

(ID Modèle = 454913)

Ineris-204109-2720448-v1.0

09/12/2021

Expositions au 1-3 Butadiène : sources, émissions et expositions

Synthèse

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction Sites et Territoires

Rédaction : GUERIN Sabine

Vérification : VELLY NATHALIE; QUERON JESSICA

Approbation : Document approuvé le 09/12/2021 par RAMEL MARTINE

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Emmanuelle BOULVERT, Isabelle ZDANEVITCH, Florian COUVIDAT, Vincent GRAMMONT, Eric TARNAUD, Hélène PARTAIX

Table des matières

1	Introduction	8
2	Propriétés physico-chimiques.....	9
3	Règlementation	10
3.1	Législation européenne ou française	10
3.1.1	Directive 2008/50/CE du parlement européen et du conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe	10
3.1.2	Recommandation 2004/394/CE de la commission	10
3.1.3	Règlement du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (n°1272/2008)...	10
3.1.4	Arrêté du 31 janvier 2008 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et des transferts de polluants et des déchets	11
3.1.5	Arrêté du 17 juin 2014 modifiant l'arrêté du 2 février 1998	11
3.2	Valeurs de référence	11
4	Production et utilisation	13
4.1	Production	13
4.2	Utilisations	14
5	Sources et émissions	16
5.1	Sources naturelles.....	16
5.2	Sources anthropiques	16
5.2.1	Véhicules automobiles	16
5.2.2	Installations classées pour l'environnement.....	16
6	Devenir dans l'environnement.....	21
6.1	Air	21
6.2	Eau	22
6.3	Sédiments et sols	22
6.4	Chaine alimentaire	22
7	Métrologie	23
8	Caractérisation des expositions.....	25
8.1	Concentrations dans l'environnement.....	25
8.1.1	Air ambiant extérieur	25
8.1.2	Air intérieur	38
8.1.3	Eau de surface	39
8.1.4	Poussières.....	40
8.1.5	Sol et sédiments	40
8.2	Exposition des populations.....	40
8.2.1	Inhalation	40
8.2.2	Ingestion	42
8.2.3	Contact cutané	42
9	Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR).....	43
10	Risques sanitaires pour la voie d'exposition par inhalation	44
11	Surveillance et réduction des rejets	45
12	Conclusion.....	46

13	Références	48
14	Annexes.....	51

Liste des Figures

Figure 1 : Formule topologique du 1,3 butadiène	9
Figure 2 : Représentation en deux dimensions (atome de carbone en gris et d'hydrogène en bleu ciel).....	9
Figure 3 : Pictogrammes de danger	10
Figure 4 : Evolution des émissions atmosphériques en 1,3-butadiène, déclarées par les industriels, entre 2007 et 2017	17
<i>Figure 5 : Localisation de sites émetteurs, producteurs ou utilisateurs de 1,3-butadiène (Carte non exhaustive)</i>	19
Figure 6 : Dégradation du 1,3-butadiène en présence d'ozone (Kramp & Paulson, 2000)	21
Figure 7 : Profil de dégradation moyen des concentrations de butadiène en fonction de la distance à la source (évalué pour un vent de 3 m/s).	22
Figure 8 : Concentrations moyennes des campagnes de mesure du 1,3-butadiène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Source : ANSES, 2018).....	25
Figure 9 : Concentrations moyennes des campagnes de mesures du 1,3-butadiène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les différentes typologies (échelle logarithmique sur l'axe des ordonnées, VTR de $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un excès de risque de 10^{-5}) (Source : ANSES, 2018)	26
Figure 10 : Concentrations hebdomadaires de 1,3-butadiène mesurées par échantillonnage passif (Source : Air PACA, 2016)	32
Figure 11 : Localisation des stations de mesures d'Atmo Sud	33
Figure 12 : Exemple de moyennes annuelles de 2014 à 2018 (Source : www.atmosud.org).....	34
Figure 13 : Exemple de moyennes mensuelles de février 2018 à février 2019 (Source : www.atmosud.org).....	34
Figure 14 : Exemple de moyennes journalières entre le 22 janvier 2019 et le 22 février 2019 (Source : www.atmosud.org)	34
Figure 15 : Exemple de moyennes horaires de 14h à 12h le 21 février 2019 (Source : www.atmosud.org).....	34
Figure 16 : Implantation des sites de mesures mis en place par Air Rhône-Alpes (Source : Air Rhône-Alpes, 2015).....	35
Figure 17 : Moyennes annuelles de 2005 à 2014 (Source : Air Rhône-Alpes, 2015) 36	
Figure 18 : Maxima journaliers de 2005 à 2014 (Source : Air Rhône-Alpes, 2015)..	36
Figure 19 : Maxima horaires de 2005 à 2014 (Source : Air Rhône-Alpes, 2015).....	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs guides fixées pour le 1,3-butadiène dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués par la province de Colombie Britannique au Canada (Adapté de la régulation British Columbia, 2018)	12
Tableau 2 : Sites producteurs d'oléfines inférieures (incluant le 1,3-butadiène) par vapocraquage en France et leur localisation (European IPPC Bureau et al., 2017))	14
Tableau 3 : Exemples de producteurs de polymères synthétisés avec du 1,3-butadiène – Liste non exhaustive	14
Tableau 4 : Déclarants et fournisseurs ayant déposé un dossier pour cette substance à l'ECHA entre 2009 et 2019	15
Tableau 5 : Raffineries en activité en France en 2015 et localisation	18
Tableau 6 : Synthèse des avantages et inconvénients des différentes méthodes répertoriées pour la mesure du 1,3-butadiène dans l'air ambiant (Source : LCSQA, 2021)	23
Tableau 7 : Concentrations mesurées en France en zone urbaine et péri-urbaine ..	27
Tableau 8 : Concentrations en 1,3-butadiène dans plusieurs grandes villes considérées comme comparables à des grandes villes françaises (Adapté de Huy, Lee, & Zhang, 2018 et sources associées)	28
Tableau 9 : Concentration en 1,3-butadiène dans des zones rurales françaises (Site de l'EMEP : http://ebas.nilu.no)	30
Tableau 10 : Concentrations en 1,3-butadiène dans des zones rurales au Canada et en Suède (Adapté de Huy et al., 2018)	30
Tableau 11 : Concentrations moyennes annuelles et maximums horaires en 1,3-butadiène mesurées à proximité de zones industrielles en France	31
Tableau 12 : Statistiques descriptives pour le 1,3-butadiène sur les sites de Notre-Dame-de-Gravenchon (76) et de Quillebeuf-sur-Seine (27)	37
Tableau 13 : Concentrations en 1,3-butadiène mesurées dans les habitations de grandes villes considérées comme semblables aux grandes villes françaises (Adapté de Huy et al., 2018 et CAREX Canada)	38
Tableau 14 : Concentrations en 1,3-butadiène mesurées dans des bureaux, véhicules et restaurants de grandes villes considérées comme semblables aux grandes villes françaises (Adapté de Huy et al., 2018)	39
Tableau 15 : Exposition individuelle au 1,3-butadiène dans des villes considérées comme comparables à des villes françaises (Adapté de Huy et al., 2018).....	40
Tableau 16 : Concentrations mesurées et fraction de temps passée dans les différents milieux d'exposition	41
Tableau 17 : VTR retenues par l'Ineris et VTR construite par l'Anses pour le 1,3-butadiène.....	43

