidus de peroxyde d'hydrogène dans les graines germées et les légumes de 4^{ème} gamme, le Comité scientifique recommande de procéder à des analyses. Le peroxyde d'hydrogène étant une substance réactive instable, il faudra faire attention à la stabilisation de l'échantillon prélevé. L'analyse devra être effectuée endéans la date limite de consommation.

Il est recommandé à l'opérateur de vérifier que l'emploi de peroxyde d'hydrogène soit efficace et conduise à une amélioration effective de la qualité microbiologique des produits traités.

De manière plus générale, le Comité scientifique constate, comme cela avait été le cas aussi dans son avis 12-2006¹, que les auxiliaires technologiques ne sont soumis à aucune législation et recommande que les auxiliaires technologiques fassent l'objet d'une évaluation toxicologique sous la responsabilité de leurs producteurs, comme c'est le cas pour les biocides.

Pour le Comité scientifique,
Le Président f.f.,

Dr. Ph. Delahaut (Se)

Bruxelles, le 03/02/2017

¹ Estimation de l'exposition des consommateurs aux dioxines (contamination de la gélatine, de la graisse de porc et de volaille aux dioxines) (dossier SciCom 2006/06 bis)

Références

AESAN (Spanish Agency for Food Safety and Nutrition), 2011. Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) in relation to the use of hydrogen peroxide as a processing aid in the processing of blood products and cephalopods. AESAN-2011-006. Report approved by the Scientific Committee on plenary session September 21th, 2011

AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 2004. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la demande d'autorisation d'un essai à l'échelle industrielle d'un auxiliaire technologique à base d'acide peracétique pour le lavage des salades <https://www.anses.fr/fr/system/files/AAAT2000sa0001.pdf>

Agence canadienne d'inspection des aliments. 2007. Code d'usage sur la production hygiénique des graines germées au Canada. <http://www.inspection.gc.ca/aliments/fruits-et-legumes-frais/salubrite-des-aliments/graines-germees/fra/1413825271044/1413825272091#a4>.

Alexandre E.M.C., Brandão T. R. S., Silva C. L.M. 2012. Assessment of the impact of hydrogen peroxide solutions on microbial loads and quality factors of red bell peppers, strawberries and watercress. Food control, 27, 362-368.

Brocatus L., De Ridder K., Lebacqz T., Ost C. & Teppers E. 2016. FoodEx2: Données de consommation alimentaire. Dans : De Ridder K, Tafforeau J (éd.). Enquête de consommation alimentaire 2014-2015. Rapport 4. WIV-ISP, Bruxelles, 2016.

CSTEE (2001). Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment. Opinion on the results of the Risk Assessment of Hydrogen Peroxide. Opinion expressed at the 26 th CSTEE plenary meeting. C2/JCD/csteeop/81.HydrogenPeroxideHH.11092001/D(01).

Denyer SP, Stewart GSAB. 1998. Mechanisms of action of disinfectants. International Biodeterioration and Biodegradation, 41: 261-8.

Ding H., Fu T-J., Smith M.A. 2013. Microbial Contamination in Sprouts: How Effective Is Seed Disinfection Treatment? Concise Reviews in Food Science, 78 (4), Nr. 4, 495-501.

ECHA (European Chemicals Agency), 2003. Hydrogen peroxide- summary risk assessment report. European Communities.

ECHA (European Chemicals Agency), 2015. Biocidal Products Committee (BPC). Opinion on the application for approval of the active substance: Hydrogen peroxide Product type: 2. ECHA/BPC/40/2015. http://echa.europa.eu/documents/10162/21680461/hydrogen+peroxide_pt+2_final+opinion.pdf

ECHA (European Chemicals Agency), 2015. Biocidal Products Committee (BPC). Opinion on the application for approval of the active substance: Hydrogen peroxide Product type: 3. ECHA/BPC/41/2015. http://echa.europa.eu/documents/10162/21680461/hydrogen+peroxide_pt+3_final+opinion.pdf

EFSA (European Food Safety Authority), 2005. Opinion of the Scientific Panel on biological hazards (BIOHAZ) on the "Evaluation of the efficacy of peroxyacids for use as an antimicrobial substance applied on poultry carcasses". The EFSA Journal 2005, 306, 1-10.

EFSA (European Food Safety Authority), 2014. Scientific opinion on the evaluation of the safety and efficacy of peroxyacetic acids solutions for reduction of pathogens on poultry carcasses and meat. EFSA Journal, 12(3), 3599.

EFSA (European Food Safety Authority), 2016. Technical report on the outcome of the consultation with Member States and EFSA on the basic substance application for hydrogen peroxide for use in plant protection as a fungicide and bactericide in seed treatment and for disinfecting cutting tools. EFSA supporting publication 2016, EN-1091, 39 pp.

FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations). 1993. Les désinfectants – Les agents oxydants non halogénés. <http://www.fao.org/docrep/004/T0587F/T0587F05.htm>.

Gil M. I., Selma M. V., López-Gálvez F., Allende A. 2009. Fresh-cut product sanitation and wash disinfection: Problems and solutions. International Journal of food microbiology, 134, 37-45.

