



Gouvernement
du Canada

Government
of Canada

Évaluation

Vingt-six gazoles et kérosènes restreints aux industries

Environnement et Changement climatique Canada
Santé Canada

Décembre 2023

N° de cat. : En84-339/2023F-PDF
ISBN : 978-0-660-48866-0

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement et Changement climatique Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement et Changement climatique Canada
Centre de renseignements à la population
12^e étage, édifice Fontaine
200, boulevard Sacré-Cœur
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : 819-938-3860
Ligne sans frais : 1-800-668-6767 (au Canada seulement)
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca

Photo page couverture : © Environnement et Changement climatique Canada

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre
de l'Environnement et du Changement climatique, 2023

Also available in English

Résumé

En vertu de l'article 68 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* (LCPE), le ministre de l'Environnement et le ministre de la Santé ont procédé à l'évaluation de 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries. Les substances faisant l'objet de la présente évaluation ont été déterminées comme restreintes aux industries, car elles peuvent être transportées d'une installation du secteur pétrolier à une autre installation industrielle (par exemple pour être utilisées comme matières premières, carburants ou composants de mélange), mais n'atteignent pas le marché public sous leur forme originale. Leurs numéros de registre du Chemical Abstracts Service (n° CAS¹) et leurs noms sur la *Liste intérieure des substances* (LIS) figurent à l'annexe A. Quinze autres n° CAS associés à des utilisations dans des produits disponibles aux consommateurs étaient compris dans l'ébauche d'évaluation préalable, qui portait sur 42 substances appelées collectivement Groupe des « gazoles et kérosènes » dans le cadre du Plan de gestion des produits chimiques. Cependant, puisque de nouveaux renseignements susceptibles de modifier la caractérisation de leurs dangers ont été obtenus, ces 15 substances ont été retirées de la présente évaluation et sont évaluées dans une évaluation distincte des gazoles et kérosènes ayant des utilisations dans des produits disponibles aux consommateurs. De plus, le n° CAS 64742-88-7 était compris dans l'ébauche d'évaluation préalable des gazoles et kérosènes, mais a été retiré après examen et fait l'objet d'une évaluation distincte avec d'autres naphtes à faible point d'ébullition. Par conséquent, la présente évaluation s'axe sur 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries.

Les gazoles et kérosènes restreints aux industries sont des combinaisons complexes et très variables d'hydrocarbures produits soit directement par distillation atmosphérique du pétrole brut, soit par craquage en fractions plus légères de fractions lourdes obtenues par distillation sous vide, et sont considérés comme des substances de composition inconnue ou variable, produits de réaction complexes ou matières biologiques (UVCB). Les gazoles contiennent des alcanes à chaînes droites et ramifiées (paraffines), des cycloalcanes (naphènes), des hydrocarbures aromatiques et des cycloalcanes aromatiques mixtes, dont le nombre de carbones est compris surtout entre C₉ et C₃₀. Les kérosènes sont surtout constitués d'hydrocarbures d'alcanes à chaînes droites et ramifiées et de cycloalcanes ayant un nombre de carbones de C₉ à C₁₆. La teneur en hydrocarbures aromatiques des gazoles et des kérosènes de flux de raffinerie peut être variable, en particulier pour les gazoles, et varie généralement de 20

¹ Le numéro de registre du Chemical Abstracts Service (n° CAS) est la propriété de l'American Chemical Society. Toute utilisation ou redistribution, sauf si elle sert à répondre à des exigences réglementaires ou si elle est nécessaire à des rapports destinés au gouvernement du Canada lorsque des renseignements ou des rapports sont exigés par la loi ou une politique administrative, est interdite sans l'autorisation écrite préalable de l'American Chemical Society.

à 80 % en poids. Dans le cas des kérosènes, les hydrocarbures aromatiques ne dépassent normalement pas 25 % en volume. Les gazoles et kérosènes restreints aux industries peuvent être raffinés davantage pour être utilisés comme des solvants, ce qui produit des substances ayant une plage de carbones grandement réduite et, dans bon nombre de cas, des teneurs en aromatiques très inférieures à 20 % en poids, mais gardant souvent le même n° CAS que la substance originale trouvée dans le flux de raffinerie. Ainsi, la plage de carbones et la teneur en aromatiques des gazoles et kérosènes restreints aux industries sont très variables. Ces gazoles et kérosènes ont été regroupés dans la présente évaluation en raison de la similarité de leurs sources, de leur production, de leurs propriétés et de leurs dangers.

Certains des gazoles et kérosènes restreints aux industries examinés dans la présente évaluation ont été identifiés comme étant utilisés en tant que carburants ou additifs pour carburant, auxiliaires de production pétrolière ou auxiliaires technologiques dans l'industrie pétrolière et gazière ou encore substances de laboratoire, ainsi que dans la fabrication de voitures et de véhicules automobiles légers. Les autres utilisations comprennent la préparation de lubrifiants ou d'additifs pour lubrifiant ainsi que celle de divers produits comme des adjuvants de séparation huile-eau, des auxiliaires technologiques et des revêtements industriels.

Cette évaluation environnementale s'appuie sur une approche groupée, qui met l'accent sur les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries. Étant donné que l'on manque d'information pour déterminer si et à quel moment le n° CAS représente un flux de raffinerie ou un solvant, une plage de teneurs en aromatiques allant de 20 à 80 % en poids est utilisée. La composition variable des n^{os} CAS et des gazoles et kérosènes restreints aux industries ayant différents n^{os} CAS pourrait mener à leur utilisation interchangeable (pourvu qu'ils répondent aux spécifications exclusives).

Les gazoles et kérosènes restreints aux industries peuvent être rejetés dans l'environnement en raison d'activités associées à leur production, leur transport et leur stockage, ainsi qu'à la suite d'utilisations commerciales ou industrielles. Ils peuvent être rejetés à partir de sources industrielles dans le milieu aquatique par les effluents d'eaux usées, ainsi que dans l'air. Les utilisations déterminées des gazoles et des kérosènes qui présentent le plus fort potentiel de rejet dans l'environnement, sont jugées applicables aux gazoles et kérosènes restreints aux industries et sont prises en compte dans cette évaluation sont les suivantes : la préparation de lubrifiants ou d'additifs pour lubrifiants; la préparation de divers produits, y compris les adjuvants de séparation huile-eau, les auxiliaires technologiques et les revêtements industriels; l'utilisation d'auxiliaires technologiques par les installations de secteurs comme ceux des plastiques et du caoutchouc, du métal fabriqué, des machines et de l'équipement de transport. Une autre source présentant un grand potentiel de rejet environnemental est l'application sur des terres agricoles de biosolides contenant des gazoles et des kérosènes restreints aux industries.

Les concentrations dans l'environnement et la composition des gazoles et kérosènes restreints aux industries dans les eaux de surface, après le traitement des eaux usées, ont été estimées et comparées aux concentrations estimées sans effet (CESE), obtenues par modélisation d'après leur composition prévue dans les effluents. Les données empiriques et modélisées sur la toxicité en milieu aquatique des gazoles et kérosènes restreints aux industries indiquent un danger modéré à élevé, tandis que les données empiriques sur la toxicité dans le sol indiquent un danger faible.

Il a été déterminé que les gazoles et kérosènes restreints aux industries sont peu susceptibles de causer des effets nocifs pour l'environnement lorsqu'ils sont utilisés dans les applications susmentionnées, qu'ils aient une faible ou une forte teneur en aromatiques. Leurs composants pourraient s'accumuler dans les sédiments près des points de rejet. Toutefois, on ne dispose d'aucune donnée sur leurs concentrations dans l'environnement ou sur l'impact de ces substances sur les organismes qui vivent dans les sédiments.

Compte tenu de tous les éléments de preuve contenus dans la présente évaluation, les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries examinés présentent un faible risque d'effets nocifs sur l'environnement. Il est conclu que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries examinés ne satisfont pas aux critères énoncés aux alinéas 64a) ou b) de la LCPE, car ils ne pénètrent pas dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur la diversité biologique, ou à mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie.

Les effets critiques sur la santé, cernés lors d'études en laboratoire, d'une exposition subchronique aux gazoles et kérosènes restreints aux industries sont une diminution du poids corporel et une augmentation du poids des organes. Un effet critique sur la santé, pour ce qui est de la catégorisation initiale des gazoles et kérosènes restreints aux industries, était la cancérogénicité, fondée principalement sur la classification établie par les organismes internationaux. Compte tenu de la probabilité que les gazoles et kérosènes restreints aux industries contiennent des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), la Commission européenne classe un certain nombre (3) de n° CAS de gazoles et kérosènes dans la catégorie 1B des substances cancérogènes (« *pouvant causer le cancer* »), mais considère que ces substances ne sont pas cancérogènes si elles sont raffinées pour contenir moins de 3 % en poids de HAP extraits à l'aide de diméthylsulfoxyde (DMSO). Les effets nocifs sur la reproduction et le développement ont également été pris en compte dans la caractérisation des risques associés aux gazoles et kérosènes restreints aux industries.

L'exposition de la population générale aux gazoles et kérosènes restreints aux industries peut découler des rejets dans l'air provenant d'installations industrielles. Les marges d'exposition entre les estimations de la limite supérieure de l'exposition et les niveaux d'effet critique sont jugées adéquates pour tenir compte des incertitudes

entourant l'exposition et les effets sur la santé. Le potentiel d'exposition par d'autres milieux environnementaux est considéré comme faible.

L'évaluation des effets sur la santé humaine a pris en considération les groupes de personnes au sein de la population canadienne qui pourraient, en raison d'une susceptibilité ou d'une exposition accrue, être plus à risque que la population générale de subir des effets nocifs pour la santé. Les sous-populations qui vivent à proximité d'installations industrielles non pétrolières utilisant des gazoles et des kérosènes et sont susceptibles d'être plus exposées à des émissions dans l'air ont été prises en compte dans l'évaluation.

À la lumière des renseignements contenus dans la présente évaluation, il est conclu que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries examinés ne satisfont pas aux critères énoncés à l'alinéa 64c) de la LCPE, car ils ne pénètrent pas dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à constituer un danger au Canada pour la vie ou la santé humaines.

Il est conclu que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries examinés dans la présente évaluation ne satisfont à aucun des critères énoncés à l'article 64 de la LCPE.

Table des matières

Résumé	i
1. Introduction	1
2. Identité des substances	3
3. Propriétés physiques et chimiques.....	6
4. Sources et utilisations.....	9
5. Rejets dans l'environnement	11
5.1 Rejets par les raffineries de pétrole.....	12
5.2 Rejets associés au transport	12
5.3 Rejets par d'autres installations industrielles.....	13
5.4 Rejets dus aux déversements	13
6. Devenir et comportement dans l'environnement.....	13
6.1 Distribution dans l'environnement	13
6.2 Persistance dans l'environnement et bioaccumulation.....	16
7. Potentiel d'effets nocifs sur l'environnement	19
7.1 Évaluation des effets sur l'environnement.....	19
7.2 Évaluation de l'exposition de l'environnement.....	29
7.3 Caractérisation des risques pour l'environnement.....	36
8. Potentiel d'effets nocifs sur la santé humaine	41
8.1 Évaluation de l'exposition	41
8.2 Évaluation des effets sur la santé.....	43
8.3 Caractérisation des risques pour la santé humaine.....	48
8.4 Incertitudes dans l'évaluation des risques pour la santé humaine.....	49
9. Conclusion	50
Références	51
Annexes	64
Annexe A. Vingt-six gazoles et kérosènes restreints aux industries	64
Annexe B. Facteurs utilisés pour déterminer les effets sur la santé humaine de l'exposition dans les milieux environnementaux	65
Annexe C. Gazoles et kérosènes restreints aux industries figurant sur la liste de l'ECHA (2012).....	66

Liste des tableaux

Tableau 3-1. Propriétés physico-chimiques générales des gazoles.....	6
Tableau 3-2. Propriétés physico-chimiques générales des kérosènes	7
Tableau 4-1. Nombre de gazoles et de kérosènes compris dans les enquêtes menées en vertu de l'article 71 de la LCPE et une enquête volontaire.....	9
Tableau 4-2. Renseignements sur les utilisations des gazoles et kérosènes restreints aux industries recueillis dans le cadre d'une enquête menée en vertu de l'article 71 de la LCPE et d'une enquête volontaire (Environnement Canada 2015; ECCC 2016b).....	10
Tableau 7-1. Résumé de la toxicité aiguë des gazoles et des kérosènes (API 2012a, 2010a,b).....	20
Tableau 7-2. Toxicité aiguë et chronique de deux gazoles et d'un kérosène pour le milieu aquatique ^a	21
Tableau 7-3 Toxicité chronique en milieu aquatique (TCSEO – mg/L) modélisée par PETROTOX en faible résolution pour les gazoles et kérosènes à teneur faible et élevée en aromatiques avant et après le traitement des eaux usées.....	25
Tableau 7-4 Toxicité chronique en milieu aquatique (TCSEO – mg/L) modélisée avec PETROTOX en haute résolution pour un gazole à haute teneur en aromatiques ^a et un kérosène à faible teneur en aromatiques ^b avant et après le traitement des eaux usées	26
Tableau 7-5 Volumes annuels d'eaux usées rejetés et nombre d'établissements	34
Tableau 7-6. Distribution des CEE dans le milieu aquatique de l'utilisation d'auxiliaires technologiques contenant des gazoles et kérosènes restreints aux industries	34
Tableau 7-7. Résumé des quotients de risque obtenus pour les scénarios d'exposition aux gazoles et kérosènes restreints aux industries à teneur faible et élevée en aromatiques ^a	36
Tableau 7-8. Données probantes pondérées prises en compte pour déterminer le potentiel des gazoles et kérosènes restreints aux industries à causer des effets nocifs pour l'environnement canadien	38

1. Introduction

En vertu des articles 68 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* (LCPE) (Canada 1999), le ministre de l'Environnement et le ministre de la Santé ont procédé à l'évaluation de 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries pour déterminer si ces substances présentent ou pourraient présenter un risque pour l'environnement ou la santé humaine. Ces 26 gazoles ont été évaluées en priorité, car elles répondaient aux critères de catégorisation ou ont été classées prioritaires par d'autres mécanismes (ECCC, SC modifié en 2017). Les numéros de ces 26 substances dans le registre du Chemical Abstracts Service (n^{os} CAS²) et leurs noms sur la *Liste intérieure des substances* (LIS) figurent dans le tableau A.1 de l'annexe A. Une description de chaque substance ayant un n^o CAS et figurant sur la LIS est donnée dans ECCC (2022). En raison de la similitude de leurs sources, de leur production, de leurs propriétés et de leurs dangers, ces 26 gazoles et kérosènes ont été examinés ensemble dans la présente évaluation. Quinze autres n^o CAS associés à des utilisations dans des produits disponibles aux consommateurs étaient compris dans l'ébauche d'évaluation préalable, qui portait sur 42 substances appelées collectivement Groupe des « gazoles et kérosènes » dans le cadre du Plan de gestion des produits chimiques. Cependant, puisque de nouveaux renseignements susceptibles de modifier la caractérisation de leurs dangers ont été obtenus, ces 15 substances ont été retirées de la présente évaluation et sont examinées dans une évaluation distincte des gazoles et kérosènes ayant des utilisations dans des produits disponibles aux consommateurs. De plus, le n^o CAS 64742-88-7 était compris dans l'ébauche d'évaluation préalable des gazoles et kérosènes, mais a été retiré après examen et fait l'objet d'une évaluation distincte avec d'autres naphtes à faible point d'ébullition. Par conséquent, la présente évaluation s'axe sur 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries.

Les substances faisant l'objet de la présente évaluation ont été déterminées comme restreintes aux industries, car elles peuvent être transportées d'une installation du secteur pétrolier à une autre installation industrielle (par exemple pour être utilisées comme matières premières, carburants ou composants de mélange), mais n'atteignent pas le marché public sous leur forme originale. L'évaluation environnementale porte essentiellement sur les 26 gazoles et kérosènes individuels restreints aux industries énumérés à l'annexe A. Une teneur maximale en aromatiques de 80 % en poids est considérée comme le « pire scénario raisonnable » pour les gazoles et kérosènes restreints aux industries. En raison de la comparaison variable des gazoles et kérosènes restreints aux industries, entre eux et au sein du groupe, ils peuvent être

² Le numéro de registre du Chemical Abstracts Service (n^o CAS) est la propriété de l'American Chemical Society. Toute utilisation ou redistribution, sauf si elle sert à répondre à des exigences réglementaires ou si elle est nécessaire à des rapports destinés au gouvernement du Canada lorsque des renseignements ou des rapports sont exigés par la loi ou une politique administrative, est interdite sans l'autorisation écrite préalable de l'American Chemical Society.

utilisés de façon interchangeable dans les produits, pourvu qu'ils respectent les spécifications d'utilisation de ces produits.

La présente évaluation ne tient pas compte de l'utilisation des kérosènes dans les carburants d'aviation ou des gazoles dans les combustibles (par exemple, mazout n° 2), car ils ont déjà été évalués (Environnement Canada, Santé Canada 2014, 2015); cependant, les données disponibles sur les dangers qui se fondent sur ces substances sont utilisées pour éclairer l'évaluation des effets sur la santé humaine. De plus, certains gazoles ont déjà été évalués pour ce qui est des utilisations restreintes à un site (1 n° CAS) ou à une industrie (2 n°s CAS) (Environnement Canada, Santé Canada 2011, 2013). L'utilisation des gazoles comme carburants diesel n'est pas examinée dans la présente évaluation. Celle-ci ne tient pas non plus compte de l'utilisation des gazoles et kérosènes restreints aux industries comme diluants pétroliers, car il est plus approprié de les examiner dans le contexte des substances pétrolières qui ont été diluées.

Pour la présente évaluation, nous avons pris en compte des renseignements sur les propriétés chimiques, le devenir dans l'environnement, les dangers, les utilisations et l'exposition, y compris des renseignements soumis par des parties intéressées. Nous avons relevé des données pertinentes jusqu'en août 2021. Des renseignements supplémentaires ont été fournis par les parties intéressées jusqu'en décembre 2019. Nous avons utilisé des données empiriques tirées d'études clés ainsi que des résultats de modélisation pour tirer nos conclusions. Lorsqu'ils étaient pertinents, les renseignements contenus dans les évaluations effectuées par d'autres instances ont été utilisés.

Le personnel du Programme d'évaluation des risques de la LCPE de Santé Canada et d'Environnement et Changement climatique Canada a rédigé la présente évaluation, à laquelle ont contribué d'autres programmes de ces deux ministères. Les parties de la présente évaluation portant sur la santé humaine et l'environnement ont fait l'objet d'un examen externe par des pairs ou de consultations externes. Geoff Granville (GCGranville Consulting Corp) et Connie Gaudet (consultante) ont formulé des commentaires sur les parties techniques touchant l'environnement. Glenn Talaska (Université de Cincinnati, É.-U.) et Susan Griffin (Environmental Protection Agency des États-Unis [US EPA]) ont formulé des commentaires sur les parties techniques touchant la santé humaine. De plus, l'ébauche de cette évaluation préalable (publiée le 11 mai 2019) a fait l'objet d'une période de consultation publique de 60 jours. Bien que les commentaires externes fussent pris en compte, Santé Canada et Environnement et Changement climatique Canada assument l'entière responsabilité du contenu final et des conclusions de la présente évaluation.

Pour la détermination de la conformité des substances aux critères énoncés à l'article 64 de la LCPE, les évaluations s'appuient sur des renseignements scientifiques essentiels, dont des informations, si elles sont disponibles, sur les sous-populations susceptibles d'être plus sensibles ou plus exposées, les environnements vulnérables et

les effets cumulatifs³, et en utilisent une approche fondée sur le poids des preuves et sur le principe de précaution⁴. La présente évaluation contient des renseignements et considérations essentiels sur lesquels repose la conclusion proposée.

2. Identité des substances

Les gazoles et kérosènes restreints aux industries sont des UVCB, un acronyme qui désigne les substances de composition inconnue ou variable, produits de réactions complexes ou matières biologiques. Ces UVCB sont des combinaisons complexes de molécules d'hydrocarbures d'origine naturelle ou résultant de réactions et de processus chimiques survenant pendant le traitement et le mélange du pétrole. En raison de leur composition complexe et variable, les gazoles et les kérosènes ne peuvent être synthétisés par simple combinaison de constituants individuels. La complexité et la variabilité de leur composition peuvent les rendre difficiles à caractériser pleinement et de manière cohérente.

Les gazoles consistent principalement en des molécules dont le nombre d'atomes de carbone se situe entre 9 et 30 (C₉ et C₃₀) et dont le point d'ébullition se situe entre 150 et 471 °C environ, selon l'American Petroleum Institute (API), une association professionnelle américaine qui représente les différents secteurs des industries du pétrole et du gaz naturel (API 2012a). L'Organisation européenne des compagnies pétrolières pour l'environnement, la santé et la sécurité (CONCAWE) définit les gazoles légèrement différemment de l'API, à savoir qu'il s'agit de substances dont le nombre de carbones est surtout compris entre C₁₁ et C₂₅, et le point d'ébullition entre 150 et 450 °C (CONCAWE 1996a). Les gazoles contiennent des alcanes à chaînes droites et ramifiées (aussi appelés paraffines à chaînes droites et ramifiées), des cycloalcanes (naphtènes), des hydrocarbures aromatiques et des cycloalcanes aromatiques mixtes (API 2012a).

Les gazoles peuvent être produits directement par distillation atmosphérique du pétrole brut, ou par craquage en fractions plus légères de fractions lourdes obtenues par distillation sous vide. Le craquage donne des gazoles ayant une teneur plus élevée en

³ La prise en compte des effets cumulatifs dans le cadre de la LCPE peut impliquer une analyse, une caractérisation et éventuellement une quantification des risques combinés pour la santé ou l'environnement résultant d'expositions à de multiples substances chimiques.

⁴ La détermination de la conformité à l'un ou plusieurs des critères énoncés à l'article 64 de la LCPE est basée sur une évaluation des risques potentiels pour l'environnement ou la santé humaine associés aux expositions dans l'environnement en général. Pour les humains, ces expositions découlent de la présence des substances notamment dans l'air ambiant, dont l'air intérieur, l'eau potable, les aliments et les produits de consommation. Une conclusion établie aux termes de la LCPE n'est pas pertinente pour une évaluation en fonction des critères de danger prévus au *Règlement sur les produits dangereux*, lequel fait partie du cadre réglementaire pour le Système d'information sur les matières dangereuses au travail et vise les produits dangereux destinés à être utilisés au travail, ni n'empêche une telle évaluation. De même, une conclusion basée sur les critères de l'article 64 de la LCPE n'empêche pas de prendre des mesures en vertu d'autres articles de la LCPE ou d'autres lois.

aromatiques et en alcènes. Les gazoles obtenus par distillation sans traitement supplémentaire ou avec traitement supplémentaire minimal sont appelés gazoles de distillation directe. Les gazoles peuvent donc être des gazoles de distillation directe, ou un mélange de gazoles de distillation directe ou de gazoles craqués (API 2012a).

Les kérosènes⁵, soit la fraction de pétrole brut dont le point d'ébullition est entre environ 150 et 290 °C et qui est constituée d'hydrocarbures se situant environ entre C₉ et C₁₆ (API 2010a), sont étudiés avec le groupe de gazoles, car ils sont produits de la même manière que ceux-ci (distillation atmosphérique ou craquage) (API 2010a) et représentent l'extrémité la plus légère des gazoles en termes de nombre de carbones. Les alcanes (normaux, ramifiés et cycliques) constituent généralement au moins 70 % en volume des kérosènes, tandis que les hydrocarbures aromatiques (principalement les alkylbenzènes et les alkylnaphtalènes) et les alcènes représentent généralement moins de 25 % en volume et 5 % en volume, respectivement (API 2010a, CONCAWE 1995). Dans la présente évaluation, un n° CAS désigne un kérosène, à savoir 64742-91-2 (CONCAWE 1995), le reste constituant des gazoles. Les définitions opérationnelles des 25 gazoles et du kérosène figurant dans le présent rapport sont données dans ECCC (2022).

Le kérosène visé par la présente évaluation (n° CAS 64742-91-2; C₇-C₁₆; 90 à 290 °C) se situe en partie en dehors des plages de carbone et de point d'ébullition des kérosènes, bien qu'il soit inclus dans la catégorie des kérosènes selon la CONCAWE (CONCAWE 1995). Cinq autres substances (c'est-à-dire n°s CAS 128683-26-1, 128683-28-3, 128683-29-4, 128683-30-7 et 129893-10-3) sont en partie à l'extérieur des plages de carbone et de point d'ébullition qui, selon la définition ci-dessus, définissent les gazoles (c'est-à-dire collectivement, les substances susmentionnées dont le nombre de carbones se situe entre C₂ et C₄₀, et les points d'ébullition entre -38 et 550 °C). Toutefois, elles sont considérées comme suffisamment similaires aux autres gazoles et kérosènes pour être incluses dans la présente évaluation.