Résumé

Le 1,3-butadiène a été identifié en 2018 dans le rapport « Polluants émergents dans l'air ambiant » de l'Anses comme la première substance prioritaire, non réglementée actuellement. A ce titre, le Comité d'Expert Scientifique de l'Anses a recommandé la mise en place d'une surveillance nationale de ce composé, associée à la proposition d'un objectif environnemental en lien avec la protection de la santé humaine.

Dans ce contexte, l'Ineris a entrepris en 2019 un état de l'art portant sur des éléments spécifiques à leurs propriétés physico-chimiques, à sa réglementation, aux sources d'émission, à sa présence et son devenir dans l'environnement, aux méthodes de mesure de cette substance, aux données toxicologiques et aux risques sanitaires pour la voie d'exposition par inhalation. Le présent document intègre les récents travaux de l'Ineris sur le 1,3-butadiène en termes de métrologie ainsi que les dernières données disponibles en termes de valeurs toxicologiques de référence à fin 2021.

La production de 1,3-butadiène se fait principalement par vapocraquage. Les industries émettrices appartiennent majoritairement aux activités suivantes : fabrication d'autres produits chimiques organiques de base, fabrication de matières plastiques de base, raffinage du pétrole et fabrication de caoutchouc synthétique. D'après la Base de Données du Registre des Activités Polluantes, les quantités d'émissions déclarées ont été divisées par 10 entre 2005 et 2017.

Dans l'atmosphère, le 1,3-butadiène réagit avec plusieurs substances : les radicaux hydroxyles, l'ozone et les radicaux nitrate. La voie majoritaire de dégradation est celle impliquant les radicaux hydroxyles, la demi-vie du 1,3-butadiène pour cette voie de dégradation est alors de 6 heures en période estivale. Les saisons ont un impact sur le profil de dégradation du 1,3-butadiène en fonction de la distance à la source. De plus, ce composé peut être transporté sur d'assez longues distances avant qu'il ne se dégrade complètement.

La présence du 1,3-butadiène dans les autres milieux de l'environnement est moins bien connue mais au vu des propriétés de cette substance, une volatilisation rapide est attendue en cas de rejet dans l'eau.

Des données sur les concentrations dans l'air en 1,3-butadiène ont pu être recensées pour différentes typologies d'environnement (urbain, industriel, rural, air intérieur). Cependant, la représentativité de ces données vis-à-vis de la France ne peut pas être garantie pour l'ensemble de ces données. Une forte hétérogénéité dans les différentes méthodologies et durées de prélèvements reste une limite à la généralisation des conclusions.

Sachant que dans l'atmosphère, les produits de dégradation du 1,3-butadiène dans certaines conditions sont l'acroléine et le formaldéhyde, l'approfondissement des connaissances sur ces réactions chimiques ainsi que le suivi de ces substances à proximité des sites émetteurs de 1,3-butadiène pourraient être pertinents afin d'appréhender d'éventuels risques pour les populations riveraines.

Les données rassemblées appuient l'importance de la mise en place de systèmes de surveillance du 1,3-butadiène dans l'air ambiant autour des sites émetteurs avec des mesures horaires et/ou quotidiennes afin d'estimer au mieux les concentrations moyennes annuelles mais aussi les « pics » de concentrations à proximité des sources en 1,3-butadiène. Ces mesures permettraient également de distinguer les variations saisonnières des concentrations.

Suite à la saisine de l'Anses en 2019 concernant la sélection ou l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence pour le 1,3-butadiène, une valeur toxicologique de référence chronique pour la voie inhalation pour les effets à seuil a été proposée début 2021. Cette valeur, similaire au choix de l'Ineris en 2019, confirme l'intérêt de mettre en place une surveillance de l'air ambiant autour des sites émetteurs compte tenu des niveaux de concentrations mesurées en France.

L'absence de mesures de 1,3-butadiène dans l'air intérieur autour des sites émetteurs et des niveaux d'exposition relevés à l'étranger (pas toujours récents) confirment l'intérêt d'intégrer cette substance dans les prochains programmes de mesures de la qualité de l'air intérieur pour disposer de données représentatives de l'exposition française autour des sites émetteurs.

Sur la base de l'ensemble de ces mesures, il sera possible d'évaluer les risques par inhalation pour les populations voisines d'industries émettant du 1,3-butadiène pour les effets cancérigènes chroniques.

Concernant la surveillance et la réduction des émissions industrielles, des techniques existantes sont détaillées dans plusieurs BREF concernés par les émissions diffuses de COV. Le BREF concernant les systèmes de traitement des effluents gazeux dans le secteur chimique ainsi que celui sur l'industrie textile sont actuellement en cours de révision.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, Expositions au 1-3 Butadiène : sources, émissions et expositions, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 204109-2720448-v1.009/12/2021.

Mots-clés :

1,3-butadiène, sources, émissions, expositions, risques sanitaires

1 Introduction

En 2018, le comité d'expert spécialisé (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » de l'Anses (ANSES, 2018), dans son rapport sur les polluants « émergents » dans l'air ambiant (air extérieur), a identifié le 1,3-butadiène comme 1^{er} « polluant prioritaire pour une hiérarchisation en vue d'une surveillance ». Sur 45 campagnes de mesures recensées sur l'ensemble des environnements (urbain, périurbain et avec différentes influences), la moyenne des concentrations dépassait la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) pour plus de 90% d'entre elles.

Les recommandations du CES étaient de mettre en place une « surveillance nationale du 1,3-butadiène, associée à la proposition d'un objectif environnemental en lien avec la protection de la santé humaine ».

