

commission du codex alimentarius



ORGANISATION DES NATIONS
UNIES POUR L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE

ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ



F

BUREAU CONJOINT: Viale delle Terme di Caracalla 00153 ROME Tél: +39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Point 9(b) de l'ordre du jour

**CX/CF 09/3/10
Janvier 2009**

PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS

Troisième session

Rotterdam, Pays-Bas, 23 – 27 Mars 2009

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR LE BENZÈNE DANS LES BOISSONS NON ALCOOLISÉES (Préparé par le groupe de travail électronique conduit par le Nigéria)

HISTORIQUE

1. Le Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (CCCF) lors de sa deuxième session qui s'est tenue en avril 2008¹ a examiné les questions relatives à la formation de benzène dans les boissons rafraîchissantes et est convenu d'établir un groupe de travail électronique (e-WG), dirigé par le Nigéria et ouvert à tous les membres, afin de préparer un document de travail sur le benzène dans les boissons rafraîchissantes.
2. Le but du document de travail était de clarifier l'état des connaissances et l'étendue du problème. Une invitation à participer au groupe de travail électronique a été distribuée à tous les points de contact Codex et la Belgique, le Brésil, le Canada, Costa Rica, Cuba, le Danemark, la France, l'Égypte, la Communauté européenne, Ghana, l'Allemagne, le Japon, Kenya, Malawi, le Nigeria, le Royaume-uni, la FAO, l'ICBA et l'IFT ont exprimé leur volonté de participer. La liste des participants est fournie dans l'Annexe I.

INTRODUCTION

3. Le benzène présent dans l'environnement à travers les activités humaines et une variété de processus industriels, est aussi produit naturellement. Notamment le benzène est libéré à partir de la combustion de combustibles fossiles, la fumée de cigarette, et également à travers la vapeur de gaz. Il est produit commercialement. C'est un produit chimique utilisé dans la fabrication d'autres produits chimiques, teintures, détergents et dans certains plastiques. Il peut être également libéré dans une mesure moins importante naturellement à partir des volcans et des feux de forêt. Les émissions de véhicule constituent la source majeure de libération de benzène dans l'environnement², avec l'alimentation et l'eau potable contribuant seulement en des quantités mineures à une exposition quotidienne des populations au benzène.
4. La présence de benzène dans l'alimentation peut être attribuée à différentes sources potentielles. Il peut apparaître (aux niveaux de trace) dans l'alimentation naturellement, en tant que résultat de modifications de l'alimentation par le processus d'induction à partir des transformations à une température élevée ou par les processus de cuisson, issus de la radiation par ionisation ou à travers la migration ou infiltration des matériaux d'emballage.³⁻¹¹ Le benzène peut aussi être présent dans l'alimentation en tant que résultat de la contamination des réserves d'eau ou du dioxyde de carbone à travers d'autres espaces de stockage, ou à cause de l'omniprésence du benzène dans l'environnement.³⁻¹¹ Le benzène a été détecté dans différents aliments tels que les oeufs, le fromage, les bananes, les fruits, les viandes et différentes sauces, généralement à des parties faibles

par niveaux de milliards (ppb ou ng/g).^{3-5,10,12,13} Les concentrations de benzène dans l'eau potable sont généralement de moins de 5 µg/L (ppb).^{14,15}

5. Au début des années 90, la formation de benzène dans certaines boissons à partir de la dégradation et la réaction de précurseurs ajoutés ou à l'occurrence naturelle tels que les sels benzoïques et l'acide ascorbique dans certaines conditions a été découverte.^{3,4,17} Ceci représente un point d'inquiétude parce que le benzène est considéré comme constituant une substance cancérigène pour l'humain si l'on se base sur les données disponibles relatives à l'inhalation par des travailleurs professionnellement exposés et comme cela a été cautionné par témoignage oral dans des études sur les animaux¹⁸⁻²⁰. On a découvert que les personnes qui ont inhalé des niveaux très élevés de benzène sur leur lieu de travail ont un risque augmenté de cancer.^{21,22} Le benzène est un cancérigène qui provoque des tumeurs chez les rongeurs sur de multiples sites et provoque la leucémie chez les humains²³. L'agence internationale de recherche sur le cancer (IARC)¹⁹ catégorise le benzène en tant que substance cancérigène de groupe 1 pour les humains. Par conséquent, l'organisme de surveillance des aliments et des médicaments (FDA) ainsi que l'industrie des boissons a entamé des recherches et a découvert que l'exposition à certaines conditions thermiques et de lumière peuvent stimuler la formation de benzène dans certaines boissons qui contiennent à la fois de l'acide benzoïque ou des sels de benzoate et de l'acide ascorbique (vitamine C)¹⁷. Les sels de benzoate sont ajoutés à certaines boissons en tant que conservateurs pour empêcher la croissance de bactéries, des levures et des moisissures. L'acide benzoïque et ses sels sont naturellement présents dans certains fruits et leurs jus tels que la canneberge, les prunes, et la plupart des baies. La vitamine C peut être utilisée en tant qu'antioxydant ou être présente naturellement dans les boissons.

6. Après la découverte du potentiel pour la formation de benzène dans certaines boissons, l'industrie des boissons a pris des mesures pour reformuler les produits affectés. Toutefois, depuis les années 90, de nombreux nouveaux fabricants de boissons sont apparus sur la place du marché et certains fabricants ont commencé à fortifier les boissons avec de l'acide ascorbique et d'autres nutriments. En 2005, la découverte de benzène dans certaines boissons aux Etats-unis a déclenché des études sur l'occurrence de benzène dans les boissons dans de nombreux pays. En se basant sur certaines études nationales, les niveaux de benzène trouvés dans les boissons rafraîchissantes sont généralement moins élevés que les niveaux autorisés pour le benzène dans l'eau potable. (<5-10 µg/L). Les nouvelles découvertes de niveaux élevés ont été indiqués aux producteurs et beaucoup de ces produits ont été reformulés afin d'éliminer la formation de benzène. En 2006, le Conseil International des associations sur les Boissons (ICBA) a publié un document d'orientation sur les mesures que les fabricants de boisson peuvent prendre pour pallier à la formation potentielle de benzène.²⁴

ÉVALUATION TOXICOLOGIQUE

7. La section suivante présente un résumé des conclusions les plus importantes ainsi qu'une évaluation toxicologique du benzène produit, pour la plus grande partie dans le document de base de l'OMS sur le benzène dans l'eau potable¹⁵.

Absorption et distribution

8. Le benzène ingéré oralement est facilement absorbé dans le système gastro-intestinal et est distribué largement à travers le corps. Les niveaux de benzène dans le corps déclinent rapidement une fois que l'exposition a été arrêtée. Suite à l'ingestion, les tissus adipeux contiennent les niveaux les plus élevés de métabolites de benzène.

Métabolisme et élimination d'excrétion

9. Le métabolisme et l'élimination du benzène absorbé apparaissent suivre des voies similaires pour les animaux de laboratoire et pour les humains. Le benzène est converti essentiellement en phénol par le système d'oxydase à la fonction composée, essentiellement dans le foie, mais aussi dans la moelle osseuse. Une petite quantité de phénol est métabolisée en hydroquinone et catéchol, et une même petite quantité est transformée en acide phenylmercapturique ou *trans*-muconique. Entre 12 pour cent et 14 pour cent (jusqu'à 50 pour cent chez les animaux de laboratoire) de la dose absorbée est excrétée inchangée dans l'air expiré. Dans l'urine une petite partie est excrétée inchangée le reste étant excrété en tant que conjugués de phénol.

Effets sur la santé du benzène

Résultats issus d'expériences sur les animaux de laboratoire

10. Dans des études sur les animaux, il a été montré que le benzène avait une toxicité orale aiguë peu élevée. Toutefois l'exposition orale répétée des rongeurs à des niveaux bas de benzène produit des effets toxiques principalement dans le sang et le système sanguiformateur (par exemple: la déplétion lymphoïde des follicules spléniques (rats) et le thymus (rats males), la moelle osseuse l'hyperplasie hématopoïétique (souris), la lymphopénie, et la leukocytopenie associée (rats et souris)).

11. Le benzène n'est pas tétarogène même à des doses toxiques.

12. Le benzène n'est pas mutagène mais il peut provoquer des dommages chromosomiques dans les plantes et dans les cellules végétatives de mammifères à la fois *in vitro* et *in vivo*. Son potentiel clastogène est en parti du à ses métabolites hydroxylés.

13. Le mode d'action de la toxicité du benzène n'est pas entièrement compris. Le benzène et ses métabolites peuvent interférer avec la formation du fuseau achromatique et n'interagit peut-être pas directement avec le DNA. Toutefois le couplage du benzène aux acides nucléiques a été indiqué. Le benzène est cancérigène chez les rats et les souris après l'exposition orale et à l'inhalation, produisant des tumeurs malignes d'origine épithélial dans beaucoup de sites (y compris : la glande de zymbal, pré estomac, et la glande médullosurrénale (rats et souris); la cavité orale (rats); poumon, foie, la glande de Harder, la glande de Tyson, la glande de l'ovaire et mammaire (souris)).

Effets sur les humains

14. On a constaté que le benzène avait un degré bas de toxicité aigu lorsqu'il est administré aux différentes espèces animales par diverses voies d'exposition. La dose létale orale unique aiguë chez les humains a été estimée à environ 10 ml (environ 125 mg kg⁻¹ pc)⁶³. Les signes de toxicité sont la nausée, les vomissements et la douleur abdominale²³. La létalité (pour à la fois le benzène inhalé et ingéré) a été attribué à l'arrêt respiratoire, la dépression du système nerveux central ou collapsus cardiaque suspecté. Pour l'exposition par inhalation, une autre cause de décès possible l'asphyxie résultant d'un oedème pulmonaire ou une hémorragie.⁶⁴

15. Il existe quelques ressemblances entre les animaux et les humains en ce qui concerne les effets dans le sang et le système sanguiformateur. Par exemple les rongeurs présentent la déplétion lymphoïde des follicules spléniques et le thymus la moelle osseuse l'hyperplasie hématopoïétique, la lymphopénie, et la leukocytopenie associée après des doses orales basses répétées de benzène. Les sujets humains avec l'hémopathie du benzène manifestent des effets cytogénétiques dans les lymphocytes périphériques et il existe une preuve sérieuse que l'exposition à des concentrations élevées de benzène (325 mg/m³) soit associée au développement de la pancytopenie ou de l'anémie aplasique.

