

**Évaluation préalable pour le Défi concernant
le**

butane

Numéro de registre du Chemical Abstracts Service

106-97-8

contenant du 1,3-butadiène

Numéro de registre du Chemical Abstracts Service

106-99-0

et

l'isobutane

Numéro de registre du Chemical Abstracts Service

75-28-5

contenant du 1,3-butadiène

Numéro de registre du Chemical Abstracts Service

106-99-0

**Environnement Canada
Santé Canada**

Août 2009

Synopsis

Une priorité élevée a été accordée à la prise de mesures à l'égard du butane, dont le numéro de registre du Chemical Abstracts Service (numéro de CAS) est 106-97-8, et de l'isobutane, numéro de CAS 75-28-5, lors de la catégorisation visant la *Liste intérieure* dans le cadre du Défi étant donné que ces substances sont considérées comme présentant le plus fort risque d'exposition pour les Canadiens et sont classées par la Commission européenne en fonction de leur cancérogénicité lorsqu'elles contiennent du 1,3-butadiène (numéro de CAS 106-99-0) à une concentration supérieure ou égale à 0,1 %. Le 1,3-butadiène a été évalué au Canada sous le régime de la deuxième Liste des substances d'intérêt prioritaire (LSIP2) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* et on a déterminé que cette substance présentait des risques d'effets cancérogènes pour l'humain et qu'elle pouvait également être associée à la génotoxicité et à la toxicité pour la fonction de reproduction. Il ne présentait pas de risque écologique, mais il contribue à la formation photochimique d'ozone troposphérique. Par conséquent, l'enquête est axée sur l'exposition du grand public au 1,3-butadiène contenu dans le butane et l'isobutane ainsi que les risques potentiels pour la santé humaine au Canada. Une évaluation préalable du butane et de l'isobutane ne contenant pas de 1,3-butadiène sera menée avec le lot de substances de priorité moyenne pour l'évaluation à la suite de la catégorisation. De plus, les carburants d'utilisation finale (par exemple essence pour véhicules automobiles, gaz de pétrole liquéfié) formulés avec du butane et de l'isobutane seront régis par l'approche pour le secteur pétrolier du Plan de gestion des produits chimiques.

Le butane et l'isobutane contenant des quantités résiduelles de 1,3-butadiène sont fabriqués au Canada et y sont également importés en grands volumes. En outre, on trouve du 1,3-butadiène dans le butane et l'isobutane sous forme de sous-produit du raffinage. Alors que la concentration de 1,3-butadiène résiduel dans le butane ou l'isobutane se situait entre 0,0 et <1 p/p%, les niveaux étaient généralement sous 0,1 p/p%. Cependant, dans certains cas, les niveaux de 1,3-butadiène étaient simplement divulgués comme « inconnu ».

Les principaux modèles d'utilisation du butane et de l'isobutane qui ont été déclarés lors de l'enquête réalisée sous le régime de l'article 71 sont les suivants : agent propulsif ou d'expansion, carburant ou additif pour carburant, solvant ou véhiculeur et composant de formulation. En ce qui concerne les utilisations autres que comme carburant, le butane est utilisé dans diverses applications, notamment la mousse de polyuréthane isolante, les revêtements en aérosol, les peintures et teintures et les cires automobiles en vaporisateur, dans lesquels sa concentration peut atteindre jusqu'à 60 % p/p. L'isobutane est, quant à lui, utilisé dans des produits de consommation tels que les préparations cosmétiques et les produits de beauté, les assainisseurs d'air, les produits de nettoyage, les activateurs et les couches d'apprêt et divers revêtements, dans lesquels sa concentration peut atteindre jusqu'à 70 % p/p. La présence de 1,3-butadiène résiduel contenu dans le butane et l'isobutane de produits n'est pas due à l'ajout intentionnel de 1,3-butadiène.

Afin d'évaluer le risque potentiel que présentent les produits de consommation contenant du 1,3-butadiène mélangé à du butane ou à de l'isobutane pour la santé humaine, une estimation modélisée de l'exposition au 1,3-butadiène provenant d'un fixatif pour cheveux (contenant 70 % d'isobutane dont 0,1 p/p % de 1,3-butadiène) a été comparée à des estimations du potentiel cancérigène ainsi qu'à des concentrations admissibles établies relativement à la cancérogénicité et à la toxicité pour la fonction de reproduction attribuables au 1,3-butadiène. Le scénario axé sur le fixatif pour cheveux a été choisi car il représentait la limite supérieure de concentration d'isobutane dans un agent propulsif, la limite supérieure de concentration de 1,3-butadiène dans l'isobutane ainsi que le profil d'utilisation le plus fréquent. Les comparaisons ont permis d'obtenir des indices exposition-potential qui indiquent qu'une priorité faible à modérée est accordée à la recherche de solutions pour réduire l'exposition au 1,3-butadiène dans ce scénario particulier. Certains produits de consommation contiennent des niveaux légèrement plus élevés de 1,3-butadiène mélangé à du butane ou à de l'isobutane (jusqu'à < 1,0 p/p %). Ces produits peuvent contribuer à l'exposition globale au 1,3-butadiène. En outre, de nombreux produits risquent d'être utilisés au même moment, ce qui augmentera l'exposition au 1,3-butadiène.

En comparant cette exposition estimée modélisée pour l'utilisation de produits de consommation aux données des études sur l'air intérieur au Canada, les concentrations de 1,3-butadiène attribuables aux produits de consommation sont approximativement 50 fois inférieures aux concentrations moyennes mesurées dans l'air intérieur dans des maisons de non-fumeurs. D'autres sources potentielles de concentration de 1,3-butadiène dans l'air intérieur incluent la combustion de combustibles (par exemple gaz naturel, mazout ou bois) et l'infiltration des gaz d'échappement de véhicules automobiles. Par ailleurs, on relève des concentrations de 1,3-butadiène plus élevées dans les maisons de fumeurs. L'exposition au 1,3-butadiène provenant de produits de consommation contenant du butane et de l'isobutane, incluant divers scénarios d'utilisation, doit donc être considérée dans le cadre des activités en cours de gestion des risques liées au 1,3-butadiène.