Dans ce contexte, l'Ineris a entrepris à partir de 2019, dans le cadre de ses travaux d'appui aux pouvoirs publics, un état de l'art synthétisant l'ensemble des données disponibles notamment en termes de typologies de sources d'émission, de présence et devenir de cette substance dans l'environnement, et de techniques de réduction des émissions dans le but d'appréhender les expositions et les risques sanitaires associés.

Cet état de l'art tient compte des derniers travaux conduits par l'Ineris concernant le 1,3-butadiène :

- Mise à jour des annexes du « Guide de surveillance dans l'air autour des installations classées » pour intégrer le cas du 1,3-butadiène (à paraître) ;
- Travaux du LCSQA- Surveillance Air ambiant : note bibliographique sur la métrologie pour la surveillance dans l'air ambiant, faisant suite à des travaux antérieurs du LCSQA¹ ;
- Révision en 2019 du choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) de la fiche de données toxicologiques et environnementales sur « 1,3-butadiène » diffusée sur le Portail Substances Chimiques de l'Ineris².

Ce rapport intègre également des éléments récents issus du rapport de l'Anses relatif à l'élaboration d'une VTR chronique par voie respiratoire pour le 1,3-butadiène³ et un document du LCSQA sur les méthodes de prélèvement dans l'air ambiant du 1,3-butadiène, respectivement dans les chapitres 7 et 9.

¹ LCSQA, 2021, POLLUANTS EMERGENTS : 1,3-BUTADIENE Méthodes disponibles pour la détermination des concentrations et niveaux rencontrés dans l'air ambiant

² Site du Portail Substances Chimiques : <https://substances.ineris.fr/fr/substance/72>

³ Anses, 2021, Valeurs Toxicologiques de Référence – Le 1,3 -butadiène. Disponible au lien suivant : <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2019SA0073Ra.pdf>

2 Propriétés physico-chimiques

Le 1,3-butadiène (n°CAS :106-99-0) est un alcène. Dans les conditions ambiantes naturelles, c'est un gaz incolore avec une légère odeur d'essence (ATSDR, 2012). Sa formule brute est C_4H_6 , sa formule topologique est illustrée en Figure 1 et sa représentation en deux dimensions en Figure 2.



Figure 1 : Formule topologique du 1,3 butadiène

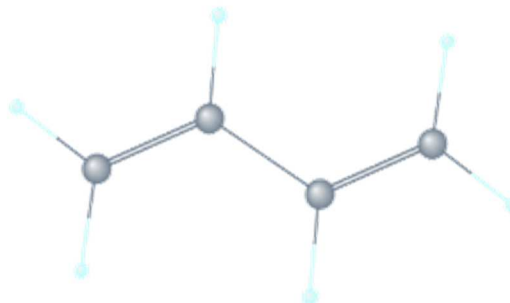


Figure 2 : Représentation en deux dimensions (atome de carbone en gris et d'hydrogène en bleu ciel)⁴

Il est facilement liquéfiable et est transporté sous forme de gaz liquéfié sous pression⁵. Il est non corrosif et possède un poids moléculaire de 54,09 g/mol. Il est soluble dans l'éthanol et les solvants organiques. Avec une solubilité de 735 mg/l à 20°C, il est considéré comme légèrement soluble dans l'eau (US EPA, 1998).

⁴ Site de PubChem : pubchem.ncbi.nlm.nih.gov. Consulté le 01/03/2019.

⁵ Site de la National Oceanic and Atmospheric Administration (Administration Américaine) : cameochemicals.noaa.gov.

3 Règlements

3.1 Législation européenne ou française

3.1.1 Directive 2008/50/CE du parlement européen et du conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

Le 1,3-butadiène est listé comme un précurseur de l'ozone. Par conséquent, les concentrations en 1,3-butadiène doivent être suivies afin d'en connaître l'évolution, de vérifier l'efficacité de stratégies de réduction des émissions et « de contribuer à l'établissement de liens entre les sources d'émissions et les concentrations de pollution observées ». Ces mesures permettent dans un second temps une meilleure compréhension des processus de formation de l'ozone, entre autres.

Il est conseillé de réaliser les mesures dans des zones urbaines ou périurbaines au niveau du site de surveillance dont les spécificités sont citées dans la directive mentionnée ci-dessus.

3.1.2 Recommandation 2004/394/CE de la commission

La recommandation de la commission européenne du 29 avril 2004 relative aux résultats de l'évaluation des risques et aux stratégies de réduction des risques pour certaines substances propose une évaluation des risques du butadiène (rédigée par le Royaume-Uni).

Cette recommandation mentionne que pour les consommateurs et l'homme exposé via l'environnement, « il est nécessaire de limiter ces risques » et qu'il « n'est pas possible d'exclure des risques pour tous les scénarios d'exposition car la substance a été reconnue comme cancérigène sans valeur seuil. » Cette conclusion indique également que « l'évaluation des risques indique que ceux-ci sont déjà faibles ».

3.1.3 Règlement du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (n°1272/2008)

Les codes des classes et catégories de danger pour le 1,3-butadiène sont les suivants :

- Flam. Gas 1 : Gaz inflammable ;
- Press. Gas : Gaz sous pression (cf. Note U) ;
- Carc. 1A : Cancérogène ;
- Muta. 1B : Mutagène pour les cellules germinales ;

Les codes des mentions de danger pour l'étiquetage et s'appliquant au 1,3-butadiène sont :

- H220 : Gaz extrêmement inflammable ;
- H350 : Peut provoquer le cancer ;
- H340 : Peut induire des anomalies génétiques.

Trois pictogrammes de danger sont à afficher pour le 1,3-butadiène.



Figure 3 : Pictogrammes de danger

Deux notes supplémentaires concernent le 1,3-butadiène :

1. Note D

« Certaines substances susceptibles de se polymériser ou de se décomposer spontanément sont généralement mises sur le marché sous une forme stabilisée. C'est sous cette forme qu'elles figurent dans la troisième partie.

Cependant, de telles substances sont parfois mises sur le marché sous forme non stabilisée. Dans de tels cas, le fournisseur doit faire figurer sur l'étiquette le nom de la substance, suivi de la mention « non stabilisé(e) ». »

2. Note U

« Lorsqu'ils sont mis sur le marché, les gaz doivent être classés comme « gaz sous pression » dans l'un des groupes suivants : « gaz comprimé », « gaz liquéfié », « gaz liquéfié réfrigéré » ou « gaz dissous ». L'affectation dans un groupe dépend de l'état physique dans lequel le gaz est emballé et, par conséquent, doit s'effectuer au cas par cas. »

Le règlement (UE) 2018/669 du 16 avril 2018 modifie le règlement n°1272/2008 aux fins de son adaptation au progrès technique et scientifique. Ce nouveau texte ne modifie ni la classification ni l'étiquetage pour le 1,3-butadiène décrits dans le règlement n°1272/2008.