16. Toutefois les tumeurs d'origine épithéliale observées dans le modèle du cancer de l'animal ne sont pas observées ni dans les études épidémiologiques ni dans plusieurs études de cas. En opposition, l'exposition humaine au benzène a été rattachée à l'occurrence de la leucémie (en particulier la leucémie myéloïde aiguë), ce qui constitue un effet non observé dans les tests biologiques des rongeurs.

Classification du benzène

17. A cause de la preuve explicite de la cancérogénéité du benzène chez les humains et les animaux de laboratoire et ses effets chromosomiques documentés, L'Agence internationale de la Recherche sur le Cancer (IARC) considère que le benzène est un cancérigène humain et est classé dans le groupe 1.¹⁹

Etudes toxicologiques clés utilisées pour les évaluations des risques et pour établir des directives relatives à l'eau potable

18. Les directives pour le benzène dans l'eau potable proviennent de différents organismes de réglementation.

19. L'étude sur la cancérogénicité pour les rongeurs²⁵ continue à être citée comme l'étude de référence relative à l'évaluation des risques pour l'eau potable de l'OMS^{14,15} et de "Santé Canada"^{26,27}.

20. L'agence de protection de l'environnement des USA (EPA)²⁰ a établi une dose de référence orale chronique (RfD) fondée sur la modélisation de la dose de référence d'un aboutissant non carcinogénique (basé sur une réduction de la numération lymphocytaire) dans l'étude Rothman²⁸ dans l'exposition humaine professionnelle par inhalation au benzène et l'extrapolation appliquée voie à voie (inhalation par voie orale) et les facteurs de sécurité.

21. L'EPA²⁹ a également établi des directives sur l'eau potable basées sur une étude relative à l'inhalation humaine professionnelle du benzène par Rinsky et ses collègues³⁰ avec la leucémie en tant que point final et en utilisant un facteur de pente oral du cancer et une extrapolation voie à voie.

22. L'analyse Rinsky et al.³⁰ a aussi été sélectionnée en tant que fondement pour l'évaluation des risques relative à une exposition orale au benzène par l'Institut national de la Santé et de l'Environnement néerlandais (RIVM).³¹ A la fois la dose de référence orale chronique (Rfd) dérivée non cancérogène et les facteurs de pente de cancer étaient employés dans une évaluation des risques quantitative pour les expositions générales environnementales au benzène conduites par "L'excellence toxicologique pour les évaluations des risques" (TERA).³²

MÉTHODES D'ANALYSE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

23. Les techniques fréquemment citées en tant que méthodes pour la détermination du benzène et autres composés volatiles organiques dans les aliments sont la "purge and trap" statique ou dynamique (P&T), la technique dite de « l'espace de tête (HS) suivie par la chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (GC/MS), la méthode préférée ou GC/détecteur d'ionisation à flamme (FID).^{33,34} Différentes études ont indiqué l'emploi de HS GC/MS statiques pour conduire des études sur différents jus de fruits et autres boissons y compris l'eau et les boissons rafraîchissantes.^{3,4,35,36}

24. Etant donné que les niveaux de benzène dans les boissons sont généralement très bas et que les interférences issus d'autres produits chimiques volatiles qui sont des ingrédients des boissons peuvent générer des résultats faussement positifs, les organismes de réglementation tels que Santé Canada, la FDA américaine et différentes agences européennes emploient GC/MS parce que cet instrument autorise la confirmation de l'identité des composés détectés.^{35-37,21} Les méthodes ICBA basées sur les méthodes EPA et validées par l'industrie sur la boisson, détermine une méthode GC/MS employant la technique dite de « l'espace de tête » pour la détermination du benzène dans les boissons gazeuses et non gazeuses, et une analyse dynamique dite de « l'espace de tête » et dite "purge and trap" pour les boissons gazeuses non alcoolisées et les jus de fruits.²⁴ D'autres méthodes publiées utilisant la technique dite de « l'espace de tête » statique^{36,38,39} comprennent des méthodes similaires mais peuvent comprendre les raffinages tels que la cryofocalisation de l'échantillon pour améliorer la sensibilité et la résolution³⁷. Le benzène dans l'eau et les autres boissons telles que les boissons rafraîchissantes est généralement déterminé par dilution isotopique avec une norme interne de benzène d₆. Toutefois cette méthode n'est peut-être pas adéquate pour d'autres matrices d'aliments plus complexes.

25. De nombreuses méthodes publiées ont indiqué un seuil de quantification de 1 µg/L.^{4,21,35,40} Une limite de détection plus basse (0.016 µg/L) et une bonne répétitivité ont été récemment indiquées avec une méthode améliorée par Santé Canada.³⁷ En plus de la technique dite de « l'espace de tête » statique comme moyen d'échantillonnage, certains chercheurs ont utilisé les techniques "purge and trap"⁴ ou la micro extraction en phase solide (SPME).^{7,21} Dans les années 90, SPME et la distillation dans le vide (VD) ont été introduits en tant que méthodes pour extraire VOCs de différentes matrices.^{41,42} Bien que la distillation dans le vide (VD) et la micro extraction en phase solide (SPME) n'aient pas été indiquées largement pour la détermination quantitative du benzène dans l'alimentation, ces techniques justifient une investigation ultérieure.

26. Dans certaines conditions (pH bas, haute température, présence d'acide benzoïque) la formation de benzène peut apparaître durant l'injection d'espace de tête conduisant à des résultats faussement positifs¹¹. Par conséquent les méthodes analytiques employées devraient être adoptées de façon appropriée afin d'éviter la

formation artificielle de benzène. Beaucoup des méthodes mentionnées ci-dessus fournissent des moyens pour aborder cette question.

FACTEURS AFFECTANT LA PRÉSENCE DE BENZÈNE DANS LES BOISSONS NON ALCOOLISÉES

27. La détermination de la présence de benzène dans les boissons rafraîchissantes et dans d'autres boissons ont incité à mener des investigations dans les voies de la formation de benzène issu de l'acide benzoïque et l'acide ascorbique.^{4,17,24,43} Les tests de laboratoire indiquent que le moteur primaire pour la formation de benzène dans les boissons dans certaines conditions de réaction qui peuvent prévaloir dans certaines boissons est la présence de précurseurs tels que les sels de benzoate (sodium, potassium ou benzoate de calcium) ainsi que l'acide ascorbique.^{17,24} On pense que la réaction de radicaux OH* avec les benzoates conduit à la formation d'un radical d'acide benzoïque instable (C₆H₅—COO*) qui perd facilement du CO₂ (décarboxylation) pour former un radical de benzène. Le benzène se forme alors en conséquence de l'abstraction d'hydrogène d'une molécule donneuse adaptée. Les benzoates sont convertis en acide benzoïque libre dans des conditions acidotiques, telles que celles présentes dans de nombreuses boissons rafraîchissantes et boissons. La source de dioxyde d'hydrogène est une action assistée d'acide ascorbique, arbitrée par des quantités catalytiques de sels de fer et de cuir qui produise le radical d'anion super oxyde qui est spontanément disproportionné par rapport au dioxyde d'hydrogène.^{8,17,43}

28. Il est important de noter toutefois que la présence d'acide benzoïque et d'acide ascorbique ne conduit pas nécessairement à la formation de benzène.^{11,44}

29. Une combinaison d'acide benzoïque et d'acide ascorbique dans la présence de certains minéraux tels que les sels de cuivre (II) et fer (III), qui apparaissent en concentrations basses dans l'eau potable, ainsi que d'autres facteurs tels que la boisson pH, la présence d'oxygène, la température de stockage et l'exposition à la lumière à ultraviolet ont été impliqués dans la formation de benzène^{4,17,43,8} là où la chaleur est le facteur prédominant pour les deux dernières conditions.²⁴ On croit que le mécanisme de formation est basé sur la réaction Fenton entre les ions métalliques [cuivre(I), fer(II)] trouvés dans l'eau et le dioxyde d'hydrogène qui produit des radicaux hydroxyles (OH*). La formation de benzène peut aussi apparaître quand les jus de fruits et les autres ingrédients qui étaient naturels ou sinon étaient autorisés contiennent des sources d'acide benzoïque et l'acide ascorbique sont utilisés dans les préparations de boisson.⁴

30. L'analyse conduite par l'Organisme de surveillance des aliments et des médicaments aux Etats-Unis (FDA), le Royaume-uni et Santé Canada ont montré des variations larges dans les concentrations de benzène pour différents lots du même produit et dans certains cas entre les échantillons d'un même lot suggérant que les conditions d'entreposage ont un impact sur la formation de benzène.^{22,36,37,40} Les niveaux de benzène ont apparu être également plus élevés dans les boissons rafraîchissantes diététiques et les boissons contenant des édulcorants intenses.^{24,36,38} Certaines études suggèrent que l'acide érythorbique (un isomère d'acide ascorbique, également connu en tant qu'acide ascorbique d), là où autorisé, peut conduire à la formation de benzène à peu près de la même façon que l'acide ascorbique.^{24,40}

31. Lachenmeier et collègues¹¹ ont découvert que les concentrations de cuivre et de fer étaient plus élevées de façon significative dans les échantillons positifs au benzène que dans les échantillons négatifs au benzène, soutenant les observations précédentes. Toutefois, certaines boissons contenant des concentrations plus élevées de ces ions, ne contiennent pas de benzène. Alors que les études suggèrent que la présence de sels de benzoate, d'acide ascorbique et autres précurseurs peut conduire à la formation de benzène, la réaction est complexe et n'est pas complètement comprise.

32. Les expériences menées par McNeil et ses collègues⁴ ont montré que la substitution de benzaldéhyde (un composé aromatisant utilisé pour simuler l'arôme de cerise) pour les sels de benzoate, pouvait jouer un rôle dans la formation de benzène. Le mécanisme pour la formation de benzène dans ce cas n'est pas connu. Toutefois la trace de quantités d'ions en métal peut être suffisante pour initier la formation de radical hydroxylique.^{4,43}

33. Van Poucke et collègues³⁹, dans une étude sur les boissons disponibles sur le marché de la vente au détail belge, ont découvert que la présence de l'acide benzoïque et de régulateur d'acidité ou combinaison de

régulateurs d'acidité (par ex. Acide citrique, acide phosphorique), ou acide ascorbique et un régulateur d'acidité avaient une influence sur la formation du benzène.