Postérieurement à la décision prise lors de l'évaluation de la LSIP2 voulant que le 1,3-butadiène ne posait pas de risque écologique, aucune donnée n'a été portée à l'attention d'Environnement Canada afin de suggérer une augmentation de ses effets écotoxicologiques. Les quantités de 1,3-butadiène prises en considération pour cette évaluation de la LSIP 2 étaient largement supérieures aux quantités déterminées dans une enquête récente, réalisée sous le régime de l'article 71, sur le 1,3-butadiène comme polluant à l'état de traces dans le butane et l'isobutane. Les rejets de 1,3-butadiène dans l'environnement non pris en compte auparavant (par exemple du fait de l'utilisation du butane comme agent propulsif dans les aérosols) ne devraient pas accroître de façon significative l'exposition pour les organismes aquatiques ou terrestres. Il est par conséquent conclu que les concentrations de 1,3-butadiène ne représentent pas de risque pour ces organismes au Canada.

À la lumière des renseignements disponibles, l'exposition au 1,3-butadiène à partir des utilisations de butane et d'isobutane qui ont été identifiées dans l'enquête devrait être prise en compte dans le cadre des activités de gestion des risques liées au 1,3-butadiène

sous le régime de la LCPE (1999). Des activités de gestion des risques liées au 1,3-butadiène sont en place et seront réexaminées lorsque de nouveaux renseignements sur l'exposition seront disponibles.

Introduction

La *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* [LCPE (1999)] (Canada, 1999) impose aux ministres de l'Environnement et de la Santé de faire une évaluation préalable des substances qui répondent aux critères de la catégorisation énoncés dans la Loi afin de déterminer si elles présentent ou sont susceptibles de présenter un risque pour l'environnement ou la santé humaine. Selon les résultats de cette évaluation, les ministres peuvent proposer de ne rien faire à l'égard de la substance, de l'inscrire sur la Liste des substances d'intérêt prioritaire en vue d'une évaluation plus détaillée ou de recommander son inscription sur la Liste des substances toxiques de l'annexe 1 de la Loi et, s'il y a lieu, sa quasi-élimination.

En se fondant sur l'information obtenue dans le cadre de la catégorisation, les ministres ont jugé qu'une attention hautement prioritaire devait être accordée à un certain nombre de substances, à savoir :

- celles qui répondent à tous les critères environnementaux de la catégorisation, notamment la persistance (P), le potentiel de bioaccumulation (B) et la toxicité intrinsèque (Ti) pour les organismes aquatiques, et que l'on croit être commercialisées au Canada;
- celles qui répondent aux critères de la catégorisation pour le plus fort risque d'exposition (PFRE) ou qui présentent un risque d'exposition intermédiaire (REI) et qui ont été jugées particulièrement dangereuses pour la santé humaine, compte tenu du classement attribué par d'autres organismes nationaux ou internationaux quant à la cancérogénicité, à la génotoxicité ou à la toxicité sur le plan du développement ou de la reproduction.

Le 9 décembre 2006, les ministres ont donc publié un avis d'intention dans la Partie I de la *Gazette du Canada* (Canada, 2006), dans lequel ils priaient l'industrie et les autres parties intéressées de fournir, selon un calendrier déterminé, des renseignements précis qui pourraient servir à étayer l'évaluation des risques, ainsi qu'à élaborer et à évaluer les meilleures pratiques de gestion des risques et de bonne gestion des produits pour ces substances jugées hautement prioritaires.

L'évaluation des risques que comportent le butane (n° CAS 106-97-8) et l'isobutane (n° CAS 75-28-5) pour la santé humaine a été jugée hautement prioritaire car on considère que ces substances présentent le PFRE et qu'elles ont été classées par d'autres organismes sur la base de leur cancérogénicité lorsqu'elles contiennent du 1,3-butadiène à des concentrations supérieures ou égales à 0,1 %.

Même s'il a été jugé hautement prioritaire d'évaluer les risques que présentent le butane et l'isobutane pour la santé humaine et que ces substances répondent aux critères écologiques de la catégorisation pour la persistance, les substances ne répondaient pas aux critères pour le potentiel de bioaccumulation ou la toxicité intrinsèque pour les

organismes aquatiques. Par conséquent, la présente évaluation est axée principalement sur les renseignements utiles à l'évaluation des risques pour la santé humaine.

Le volet du Défi portant sur le butane et l'isobutane a été lancé par les ministres au moyen d'un avis paru dans la *Gazette du Canada* le 17 novembre 2007 (Canada, 2007a). On y demandait aux parties intéressées de ne communiquer des renseignements sur le butane et l'isobutane que lorsque ces substances contenaient du 1,3-butadiène, à n'importe quelle concentration. En même temps a été publié le profil de la substance qui présentait l'information technique (obtenue avant décembre 2005) sur laquelle a reposé sa catégorisation. De nouveaux renseignements sur la substance ont été transmis en réponse au Défi.

À la suite d'une évaluation précédente du 1,3-butadiène menée en vertu de la deuxième Liste des substances d'intérêt prioritaire (LSP2), il a été conclu que la quantité, la concentration ou les conditions de pénétration effective ou éventuelle du 1,3-butadiène dans l'environnement constituent ou peuvent constituer un danger pour l'environnement essentiel à la vie, ainsi que pour la vie ou la santé humaines au Canada. Il est donc considéré comme « toxique » au sens de l'article 64 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE 1999) (Environnement Canada et Santé Canada, 2000).

Par conséquent, la présente étude se donne pour objectif d'évaluer le risque d'exposition au 1,3-butadiène contenu dans le butane et l'isobutane au Canada, ainsi que les risques potentiels pour la santé humaine qui en découlent. Une évaluation préalable du butane et de l'isobutane ne contenant pas de 1,3-butadiène sera menée avec le lot de substances de priorité moyenne pour l'évaluation à la suite de la catégorisation. De plus, les carburants d'utilisation finale (p. ex., l'essence pour les véhicules motorisés et le gaz de pétrole liquéfié) dont la formule contient du butane et de l'isobutane seront régis par l'Approche pour le secteur pétrolier du Plan de gestion des produits chimiques.

Le présent rapport d'évaluation préalable a été préparé par le personnel du Programme des substances existantes de Santé Canada et d'Environnement Canada et il intègre les résultats d'autres programmes exécutés par ces ministères. Par ailleurs, l'ébauche de cette évaluation préalable a fait l'objet d'une période de commentaires du public de 60 jours. Les principales données et considérations sur lesquelles repose le présent rapport sont résumées ci-après.