L'American Petroleum Institute a produit de l'information sur la composition de 88 échantillons de gazole de raffinerie (correspondant à 22 n°s CAS). Les compositions en pourcentage pour la teneur en aromatiques variaient de moins de 1 % en poids à environ 98 % en poids (API 2014a). Toutefois, les valeurs < 1 % et 98 % en poids n'ont été trouvées que pour des échantillons uniques. La plupart des échantillons de gazole avaient une teneur en aromatiques comprise entre 20 % en poids et 80 % en poids. Des données sur la composition ont été trouvées pour un échantillon de kérosène (n° CAS 8008-20-6) et quatre échantillons de kérosène hydrodésulfuré (n° CAS 64742-81-0), qui ne sont pas examinés dans la présente évaluation. Aucune donnée sur la composition n'a été trouvée pour le kérosène visé par cette évaluation, dont le n° CAS est 64742-91-2. Les données sur les kérosènes indiquaient que ces substances avaient

⁵ Le terme « kérosine » est parfois utilisé; c'est une ancienne appellation du kérosène.

des teneurs en aromatiques variant de 14,7 à 31,4 % en poids, dont la majorité (17,8 à 24,7 % en poids) était des composés monoaromatiques (API 2014b).

On peut pousser le traitement de substances pétrolières, comme les gazoles et kérosènes, pour éliminer des composants indésirables ou en réduire la teneur, par exemple le soufre, l'azote, les aromatiques ou les alcènes, et augmenter la teneur en cycloalcanes et isoalcanes. On réduit ainsi aussi la variation de leur composition (API 2010a, CONCAWE 1996a). Le nom CAS des substances pétrolières décrit uniquement la dernière étape de raffinage réalisée à la raffinerie; par conséquent, on ne peut pas connaître le degré de raffinage et donc la proportion d'aromatiques et d'aliphatiques composant un n° CAS particulier en se fondant uniquement sur le n° CAS. Des gazoles et kérosènes portant le même n° CAS peuvent donc avoir un éventail de teneurs en aromatiques.

De plus, les gazoles et kérosènes des flux de raffinerie peuvent être traités davantage pour être utilisés comme des solvants. Ce procédé réduit grandement la plage de leur nombre de carbones, et diminue la teneur en aromatiques de nombreux solvants à beaucoup moins de 20 % en poids, et à moins de 2 % dans certains cas (HSPA 2018). Néanmoins, ces solvants raffinés restent souvent désignés par le même n° CAS que celui ayant servi lors de leur production (HSPA 2018). Il est probable que certains des n° CAS de gazoles et kérosènes indiqués relativement à diverses utilisations dans le présent document se rapportent à ces solvants plutôt qu'à des gazoles et kérosènes de flux de raffinerie; cependant, on ne disposait généralement d'aucune information précise sur la plage de nombre de carbones ou la teneur en aromatiques des solvants associés à ces utilisations.

Une caractéristique importante des gazoles est la présence de composés aromatiques polycycliques (CAP), qui comprennent les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dérivés alkylés de ceux-ci et les aromatiques contenant des hétéroatomes. Il a été montré que les composants aromatiques sont les principaux contributeurs à la toxicité des substances pétrolières (Swigert *et al.* 2014, Cermak *et al.* 2013). La fraction aromatique comprend tous les composants qui contiennent un cycle aromatique (c'est-à-dire, benzène) dans leur structure, et comprend les hydrocarbures monoaromatiques (HAM) et les HAP parents ainsi que leurs dérivés alkylés (c'est-à-dire, les HAM et HAP contenant des groupes alkyles normaux, ramifiés ou cycliques), et les aromatiques contenant des hétéroatomes (atomes d'azote, d'oxygène ou de soufre). Étant donné que l'on manque d'information pour déterminer si un n° CAS représente un flux de raffinerie ou un solvant, une plage de 20 à 80 % en poids d'aromatiques a été utilisée pour l'évaluation environnementale, l'extrémité supérieure de la plage, soit 80 %, étant considérée comme le pire scénario pour ce qui est de la teneur en aromatiques des gazoles.

Les substitutions alkyle dans les CAP ont habituellement une longueur d'un à quatre atomes de carbone et peuvent inclure des composés non carbonés comme le soufre (API 2012a). L'abondance relative des aromatiques polycycliques alkylés en C₁-C₄ dans

le pétrole dépasse de loin celle du composé parent non alkylé (Speight 2007, Altgelt 1994). Les concentrations des CAP, y compris les composés hétérocycliques, ainsi que les polycycloalcanes, augmentent avec l'augmentation des plages de point d'ébullition des fractions, tandis que les concentrations des alcanes normaux et ramifiés et des monocycloalcanes diminuent (API 2012a). Dans les gazoles légers de distillation directe, les CAP consistent principalement en composés de 2 et 3 cycles. Les composants des gazoles obtenus par distillation atmosphérique, sous vide ou par craquage, plus lourds, peuvent contenir des concentrations accrues de CAP avec 4 cycles ou plus (API 2012a). Les fractions pétrolières obtenues par des procédés de craquage thermique ou catalytique ont généralement des teneurs en CAP plus élevées que les fractions de distillation directe ou les fractions provenant d'autres procédés sans craquage (par exemple, hydrotraitement). Les fractions de gazoles de distillation directe qui ont subi un traitement supplémentaire limité sont composées principalement d'hydrocarbures saturés (API 2012a).

Les renseignements disponibles sur la composition des kérosènes (en particulier les n^{os} CAS 8008-20-6, 64742-81-0 et 68333-23-3) indiquent que ces substances contiennent environ 11 à 31 % d'aromatiques, 65 à 83 % de composés saturés et 1,4 à 15 % d'alcènes (API 2014b). Une analyse d'une série de kérosènes a révélé que presque tous les aromatiques avaient un ou deux cycles (API 2010a). Comme indiqué plus haut, les kérosènes ont généralement une teneur en aromatiques inférieure à celle des gazoles. En règle générale, les kérosènes contiennent < 0,01 % en poids de benzènes (API 2010a, CONCAWE 1995). Cependant, selon leur nombre de carbones, leur point d'ébullition et leur degré de purification, les gazoles et les kérosènes peuvent avoir des teneurs résiduelles en benzène et de faibles teneurs en toluène, en éthylbenzène et en xylène.

3. Propriétés physiques et chimiques

La composition et les propriétés physico-chimiques des gazoles et kérosènes varient selon la source du pétrole brut ou du bitume et les étapes de raffinage. Les propriétés physico-chimiques générales des gazoles et kérosènes sont présentées aux tableaux 3-1 et 3-2, respectivement.

Tableau 3-1. Propriétés physico-chimiques générales des gazoles

Propriété	Type de données	Valeur	Température (°C)	Référence
Point d'écoulement (°C)	Expérimentales	-30 à 0	-	API 2012b
Point d'ébullition (°C)	-	150 à 450	-	API 2012a
Masse volumique (g/cm ³)	Expérimentales	0,8 – 0,99	15	ECB 2000a,b,c,d,e
Masse volumique (g/cm ³)	Expérimentales ^a	0,81 – 0,90	15	CONCAWE 1996a

Propriété	Type de données	Valeur	Température (°C)	Référence
Pression de vapeur (Pa)	Modélisées ^a	0,01 – 23	20	ECB 2000a,b,c
Pression de vapeur (Pa)	-	≤ 133	20	MSDS 2013, 2014
Pression de vapeur (Pa) ^b	-	280 – 3 520	21	Air Force 1989
Pression de vapeur (Pa)	Modélisées et expérimentales, pour les structures représentatives ^b	$3,6 \times 10^{-9}$ – 384	20	ECCC 2022
Solubilité dans l'eau (mg/L)	-	< 10	20	ECB 2000b,c
Solubilité dans l'eau (mg/L)	Modélisées, pour les structures représentatives ^b	< 0,001 – 52	25	API 2012b
Solubilité dans l'eau (mg/L)	Mesurées ^c	2,0 – 8,7	5 – 20	API 2012b
Solubilité dans l'eau (mg/L)	-	Négligeable	-	MSDS 2013, 2014, 2016
Solubilité dans l'eau (mg/L)	Modélisées et expérimentales, pour les structures représentatives ^b	$8,6 \times 10^{-11}$ – 95	20	ECCC 2022
Log K _{oe} (sans dimension)	Calculées	3,4 à 9,2	-	ECB 2000a,b,d,e
Log K _{oe} (sans dimension)	Modélisées et expérimentales, pour les structures représentatives ^b	3,3 – 15	20	ECCC 2022

Abréviations : K_{oe} = coefficient de partage octanol-eau; K_{co} = coefficient de partage carbone organique-eau.

- Aucune donnée n'a été fournie.

^a Masses volumiques du gazole automobile et du mazout de chauffage.

^b D'après les structures représentatives des gazoles types ayant une longueur en carbones C₉ à C₃₀.

^c Pour le mazout n° 2, (un gazole).

Tableau 3-2. Propriétés physico-chimiques générales des kérosènes

Propriété	Type de données	Valeur	Température (°C)	Référence
Point d'ébullition (°C)	Mesurées	150 – 290	-	API 2010a
Pression de vapeur (Pa)	Mesurées ^a	300 – 3 500	21	API 2010a
Pression de vapeur (Pa) ^b	Mesurées	1 000	20	FDS 2021

Propriété	Type de données	Valeur	Température (°C)	Référence
Solubilité dans l'eau (mg/L)	Mesurées ^b	2,8 – 39	20 – 22	Murray <i>et al.</i> 1984, MacLean et Doe 1989, Sunito <i>et al.</i> 1986
Plage des valeurs log K _{oe} (sans dimension)	Modélisées	3,3 à > 6	20	API 2010a

^a Pour le carburant d'aviation (un kérosène).

^b Pour le carburant diesel.

Pour prévoir les propriétés physico-chimiques et le devenir environnemental des substances pétrolières complexes telles que les gazoles et les kérosènes, des structures représentatives sont choisies dans chacune des classes chimiques présentes dans ces substances. La composition des gazoles et des kérosènes étant variable, les structures représentatives n'ont pu être choisies en fonction de leur proportion dans le mélange. Ce manque de données générales sur la composition nous a conduits à sélectionner des structures représentatives pour les alcanes, les isoalcanes, les alcènes, les cycloalcanes, les aromatiques comportant un à six cycles et les aromatiques alkylés en C₉-C₃₀, sur la seule base du nombre de carbones pour chaque classe d'hydrocarbures. Les données physico-chimiques ont été colligées à partir de la littérature scientifique et du groupe de modèles environnementaux dans EPI Suite (2008). Un résumé des données empiriques et modélisées sur les propriétés physico-chimiques des structures représentatives des hydrocarbures des gazoles et kérosènes restreints aux industries figure dans ECCC (2022).

Il convient de noter que le comportement physique et chimique des structures représentatives, lorsqu'elles sont présentes en tant que composants dans une substance UVCB, peut différer de celui de la forme pure. Les pressions de vapeur des composants d'un mélange sont inférieures à leur pression de vapeur individuelle, conformément à la loi de Raoult (la pression de vapeur totale d'un mélange idéal est proportionnelle à la somme des pressions de vapeur des composants individuels multipliées par la fraction molaire des composants dans le mélange). Dans le même ordre d'idée, la solubilité dans l'eau des composants d'un mélange est inférieure à la solubilité des composants pris individuellement (Banerjee, 1984; Di Toro *et al.* 2007). En même temps, quand un hydrocarbure pétrolier normalement trouvé dans un état solide fait partie d'un mélange pétrolier (ou un UVCB), il peut y être présent dans un état liquide car son point de fusion baisse quand il devient partie d'un mélange (Di Toro *et al.* 2007). Il en résulte une augmentation de la pression de vapeur et de la solubilité dans l'eau de l'hydrocarbure normalement solide, qui est déterminée à partir de la pression de vapeur sous-refroidie (Staikova *et al.* 2005) et la solubilité sous-refroidie (Di Toro *et al.* 2007). Les propriétés physiques et chimiques des différentes structures représentatives (tableau 2-1 dans ECCC 2022) donnent une indication du comportement de ces composants du mélange pétrolier dans l'environnement. Cette question est traitée à la section 6.1.

4. Sources et utilisations

Les renseignements sur un certain nombre de gazoles et de kérosènes, y compris les gazoles et kérosènes restreints aux industries et d'autres gazoles et kérosènes déterminés comme étant d'intérêt prioritaire, ont été recueillis au moyen de plusieurs enquêtes menées en vertu de l'article 71 de la LCPE, et dans le cadre d'une initiative volontaire de collecte de données, comme l'indique le tableau 4-1. L'enquête de 2011 (Environnement Canada 2012) portait sur tous les secteurs industriels et a permis de recueillir des renseignements sur la fabrication, l'importation et l'utilisation de 7 gazoles, dont seul l'un est visé par la présente évaluation (n° CAS 64742-30-9), car les autres sont utilisés dans des produits disponibles aux consommateurs. L'enquête de 2015 (ECCC 2016a) a permis de recueillir des renseignements sur les profils d'emploi dans l'industrie et le commerce, mais non sur les quantités, et portait sur 14 des gazoles et kérosènes restreints aux industries. Des renseignements sur les profils d'emploi de 5 gazoles et kérosènes restreints aux industries ont également été communiqués lors de l'initiative volontaire de collecte de données de 2015.

Tableau 4-1. Nombre de gazoles et de kérosènes compris dans les enquêtes menées en vertu de l'article 71 de la LCPE et une enquête volontaire

Titre de l'enquête	Année de déclaration des données / nombre de gazoles et de kérosènes visés par les enquêtes ^a	Enquête – référence	Données – référence
<i>Avis concernant certaines substances pétrolières de priorité élevée apparaissant sur la Liste intérieure</i>	2010 / 7 gazoles	Environnement Canada 2011	Environnement Canada 2012
<i>Avis concernant certaines substances pétrolières prioritaires de la Liste intérieure</i>	2014 / 19 gazoles non inclus dans l'enquête précédente	Environnement Canada 2015	ECCC 2016a
Initiative volontaire de collecte de données, 2015	2014 / 10 gazoles	s.o.	ECCC 2016b

^a Nombre de n° CAS de gazoles et kérosènes déterminés comme prioritaires pour une évaluation qui étaient compris dans l'enquête. Les 42 gazoles et kérosènes déterminés comme prioritaires pour une évaluation comprennent les 26 substances restreintes aux industries visées par le présent rapport ainsi

que 16 autres substances faisant l'objet d'une évaluation distincte dans d'autres rapports, comme l'explique la section 1.

Les gazoles sont principalement utilisés comme composants intermédiaires de mélange dans la production de carburants pour moteurs diesel (c'est-à-dire carburant diesel) et de combustible pour le chauffage (c'est-à-dire mazout de chauffage) (API 2012a). Ils peuvent également servir de composants de mélange pour d'autres carburants tels que le kérosène, l'essence et le carburant d'aviation, qui quittent l'installation pétrolière sous différents n^{os} CAS. Certains gazoles sont utilisés dans la fabrication de produits de consommation.

La principale utilisation des kérosènes aux États-Unis est comme carburant d'aviation pour les avions civils (carburant Jet A ou Jet A-1) et militaires (carburant JP-8 ou JP-5) (API 2010a), et on prévoit que son profil d'emploi est similaire au Canada. Les utilisations de gazoles et de kérosènes comme carburants d'aviation et mazout de chauffage n^o 2 ont été évaluées précédemment (Environnement Canada, Santé Canada 2014, 2015). Les kérosènes sont également utilisés comme carburant diesel (n^o 1), mazout de chauffage domestique (fuel-oil n^o 1), pour l'éclairage (n^o 1-K), et aussi comme solvants dans la préparation d'une gamme de produits tels que les produits de nettoyage, les insecticides, les agents antimousses et les agents démoulants (CONCAWE 1995). Les kérosènes utilisés dans ces produits proviennent souvent d'une plage de distillation plus étroite que ceux utilisés dans les carburants et ils sont souvent traités davantage pour en réduire l'odeur et la teneur en aromatiques (CONCAWE 1995).

Le tableau 4-2 liste les utilisations des gazoles et kérosènes restreints aux industries qui ont été établies selon une enquête menée en vertu de l'article 71 de la LCPE (Environnement Canada 2015) et une initiative volontaire de collecte de données (ECCC 2016b).

Tableau 4-2. Renseignements sur les utilisations des gazoles et kérosènes restreints aux industries recueillis dans le cadre d'une enquête menée en vertu de l'article 71 de la LCPE et d'une enquête volontaire (Environnement Canada 2015; ECCC 2016b)

Catégorie d'utilisation	N^{os} CAS
Fabrication de voitures et de véhicules automobiles légers	92704-36-4
Utilisation confidentielle ^a	68333-88-0, 64741-43-1
Carburants (par exemple, essence, diesel, mazout de chauffage) et produits connexes (par exemple, additifs pour carburant)	68333-81-3, 64742-31-0
Substances de laboratoire	64741-43-1
Produits utilisés dans l'industrie pétrolière et gazière (par exemple, dans l'extraction	68915-97-9, 68477-30-5, 68814-87-9, 68915-96-8, 64741-43-1, autre (RCC)

Catégorie d'utilisation	N ^{os} CAS
du pétrole et du gaz, produit de nettoyage, auxiliaires technologiques)	

Abréviations : RCC = Renseignements commerciaux confidentiels.

^a Cette utilisation a été déclarée « renseignement commercial confidentiel ». Toutefois, elle a été examinée dans le contexte de la présente évaluation des risques et on ne s'attend pas à ce qu'elle présente un potentiel important de rejet.

Aucun des 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries n'est utilisé comme produit de formulation selon l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada (ARLA 2010). (Communication personnelle, ARLA, Santé Canada, au Bureau de la gestion du risque, Santé Canada, septembre 2017; source non citée.)

L'information obtenue de la Direction des aliments de Santé Canada indique que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries ne sont pas susceptibles d'être utilisés dans la fabrication des emballages alimentaires ou comme composants d'additifs alimentaires indirects (communication personnelle, Direction des aliments, Santé Canada, au Bureau de la gestion du risque, Santé Canada, août 2017; source non citée). Des renseignements supplémentaires figurent à la section 8.1.7.

Aucun des 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries n'a été déterminé comme étant utilisé dans les produits cosmétiques (communication personnelle, courriel de la Direction de la sécurité des produits de consommation, Santé Canada, au Bureau d'évaluation du risque des substances existantes, Santé Canada, 3 août 2017; communication personnelle, courriel de la Direction des produits de santé naturels et sans ordonnance, Santé Canada, au Bureau d'évaluation du risque des substances existantes, Santé Canada, 3 août 2017), et aucun ne figure dans la Base de données sur les ingrédients de produits de santé naturels (BDIPSN) ni dans la Base de données des produits de santé naturels homologués (BDPSNH) (BDIPSN [modifié en 2017]; BDPSNH [modifié en 2016]).

Aucune utilisation dans des produits disponibles aux consommateurs au Canada ou aux États-Unis n'a été trouvée pour les 26 substances incluses dans la présente évaluation. Cela a été déterminé par des recherches sur le Web, dans la littérature, les fiches de données de sécurité et les bases de données, ainsi que dans les renseignements obtenus grâce aux enquêtes menées en vertu de l'article 71 de la LCPE et à une initiative volontaire de collecte de données (Canada 2015a, ECCC 2016b).

5. Rejets dans l'environnement

Les gazoles et kérosènes restreints aux industries peuvent être rejetés dans l'environnement en raison d'activités associées à leur production, leur transport et leur stockage, ainsi qu'à la suite d'utilisations commerciales ou industrielles. On a supposé que les rejets fugitifs de ces gazoles provenant de la production, du transport et du

stockage suivaient la même tendance que celle observée pour les gazoles dont l'utilisation est restreinte à l'industrie qui ont été précédemment évalués (Environnement Canada, Santé Canada 2013). Les données détaillées sur les rejets potentiels de gazoles dans les installations pétrolières et provenant d'activités associées à la transformation de ces substances figurent dans une évaluation précédente de gazoles (restreints aux sites) (Environnement Canada, Santé Canada 2011), et on estime que ces renseignements s'appliquent également au traitement des gazoles et kérosènes restreints aux industries.

5.1 Rejets par les raffineries de pétrole

Les gazoles et les kérosènes proviennent de colonnes de distillation, sous forme de distillats, dans une raffinerie ou une usine de valorisation et peuvent être raffinés par d'autres procédés après distillation. Ainsi, les emplacements possibles pour les rejets contrôlés de gazoles et de kérosènes comprennent les soupapes, vannes et robinets de décharge, de mise à l'air ou de vidange sur la tuyauterie ou l'équipement (par exemple, les cuves et réservoirs). Dans des conditions normales d'exploitation, les rejets seraient confinés dans un système fermé, selon des procédures établies, et renvoyés à l'installation de traitement ou acheminés à une station d'épuration des eaux usées. Dans les deux cas, on ne prévoit aucune exposition du grand public ou de l'environnement à ces substances.

Des rejets involontaires de gazoles et de kérosènes peuvent se produire dans les installations de production. La législation actuelle couvre les rejets de gazoles et de kérosènes et comprend des exigences fédérales, provinciales et territoriales pour prévenir ou gérer les rejets accidentels de substances et charges pétrolières par les installations (SENEC 2009). Des mesures non réglementaires (par exemple, des lignes directrices, des pratiques exemplaires) sont également prises dans les installations du secteur pétrolier pour réduire les rejets involontaires.

5.2 Rejets associés au transport

En général, le transport comporte trois étapes : le chargement, le transport et le déchargement. Le chargement et le déchargement des gazoles et des kérosènes se font normalement sur des sites auxquels le grand public n'a pas accès.

La manutention des gazoles et des kérosènes dans les installations pétrolières à des fins de transport est assujettie à diverses réglementations fédérales et provinciales couvrant les activités de chargement et de déchargement. Ces législations établissent, collectivement, des exigences pour la manutention sécuritaire des substances pétrolières et visent à réduire au minimum ou à prévenir les rejets potentiels lors des opérations de chargement, de transport et de déchargement (SENEC 2009).

Les rejets liés au lavage ou au nettoyage des récipients de transport ne sont pas pris en considération dans la présente évaluation, les réservoirs ou les contenants utilisés pour

le transfert de substances pétrolières étant typiquement réservés à cette fin et leur lavage ou nettoyage n'est pas requis de manière régulière (USEPA 2008).

Les déversements de gazoles et de kérosènes pendant le transport et le stockage sont examinés à la section 5.4.

5.3 Rejets par d'autres installations industrielles

D'après les profils d'emploi des gazoles et kérosènes restreints aux industries présentés à la section 4, il existe un risque de rejets dans le milieu aquatique par les eaux usées provenant d'effluents industriels autres que les raffineries de pétrole. Les rejets dans l'environnement provenant d'installations industrielles sont examinés plus en détail à la section 7.2. Le potentiel d'exposition par inhalation des populations pouvant habiter à proximité de ces installations est analysé à la section 8.1.1.

5.4 Rejets dus aux déversements

Les gazoles et les kérosènes peuvent être déversés dans l'environnement lors de leur stockage, de leur transport ou de leur utilisation. Dans le cas des gazoles et des kérosènes dont l'utilisation dans des produits n'a pas été établie, les déversements sont la seule voie importante par laquelle ils pourraient être rejetés dans l'environnement.

On a compilé (ECCC 2022) les données sur les déversements pour la période de cinq ans allant de 2012 à 2016 pour l'Ontario, l'Alberta, la Saskatchewan (les cinq principales agglomérations seulement), le Nunavut, le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest et la Colombie-Britannique (période d'un an de mars 2016 à mars 2017), en plus de données plus anciennes sélectionnées et disponibles sur le site Web de cette dernière province (Colombie-Britannique 2017). Les rejets de carburant d'aviation et de carburant automobile ont été exclus. Au cours de cette période, neuf déversements de gazoles ou de kérosènes ont été signalés, pour un volume total de 2 956 L. La majeure partie de ce volume (2 600 L) était attribuable à un déversement dans une usine de pâtes et papiers, et on avait indiqué que ce déversement avait été confiné et ne devait pas avoir d'impact environnemental. Étant donné le petit nombre et le faible volume de déversements signalés par ces provinces et territoires, la présente évaluation ne tient pas compte de ces déversements.

6. Devenir et comportement dans l'environnement

6.1 Distribution dans l'environnement

Lorsque des substances pétrolières sont rejetées dans l'environnement, les principaux processus qui influent sur son devenir sont la dissolution dans l'eau, la volatilisation, l'adsorption, la biodégradation et la photodégradation. Ces processus entraîneront des changements dans la composition de ces substances.

Comme discuté précédemment (Section 3), la solubilité et la pression de vapeur des composants d'un mélange seront proportionnelles à leurs concentrations dans le mélange et donc inférieures aux valeurs pour les composants seuls.