HSDB (Hazardous Substances Data Bank). <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~RYWpnm:3>

IARC (International Agency for Research on Cancer), 1999. vol 71 <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol71/mono71-29.pdf>

INERIS (Institut National d'Environnement Industriels et des risques), 2014. Note relative au peroxyde d'hydrogène en solution aqueuse. DRA-14-141624-06616A

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). 2007. Peroxyde d'hydrogène et solutions aqueuses. Fiche toxicologique. http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_123§ion=pathologieToxicologie

JECFA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), 2004. http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1068.htm

Luukkonen T., Heyninck T., Rämö J., Lass U. 2015. Comparison of organic peracids in wastewater treatment: Disinfection, oxidation and corrosion. Water Research, 15, 275–285.

Maris P. 2011. Les méthodes de désinfection des surfaces par voie aérienne (DSVA) au peroxyde d'hydrogène sont-elles des alternatives au formaldéhyde?. Euroréférence, 2011, pp.19-23.<hal-00692512>.

Namkung K. C., Burgess A. E., Bremner D. H. 2005. A Fenton-like Oxidation Process Using Corrosion of Iron Metal Sheet Surfaces in the Presence of Hydrogen Peroxide: A Batch Process Study Using Model Pollutants. Environmental Technology, 26 (3), 341-352.

Ölmez H., Kretschmar U. 2009. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. LWT–FoodSci.Technol.42,686–693

Ost C. 2016. Les légumes. Dans : Bel S, Tafforeau J (éd.). Enquête de consommation alimentaire 2014-2015. Rapport 4. WIV-ISP, Bruxelles, 2016.

Parish M. E., Beuchat L. R., Suslow T. V., Harris L. J., Garret E. H., Farber J. M., et al. 2003. Methods to reduce/eliminate pathogens from produce and fresh-cut produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(Suppl.),161-173.

Russel AD, Chopra I. 1996. *Understanding antibacterial action and resistance*, 2nd ed, Elis Horwood, Chichester, UK.

Selma M. V., Allende A., López-Gálvez F., Conesa M. A., Gil M. I. 2008. Disinfection potential of ozone, ultraviolet-C and their combination in wash water for fresh-cut vegetable industry. *Food microbiology*, 25, 809-814.

SCVPH (Scientific Committee on Veterinary Measures relating to Public Health).2003. Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health on the evaluation of antimicrobial measures treatments for poultry carcasses.

Van Haute S., Tryland I., Veys A., Sampers I. 2015. Wash water disinfection of a full-scale leafy vegetables washing process with hydrogen peroxide and the use of a commercial metal ion mixture to improve disinfection efficiency. *Food control*, 50, 173-183.

Van Haute S., López-Gálvez F., Gómez-López V. M., Eriksson M., Devlieghere F., Allende A., Sampers I. 2015. Methodology for modeling disinfection efficiency of fresh-cut leafy vegetables wash water applied on paracetic acid combined with lactic acid. *International journal of food microbiology*, 2008, 102-113.

Watt B. E., Proudfoot A. T., Vale J. A. 2004. Hydrogen peroxide poisoning. *Toxicological review*, 23(1), 51-57.

Annexe 1

Exemple d'une entreprise qui utilise de peroxyde d'hydrogène lors de la production de graines germées en production primaire.

- **Procédé appliqué aux semences :**

- quantité de semences : varie entre 6 et 28 kg, dépend du type de semences
- quantité de solution de lavage : 3x le volume de semences
- concentration en peroxyde d'hydrogène de la solution utilisée : 1%
- dosage de peroxyde d'hydrogène en une fois
- temps de contact: varie entre 1h et 6h, dépend du type de semences
- mélanger
- rinçage avec de l'eau propre

- **Lavage des graines germées après la récolte :**

- quantité de solution de lavage : 2000 L
- concentration en peroxyde d'hydrogène de la solution utilisée : 0,2%
- La concentration mentionnée ci-dessus est utilisée au cours de la première phase du processus de lavage. Il s'agit d'un dosage en une fois. Au cours de la dernière phase, au cours de laquelle les graines germées sont rincées une dernière fois, du peroxyde d'hydrogène à 0,2% est ajouté en continu à l'eau
- Au cours de la première phase du processus de lavage, l'eau de lavage est récupérée. Au cours de la dernière phase, on travaille avec de l'eau nouvelle en continu.
- temps de contact : environ 5 min.
- mélanger
- rinçage avec de l'eau propre. La dernière phase du processus de lavage consiste en un rinçage avec de l'eau contenant du peroxyde d'hydrogène à 0,2%.

Eau utilisée : eau de puits de qualité potable.

Présentation du Comité scientifique de l'AFSCA

Le Comité scientifique 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:

D. Berkvens, A. Clinquart, G. Daube, P. Delahaut, B. De Meulenaer, S. De Saeger, L. De Zutter, J. Dewulf, P. Gustin, L. Herman, P. Hoet, H. Imberechts, A. Legrève, C. Matthys, C. Saegerman, M.-L. Scippo, M. Sindic, N. Speybroeck, W. Steurbaut, E. Thiry, M. Uyttendaele, T. van den Berg

Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts n'a été signalé.

Remerciement

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.

Le Comité scientifique souhaite également remercier L. Herman pour le peer review de l'avis.

Composition du groupe de travail

Le groupe de travail était composé de:

Membres du Comité scientifique :	Marie-Louise Scippo, Bruno De Meulenaer, Peter Hoet
Experts externes:	Frank Devlieghere (UGent)
Gestionnaire du dossier:	Valérie Vromman

Les activités du groupe de travail ont été suivies par les membres de l'administration suivants (comme observateurs): Leen Rasschaert (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 9 juin 2011.

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.