Sources

Le butane a pour principales sources le raffinage du pétrole brut et le traitement du gaz naturel (WLPGA, 2007). L'isobutane est naturellement présent dans les dépôts de pétrole et de gaz naturel et il est fabriqué comme sous-produit lors du raffinage du pétrole brut (Cheminfo, 2006). Le 1,3-butadiène peut être présent en très faible concentration dans les produits du raffinage du pétrole brut, tels que l'essence et les gaz de pétrole liquéfiés

(Environnement Canada, 1998), et sa présence dans le butane et l'isobutane est également possible comme sous-produit du raffinage.

D'après l'information recueillie concernant l'année civile 2006, conformément à un avis de l'article 71 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE 1999), [Environnement Canada, 2007], au total, 13 entreprises canadiennes ont déclaré avoir fabriqué une quantité globale variant entre 100 000 et 1 000 000 tonnes de butane contenant des quantités résiduelles de 1,3-butadiène et 21 entreprises canadiennes et 3 entreprises étrangères ont déclaré avoir importé au Canada une quantité globale variant entre 100 et 1 000 tonnes de butane contenant des quantités résiduelles de 1,3-butadiène. En tout, deux sociétés canadiennes ont en outre déclaré importer la substance en quantités inférieures au seuil de déclaration. Au total, 12 entreprises canadiennes ont déclaré avoir fabriqué une quantité globale variant entre 100 000 et 1 000 000 tonnes d'isobutane qui contient des quantités résiduelles de 1,3-butadiène, et 22 entreprises canadiennes et 2 entreprises étrangères ont déclaré avoir importé au Canada une quantité globale variant entre 1 000 et 10 000 tonnes d'isobutane qui contient des quantités résiduelles de 1,3-butadiène. En tout, deux sociétés canadiennes ont déclaré importer la substance en quantités inférieures au seuil de déclaration. La quantité résiduelle de 1,3-butadiène allait de 0,0 à moins de 1 % p/p dans le butane et l'isobutane, les concentrations se situant généralement en dessous de 0,1 % p/p. Toutefois, dans certains cas, la teneur déclarée en 1,3-butadiène était tout simplement « inconnue » (Environnement Canada, 2007). La quantité de 1,3-butadiène résiduel présente dans les produits contenant du butane et de l'isobutane n'est pas due à un ajout intentionnel de cette substance.

Utilisations

Principaux profils d'utilisation du butane et de l'isobutane

Le butane et l'isobutane ont un grand nombre d'utilisations industrielles. Ils sont fréquemment mélangés à l'essence des véhicules automobiles pour accroître la volatilité du carburant afin de faciliter le démarrage des moteurs, tandis que l'isobutane est également alkylé avec des hydrocarbures insaturés pour produire des hydrocarbures très ramifiés qui sont ajoutés à l'essence pour augmenter l'indice d'octane (Mears et Eastman, 1995). À titre de composants du gaz de pétrole liquéfié, le butane et l'isobutane entrent dans un large éventail d'utilisations du carburant, tant pour les loisirs que pour les activités récréatives, entre autres le chauffage et la climatisation, la réfrigération, la cuisson et les briquets (Mears et Eastman, 1995; LPGA, 2007; Inchem, 1997). Le butane est souvent utilisé comme intermédiaire chimique dans la synthèse de l'anhydride maléique et sert à fabriquer de l'éthylène, de l'éther méthyltertiobutylique, du caoutchouc synthétique et de l'acide acétique ainsi que des sous-produits (Lewis, 2002; Mears et Eastman, 1995). Il est employé comme solvant dans l'extraction liquide-liquide des huiles lourdes par un procédé de désasphaltage (Mears et Eastman, 1995). L'isobutane peut également servir d'intermédiaire dans la fabrication de produits chimiques (Mears et Eastman, 1995), de substance témoin dans les laboratoires et de fluide frigorigène sans danger pour l'ozone dans les réfrigérateurs et les congélateurs (Cheminfo, 2006).

En ce qui concerne les utilisations pour la consommation déterminées au niveau international, le butane et l'isobutane sont couramment utilisés, seuls ou dans un mélange, comme propulseurs à hydrocarbure dans les produits à base d'aérosol qui appartiennent aux catégories d'utilisation suivantes : art et artisanat, automobile, entretien de la maison, jardinage et paysagisme, soins personnels, pesticides et soins des animaux domestiques. Cela inclut des produits tels que les vaporisateurs pour soins des cheveux, les désodorisants et les produits antisudorifiques, les crèmes à raser, les huiles alimentaires, les nettoyeurs, les pesticides et les revêtements (Mears et Eastman, 1995; Sciarra et Sciarra, 2001; HPD, 2005).

Profils d'utilisation du butane et de l'isobutane au Canada

D'après les renseignements déclarés en vertu de l'article 71 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE 1999) [Environnement Canada, 2007], les principales utilisations du butane et de l'isobutane sont les suivantes : solvant ou véhiculeur, agent propulsif ou gonflant, carburant ou additif pour carburant et composant de formulation. Les carburants d'utilisation finale (p. ex., essence pour véhicules motorisés, gaz de pétrole liquéfié) dont la formule contient du butane et de l'isobutane seront régis par l'Approche pour le secteur pétrolier du Plan de gestion des produits chimiques. En ce qui concerne les utilisations autres que comme carburant, le butane est utilisé en concentration pouvant aller jusqu'à près de 60 % p/p dans diverses applications dont la mousse de polyuréthane isolante, les vaporisateurs et revêtements en aérosol, les peintures et teintures ainsi que les cires automobiles en vaporisateur. L'isobutane est utilisé en concentration maximale de 70 % p/p dans des produits de consommation tels que les préparations cosmétiques et les produits de beauté, les assainisseurs d'air, les produits de nettoyage, les activateurs et couches d'apprêt et divers revêtements. Tous ces produits contiennent également des quantités résiduelles de 1,3-butadiène, dont les niveaux de concentration sont indiqués ci-dessus, mais ces teneurs sont généralement inférieures à 0,1 % p/p pour le butane ou l'isobutane (Environnement Canada, 2007). Dans un certain nombre de cas, les concentrations sont indiquées comme inconnues ou non analysées.

Outre les renseignements recueillis dans l'enquête menée en application de l'article 71, les utilisations suivantes du butane et de l'isobutane ont également été relevées par d'autres programmes au sein de Santé Canada.