La biodégradation se manifeste presque toujours lorsque des mélanges de pétrole sont libérés dans l'environnement. Des études ont trouvé des populations de bactéries et autres organismes (par exemple, champignons et levures) capables de dégrader les hydrocarbures pétroliers dans les sols ainsi que dans l'eau douce et l'eau de mer et les sédiments associés (Atlas 1981). La dégradation peut se produire en présence ou non d'oxygène. En général, les composants aromatiques ont tendance à se dégrader plus lentement que les composants aliphatiques de taille similaire (c'est-à-dire le nombre de carbones), cependant la dégradation de certains cycloalcanes de poids moléculaire élevé peut être très lente (Atlas 1981; Potter et Simmons 1998). La vitesse de dégradation tend à diminuer lorsque la taille des hydrocarbures augmente. Les trois processus de météorisation (dissolution dans l'eau, volatilisation et biodégradation) donnent habituellement lieu à l'appauvrissement des composés les plus facilement solubles, volatils et dégradables et à l'accumulation des composés qui résistent le plus à ces processus dans les résidus.

Les gazoles et les kérosènes devraient être liquides à température ambiante. Ils sont moins denses que l'eau, et donc s'ils sont rejetés dans l'eau, ils flotteront à la surface de celle-ci pendant que les composants les plus solubles se dissolvent.

En raison de l'interaction complexe des composants au sein d'un mélange, qui influe sur leurs propriétés physico-chimiques et leur comportement, il est difficile de prévoir le devenir d'un mélange complexe. Par conséquent, afin d'obtenir une indication générale du devenir des gazoles et des kérosènes, les propriétés physico-chimiques de leurs structures représentatives ont été examinées (tableau 2-1 dans ECCC 2022) et sont analysées ci-dessous.

Les composants dans la plage de carbones C_9 – C_{30} sont caractérisés par des taux de solubilité dans l'eau très faibles à modérés ($8,6 \times 10^{-11}$ à 95 mg/L), des pressions de vapeur très faibles à élevées ($3,6 \times 10^{-9}$ à 339 Pa), des constantes de la loi d'Henry faibles à très élevées ($0,03$ à $2,1 \times 10^9$ Pa·m³/mol), des valeurs log K_{oe} modérées à très élevées (3,3 à 15) et des valeurs log K_{co} modérées à très élevées (3,0 à 13) (tableau 2-1 dans ECCC 2022).

D'après leurs pressions de vapeur très faibles à faibles, les gros composants ($\geq C_{15}$) des gazoles et des kérosènes ne devraient pas se répartir de façon significative dans l'air, tandis que les alcanes, qui ont des pressions de vapeur modérées à élevées, le feront. En général, les petites structures ($\leq C_{15}$) des autres classes d'hydrocarbures comprenant des cycloalcanes à un ou deux cycles, des polycycloalcanes et des aromatiques à un à trois cycles se répartiront dans l'air dans une certaine mesure, selon leurs pressions de valeur modérées (tableau 2-1 dans ECCC 2022). Cependant,

comme indiqué précédemment, le comportement d'un mélange différera de celui de ces composants représentatifs individuels.

Les gazoles et les kérosènes sont moins denses que l'eau (0,80 à 0,99 g/mL) (tableau 3-1), de sorte qu'en pénétrant dans l'eau, la majorité des composants devraient remonter à la surface et s'étaler, tandis que seuls les composants dont la solubilité dans l'eau est plus élevée pénétreraient dans la colonne d'eau. D'après leur solubilité dans l'eau, les composants ayant moins de C₁₅ devraient être les principaux composants se dissolvant dans la colonne d'eau, ce qui comprend les cycloalcanes C₉–C₁₀ et les aromatiques C₉–C₁₀ à un ou deux cycles, qui ont des solubilités dans l'eau modérées. Toutes les autres structures représentatives des gazoles et kérosènes ont des solubilités dans l'eau faibles à très faibles, les structures les plus grosses ayant les solubilités les plus faibles (tableau 2-1 dans ECCC 2022). D'après la combinaison de leurs valeurs log K_{co} élevées à très élevées (3,0 à 13), leurs solubilités dans l'eau très faibles à faibles et leurs pressions de vapeur très faibles à faibles, on s'attend à ce que les composants suivants des gazoles et des kérosènes absorbent les solides et sédiments en suspension (tableau 2-1 dans ECCC 2022) : cycloalcanes monocycliques en C₃₀, cycloalcanes bicycliques en ≥ C₁₀, polycycloalcanes en ≥ C₂₂, aromatiques monocycliques ou bicycliques en ≥ C₂₀, cycloalcanes diaromatiques en ≥ C₁₅, aromatiques à trois cycles en C₃₀, et aromatiques à quatre à six cycles.

S'ils sont rejetés sur le sol, tous les composants des gazoles et des kérosènes devraient avoir une adsorptivité élevée aux particules du sol, au point d'être relativement immobiles pour ce qui est des structures les plus grosses, d'après leur plage estimée de valeurs log K_{co} (3,0–13; tableau 2-1 dans ECCC 2022). Toutefois, des études menées sur des sites contaminés ont révélé que le carburant diesel était modérément mobile dans le sol, car il pouvait se déplacer dans le sol et le long des pentes. La vitesse du mouvement est liée au volume de carburant, au type de sol et à la pente. Bien qu'aucun rejet direct dans le sol ne soit prévu, des rejets indirects des composants des gazoles et des kérosènes pourraient résulter de l'épandage, sur le sol, de biosolides provenant des systèmes de traitement des eaux usées⁶.

Les gazoles et les kérosènes devraient former des liquides légers non aqueux (LLNA) dans les eaux souterraines. D'après leur solubilité faible à élevée dans l'eau (8,6 × 10⁻¹¹ à 95 mg/L), certains composants se sépareront des LLNA dans les eaux souterraines. Les hydrocarbures légers sont mobiles et peuvent donc causer des problèmes à une

⁶ Dans le cadre de la présente évaluation, le terme « système de traitement des eaux usées » désigne un système qui collecte les eaux d'égout d'origine résidentielle, commerciale ou institutionnelle, et possiblement les eaux industrielles (après leur rejet dans les égouts), habituellement en vue de leur traitement et de leur rejet éventuel dans l'environnement. Sauf indication contraire, cette expression ne fait aucunement la distinction entre un propriétaire et un exploitant (municipal, provincial, fédéral, autochtone, privé ou en partenariat). Par ailleurs, les termes « système de traitement des eaux usées sur place » et « système de traitement des eaux usées industrielles » seront employés pour désigner les systèmes mis en place dans des exploitations industrielles et qui ont été expressément conçus pour traiter les effluents de cette nature.

distance considérable de leur point de rejet, en raison de leur migration dans les eaux souterraines (CCME 2008). Lorsque de grandes quantités d'un mélange d'hydrocarbures pénètrent le sol, la matière organique du sol et d'autres sites de sorption sont entièrement saturés et les hydrocarbures commencent à former une phase séparée (phase liquide non aqueuse ou PLNA) dans le sol. Aux concentrations inférieures à la capacité de rétention des hydrocarbures dans le sol, les PLNA ne se déplaceront pas sous forme de phase liquide volumique (Arthurs *et al.* 1995); on parle alors de « PLNA résiduelles » (Brost et DeVaul 2000). Aux concentrations supérieures à la capacité de rétention, les PLNA deviennent mobiles et se déplaceront dans le sol sous forme de phase liquide volumique (Arthurs *et al.* 1995; Brost et DeVaul 2000).

6.2 Persistance dans l'environnement et bioaccumulation

En raison de la nature complexe des gazoles et des kérosènes, leur persistance et leur potentiel de bioaccumulation ont été évalués à partir de données empiriques ou modélisées pour les hydrocarbures pétroliers représentatifs qui devraient être similaires à ceux qui pourraient être rejetés dans l'environnement. Ces structures représentatives n'incluent pas tous les composants possibles présents dans les gazoles et les kérosènes, et ne fournissent pas nécessairement une image complète de la plage du potentiel de persistance pour toute classe donnée de produits chimiques (par exemple, les alcanes, les aromatiques monocycliques) ou du nombre d'atomes de carbone (par exemple, C₁₅). Par conséquent, les résultats de la modélisation n'indiquent pas la persistance ni le potentiel de bioaccumulation de toutes les substances d'une catégorie en particulier ni la fourchette du nombre de carbones, mais donnent plutôt une indication générale de ces propriétés. En outre, lorsqu'elles étaient disponibles, les données empiriques sur la persistance de l'ensemble de la substance ont été prises en compte.

6.2.1 Persistance dans l'environnement

Des essais de biodégradation finale (immédiate) étaient disponibles pour quatre échantillons de gazole et un échantillon de kérosène de distillation directe, tel que décrit dans API (2012a,b) et API (2010a,b). Les résultats des essais de biodégradation immédiate variaient de 56 à 64 % de la minéralisation en 28 jours (le critère de réussite est supérieur à 60 % de la minéralisation), et les échantillons comprenaient un gazole à haute teneur en aromatiques et un autre à faible teneur en aromatiques (75 % en poids et 17 % en poids d'aromatiques, respectivement), et un carburant diesel commercial. Cependant, comme les gazoles et les kérosènes consistent en centaines de composants individuels, ayant chacun une susceptibilité différente à la biodégradation, les résultats de ces études de dégradation ne peuvent qu'indiquer que certains composants sont sensibles à la biodégradation, et ne peuvent déterminer le potentiel de biodégradation de tous les composants.

Dans des conditions anoxiques (par exemple, dans les sédiments), les taux de biodégradation des gazoles sont négligeables (API 2012a).

La persistance d'une suite d'hydrocarbures pétroliers représentatifs de gazoles et de kérosènes a été caractérisée à partir de données empiriques ou modélisées. Les résultats des modèles et la pondération des données sont présentés dans le document technique sur la persistance et la bioaccumulation des substances pétrolières (Environnement Canada 2014), et les résultats sont résumés dans ECCC (2022).

Les demi-vies atmosphériques empiriques et modélisées pour la plupart des structures représentatives des gazoles et des kérosènes sont de moins de 2 jours, ce qui indique qu'il est peu probable que la plupart de leurs composants persistent dans l'air (Environnement Canada 2014). Cependant, certains composants aromatiques à trois à six cycles, ainsi que les cycloalcanes diaromatiques en C₁₃ peuvent demeurer plus longtemps dans l'atmosphère, et donc être transportés sur de longues distances vers des régions éloignées en raison de la sorption sur les particules de l'atmosphère (Environnement Canada 2014).

D'après leur structure chimique, les composants des gazoles et des kérosènes ne devraient pas s'hydrolyser dans les conditions environnementales (Lyman *et al.* 1990; Environnement Canada 2014).

Sur la base des résultats de la modélisation et de résultats empiriques concernant la biodégradation des structures représentatives dans l'eau, le sol et les sédiments, on s'attend à ce que les composants suivants des gazoles et kérosènes aient une demi-vie supérieure à 6 mois dans l'eau et les sols et supérieure à 1 an dans les sédiments : isoalcanes en C₃₀, cycloalcanes bicycliques en C₁₅–C₃₀, polycycloalcanes en C₁₈ et C₂₂, aromatiques monocycliques en C₁₂, cycloalcanes monoaromatiques en C₉–C₂₀, aromatiques bicycliques en C₁₀–C₃₀, cycloalcanes diaromatiques en C₁₂, aromatiques à trois cycles en C₁₄ et C₃₀, aromatiques à quatre cycles en C₁₆–C₂₀, aromatiques à cinq cycles en C₂₀–C₃₀ et aromatiques à six cycles en C₂₂ (Environnement Canada 2014). De plus, les dicycloalcanes en C₉–C₁₂, les polycycloalcanes en C₁₄ et les aromatiques monocycliques en C₉, C₁₁ et C₁₅ à C₃₀ ont une demi-vie supérieure à 1 an dans les sédiments et ont donc un potentiel élevé de persistance dans ces derniers.

6.2.2 Potentiel de bioaccumulation

Le potentiel de bioaccumulation d'une suite d'hydrocarbures pétroliers représentatifs des gazoles et kérosènes a été caractérisé à l'aide de données empiriques ou modélisées. Les facteurs de bioaccumulation (FBA) sont la mesure préférée pour évaluer le potentiel de bioaccumulation des substances, car le facteur de bioconcentration (FBC) peut ne pas représenter adéquatement le potentiel de bioaccumulation des substances par l'intermédiaire du régime alimentaire, qui est prédominant pour les substances ayant un log K_{oe} supérieur à environ 4,5 (Arnot et Gobas 2003).

En plus des données sur les FBA et FBC pour les poissons, les données sur la bioaccumulation pour les espèces aquatiques invertébrées ont également été prises en compte. Nous avons aussi tenu compte de facteurs d'accumulation biote-sédiments/sol (FABS), de facteurs d'amplification trophique et de facteurs de bioamplification pour la caractérisation du potentiel de bioaccumulation.

Les données empiriques et modélisées de bioaccumulation pour les hydrocarbures pétroliers se trouvent dans Environnement Canada (2014) et sont résumées dans le tableau 3-2 d'ECCC (2022).

Des données empiriques et modélisées semblent indiquer constamment que les composants suivants des gazoles et kérosènes présentent un potentiel de bioaccumulation élevé, avec des valeurs FBA/FBC supérieures à 5 000 : isoalcanes en C₁₃–C₁₅, alcènes en C₁₂, cycloalcanes monocycliques en C₁₂–C₁₅, cycloalcanes bicycliques en C₁₂ et C₁₅, polycycloalcanes en C₁₄ et C₂₂, aromatiques monocycliques en C₁₅, cycloalcanes monoaromatiques en C₁₅–C₂₀, diaromatiques en C₁₂–C₁₃, cycloalcanes diaromatiques en C₂₀, aromatiques à trois cycles en C₁₄ et C₂₀, aromatiques à quatre cycles en C₁₆–C₂₀, aromatiques à cinq cycles en C₂₀–C₂₂ et aromatiques à six cycles en C₂₂. Ces composants sont très lipophiles et sont associés à un métabolisme lent chez certains organismes, de telle sorte que le taux d'absorption de cette substance dépasse de beaucoup le taux d'élimination total. Cependant, la plupart de ces composants ne devraient pas se bioamplifier (par rapport à leur concentration dans le régime alimentaire) dans les réseaux trophiques aquatique ou terrestre, en grande partie parce que la combinaison de la métabolisation (quoique lente), de la dilution par croissance et de la faible efficacité d'assimilation alimentaire de ces composants fait en sorte que le taux d'élimination dépasse le taux d'absorption lorsque l'exposition a lieu par le régime alimentaire uniquement (Environnement Canada 2014). En outre, comme les poissons et les autres vertébrés ont une plus grande capacité à métaboliser les composants aromatiques que les invertébrés, le potentiel de transfert de ces composants dans la chaîne trophique est réduit. Cependant, une étude ayant mesuré les HAP et les HAP alkylés chez la loutre de mer (Harris *et al.* 2011) semble indiquer que certains HAP alkylés lourds avec trois ou quatre cycles peuvent présenter une bioamplification. Tandis que les études ont trouvé des FBA pour quelques HAP seulement (Environnement Canada 2014), il est possible que les valeurs des FBA soient supérieures à un pour les invertébrés, car ils n'ont pas la même compétence métabolique que les poissons. Les FBA diminueront probablement pour les composants ayant plus de 22 atomes de carbone, en raison d'une diminution de la biodisponibilité des fractions ayant un point d'ébullition plus élevé (Muijs et Jonker 2010). Cependant, pour un HAP donné, une légère augmentation des FBA a été notée chez les invertébrés, avec une augmentation de l'alkylation du HAP parent, ce qui suggère un certain degré de bioaccumulation chez les invertébrés (Harris *et al.* 2011).

7. Potentiel d'effets nocifs sur l'environnement

7.1 Évaluation des effets sur l'environnement

7.1.1 Milieu aquatique

En raison de la faible solubilité dans l'eau des gazoles et des kérosènes, la plupart des essais de toxicité disponibles ont été effectués à l'aide de fractions adaptées à l'eau (FAE). Cette approche est courante dans les essais avec des UVCB peu solubles dans l'eau tels que les produits pétroliers. Les FAE sont des milieux aqueux préparés en laboratoire, dérivés du mélange à faible énergie d'une matière d'essai peu soluble, telle qu'un produit pétrolier. Les FAE sont essentiellement exemptes de particules de matière en vrac, ne contenant que la fraction dissoute ou présente sous forme de dispersion ou d'émulsion stable (Singer *et al.* 2001).

Les concentrations d'exposition n'ont pas été mesurées dans les solutions d'essai et les résultats sont présentés en fonction du taux de charge des produits pétroliers⁷, plutôt qu'en fonction des concentrations (par exemple, un taux de charge létale médiane – TCL₅₀, plutôt qu'une concentration létale médiane – CL₅₀). Cette approche est courante dans les essais avec des UVCB peu solubles dans l'eau tels que les produits pétroliers.

Des essais de toxicité peuvent également être effectués sous forme de fractions solubles dans l'eau (FSE). Dans les études avec les FSE, les solutions d'essai sont exprimées en termes de pourcentage de dilution d'une FSE. L'utilisation des FSE n'est pas largement soutenue, car cette méthode ne permet pas d'exprimer l'écotoxicité de la substance d'essai en termes de quantité de cette substance qui serait nécessaire pour produire un effet particulier (OCDE 2000). Ces résultats ne sont pas comparables aux résultats obtenus par les méthodes de préparation des FAE (API 2012a).

Les données sur la toxicité aquatique aiguë (exprimée en taux de charge létale/taux de charge effective, soit les valeurs TCL₅₀/TCE₅₀) pour les gazoles et kérosènes ont été examinées dans API (2012a,b, 2010a,b) et sont résumées dans le tableau 7-1. L'évaluation de la toxicité aiguë de la catégorie des kérosènes par API (2010a,b) comprenait des données sur le kérosène, le kérosène non sulfuré (n° CAS 91770-15-9); le solvant naphtha, un composé aromatique lourd hydrocraqué (n° CAS 101316-80-7); et un kérosène hydrodésulfuré (n° CAS 64742-81-0). Les données de toxicité pour chaque

⁷ Le taux de charge est la quantité de substance pétrolière ajoutée à la solution d'exposition pour générer une FAE ou une dispersion d'hydrocarbures dans l'eau (DHE) et est indiqué en mg/L. Lorsqu'il est utilisé pour décrire un paramètre d'effet, le taux de charge est la quantité de substance pétrolière ajoutée pour générer une FAE ou une DHE qui produit l'effet signalé. Par exemple, le taux de charge létale médian (TCL₅₀) est la quantité de substance pétrolière requise pour produire une FAE/DHE qui est létale pour 50 % des organismes testés. Un taux de charge n'est pas une mesure directe de la concentration des composants pétroliers dissous dans la solution d'exposition.

catégorie d'espèces se chevauchent, bien que les kérosènes ont une plus petite plage de valeurs de toxicité que les gazoles, probablement parce qu'ils ont une plus petite plage de nombre de carbonés.

Tableau 7-1. Résumé de la toxicité aiguë des gazoles et des kérosènes (API 2012a, 2010a,b)

Catégorie d'espèces	Gazoles TCL ₅₀ /TCE ₅₀ (mg/L)	Gazoles : Nombre de composants avec n° CAS, espèces ^a	Kérosènes TCL ₅₀ /TCE ₅₀ (mg/L)	Kérosènes : Nombre de composants avec n° CAS, espèces ^a
Poissons	3,2 – 65	4, 6	18 – 25	3, 1
Invertébrés aquatiques	0,51 – 210	5, 3	1,4 – 21	3, 1
Plantes aquatiques	0,28 – 25	4, 2	5,0 – 11	2, 1

^a Nombre de gazoles ou de kérosènes ayant un n° CAS et qui ont été testés. Les espèces désignent les espèces vivantes (poissons, invertébrés aquatiques, plantes aquatiques) qui ont fait l'objet d'essais. Abréviations : TCE₅₀ = taux de charge de la substance d'essai entraînant un effet (par exemple, immobilisation, croissance) chez 50 % des espèces d'essai exposées à la FAE; TCL₅₀ = taux de charge létale médiane de la substance d'essai qui entraîne une mortalité de 50 % dans une population d'organismes exposés à la FAE; FAE = fraction adaptée à l'eau, c'est-à-dire un milieu aqueux contenant seulement la fraction de la substance pétrolière qui est dissoute ou présente sous forme d'émulsion ou de dispersion stable.

Les données disponibles sur la toxicité chronique des gazoles et des kérosènes comprennent deux études sur les poissons, une avec un gazole et une avec un kérosène, et trois études sur les daphnies, soit avec deux gazoles et un kérosène. Dans l'étude sur la toxicité chronique du mazout de chauffage n° 2, un gazole, sur la truite arc-en-ciel, *Oncorhynchus mykiss* (API 2012a), on a observé une réduction des taux de survie et de croissance avec la FAE présentant le taux de charge le plus élevé, utilisée dans l'essai (3,0 mg/L) et la TCL₅₀ de 28 jours pour la survie était de 2,7 mg/L. La truite arc-en-ciel et la jordanelle de Floride, *Jordanella floridae*, ont été exposées à des FSE de carburant d'aviation JP-8 (kérosène). Les concentrations sans effet observé (CSEO) sur 128 jours étaient supérieures à 1,4-1,5 mg/L (Klein et Jenkins 1983). Les données sur la toxicité chronique étaient disponibles pour la puce d'eau, *Daphnia magna*, exposée à un gazole léger hydrocraqué (HCGO) (n° CAS 64741-77-1) et un gazole léger craqué par voie catalytique (CCGO) (64741-59-9), avec des teneurs en aromatiques de 17 et 75 %, respectivement, ainsi qu'un kérosène hydrodésulfuré (HDK) (n° CAS 64742-81-0) avec une teneur en aromatiques de 17 % (tableau 7-2). Des FAE ont été utilisées comme solutions d'exposition et les résultats ont été présentés comme taux de charge et concentrations mesurées des hydrocarbures totaux dissous. Des essais de toxicité aiguë ont également été réalisés avec ces deux gazoles sur des algues vertes, *Raphidocelis subcapitata*, la puce d'eau et la truite arc-en-ciel. Ces études sont résumées dans le tableau 7-2. Les valeurs TCE₂₀ sur 21 jours pour *D. magna* avec le kérosène hydrodésulfuré et avec le gazole craqué par voie catalytique étaient de 0,41 mg/L et 0,12 mg/L, respectivement. Le taux de charge sans effet

observé (TCSEO) obtenu avec le gazole hydrocraqué était de 0,64 mg/L, soit le taux de charge le plus élevé dans l'essai.

Tableau 7-2. Toxicité aiguë et chronique de deux gazoles et d'un kérosène pour le milieu aquatique^a

Organisme d'essai	N° CAS (acronyme)	Durée	Paramètre	Valeur (mg/L) ^b
Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	64741-77-1 (HCGO)	96 h	TCL ₅₀ CL ₅₀	> 2,6 > 0,54
Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	64741-59-9 (CCGO)	96 h	TCL ₅₀ CL ₅₀	> 0,30 > 0,21
Puce d'eau (<i>Daphnia magna</i>)	64741-77-1 (HCGO)	48 h	TCE ₅₀ CE ₅₀ (immobilisation)	5,5 1,0
Puce d'eau (<i>Daphnia magna</i>)	64741-59-9 (CCGO)	48 h	TCE ₅₀ CE ₅₀ (immobilisation)	0,51 0,45
Algue verte (<i>Raphidocelis subcapitata</i> ^c)	64741-77-1 (HCGO)	96 h	TCE ₅₀ (densité des cellules, taux de croissance) CE ₅₀ (densité des cellules, taux de croissance)	3,0, 5,3 0,51, 0,85
Algue verte (<i>Raphidocelis subcapitata</i> ^c)	64741-59-9 (CCGO)	96 h	TCE ₅₀ (densité des cellules, taux de croissance) CE ₅₀ (densité des cellules, taux de croissance)	0,31, 0,80 0,25, 0,70
Puce d'eau (<i>Daphnia magna</i>)	64741-77-1 (HCGO)	21 j	TCE ₅₀ (reproduction) CE ₅₀ (reproduction) TCSEO TCMEO CSEO CMEO	- non calculable - non calculable 0,64 > 0,64 0,13 > 0,13
Puce d'eau (<i>Daphnia magna</i>)	64742-81-0 (HDK)	21 j	TCE ₂₀ (survie) CE ₂₀ (survie)	0,41 0,08

Puce d'eau (<i>Daphnia magna</i>)	64741-59-9 (CCGO)	21 j	TCE ₂₀ (reproduction) CL ₂₀ (reproduction)	0,12 (0,08-0,16) 0,09 (0,06-0,12)
-------------------------------------	-------------------	------	---	--------------------------------------

^a Références : Swigert *et al.* (2014); API (2010b, 2012b).

^b Les valeurs entre parenthèses désignent l'intervalle de confiance de 95 %.

^c *Raphidocelis subcapitata* portait précédemment les noms de *Pseudokirchneriella subcapitata* et de *Selenastrum capricornutum*.