3.1.4 Arrêté du 31 janvier 2008 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et des transferts de polluants et des déchets

Cet arrêté est la transposition du règlement européen n°166/2006 concernant la création d'un registre européen des rejets et des transferts de polluants.

Il établit notamment que *« L'exploitant d'un établissement visé à l'annexe I⁶ a ou I b du présent arrêté déclare chaque année au ministre en charge des installations classées, les données ci-après les émissions chroniques et accidentelles de l'établissement, à caractère régulier ou non, canalisées ou diffusées dans l'air et dans l'eau de tout polluant indiqué à l'annexe II du présent arrêté dès lors qu'elles dépassent les seuils fixés dans cette même annexe, en distinguant la part éventuelle de rejet ou de transfert de polluant résultant de l'accident. »*. Le seuil de rejets fixé dans l'air pour le 1,3-butadiène est de 15 000 kg/an.

3.1.5 Arrêté du 17 juin 2014 modifiant l'arrêté du 2 février 1998

Cet arrêté relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE⁷ soumises à autorisation indique en point n°12 de l'article 27 concernant les rejets de substances cancérigènes que l'arrêté préfectoral d'autorisation fixe une valeur limite d'émission si le flux horaire du 1,3-butadiène dépasse 25 g/h (Annexe IV d).

3.2 Valeurs de référence

Au **Royaume-Uni**, le 1,3-butadiène est concerné par le UK Air Quality Strategy avec un objectif de concentration moyenne annuelle maximale de 2,25 µg/m³ dans l'air ambiant.

Au **Canada**, la province de l'Ontario a inscrit le 1,3-butadiène dans sa liste de substances concernées par le Ambient Air Quality Criteria (AAQCs). Ces critères fixent les concentrations maximales désirées d'un contaminant dans l'air, ces dernières dépendent des cibles qu'elles visent à protéger (santé, environnement). Pour la protection de la santé, les valeurs pour le 1,3-butadiène sont 2 et 10 µg/m³, respectivement pour une concentration moyenne annuelle et journalière.

La province de Colombie Britannique, au Canada, possède des valeurs guides pour le 1,3-butadiène dans le cadre de sa réglementation sur les sites et sols pollués (*Environmental Management Act* -

⁶Liste des établissements visé par l'annexe I : installations classées soumises à autorisation ou enregistrement, à l'exclusion des élevages, sauf les installations relevant de la rubrique 3660, la pisciculture d'une capacité de production supérieure à 1 000 tonnes par an, les stations d'épuration urbaines d'une capacité nominale supérieure à 6 000 kg/j de DBO₅ (100 000 équivalents habitants), les sites d'extraction relevant du code minier et les établissements exerçant l'une des activités visées à l'annexe I du règlement n° 166/2006 susvisé dont les capacités sont supérieures aux seuils de ladite annexe.

⁷ ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Contaminated Sites Regulation - B.C. Reg. 375/96, 2018). Ces valeurs guides sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Valeurs guides fixées pour le 1,3-butadiène dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués par la province de Colombie Britannique au Canada
(Adapté de la réglementation British Columbia, 2018)

Milieux considérés	Valeurs guides
Sol	
Sols agricoles et à faible densité d'habitations	2 µg/g
Zone urbaine et à haute densité d'habitations	4 µg/g
Sites commerciaux et industriels	9,5 µg/g
Eau	
Eau de boisson	1 µg/l
Gaz du sol	
Gaz du sol pour un usage agricole, parc urbain et résidentiel	2 µg/m ³
Gaz du sol pour un usage commercial	2 µg/m ³
Gaz du sol pour un usage industriel	3 µg/m ³
Gaz du sol pour un parking	2,5 µg/m ³

4 Production et utilisation

4.1 Production

Le 1,3-butadiène est produit lors de la fabrication de l'éthylène par vapocraquage. Des mélanges d'hydrocarbures légers à lourds (points d'ébullition entre 315 et 480 °C) sont craqués en présence de vapeur à 700 - 900 °C. La fraction de 1,3-butadiène produite par ce procédé varie de manière importante avec les types d'hydrocarbures utilisés. Cette fraction est d'autant plus faible que le point d'ébullition des hydrocarbures est bas (Ineris, 2011, 2019)⁸.

*« La déshydrogénation est la partie la plus importante du procédé de « craquage », où les hydrocarbures saturés sont convertis en oléfines⁹. Le procédé est appliqué aux charges de départ en hydrocarbures appropriées (comme le naphta) pour produire de très importants volumes d'éthylène, de propylène, de butène et de **butadiène**, requis comme charges de départ dans l'industrie des produits chimiques.*

Le craquage peut être accompli par procédé catalytique ou thermique :

- *Le craquage catalytique est une façon de convertir des fractions à point d'ébullition élevé en composés paraffiniques non linéaires saturés, en naphènes et en composés aromatiques. La concentration en oléfines dans le flux du produit est très faible ; c'est pourquoi ce procédé est plus utile pour la préparation des combustibles.*
- *Les oléfines sont plus généralement produites par vapocraquage de fractions de pétrole. Un flux d'hydrocarbure est chauffé, mélangé avec de la vapeur puis, selon la charge de départ utilisée, chauffé de nouveau pour atteindre les premières températures de craquage de 600 à 650 °C. La conversion des hydrocarbures saturés en composés insaturés est hautement endothermique, c'est pourquoi des apports en énergie élevés sont nécessaires. Le craquage à haute température est également utilisé pour produire de l'essence de craquage à partir de gaz paraffiniques, des naphtas, des gasoils ou d'autres hydrocarbures. » (European IPPC Bureau, 2003b)*

Le vapocraquage d'hydrocarbures est le procédé de fabrication du 1,3-butadiène le plus employé avec une production de 95% du 1,3-butadiène mondial. Le 1,3-butadiène est un sous-produit de la production d'éthylène (White, 2007).

Pour des petites quantités, le 1,3-butadiène est produit par oxy-déshydrogénation du n-butène. Cette réaction est produite à 400 - 450 °C en présence d'un catalyseur. Le 1,3-butadiène obtenu par ces procédés peut être séparé des autres effluents par une extraction dans un solvant approprié (acétonitrile, diméthylformamide...) (Ineris, 2011).