L'isobutane et le butane ont été approuvés pour utilisation comme agent propulsif autorisé dans les enduits alimentaires à base d'huile végétale ou de lécithine ou d'un mélange des deux qui sont appliqués aux casseroles. De bonnes pratiques industrielles sont recommandées pour la limite de tolérance (tableau VIII, titre 16 du *Règlement sur les aliments et les drogues*) [Canada, 1994]. Néanmoins, il n'existe aucune disposition de ce type pour le 1,3-butadiène, qui ne peut donc pas être directement ajouté à la préparation d'agent propulsifs. L'isobutane et le butane, s'ils sont utilisés comme additifs alimentaires conformément au *Règlement sur les aliments et les drogues*, doivent être de qualité alimentaire et conformes aux spécifications respectives du Codex des produits

chimiques alimentaires. Les spécifications de pureté du Codex pour ces agents propulsifs (pas moins de 97,0 % de butane et pas moins de 95,0 % d'isobutane) ne font pas mention du 1,3-butadiène. Selon le peu de renseignements recueillis jusqu'à présent, les teneurs devraient être nettement inférieures à 0,1 %. Malgré l'absence de données quantitatives, les concentrations de 1,3-butadiène dans l'isobutane et le butane sont censées être négligeables. En raison de la nature volatile du 1,3-butadiène et de la chaleur de la casserole, le 1,3-butadiène éventuellement présent dans l'agent propulsif s'évaporerait immédiatement (Santé Canada, 2008a). Par conséquent, les concentrations de 1,3-butadiène dans les aliments finis dues à l'utilisation d'un agent propulsif dans les enduits aux casseroles seront également très faibles et négligeables.

Le butane est utilisé comme agent gonflant ou gaz de moussage dans la fabrication des plastiques alvéolaires tels que les matériaux d'emballage à base de polypropylène et de polystyrène qui sont utilisés en contact direct avec les aliments. De même, l'isobutane est utilisé comme composant dans les agents gonflants et les gaz de moussage qui sont employés dans la fabrication des matériaux d'emballage en mousse de polyéthylène et en polyéthylène basse densité (PEBD) qui sont utilisés en contact direct avec les aliments. Toutefois, en raison de leur volatilité élevée, il ne devrait pas y avoir de concentrations résiduelles de butane et d'isobutane dans les matériaux d'emballage finis. Le butane et l'isobutane sont également utilisés comme agent propulsif dans les produits en aérosol, tels que les lubrifiants, qui ne sont jamais en contact avec les aliments ou uniquement de façon occasionnelle, et les produits de nettoyage, pour lesquels les surfaces traitées sont rincées à l'eau potable et dans de bonnes conditions de ventilation dans les usines de produits alimentaires. Malheureusement, il n'existe actuellement aucune donnée sur la concentration de 1,3-butadiène dans le butane ou l'isobutane utilisé dans les applications susmentionnées (Santé Canada, 2008a).

L'utilisation d'agents propulsifs à base de butane ou d'isobutane a également été signalée dans certains produits de santé naturels, ainsi que dans certains produits thérapeutiques commercialisés, tels que les antitranspirants en aérosol et les pulvérisateurs pour les pieds, mais les concentrations de 1,3-butadiène dans les mélanges contenant ces agents propulsifs sont inconnues (Santé Canada, 2008b, c). L'isobutane et le butane ne figurent pas sur la Liste critique des ingrédients dont l'utilisation est restreinte ou interdite dans les produits cosmétiques de Santé Canada (Santé Canada, 2007). L'isobutane est utilisé dans les produits cosmétiques, seul ou dans un mélange, comme propulseur à hydrocarbure dans des produits de consommation sous forme d'aérosol, comme les mousses coiffantes et les laques de fixation, les désodorisants et les crèmes à raser. Il est considéré sans danger comme ingrédient dans les produits cosmétiques à une concentration adéquate et dans les bonnes conditions d'utilisation. En ce qui concerne les produits cosmétiques, il n'existe actuellement aucune information sur la teneur en 1,3-butadiène dans l'isobutane utilisé dans les applications cosmétiques susmentionnées. Toutefois, le 1,3-butadiène n'est pas intentionnellement ajouté à ces produits de soins personnels (Santé Canada, 2008d). Enfin, le butane et l'isobutane sont utilisés dans certaines formulations de pesticides comme agents propulsifs, mais les sources fournissant les agents propulsifs ont indiqué que la teneur de ces agents en 1,3-butadiène ne dépasse pas 0,1 % (Santé Canada, 2008e).

Potentiel d'effets nocifs sur l'environnement

Environnement Canada a évalué auparavant les risques écologiques associés à la production et à l'utilisation de 1,3-butadiène (Environnement Canada et Santé Canada, 2000) et conclu que la substance ne présentait pas de risque écologique pour les organismes aquatiques, les plantes terrestres, les invertébrés du sol ou la faune. Depuis la réalisation de cette évaluation, Environnement Canada n'a relevé aucune donnée écotoxicologique qui laisserait entendre que cette conclusion devrait être modifiée. Les quantités de 1,3-butadiène comme polluant à l'état de traces dans le butane et l'isobutane prises en considération pour cette évaluation étaient nettement supérieures à celles déterminées dans une étude récente (Environnement Canada, 2007). Les rejets de 1,3-butadiène dans l'environnement non pris en compte auparavant (par exemple, ceux résultant de l'utilisation du butane comme agent propulsif dans les aérosols) ne devraient pas accroître de façon significative le risque d'exposition des organismes aquatiques ou terrestres. Il est donc conclu que les teneurs de butane et d'isobutane en 1,3-butadiène ne représentent aucun risque à ces organismes au Canada.