Abréviations : HCGO = gazole hydrocraqué; CCGO = gazole craqué par voie catalytique; HDK = kérosène hydrodésulfuré; TCE_x = taux de charge médian entraînant un effet, c'est-à-dire le taux de charge de la substance d'essai qui entraîne un effet précis dans x % des organismes d'essai exposés à la fraction adaptée à l'eau (FAE); CE_x = concentration entraînant un effet dans un certain pourcentage de cas, concentration de la substance d'essai qui a donné lieu à un effet précisé dans x % des organismes d'essai exposés; CL₅₀ = concentration létale médiane de la substance d'essai qui donne lieu à une mortalité de 50 % chez la population d'organismes d'essai exposés; TCL₅₀ = taux de charge létale médiane, c'est-à-dire le taux de charge de la substance d'essai qui entraîne une mortalité de 50 % dans une population d'organismes d'essai exposés à la FAE; TCSEO = taux de charge sans effet observé; TCMEO = taux de charge minimale entraînant un effet observé; CMEO = concentration minimale entraînant un effet observé.

Des essais de toxicité chronique en mésocosme ont été réalisés avec le mazout de chauffage n° 2 (un gazole), et ils ont révélé des effets significatifs sur la structure de la communauté et la densité des organismes invertébrés benthiques, méiobenthiques et inbenthiques, ainsi que sur la communauté phytoplanctonique à des concentrations de 61 à 190 µg/L (Stacey et Marcotte 1987; Grassle *et al.* 1981; Vargo *et al.* 1982; Bott et Rogenmuser 1978). Ces études sont décrites plus en détail dans Environnement Canada et Santé Canada (2015).

La CONCAWE a élaboré un modèle de toxicité aquatique spécifique pour les mélanges d'hydrocarbures pétroliers, appelé PETROTOX (2011). Ce modèle est basé sur l'action chimique par narcose non polaire pour la toxicité aiguë, qui est le principal mode d'action pour tous les hydrocarbures pétroliers (CONCAWE 1996a), et tient compte des effets additifs dans le mélange de pétrole en utilisant une approche unitaire de toxicité. PETROTOX estime la toxicité des hydrocarbures pétroliers pour les substances dans la plage C₄–C₄₁ qui sont dissoutes dans la fraction eau⁸. Les substances plus petites que C₄ sont considérées comme trop volatiles pour leur conférer une toxicité significative, tandis que celles qui sont plus grandes que C₄₁ sont considérées comme trop hydrophobes et immobiles pour leur conférer une toxicité significative en milieu aquatique. Le modèle peut également estimer une TCSEO chronique en utilisant un ratio toxicité aiguë:toxicité chronique (RAC). La version 3.06 de PETROTOX utilise un RAC de 3,83; cependant, des analyses plus récentes ont ajusté le RAC moyen à 5,22

⁸ PETROTOX utilise sa propre bibliothèque d'hydrocarbures pétroliers, et leurs propriétés physico-chimiques associées. Ces propriétés peuvent différer de celles qui sont données pour les mêmes structures représentatives dans ECCC (2020a).

(McGrath *et al.* 2018). Par conséquent, le RAC dans la version 3.06 de PETROTOX a été ajusté manuellement à 5,22 lors du calcul des valeurs de toxicité chronique. Le modèle génère des estimations de la toxicité en termes de charges (par exemple, en termes de valeurs TCL₅₀ plutôt que de valeurs CL₅₀), ce qui tient compte de la faible solubilité des substances pétrolières dans l'eau.

Redman *et al.* (2012) ont fait état de valeurs de toxicité aiguë mesurées en termes de TCL₅₀ et CE₅₀ pour des produits pétroliers dont les gazoles et les kérosènes obtenues dans d'autres études, pour l'algue verte *R. subcapitata*, *Daphnia magna* et *O. mykiss*. Redman *et al.* (2012) ont également utilisé le modèle PETROTOX pour générer les valeurs prévues de toxicité obtenues dans ces études expérimentales, lorsqu'ils disposaient de données analytiques suffisantes. Les valeurs mesurées et les valeurs prévues connexes sont résumées dans le tableau 4-1 d'ECCC (2022). Les prévisions de PETROTOX fondées sur les données obtenues dans les études empiriques étaient en général inférieures aux valeurs mesurées dans ces mêmes études, ce qui indique que les estimations de PETROTOX offrent un léger degré de protection.

On a utilisé PETROTOX pour comparer la toxicité aiguë en milieu aquatique des gazoles et des kérosènes ayant une teneur de 20 % en poids en aromatiques, et pour comparer leur toxicité à celle des gazoles ayant une teneur de 80 % en poids en aromatiques, pour diverses espèces, dont les poissons, les invertébrés et les algues. Pour les gazoles, on a utilisé une plage de points d'ébullition de 150-450 °C, et pour les kérosènes, une plage de points d'ébullition de 150-290 °C. Les valeurs de toxicité aiguë des gazoles et des kérosènes ayant une teneur de 20 % en poids en aromatiques étaient similaires pour la plupart des espèces, y compris les plus sensibles (tableau 4-2 dans ECCC 2022). Les gazoles ayant une teneur de 80 % en poids en aromatiques sont plus dangereux d'un ordre de grandeur que les gazoles et kérosènes ayant une teneur de 20 % en poids en aromatiques (tableau 4-2 dans ECCC 2022).

Les valeurs de toxicité aiguë des gazoles et des kérosènes générées pour *D. magna*, *R. subcapitata* et *O. mykiss* avec PETROTOX (tableau 4-2 dans ECCC 2022) sont pour la plupart similaires aux valeurs empiriques de toxicité aiguë (TCL₅₀ de 0,31-5,5 mg/L; tableau 7-2), à l'exception de la valeur estimée de 25 mg/L pour *D. magna* pour les gazoles ayant une teneur de 20 % en poids en aromatiques, ce qui est un ordre de grandeur supérieur à la valeur empirique de 5,5 mg/L pour un gazole léger hydrocraqué contenant 17 % d'aromatiques (tableau 7-2). Les valeurs TCE₅₀ chroniques pour *D. magna* (0,41 mg/L pour un kérosène à faible teneur en aromatiques et 0,12 mg/L pour un gazole à haute teneur en aromatiques; tableau 7-2) étaient également en deçà d'un ordre de grandeur des valeurs chroniques modélisées par PETROTOX pour *D. magna* (0,12 mg/L et 0,018 mg/L pour des kérosènes ayant une teneur de 20 % en poids en aromatiques et des gazoles ayant une teneur de 80 % en poids en aromatiques, respectivement; tableau 4-4 dans ECCC 2022). Par conséquent, les données modélisées à l'aide de PETROTOX sont généralement prudentes (sur le plan de la protection de l'environnement) et concordent avec les valeurs expérimentales de toxicité.

On a également utilisé le modèle PETROTOX pour estimer les valeurs de toxicité aiguë et chronique des gazoles ayant une teneur de 80 % en poids en aromatiques et des gazoles et kérosènes ayant une teneur de 20 % en poids en aromatiques dans les eaux usées après leur traitement (tableaux 4-3 à 4-5 dans ECCC 2022). Les systèmes de traitement des eaux usées domestiques et industrielles sont considérés comme les principales sources de rejet de gazoles et kérosènes restreints aux industries dans le milieu aquatique, selon une analyse de leurs propriétés, des profils d'emploi et des pratiques industrielles courantes (section 7.2). Comme les gazoles et kérosènes sont constitués de centaines de composants individuels, chacun ayant ses propres propriétés physico-chimiques qui influent sur son élimination lors du traitement des eaux usées, un tel traitement entraînera l'élimination différentielle des composants des gazoles et des kérosènes. Ainsi, la proportion relative des composants individuels dans un gazole ou un kérosène rejeté à la suite du traitement des eaux usées est différente de celle du gazole ou du kérosène qui est entré initialement dans le circuit de traitement.

Afin de déterminer la toxicité des gazoles et des kérosènes modifiés rejetés dans les effluents à la suite du traitement des eaux usées, on a estimé l'élimination des hydrocarbures lors du traitement des eaux usées, ainsi que la composition des gazoles et des kérosènes après le traitement des eaux usées à l'aide d'une méthode de blocs d'hydrocarbures conçue par la CONCAWE (1996c). Pour estimer l'élimination des hydrocarbures, on a employé la bibliothèque des structures représentatives des hydrocarbures, leurs propriétés physico-chimiques et le mode de mappage des hydrocarbures par rapport à certains blocs d'hydrocarbures trouvés dans PETROTOX v3.06 (2011). Le pourcentage d'élimination des blocs d'hydrocarbures lors du traitement des eaux usées a été estimé à partir de l'élimination des structures représentatives des hydrocarbures individuels, selon un modèle de traitement des eaux usées, SimpleTreat version 3.1 (SimpleTreat 2003). Ce modèle estime l'élimination des substances par sorption, volatilisation et dégradation, mais ne fournit pas d'information sur les produits de dégradation. Ensuite, la nouvelle proportion relative de composants dans le gazole ou le kérosène après le traitement des eaux usées a été estimée à partir des blocs d'hydrocarbures, et on a utilisé PETROTOX pour estimer la toxicité aiguë et le TCSEO chronique pour sept espèces aquatiques, d'après la composition des gazoles ou des kérosènes rejetés dans les eaux usées après leur traitement. PETROTOX a été utilisé en mode basse résolution et avec deux plages de points d'ébullition : une basée sur la plage de points d'ébullition des *n*-alcanes en C₉ à C₁₉ (115 à 336 °C) et une basée sur la plage de points d'ébullition des *n*-alcanes supérieurs à C₁₉ à C₃₀ (336,1 à 454 °C) (tableau 7-3; tableaux 4-3 et 4-4 dans ECCC 2022). Les valeurs TCSEO chroniques les plus faibles pour les espèces les plus sensibles ont été utilisées comme valeur critique de toxicité (VCT).

La toxicité pour la plupart des espèces d'essai a augmenté légèrement après le traitement des eaux usées dans un système de traitement des eaux usées (STEU) (tableau 7-3), car la composition du premier bloc d'hydrocarbures (C₉-C₁₉) présentait alors une proportion plus élevée d'aromatiques. Cependant, la masse totale de gazoles

et de kérosènes dans les effluents post-traitement avait diminué d'environ 88 % dans le scénario avec teneur élevée (80 % en poids) en aromatiques et d'environ 91 % dans le scénario avec faible teneur (20 % en poids) en aromatiques, ce qui a donné lieu à une toxicité globale grandement réduite après le STEU étant donné la réduction de la masse dans les effluents traités. La teneur en aromatiques du deuxième bloc d'hydrocarbures (supérieurs à C₁₉-C₃₀) après le traitement est restée similaire aux valeurs prétraitement dans le scénario avec une teneur de 20 % en aromatiques, et a présenté une faible diminution (5 %) de la teneur en aromatiques dans le scénario avec teneur de 80 % en aromatiques.

Tableau 7-3 Toxicité chronique en milieu aquatique (TCSEO – mg/L) modélisée par PETROTOX en faible résolution pour les gazoles et kérosènes à teneur faible et élevée en aromatiques avant et après le traitement des eaux usées

Organisme d'essai	Nom commun	Teneur élevée en arom.	Après traitement des eaux usées	Teneur faible en arom.	Après traitement des eaux usées
		80:20 Ar:Al	Teneur élevée en arom.	20:80 Ar:Al	Teneur faible en arom.
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truite arc-en-ciel	0,0094	0,0092	0,053	0,037
<i>Pimephales promelas</i>	Tête-de-boule	0,020	0,019	0,14	0,088
<i>Daphnia magna</i>	Puce d'eau	0,018	0,018	0,12	0,080
<i>Raphidocelis subcapitata</i> ^a	Algue verte	0,026	0,025	0,13	0,090
<i>Palaemonetes pugio</i>	Crevette poignard	0,0080	0,0078	0,043	0,030
<i>Rhepoxynius abronius</i>	Amphipode marin	0,0041	0,0040	0,020	0,014
<i>Menidia beryllina</i>	Menidia beryllina	0,063	0,060	0,92	0,45

^a *Raphidocelis subcapitata* portait précédemment les noms de *Pseudokirchneriella subcapitata* et de *Selenastrum capricornutum*.

Abréviations : TCSEO = taux de charge sans effet observé;

Ar:Al = ratio aromatiques:aliphatiques; STEU = système de traitement des eaux usées

On a également utilisé PETROTOX en mode haute résolution avec des données disponibles sur la composition du kérosène hydrodésulfuré (HDK) (17 à 23 % en aromatiques) et un gazole léger craqué par voie catalytique (CCGO) (75 à 84 % en aromatiques) (API 2012c, 2013a) afin de modéliser la toxicité chronique de ces substances avant et après le traitement des eaux usées (tableau 7-4). Les valeurs TCSEO chroniques obtenues pour le HDK (kérosène à faible teneur en aromatiques) en mode haute résolution se sont avérées très similaires aux valeurs obtenues en mode

faible résolution pour un gazole avec 20 % d'aromatiques (tableau 7-3). Les valeurs TCSEO chroniques à faible résolution pour un gazole avec 80 % en aromatiques (tableau 7-3) étaient plus faibles, mais en deçà d'un ordre de grandeur des TCSEO obtenus pour un gazole à haute teneur en aromatiques (CCGO).

Tableau 7-4 Toxicité chronique en milieu aquatique (TCSEO – mg/L) modélisée avec PETROTOX en haute résolution pour un gazole à haute teneur en aromatiques^a et un kérosène à faible teneur en aromatiques^b avant et après le traitement des eaux usées

Organisme d'essai	Nom commun	Gazole à teneur élevée en arom.	Gazole à teneur élevée en arom. – après traitement des eaux usées	Kérosène à teneur faible en arom.	Kérosène à teneur faible en arom. – après traitement des eaux usées
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truite arc-en-ciel	0,030	0,038	0,056	0,061
<i>Pimephales promelas</i>	Tête-de-boule	0,058	0,070	0,11	0,12
<i>Daphnia magna</i>	Puce d'eau	0,054	0,066	0,11	0,12
<i>Raphidocelis subcapitata</i> ^c	Algue verte	0,037	0,038	0,11	0,10
<i>Palaemonetes pugio</i>	Crevette poignard	0,026	0,033	0,048	0,052
<i>Rhepoxynius abronius</i>	Amphipode marin	0,014	0,018	0,025	0,027
<i>Menidia beryllina</i>	Menidia beryllina	0,15	0,17	0,40	0,43

^a Données sur la composition d'un gazole léger craqué par voie catalytique, n° CAS 64741-59-9 (API 2013a)

^b Données sur la composition d'un kérosène hydrodésulfuré, n° CAS 64742-81-0 (API 2012c)

^c *Raphidocelis subcapitata* portait précédemment les noms de *Pseudokirchneriella subcapitata* et de *Selenastrum capricornutum*.

Abréviations : GO = gazole; K = kérosène; TCSEO = taux de charge sans effet observé; STEU = système de traitement des eaux usées

Les gazoles et les kérosènes peuvent être raffinés davantage pour produire des solvants d'hydrocarbures ayant une plage de carbones réduite et parfois de plus faibles teneurs en aromatiques qui servent à diverses applications. La toxicité de l'une des cinq catégories de solvants d'hydrocarbures (définies par la Hydrocarbon Solvents Producers Association [HSPA]), qui était la seule catégorie de solvants associée à des n^{os} CAS examinés dans la présente évaluation (HSPA 2018), a été modélisée après le traitement des eaux usées pour déterminer comment le raffinage supplémentaire la modifie, en comparaison avec les gazoles de toute la plage (par exemple

hydrocarbures en C₉-C₃₀) (ECCC 2022). Le TCSEO pour ce solvant aromatique en C₁₄-C₂₀ ayant une teneur maximale de 30 % en aromatiques était de 0,011 mg/L. Ce TCSEO est moins dangereux que ceux des gazoles de toute la plage comportant de 20 à 80 % d'aromatiques (0,014 mg/L et 0,004 mg/L, respectivement; tableau 7-3). Par conséquent, la toxicité des gazoles de toute la plage est utilisée comme estimation prudente de la toxicité des gazoles et kérosènes restreints aux industries dans la présente évaluation, y compris ceux utilisés comme des solvants.

Comme les gazoles et les kérosènes peuvent avoir des teneurs en aromatiques différentes qui affectent leur toxicité, on a pris en compte les gazoles et les kérosènes à teneur élevée et faible en aromatiques pour le calcul de la VCT. Une fourchette de 20 % à 80 % en aromatiques a été choisie pour représenter la plage type des aromatiques trouvés dans les gazoles et les kérosènes (section 2). L'extrémité supérieure de cette plage ne s'applique pas à la plupart des kérosènes, car ils ont généralement une teneur maximale en aromatiques d'environ 30 % en poids (section 2). La toxicité chronique des kérosènes (point d'ébullition entre 150 et 290 °C) ayant une teneur de 30 % en aromatiques a été modélisée par PETROTOX en mode faible résolution et s'est avérée être similaire à celle des gazoles et kérosènes à faible teneur (20 % en poids) en aromatiques (tableau 4-6 dans ECCC 2022). Par conséquent, il est jugé que la modélisation des gazoles et kérosènes à faible teneur en aromatiques constitue une bonne représentation de l'écotoxicité d'un kérosène ayant une forte teneur en aromatiques.

Comme ces substances persisteront dans l'eau assez longtemps pour avoir le potentiel de causer une toxicité chronique (section 6), les valeurs de toxicité chronique aquatique ont été jugées les plus pertinentes pour le calcul de la VCT. On s'attend à ce que les hydrocarbures pétroliers, comme les gazoles et les kérosènes, aient une toxicité similaire pour les espèces d'eau douce et les espèces marines, car ce sont des narcotiques non polaires et ils ne seront donc pas affectés par les sels dissous présents en plus grandes quantités dans l'eau de mer. Par conséquent, les données de toxicité aquatique pour les espèces d'eau douce et marine ont été prises en compte pour le choix de la VCT en milieu aquatique.

Pour la toxicité chronique modélisée obtenue avec l'espèce la plus sensible (*Rhepoxynius abronius*) et la composition modélisée des gazoles et des kérosènes après le traitement des eaux usées, les VCT sont un TCSEO de 0,004 mg/L pour les gazoles et kérosènes à teneur élevée en aromatiques (80 %) et un TCSEO de 0,014 mg/L pour ces substances à faible teneur en aromatiques (20 %) (tableau 7-3). Ces valeurs pour *R. abronius* sont en deçà d'un ordre de grandeur de la plupart des valeurs chroniques obtenues pour les six autres espèces aquatiques modélisées (tableau 4-4 dans ECCC 2022). Ces valeurs ont été modélisées en mode basse résolution, car elles se sont avérées similaires ou légèrement inférieures aux valeurs modélisées en mode haute résolution avec les données disponibles sur la composition d'un gazole et d'un kérosène (tableau 7-4).

Puisque les VCT sont les valeurs chroniques pour les espèces les plus sensibles, aucun facteur d'évaluation n'a été ajouté pour les convertir en concentrations estimées sans effet (CESE), de sorte que celles-ci sont identiques aux VCT.

7.1.2 Sédiments

Une seule étude de toxicité des sédiments pour les gazoles ou kérosènes a été trouvée : des sédiments marins contaminés à la suite d'un déversement de carburant d'aviation JP-5 (un kérosène), qui contenaient des résidus encore mortels pour les myes juvéniles plus de 5 ans après l'événement (Dow 1978).

La toxicité des gazoles et des kérosènes pour les invertébrés, y compris plusieurs espèces de vers aquatiques vivant dans les sédiments, a été examinée dans CONCAWE (1995, 1996a) et résumée dans le tableau 4-7 d'ECCC (2022). Cependant, l'exposition des vers s'est produite par l'eau et non par les sédiments. Une étude portant sur deux espèces de vers polychètes était disponible pour le mazout de chauffage n° 2 (un gazole). Pour ce qui est des kérosènes, trois études étaient disponibles, dont quatre sur des espèces de vers aquatiques. Les effets aigus du mazout de chauffage n° 2 et des kérosènes sur les vers aquatiques se manifestaient principalement entre 1 et 3 mg/L, à l'exception d'une des études avec le kérosène dans laquelle la mortalité observée était de 1 à 8 % à des concentrations supérieures à 2 000 mg/L. Les données empiriques sur la toxicité aiguë pour la daphnie, obtenues par Redman *et al.* (2012) (tableau 4-1 dans ECCC 2022) se situent dans la même plage ou sont inférieures à ces valeurs pour les vers aquatiques (tableau 4-7 dans ECCC 2022). Les valeurs de toxicité aiguë des substances à faible teneur en aromatiques, modélisées avec PETROTOX pour la daphnie et d'autres invertébrés aquatiques, sont similaires (0,20 à 25 mg/L) (tableau 4-2 dans ECCC 2022). Les valeurs de toxicité aiguë pour les invertébrés modélisées avec PETROTOX, pour les gazoles et les kérosènes à haute teneur en aromatiques, sont d'un à deux ordres de grandeur plus faibles (0,03 à 0,20 mg/L) (tableau 4-2 dans ECCC 2022).

Trois études portant sur la toxicité des fluides pour boue de forage synthétiques à base de pétrole pour divers organismes vivant dans les sédiments ont été trouvées et sont résumées dans ECCC (2022). Les fluides pour boues de forage synthétiques testés contenaient des concentrations élevées de *n*-alcanes ou d'isoalcanes, avec un nombre d'atomes de carbones dans la plage C₉-C₃₂. Ces études indiquent que ces substances à faible teneur en aromatiques ont une faible toxicité pour les organismes qui vivent dans les sédiments : Payne *et al.* (2001) ont déterminé que la CL₅₀ aiguë sur 10 jours s'élevait à environ 6 300 mg/kg de poids sec (p.s.) pour la plage C₁₁-C₁₉ chez l'amphipode *R. abronius*. Aucun effet nocif n'a été observé chez la plie rouge (*Pleuronectes americanus*) exposée à 21 à 1 500 mg/kg p.s. de sédiments de liquides de déblais de forage contenant surtout des hydrocarbures aliphatiques (Payne *et al.* 1995). Pareillement, aucun effet nocif n'a été observé chez le homard américain (*Homarus americanus*) exposé par voie orale à des boues de forage synthétiques composées principalement d'isoalcanes et exemptes de composés aromatiques (1 mL

tous les trois à quatre jours, administré oralement, pour un total de 5 mL) (Hamoutene *et al.* 2004).

Il n'a pas été possible de déterminer une VCT ou une CESE pour les organismes vivant dans les sédiments en raison du manque de données sur la toxicité des gazoles et des kérosènes chez les organismes par exposition aux sédiments, sauf pour les fluides de boues de forage à base d'hydrocarbures, qui ont une très faible teneur en aromatiques et ne sont donc peut-être pas représentatifs des gazoles et kérosènes restreints aux industries en général.

7.1.3 Milieu terrestre

Le carburant diesel (un gazole) s'est révélé dangereux pour les plantes et les invertébrés vivant dans le sol, à des concentrations de 10 000 mg/kg en poids humide (Shin *et al.* 2005) à 50 000 mg/kg (Adam et Duncan 1999), bien que les effets puissent être propres à chaque espèce (Adam et Duncan 1999). L'application de 0,74 à 2,3 L/m² de gazoles et de kérosènes a eu des effets sur le rendement en grain, la germination des graines et la croissance des plantes (Warner *et al.* 1984, Wang et Bartha 1990). Les données sur la toxicité terrestre sont résumées dans ECCC (2022).

Le *Standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers* (CCME 2008) fournit des normes concernant le sol pour diverses substances pétrolières, d'après leur toxicité pour une variété d'organismes terrestres (invertébrés, plantes). Ces normes sont basées sur quatre fractions des hydrocarbures pétroliers totaux (HPT) : F1 (C₆–C₁₀), F2 (>C₁₀–C₁₆), F3 (>C₁₆–C₃₄) et F4 (>C₃₄), pour un ratio aliphatiques:aromatiques présumé de 80:20. Les fractions 2 et 3 englobent la plage du nombre d'atomes de carbone dans les gazoles et les kérosènes. Le Standard est également divisé en quatre catégories d'utilisation des terres (agricoles, résidentielles, commerciales, industrielles) et deux types de sol (sols à grains grossiers et sols à grains fins) pour la détermination des normes de réhabilitation. La catégorie d'utilisation des terres et le type de sol les plus sensibles sont habituellement les terres à utilisation agricole à grains grossiers. Le Standard pour les fractions F2 et F3 dans les sols agricoles à grains grossiers est de 150 et 300 mg/kg p.s. de sol, respectivement (CCME 2008). Comme les gazoles pourraient appartenir à ces deux catégories, la valeur la plus faible, soit 150 mg/kg p.s. de sol pour F2, a été sélectionnée comme VCT pour l'exposition terrestre. Cette même valeur a été utilisée pour les kérosènes, car ils ressemblent pour la plupart aux substances de la fraction F2. Comme ce Standard a été élaboré pour protéger les principaux récepteurs environnementaux dans le sol (CCME 2008) et a été choisi pour la plupart des scénarios assurant une protection (c'est-à-dire sols agricoles à grains grossiers), aucun facteur d'évaluation n'a été appliqué pour convertir la VCT en CESE.