34. Certaines données d'études³⁹ indiquent que le type de matériel d'emballage, soit seul ou en association avec d'autres facteurs (les benzoates et l'acide ascorbique seuls ou en combinaison) peuvent également jouer un rôle important dans la formation de benzène qui pourrait être rattaché au degré matériel de perméabilité à la lumière aux ultraviolets. Les niveaux de benzène apparaissent être plus importants dans les bouteilles en plastique que dans les produits vendus dans des cannettes ou bouteilles en verre. D'autres facteurs comme les conditions d'entreposage (chaleur, lumière) peuvent aussi y contribuer.

35. Pour résumer, de nombreux facteurs peuvent affecter l'oxydation de l'acide ascorbique et la génération ultérieure de radicaux hydroxyles y compris les concentrations des benzoates et l'acide ascorbique, le type et la présence de certains ions en métal qui agissent pour catalyser la formation de benzène, le pH de la solution, l'exposition à la chaleur et à la lumière ultraviolette et les effets de différents agents complexants. Tous ces facteurs interagissent d'une manière complexe. Comme tel, le fait de savoir si et dans quelle mesure le benzène est actuellement formé dans les aliments correspondants ne peut être évalué de façon fiable en se basant sur la connaissance actuelle.⁸ Etant donné la complexité de la réaction, une relation générale entre la quantité de benzoate et d'acide ascorbique (dans les boissons), et la quantité de benzène qui se forme, n'a pas pu être établie avec succès. Il a été suggéré, en se basant sur la connaissance actuelle que le testage analytique des formulations des boissons rafraîchissantes dans des conditions de testage accéléré constitue le meilleur moyen de déterminer le potentiel pour la formation de benzène.²⁴

OCCURENCE DU BENZÈNE

36. Heikes et ses collègues⁴⁶ ont trouvé du benzène dans 28 des 234 aliments prêts à être servis issus de l'étude diététique totale (TDS) de la FDA des Etats-unis avec un éventail allant de 9.49 – à 283 ppb, avec le niveau le plus haut ayant été indiqué dans la choucroute. Une étude de cinq ans d'aliments composés de TDS a découvert du benzène dans presque l'ensemble des 70 aliments analysés à l'exception du fromage américain et la glace à la vanille à des concentrations de 1 à 190 ppb.¹³ Toutefois la FDA a recommandé plus récemment que les données relatives à l'étude diététique totale (TDS) sur le benzène soient utilisées avec prudence à cause d'une évaluation indiquant que la méthode analytique utilisée dans cette étude a produit des résultats élevés et peu fiables dans certains aliments en particulier dans ceux contenant des agents de conservation de benzoate tels que les boissons rafraîchissantes. Les niveaux de benzène dans les boissons rafraîchissantes issus de ces études n'étaient pas en accord avec les niveaux indiqués dans la littérature et les études plus récentes sur les boissons.⁴⁷ Cao et ses collègues^{36, 37} ainsi que Lachenmeier et ses collègues¹¹ ont indiqué que certaines conditions analytiques, ainsi que des hautes températures et des concentrations élevées d'acide benzoïque peuvent conduire à la formation de benzène artificiel.

37. En général, les données issues de l'échantillonnage ciblé et des études relatives à la diète totale montrent que les concentrations de benzène dans l'alimentation excèdent rarement les niveaux bas (généralement à un ppb bas ou ng/g).

38. Les données disponibles montrent que la majorité des échantillons prélevés sur les marchés nationaux partout dans le monde sont bien en dessous de la teneur directive de L'OMS de 10 µg/L de benzène établie pour l'eau potable.

39. Peu de temps après la découverte dans les années 90 du fait que les benzoates et l'acide ascorbique peuvent réagir pour former du benzène, Santé Canada a mené une étude sur le benzène dans les fruits, les jus de fruits, et les boissons rafraîchissantes.³ Les niveaux de benzène dans ces produits étaient au-dessous de 5 µg/L, la concentration maximale acceptable (MAC) de benzène dans l'eau potable canadienne.³ Spécifiquement, les niveaux moyens de benzène dans les jus fraîchement exprimés issus des fruits, jus avec ou sans benzoates, les boissons non gazeuses avec ou sans benzoates, les boissons rafraîchissantes avec ou sans benzoates étaient respectivement de 0.042, 0.672, 0.056, 0.395, 0.116, 0.793, et 0.062 µg/kg. Les jus de fruits et les boissons rafraîchissantes gazeuses étiquetées comme contenant des benzoates contenaient approximativement des concentrations de benzène 10 fois plus élevées que celles sans benzoates. Cette même tendance n'a pas été constatée dans les boissons à base de fruits, pour lesquelles les auteurs ont suggéré que l'occurrence naturelle

d'acide benzoïque pouvait être présente dans certains jus. Une étude similaire conduite par les Etats-unis afin de déterminer les niveaux de benzène dans les aliments et les boissons contenant soit des benzoates à l'occurrence naturelle soit des benzoates ajoutés et/ou des benzoates et de l'acide ascorbique, a trouvé des niveaux bas de benzène, en dessous de 1 ppb dans la majorité des boissons analysées.⁴ La concentration la plus élevée de benzène a été trouvée dans un produit de fumée liquide.

40. Une étude sur l'occurrence du benzène dans 60 boissons disponibles sur le marché italien a montré la présence de benzène à des niveaux dans un éventail de 1-3.8 ppb.⁶

41. En 2005, on a découvert que certains échantillons de boissons contenaient des niveaux élevés de benzène (FDA américaine 2006) ce qui a incité de nombreux pays à mener des études sur l'occurrence du benzène dans les boissons rafraîchissantes et les autres boissons. Les études ont été menées dans des pays comme les USA (2005 - 2007), le Royaume-uni (2006), l'Australie et la Nouvelle-Zélande (2006), la Corée du Sud (2006), le Japon (2006), le Canada (2006 - 2007), l'Irlande (2006-2007), la Belgique (2006 - 2007), et l'Allemagne (2006-2007).^{11,22,35,36,38,39,47-55} Dans la plupart des études, l'échantillonnage a été ciblé sur des produits qui contenaient du benzoate sodique et de l'acide ascorbique. Les résultats ont été soit publiés dans des journaux scientifiques soit sur des sites Web d'organismes de réglementation qui conduisent les études. Les résultats du testage de centaines d'échantillons par les agences gouvernementales nationales et l'industrie des boissons étaient pertinents; montrant des niveaux bas de benzène µg/L dans les boissons contenant des ingrédients spécifiques qui puissent conduire à la formation de benzène. Des détails additionnels de ces études peuvent être trouvés dans le tableau 1.

42. La FDA américaine a étudié 199 échantillons de boissons rafraîchissantes et autres boissons de 2005 jusqu'en mai 2007.^{38, 40} Seulement un petit nombre de produits (dix) contenaient plus de 5 µg/L de benzène, une directive établie par l'Agence de protection environnementale américaine sur l'eau potable. Des niveaux de benzène plus élevés que 5 µg/L ont été trouvés dans neuf produits qui contenaient à la fois des sels de benzoate ajoutés et de l'acide ascorbique, et dans un jus de canneberge qui contenait de l'acide ascorbique ajouté mais pas de benzoate ajouté. Les benzoates sont trouvés naturellement dans les canneberges. Les fabricants américains ont reformulé des produits qui excédaient 5 µg/L de benzène. La FDA américaine a testé les échantillons de ces produits reformulés et a découvert que les niveaux de benzène étaient de moins de 1.1 ng/g (approximativement équivalent à 1.1 µg/L).

43. En 2006, l'Agence sur les normes d'aliments du Royaume-uni (FSA) a rassemblé 150 boissons de supermarchés et de magasins indépendants issus de quatre régions au Royaume-uni.^{21, 22,48} Les échantillons consistaient principalement en concentrés (squashes), boissons gazeuses, et boissons plates prêtes à boire (boissons non gazeuses avec moins de 25 pour cent de teneur en jus). La majorité des boissons contenait des benzoates et de l'acide ascorbique. Un nombre limité de jus de mangue et de boissons de canneberge a également été choisi étant donné que ces fruits contenaient naturellement du benzène. Des 150 boissons rafraîchissantes échantillonnées, 107 (70 pour cent) ne contenaient pas de niveaux détectables de benzène et quatre produits contenaient des niveaux moyens de benzène au-dessus de 10 µg/L. Ces produits qui avaient été fabriqués avant que la directive pour l'industrie ait été implantée au Royaume-uni ont été retirés de la vente. La FSA a demandé à l'industrie des boissons rafraîchissantes de s'assurer que les niveaux de benzène soient conservés à des niveaux aussi bas que cela était réalisable.

44. Les normes d'aliments de l'Australie et la Nouvelle Zélande (FSANZ) a échantillonné 68 boissons aromatisées en mars /avril 2006.⁴⁹ L'échantillonnage était ciblé principalement sur des boissons qui étaient plus susceptibles de contenir du benzène à cause de la présence de benzoate et d'ascorbate et qui comprenaient: des boissons rafraîchissantes à base de cola ou sans cola, des eaux minérales aromatisées, des sirops de fruits, des jus de fruits, des boissons fruitées, des boissons énergétiques, et de l'eau aromatisée/de l'au pour sportifs. Des 68 échantillons testés, 38 boissons contenaient des traces de niveaux de benzène. Les niveaux détectés se situaient dans un éventail allant de 1 à 40 µg/L. Plus de 90 pour cent de toutes les boissons étudiées avaient des niveaux de benzène en dessous des directives de L'OMS pour l'eau potable. (10 µg/L).

45. En mars 2006, l'Autorité irlandaise de sécurité alimentaire (FSAI) a mené une étude conjointement avec le Laboratoire d'analyses public Galway afin d'établir les niveaux de benzène présent dans 76 échantillons de boissons rafraîchissantes, squashes et eaux aromatisées disponibles sur le marché irlandais.⁵⁴ Seules sept

boissons contenaient du benzène au-dessus du seuil de détermination et parmi celles-ci deux avaient des valeurs situées au-dessus de la directive de l’OMS relative au niveau de benzène dans l’eau potable qui est de 10 µg/L. Dans une étude complémentaire, 63 échantillons des mêmes types de boisson ont été analysés sur leur teneur en benzène. Parmi ceux-ci neuf étaient au-dessus de la limite de détection et deux étaient au-dessus de la directive OMS pour la teneur en benzène dans l’eau potable.⁵⁵

46. En 2006, Santé Canada a initié une étude sur le benzène dans les boissons rafraîchissantes ainsi que dans les boissons à teneur réduite en alcool et dans les cocktails afin d’évaluer les niveaux de benzène dans les produits disponibles au Canada.^{36, 44, 52} Les échantillons de 118 produits ont été analysés en ce qui concerne le benzène. Du benzène a été trouvé dans les échantillons de quatre des produits à des niveaux supérieurs à la directive canadienne de 5 µg/L de benzène dans l’eau potable. Dans ces échantillons, les concentrations positives moyennes variaient de 6.0 à 23.0 µg/L. Le benzène dans la plupart des produits restants était ou non détecté ou a été détecté à des niveaux en dessous de 5 µg/L de benzène dans l’eau potable. Pour ces quelques produits dans lesquels on a découvert initialement que les niveaux de benzène étaient en excès par rapport à la directive canadienne de 5 µg/L pour l’eau potable, des réductions significatives de niveaux de benzène ont été observés dans les produits reformulés.