Potentiel d'effets nocifs pour la santé humaine

Évaluation de l'exposition

Le butane et l'isobutane ayant une très forte pression de vapeur, toutes les émissions des produits susmentionnés à l'intérieur devraient se dissoudre rapidement dans l'air et contribuer aux concentrations de ces substances dans l'air à l'intérieur. De même, le 1,3-butadiène a également une très forte pression de vapeur et, lorsqu'il est présent dans les agents propulsifs à base de butane et d'isobutane comme impureté, il devrait également se dissoudre rapidement dans l'air une fois rejeté, contribuant ainsi aux concentrations de fond de cette substance généralement présentes dans l'air à l'intérieur des maisons au Canada. Par exemple, une étude récente de surveillance de la qualité de l'air effectuée dans des maisons de non-fumeurs à Windsor, en Ontario, a montré que les concentrations arithmétiques moyennes de 1,3-butadiène dans l'air intérieur étaient de $0,134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en été et de $0,170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en hiver, alors que les concentrations maximales s'élevaient à $0,900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en été et à $2,833 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en hiver (Santé Canada, 2008f). De plus, on observe des niveaux plus élevés de 1,3-butadiène dans les maisons de fumeurs (Environnement Canada et Santé Canada, 2000). Par conséquent, l'exposition au 1,3-butadiène découlant de l'utilisation de divers produits contenant des agents propulsifs à base de butane et d'isobutane devrait être principalement due à l'inhalation de l'air intérieur. Toutefois, en raison des difficultés pour distinguer les concentrations de 1,3-butadiène associées à ces produits par rapport aux niveaux de fond, il est impossible d'estimer exactement la contribution de 1,3-butadiène découlant de l'utilisation d'agents propulsifs à base de butane et d'isobutane dans les produits de consommation. Néanmoins, si l'on suppose que les niveaux de fond de 1,3-butadiène sont égaux à zéro, les modèles d'exposition des consommateurs tels que ConsExpo (RIVM, 2006) peuvent être utilisés pour estimer l'exposition découlant de l'utilisation d'un produit spécifique à condition que la concentration de 1,3-butadiène dans le produit en question soit connue. Par exemple,

comme le montre l'annexe A, les estimations de la limite supérieure de la concentration moyenne liée à l'inhalation et la concentration moyenne annuelle liée à l'inhalation de l'air associées à l'utilisation d'une laque pour cheveux contenant un agent propulsif à base d'isobutane (70 % d'isobutane contenant 0,1 % p/p de 1,3-butadiène) (Environnement Canada, 2007) sont de 0,00097 mg/m³ et de 4,03 x 10⁻⁶ mg/m³/jour, respectivement. Le scénario axé sur le fixatif pour cheveux a été choisi car il représentait la limite supérieure de concentration d'isobutane dans un agent propulsif, la limite supérieure de concentration de 1,3-butadiène dans l'isobutane, ainsi que le modèle d'utilisation le plus fréquent. Certains des produits de consommation contiennent des niveaux légèrement plus élevés de 1,3-butadiène dans le butane ou l'isobutane (jusqu'à < 1.0 % p/p). Ces produits contribueraient à l'exposition globale au 1,3-butadiène. En outre, il existe de nombreux produits dont l'utilisation risque d'augmenter, ce qui accroîtra l'exposition au 1,3-butadiène (p. ex., plusieurs préparations cosmétiques ou produits de beauté, tels que les fixatifs pour cheveux, les déodorants ou les crèmes à raser).

Les niveaux d'exposition estimés à partir d'un produit cosmétique décrits ci-dessus restent 200 à 700 fois inférieurs au niveau maximal mesuré des concentrations de 1,3-butadiène dans les maisons au Canada, et environ 50 fois inférieurs aux niveaux mesurés moyens, mais le scénario d'exposition ne prend pas en compte le risque d'exposition simultanée dû à l'utilisation de plusieurs agents propulsifs d'aérosols. Les utilisations de butane et d'isobutane comme agents propulsifs peuvent contribuer aux concentrations observées dans l'air intérieur, mais leur contribution à l'exposition globale au 1,3-butadiène au moyen de l'air intérieur est considérée comme limitée. Figurent parmi d'autres sources possibles des concentrations dans l'air intérieur la combustion de combustibles (comme le gaz naturel, le mazout ou le bois) et l'infiltration des gaz d'échappement des véhicules automobiles. De plus, on observe des niveaux plus élevés de 1,3-butadiène dans les maisons de fumeurs (Environnement Canada et Santé Canada, 2000).

À l'extérieur de la maison, les rejets de 1,3-butadiène associés à l'utilisation de produits contenant des propulseurs à hydrocarbure (p. ex., pesticides en pulvérisateur pour le jardin, nettoyeurs d'automobile) devraient se disperser rapidement dans l'air ambiant et les préoccupations relatives à l'exposition par inhalation devraient donc être faibles.

L'exposition au 1,3-butadiène provenant d'autres sources a fait l'objet d'examen préalable dans le cadre des évaluations liées à la LSP 2 et ne sera donc pas réexaminée dans le présent rapport.

Potentiel d'effets nocifs sur la santé humaine

Classification du butane et de l'isobutane

La Commission européenne a classé le butane et l'isobutane dans la catégorie 1 pour la cancérogénicité (substances que l'on sait être cancérogènes pour l'homme) et dans catégorie 2 pour la génotoxicité (substances devant être assimilées à des substances mutagènes pour l'homme). Ces classifications pour le butane et l'isobutane se fondent sur

une concentration minimale de 0,1 % de butadiène (n° CAS 106-99-0) dans chacune de ces substances (Commission européenne, 2001a; id., 2001b; ESIS [s.d.]).

Résumé des effets sur la santé du 1,3-butadiène (n° CAS 106-99-0)

Les renseignements suivants concernant le 1,3-butadiène sont tirés du rapport de la LSP 2 (Environnement Canada et Santé Canada, 2000).

D'après l'évaluation critique de la quantité appréciable de données dont on dispose sur les effets pour la santé, il a été conclu que le 1,3-butadiène présentait de forts risques d'être cancérigène pour les humains et pouvait également être associé à la génotoxicité et à la toxicité sur le plan de la reproduction (Environnement Canada et Santé Canada, 2000).

Des études épidémiologiques réalisées sur des travailleurs de l'industrie du caoutchouc styrène-butadiène ont mis en évidence une association entre l'exposition professionnelle au 1,3-butadiène et l'incidence de la leucémie (Delzell *et al.*, 1996). Il existe également des données limitées montrant que le 1,3-butadiène est génotoxique chez les travailleurs exposés. D'après les données disponibles, il est probable qu'il existe des variations significatives de la sensibilité dans la population humaine, peut-être en raison du polymorphisme génétique des enzymes participant au métabolisme du 1,3-butadiène (Krause et coll., 1997).