7.2 Évaluation de l'exposition de l'environnement

Étant donné les données limitées sur l'exposition de l'environnement disponibles pour les gazoles et kérosènes restreints aux industries, l'évaluation de cette exposition

repose sur les données disponibles pour les 42 gazoles et kérosènes jugés prioritaires⁹ (Environnement Canada 2012, ECCC 2016a,b). D'après ces données, les sources présentant le plus grand potentiel de rejet des gazoles et des kérosènes restreints aux industries dans l'environnement sont les suivantes :

- la préparation de lubrifiants et d'additifs pour lubrifiant;
- la préparation de divers produits, y compris les adjuvants de séparation huile-eau, les auxiliaires technologiques et les revêtements industriels;
- l'utilisation d'auxiliaires technologiques par des installations comme celles des plastiques et du caoutchouc, du métal fabriqué, de la machinerie et de l'équipement de transport;
- l'épandage de biosolides sur les sols agricoles.

Ces sources sont donc prises en considération dans les scénarios d'exposition décrits ci-dessous.

7.2.1 Estimation de l'élimination des composants pétroliers lors du traitement des eaux usées

Le rejet des gazoles et des kérosènes par les installations industrielles entraîne généralement un rejet dans les systèmes qui traitent les eaux usées avant leur évacuation vers le milieu aquatique. La composition des gazoles ou des kérosènes restant après ce traitement sera différente de la composition originale.

La méthode des blocs d'hydrocarbures de la CONCAWE (1996c), décrite à la section 7.1.1, a servi à estimer l'élimination des hydrocarbures pétroliers lors du traitement des eaux usées, de façon à pouvoir déterminer la composition et la concentration de ces substances dans les effluents après le traitement des eaux usées. L'élimination estimée (90 % en moyenne pour les gazoles et kérosènes dont la fraction massique des aromatiques se situe entre 20 % et 80 %) a été utilisée pour déterminer la concentration estimée dans l'environnement (CEE) des gazoles et kérosènes restreints aux industries dans les eaux réceptrices. Le taux d'élimination de 90 % s'applique non seulement aux gazoles et kérosènes restreints aux industries, mais aussi à tous les gazoles et kérosènes dont la fraction massique des aromatiques se situe entre 20 % et 80 %.

⁹ Les 42 gazoles et kérosènes jugés prioritaires pour une évaluation comprennent les 26 gazoles et kérosènes visés par la présente évaluation ainsi que 16 autres gazoles et kérosènes qui sont évalués séparément dans d'autres rapports, comme l'indique la section 1.

7.2.2 Préparation de lubrifiants ou d'additifs pour lubrifiant

Dans les installations de préparation de lubrifiants ou d'additifs pour lubrifiant, les rejets se font principalement de façon indirecte (ces installations rejettent leurs eaux usées dans les égouts). Une CEE prudente a été estimée d'après la plus grande installation canadienne, dont la capacité annuelle maximale de préparation de lubrifiants est inférieure à 1 000 000 tonnes/an (Environnement Canada 2013), et un nombre estimé de 300 jours de production par année (ECB 2003). Le rejet d'eaux usées de l'installation a été estimé à 333 300 L/j, selon un taux de rejet estimé de 100 L par tonne de lubrifiant fabriqué (OCDE 2004). La quantité maximale de gazoles et kérosènes potentiellement rejetée par cette installation dans les égouts a été estimée à 5 kg/j, d'après le rejet d'eaux usées estimé pour l'installation et une limite type des rejets d'huile et de graisse dans les égouts (15 mg/L, comme à Toronto [2014]). La quantité rejetée dans les eaux réceptrices a été estimée à 0,5 kg/j en appliquant le taux d'enlèvement moyen estimé de 90 % lors du traitement des eaux usées, comme décrit plus haut. Le volume d'eau quotidien a été calculé comme le produit du débit des effluents dans le système local de traitement des eaux usées et le facteur de dilution des eaux réceptrices près du point de rejet. La CEE en milieu aquatique des gazoles et kérosènes restreints aux industries qui découle de la préparation de lubrifiants ou d'additifs pour lubrifiant a ainsi été estimée à 3,3 µg/L, en fonction d'un volume quotidien d'eaux réceptrices de 151 millions L/j près du point de rejet du système local de traitement des eaux usées recevant le rejet de l'installation.

La CEE estimée est jugée très prudente, car elle repose sur le rejet le plus élevé estimé pour la capacité de production maximale de la plus grande installation au Canada. Elle l'est d'autant plus, car elle s'applique non seulement aux gazoles et kérosènes restreints aux industries, mais aussi à tous les gazoles et kérosènes dont la fraction massique en aromatiques se situe entre 20 % et 80 %. De plus, l'emploi de la limite de rejet d'huile et de graisse dans les égouts pour la réalisation des calculs suppose implicitement que les gazoles et kérosènes forment la totalité de l'huile et de la graisse rejetées, alors qu'en réalité, la quantité totale de l'ensemble des gazoles et kérosènes (dont les gazoles et kérosènes restreints aux industries sont un sous-ensemble) ne représente qu'une fraction de l'huile et de la graisse rejetées dans les égouts à partir de telles installations.

7.2.3 Scénario générique de préparation de produits et d'utilisation industrielle

Un scénario générique de rejet indirect a été utilisé pour estimer l'exposition résultant de deux types d'activités : 1) la préparation, et 2) l'application industrielle de divers produits, y compris des adjuvants de séparation huile-eau, des auxiliaires technologiques et des revêtements industriels. Les installations concernées par ces activités sont présumées rejeter indirectement leurs eaux usées traitées ou non traitées dans des STEU en vue d'un traitement final avant leur rejet dans le milieu aquatique.

Ce scénario d'exposition est basé sur le plus gros consommateur industriel de gazoles et kérosènes restreints aux industries, comme décrit ci-dessous.

Le plus gros consommateur industriel est établi comme l'installation ayant la consommation combinée annuelle la plus élevée de 7 des 42 gazoles et kérosènes compris dans une enquête menée en vertu de l'article 71 de la LCPE (Environnement Canada 2012), qui visait les gazoles et kérosènes restreints aux industries et ceux utilisés dans des produits disponibles aux consommateurs. Par souci de prudence, il a été supposé que cette installation consommait les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries au même taux que ces 7 gazoles, sur la base du n° CAS. Pour estimer la quantité consommée de gazoles et kérosènes restreints aux industries, la quantité totale consommée des 7 n° CAS de gazoles a été convertie en une quantité moyenne consommée par n° CAS. Cette quantité moyenne a ensuite été utilisée comme approximation pour représenter les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries selon le n° CAS. La quantité totale de ces 7 gazoles consommée par le plus gros consommateur industriel se situait entre 1 000 000 et 10 000 000 kg/an (Environnement Canada 2012), et la moyenne logarithmique de cette plage, 3 162 000 kg/an, a été utilisée pour estimer la quantité annuelle consommée des 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries :

Quantité annuelle consommée par le plus gros consommateur industriel =

$$(3\,162\,000\text{ kg/an})/7 \times 26 \approx 12\,000\,000\text{ kg/an}$$

La quantité quotidienne de gazoles et kérosènes restreints aux industries rejetée dans les égouts a été estimée à 120 kg/j sur la base d'un nombre estimé de 300 jours de production par année et d'un coefficient d'émission de 0,3 % (ECB 2003). À titre d'hypothèse prudente, on a supposé qu'il n'y avait pas de STEU sur place dans cette installation. Le taux d'élimination par le traitement des eaux usées hors du site a été estimé à 90 %, comme il est mentionné plus haut. La quantité rejetée dans les eaux réceptrices a été estimée à 12 kg/j.

On estime la concentration maximale de gazoles et kérosènes restreints aux industries dans les eaux réceptrices en divisant la quantité quotidienne rejetée dans les eaux réceptrices à partir du STEU par le volume quotidien d'eau de dilution du plus gros consommateur industriel, soit 3 500 millions L/j (c'est-à-dire débit quotidien des eaux usées x dilution des eaux réceptrices près du point de rejet). La CEE en milieu aquatique pour le scénario de rejet indirect a donc été estimée à 3,5 µg/L. Cette estimation est jugée prudente, car il a été supposé qu'il n'y avait pas de traitement des eaux usées sur place et que tous les 26 n°s CAS des gazoles et kérosènes restreints aux industries étaient consommés dans une même installation. En réalité, il est très probable que les installations, surtout les grandes, possèdent un système de traitement des eaux usées sur place. Il est également très probable que chacune des installations n'utilise qu'un sous-groupe des 26 n°s CAS plutôt que le groupe au complet, selon les

profils d'emploi déterminés à partir de l'information recueillie grâce à diverses enquêtes (Environnement Canada 2012, ECCC 2016a,b).

7.2.4 Utilisation d'auxiliaires technologiques

Des gazoles et kérosènes restreints aux industries se trouvent dans des auxiliaires technologiques utilisés par divers types d'installations industrielles (Environnement Canada 2012, ECCC 2016a,b). Ils peuvent être groupés selon les quatre secteurs suivants : plastiques et caoutchouc, métal fabriqué, machinerie, et équipement de transport.

Pour déterminer l'importance de l'exposition potentielle par l'utilisation des auxiliaires technologiques, la quantité quotidienne maximale de gazoles et kérosènes restreints aux industries rejetée dans les égouts à partir d'une installation industrielle a été estimée d'après l'information actuellement disponible. Il a été supposé qu'une limite type du rejet d'huile et de graisse dans les égouts municipaux au Canada (15 mg/L, comme à Toronto, en Ontario [2014]) représentait la concentration maximale des gazoles et kérosènes restreints aux industries dans les eaux usées rejetées dans les égouts. Une limite type des égouts ontariens a été utilisée, parce que la majorité des installations qui se servent d'auxiliaires technologiques contenant des gazoles et des kérosènes se trouvent en Ontario, selon l'information soumise en réponse à une enquête menée en vertu de l'article 71 de la LCPE (Environnement Canada 2012). L'emploi de la limite d'huile et de graisse dans les égouts constitue une hypothèse prudente, car les gazoles et kérosènes restreints aux industries ne forment qu'une fraction de l'huile et de la graisse rejetées par ces installations.

Plusieurs ensembles de données ont été utilisés pour déterminer le volume quotidien moyen d'eaux usées rejeté par une installation (tableau 7-5), y compris le volume annuel total d'eaux usées rejeté par les quatre secteurs industriels mentionnés plus haut (Statistique Canada 2009), le nombre total d'établissements¹⁰ (Industrie Canada 2012), et un nombre estimé de jours d'exploitation par année (250 j/an). Ce volume de rejet moyen par installation est approximé à partir du volume de rejet par établissement.

Volume quotidien d'eaux usées rejeté par une installation

≈ Volume quotidien d'eaux usées rejeté par un établissement

= (Volume total annuel d'eaux usées rejeté/nombre de jours d'exploitation par année)/nombre total d'établissements

¹⁰ Le terme « établissements » est plus large que le terme « installations ». Il comprend les installations industrielles ainsi que des locaux comme les entrepôts et les centres de distribution (Industrie Canada 2012).

= (59 600 millions L/an / 250 j/an)/11 883 installations

= 20 062 L/j par installation

Tableau 7-5 Volumes annuels d'eaux usées rejetés et nombre d'établissements

Secteur	Volume annuel d'eaux usées rejeté (million L/an) (Statistique Canada 2009)	Nombre d'établissements (Industrie Canada 2012)
Plastiques et caoutchouc	24 500	1 761
Métal fabriqué	12 600	5 344
Machinerie	2 500	3 362
Équipement de transport	20 000	1 416
Total	59 600	11 883

La quantité quotidienne maximale de gazoles et kérosènes restreints aux industries rejetée dans les égouts par une installation a été estimée à 0,30 kg/j à partir du rejet quotidien d'eaux usées par une installation et de la limite d'huile et de graisse dans les égouts. La quantité rejetée dans les eaux réceptrices a été estimée à 0,03 kg/j après l'application du taux d'élimination moyen par le traitement des eaux usées de 90 %.

Une distribution des CEE, reflétant les différences dans les débits des effluents des STEU et la dilution des eaux réceptrices, a été déterminée (tableau 7-6). Il s'agit d'une estimation très prudente, car elle s'applique non seulement aux gazoles et kérosènes restreints aux industries, mais aussi à tous les gazoles et kérosènes dont la fraction massique en aromatiques se situe entre 20 % et 80 %. De plus, elle suppose que les gazoles et kérosènes restreints aux industries forment la totalité de l'huile et de la graisse rejetées dans les égouts, alors qu'en réalité, la quantité totale de l'ensemble des gazoles et kérosènes (dont les gazoles et kérosènes restreints aux industries sont un sous-ensemble) ne représente qu'une fraction de l'huile et de la graisse rejetées à partir de telles installations.

Tableau 7-6. Distribution des CEE dans le milieu aquatique de l'utilisation d'auxiliaires technologiques contenant des gazoles et kérosènes restreints aux industries

Pourcentage d'installations (%)	Volume quotidien d'eau de dilution (million L/j) ^a	CEE aquatique (µg/L)
Minimum	4 556	0,007
10	2 180	0,01
20	1 423	0,02
30	1 095	0,03
40	954	0,03
50	484	0,06
60	239	0,1

Pourcentage d'installations (%)	Volume quotidien d'eau de dilution (million L/j) ^a	CEE aquatique (µg/L)
70	190	0,2
80	106	0,3
90	13,5	2,2
95	7,8	3,8
100	4,8	6,3

^a Le volume quotidien d'eau de dilution s'obtient en multipliant le débit des effluents du système de traitement des eaux usées par le facteur de dilution des eaux réceptrices près du point de rejet.

7.2.5 Exposition des sols agricoles due à l'épandage de biosolides

Les biosolides produits lors du traitement des eaux usées peuvent être épandus sur les champs agricoles, comme amendement de sol. Une approche décrite par l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA 2016) a été utilisée pour obtenir une estimation prudente de l'exposition des sols aux gazoles et kérosènes restreints aux industries qui leur sont ajoutés (CEE_{sol} , mg/kg).

$$CEE_{sol} = \frac{C_s \times A \times N}{d \times \rho}$$

On a supposé une accumulation pendant 10 années consécutives (N) de gazoles et kérosènes restreints aux industries dans la couche supérieure de 0,2 m de sol (d) ayant une masse volumique à sec de 1 200 kg/m³ (ρ), cette dernière étant une valeur générique (Williams 1999). La limite maximale annuelle de la quantité de biosolides pouvant être épandus au Canada est de 0,83 kg/m²-an (A) (Alberta Environment 2001). Les pertes par dégradation, volatilisation, lessivage ou ruissellement ont été supposées nulles; les estimations de la CEE_{sol} sont donc prudentes.

La concentration maximale de gazoles et kérosènes restreints aux industries dans les biosolides (C_s , mg/kg) a été estimée à partir de la quantité maximale de gazoles et kérosènes restreints aux industries (120 kg/j) rejetée dans les égouts par le plus gros consommateur industriel, comme présenté à la section 7.2.3. En supposant que toute l'élimination dans le STEU (90 %) était due à la sorption par les boues, il a été déterminé que la quantité résultante dans les biosolides s'élevait à 110 kg/j. La quantité de biosolides produite par jour a été estimée à 36 400 kg d'après le débit d'eaux usées de 350 millions L/j associé au plus gros consommateur industriel et le taux de production moyen de biosolides de 104 mg/L d'eaux usées tirés de données sur plusieurs STEU secondaires canadiens recueillies sur le terrain (Kim *et al.* 2013). La C_s a ensuite été calculée à 3 000 mg/kg (110 kg/j / 36 400 kg/j), et la CEE_{sol} résultante est de 103 mg/kg p.s. Cette estimation est prudente, car elle repose sur une quantité prudente de gazoles et kérosènes restreints aux industries rejetée dans les égouts et sur l'hypothèse prudente d'une perte nulle de sol enrichi en biosolides par des processus comme la volatilisation et le lessivage.

7.3 Caractérisation des risques pour l'environnement

L'approche adoptée dans cette évaluation environnementale consistait à examiner les données et à formuler des conclusions en utilisant une approche fondée sur le poids de la preuve et la prudence de manière à tenir compte des incertitudes. Les données ont été recueillies afin de déterminer si les gazoles et kérosènes restreints aux industries peuvent causer des dommages à l'environnement canadien. Les sources de données examinées comprennent celles évaluées dans le cadre de la présente évaluation qui corroborent la caractérisation des risques pour l'environnement canadien. Sont également pris en compte, lorsqu'il y en a, les éléments de preuves secondaires ou indirects fiables, dont les classifications du danger ou les caractéristiques du devenir déterminées par d'autres organismes de réglementation.

7.3.1 Analyse des quotients de risque

Des analyses des quotients de risque ont été réalisées. Il s'agissait de comparer les diverses estimations de l'exposition (CEE; voir la section *Évaluation de l'exposition de l'environnement*) avec les renseignements sur l'écotoxicité (CESE; voir la section *Évaluation des effets sur l'environnement*), afin de déterminer s'il existe un risque pour l'environnement au Canada. On calcule les quotients de risque (QR) en divisant la CEE par la CESE pour les compartiments environnementaux pertinents et les scénarios d'exposition associés (tableau 7-7).

Tableau 7-7. Résumé des quotients de risque obtenus pour les scénarios d'exposition aux gazoles et kérosènes restreints aux industries à teneur faible et élevée en aromatiques^a

Scénario d'exposition (compartiment)	CEE ou plage de CEE (µg/L)	CESE (teneur élevée en aromatiques [80 %]) (µg/L)	CESE (teneur faible en aromatiques) (µg/L)	QR ou plage de QR	Pourcentage des endroits où le QR est supérieur à 1
Formulation de lubrifiants et d'additifs (eau)	3,3	4	14	0,24 – 0,83	0
Scénario générique de rejets indirects (eau)	3,5	4	14	0,25 – 0,88	0
Utilisation d'auxiliaires technologiques (eau)	0,007 – 6,3	4	14	< 0,01 – 1,6	< 5 (teneur élevée en aromatiques) 0 (teneur faible en aromatiques)

Scénario d'exposition (compartiment)	CEE ou plage de CEE (µg/L)	CESE (teneur élevée en aromatiques [80 %]) (µg/L)	CESE (teneur faible en aromatiques) (µg/L)	QR ou plage de QR	Pourcentage des endroits où le QR est supérieur à 1
Épandage de biosolides (sol)	103 mg/kg poids sec	150 mg/kg ^b poids sec	150 mg/kg ^b poids sec	0,7	0

^a Pour le kérosène faisant partie des 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries, seule la CESE pour la teneur faible en aromatiques s'applique, ainsi que seulement la valeur de QR à l'extrémité inférieure de la plage, le cas échéant.

^b D'après le Standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers, pour les substances supérieures à C₁₀-C₁₆ ayant un ratio aliphatiques:aromatiques de 80:20.

Comme le montre le tableau 7-7, les quotients de risque sont en majeure partie inférieurs à un, ce qui témoigne d'un faible potentiel de risque pour l'environnement, sauf pour l'exception suivante : un QR maximal de 1,6 a été déterminé pour le scénario de l'utilisation d'auxiliaires technologiques. Dans ce scénario, moins de 5 % des installations ont un QR légèrement supérieur à un, dans le cas d'une teneur élevée en aromatiques seulement. Cependant, les QR réels devraient être inférieurs à un étant donné que les gazoles et kérosènes restreints aux industries ne forment qu'une fraction de l'huile et de la graisse rejetées par ces installations, tandis que le scénario d'exposition supposait, par prudence, qu'ils formaient l'entièreté de l'huile et de la graisse rejetées (section 7.2.5). De plus, le scénario d'exposition repose sur les données d'utilisation des 42 gazoles et kérosènes jugés prioritaires pour une évaluation, plutôt que sur uniquement les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries. Les QR sont inférieurs à un pour les installations utilisant des gazoles et kérosènes restreints aux industries ayant une faible teneur en aromatiques (20 %), ce qui indique que ces scénarios sont peu préoccupants.

7.3.2 Examen des données probantes

Afin de caractériser le risque des gazoles et kérosènes restreints aux industries pour l'environnement, on a tenu compte de données techniques de diverses sources (décrites dans les sections pertinentes du présent rapport), qui ont été ensuite pondérées qualitativement. Les principaux éléments de preuve corroborant la conclusion de l'évaluation sont présentés dans le tableau 7-8, accompagnés ci-dessous d'une analyse globale du poids de la preuve. Le niveau de confiance désigne l'influence combinée de la qualité et de la variabilité des données, des lacunes dans les données, de la causalité, de la plausibilité et de toute extrapolation requise dans l'élément de preuve. La pertinence indique dans quelle mesure un élément de preuve ou une donnée probante permet de déterminer les effets nocifs potentiels sur l'environnement au Canada. Les facteurs de qualification utilisés dans l'analyse varient de faibles à élevés et la pondération de chaque donnée varie sur une échelle de cinq possibilités.

Tableau 7-8. Données probantes pondérées prises en compte pour déterminer le potentiel des gazoles et kérosènes restreints aux industries à causer des effets nocifs pour l'environnement canadien

Donnée probante	Niveau de confiance^a	Pertinence pour l'évaluation^b	Facteur de pondération^c
Persistance dans l'environnement des composants des gazoles et des kérosènes dans l'eau, le sol et les sédiments	Élevé	Modérée	Modéré à élevé
Bioaccumulation des composants des gazoles et des kérosènes dans les organismes pélagiques et les mammifères aquatiques	Élevé	Modérée	Modéré à élevé
CESE pour les organismes pélagiques aquatiques (scénario de teneur élevée en aromatiques)	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
CESE pour les organismes pélagiques aquatiques (scénario de teneur faible en aromatiques)	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
CESE pour les organismes du sol (scénario de teneur faible en aromatiques)	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
CESE pour les organismes du sol (scénario de teneur élevée en aromatiques)	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
CEE (aquatique) pour la préparation de lubrifiants et d'additifs pour lubrifiant	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
CEE (aquatique) pour le scénario générique de fabrication de produits et d'utilisation industrielle	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
CEE (aquatique) pour les auxiliaires technologiques	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
CEE (sol) pour l'épandage de biosolides sur les sols agricoles	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
QR (aquatique) pour la préparation de lubrifiants et d'additifs pour lubrifiant	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
QR (aquatique) pour le scénario générique de fabrication de produits et d'utilisation industrielle	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
QR (aquatique) pour les auxiliaires technologiques	Modéré	Élevée	Modéré à élevé
QR (sol) pour l'épandage de biosolides sur les sols, scénarios à teneur faible et élevée en aromatiques	Modéré	Élevée	Modéré à élevé

- ^a On détermine le degré de confiance en fonction de la qualité des données, de leur variabilité, des lacunes de données et de l'adéquation des données.
- ^b La pertinence désigne l'incidence de l'élément de preuve ou de la donnée probante dans l'évaluation.
- ^c Un facteur de pondération est appliqué à chaque élément de preuve, selon le niveau de confiance combiné à la pertinence dans l'évaluation.

Pondération et détermination du potentiel de causer des effets nocifs pour l'environnement au Canada

Les gazoles et les kérosènes contiennent des composants (par exemple, les HAP), qui peuvent persister dans l'air et être transportés sur de longues distances vers des régions éloignées. Ils contiennent également des composants qui peuvent persister dans le sol, l'eau ou les sédiments, augmentant ainsi la durée de l'exposition des organismes à ces substances. On s'attend également à ce que les gazoles visés par la présente évaluation contiennent des composants hautement bioaccumulables, comme les HAP et les HAP alkylés. Selon certaines études, les HAP parents ne se bioamplifieront probablement pas dans les réseaux trophiques. Cependant, il existe certaines preuves que les HAP alkylés pourraient le faire. De plus, les HAP et les HAP alkylés peuvent se bioaccumuler dans les invertébrés aquatiques, car ceux-ci n'ont pas la capacité de métaboliser efficacement les composés aromatiques.

Les CESE pour les organismes aquatiques ont été modélisées à l'aide du logiciel PETROTOX (2011) à partir de l'estimation de la composition des gazoles et des kérosènes dans les eaux usées après leur traitement. Les données modélisées de PETROTOX sur la toxicité chronique sans traitement des eaux usées sont conformes aux données empiriques limitées sur l'écotoxicité des gazoles et des kérosènes, ce qui donne confiance dans les valeurs modélisées. Les TCSEO chroniques modélisés et empiriques pour les gazoles et kérosènes à teneur faible et élevée en aromatiques sont pour la plupart inférieurs à 0,1 mg/L, ce qui indique que les gazoles et les kérosènes ont une toxicité chronique élevée pour les organismes aquatiques. Ces substances peuvent persister dans l'eau assez longtemps pour causer une toxicité chronique et elles sont rejetées de façon continue par l'industrie.