⁸ Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques rédigée et diffusée sur le Portail Substances Chimique de l'INERIS (<https://substances.ineris.fr/fr/>)

⁹ Oléfines inférieures : éthylène, propylène, butadiène, butylène

Tableau 2 : Sites producteurs d'oléfines inférieures (incluant le 1,3-butadiène) par vapocraquage en France et leur localisation (European IPPC Bureau et al., 2017¹⁰)

Exploitant	Localisation	Capacité ¹¹ en tonnes/an (2015)
LyondellBasell / Usine Chimique de Berre	L'étang de Berre (13)	470 000
Naphtachimie	Lavera (1(European Commission, 2017) ³)	740 000
Total Raffinage France	Feyzin (69)	250 000
Total Petrochemicals	Gonfreville (76)	525 000
Exxon Chemical	Port Jérôme (76)	425 000
Polimeri Europe France/Versalis	Dunkerque (59)	380 000

Des mesures dans l'air ambiant ont été réalisées par plusieurs AASQA autour des sites indiqués en italique (cf. 8.1.1.4 Zone sous influence industrielle).

4.2 Utilisations

Le 1,3-butadiène est utilisé pour produire des polymères synthétiques, caoutchouc et latex. En 2007, la production de latex styrène-butadiène et de caoutchouc polybutadiène représente 54% de la demande mondiale en butadiène, la production de pneu représentant l'utilisation la plus fréquente de ces produits (White, 2007). Les polymères produits à partir de 1,3-butadiène et leur acronyme respectif sont présentés en Annexe 1.

Le 1,3-butadiène est également utilisé pour synthétiser le captane et captafol, deux fongicides utilisés en agriculture (National Institutes of Health, 2016) et dans la fabrication de carburants pour fusées (Ineris, 2011).

Tableau 3 : Exemples de producteurs de polymères synthétisés avec du 1,3-butadiène – Liste non exhaustive

Exploitants	Source d'information	Localisation	Type de polymères
Arlanxeo	Site internet Arlanxeo : http://tsr.arlanxeo.com/products/	Wantzenau (67)	SBR, BR
Arlanxeo		Lillebonne (76)	SBR, BR
BUTACHIMIE	Site internet Butachimie : www.butachimie.eu	Chalampé (68)	Adiponitrile (ADN)
LyondellBasell	(INRS, 2017)	Berre l'Etang (13)	SBS
Omnova	Site internet Omnova www.omnova.com	Sandouville (76)	NBR
Versalis International	France Caoutchouc, 2016	Loon-Plage (59)	NBR, HNBR, SBR, BR

Le site de l'ECHA recense les déclarants et/ou fournisseurs de 1,3-butadiène en Europe sur son site en ligne. En mars 2019, ils étaient au nombre de 15. Aucune précision n'est fournie sur l'utilisation du produit par ces déclarants/fournisseurs. Les données sont présentées dans le Tableau 4.

¹⁰ Best Available Techniques Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals

¹¹ Capacité de production pour l'ensemble des oléfines inférieures : éthylène, propylène, butadiène, butylène

Tableau 4 : Déclarants et fournisseurs ayant déposé un dossier pour cette substance à l'ECHA entre 2009 et 2019¹²

Exploitants	Adresse du déclarant/fournisseur	Date de dépôt de dossier
3M France SAS	Cergy Pontoise (95)	2014
Basel Polyoléfines France SAS	Berre l'Etang (13)	2015
BASF Agricultural Specialities SAS	Colomiers Toulouse (31)	2014
BUTACHIMIE	Lyon (69)	2011
CRAY VALLEY SA	Courbevoie (92)	2010 & 2018
Dow France SAS	La plaine Saint Denis (93)	2016
ExxonMobil Chemical France SARL	Courbevoie (92)	2010
Gazprom Marketing and Trading France	Paris (75)	2016
INEOS Chemicals Lavera	Lavera (13)	2010
Manufacture Française des Pneumatiques Michelin	Clermont-Ferrand (63)	2017 & 2018
Naphtachimie	Courbevoie (92)	2010
OMNOVA Solutions SAS	Courtabeuf (91)	2018
RHODIA OPERATIONS	Aubervilliers (93)	2014
Total Raffinage	Courbevoie (92)	2017
W.R Grace S.A	Epernon (28)	2010

¹² Site de l'ECHA : <https://www.echa.europa.eu/fr/web/guest/registration-dossier/-/registered-dossier/15570/1>. Consulté le 05/03/2019.

5 Sources et émissions

5.1 Sources naturelles

Les feux de forêts sont considérés comme une source naturelle d'émission de 1,3-butadiène dans l'air (Curren et al., 2006).

5.2 Sources anthropiques

Aux Etats-Unis, les sources majoritaires d'émission de 1,3-butadiène dans l'atmosphère sont les émissions diffuses ou accidentelles lors de sa production, son utilisation, son transport et son stockage.

En 2005, les gaz d'échappement des voitures étaient responsables d'un tiers des émissions totales (ATSDR, 2012).

Le 1,3-butadiène est également présent dans la fumée de cigarettes, d'incinérateurs de déchets et de feu de bois (OMS, 2000) ainsi que dans les émissions liées à la cuisson de plusieurs huiles végétales (OMS & Health Canada, 2001).

Une estimation des émissions de butadiène sur la France a été réalisée dans le cadre de cette étude en appliquant la spéciation des émissions de COV réalisée par le CITEPA (et utilisée dans le cadre du Pôle de Coordination des inventaires Territoriaux V2, LCSQA 2018) aux émissions nationales par secteurs d'activité datant de 2015.

Les profils de spéciation (d'émissions de COV par secteurs d'activités) étant uniquement basés sur la littérature scientifique, leur exploitation pour estimer la répartition des émissions selon les secteurs d'activité apparaît entachée d'une forte incertitude. Le CITEPA décline toute responsabilité quant à l'utilisation et l'interprétation de ces données brutes.

De plus, les proportions estimées à un niveau national peuvent totalement s'inverser au niveau local en présence d'un site émetteur. Le seuil de déclaration GEREPA des émissions polluantes apparaît également comme un potentiel biais dans l'évaluation des émissions à l'échelle nationale.

Enfin, la part du diffus industriel est probablement sous-estimée dans les inventaires car complexe à mesurer.

5.2.1 Véhicules automobiles

D'après l'US EPA, en 2005, les émissions automobiles en 1,3-butadiène représentaient un tiers des émissions totales aux Etats-Unis (ATSDR, 2012).