D'après les résultats d'études de longue durée sur des animaux, le 1,3-butadiène inhalé est un cancérigène agissant en plusieurs endroits chez les souris et les rats pour toutes les concentrations testées. Une étude réalisée par le National Toxicology Program (NTP, 1993) a montré que, chez les souris exposées à des concentrations allant de 6,25 à 625 ppm (13,8 à 1383 mg/m³) pendant jusqu'à deux ans, des augmentations ont été observées quant à l'incidence des lymphomes malins, des sarcomes histiocytaires, des hémangiosarcomes cardiaques et des tumeurs de la glande de Harder, du foie, du poumon, des glandes mammaires, de l'ovaire et du préestomac. Bien que le 1,3-butadiène ait également provoqué des tumeurs en plusieurs endroits chez les rats, les concentrations d'exposition étaient supérieures ($\geq 1\ 000$ ppm ou $\geq 2\ 212$ mg/m³) à celles observées chez les souris. Une plus forte incidence des tumeurs a également été observée chez les souris par rapport aux rats. Les données disponibles semblent indiquer que la différence marquée entre les espèces sur le plan de la sensibilité au 1,3-butadiène est due aux différences quantitatives dans l'absorption de la substance, au taux du métabolisme et à la proportion de métabolites générés (Bond, 1986). D'après les études *in vitro*, les souris métabolisent une proportion plus importante de 1,3-butadiène en métabolites époxydes actifs. Le 1,3-butadiène est également génotoxique dans les cellules somatiques et germinales dans un grand nombre d'études *in vivo* et *in vitro*. Tout comme le pouvoir cancérigène, le pouvoir génotoxique est plus important chez les souris que chez les rats.

L'évaluation du 1,3-butadiène (Environnement Canada et Santé Canada, 2000) a permis d'estimer le potentiel cancérigène (concentration tumorigène – CT) à partir d'essais

biologiques épidémiologiques et de longue durée menés sur des animaux (voir le résumé dans le tableau 1).

Des effets indésirables non cancérogènes provoqués par le 1,3-butadiène dans les organes de reproduction ont été observés chez les souris, mais pas chez les rats. Un essai biologique de deux ans réalisé par le NTP (NTP, 1993) a montré une atrophie ovarienne chez les souris femelles à des concentrations relativement faibles (6,25 ppm ou 13,8 mg/m³). Des effets n'ont été observés sur les organes reproducteurs des souris mâles qu'à des concentrations supérieures à celles des souris femelles (NTP, 1993). Dans le rapport d'évaluation de la LSP 2 sur le 1,3-butadiène (Environnement Canada et Santé Canada, 2000), les concentrations admissibles (CA₀₅) associées à une augmentation de 5 % de l'incidence de l'atrophie ovarienne ont été calculées à partir des résultats de l'essai biologique de deux ans réalisé par le NTP (1993) [voir le résumé dans le tableau 2]. De plus, l'évaluation de la LSP 2 a conclu que le mode d'induction de l'atrophie ovarienne était inconnu et a supposé que le mode d'action était lié au mode d'induction des tumeurs (à savoir, l'interaction directe avec le matériel génétique).

Caractérisation des risques pour la santé humaine

D'après une évaluation critique précédente des nombreuses données disponibles sur les effets du 1,3-butadiène pour la santé, il a été conclu que cette substance présentait de forts risques d'être cancérogène pour les humains et pouvait également être associé à la génotoxicité et à la toxicité sur le plan de la reproduction (Environnement Canada et Santé Canada, 2000).

En comparant les estimations du potentiel cancérogène (CT₀₁ ou CT₀₅) avec les estimations de la limite supérieure de l'exposition chronique aux produits de consommation contenant une fraction massique de 0,0007 de 1,3-butadiène, on obtient des indices exposition-potentiel (IEP) situés entre $8,6 \times 10^{-7}$ et $4,0 \times 10^{-5}$ (tableau 1). En outre, en comparant la CA₀₅ pour les effets non cancérogènes à la même estimation de la limite supérieure de l'exposition chronique aux produits de consommation, on obtient des marges d'exposition allant de 110 000 à 141 000 (tableau 2).

Ces comparaisons indiquent qu'une priorité faible à modérée est accordée à la recherche de solutions destinées à réduire l'exposition pour ce scénario particulier d'exposition. Certains des produits de consommation contiennent des niveaux légèrement plus élevés de 1,3-butadiène dans le butane et l'isobutane (jusqu'à < 1,0 % p/p). Ces produits contribueraient à l'exposition globale au 1,3-butadiène. En outre, il existe de nombreux produits dont l'utilisation risque d'augmenter, ce qui accroîtra l'exposition au 1,3-butadiène (p. ex., plusieurs préparations cosmétiques ou produits de beauté, tels que les fixatifs pour cheveux, les déodorants ou les crèmes à raser).

Néanmoins, comparativement aux données des études sur l'air intérieur au Canada, les concentrations estimées de 1,3-butadiène attribuables aux produits de consommation sont cinquante fois inférieures aux concentrations moyennes mesurées dans l'air intérieur des maisons de « non-fumeurs ». Figurent parmi d'autres sources possibles des

concentrations dans l'air intérieur la combustion de combustibles (comme le gaz naturel, le mazout ou le bois) et l'infiltration des gaz d'échappement des véhicules automobiles. De plus, on observe des niveaux plus élevés de 1,3-butadiène dans les maisons de fumeurs. Il en découle que l'exposition au 1,3-butadiène provenant de produits, y compris celle liées aux scénarios d'utilisations multiples, doit donc être considérée dans le cadre des activités en cours de gestion des risques liés au 1,3-butadiène.

Tableau 1. Comparaison des estimations du potentiel cancérigène avec les niveaux d'exposition

Exposition	Potentiel (CT ₀₁ ou CT ₀₅)	Marge entre la dose entraînant un effet et l'exposition	Priorité visant la prise de mesures*
		Indice exposition-potentiel (IEP)	
4,03 × 10 ⁻⁶ mg/m ³ (estimations de la limite supérieure de l'exposition chronique aux produits de consommation contenant une fraction massique de 0,0007 de 1,3-butadiène)	0,1 mg/m ³ (CT ₀₁ pour la leucémie chez les humains)	24 800	Modérée
		4,0 × 10 ⁻⁵	
	2,3 mg/m ³ (CT ₀₅ pour l'endroit le plus sensible aux tumeurs chez les souris [glande de Harder])	570 000	Faible
		1,7 × 10 ⁻⁶	
	1,7 mg/m ³ (L.i.c. ¹ à 95 % de la CT ₀₅ pour l'endroit le plus sensible aux tumeurs chez les souris)	420 000	Modérée
		2,4 × 10 ⁻⁶	
	6,7 mg/m ³ (CT ₀₅ pour l'endroit le plus sensible aux tumeurs chez les rats [glande mammaire])	1 660 000	Faible
		6,0 × 10 ⁻⁷	
4,7 mg/m ³ (L.i.c. à 95 % de la CT ₀₅ pour l'endroit le plus sensible aux tumeurs chez les rats)	1 170 000	Faible	
	8,6 × 10 ⁻⁷		