La plage des débits de rejet des eaux usées et le taux moyen d'élimination de 90 % des gazoles et des kérosènes, par le traitement des eaux usées, sont jugés fiables, car les taux de rejet des eaux usées concordent avec les moyennes canadiennes mesurées de façon constante, et les taux de rejet modélisés sont corroborés par des données de surveillance et sont conformes aux propriétés physico-chimiques des gazoles et des kérosènes (par exemple, valeurs élevées de $\log K_{oe}$ et K_{co} pour plusieurs structures représentatives). La principale inconnue dans certains de ces scénarios est la teneur en aromatiques des gazoles et des kérosènes, et pour cette raison, des scénarios avec teneur élevée et faible en aromatiques ont été examinés dans ces cas. Bien qu'il soit reconnu que les gazoles et kérosènes restreints aux industries peuvent être raffinés en des solvants ayant une plage de carbones réduite et une teneur en aromatiques allant de très faible (< 2 %) à très élevée (de 80 à 100 %), une estimation de la toxicité d'un

solvant pertinent en ce qui concerne les gazoles et kérosènes restreints aux industries indique que le danger de ce solvant est inférieur à celui des gazoles et kérosènes restreints aux industries de toute la plage de carbones (section 7.1.1). De ce fait, l'utilisation de CESE établies à partir des gazoles et kérosènes de toute la plage est considérée comme fournissant une estimation prudente du risque pour les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries évalués dans le présent rapport (annexe A), y compris leur utilisation comme solvants.

Une plage de QR allant de < 0,01 à 1,6 a été estimée pour le scénario portant sur l'utilisation d'auxiliaires technologiques (tableau 7-7). Cependant, étant donné les hypothèses prudentes sous-tendant ce scénario d'exposition, comme le décrit la section 7.3.1, le QR maximal de 1,6 est considéré comme une surestimation, et le risque pour l'environnement lié à cette utilisation est jugé faible. De plus, un QR supérieur à 1 n'a été obtenu que pour le scénario à forte teneur en aromatiques, alors que des gazoles et kérosènes restreints aux industries à faible teneur en aromatiques peuvent souvent être employés.

Pour tous les autres scénarios d'exposition, les QR étaient inférieurs à 1, ce qui témoigne d'une faible possibilité de risque pour l'environnement aux niveaux d'exposition actuels. Cette information indique que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries ne sont pas susceptibles de causer des effets nocifs pour les organismes vivant au Canada.

7.3.3 Sensibilité de la conclusion compte tenu des principales incertitudes

La composition des gazoles et kérosènes restreints aux industries, définie par les proportions des classes chimiques aliphatiques et aromatiques, varie grandement en raison de différences de composition naturelles ainsi que du type de traitement subi, de sorte que la teneur en aromatiques peut varier de manière significative pour un même n° CAS. Il n'est pas certain que, dans le cas de certaines installations industrielles, la variation normale d'un même produit d'un même fournisseur couvre une large plage d'aromaticité. Ceci est important, car la teneur en aromatiques influe sur la toxicité des gazoles et kérosènes restreints aux industries (section 7.1). Pour répondre à cette incertitude, des analyses du risque associé aux utilisations industrielles ont été réalisées en tenant compte d'une plage de teneurs en aromatiques, lorsqu'il y avait lieu de le faire. Cependant, le manque de données sur la teneur en aromatiques n'affecterait pas les résultats de la plupart des scénarios (par exemple, scénario pour la préparation des lubrifiants et additifs pour lubrifiant, scénario générique de rejets indirects), car le niveau de risque était plus faible dans ces scénarios, même avec des gazoles et des kérosènes à teneur élevée en aromatiques.

Le Standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol (CCME 2008) suppose un ratio aromatiques:aliphatiques de 20:80. Comme les hydrocarbures aromatiques se sont avérés être les principaux responsables de la toxicité chez les vers de terre (Cermak *et al.* 2013), le Standard devrait censément assurer une protection

contre les gazoles et kérosènes restreints aux industries ayant une teneur en aromatiques inférieure à 20 %. Dans le cas des gazoles et kérosènes restreints aux industries à teneur élevée en aromatiques, le Standard assurerait probablement une protection moindre. Toutefois, étant donné que le QR pour le sol était inférieur à 1, d'après le Standard pour la fraction 2 ($>C_{10}-C_{16}$), qui est jugé prudent pour les gazoles, car elle ne représente que la partie inférieure et la plus toxique de la plage de carbones, on estime que cette incertitude n'a pas d'incidence sur la conclusion.

Certains composants des gazoles et kérosènes restreints aux industries rejetés dans l'eau devraient se répartir dans les sédiments et pourraient s'accumuler avec le temps, certains d'entre eux étant persistants dans les sédiments. Il n'a pas été possible de déterminer les risques pour les organismes qui vivent dans les sédiments, en raison du manque d'information sur les concentrations environnementales dans les sédiments près des points de rejet des effluents et sur la toxicité des gazoles et kérosènes restreints aux industries sur les organismes par exposition aux sédiments. Si ces données avaient été disponibles, elles auraient pu enrichir les sources de données utilisées pour formuler la conclusion.

Les scénarios d'exposition de l'environnement s'appuient sur des hypothèses prudentes. Le scénario d'exposition générique pour la préparation de produits était un scénario prudent couvrant l'emploi, par le plus gros consommateur industriel, des 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries tous ensemble, ce qui est très peu probable (section 7.2.3). Les calculs d'exposition liés aux scénarios de préparation de lubrifiants (section 7.2.2) et d'utilisation d'auxiliaires technologiques (section 7.2.4) supposaient que les gazoles et kérosènes restreints aux industries étaient rejetés dans les égouts à un niveau correspondant à la limite de rejet de l'huile et de la graisse, alors qu'ils ne devraient représenter qu'une partie de l'huile et de la graisse rejetées par ces installations. Même selon ces scénarios prudents, la plupart des QR n'indiquaient aucun risque (c'est-à-dire étaient inférieurs à un). La seule plage de QR qui s'étendait partiellement au-delà de un ($< 0,01$ à $1,6$) se rapportait au scénario générique de préparation de produits, qui était prudent; de plus, les valeurs de QR supérieures à un ne s'appliquaient qu'à un scénario de forte teneur en aromatiques (80 %), et uniquement lorsque le volume quotidien d'eau de dilution était très faible (supérieur au 95^e centile; tableau 7-6). Le fait que les QR soient en grande partie inférieurs à un, combiné à la prudence des scénarios d'exposition, renforce la conclusion que les gazoles et kérosènes restreints aux industries sont peu susceptibles de causer des effets nocifs pour l'environnement au Canada.

8. Potentiel d'effets nocifs sur la santé humaine

8.1 Évaluation de l'exposition

L'évaluation de l'exposition des humains et des effets sur leur santé vise à caractériser l'exposition de la population générale aux 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries par l'environnement. L'exposition attribuable aux utilisations des gazoles et

des kérosènes dans l'industrie pétrolière, à des sites précis et comme carburants a déjà été évaluée (Environnement Canada, Santé Canada 2011, 2013, 2014, 2015). Aucune utilisation dans des produits de consommation n'a été recensée pour les substances visées par la présente évaluation.

8.1.1 Environnement et aliments

Les gazoles et kérosènes restreints aux industries sont utilisés dans des applications industrielles en tant qu'auxiliaires technologiques dans des installations de production de plastiques et de caoutchouc, dans la fabrication de métaux, dans la machinerie et dans de l'équipement de transport. Les rejets accidentels de gazoles et kérosènes restreints aux industries peuvent se produire dans les installations de production (par exemple, raffineries de pétrole) et pendant les activités de chargement, de transport et de déchargement. Les gazoles et kérosènes restreints aux industries dans les flux d'eaux usées industrielles sont habituellement traités par les STEU, mais il peut en subsister dans les eaux traitées qui sont rejetées dans les cours d'eau, les rivières et les lacs. De plus, il peut se produire des déversements de gazoles et kérosènes restreints aux industries pendant leur transport à des fins d'utilisation industrielle. Des biosolides contenant des gazoles et kérosènes restreints aux industries peuvent également être épandus sur les terres agricoles. Ces rejets sont traités aux sections 5 et 7. Les conséquences relatives à l'eau potable sont décrites à la section 8.3.1.

Aucun des gazoles et kérosènes restreints aux industries ne fait l'objet d'une déclaration à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) (INRP 2020). Pour déterminer les effets des rejets atmosphériques industriels potentiels des substances de ce groupe et l'exposition par inhalation possible des populations résidant près de ces installations, les rejets figurant dans l'INRP de deux autres gazoles et kérosènes (non compris dans les gazoles et kérosènes restreints aux industries) ont été considérés comme des estimations prudentes de l'exposition aux substances visées par la présente évaluation.

SCREEN3, un modèle de dispersion atmosphérique de niveau 1 élaboré par la US EPA (SCREEN3 1996), a été utilisé pour estimer la concentration atmosphérique ambiante potentielle des gazoles et kérosènes dans des zones résidentielles, à laquelle la population générale pourrait être exposée près d'une installation hypothétique. Comme l'INRP ne contient aucune donnée sur les substances de la présente évaluation, on a obtenu une estimation prudente de l'exposition environnementale en estimant les concentrations maximales pour une installation ayant rejeté dans l'air 161 tonnes du gazole de n° CAS 64742-47-8 pendant l'année de déclaration 2017 (INRP 2022). Il s'agit du plus grand rejet de gazole ou kérosène déclaré par une installation entre 2017 et 2020, et il est considéré comme une estimation prudente de l'exposition de l'environnement. De plus, il a été déterminé qu'aucune des installations qui ne sont pas des raffineries et utilisent des gazoles et kérosènes ne rejette simultanément plus d'une substance.

Les calculs permettant de déterminer la concentration des gazoles et kérosènes rejetés ont été réalisés pour des distances allant de 10 à 1 000 mètres de la clôture de l'installation. Cependant, la concentration d'exposition dans une zone résidentielle à 350 m du site de rejet a été examinée, car il s'agit d'une distance typique entre les zones résidentielles et la clôture de ce genre d'installation. À l'aide du taux de rejet et des facteurs d'exposition figurant dans le tableau B-1 de l'annexe B, on a estimé à 0,27 mg/m³ la concentration atmosphérique ambiante annuelle moyenne d'un gazole ou kérosène provenant d'un rejet industriel dans l'air à une distance de 350 m. Cette concentration représente une dose potentielle de 0,055 (adultes de 19 ans et plus) à 0,16 mg/kg p.c./j (nourrissons, 1 an), si l'on suppose une absorption complète par inhalation.

Puisque ces substances ne sont pas présentes dans des emballages alimentaires ou des additifs indirects, aucune exposition par ces voies n'est attendue.

8.2 Évaluation des effets sur la santé

Les gazoles et kérosènes restreints aux industries partagent des propriétés physico-chimiques similaires, selon les étapes de traitement, le degré de raffinage et l'identité des fractions de mélange, et peuvent donc avoir des propriétés toxicologiques similaires.

Dans le présent document, 26 n° CAS de gazoles et kérosènes restreints aux industries ont été évalués. L'information concernant les effets sur la santé de certaines de ces substances était limitée. Toutefois, toutes les données disponibles sur les substances considérées comme similaires aux gazoles et kérosènes, et pour lesquelles il existe un risque d'exposition des humains, ont été prises en compte. Ceci inclut les données figurant dans les rapports d'évaluation préalable d'autres gazoles, du mazout de chauffage n° 2 et des carburants d'aviation (par exemple, Jet A et kérosène) (Environnement Canada, Santé Canada 2011, 2013, 2014, 2015). Les études toxicologiques sur le carburant diesel ont également été prises en compte. Un résumé des principales études toxicologiques pour ce groupe plus vaste des gazoles et des kérosènes est présenté ci-dessous.

Toxicité à doses répétées

L'application cutanée à court terme (14 jours) et à doses répétées (7 jours/semaine) à un gazole (carburant JP-5) à raison de 0, 5 000, 10 000, 20 000, 30 000 ou 40 000 mg/kg p.c./j (dans de l'éthanol à 95 %) a provoqué une irritation, une perte de cheveux et une acanthose ou inflammation sur le site de traitement (dos rasé) à toutes les doses chez des souris mâles et femelles. Toutes les souris faisant partie du groupe ayant reçu la dose de 40 000 mg/kg p.c./j (n = 10) sont mortes, et seules les souris femelles (5/5) dans le groupe ayant reçu 30 000 mg/kg p.c./j sont mortes avant la fin de l'étude. Une dose sans effet nocif observé (DSENO) de 5 000 et une dose minimale entraînant un effet nocif observé (DMENO) de 10 000 mg/kg p.c./j ont été déterminées

par les auteurs de l'étude, d'après la diminution du poids corporel chez les deux sexes (NTP 1986).

L'exposition cutanée à doses répétées pendant 14 jours (5 j/semaine) a été indiquée comme causant l'anorexie, la dépression et de graves lésions cutanées à la zone traitée après l'application de 6 400 mg/kg p.c./j (une dose seulement) de carburant Jet A à des lapins (API 1980, API 2010).

Une étude de 21 jours sur l'exposition cutanée au carburant diesel n° 2 chez les lapins a fait l'objet de rapports (IITRI 1984, API 2012a,b). La substance a été appliquée sur la peau de lapins (tondus) à des doses de 200, 670 ou 2 000 mg/kg p.c./j, une fois par jour, 5 j/semaine. Toutes les doses ont donné lieu à une irritation cutanée minimale après la première exposition. Cependant, une irritation cutanée croissante et une perte de poils ont été notées avec la progression des traitements. De plus, les signes cliniques suivant l'exposition au carburant diesel ont été indiqués comme liés au degré d'irritation cutanée (API 2012a). La plus forte dose (2 000 mg/kg p.c./j) a causé la mort de 2/10 femelles et de 1/10 mâle. Les auteurs ont évalué la DMENO de l'étude à 200 mg/kg p.c./j selon la réduction de la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine qui a été observée conjointement à une irritation cutanée grave.

Au cours d'une étude de 28 jours (API 1985), l'exposition cutanée à du kérosène non dilué à des doses de 0, 200, 1 000 ou 2 000 mg/kg p.c./j (3 fois/semaine) a causé une irritation cutanée chez des lapins mâles et femelles, une réduction du nombre de globules sanguins chez les mâles et une augmentation du poids absolu et relatif de la rate chez les femelles. Les auteurs ont conclu que les changements hématologiques, biochimiques ou histopathologiques observés chez les rats mâles n'étaient pas liés au traitement, ou découlaient d'une irritation cutanée ou d'un changement de poids fortuit (API 1985, API 2010). Cependant, la US EPA a déterminé une DMENO de 200 mg/kg p.c. selon l'irritation cutanée chez les deux sexes ainsi que la réduction du nombre de globules rouges et l'augmentation du poids de la rate chez les rats femelles (US EPA 2006). Les signes cliniques liés au traitement indiqués dans le rapport de l'API (2010) comprennent la maigreur, la léthargie, la respiration sifflante et l'écoulement nasal et anal chez les deux sexes (API 1985, API 2010a,b).

L'exposition subchronique (90 jours) à du carburant JP-8 non dilué à 0, 750, 1 500 ou 3 000 mg/kg p.c./j par gavage chez des rats Sprague-Dawley mâles a entraîné une diminution du poids corporel proportionnelle à la dose à 6 %, 13 % ou 43 %, respectivement, par rapport aux témoins. Une augmentation du poids du foie, de la rate et des testicules a été observée dans le groupe ayant reçu la dose la plus élevée, mais aucun changement histopathologique n'a été observé (Mattie 1995). Une DMENO de 750 mg/kg p.c./j a été relevée par la US EPA, en raison d'une diminution du poids corporel, d'une augmentation du poids relatif du foie et d'un accroissement de la bilirubine totale (US EPA 2011b).

Lors d'une étude de 90 jours de l'exposition cutanée à doses répétées, l'application de kérosène hydrodésulfuré pendant 6 h/j, 5 j/semaine sur la peau tondu du dos n'a pas causé de toxicité systémique ni de neurotoxicité chez des rats mâles et femelles à des doses de 0, 165, 330 ou 495 mg/kg p.c./j (Breglia 2014). Le seul changement lié à la dose a été une irritation cutanée minimale au site traité, qui s'est avérée complètement réversible chez les deux sexes en moins de quatre semaines. La plus forte dose (495 mg/kg p.c./j) a été considérée par les auteurs de l'étude comme la DSENO pour la neurotoxicité, selon l'absence d'effets sur les systèmes nerveux central et périphérique et l'absence de signes de troubles neurologiques (Breglia 2014). L'exposition cutanée à des doses répétées de kérosène cause une irritation ou une délipidation locales, qui entraînent une dermatite chez de nombreux modèles animaux après une exposition répétée. La gravité de l'irritation dépend du type de substance, de la dose et de la durée d'exposition. Toutefois, il n'existe aucune donnée indiquant qu'une seule exposition à une faible dose de kérosène causerait des effets systémiques nocifs (CONCAWE 2017, 1999; API 2010).

L'exposition subchronique (28 jours) par inhalation (6 h/j, 5 j/semaine) à une dose nominale de 24 mg/m³ de kérosène hydrodésulfuré n'a causé aucun changement physiologique, hématologique ou histologique chez des rats SD mâles et femelles selon les auteurs d'une étude (API 1986, API 2010). Des DSENO relatives aux effets locaux ou systémiques inférieures à 24 mg/m³ ont été indiquées pour le kérosène dans le rapport de l'API (2010a,b).

Dans une autre étude, aucun changement significatif du poids de la rate ou du thymus n'a été observé par les auteurs, et aucun effet nocif n'a été vu dans les cellules du système immunitaire fonctionnel de rats ou souris femelles après une exposition par inhalation à 0, 500, 100 ou 2 000 mg/m³ de carburant aviation (kérosène) pendant 28 jours (6 h/j) (White 2013).

Toxicité pour la reproduction ou le développement

Au cours d'une étude sur la reproduction et le développement, l'application cutanée (1 mL/kg) de 165, 330 ou 494 mg/kg p.c./j de kérosène au cours des 14 jours précédant l'accouplement et pendant l'accouplement jusqu'au JG 19 (7 semaines) chez les femelles et pendant 8 semaines chez les mâles n'a pas causé de toxicité maternelle ou pour la reproduction ou le développement chez les rats femelles ou mâles. La dose la plus élevée (494 mg/kg p.c./j) a été présentée comme DSENO par les auteurs (Schreiner 1997).

Pendant une étude de l'exposition cutanée, des doses de 0, 25, 50, 125, 250 ou 500 mg/kg d'huile de recyclage légère (kérosène) ont été appliquées sur le dos rasé de rates gravides du JG 0 au JG 19 (Mobil 1988b, API 2012b). Une dose de 1 000 mg/kg p.c./j a été appliquée au cours des JG 0-6 ou 6-15 en raison d'une irritation grave au début du traitement. Toutes les rates ont présenté un érythème et une desquamation à toutes les doses. L'API a indiqué une DMENO relative à la toxicité pour

le développement de 1 000 mg/kg p.c./j en raison d'une réduction statistiquement significative du poids corporel des fœtus (API 2012b). Les études de quatre semaines disponibles sur l'exposition cutanée révèlent une irritation cutanée légère à modérée après l'exposition à des gazoles, mais aucun effet nocif significatif n'a été mentionné pour le système reproducteur des rats (API 2010a,b).

Dans une étude des effets de l'inhalation sur le développement, l'exposition au kérosène à des doses de 106 ou 364 ppm (environ 737 ou 2 530 mg/m³) de rates SD gravides pendant 6 h/j au cours des JG 6-15 n'a pas causé d'effet nocif sur le développement des descendants selon ce qu'indiquent les auteurs. Une DSENO maternelle ou tératogène de 364 ppm (2 530 mg/m³) a été rapportée dans cette étude (API 1979a, cité dans API 2012b, 2010b). De même, dans une autre étude du développement, l'exposition par inhalation au carburant Jet A à des doses de 102,5 ou de 394,7 ppm (environ 712 ou 2 744 mg/m³) de rates SD gravides pendant 6 h/j au cours des JG 6-15 n'a causé aucun effet indésirable noté sur la croissance ou le développement fœtal et n'a pas été jugé tératogène par les auteurs. Une DSENO maternelle ou tératogène de 394,7 ppm (2 744 mg/m³) a été rapportée dans cette étude (API 1979b, API 2012b, 2010b).

Dans une autre étude sur le développement, l'exposition orale (par gavage) à 0, 500, 1 000, 1 500 ou 2 000 mg/kg p.c./j de carburant JP-8 au cours des JG 6-15 (une fois par jour) a entraîné une réduction de 31 %, 70 % ou 85 % de la prise de poids, respectivement chez les rates gravides des groupes ayant reçu les doses de 1 000, 1 500 et 2 000 mg/kg p.c./j. Une diminution du poids corporel des fœtus a été observée chez les mâles (15 %) et les femelles (13 %) dans le groupe ayant reçu la dose de 1 500 mg/kg p.c./j (Cooper et Mattie 1996, US EPA Chemview 2018; US EPA 2011). Une DMENO pour le développement de 1 500 mg/kg p.c./j et une DSENO de 1 000 mg/kg p.c./j ont été signalées dans l'outil Chemview de la US EPA (2018), d'après la diminution de la prise de poids des fœtus. De plus, la dose de 500 mg/kg p.c./j a été considérée comme la DSENO pour la toxicité maternelle (US EPA Chemview 2018; US EPA 2011).

Cancérogénicité

Trois des gazoles et kérosènes restreints aux industries sont classés dans la catégorie 1B « pouvant causer le cancer » (tableau C-1, annexe C) (Commission européenne 2008, ECHA 2012). Toutefois, la Commission européenne (Règlement CE n° 1272/2008, annexe VI) précise que la classification comme cancérogène 1B ne s'applique pas à ces gazoles si l'historique du raffinage est connu et s'il peut être démontré que la ou les substances à partir desquelles ils sont produits ne sont pas cancérogènes. Ceci est habituellement démontré en s'assurant que les gazoles contiennent moins de 0,1 % de substances cancérogènes individuelles ou moins de 3 % en poids de HAP aromatiques totaux extractibles à l'aide de DMSO (Commission européenne 2004, Clark *et al.* 2013, CONCAWE 2012).

Durant une étude de deux ans sur l'exposition cutanée, l'application de carburant diesel marin ou JP-5 à des doses de 250 ou 500 mg/kg p.c. n'a donné lieu à aucun signe de cancérogénicité chez la souris mâle ou femelle (NTP 1986). Plusieurs études de l'exposition cutanée ont montré que l'exposition répétée à long terme à des distillats moyens de pétrole, y compris des kérosènes hydrodésulfurés, peut causer des tumeurs cutanées chez la souris uniquement après une irritation cutanée grave et prolongée par un mécanisme non génotoxique découlant de dommages et réparations cellulaires fréquents sur une longue période (Freeman *et al.* 1993; Freeman et McKee 1993; Ingram 1993; Nessel 1998; Walborg 1998). Les auteurs d'études ont indiqué que l'activité génératrice de tumeurs ne survenait pas si ces substances étaient appliquées sur la peau d'une manière qui n'entraîne pas d'irritation cutanée (par exemple diluées avec de l'huile minérale) (API 2010; CONCAWE 1996b).

Génotoxicité *in vitro* et *in vivo*

La génotoxicité potentielle des gazoles et kérosènes a été démontrée dans des essais *in vitro* et *in vivo*, bien que les résultats soient mitigés selon la substance et le type de test. Les résultats d'analyses multiples ont été examinés dans le cadre d'évaluations préalables antérieures des gazoles (Environnement Canada Santé Canada 2011, 2013, 2015).

En utilisant une modification de l'essai standard de mutation inverse sur bactéries *Salmonella*, on a constaté une forte corrélation entre l'activité mutagène et le pourcentage en poids de CAP extractibles par DMSO dans les huiles de base, avec une activité notée à 3 % en poids de CAP extractibles par DMSO et plus (API 2012a). Les essais modifiés différaient de l'essai standard de trois façons. En premier lieu, les essais ont été effectués uniquement sur la fraction extractible par DMSO. La seconde modification consistait à utiliser la préparation S-9 du foie de hamster induit par Aroclor à huit fois la concentration recommandée. En troisième lieu, on a utilisé exclusivement la souche TA98, soit le testeur le plus réactif aux mélanges complexes de CAP (API 2012a; Chasey 1993).

Comme pour les huiles de base, le potentiel de génotoxicité des gazoles et kérosènes restreints aux industries est lié à leur teneur en HAP, une teneur accrue en HAP étant associée à une génotoxicité plus grande (API 2013b).