47. Santé Canada a mené une étude complémentaire en 2007 pour évaluer les niveaux de benzène dans 139 échantillons de boissons rafraîchissantes et autres boissons (110 de ces échantillons étaient les mêmes produits que ceux analysés dans l’étude de 2006) utilisant une méthode plus sensible capable d’un seuil de détermination de 0.016 µg/L (11, 18).^{37, 53, 56} A cause de la méthode de seuil de détermination moins élevé, le benzène a été détecté dans 67 pour cent des 139 produits testés mais les niveaux moyens de benzène dans la plupart des produits restaient bas. A l’exception de certains cocktails et un échantillon de boisson non alcoolisée gazeuse, les niveaux moyens trouvés étaient en dessous de 5 µg/L. Les cocktails sont destinés à être mélangés avant de boire résultant en une exposition plus basse au benzène.

48. L’Agence fédérale belge pour la sécurité de la chaîne alimentaire a étudié 134 échantillons de boissons rafraîchissantes à teneur réduite en calories qui ont été rassemblés d’octobre 2006 jusqu’à mai 2007 sur le marché belge.³⁹ Tous les échantillons, à l’exception d’un (10.98 µg/L), était en dessous de 10 µg/L et trois étaient au-dessus de 5 µg/L.

49. L’organisme coréen de surveillance des aliments et des médicaments a mené deux études pour déterminer la présence du benzène dans les boissons. Dans la première, les niveaux de benzène dans 37 produits variaient de 1.7 à 263 ppb.⁵⁰ L’étude complémentaire a été conduite pour analyser les niveaux de benzène dans 30 échantillons des mêmes produits peu de temps après leur date de fabrication, les niveaux variaient de 5.7 à 87.7 ppb.⁵¹ Il a été conseillé aux fabricants dont les produits contenaient des niveaux de benzène en excès par rapport à la directive OMS relative au benzène dans l’eau potable de reprendre volontairement leur produit.

50. Une étude du benzène dans les aliments allemands a été menée se concentrant sur les groupes de produits qui ont été décrits antérieurement comme contenant probablement du benzène (comme que les boissons contenant de l’acide ascorbique et de l’acide benzoïque), avec une attention particulière sur les produits vendus en tant qu’aliments pour nourrissons ou petits enfants.¹¹ Les produits ont été rassemblés entre 2006 et 2007 et consistaient en 451 échantillons de différentes boissons rafraîchissantes, boissons destinées aux nourrissons et petits enfants (boissons avec fruits, légumes et /ou thé), “alcopops”, boissons à base de bière mélangée, ainsi que les jus de carotte pour le consommateur général et les nourrissons. Ces échantillons ont été analysés en utilisant une méthode analytique avec un seuil de détermination de 0.13 µg/L. Le niveau moyen de benzène dans les échantillons de boissons rafraîchissantes était de 0.24 µg/L. Des 313 échantillons de boissons rafraîchissantes, seul un échantillon excédait 10 µg/L et 7 échantillons avaient un niveau supérieur à 1 µg/L. De façon intéressante, les concentrations dans les jus de carotte et en particulier dans les jus de carotte destinés aux nourrissons étaient plus élevées que celles dans tous les autres groupes de boissons. Approximativement 88 pour cent de tous les jus de carotte pour les nourrissons avaient des niveaux de benzène supérieurs à 1 µg/L. Les auteurs ont suggéré que la formation de benzène dans le jus de carotte était principalement causée par un mécanisme d’induction à la chaleur (les jus pour nourrissons sont soumis à la chaleur durant des périodes plus longues que les jus de carottes qui sont destinés à la population générale), étant donné qu’aucun de ces jus de carotte dans l’étude ne contenait d’acide benzoïque. Les auteurs ont indiqué que des études ultérieures seraient

requis afin de déterminer les précurseurs responsables mais a suggéré qu'une formation de benzène par catalyse de métal peut être également possible vu que des niveaux plus élevés de ces métaux ont été trouvés dans les jus de carotte. Les auteurs ont conclu qu'hormis quelques exceptions, l'exposition au benzène du consommateur issue de boissons rafraîchissantes et de boissons alcoolisées sur le marché allemand apparaît être très basse et presque négligeable si l'on considère l'exposition au benzène issue d'autres sources.

51. Wu et ses collègues¹⁰ ont découvert que six bières chinoises dans une étude sur 84 échantillons contenaient des niveaux détectables de benzène (1.9-7.1 ug/L; moyenne 4.0ug/L). Les auteurs à travers une investigation subséquente, ont théorisé que le CO₂ utilisé pour carbonisation pouvait avoir provoqué la formation de benzène.

52. L'Institut national japonais des sciences de la santé de mai à juin 2006 a effectué la surveillance pour le benzène de 31 boissons rafraîchissantes commerciales auxquelles ont été ajoutés à la fois du benzoate sodique et de l'acide ascorbique (vitamine C) en tant qu'additifs alimentaires. Trente (30) items des 31 contenaient en dessous de 10 µg/L. Le benzène au niveau de 73.6 µg/L a été détecté pour 1 item.

Tableau 1. Données d'étude sur le benzène dans les boissons rafraîchissantes et autres boissons

Pays/Organisation	Année	N	LOD ¹ et/ ou LOQ ² (ppb)	# de +ve's	éventail (ppb)	Types de produits	Réf.
Benzène dans les boissons rafraîchissantes et autres boissons (résultats des études après détection dans les années 90)							
Canada	1991/1992	97	LOD: 0.03	97	0.018 - 3.83	Les fruits en tant que jus de fruits frais et échantillons de vente de jus de fruits, boissons fruitées et boissons rafraîchissantes	3
U.S.A	1991/1992	59	LOQ: 1.0	19	<1 - 121	Y compris les boissons antérieurement désignées comme contenant du benzène (eau, oeuf, jambon, etc.)	4
U.S.A	1991/1992	44	LOQ: 0.05	15	<0.05 - 9.0	Boissons rafraîchissantes, jus, bières et eaux issus de légumes transformés	45
Italie	2001	60	LOD: 0.05	60	1.00 - 3.93	Boissons au cola, boissons légères faites de cola, boissons faites de jus d'orange et boissons gazeuses	6
Benzène dans les boissons rafraîchissantes et autres boissons (résultats d'étude après détection en 2005)							
FSANZ	2006	68	LOQ: 1.0	38	<1 - 40	Boissons rafraîchissantes au cola et sans cola, eau minérale aromatisée, sirop de fruits, jus de fruits, boissons fruitées, boissons énergétiques et eau aromatisée/eau pour sportifs	49
Belgique	2006/2007	134	LOD: 0.1; LOQ: 0.3	90	<0.1 - 10.98	Boissons rafraîchissantes à teneur réduite en calories	39
Santé Canada	2006	124	LOD: 0.16 et 0.26; LOQ: 1.0	49	<1 - 23	Boissons rafraîchissantes, jus, rafraîchissements à teneur réduite en alcool, sirops (par ex. grenadine), et cocktails	36,52
Santé Canada	2007	139	LOD: 0.016	93	<1-18		37,53
Chine	2006	84	LOQ: 1.0	6	<1- 7.1	Bière disponible sur le marché de la vente au détail et dans les brasseries, 7 bières importées	10
Allemagne	2006/2007	451	LOD: 0.04 ; LOQ: 0.13	192	<0.04 - 41.8	Boissons rafraîchissantes, alcopops, boissons à base de bière et boissons pour nourrissons et petits enfants, y compris jus de carotte	11
FSAI	2006	76	LOQ: 1.0	7	<1 - 91	Boissons rafraîchissantes, boissons gazeuses, concentrés (squashes), boissons plates et eaux aromatisées	54
FSAI	2007	63	LOQ: 1.0	9	<1 - 18.3		55
KFDA	2006	37	n/a	37	1.7 - 263 (+ve's)	Boissons contenant du benzoate et de l'acide ascorbique, boissons enrichies en vitamine C	50
KFDA (complément)	2006	30	n/a	27	5.7 - 87.8 (+ve's)	Boissons enrichies en vitamine C	51
RU (industrie boissons rafraîchissantes)	2006	230	n/a	n/a	8.0 (le plus élevé); la plupart <	La FSA a demandé à l'industrie de fournir des informations sur les niveaux de benzène dans les boissons – données sommaires	22,48
RU FSA	2006	150	LOQ: 1.0	43	<1-28	Concentrés (squashes), boissons gazeuses et boissons plates prêtes à boire, y compris également les boissons non alcoolisées, les boissons pour sportifs /énergétiques et certains jus de fruits	22,48
Japon	2006	31	LOQ: 1	31	<1-73.6	Boissons rafraîchissantes commercialisées contenant à la fois du benzoate sodique et de l'acide ascorbique	
FDA américaine	2005/2006	113	LOD: 0.2 et 0.02; LOQ: 1.0	73	<1 - 87.9	Boissons rafraîchissantes, et autres boissons y compris autres boissons gazeuses, boissons non gazeuses et cocktails à base de jus de canneberge	40
FDA américaine	2006/2007	86	LOD: 0.04	51	<1 - 88.9		40
U.S.A.	2008	199	LOD: 0.05; LOQ: 0.2	125	<0.05 - 88.9		38

n/a – pas disponible, ¹LOD – Limite de détection, ²LOQ – Limite de quantification

EXPOSITION DIÉTÉTIQUE

Benzène dans les boissons

53. Certains organismes de réglementation internationale sur l'alimentation ont conclu que l'exposition au benzène à partir de la consommation de boissons rafraîchissantes et autres boissons est généralement basse et presque négligeable, représentant une contribution mineure en comparaison à l'exposition totale au benzène d'autres sources (par ex. émissions véhiculaires air intérieur/extérieur, émissions véhiculaires et la consommation d'eau potable et aliments dans lequel le benzène peut apparaître en tant que contaminant environnemental).