* Pour les IEP calculés sur la base d'une CT₀₁ tirée des données épidémiologiques, la priorité pour la recherche de solutions visant à réduire l'exposition est considérée comme élevée, modérée ou faible si les valeurs de l'IEP sont déterminées comme étant égales ou supérieures à 1 × 10⁻³, situées entre 1 × 10⁻⁵ et 1 × 10⁻³ ou inférieures à 1 × 10⁻⁵, respectivement. Pour les IEP calculés sur la base d'une CT₀₅ tirée des données sur les animaux de laboratoire, la priorité pour la recherche de solutions visant à réduire l'exposition est considérée comme élevée, modérée ou faible si les valeurs de l'IEP sont déterminées

comme étant égales ou supérieures à 2×10^{-4} , situées entre 2×10^{-6} et 2×10^{-4} ou inférieures à 2×10^{-6} , respectivement.

¹ L.i.c. : Limite inférieure de confiance.

Tableau 2. Comparaison des estimations des effets non cancérigènes avec les niveaux d'exposition

Exposition	Potentiel (CA ₀₅)	Marge entre la dose entraînant un effet et l'exposition*	Priorité visant la prise de mesures*
		Indice exposition-potentiel (IEP)*	
4,03 × 10 ⁻⁶ mg/m ³ (estimations de la limite supérieure de l'exposition chronique aux produits de consommation contenant une fraction massique de 0,0007 de 1,3-butadiène)	0,57 mg/m ³ (CT ₀₅ pour l'atrophie ovarienne chez les souris)	141 000	Modérée
		7,1 × 10 ⁻⁶	
	0,44 mg/m ³ (95 ^e centile de la CA ₀₅ pour l'atrophie ovarienne chez les souris)	110 000	Modérée
		9,1 × 10 ⁻⁶	

* Si le mode d'action implique une interaction avec le matériel génétique. Voir le rapport d'évaluation de la LSP 2 sur le 1,3-butadiène pour une explication de ce point.

Incertitudes dans l'évaluation des risques pour la santé humaine

Les incertitudes relatives à l'évaluation des effets du 1,3-butadiène sur la santé sont décrites dans le rapport d'évaluation de la LSP 2 sur cette substance.

La principale incertitude concernant l'exposition au 1,3-butadiène du fait de l'exposition au butane et à l'isobutane contenant cette substance en quantité résiduelle porte sur le manque de données sur les concentrations de 1,3-butadiène résiduel dans le butane et l'isobutane, en particulier dans certains agents propulsifs utilisés par le grand public.

Conclusion

Compte tenu des renseignements disponibles, il est conclu que les risques d'exposition découlant de l'utilisation du 1,3-butadiène et de l'isobutane qui ont été identifiés lors de la présente étude doivent être pris en compte dans le cadre des activités de gestion des risques liées au 1,3-butadiène, en vertu de la LCPE (1999). Des activités de gestion des risques liés au 1,3-butadiène sont en place et seront réexaminé lorsque de nouveaux renseignements sur l'exposition seront disponibles.

Références

- Bond, J.A., Dahl, A.R., Henderson, R.F., Dutcher, J.S., Mauderly, J.L., Birnbaum, L.S. 1986. Species differences in the disposition of inhaled butadiene. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 84(3):617-627.
- Camford Information Services. 1995. CPI product profiles, Don Mills (Ont.).
- Canada. [1994]. *Règlement sur les aliments et drogues*, C.R.C., partie B, division 16, tableau 8, p. 282 et 288 [mis à jour le 4 mars 1994; cité en septembre 2008]. Accès : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/legislation/f_c-tbleau.pdf
- Canada. 1999. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*. S.C., 1999, ch. 33. *Gazette du Canada*, Partie III, vol. 22, n° 3. Accès : <http://canadagazette.gc.ca/partIII/1999/g3-02203.pdf>
- Canada, Ministère de l'Environnement, ministère de la Santé. 2006. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) : Avis d'intention d'élaborer et de mettre en œuvre des mesures d'évaluation et de gestion des risques que certaines substances présentent pour la santé des Canadiens et leur environnement*. *Gazette du Canada*, Partie I, vol. 140, n° 49, p. 4109-4117. Accès : <http://canadagazette.gc.ca/partI/2006/20061209/pdf/g1-14049.pdf>
- Canada, ministère de l'Environnement; ministère de la Santé. 2007. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement, 1999. Avis de quatrième divulgation d'information technique concernant les substances identifiées dans le Défi*. *Gazette du Canada*, Partie I, vol. 141, n° 46, p. 3192-3196. Accès : <http://www.gazette.gc.ca/archives/p1/2007/2007-11-17/pdf/g1-14146.pdf>
- Cheminfo [base de données sur Internet]. 2006. Hamilton (Ont.) : Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. [consulté le 28 août 2006]. Accès : www.ccohs.ca
- Commission européenne. 2001a. Summary Record: Meeting of the Commission Working Group on the Classification and Labelling of Dangerous Substances, ECB Ispra, 15-17 November 2000. European Commission, Directorate General JRC, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau. ECBI/76/00 – Rev. 3. Accès : http://ecb.jrc.it/documents/Classification-Labeling/ADOPTED_SUMMARY_RECORDS/7600r3_sr_cmr1100.pdf
- Commission européenne. 2001b. *Butane*, Directive de la Commission 2001/59/EC du 6 août 2001, annexe IB, Journal officiel de l'Union européenne. 21.08.2001. L225/24, Commission européenne, 28^e ATP. Accès : http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/oj/2001/l_225/l_22520010821fr00010333.pdf
- Delzell, E., Sathiakumar, N., Hovinga, M., Macaluso, M., Julian, J., Larson, R., Cole, P., Muir, D.C.F. 1996. A follow-up study of synthetic rubber workers. *Toxicology* 113 (1-3):182-189.
- Environnement Canada. 2007. Données sur les substances du lot 4 recueillies en vertu de l'article 71 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) : Avis concernant certaines substances identifiées dans le quatrième lot du Défi*. *Gazette du Canada*, Partie I, vol. 141, n° 46, p. 3196-3214. Données préparées par Environnement Canada, Programme sur les substances existantes.
- Environnement Canada et Santé Canada. 2000. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) : Liste des substances d'intérêt prioritaire – Rapport d'évaluation : 1,3-butadiène*. Accès : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl2-lsp2/1_3_butadiene/index-fra.php

[ESIS] European Chemical Substances Information System [base de données sur Internet]. [s.d.]. Version 4.50. Bureau européen des substances chimiques (ECB). Butane. ESIS, Version 4. Accès : <http://ecb.jrc.it/esis/>

[ESIS] European Chemical Substances Information System [base de données sur Internet]. [s.d.]. Version 4.50. Bureau européen des substances chimiques (ECB). Isobutane, ESIS, Version 4. Accès : <http://ecb.jrc.it/esis/>

[HPD] Household Products Database. 2005. Bethesda (MD) : National Library of Medicine (États-Unis). [consulté le 19 août 2008]. Hexane. Accès : <http://householdproducts.nlm.nih.gov/>

Lewis, R.J., Sr. 2002. *Hawley's Condensed Chemical Dictionary*. 14th ed. HJJoboken (NJ): Wiley. p. 169.