5.2.2 Installations classées pour l'environnement

5.2.2.1 Emissions diffuses

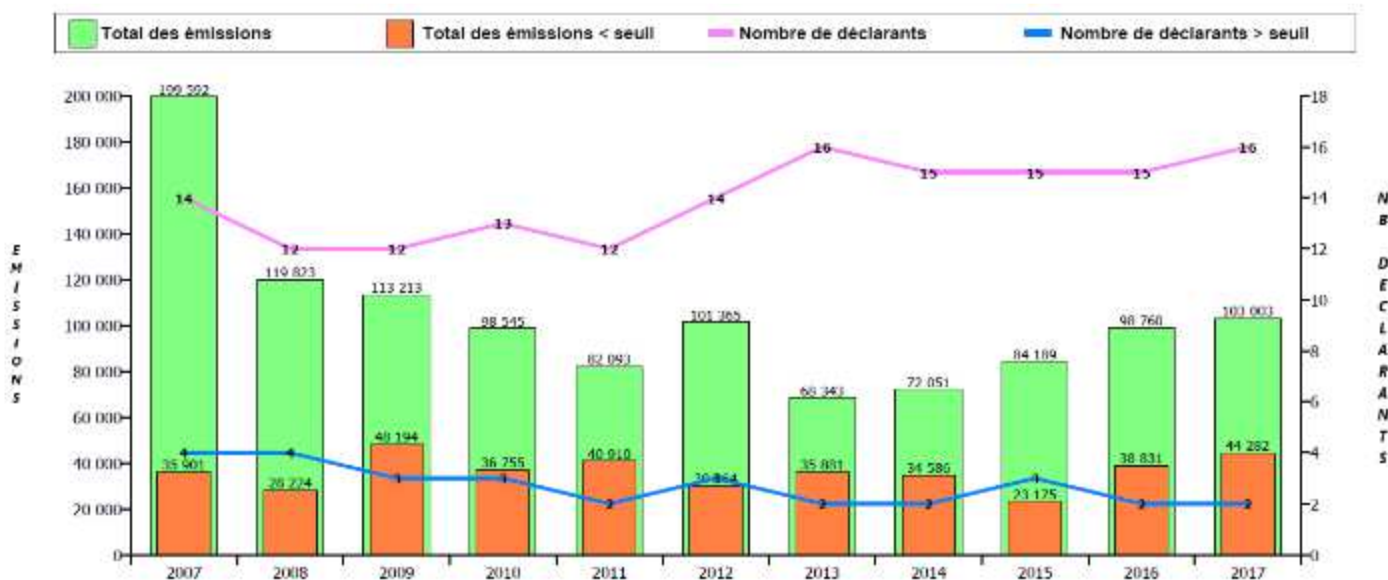
Les activités industrielles émettrices de 1,3-butadiène dans l'air font partie des types d'industries suivantes¹³(INRS, 2017):

- Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base (65% des émissions industrielles totales déclarées en butadiène en 2017) ;
- Fabrication de matières plastiques de base ;
- Raffinage du pétrole ;
- Fabrication de caoutchouc synthétique.

¹³ Document interne concernant les émissions dans l'air déclarées en 2017 en France

L'évolution des émissions industrielles déclarées sur GEREP¹⁴ et compilées dans BDREP¹⁵ en 1,3-butadiène dans l'air entre 2007 et 2017¹⁶ est présentée en Figure 4.

Figure 4 : Evolution des émissions atmosphériques en 1,3-butadiène, déclarées par les industriels, entre 2007 et 2017 (données BDREP – Source INDO INERIS)



Il est important de souligner que la présente figure a été établie sur la base des informations saisies par les exploitants dans le registre national des émissions polluantes et des déchets (Arrêté du 26 décembre 2012 modifiant l'arrêté du 31 janvier 2008)¹⁷. Seules les émissions supérieures aux seuils de déclaration de 15 000 kg/an (cas du 1,3-butadiène) sont à renseigner par les industriels, à titre réglementaire. Le total des émissions atmosphériques (inférieures et supérieures au seuil d'émission) présenté à la Figure 4 n'est donc pas exhaustif.

Dans le cas du 1,3-butadiène, le nombre de déclarants reste stable, que ce soit pour les émissions inférieures (entre 12 et 18 sites) ou les émissions supérieures au seuil de déclaration (entre 2 et 4 sites).

Entre 2009 et 2017, on retrouve les trois mêmes établissements déclarant des émissions en 1,3-butadiène supérieures au seuil. Il s'agit de :

- Total Petrochemicals à Gonfreville-l'Orcher (76) – Fabrication de matières plastiques de base ;
- ExxonMobil Chemical France (ESSO) à Notre-Dame-de-Gravenchon (76) – fabrication d'autres produits chimiques organiques de base ;
- UCB - Usine Chimique de Berre/LyondellBassell à Berre-l'Etang (13) – Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base.

Ces émissions représentent entre 50% et 75% des émissions totales en 1,3-butadiène renseignées dans BDREP.

Toujours d'après les données de la BDREP, l'intégralité des émissions en 1,3-butadiène déclarées par les industriels est issue de sources diffuses.

¹⁴ Gestion Electronique du Registre des Emissions Polluantes

¹⁵ Base de Données du Registre des Emissions Polluantes

¹⁶ Sur la base publique Irep, des données sont renseignées jusqu'en 2013. Il a été volontairement choisi de ne pas les présenter ici, au regard de la plus faible fiabilité des données (requêtes à l'époque renseignées sur papier par les industriels, chaîne de traitement des données moins robuste etc.)

¹⁷ La responsabilité de l'Ineris ne pourra être engagée si les informations déclarées sont incomplètes ou erronées. Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport sous sa seule et entière responsabilité. L'Ineris dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport.

La base de données européenne du recensement des émissions, l'E-PRTR¹⁸, ne possède pas de données sur les émissions de 1,3-butadiène.

Les raffineries sont susceptibles de concentrer du 1,3-butadiène au sein de leur unité de craquage catalytique (INRS, 2017). La liste des raffineries françaises et leur localisation est présentée en Tableau 5.