54. Haws et ses collègues⁵⁷, ont mené une étude sur les niveaux de benzène dans la boisson qui contenait les niveaux les plus élevés de benzène (ancienne formulation) dans l'étude de FDA sur le benzène dans les boissons, ainsi que le mesurage du produit reformulé. Les auteurs ont utilisé certains scénarios très conservateurs d'exposition dans lesquels 95 pour cent de la limite maximale de confiance de données d'occurrence de leur étude était utilisée pour évaluer l'exposition journalière au benzène des consommateurs de ce type de boisson, pour différents groupes d'âges. Les auteurs ont conclu que l'exposition au benzène des boissons est insignifiante par rapport à l'inhalation, et qu'il n'existait pas de risque pour la santé inacceptable associée à la consommation de ces produits.

55. Santé Canada a mené des évaluations d'exposition en 2006 et 2007^{44,56} sur l'occurrence du benzène dans les boissons rafraîchissantes et dans d'autres boissons. La dose journalière probable (PDI) estimée pour les boissons à l'exception des produits les plus élevés (qui ont été depuis reformulés) variaient de 6-9 ng/kg poids corporel/jour pour les adultes (60 kg poids corporel présumé), 8 ng/kg pc/jour pour les enfants de 5-11 ans (26.4 kg pc) et 6 ng/kg pc/jour pour ceux de 12-19 ans (53.8 kg pc) pour différents scénarios d'ingestion de boissons. Les estimations d'exposition basées sur les résultats d'étude en 2007 et les figures relatives à la consommation mises à jour ainsi que les poids corporels étaient de 1.8 – 11 ng/kg pc/jour pour les adultes (70 kg poids corporel), 3.3 ng/kg pc/jour pour ceux âgés de 5-11 ans (30 kg pc), et 2.8 – 4.2 ng/kg pc/jour pour ceux âgés de 12-19 ans (60 kg pc) pour la combinaison de toutes les boissons rafraîchissantes et autres boissons sans alcool combinées, ou toutes les boissons alcoolisées combinées pour des groupes d'âge consommant ces produits.

Exposition au benzène à partir d'autres sources

56. La voie d'exposition la plus importante pour le benzène dans la population générale a lieu à travers l'inhalation de l'air ambiant.^{2, 18, 23, 58,59} La présence de benzène dans l'essence (pétrole), et son usage large en tant que solvant industriel peut résulter en des émissions importantes et étendues dans l'environnement. L'exposition à l'intérieur des maisons peut apparaître à partir de la fumée de cigarette et à partir des matériaux de construction.

57. D'autres sources possibles d'exposition au benzène comprennent la consommation d'eau potable et des aliments dans lesquels le benzène peut apparaître en conséquence de la contamination environnementale soit industrielle soit rattachée au produit; naturellement; à travers la migration issus de matériaux d'emballage; à cause de la formation par induction à la chaleur durant la cuisson ou durant les processus de production; ou en conséquence de l'irradiation de l'alimentation.^{3-6,8-11} En général, l'exposition issue de l'alimentation et de l'eau est beaucoup moins importante que celle de l'air^{15,59}. L'eau et le benzène d'origine alimentaire contribuent seulement pour un petit pourcentage à la dose quotidienne totale pour les adultes non fumeurs (entre environ 3 et 24 µg/kg du poids corporel par jour).¹⁸ L'ingestion par la population générale à travers des aliments est estimée à moins de 2 pour cent de l'exposition totale au benzène de toutes les sources.^{2, 58,59}

58. Des estimations variées de l'exposition humaine au benzène issues de l'air, l'alimentation et l'eau ont été effectuées et sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2: Exposition au benzène de la population mondiale globale répertoriée par activité et média. (Adaptée de FSANZ (2006) et HC (2006))

Source d'exposition	Exposition évaluée	Référence
Air		
Exposition par inhalation	220 µg (microgrammes)/jour	58
Air ambiant	9-91 µg/jour	2
Recharge réservoir d'essence de la voiture	32 µg durant recharge (3 mins) 49 µg/jour	58 2
Activités rattachées à l'automobile	40 µg/jour	23
Conduite durant une heure		
Régime		
Alimentation et boissons	0.2-3.1 µg/jour (oeufs sans benzène ou 2ppb de benzène)	58
Alimentation	0.42 - 1.65 µg/jour	2
Eau potable	0.12 – 1.4 µg/jour	2
Alimentation	120-325 ng/kg pc/jour	44
Eau et alimentation	1.4 µg/jour	18
Alimentation et eau potable	250 µg/jour (4200ng/kg pc/jour, 60-kg adulte)	26
Alimentation	180 µg/jour (3000 ng/kg pc/jour, 60-kg adulte)	15
Fumée de cigarette		
	7900 µg/jour	58
	1815 - 1820 µg/jour	2
	1800 µg/jour	18
Tabagisme passif		
	6 - 63 µg/jour	2
	50 µg/jour	18

59. Les évaluations d'exposition présentées dans le tableau 2 ne comprennent pas les estimations utilisant les données d'étude plus récentes (2006/07) générées par différents organismes de réglementation internationaux et les organisations pour la sécurité alimentaire sur l'occurrence du benzène dans les boissons. Toutefois les évaluations les plus récentes soit se situent dans le même éventail soit sont plus basses que les niveaux d'occurrence qui ont été trouvés antérieurement dans les autres aliments. En outre elles n'apportent pas une contribution importante à l'ingestion totale de benzène et pour la population générale ne représenterait pas une source majeure d'exposition.

60. Les différences entre les évaluations d'ingestion diététique présentées dans le tableau 2 doivent être attribuées aux données d'étude et/ ou approches utilisées pour établir ces évaluations. La présence de benzène dans certains aliments peut être la conséquence de la méthode analytique utilisée, ainsi que cela a été décrit antérieurement.^{11, 36,47} La FDA a affirmé récemment que leur méthode analytique TDS produit des résultats peu fiables pour le benzène. Certaines des évaluations d'exposition issues de l'alimentation ci-dessus peuvent provenir de ces données.

PRÉVENTION DU BENZÈNE DANS LES BOISSONS NON ALCOOLISÉES

61. Le Conseil international des associations sur les boissons (ICBA) a développé et a approuvé *Un document conseil pour limiter le potentiel de la formation de benzène dans les boissons* qui a été adopté par les Associations et les conseils nationaux sur les boissons et a été mis à la disposition des fabricants de boissons partout dans le monde. Le document conseil d'ICBA²⁴ résume les facteurs qui peuvent limiter la formation de benzène dans les boissons contenant des sources d'acide benzoïque et d'acide ascorbique basées sur l'expérience dans l'industrie des boissons et les expériences qui ont été effectuées sur la formation de benzène.

62. En particulier des preuves indiquent que des édulcorants nutritifs (sucre, maïs à sucre élevé ou sirop d'amidon), là où autorisés, peuvent retarder ou entraver la réaction en réagissant avec et en désactivant les radicaux hydroxyliques, vu que la formation de benzène semble la plus apparente dans les boissons diététiques contenant des édulcorants intenses.^{24,36,38} Toutefois, plus longue est la période durant laquelle un produit est sur le marché (durée de conservation), plus le potentiel de formation de benzène est grand si ses

précurseurs sont présents. Des preuves suggèrent également que les agents chélateurs tels que l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) ou l'acide diéthylènetriaminopentacétique (DTPA), là où autorisés, peuvent entraver la formation de benzène dans les produits contenant des benzoates et de l'acide ascorbique, probablement par la formation de complexes d'ions métalliques qui peuvent agir en tant que catalyseurs.^{17,24,43} Toutefois l'efficacité de l'EDTA en tant qu'agent chélateur n'est pas toujours évidente et le degré de réduction peut être affaibli dans les produits contenant du calcium ou autres minéraux tels que les produits minéraux fortifiés.^{24,38} On a également suggéré que le polyphosphate de sodium (ou hexameta) peut entraver la formation de benzène.

63. Le document d'orientation de l'ICBA²⁴ fournit également des conseils ainsi que des stratégies aux fabricants de boissons sur des façons de minimiser le potentiel pour la formation de benzène dans les boissons à travers le contrôle de la formulation. Ces stratégies comprennent: examen des produits existants et nouvelles formulations (y compris leurs ingrédients tels que les jus de fruits, les émulsions aromatisées, les colorants, les agents opacifiants qui peuvent contenir des conservateurs ou des antioxydants, soit naturellement soit ajoutés intentionnellement pour obtenir un effet technologique, et pour des questions d'entreposage et de durée de conservation) pour leur potentiel afin de former du benzène en considération de la connaissance actuelle sur les facteurs contribuant à la formation de benzène; en considérant des ingrédients alternatifs (le remplacement/ la réduction des benzoates avec des sorbates ou autres systèmes conservateurs, et/ou l'acide ascorbique avec les défis indiqués concomitants); ou examen des processus de fabrication qui sont disponibles afin d'empêcher la formation de benzène. Des conseils sont aussi fournis à propos de : l'exécution de test d'entreposage accéléré sur les produits pour déterminer le potentiel pour la formation de benzène; la reformulation des produits affectés dans lesquels le benzène peut être présent; la confirmation du fait que les nouvelles formulations et les reformulations sont effectives pour la minimalisation du potentiel pour la formation du benzène à travers l'échantillonnage du marché, etc.; et les procédures analytiques pour la détermination du benzène.