[LPGA] LP Gas Association. 2007. Applications of liquefied petroleum gas [Internet]. [consulté le 18 juin 2007]. Accès : <http://www.lpga.co.uk/LPGA.htm>

Mears, D.E., Eastman, A.D. 1995. Hydrocarbons. *In* : Kirk-Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology, 2001, Wiley. Accès : <http://www.mrw.interscience.wiley.com/emrw/9780471238966/home>

[NTP] National Toxicology Program. 1993. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of 1,3-butadiene (CAS No. 106-99-0) in B6C3F₁ mice (inhalation study). Research Triangle Park (NC) : National Toxicology Program. Technical Report No.: 434.

[RIVM] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. 2006. Consumer Exposure (ConsExpo) Model [Internet]. Version 4.1. Pays-Bas : Institut national de la santé publique et de l'environnement (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). Accès : <http://www.rivm.nl/en/healthanddisease/productsafety/ConsExpo.jsp#tcm:13-42840>

Santé Canada. 2007. Liste critique des ingrédients dont l'utilisation est restreinte ou interdite dans les cosmétiques des cosmétiques [Internet]. Accès : http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/person/cosmet/info-ind-prof/_hot-list-critique/hotlist-liste-fra.php

Santé Canada, 2008a. Communication personnelle, Division de l'évaluation du danger des produits chimiques pour la santé, Direction des aliments, septembre 2008.

Santé Canada. 2008b. Communication personnelle, Direction des produits de santé naturels, Direction générale des produits de santé et des aliments, le 25 juillet 2008.

Santé Canada. 2008c. Communication personnelle, Direction des produits thérapeutiques, Direction générale des produits de santé et des aliments, le 5 septembre, 2008.

Santé Canada. 2008d. Communication personnelle, Division des cosmétiques, Programme de la sécurité des produits, août 2008.

Santé Canada. 2008e. Communication personnelle, Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), le 9 septembre 2008.

Santé Canada. 2008f. Windsor Ontario Exposure Assessment Study 2005, 2006 : VOC Sampling Data Summary (Draft), Section des carburants et de la qualité de l'air, Division des effets de l'air sur la santé.

Sciarrà, J.J., Sciarrà, C.J. 2001. Aerosols. *In* : Kirk-Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology, 2001, Wiley. Accès : <http://www.mrw.interscience.wiley.com/emrw/9780471238966/home>

[WLPGA] World LP Gas Association. 2007. Where does LP gas come from? [consulté le 18 juin 2007].
Accès : <http://www.worldlpgas.com/what-is-lp-gas/where-does-lp-gas-come-from/>

Annexe A : Estimation de la limite supérieure de l'exposition au 1,3-butadiène par les produits de consommation contenant de l'isobutane

La composition du produit comprend 70 % d'isobutane (contenant 0,1 % p/p de 1,3-butadiène).

Rapport ConsExpo 4.1

Produit

Laque pour cheveux

Composé

Nom du composé :	1,3-butadiène	
N° CAS :	106-99-0	
Poids moléculaire	54	g/mol
Pression de vapeur	$2,81 \times 10^5$	Pascal
K_{oc}		log décimal

Données générales sur l'exposition

Fréquence d'exposition	438	année ⁻¹
Poids corporel	61	kilogrammes

Modèle d'inhalation : exposition à la vapeur

Fraction massique du composé	0,00070	fraction
Durée de l'exposition	5	minute
Volume de la pièce	10	m ³
Débit de ventilation	2	h ⁻¹
Taux de production massique	0,47	g/s
Durée de la vaporisation	0,24	minute
Fraction atmosphérique	1	fraction
Fraction massique non volatile	0,03	fraction
Densité de la fraction non volatile	1,5	g/cm ³
Hauteur de la pièce	2,5	mètre
Diamètre minimum d'inhalation	15	micromètre
Volume du nuage	0,0625	m ³
Fraction non respirable absorbée	0	fraction
Vaporisation vers une personne exposée		

Modèle d'absorption : fraction

Fraction absorbée	1	fraction
Débit d'inhalation	16,2	m ³ /j

Modèle cutané : contact cutané direct avec le produit, application instantanée

Fraction massique du composé	0,00070	fraction
Surface exposée	565	cm ²
Quantité appliquée	0,6	gramme

Résultat

Absorption par inhalation : estimations ponctuelles

Concentration moyenne par événement :	0,000967	mg/m ³
Concentration moyenne le jour de l'exposition :	$4,03 \times 10^{-6}$	mg/m ³
Concentration moyenne annuelle dans l'air :	$4,03 \times 10^{-6}$	mg/m ³ /j
Dose aiguë (interne) :	$8,91 \times 10^{-7}$	mg/kg

Dose chronique (interne) :	1,07 x 10 ⁻⁶	mg/kg/j
<u>Absorption par voie cutanée : estimations ponctuelles</u>		
Charge cutanée :	-	mg/cm ²
Dose externe :	-	mg/kg
Dose aiguë (interne) :	-	mg/kg
Dose chronique (interne) :	-	mg/kg/j
<u>Absorption par voie orale non respirable : estimations ponctuelles</u>		
Dose orale externe :	0	mg/kg
Dose orale aiguë (interne) :	0	mg/kg
Dose orale chronique (interne) :	0	mg/kg/j
<u>Valeur globale d'absorption : estimations ponctuelles</u>		
Dose totale externe :	0,00716	mg/kg
Dose aiguë totale (interne) :	0,00689	mg/kg
Dose chronique totale (interne) :	0,00826	mg/kg/j