Tableau 5 : Raffineries en activité en France en 2015 et localisation¹⁹

Exploitant	Localisation
TOTAL	<i>Gonfreville (76)</i>
	Donges (44)
	<i>Châteauneuf-les-Martigues (13)</i>
	<i>Feyzin (69)</i>
	Grandpuits (77)
ESSO	<i>Notre-Dame-de-Gravenchon (76)</i>
	<i>Fos-sur-Mer (13)</i>
PETROINEOS	<i>Martigues (13)</i>

Des mesures dans l'air ambiant ont été réalisées par plusieurs AASQA autour des raffineries indiquées en italique (cf. 8.1.1.4 Zone sous influence industrielle).

En 2017, d'après la BDREP, les dix premiers établissements émetteurs de 1,3-butadiène représentaient 98% des émissions déclarées par les sites industriels en France.

Une carte de localisation des sites émetteurs, producteurs ou utilisateurs de 1,3-butadiène est présentée en Figure 5. Il est important de noter que cette carte n'est pas exhaustive (cf. Annexe 2). Les sites producteurs et utilisateurs sont considérés comme des émetteurs potentiels.

¹⁸ E-PRTR : European Pollutant Release and Transfer Register

¹⁹ Site de l'Union Française des Industrie Pétrolières (UFIP) : <https://www.ufip.fr/activites/raffinage/un-outil-de-raffinage-en-constante-evolution>. Consulté le 05/03/2019.

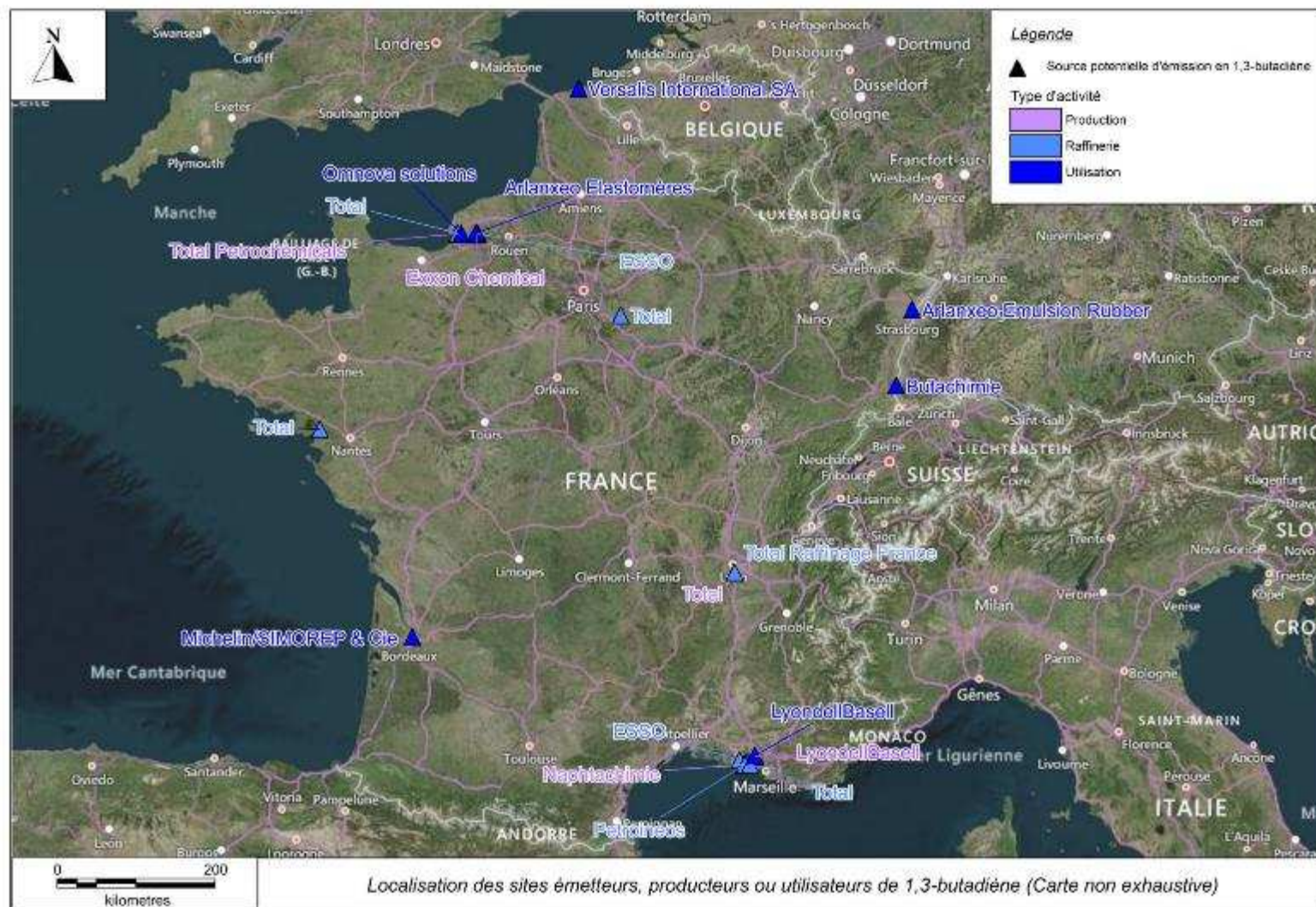


Figure 5 : Localisation de sites émetteurs, producteurs ou utilisateurs de 1,3-butadiène (Carte non exhaustive)

5.2.2.2 Emissions canalisées

5.2.2.2.1 Industrie Textile (European IPPC Bureau, 2003d)

Dans l'industrie textile, les émissions en 1,3-butadiène sont canalisées mais, en France, les quantités rejetées dans l'environnement ne sont pas mesurées. Une mise à jour du BREF²⁰ Industrie Textile est actuellement en cours. Les extraits des BREF sont indiqués en italique dans la suite du paragraphe.