64. Il est clair que plusieurs facteurs peuvent être en interaction pour augmenter ou diminuer la formation de benzène dans les boissons y compris: l'ordre d'ingrédients ajoutés, la formulation spécifique et les précurseurs qui peuvent être présents dans les boissons, ainsi que les conditions de stockage expérimentées à travers la vie du produit. Les produits reformulés ont montré contenir des niveaux réduits de benzène, dans lesquels les niveaux soit ne sont pas détectés ou sont détectés à des niveaux très bas, généralement en dessous de 1 ug/L.^{36,40}

STATUT RÉGLEMENTAIRE ET GESTION DES RISQUES

65. L'OMS a établi une valeur directive de 10 µg/L de benzène dans l'eau potable^{1,15}; L'EPA américain, la FDA et Santé Canada ont établi un niveau de contaminant maximum (MCL) et une concentration maximale acceptable (MAC) de 5 ug/L^{29,40,26}, respectivement; et l'Australie (1996) et l'Union européenne (1998) ont établi une directive pour le benzène dans l'eau potable de 1 ug/L.^{60,61} Santé Canada à l'intention de réviser sa directive actuelle sur le benzène dans l'eau potable de 5 ug/L à 1 ug/L.²⁷ Dans un certain nombre de cas, ces limites ont été utilisées en tant que valeur de référence pour la présence de benzène dans les boissons rafraîchissantes et les boissons autres que l'eau.^{40,44,56} En fait, beaucoup d'agences gouvernementales ont utilisé ces directives, ainsi que des estimations de l'exposition au benzène issues de sources diététiques et d'autres sources en tant que base pour les décisions relatives à la gestion des risques et ont demandé aux fabricants de reformuler ou de retirer les boissons dont le niveau de benzène excède celui des directives relatives à l'eau potable établies dans leur propre pays ou par l'OMS. Il est important de noter toutefois, que dans beaucoup de cas, les instances réglementaires ont mené des évaluations sur les risques pour la santé basées sur l'exposition au benzène des boissons rafraîchissantes et autres boissons utilisant à la fois des points finaux toxicologiques sur le cancer (risque sur une vie) et de non cancer (TDI ou RfD) afin d'estimer les niveaux associés à un niveau bas de risque.^{44,56}

66. Les directives relatives au benzène dans l'eau potable varient d'un pays à l'autre et sont fondées sur différentes estimations de consommation que celles des boissons rafraîchissantes. Par exemple, l'OMS¹⁵ emploie généralement une estimation de consommation de 2 litres par jour et un facteur de contribution de source pour l'eau potable par rapport aux autres sources d'ingestion de benzène. Généralement la consommation d'eau potable est plus de six fois celle des boissons aromatisées pertinentes, mais la consommation de boissons varie également considérablement entre les pays et entre les groupes d'âge⁴⁹. Par exemple en Belgique, des données obtenues à partir d'une étude de 2004 sur la consommation alimentaire⁶⁵ indique que l'ingestion moyenne habituelle pour les boissons rafraîchissantes est de 213 ml par jour, alors que pour le sous groupe d'hommes âgés de 15 à 18 ans, l'ingestion moyenne habituelle de boissons

rafraîchissantes est de 576 ml et le 97^{ème}.5 centile est de 1412 ml⁶⁶ Parce que les directives pour des niveaux fiables de benzène dans l'eau potable ont été utilisées en tant que comparateur approprié pour les décisions relatives à la gestion des risques, certains pays ont suggéré des limites d'action pour le benzène qui sont spécifiques aux boissons rafraîchissantes et autres boissons. Par exemple à un niveau européen, le Comité permanent sur la chaîne alimentaire et la santé animale de la direction générale de la santé et de la protection des consommateurs a suggéré un niveau d'action pour le benzène dans les boissons rafraîchissantes de 10 µg/L.⁶² Le Comité scientifique de l'agence fédérale belge pour la sécurité de la chaîne alimentaire a suggéré 1µg/L en tant que point de référence acceptable pour le benzène dans les boissons rafraîchissantes.³⁹

67. Dans de nombreux cas, les boissons contenant des niveaux de benzène au-dessus de ceux des directives sur le benzène pour l'eau potable (5-10 µg/L) ont été volontairement retirés des marchés et /ou reformulés par les fabricants de boissons. Les études complémentaires menées par les autorités réglementaires et l'industrie des boissons ont montré que les reformulations conduisent à des niveaux fortement diminués et acceptables de ces produits dans lesquels on avait trouvé initialement des niveaux de benzène supérieurs aux niveaux d'action nationaux.^{37,40,56}

68. Les conclusions de certains gouvernements nationaux tels que celles en Australie, au Royaume-Uni, aux USA, en Allemagne et au Canada sont que les résultats d'étude en relation aux niveaux de benzène dans les boissons rafraîchissantes ne provoquaient pas d'inquiétude relative à la santé publique, étant donné que les quantités de trace trouvées avaient un tout petit impact sur l'exposition globale au benzène. Par exemple, en 2007, Santé Canada a évalué les risques pour la santé qui pourraient résulter de l'exposition au benzène dans certaines boissons rafraîchissantes et a conclu qu' "il existe un risque négligeable pour la santé posée par la consommation de boissons rafraîchissantes et autres boissons qui sont disponibles à la vente au Canada".⁵⁶ Toutefois, les agences gouvernementales ont travaillé avec leurs groupes industriels locaux pour s'assurer que les niveaux de benzène dans les boissons soient maintenus à un niveau aussi bas que cela été réalisable, tout en assurant toujours la sécurité microbiologique de ces produits.

CONCLUSIONS

69. Le potentiel pour la formation de benzène dans les boissons rafraîchissantes a été reconnu. La formation de benzène peut apparaître en partie par milliards de niveaux dans certaines formules de boissons contenant du sodium, du potassium, ou du benzoate de calcium en même temps que l'acide ascorbique dans certaines conditions. Alors que la majorité des boissons analysées par les autorités nationales contiennent du benzène à des niveaux moindre que ceux autorisés pour l'eau potable, il a été constaté que certains produits initialement contenaient 2-5 fois la limite indicative attribuée par l'Organisation mondiale pour la santé^{14,15} (OMS) de 10 µg/L pour l'eau potable. Toutefois les agences gouvernementales ont travaillé avec leurs groupes industriels locaux de boissons et fabricants pour s'assurer que les niveaux de benzène dans les boissons sont maintenus à un niveau aussi bas que possible, tout en continuant d'assurer la sécurité microbiologique de ces produits. L'industrie de la boisson a établi des directives pour les fabricants de boissons de façon à pallier à la formation de benzène. Ces informations ont été mises à la disposition du public. On a pu constater que l'implantation de directives pour l'industrie, y compris les reformulations de produits lorsque cela s'avérait nécessaire, réduisait les niveaux de benzène bien en dessous des directives actuelles pour le benzène dans l'eau potable.

70. Certaines autorités nationales ont effectué des investigations sur la présence de benzène dans les boissons rafraîchissantes ainsi que sur les autres boissons disponibles dans leurs propres pays, concluant généralement que l'exposition à des niveaux bas de benzène provenant des boissons rafraîchissantes ne soulevait aucun problème pour la santé publique et que les boissons disponibles à la vente étaient fiables. Ceci est fondé sur le fait que la trace des quantités de benzène découverte dans les boissons rafraîchissantes et les autres boissons a seulement un impact très petit sur l'exposition globale au benzène, ainsi que sur le succès des actions qui ont été menées par l'industrie pour les produits reformulés là où nécessaires. Toutefois, les pays membres dans les régions tropicales où certaines boissons sont vendues dans la chaleur tropicale ont déjà essayer de comprendre le risque inhérent et l'industrie est obligée d' employer un niveau élevé de sels de benzoate (bien qu'en respectant le niveau maximal du Codex) pour préserver leurs produits.

71. Certains organismes de réglementation ont conclu que les niveaux de benzène trouvés dans les boissons ainsi que les actions entreprises par l'industrie de la boisson y compris la reformulation des produits affectés et la praticabilité de la directive fournie par les Conseils et associations internationaux et nationaux sur la boisson ne garantissent pas le cadre formel des limites maximales et/ou directives pour le benzène dans les boissons rafraîchissantes et les boissons autres que l'eau. Toutefois, parce que le benzène est une substance

carcinogène, tout effort devrait être fait pour assurer que les niveaux de benzène dans les boissons sont aussi bas que cela est réalisable.

72. Les informations fournies dans les documents d'orientation de l'industrie²⁴ et par les autorités nationales sur l'alimentation aideront aussi à s'assurer que les fabricants de nouvelles boissons sont conscients du potentiel pour la formation de benzène issu des composés précurseurs.

RECOMMANDATIONS

73. Par conséquent les recommandations suivantes sont présentées par le groupe de travail électronique pour examen lors du troisième CCCF:

- a. Les pays qui ont effectué des études nationales sont encouragés à mettre à jour et à cibler un échantillonnage à l'année pour saisir les différentes conditions climatiques
- b. Les Comités coordinateurs du Codex pour l'Afrique, l'Asie, l'Amérique latine, et les Caraïbes devraient faire appel à leurs membres, en particulier ceux dans les tropiques qui sont prêts à effectuer leurs études nationales, de le faire. L'étude devrait intégrer les études sur l'évaluation de l'exposition et l'ingestion alimentaire.
- c. Les gouvernements membres sont encouragés à travailler avec leurs fabricants de boissons pour s'assurer que l'information disponible est communiquée.
- d. Le CCCF est invité à examiner la production d'un code de bonnes pratiques pour la prévention de la formation de benzène dans les boissons rafraîchissantes à cause des risques inhérents pour la santé publique.
- e. En vue des défis dans la méthodologie et l'instrumentation dans la détermination du benzène dans les boissons rafraîchissantes l'OMS et la FAO devraient considérer d'avoir une assistance pour les pays membres intéressés pour le renforcement des capacités.