Études épidémiologiques

Un nombre limité d'études chez les humains, y compris des études de cas et des études menées sur des volontaires, ont été relevées pour les gazoles. Dans une étude de cas, on a signalé une exposition cutanée importante et prolongée au « carburant diesel », qui a été utilisé pendant plusieurs semaines comme nettoyant pour les bras et les mains. Des douleurs épigastriques et des douleurs aux reins, des nausées, de l'anorexie, une dégénérescence de l'épithélium tubulaire rénal et une insuffisance rénale réversibles ont été observées (Crisp *et al.* 1979). En ce qui concerne l'exposition

professionnelle aux carburants diesel, une étude de cas témoin chez des patients mâles atteints d'un cancer a révélé un rapport de cotes ajusté combiné de 1,9 (intervalle de confiance à 90 % = 1,2-3,0) pour le cancer de la prostate chez les humains ayant subi une exposition significative ou non significative au carburant diesel. Cependant, les auteurs ont indiqué qu'il n'y avait aucune preuve d'une relation dose-réponse positive dans cette étude, et les résultats sont biaisés par l'exposition à d'autres substances pétrolières, et par des voies d'exposition inconnues (Siemietycki 1987). L'exposition professionnelle à long terme au kérosène par voie cutanée (5 h/j, dose inconnue) a produit une dermatose et un érythème chez des travailleurs d'usine (Jee 1985, ATSDR 1995b). Toutefois, aucune étude montrant la capacité des mazouts à causer des effets hépatiques, musculosquelettiques, immunologiques ou sur la reproduction ou le développement après une exposition cutanée des humains n'a été trouvée (ATSDR 1995b).

Études sur des volontaires humains

Les propriétés irritantes des carburants diesel ont été évaluées dans des études sur l'exposition cutanée à court terme sur des volontaires humains. Aucun effet cutané visible n'a été observé après 15 minutes d'exposition cutanée à 1,5 mL (environ 18 mg/kg p.c.) de six échantillons de carburant diesel sur une superficie de 3,1 cm². Cependant, une légère augmentation du débit sanguin vers cette surface a été observée dans certains cas (Wahlberg 1995). Dans une autre étude de l'exposition cutanée chez des volontaires humains, on a observé une augmentation de l'irritation cutanée avec le temps d'exposition cumulatif, lorsque des échantillons de carburant diesel ont été appliqués à des intervalles de 15 minutes à 48 heures. L'irritation a été notée la première fois après 4 heures d'exposition. L'occlusion du site d'application et l'application de mélanges de carburants « plus récents » (c'est-à-dire à faible teneur en aromatiques et en soufre) (échantillons MK I et MK II) ont provoqué une plus grande irritation (Fischer et Bjarnason 1996).

8.3 Caractérisation des risques pour la santé humaine

8.3.1 Exposition par les milieux naturels

Les risques potentiels pour la population générale découlant d'une exposition possible aux gazoles lors de leur production, de leur utilisation et de leur transport entre les installations pétrolières ont déjà été évalués (Environnement Canada, Santé Canada 2013). L'exposition maximale annuelle moyenne par inhalation du gazole (64742-47-8) de la population générale vivant à proximité d'une installation non pétrolière utilisant des gazoles est de 0,055 (adultes de 19 ans et plus) à 0,16 mg/kg p.c./j (nourrissons, 1 an), si l'on suppose une absorption complète par inhalation. Comparativement à la DMENO orale subchronique sur 90 jours de 750 mg/kg p.c./j pour la diminution du poids corporel et l'augmentation du poids du foie, de la rate et des testicules (Mattie 1995), ces expositions entraînent des marges d'exposition de 4 700 à 13 600. Comme ces dernières sont jugées adéquates pour tenir compte de l'incertitude entourant les

données disponibles sur les dangers et l'exposition, le risque pour la population générale du Canada que cause l'exposition par inhalation à des gazoles et kérosènes provenant d'installations industrielles non pétrolières est jugé faible.

Comme il est décrit à la section 8.1.1, il est possible que des gazoles et kérosènes restreints aux industries soient rejetés dans les plans d'eau par l'intermédiaire des eaux usées. Il y a un risque potentiel d'exposition si ces substances sont rejetées dans les plans d'eau qui servent de source d'eau potable. Il serait important de savoir si l'un ou l'autre de ces gazoles et kérosènes restreints aux industries contient des composants HAP ou BTEX. Des recommandations fédérales canadiennes et des règlements provinciaux et municipaux sont en place pour tous les rejets industriels dans l'eau et pour l'eau potable elle-même, pour de nombreux composants potentiels des gazoles et kérosènes restreints aux industries, y compris les HAP et les BTEX. On trouvera des exemples de ces recommandations et règlements aux niveaux fédéral, provincial et municipal : CCME 1999; CCME 2004a,b,c,d; CCME 2008; Ontario 1994; Ontario 2017; Ottawa 2011; Ottawa 2018. On s'attend à ce qu'après un traitement dans une installation de traitement de l'eau potable, l'eau destinée à la consommation et à l'usage dans les douches et les bains ne contienne pas de composants des gazoles et des kérosènes à un niveau qui pourrait être jugé préoccupant pour la santé humaine.

L'évaluation des effets sur la santé humaine a pris en considération les groupes de personnes au sein de la population canadienne qui pourraient, en raison d'une susceptibilité ou d'une exposition accrue, être plus à risque que la population générale de subir des effets nocifs pour la santé. Les sous-populations qui vivent à proximité d'installations industrielles non pétrolières utilisant des gazoles et des kérosènes et sont susceptibles d'être plus exposées à des émissions dans l'air ont été prises en compte dans l'évaluation.

8.4 Incertitudes dans l'évaluation des risques pour la santé humaine

On manque de données précises sur les dangers d'un grand nombre de gazoles et de kérosènes visés par la présente évaluation. Les substances pour lesquelles on dispose de plus de données, dont le kérosène, le carburant d'aviation et le carburant diesel, sont jugées représentatives des gazoles et kérosènes restreints aux industries. On note également un manque de renseignements sur l'exposition aux gazoles et kérosènes restreints aux industries dans les milieux environnementaux.

L'épandage de biosolides contenant des gazoles et kérosènes restreints aux industries sur les terres agricoles n'a pas été évalué, mais cette utilisation ne devrait pas constituer une source importante d'exposition pour la population générale. On manque cependant de données sur cette source d'exposition.

9. Conclusion

Compte tenu de tous les éléments de preuve contenus dans la présente évaluation, les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries visés par cette évaluation présentent un faible risque d'effets nocifs sur l'environnement. Il est conclu que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries visés par cette évaluation ne satisfont pas aux critères énoncés aux alinéas 64a) ou b) de la LCPE, car ils ne pénètrent pas dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur la diversité biologique, ou à mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie.

À la lumière des renseignements contenus dans la présente évaluation, il est conclu que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries visés par cette évaluation ne satisfont pas aux critères énoncés à l'alinéa 64c) de la LCPE, car ils ne pénètrent pas dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à constituer un danger au Canada pour la vie ou la santé humaines.

Il est conclu que les 26 gazoles et kérosènes restreints aux industries visés par cette évaluation ne satisfont à aucun des critères énoncés à l'article 64 de la LCPE.

Références

Avis sur les langues officielles

Les publications d'Environnement et Changement climatique Canada sont conformes à la Loi sur les langues officielles. Le Ministère s'est engagé à publier les renseignements en français et en anglais. Toutefois, les utilisateurs doivent savoir que certains documents cités à l'appui des données proviennent de sources non gouvernementales ou non canadiennes et ont été publiés dans la langue dans laquelle ils ont été rédigés. Citons notamment les publications d'organisations étrangères et les articles parus dans des revues savantes qui ne sont pas assujettis à cette Loi.

Adam G, Duncan HG. 1999. Effect of diesel fuel on growth of selected plant species. *Environ Geochem Health*. 21:353-357. (disponible en anglais seulement)

Air Force. 1989. The installation restoration program toxicology guide: Volume 4. Contract no. 1891-A076-AI. Wright Patterson Air Force Base, OH: Harry G. Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Aerospace Medical Division, Air Force Systems Command. DOE Interagency Agreement No. 1891-A076-AI. [cité dans ATSDR 1995b]. (disponible en anglais seulement)

Alberta Environment. 2001. Guidelines for the application of municipal wastewater sludges to agricultural lands (updated 2009). Edmonton (Alberta): Alberta Environment. <https://open.alberta.ca/publications/0778514900>, consulté le 19 août 2021. (disponible en anglais seulement)

Altgelt K, Boduszynski M. 1994. *Composition and Analysis of Heavy Fractions*, Marcel Dekker, Inc. [cité dans API 2012a]. (disponible en anglais seulement)

Andersen I, Lundqvist GR, Milhave L, Pedersen OF, Proctor DF, Vaeth M, Wyon DP. 1983. Human exposure to controlled levels of toluene in six-hour exposures. *Scand J Work Environ Health*. 9:405-418. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 1979. Teratology study in rats, diesel fuel. *API Med Res Publ*. 27-32174, Washington D.C. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 1980. Acute toxicity tests on API 79-6, diesel fuel (market-place sample). Primary dermal irritation. Primary eye irritation. Skin sensitization. Acute dermal toxicity. Acute oral toxicity. Subacute dermal toxicity. Study conducted by Elars Bioresearch Laboratories Inc. Report No. 27-32817. Washington (DC): API. [cité dans API 2003; ECB 2000b; CONCAWE 1996b]. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 1985. Acute oral toxicity study in rats. Acute dermal toxicity study in rabbits. Primary dermal irritation study in rabbits. Primary eye irritation study in rabbits. Dermal sensitization study in guinea pigs. API 83-09 straight run kerosine (CAS 8008-20-6). *HESD Res. Publ*. No. 32-32858 [cité dans API 2003]. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 1986. Four-week subchronic inhalation toxicity study in rats: Final report API 81-07, hydrodesulfurized kerosine (petroleum) (CAS 64742-81-0). API 81-09, hydrodesulfurized middle distillate (petroleum) (CAS 64742-80-9). API 81-10, hydro-desulfurized middle

distillate (petroleum) (CAS 64742-80-9). API Med Res Publ. 33-32724, Washington D.C. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2003. Robust summary of information on kerosene/jet fuel. Report No. 201-15020B. American Petroleum Institute. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2010a. High Production Volume (HPV) Chemical Challenge Program. Kerosene/Jet Fuel Category Analysis Assessment Document. Washington (DC): American Petroleum Institute. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2010b. Robust summary of information on kerosene/jet fuel. Consortium Registration #1100997. Updated September 2010. American Petroleum Institute. [Consulté en juillet 2017]. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2012a. High Production Volume (HPV) Chemical Challenge Program. Gas Oils Category Analysis Document and Hazard Characterization. Washington (DC): American Petroleum Institute. [Consulté le 11 avril 2019]. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2012b. Robust summary of information on Gas Oils. Consortium Registration #1100997 Updated Oct. 23, 2012, 363 pp. [Consulté le 11 avril 2019]. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2012c. Product composition of hydrodesulfurized kerosene, CAS RN 64742-81-0. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2013a. Product composition of light catalytic cracked gas oil, CAS RN 64741-59-9. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2013b. Gas Oils Category Analysis Document and Hazard Characterization. [Consulté le 17 avril 2018]. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2014a. Gas Oils Analytical Data (spreadsheet). March 26, 2014 [Consulté le 1er juin 2017]. (disponible en anglais seulement)

[API] American Petroleum Institute. 2014b. Kerosene-Jet Fuel Analytical Data (spreadsheet). March 26, 2014 [Consulté le 1er juin 2017]. (disponible en anglais seulement)

Arnot JA, Gobas FA. 2003. A generic QSAR for assessing the bioaccumulation potential of organic chemicals in aquatic food webs. *QSAR Comb Sci* 22: 337-345. (disponible en anglais seulement)

Arthurs P, Stiver WH, Zytner RG. 1995. Passive volatilization of gasoline from soil. *J Soil Contam.* 4:1-13. (disponible en anglais seulement)

Atlas, MR. 1981. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. *Microbiol Rev* 45:180-209. (disponible en anglais seulement)

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1995a. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons. U.S. Department of Health and Human Services. (disponible en anglais seulement)

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1995b. Toxicological profile for Fuel Oils. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. [cité le 10 octobre 2017]. (disponible en anglais seulement)

Banerjee S. 1984. Solubility of organic mixtures in water. *Environ Sci Technol* 18: 587–591. (disponible en anglais seulement)

[BDIPSN] Base de données d'ingrédients de produits de santé naturels [Base de données]. [modifiée le 10 janvier 2017]. Ottawa (Ontario) : Santé Canada. [Consulté le 24 janvier 2018].

[BDPSNH] Produits de santé naturels homologués. [Base de données] [modifiée le 10 août 2016] Ottawa (Ontario): Santé Canada. [Consulté le 24 janvier 2018]. (La base de données a été mise à jour le 2018-02-06)

Bott T, Rogenmuser K. 1978. Effects of no. 2 fuel oil, Nigerian crude oil, and used crankcase oil on attached algal communities: acute and chronic toxicity of water-soluble constituents. *Appl Environ Microbiol* 36: 673-682. (disponible en anglais seulement)

Breglia R, Bui Q, Burnett D, Koschier F, Lapadula E, Podhasky P, Schreiner C, White R. 2014. A 13-week dermal repeat-dose neurotoxicity study of hydrodesulfurized kerosene in rats. *Int J Toxicol* 33 (Suppl 1): 685-775. (disponible en anglais seulement)

British Columbia. 2017. Past Spill Incidents, Incident Overviews April 2016 – Earlier. [Consulté le 11 avril 2017]. (disponible en anglais seulement)

Brost EJ, DeVaul GE. 2000. Non-aqueous phase liquid (NAPL) mobility limits in soil. In: *API Soil and Groundwater Research Bulletin No. 9*. Washington (DC): American Petroleum Institute. (disponible en anglais seulement)

Canada. 1999. Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). L.C. 1999, ch. 33. *Gazette du Canada*, Partie III, vol. 22, n° 3.

Cappaert NLM, Klis SFL, Baretta AB, Muijser H, Smoorenburg GF. 2000. Ethyl benzene-induced ototoxicity in rats: A dose-dependent mid-frequency hearing loss. *JARO* 01: 292-299. (disponible en anglais seulement)

[CCME] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. Recommandations canadiennes pour les résidus dans les tissus : protection des espèces fauniques consommant le biote aquatique. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HA). Hull (Québec).

[CCME] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2004a. Recommandations canadiennes pour la qualité des sols - Environnement et santé humaine : Benzène (2004). Dans : Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg. [Consulté le 16 novembre 2017].

[CCME] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2004b. Recommandations canadiennes pour la qualité des sols - Environnement et santé humaine : Toluène (2004). Dans : Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Conseil canadien des ministres de l'environnement. [Consulté le 16 novembre 2017].

[CCME] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2004c. Recommandations canadiennes pour la qualité des sols - Environnement et santé humaine : Éthylbenzène (2004). Dans : Recommandations

canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg. [Consulté le 16 novembre 2017].

[CCME] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2004d. Recommandations canadiennes pour la qualité des sols - Environnement et santé humaine : Xylènes (2004). Dans : Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg. [Consulté le 16 novembre 2017].

[CCME] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2008. Canada-wide standards for petroleum hydrocarbons (PHC) in soil: scientific rationale. Supporting technical document. Winnipeg (MB): Canadian Council of Ministers of the Environment. Report No.: PN 1399. [Consulté le 11 avril 2019]. (disponible en anglais seulement)

[CE] Commission européenne. 2004. Directive 2004/93/CE de la Commission du 21 septembre 2004 portant modification de la directive 76/768/CEE du Conseil en vue de l'adaptation au progrès technique de ses annexes II et III. Office des publications de l'Union européenne, 25-09-2004, L 300, vol. 13. [Consulté le 11 avril 2019].

[CE] Commission européenne. 2008. Détails sur les substances classées dans l'annexe VI du règlement (CE) no 1272/2008. [Base de données sur Internet]. Ispra (IT) : Commission européenne, Centre commun de recherche, Institut pour la santé et la protection des consommateurs. [Cité en 2014]. [Consulté le 11 avril 2019].

Cermak JH, Stephenson GL, Birkholz D, Dixon DG. 2013. Investigation of the toxicokinetics of petroleum hydrocarbon distillates with the earthworm *Eisenia andrei*. *Environ Toxicol Chem* 32:1006-1015. (disponible en anglais seulement)

Chasey KL, McKee RH. 1993. Evaluation of the dermal carcinogenicity of lubricant base oils by the mouse skin painting bioassay and other proposed methods. *J Appl Toxicol* 13:57-65. (disponible en anglais seulement)

Clark CR, McKee RH, Freeman JJ, Swick D, Mahagaokar S, Pigram G, Roberts LG, Smulders CJ, Beatty PW. 2013. A GHS-consistent approach to health hazard classification of petroleum substances, a class of UVCB substances. *Reg. Toxicol. Pharmacol.* 67: 409-420. (disponible en anglais seulement)

[CONCAWE] Conservation of Clean Air and Water in Europe. 1995. Kerosines/jet fuels. Prepared by CONCAWE's Petroleum Products and Health Management Groups. Brussels (BE): CONCAWE. Product Dossier No. 94/106. 45 pp. (disponible en anglais seulement)

[CONCAWE] Conservation of Clean Air and Water in Europe. 1996a. Gas oils (diesel fuels/heating oils). Prepared by CONCAWE's Petroleum Products and Health Management Groups. Brussels (BE): CONCAWE. Product Dossier No. 95/107. 66 p. (disponible en anglais seulement)

[CONCAWE] Conservation of Clean Air and Water in Europe. 1996b. Overview of the CONCAWE middle distillate programme. Prepared by CONCAWE's Toxicology Subgroup for the Health Management Group. Brussels (BE): CONCAWE. Report No. 96/62. [Consulté en juillet 2017]. (disponible en anglais seulement)

[CONCAWE] Conservation of Clean Air and Water in Europe. 1996c. Environmental risk assessment of petroleum substances: hydrocarbon block method. CONCAWE Report No. 96/52. Prepared by members of CONCAWE's Petroleum Products Ecology Group (King DJ, Lyne RL, Girling A, Peterson DR, Stephenson R and Short D). Brussels (Belgium): CONCAWE. (disponible en anglais seulement)

[CONCAWE] Conservation of Clean Air and Water in Europe. 2012. REACH – Analytical characterisation of petroleum UVCB substances. Brussels (BE): CONCAWE, Analytical Information Task Force. Report No.: 7/12. (disponible en anglais seulement)

Cooper JR, Mattie DR. 1996. Developmental toxicity of JP-8 jet fuel in the rat. *J Appl Toxicol*. 16(3):197-200. (disponible en anglais seulement)

Crisp AJ, Bhalla AK, Hoffbrand BI. 1979. Acute tubular necrosis after exposure to diesel oil. *Brit Med J* 2: 177. (disponible en anglais seulement)

Di Toro DM, McGrath JA, Stubblefield WA. 2007. Predicting the toxicity of neat and weathered crude oil: toxic potential and the toxicity of saturated mixtures. *Environ Tox Chem*. 26:24-36. (disponible en anglais seulement)

Dow RL. 1978. Size-selective mortalities of clams in an oil spill site. *Mar Poll Bull* 9:45-48 [cité dans CONCAWE 1995]. (disponible en anglais seulement)

[ECB] European Chemicals Bureau. 2000a. IUCLID dataset for distillates (petroleum), hydrotreated middle, CAS RN 64742-46-7. European Chemicals Bureau, European Commission. (disponible en anglais seulement)

[ECB] European Chemicals Bureau. 2000b. IUCLID dataset for distillates (petroleum), solvent-refined middle, CAS RN 64741-91-9. European Chemicals Bureau, European Commission. (disponible en anglais seulement)

[ECB] European Chemicals Bureau. 2000c. IUCLID dataset for distillates (petroleum) acid-treated middle, CAS RN 64742-13-8. European Chemicals Bureau, European Commission. (disponible en anglais seulement)

[ECB] European Chemicals Bureau. 2000d. IUCLID dataset for gas oils (petroleum), hydrodesulfurized, CAS RN 64742-79-6. European Chemicals Bureau, European Commission. (disponible en anglais seulement)

[ECB] European Chemicals Bureau. 2000e. IUCLID dataset for distillates (petroleum), light hydrocracked, CAS RN 64741-77-1. European Chemicals Bureau, European Commission. (disponible en anglais seulement)

[ECB] European Chemicals Bureau. 2003. Technical guidance document on risk assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) No 1488/94 on risk assessment for existing substances. Luxembourg City (LU): European Chemicals Bureau. (disponible en anglais seulement)

[ECCC] Environnement et Changement climatique Canada. 2016a. Rapport des données recueillies en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999). Avis concernant certaines substances pétrolières prioritaires de la Liste intérieure. *Gazette du Canada*, Partie I, vol. 149, n° 30. 25 juillet 2015. p. 1979-1991. Rapport préparé pour : Environnement Canada, Division du pétrole, du gaz et de l'énergie de remplacement, 7 octobre 2016.

[ECCC] Environnement et Changement climatique Canada. 2016b. Report of data on petroleum substances collected by voluntary data gathering initiative. Données préparées par : Environnement Canada, Santé Canada; Programme des substances existantes, 24 nov. 2016.

[ECCC] Environnement et Changement climatique Canada. 2022. Supporting Documentation: Effects and Other Data. Gatineau (QC): Information in support of the Draft Screening Assessment for Gas Oils and Kerosenes. Disponible auprès de substances@ec.gc.ca.

[ECCC, SC] Environnement et Changement climatique Canada, Santé Canada. 2011. Évaluation préalable. Approche pour le secteur pétrolier. Gazoles [restreints aux installations], n° CAS 68333-25-5. Santé Canada, Ottawa. [Consulté le 16 mars 2020].

[ECCC, SC] Environnement et Changement climatique Canada, Santé Canada. 2016. Rapport d'évaluation préalable. Éthylbenzène. Santé Canada, Ottawa. [Consulté le 16 mars 2018].

[ECCC, SC] Environnement et Changement climatique Canada, Santé Canada. [modifié le 12 mars 2017]. Catégorisation. Ottawa (Ont.), Gouvernement du Canada. [Consulté le 21 juillet 2021].

[ECHA] European Chemicals Agency. 2012. CMR Substances from Annex VI of the CLP Regulation. Annex I. Helsinki, Finland. [Consulté le 4 octobre 2017]. (disponible en anglais seulement)

[ECHA] European Chemicals Agency. 2016. Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.16: Environmental exposure estimation, version 3.0. Helsinki (FI): ECHA. (disponible en anglais seulement)

Environnement Canada. 2011. Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), paragraphe 71 : Avis concernant certaines substances pétrolières de priorité élevée apparaissant sur la Liste intérieure. *Gazette du Canada*, Partie I, vol. 145, n° 51. 17 décembre 2011. p. 3740–3762. [Consulté le 24 octobre 2017].

Environnement Canada. 2012. Données recueillies en vertu de l'article 71 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) : Avis concernant certaines substances pétrolières de priorité élevée apparaissant sur la Liste intérieure*, *Gazette du Canada*, Partie I, vol. 145, n° 51. 17 décembre 2011. p. 3740–3762. Données préparées par : Environnement Canada, Santé Canada; Programme des substances existantes.

Environnement Canada. 2013. Operation data of major Canadian lubricant producers. Direction Générale de l'intendance environnementale, Gatineau (Québec).

Environnement Canada. 2014. Technical document on the persistence and bioaccumulation potential of petroleum hydrocarbons. Gatineau (QC): Ecological Assessment Division, Environment Canada. Disponible sur demande auprès de substances@ec.gc.ca.

Environnement Canada. 2015. Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Avis concernant certaines substances pétrolières prioritaires de la Liste intérieure. *Gazette du Canada*, Partie I, vol. 149, n° 30. 25 juillet 2015. p. 1979-1991.

Environnement Canada, Santé Canada. 1993. Liste des substances d'intérêt prioritaire – Rapport d'évaluation, Benzène. Gouvernement du Canada, Environnement Canada, Santé Canada, Ottawa (Ont.). [Consulté le 10 mai 2018].

Environnement Canada, Santé Canada. 1994. Liste des substances d'intérêt prioritaire - Rapport d'évaluation, Hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ottawa (Ontario). [Consulté le 9 avril 2018].

Environnement Canada, Santé Canada. 2011. Évaluation préalable, approche pour le secteur pétrolier : gazoles [restreints aux installations], RN CAS 68333-25-5. Ottawa (Ontario) : Environnement Canada, Santé Canada.

Environnement Canada, Santé Canada. 2013. Évaluation préalable finale, approche pour le secteur pétrolier : gazoles; restreints aux industries. Ottawa (Ontario) : Environnement Canada, Santé Canada.

Environnement Canada, Santé Canada. 2014. Évaluation préalable finale, approche pour le secteur pétrolier : Carburants aviation [Carburants], RN CAS 64741-86-2, 64741-87-3, 64741-27-5. Ottawa (Ontario) : Environnement Canada, Santé Canada.

Environnement Canada, Santé Canada. 2015. Évaluation préalable pour l'approche pour le secteur pétrolier : Groupe 3 - Mazouts n° 2; Combustibles. Ottawa (Ontario) : Environnement Canada, Santé Canada. [Consulté le 16 mars 2018].

[EPI Suite] Estimation Programs Interface Suite for Microsoft Windows [Estimation Model]. 2008. Version 3.4. Washington (DC): US Environmental Protection Agency, Office of Pollution Prevention and Toxics; Syracuse (NY): Syracuse Research Corporation. [Consulté le 24 novembre 2017]. (disponible en anglais seulement)

[FDS] Fiche de données de sécurité. 2021. Carburant diesel. Petro-Canada [Consulté le 6 juillet 2021].