RÉFÉRENCES

1. ALINORM 08/31/41. 2008
2. Environment Canada and Health Canada. 1993. Priority Substances List Assessment Report (available on http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/psl1-lspl1/benzene/benzene_e.pdf)
3. Page, B. D.; Conacher, H.B.S.; Weber, D.; Lacroix, G. 1992. A survey of benzene in fruits and retail fruit juices, fruit drinks, and soft drinks. *Journal of AOAC International*, Vol. 75, No. 2, 334-340
4. McNeal, T.P.; Nyman, P. J.; Diachenko, G. W.; Hollifield, H. C. 1993. Survey of benzene in foods by using headspace concentration techniques and capillary gas chromatography. *Journal of AOAC International*, 76, 1213-1219
5. Barshick, S-A; Smith, S.M.; Buchanan, M.V.; and Guerin, M.R. 1995. Determination of benzene content in food using a novel blender purge and trap GC/MS method. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8:244-257.
6. Fabiette F., Delise M., and Piccioli Bocca A. 2001. Investigation into the benzene and toluene content of soft drinks. *Food Control*, 12(8): 505-509.
7. Lourdes Cardeal, Z; Guimaraes, E.M.; and Parreira, F.V. 2005. Analysis of volatile compounds in some typical Brazilian fruits and juices by SPME-GC method. *Food Additives and Contaminants*, 22 (6):508-5113.
8. BfR. 2006. Indications of the possible formation of benzene from benzoic acid in foods. BfR Expert Opinion No. 013/2006, 1 December 2005. Germany's Federal institute for Risk Assessment.
9. Sommers, S.H., Delincee, H., Smith, J.S., Marchioni, E. 2006. Toxicological safety of irradiated foods, in Food Irradiation Research and Technology (Eds Sommers S.H., Fan, X.), Blackwell Publishing, pp. 43-61. http://books.google.com/books?id=fkL_0aHFj-wC&pg=PA45&lpg=PA45&dq=irradiated+foods+and+benzene&source=web&ots=363aS8C2dF&si

- [g=abuKc-40AcILdXfVRMuoySXBKDs&hl=en&sa=X&oi=book_result&resnum=1&ct=result#PPA43,M1](#)
10. Wu, Q-J.; Lin, H.; Fan, W.; Dong, J-J.; and Chen, H-L. 2006. Investigation into Benzene, Trihalomethanes and Formaldehyde in Chinese Lager Beers. *Journal of the Institute of Brewing*, 112(4):291-294.
 11. Lachenmeier; D. W.; Reusch; H.; Sproll, C.; Schoeberl, K.; Kuballa, T. 2008. Occurrence of benzene as a heat-induced contaminant of carrot juice for babies in a general survey of beverages. *Food Additives and Contaminants*, 1-9, iFirst
 12. Food Standards Agency. 1995. MAFF- UK Benzene and other aromatic hydrocarbons in food, Average UK dietary intakes, Food Surveillance Information Sheet, Number 58. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK Food Standards Agency. <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infosheet/1995/no58/58benz.htm>
 13. Fleming-Jones, M.E., and Smith, R.E., 2003. Volatile Organic Compounds in Foods: A Five Year Study, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27):8120-8127.
 14. WHO. Benzene, *Guidelines for drinking-water quality* incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. 3rd ed., World Health Organization, Geneva, Switzerland (available on http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html)
 15. WHO. 2003. Benzene in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality (WHO/SDE/WSH/03.04/24). World Health Organization, Geneva, Switzerland 2003 (available on http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/benzene/en/)
 16. Page B.D., Conacher, H., and Salminen, J. 1993. Survey of bottled drinking water sold in Canada. Part 2. Selected volatile organic compounds. *Journal of AOAC International*, 90: 479-484.
 17. Gardner, L. K.; and Lawrence, G. D. 1993. Benzene production from decarboxylation of benzoic acid in the presence of ascorbic acid and a transition of metal catalyst. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41 (5), 693-695.
 18. WHO. Benzene. Geneva, World Health Organization, 1993 (Environmental Health Criteria, No. 150) (available on <http://www.inchem.org/>)
 19. International Agency for Research on Cancer (IARC). 1987. *Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1-42*. Lyon:120-122 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7).
 20. US EPA 2003. Benzene (CASNR 71-43-2). Washington D.C.: Integrated Risk Information System (IRIS). <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm>
 21. UK Food Standards Agency (FSA). 2006. Benzene in soft drinks, Food Survey Information Sheet No. 06/06 2006 (available on <http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsisbranch2006/fsis0606>)
 22. UK Food Standards Agency. 2006. Survey of benzene in soft drinks; <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis0606.pdf>
 23. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Benzene. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (available on <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.html>)
 24. ICBA. 2006. Guidance document to mitigate the potential of benzene formation in beverages, International Council of Beverages Associations, Boulevard Saint Michel 77-79, B-1040 Brussels, Belgium, April 26, 2006. (available on <http://www.icba-net.org/>)
 25. National Toxicology Program (NTP). 1986. Toxicology and Carcinogenesis Studies of Benzene (CAS No. 71-43-2) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies). NTP, Research Triangle Park, NC.
 26. Health Canada (HC), 1987. Benzene - Supporting Document for the Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Available on-line: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/benzene/benzene-eng.pdf

27. Health Canada (HC). 2007. Benzene in drinking water, Document for public comment, Prepared by the Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/consultation/benzene/toc-tdm-eng.php>
28. Rothman, N., Li, G.L., Dosemeci, M., Bechtold, W.E., Marti, G.E., Wang, Y.Z., Linet, M., Xi, L.Q., Lu, W., Smith, M.T., Titenko-Holland, N., Zhang, L.P., Blot, W., Yin, S.N. and Hayes, R.B. 1996. Hematotoxicity among Chinese workers heavily exposed to benzene. *American Journal of Industrial Medicine*, 29:236-246.
29. US EPA 1985. Final draft for drinking water criteria document on benzene. Health Effects Branch: Criteria and Standards Division/OoDW.
30. Rinsky, R.A., Smith, A.B., Horning, R.W., Filloon, T.G., Young, R.J., Okun, A.H. and Landrigan, P.J., 1987, Benzene and leukemia: an epidemiologic risk assessment. *New England Journal of Medicine*, 316 (17):1044-1050.
31. Netherlands National Institute of Public Health and the Environment (RIVM). 2001. Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM report 711701025. Available online: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>
32. Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA). 2006. Voluntary Children's Chemical Evaluation Program (VCCEP), Peer Consultations on Benzene: Appendix A - E. Available on line: <http://www.tera.org/peer/VCCEP/benzene/VCCEP%20BENZENE%20MEETING%20REPORT%20APPENDICES.pdf>
33. Kopp, B., Gilbert, J. 1984. Analysis of food contaminants by headspace gas chromatography, in *Analysis of Food Contaminants*, Elsevier, Amsterdam, pp. 117-130.
34. Kolb, B., Ettre, L.S. 2006. *Static Headspace-Gas chromatography, Theory and Practice*, 2nd Edn, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ
35. US Food and Drug Administration. 2006. Determination of benzene in soft drinks and other beverages. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzmeth.html>
36. Cao, X. L.; Casey, V.; Seaman, S.; Tague, B.; Becalski, A. 2007. Determination of benzene in soft drinks and other beverages by isotope dilution headspace gas chromatography and mass spectrometry, *Journal of AOAC International*, 90, 479-484
37. Cao, X. L.; Casey, V. 2008. Improved method for the determination of benzene in soft drinks at sub-ppb levels. *Food Additives and Contaminants*, 25(4): 401-405
38. Nyman, P. J.; Diachenko, G. W.; Perfetti, G. A.; McNeal, T. P.; Hiatt, M. H.; Morehouse K. M. 2008. Survey results of benzene in soft drinks and other beverages by headspace gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (56); 571-576
39. Van Poucke, C.; Detavernier, C. L.; van Bocxlaer, J. F.; Vermeleyen, R. 2008. Monitoring of benzene contents in soft drinks using headspace gas chromatography – mass spectrometry: a survey of the situation on the Belgian Market, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56(12); 4504-4510.
40. US Food and Drug Administration (FDA). 2006. Data on benzene in soft drinks and other beverages <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzdata.html> (available on <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzqa.html>)
41. Hiatt, M.H. Pia, J.H. 2004. Screening processed milk for volatile organic compounds using vacuum distillation/gas chromatography/mass spectrometry. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 46 (2):189-196.
42. Zhang, Z. Pawliszyn, J.1993. Headspace solid-phase microextraction. *Analytical Chemistry*, 65: 1843-1852.
43. Chang, C., & Ku, K. 1993. Studies on benzene formation in beverages. *Journal of Food and Drug Analysis* 1(4):385-393.
44. Health Canada. 2006. Health Risk Assessment, Benzene in Beverages http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/benzene_hra-ers-eng.php

45. McNeil, T.P.; Hollifield, H.C.; and Diachenko, G.W. 1995. Survey of Trihalomethanes and Other Volatile Chemical Contaminants in Processed Foods by Purge-and-Trap Capillary Gas Chromatography with Mass Selective Detection. *Food Chemical Contaminants*, 78 (2): 391-397.
46. Heikes, D.L.; Jensen, S.R.; and Fleming-Jones, M.E. 1995. Purge and trap extraction with the GC-MS determination of volatile organic compounds in table-ready foods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 43:2869-2875.
47. US FDA 2007. Questions and Answers on the Occurrence of Benzene in Soft Drinks and Other Beverages <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/benzqa.html>
48. UK Food Standards Agency (FSA). 2006. Agency publishes survey into levels of benzene in soft drinks in the UK (available on <http://www.food.gov.uk/news/pressreleases/2006/mar/benzenesurveyexpress>)
49. Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). 2006, Benzene in flavoured soft drinks (available on <http://www.foodstandards.gov.au/newsroom/factsheets/factsheets2006/benzeneinflavouredbe3247.cfm>)
50. Korean Food and Drug Administration. 2006. Benzene in beverages. Bulletin # 938. <http://www.kfda.go.kr>
51. Patton, D. 2006. South Korea urges recall of benzene-containing drinks. AP-foodtechnology.com (<http://www.ap-foodtechnology.com/Formulation/South-Korea-urges-recall-of-benzene-containing-drinks>)
52. Health Canada. 2006. Benzene in soft drinks and other beverages products (available on http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/other-autre/benzene_survey_enquete-eng.php)
53. Health Canada. 2008. A Follow-up Survey of Benzene in Soft Drinks and Other Beverage Products (available on http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/benzene_follow_hra-ers_suivi-eng.php)
54. FSANZ. 2006. Investigation into the levels of benzene in soft drinks, squashes and flavoured waters. http://www.fsai.ie/industry/surveys/benzene_06/benzene_06_index.asp
55. FSANZ. 2008. Investigation into the levels of benzene in soft drinks, squashes and flavoured waters. http://www.fsai.ie/surveillance/food_safety/chemical/benzene_08.pdf
56. Health Canada. 2007. Health Risk Assessment – Benzene in Beverages Sampled in 2007 (available on http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/benzene_hra-ers_2008-eng.php)
57. Haws, L.C.; Tachovsky, J.A.; Williams, E.S.; Scott, L.L.F.; Paustenbach, D.J.; and Harris, M.A. 2008. Assessment of potential human health risks posed by benzene in beverages. *Journal of Food Science*, 73(4): T33-T41.
58. Bruinen de Bruin, Y., Kotzias, D., Kephelopoulos, S. 2005. HEXPOC Human Exposure Characterization of Chemical Substances; quantification of exposure routes, Institute for Health and Consumer Protection, European Commission Joint Research Centre p. 36-59, EU 21501 EN. http://web.jrc.ec.europa.eu/pce/documentation/eur_reports/report_EUR21501en2005.pdf
59. Wallace, L. 1996. Environmental Exposure to Benzene: An Update, *Environmental Health Perspectives*, 104 (Supplement 6):1129-1136.
60. Australian Drinking Water Guidelines 1996, The National Health and Medical Research Council. http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/_files/eh19.pdf
61. EU 1998. Quality of water intended for human consumption. The Drinking Water Directive (DWD), Council Directive 98/83/EC. Council Directive 98/83/EC. Official Journal of the European Communities 1998, L330, 32-54. http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/index_en.html
62. EC. 2006. Summary Record of the Standing Committee on the Food Chain and Animal health, Brussels, Belgium, 31 March 2006, DG Health and Consumer Protection 2006 (available on http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/toxic/index_en.htm)

63. EBS, 1996. *Benzene risk characterisation*, prepared on behalf of CONCAWE, EUROPIA and the CEFIC Aromatic Producers Association. New Jersey: Exxon Biomedical Sciences Inc
64. EC, 2003. European Union Risk Assessment Report – Benzene. CAS-No.:71-43-2 EINECS-No.: 200-753-7. R063_0205_env Environment part (May 2002) – R063_0303_hh Human Health part (March 2003). European Commission. Available at http://ecb.jrc.it/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/DRAFT/R063_0309_env_hh.pdf
65. De Vriese, S., De Backer, G., De Henauw, S., Huybrechts, I., Kornitzer, K., Leveque, A., Moreau, M. Van Oyen, H. (2005) The Belgian food consumption survey: aims, design and methods, *Arch. Public Health*, 63, 1-16.
66. IPH: Scientific Institute of Public Health, Belgium, (http://www.iph.fgov.be/nutria/drinks_NL.doc)

ANNEX I

LIST OF PARTICIPANTS

Belgium

Christine Vinkx
 FPS Health, Food Chain Safety and Environment
 Place Victor Horta 40 box 10
 1060 Brussels
 Tel. +32 2 524 73 59
 Christine.Vinkx@health.fgov.be

Emmanuelle Moons
 Federal Agency for the Safety of the Food Chain
 Boulevard du Jardin botanique 55
 1000 Brussels
 Tel. +32 2 211 87 12
 Emmanuelle.Moons@afscs.be

Brazil

Ligia Lindner SCHREINER
 Expert on Regulation
 Brazilian Health Surveillance Agency
 General Office of Foods
 Sepn 511, Bloco A, Edifício Bittar II, Asa Norte
 70750-541 Brasilia
 BRAZIL
 Tel.: +55 613 448 629 2
 Fax.: +55 613 448 627 4
 E-mail: ligia.schreiner@anvisa.gov.br

Canada

Samuel Godefroy
 Director
 Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
 Health Products and Food Branch,
 Health Canada
 Postal Locator 2201C
 251 Sir Frederick Banting Driveway
 Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
 BCS
 (samuel_godefroy@hc-sc.gc.ca)

John Salminen
 Chief
 Chemical Health Hazard Assessment Division
 Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
 Health Products and Food Branch,
 Health Canada
 Postal Locator 2201C
 251 Sir Frederick Banting Driveway
 Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
 (john_salminen@hc-sc.gc.ca)

Kelly Hislop
 Head,
 Food Additives and Contaminants Section
 Chemical Health Hazard Assessment Division
 Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
 Health Products and Food Branch
 Health Canada
 Postal Locator 2201C
 251 Sir Frederick Banting Driveway
 Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
 (kelly_hislop@hc-sc.gc.ca)

Carla Hilts
 Scientific Evaluator
 Food Additives and Contaminants Section,
 Chemical Health Hazard Assessment Division
 Bureau of Chemical Safety, Food Directorate
 Health Products and Food Branch
 Health Canada
 Postal Locator 2201C
 251 Sir Frederick Banting Driveway
 Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0K9
 (carla_hilts@hc-sc.c.ca)

Costa Rica

Mr. David Rodriguez
 (david.rodriguez@florida.co.cr)

Cuba

Mr Miguel Oscar GARCÍA ROCHÉ
 Presidente CTN Aditivos y Contaminantes
 Investigador
 Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos
 Química y Toxicol.
 Infanta 1158
 10300 La Habana
 CUBA
 Tel.: +53 787 828 80
 Fax.: +53 783 680 48
 E-mail: miguelgarcia@infomed.sld.cu

Egypt

Mr. Ahmed A. Gaballa
 Scientific and Regulatory Affairs Manager
 Coca Cola International
agaballa@mena.ko.com

European Community

Ms Eva ZAMORA ESCRIBANO
 Administrator
 European Commission

DG Health and Consumer Protection D3
Rue Froissart 101
1040 Brussels
BELGIUM
Tel.: +32 2 29 986 82
Fax.: +32 2 29 985 66
E-mail: eva-maria.zamora-escibano@ec.europa.eu

France

Mme Charlotte GRASTILLEUR
Ministère de l'agriculture et de la pêche
DGAL - bureau de la réglementation alimentaire et
des biotechnologies
251, rue de Vaugirard
75732 PARIS CEDEX 15
tél: +33 1 49 55 50 07
fax: +33 1 49 55 59 48
email: charlotte.grastilleur@agriculture.gouv.fr

Germany

Dr. Robert SCHALLER
Federal Ministry of Food, Agriculture
and Consumer Protection
Rochusstraße 1
53123 Bonn
Germany
Phone: +49 (0)228 99529 3418
Fax: +49 (0)228 99529 4943
Email: robert.schaller@bmelv.bund.de
313@bmelv.bund.de

Ghana

Mr Jemmy TAKRAMA
Senior Research Officer
Cocoa Research Institute of Ghana
Physiology/Biochemistry
P.O. Box 8
Tafo-Akim
GHANA
Tel.: +23 324 384 791 3
Fax.: +23 327 790 002 9
E-mail: jtakrama@yahoo.com

Japan

Dr. NISHIJIMA Yasuhiro
Deputy Director
Standards and Evaluation Division
Department of Food Safety
Ministry of Health, Labour and Welfare
Japan
Tel: +81-3-3595-2341
Fax: +81-3-3501-4868
Email: codexj@mhlw.go.jp

Kenya

Ms Margaret ALEKE
Chief Principal Standards Officer
Kenya Bureau Of Standards
Standards Development
P.O. BOX 54974 00200
Nairobi
KENYA
Tel.: +25 420 605 490/605506
Fax.: +25 420 609 660
E-mail: alekem@kebs.org

Malawi

George Edward Chitimbe
Food Safety and Hygiene Division
Ministry Of Health
Tel: 265 1 789 400
Fax: 265 1 789 365
E-mail: budhagc@yahoo.co.uk or
doccentre@malawi.net.

Nigeria

Mrs. A. C. Madukwe
Director
Registration and Regulatory Affairs Directorate
National Agency for Food and Drugs
Administration and Control
NAFDAC, Lagos
Tel + 234 8033079285
E-mail: arizmadukwe@yahoo.com,
nafdacr@linkserve.com

Mrs. S. A. Denloye
Director
Laboratory Services
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC Central Laboratory Complex, Lagos
Tel: + 234 8023118986
E-mail: denloye_stella@yahoo.com,
nafdacos@linkserve.com

Mrs. O. N. Mainasara
Deputy Director/Head of Division
Food Registration
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos
Tel:+ 234 7037884145
E-mail: manaogo2000@yahoo.com

Mr. Chris Ofuani
Deputy Director
Food Registration
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos

Tel: + 234 8033068185
E-mail: manaogo2000@yahoo.com

Mrs. Jane Omojokun
Deputy Director
Regulatory Affairs Division
Registration and Regulatory Affairs Directorate
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos
Tel + 234 8033338184, + 234 (0)1 4772453
E-mail: janeomojokun@yahoo.com,
nafdacradiv@yahoo.co.uk
ewg.benzeneinsoftdrinks@yahoo.com

Ms. P. O. Edotimi
Chief Regulatory Officer
Food Registration
Registration and Regulatory Affairs Directorate
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos
Tel + 234 8033024823
E-mail: preyedotimi@yahoo.com

Mr. Abimbola O. Adegboye
Chief Regulatory Officer
Codex Unit
Regulatory Affairs Division
Registration and Regulatory Affairs Directorate
National Agency for Food and Drugs Administration
and Control
NAFDAC, Lagos
Tel + 234 8053170810, + 234 (0)1 4772453
E-mail: bimbostica@yahoo.com
nafdacradiv@yahoo.co.uk
ewg.benzeneinsoftdrinks@yahoo.com

Mrs. Yeside Akinlabi
Standards Organization of Nigeria
Tel + 234 8033139563
E-mail: yeside_makinlabi@yahoo.com

Mr. Charles Nwagbara
Standards Organisation of Nigeria
Tel + 234 8072801989
E-mail: nwagbara.charles@yahoo.com

Mr. S. O. Ajayi
Institute of Public Analysts of Nigeria
Tel + 234 8037873391
E-mail: ajayiso2006@yahoo.com

Mr. Fred Chiazor
AFBTE/Cocacola Nig Limited
E-mail: fchiazor@afr.ko.com

Mr. G. O. Baptist
Consultant, National Codex Committee
E-mail: geobap@yahoo.com

United Kingdom

Wendy Dixon
Food Standards Agency
Aviation House
125 Kingsway
London
WC2B 6NH
Email: wendy.dixon@foodstandards.gsi.gov.uk

International Council of Beverages Associations (ICBA)

Mr. Michael T. Redman
VP, Technical and Regulatory Affairs
the American Beverage Association (ABA)
E mail: mredman@ameribev.org

International Federation of Fruit Juice Producers (IFU)

Dr David HAMMOND
Fruit Juice and Authenticity Expert
E-mail: davidhammond@eurofins.com
tel: + 44 (0)118 935 4028
Mob: + 44 (0)798 965 0953

Institute of Food Technologists (IFT)

James R. Coughlin, Ph.D.
President, Coughlin & Associates:
Consultants in Food/Chemical/Environmental
Toxicology and Safety
27881 La Paz Road, Suite G, PMB 213
Laguna Niguel, CA 92677
Email: jrcoughlin@cox.net
Phone: 949-916-6217
Fax: 949-916-6218
<http://www.jrcoughlin-associates.com>

FAO

Dr Annika Wennberg
FAO JECFA Secretary
Food Quality and Standards Service
Nutrition and Consumer Protection Division
Food and Agriculture Organization of the United
Nations
Viale delle Terme di Caracalla, C- 278
00153 Rome, Italy
Telephone: + 39 06 5705 3283
Facsimile: + 39 06 5705 4593
E-mail: Annika.Wennberg@fao.org