Fischer T, Bjarnason B. 1996. Sensitizing and irritant properties of 3 environmental classes of diesel oil and their indicator dyes. *Contact Dermatitis* 34:309-315. (disponible en anglais seulement)

Freeman JJ, Federici TM, McKee RH. 1993. Evaluation of the contribution of chronic skin irritation and selected compositional parameters to the tumorigenicity of petroleum middle distillates in mouse skin. *Toxicology* 81:103-112. (disponible en anglais seulement)

Freeman J, McKee R. 1993. The objectives and goals of dermal carcinogenicity testing of petroleum liquids. In: *Health Risk Assessment. Dermal and Inhalation Exposure and Absorption of Toxicants*. R. Wang, J. Knaak and H. Maibach, eds., CRC Press, Boca Raton, Fl. pp. 283-290. (disponible en anglais seulement)

Grassle JF, Elmgren R, Grassle JP. 1981. Response of benthic communities in MERL experimental ecosystems to low level, chronic additions of No. 2 fuel oil. *Mar Environ Res* 4: 279-297. (disponible en anglais seulement)

Hamoutene D, Payne JF, Andrews C, Wells J, Guiney J. 2004. Effects of a synthetic drilling fluid (IPAR) on antioxidant enzyme and peroxisome proliferation in the American lobster, *Homarus americanus*. *Can Tech Rep Fish Aquat Sci* No. 2554. Ottawa (ON): Department of Fisheries and Oceans. (disponible en anglais seulement)

Harris KA, Nichol LM, Ross PS. 2011. Hydrocarbon concentrations and patterns in free-ranging sea otters (*Enhydra lutris*) from British Columbia, Canada. *Environ Toxicol Chem* 30: 2184-2193. (disponible en anglais seulement)

Household Products Database. 2016. U.S. Department of Health and Human Services, Bethesda, MD. [Consulté le 22 septembre 2017]. (disponible en anglais seulement)

[HSPA] Hydrocarbon Solvents Producers Association. 2018. Hydrocarbon Solvents REACH Registrations, CAS-EC number relationship. [Consulté le 13 février 2020]. (disponible en anglais seulement)

[IITRI] IIT Research Institute. 1984. Three week percutaneous toxicity study of diesel fuel in rabbits. Final report. IITRI Project No. L8100. Study sponsored by Standard Oil Co. (Indiana). Chicago (IL): IIT Research Institute. [cité dans API 2003]. (disponible en anglais seulement)

Industrie Canada. 2012. Statistiques relatives à l'industrie canadienne. Base de données sur la structure des industries canadiennes, décembre 2012. Statistiques relatives aux plastiques et caoutchouc, aux métaux fabriqués, aux machines et à l'équipement de transport. [Consulté le 28 janvier 2015].

Ingram AJ, King DJ, Grasso P, Sharratt M. 1993. The early changes in mouse skin following topical application of a range of middle distillate oil products. *J Appl Toxicol* 13: 247–257. (disponible en anglais seulement)

[INRP] Inventaire national des rejets de polluants. 2020. Aperçu des données déclarées et révisées. Gatineau (Québec): Environnement et Changement climatique Canada.

Institute of Petroleum. 1992. Test Standard IP 346, Determination of polycyclic aromatics in unused lubricating base oils and asphaltene free petroleum fractions - Dimethyl sulphoxide extraction refractive index method. Energy Institute, London, UK. (disponible en anglais seulement)

Jee SH, Wang JD, Sun CC, et al. 1985. Prevalence of probable kerosene dermatoses among ballbearing factory workers. *Stand J Work Environ Health*. 12(1):61-65. (disponible en anglais seulement)

Jokuty P, Whiticar S, Wang Z, Fingas M, Fieldhouse B, Lambert P, Mullin J. 1999. Properties of crude oils and oil products, Volume 2. Environment Canada, Environmental Technology Centre. Report Series No. EE-165. (disponible en anglais seulement)

Kim M, Guerra P, Theocharides M, Barclay K, Smyth SA and Alaei M. 2013. Polybrominated diphenyl ethers in sewage sludge and treated biosolids: effect factors and mass balance. *Water Research* 47: 6496-6505. (disponible en anglais seulement)

Klein SA, Jenkins D. 1983. The toxicity of jet fuels to fish-II. The toxicity of JP-8 to flagfish (*Jordanella floridae*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and golden shiners (*Notemigonus chrysoleucas*). *Wat Res* 17:1213-1220. [cité dans CONCAWE 1995]. (disponible en anglais seulement)

Korsak Z, Wisniewska-Knypl J, Swiercz R. 1994. Toxic effects of subchronic exposure to n-butyl alcohol and m-xylene in rats. *Int J Occup Med Environ Health*. 7(2):155-166. (disponible en anglais seulement)

Liste des produits de formulation de l'ARLA. 2010. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. Ottawa (Ontario) : Santé Canada, [Consulté le 16 mars 2018].

Lyman WJ, Reehl WF, Rosenblatt DH. 1990. Handbook of chemical property estimation methods: environmental behavior of organic compounds. Washington (DC): American Chemical Society [cité dans Environnement Canada 2014]. (disponible en anglais seulement)

MacLean MM, Doe KG. 1989. The comparative toxicity of crude and refined oils to *Daphnia magna* and *Artemia*. Dartmouth (NS): Environment Canada, Environmental Protection Directorate. Unpublished. Report EE-111. (disponible en anglais seulement)

Mattie DA, Marit GB, Flemming CD, Cooper JR. 1995. The effects of JP8 jet fuel on male Sprague-Dawley rats after a 90-day exposure by oral gavage. *Toxicol Indust Health*. 11(4):423-435. (disponible en anglais seulement)

McGrath JA, Fanelli CJ, Di Toro DM, Parkerton TF, Redman AD, Leon Paumen M, Comber M, Eadsforth CV, den Haan K. 2018. Re-evaluation of target lipid model-derived HC5 predictions for hydrocarbons. *Environ Toxicol Chem*. 37(6):1579-1593. (disponible en anglais seulement)

Meridian. 2009. Meridian MSDS Database for Petroleum Products. [Base de données]. Meridian Environmental Inc. Calgary, AB. Health Canada Internal Document. (disponible en anglais seulement)

[Mobil] Mobil Oil Corporation. 1988. Light cycle oil developmental toxicity screen in rats. Study No. 50511. Princeton (NJ): Mobil Oil Corporation, Environmental and Health Sciences Laboratory. [cité dans API 2003]. (disponible en anglais seulement)

[Mobil] Mobil Oil Corporation. 1991. Thirteen week dermal administration of Beaumont Coker Light Gas Oil to rats. Final report of Study No. 61996. Princeton (NJ): Mobil Oil Corporation, Environmental and Health Sciences Laboratory. [cité dans API 2003]. (disponible en anglais seulement)

MSDS [Material Safety Data Sheet]. 2013. ATOSOL 200, Total Petrochemicals and Refining USA, Inc. [Consulté le 28 juin 2017]. (disponible en anglais seulement)

MSDS [Material Safety Data Sheet]. 2014. ATOSOL 200 AN, Total Petrochemicals and Refining USA, Inc. (disponible en anglais seulement)

MSDS [Material Safety Data Sheet]. 2016. ODC@15 Drilling fluid base oil. Sasol Chemicals USA (LLC). [Consulté le 28 juin 2017]. (disponible en anglais seulement)

Muijs B, Jonker M. 2010. A closer look at bioaccumulation of petroleum hydrocarbon mixtures in aquatic worms. *Environmental Toxicology and Chemistry*, V29, 9, pp 1943 – 1949. (disponible en anglais seulement)

Murray DAJ, Lockhart WL, Webster GRB. 1984. Analysis of the water-soluble fraction of crude oils and petroleum products by gas chromatography. *Oil Petrochem Pollut*. 2: 39-46. [cité dans Jokuty *et al.* 1999]. (disponible en anglais seulement)

Nessel CS, Priston RA, McKee RH, Cruzan G, Riley AJ, Hagermann R, Plutnick RT, Simpson BJ. 1998. A comprehensive evaluation of the mechanism of skin tumorigenesis by straight-run and cracked petroleum middle distillates. *Toxicol Sci* 44: 22–31. (disponible en anglais seulement)

[NTP] National Toxicology Program. 1986. Toxicology and carcinogenesis studies of Marine Diesel Fuel and JP-5 Navy Fuel (CAS No. 8008-20-6) in B6C3F1 mice (Dermal Studies). NTP TR 310. RTP, USA (disponible en anglais seulement)

[OECD] Organisation for Economic Cooperation and Development. 2000. Guidance document on aquatic toxicity testing of difficult substances and mixtures. OECD Environmental Health and Safety Publications, Series on Testing and Assessment No. 23. OECD, Paris, France. [cité dans API 2012] (disponible en anglais seulement)

[OECD] Organisation for Economic Co-operation and Development. 2004. Emission scenario document on lubricants and lubricant additives. ENV/JM/MONO(2004)21. Environment Directorate, Joint Meeting of

the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. November 26. (disponible en anglais seulement)

[Ontario 1994] Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario. 2017. Gestion de l'eau : politiques, lignes directrices, objectifs provinciaux de qualité de l'eau. Toronto (Ontario). [Consulté le 16 août 2017].

[ONU] Nations Unies. 2011. Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH). Genève (Suisse). ST/SG/AC.10/30/Rev.4 [Consulté en août 2017].

[Ottawa] Ottawa Sewage Use Program. 2011. Guide for Discharging Wastewater from Industrial Facilities. Ottawa, Ontario. [Consulté le 11 avril 2019]. (disponible en anglais seulement)

[Ottawa] Ville d'Ottawa. 2018. Purification, qualité et livraison de l'eau. Puits municipaux et usines de purification. Ottawa, Ontario. [Consulté le 27 mars 2018].

Payne JF, Fancey LL, Hellou J, King MJ, Fletcher GL. 1995. Aliphatic hydrocarbons in sediments: a chronic toxicity study with winter flounder (*Pleuronectes americanus*) exposed to oil well drill cuttings. *Can J Fish Aquat Sci* 52:2724-2735. (disponible en anglais seulement)

Payne J, Andres C, Whiteway S, Lee K. 2001. Definition of sediment toxicity zones around oil development sites: dose response relationships for the monitoring surrogates Microtox® and amphipods, exposed to Hibernia source cuttings containing a synthetic base oil. *Can Manuscr Rep Fish Aquat Sci* No. 2577. August 2001. Ottawa (ON): Department of Fisheries and Oceans. (disponible en anglais seulement)

[PETROTOX] PETROTOX Estimation Model. 2011. Version 3.06. Conservation of Clean Air and Water in Europe (CONCAWE). Brussels (BE). [Consulté le 16 mars 2018]. (disponible en anglais seulement)

Potter T, Simmons K. 1998. Composition of petroleum mixtures. Vol 2. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Amherst (MA): Association for Environmental Health and Sciences Foundation. (disponible en anglais seulement)

Redman AD, Parkerton TF, McGrath JA, Di Toro DM. 2012. PETROTOX: An aquatic toxicity model for petroleum substances. *Env. Tox. Chem.* 31: 2498-2506. (disponible en anglais seulement)

[RIVM] Consumer Exposure Model (ConsExpo) 2006a. Version 4.1. The National Institute for Public Health and the Environment (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). Bilthoven, Netherlands. (disponible en anglais seulement)

[RIVM] The National Institute for Public Health and the Environment (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). 2006b. Cleaning Products Fact Sheet. Bilthoven, Netherlands. (disponible en anglais seulement)

[RIVM] The National Institute for Public Health and the Environment (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). 2006c. Cosmetics Fact Sheet. Bilthoven, Netherlands. (disponible en anglais seulement)

[RIVM] The National Institute for Public Health and the Environment (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). 2007. Do-It-Yourself Products Fact Sheet, Bilthoven, Netherlands. (disponible en anglais seulement)

Rozen MG, Snyder CA, Albert RE. 1984. Depressions in B- and T-lymphocyte mitogen-induced blastogenesis in mice exposed to low concentrations of benzene. *Tox Lett.* 20:343-349. (disponible en anglais seulement)

Santé Canada. 1998. Exposure Factors for Assessing Total Daily Intake of Priority Substances by the General Population of Canada. Health Canada, Environmental Health Directorate, Bureau of Chemical Hazards. (disponible en anglais seulement)

Santé Canada. 2015. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Toluène, l'éthylbenzène et les xylènes. Document technique. Gouvernement du Canada. Ottawa. [Consulté le 16 mars 2018].

Santé Canada. 2016. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Le Benzo[a]-pyrène. Document technique. Gouvernement du Canada. Ottawa. [Consulté le 8 septembre 2020].

Santé Canada. 2017. Mise à l'essai de la sécurité des produits. Méthodes de chimie. Santé Canada. [Consulté le 2 octobre 2017].

Schreiner C, Bui Q, Breglia R, Burnett D, Koschier F, Podhasky P, Lapadula L, White R, Feueston M, Krueger A, Rodriguez S. 1997. Toxicity evaluation of petroleum blending streams: Reproductive and developmental effects of hydrodesulfurized kerosene. *J Toxicol Environ Health* 52: 211-229. (disponible en anglais seulement)

[SENES] SENES Consultants Limited. 2009. Review of current and proposed regulatory and non-regulatory management tools pertaining to selected petroleum substances under the Chemicals Management Plan. Ottawa (ON): Health Canada (disponible en anglais seulement).

Shin KH, Jung H, Chang P, Choi H, Kim KW. 2005. Earthworm toxicity during chemical oxidation of diesel-contaminated sand. *Environ Toxicol Chem.* 24:1924-1929. (disponible en anglais seulement)

Siemiatycki J, Dewar R, Nadon L, Gerin M, Richardson L, Wacholder S. 1987. Associations between several sites of cancer and twelve petroleum-derived liquids. *Scan J Work Env Health* 13:493-504. (disponible en anglais seulement)

[SimpleTreat] Sewage Treatment Plant Removal Model version 3.1. 2003. Bilthoven (NL): National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Disponible auprès de National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Laboratory for Ecological Risk Assessment, Bilthoven, the Netherlands. (disponible en anglais seulement)

Singer MM, Aurand DV, Coelho GM, Bragin GE, Clark JR, Sowby M, Tjeerdema RS. 2001. Making, measuring, and using water-accommodated fractions of petroleum for toxicity testing. *International Oil Spill Conference Volume 2. International Oil Spill Conference Proceedings: March 2001, Volume 2001, No. 2: 1269-1274.* (disponible en anglais seulement)

Speight, J. 2007. *The Chemistry and Technology of Petroleum*, 4th ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton. [cité dans API 2012]. (disponible en anglais seulement)

Stacey B, Marcotte B. 1987. Chronic effect of no. 2 fuel oil on population dynamics of harpacticoid copepods in experimental marine mesocosms. *Mar Ecol Prog Ser* 40: 61-68. (disponible en anglais seulement)

Staikova M, Messih P, Lei YD, Wania F, Donaldson DJ. 2005. Prediction of subcooled vapor pressures of nonpolar organic compounds using a one-parameter QSPR. *J Chem Eng Data*. 50:438-443. (disponible en anglais seulement)

Statistique Canada. 2009. Utilisation industrielle de l'eau. Division des comptes et de la statistique de l'environnement, n° 16-401-X au catalogue de Statistique Canada, ISSN 1916-1514, <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/16-401-x/16-401-x2012001-fra.pdf>.

Sunito L, Shiu WY, MacKay D. 1986. Analysis of water soluble fractions of crude oils and refined products. Dept. of Chemical Engineering and Applied Chemistry, University of Toronto, Canada. For Environment Canada, C&P, Contract No. 0164. [cité dans Jokuty *et al.* 1999]. (disponible en anglais seulement)

Swigert JP, Lee C, Wong DCL, Podhasky P. 2014. Aquatic hazard and biodegradability of light and middle atmospheric distillate petroleum streams. *Chemosphere* 108: 1-9 (disponible en anglais seulement)

Toronto. 2014. Toronto, Ontario. Municipal code Chapter 681, Sewers. March 20. [Consulté le 11 avril 2019]. (disponible en anglais seulement)

[US EPA 1993] US Environmental Protection Agency. 1993. Provisional Guidance for Quantitative Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; Office of Research and Development: Washington, DC, USA. (disponible en anglais seulement)

[US EPA 1993] US Environmental Protection Agency. 1993. Provisional Guidance for Quantitative Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; Office of Research and Development: Washington, DC, USA. (disponible en anglais seulement)

[US EPA] US Environmental Protection Agency. 2008. Transportation and marketing of petroleum liquids. In: AP 42. 5th ed. Vol. 1. Washington (DC): US EPA. Chapter 5, Petroleum industry; section 5.2; p. 5.2-1 to 5.2-17. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch05/final/c05s02.pdf>. [Consulté en mai 2020]. (disponible en anglais seulement)

[US EPA 2011] US Environmental Protection Agency. 2011a. Exposure Factors Handbook 2011 Edition. ; Office of Research and Development: Washington, DC, USA. (disponible en anglais seulement)

[US EPA] US Environmental Protection Agency. 2011b. Screening level hazard characterization. Kerosene/Jet Fuel Category. Office of Pollution Prevention and Toxics (OPPT): Washington, DC, USA. (disponible en anglais seulement)

[US EPA] United States Environmental Protection Agency. 2013. Priority Pollutants. Webpage. [Consulté le 15 mai 2015]. (disponible en anglais seulement)

Vargo G, Hutchins M, Almquist G. 1982. The effect of low, chronic levels of no. 2 fuel oil on natural phytoplankton assemblages in microcosms: 1. Species composition and seasonal succession. *Mar Environ Res* 6: 245-264. (disponible en anglais seulement)

Wahlberg JE. 1995. 'Green diesel' – skin irritant properties of diesel oils compared to common solvents. *Contact Dermatitis* 33:359-360. (disponible en anglais seulement)

Walborg EF, DiGiovanni J, Conti CJ, Slaga TJ, Freeman JJ, Steup DR, Skisak CM. 1998. Short-term biomarkers of tumor promotion in mouse skin treated with petroleum middle distillates. *Toxicol Sci* 45:137–145. (disponible en anglais seulement)

Wang, X., Bartha, R. 1990. Effects of bioremediation on residues, activity and toxicity in soil contaminated by fuel spills. *Soil Biol. Biochem.* 22 :501-505. [Cité dans CONCAWE 1996a]. (disponible en anglais seulement)

Warner ML, Sauer RH, Carlile DW. 1984. Barley growth in coal liquid and diesel liquid fuels from coal and oil: a comparison of potential toxic effects on barley. *Water Air Soil Pollut.* 22:47-55. Westat, Inc. 1987. National Usage Survey of Household Cleaning Products. Prepared for U.S. EPA, Office of Toxic Substances. EPA Contract No. 68-02-42431987. (disponible en anglais seulement)

Westat. 1987. Household solvent products: A national usage survey. Washington, DC. US Environmental Protection Agency. (disponible en anglais seulement)

White Jr KL, DeLorme MP, Beatty PW, Smith MJ, Peachee VL. 2013. Jet Fuel Kerosene is not immunosuppressive in mice or rats following inhalation for 28 days. *J Toxicol Environ Health, Part A*, 76:13, 778-797. (disponible en anglais seulement)

Williams JH. 1999. Regulations on additions of sludge-borne metals to soil and their adaptation to local conditions. In L'Hermite P (editor)'s *Treatment and use of sewage sludge and liquid agricultural wastes*, 243-250. London (GB): Commission of the European Communities. (disponible en anglais seulement)

Annexes

Annexe A. Vingt-six gazoles et kérosènes restreints aux industries

Tableau A-1. Gazoles et kérosènes restreints aux industries – numéros de registre dans le Chemical Abstracts Service (n° CAS) et noms dans la Liste intérieure des substances

N° CAS	Nom dans la LIS
64741-43-1	Gazoles (pétrole), distillation directe
64741-49-7	Condensats (pétrole), tour sous vide
64741-58-8	Gazoles légers (pétrole), distillation sous vide
64741-60-2	Distillats intermédiaires (pétrole), craquage catalytique
64741-90-8	Gazoles (pétrole), raffinés au solvant
64742-06-9	Extraits au solvant (pétrole), distillat moyen
64742-30-9	Distillats moyens (pétrole), neutralisés chimiquement
64742-31-0	Distillats légers (pétrole), neutralisés chimiquement
64742-72-9	Distillats moyens (pétrole), déparaffinage catalytique
64742-77-4	Distillats pétroliers moyens, complexés, déparaffinés
64742-87-6	Gazoles légers sous vide (pétrole), hydrodésulfurés
64742-91-2	Distillats (pétrole), vapocraquage
68333-88-0	Hydrocarbures aromatiques en C9-17
68477-30-5	Distillats à point d'ébullition moyen (pétrole), résidu de fractionnement du reformage catalytique
68814-87-9	Distillats moyens de distillation directe (pétrole), large intervalle d'ébullition
68915-96-8	Distillats lourds de distillation directe (pétrole)
68915-97-9	Gazoles de distillation directe (pétrole), fraction à point d'ébullition élevé
68919-17-5	Hydrocarbures en C12-20, sous-produits d'alkylation catalytique
68921-07-3 ^a	Distillats légers (pétrole), craquage catalytique, hydrotraitement
92704-36-4	Gazoles (pétrole), distillation directe, traités à la terre
128683-26-1	Distillats pétroliers (de sables bitumineux), toute plage de température, à la pression atmosphérique
128683-27-2	Distillat pétrolier (de sables bitumineux) moyen de première distillation
128683-28-3	Gazole (de sables bitumineux), toute plage
128683-29-4	Gazoles de sables bitumineux, hydrotraités
128683-30-7	Gazoles de sables bitumineux
129893-10-3	Résidus (pétrole), sous vide, hydrocraqués, distillat moyen

^a Cette substance n'a pas été identifiée en vertu du paragraphe 73(1) de la LCPE, mais est visée par la présente évaluation, car elle est considérée d'intérêt prioritaire selon l'application d'autres mécanismes.

Annexe B. Facteurs utilisés pour déterminer les effets sur la santé humaine de l'exposition dans les milieux environnementaux

Tableau B-1. Valeurs des variables saisies pour les calculs de l'exposition industrielle de la population générale aux gazoles et kérosènes dans SCREEN3

Variable	Valeur saisie
Type de source ^a	Étendue
Zone d'émission réelle ^a	100 m × 120 m
Taux d'émission (g/s·m ²) ^b	4,2 × 10 ⁻⁴
Hauteur de la source d'émission (m) ^a	8
Hauteur du récepteur (m) ^c	1,74
Facteur d'ajustement pour vent variable	0,4 (moyenne quotidienne), 0,2 (moyenne annuelle)
Option urbaine/rurale ^a	Urbaine
Type de météorologie ^d	Complète
Distance minimale et maximale (m)	10 – 1 000

^a Jugement professionnel d'après une analyse de photos aériennes.

^b Estimation fondée sur la plus grande quantité rejetée par un déclarant lors de l'année de déclaration 2017 et sur une hypothèse de rejet continu (INRP 2022).

^c Curry *et al.* (1993).

^d Option réglementaire par défaut du modèle SCREEN3.

Annexe C. Gazoles et kérosènes restreints aux industries figurant sur la liste de l'ECHA (2012)

Tableau C-1. Gazoles et kérosènes restreints aux industries figurant sur la Liste des substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) de l'ECHA (ECHA 2012)

N° CAS	CMR	Nom commun
64741-43-1	Non	s.o.
64741-49-7	Non	Condensat de tour à vide
64741-58-8	Non	Gazoles légers obtenus par distillation sous vide
64741-60-2	Oui – canc. 1B	Gazole craqué
64741-90-8	Oui	Gazoles raffinés au solvant
64742-06-9	Non	Extrait de solvant de distillat moyen (pétrole)
64742-30-9	Oui – canc. 1B	s.o.
64742-31-0	Non	Distillat léger (pétrole) chimiquement neutralisé Kérosène – non spécifié
64742-72-9	Non	s.o.
64742-77-4	Non	Distillat moyen complexe déparaffiné (pétrole)
64742-87-6	Non	Gazole léger hydrodésulfuré obtenu par distillation sous vide (pétrole)
64742-91-2	Non	Kérosène craqué
68333-88-0	Non	s.o.
68477-30-5	Oui – canc. 1B	Gazole – non spécifié, aromatique léger (pétrole)
68814-87-9	Non	Distillat moyen de distillation directe, plage complète (pétrole)
68915-96-8	Non	s.o.
68915-97-9	Non	s.o.
68919-17-5	Non	Hydrocarbures alkylés lourds
68921-07-3	Non	Distillats de pétrole léger obtenu par craquage catalytique, hydrotraités
92704-36-4	Non	s.o.
128683-26-1	Non	s.o.
128683-27-2	Non	s.o.
128683-28-3	Non	s.o.
128683-29-4	Non	s.o.
128683-30-7	Non	s.o.
129893-10-3	Non	s.o.

Abréviations : CMR – cancérigène, mutagène, ou toxique pour la reproduction; s.o. – sans objet.