➤ Production et impression d'étoffes

*« Les revêtements de sol textiles, présent dans la catégorie de la production des étoffes (et de tricotés en particulier) désignent les « articles ayant une surface d'usure réalisée dans une matière textile ». En effet, pour les tapis tuftés, une couche d'enduction permet d'ancrer le poil sur la couche de support. Cette couche est synthétisée à partir de caoutchouc synthétique ou artificiel à base de caoutchoucs latex styrène-butadiène carboxylé (SBR Latex). Après impression des étoffes, « le séchage et la thermo-fixation constituent une autre source importante d'émissions dans les procédés d'impression. » Le **1,3-butadiène** peut se retrouver dans les émissions gazeuses.*

➤ Textiles enduits et contrecollés

« Le potentiel d'émissions des dispersions de polymères est relativement faible par rapport aux pâtes d'enduction. Les composants qui sont responsables des émissions dans l'air sont les dispersants, les composants résiduels de la polymérisation (en particulier, le t-butanol utilisé comme catalyseur dans les réactions de polymérisation) et les monomères découlant de la réaction incomplète pendant la polymérisation. Ces derniers sont particulièrement importants en ce qui concerne les nuisances dans l'air ambiant du lieu de travail et des odeurs. Ils incluent notamment » [...] :

- *« les monomères cancérigènes tels que l'acrylonitrile, le chlorure de vinyle, l'acrylamide, le **1,3-butadiène** et le cyclohexène de vinyle.*

*Le cyclohexène de vinyle n'est pas souvent identifié dans les rejets gazeux. Toutefois, il se forme toujours (2 + 2 produits de cyclo-addition) si l'on utilise du **1,3-butadiène**. »*

➤ Fabrication de tapis

« Il n'existe aucune information permettant de donner une image réaliste des niveaux d'émission et de consommation. Les seules données spécifiques aux procédés présentées dans cette section concernent les émissions dans l'air provenant des lignes de contrecollage. Les données proviennent de mesures réalisées sur un échantillon d'usines de fabrication de tapis sur une période de 1996 à 2001. » [...]

*« Les COV constituent les principaux polluants décelés dans les rejets gazeux, mesurés en équivalent de carbone organique total. Des substances dangereuses telles que le **1,3-butadiène** et le 4-vinyl-1-cyclohexène peuvent être émises par les micelles. Toutefois, actuellement leur concentration est faible, en particulier la teneur en **1,3-butadiène**, qui se situe normalement en dessous de 1 mg/kg. »*

5.2.2.2.2 Autres industries

Aucune information concernant d'éventuelles émissions canalisées de 1,3-butadiène par d'autres types d'industrie n'a pu être identifié lors de la rédaction de ce rapport.

5.2.2.2.3 Conclusion concernant les émissions

Il ressort des données que les émissions déclarées par les installations classées pour l'environnement concernent un nombre limité de secteur d'activité et que ces émissions se font principalement sous forme diffuse.

Pour l'industrie textile, les émissions en 1,3-butadiène sont canalisées (cheminées des rames de séchage) mais aucune donnée spécifique à cette activité n'est disponible actuellement. Cependant, des informations sur les méthodes de mesures, les fréquences de mesures et les valeurs d'émissions doivent être recueillies dans le cadre de la révision du BREF textile (en cours).

²⁰ Les BREF sont des documents de référence décrivant les Meilleures Techniques Disponibles (MTD)

6 Devenir dans l'environnement

6.1 Air

Le 1,3-butadiène est un composé très volatil qui se dégrade rapidement dans l'atmosphère. Il est susceptible de réagir avec plusieurs substances dans l'atmosphère (ATSDR, 2012):

- Radicaux hydroxyles (OH) produits photo-chimiquement ;
- Ozone (O₃) par photo-oxydation ;
- Radicaux nitrate (NO₃).

La voie majoritaire de dégradation implique les radicaux hydroxyles produits photo-chimiquement dans l'atmosphère. La demi-vie du 1,3-butadiène pour cette voie de dégradation a été estimée à 6 heures pour des conditions estivales (ATSDR, 2012). Les conditions atmosphériques ainsi que la saison influencent fortement le temps de demi-vie du 1,3-butadiène dans l'atmosphère (OMS & Health Canada, 2001). La durée de vie du 1,3-butadiène dans l'atmosphère sera plus élevée en conditions hivernales (du fait des faibles concentrations de radicaux hydroxyles). La nuit, les réactions avec l'ozone et les nitrates deviennent prédominantes, les demi-vies de ces réactions sont alors respectivement de 2 et 3 jours (European Chemicals Bureau, 2002 et ECHA²¹).

Certains des produits de dégradation du 1,3-butadiène dans l'atmosphère sont considérés comme plus toxiques que ce dernier. En effet, d'après Kramp & Paulson et Niki & Savage, en présence d'ozone, le 1,3-butadiène se transforme majoritairement en acroléine et en formaldéhyde avec formation de 1,2-epoxy-3-butene et de 1,2:3,4-diepoxybutane (Kramp & Paulson, 2000; Niki et al., 1983).

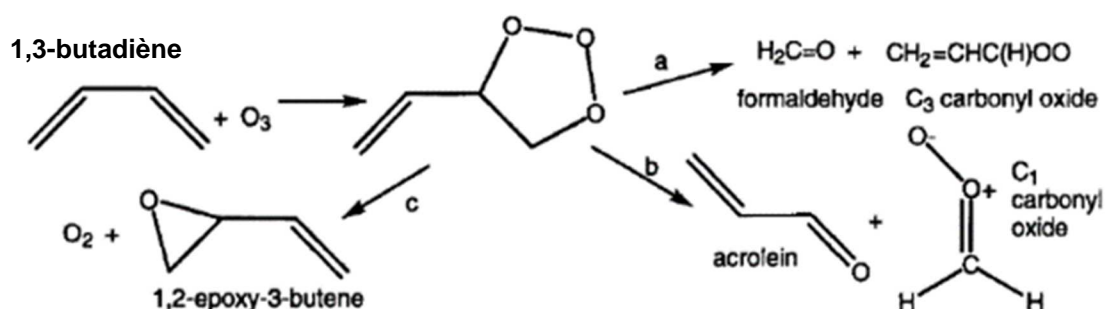


Figure 6 : Dégradation du 1,3-butadiène en présence d'ozone (Kramp & Paulson, 2000)

En France, aucune donnée de la littérature sur le comportement du 1,3-butadiène à proximité d'une source n'ayant été trouvée, les travaux suivants ont été menés par l'Ineris dans le cadre du présent rapport.

Pour évaluer le devenir du 1,3-butadiène à proximité d'une source et étudier son comportement chimique, des concentrations moyennes sur la France des oxydants OH, O₃ et NO₃ ont été estimées à partir du modèle CHIMERE pour une situation hivernale et une situation estivale. Un modèle simple (OD) de dégradation du 1,3-butadiène par réaction chimique avec ces oxydants a ensuite été développé. Ce modèle prend en compte une vitesse de vent moyenne de 3 m/s.

La Figure 7 montre la part des concentrations en 1,3-butadiène qui n'aura pas été détruite chimiquement en fonction de la distance à la source. A noter que le profil des concentrations obtenues ne tient pas compte des variations diurnes ni des spécificités régionales des concentrations d'oxydants.

Ces résultats montrent que le 1,3-butadiène peut être transporté sur d'assez longues distances avant que le composé ne se dégrade significativement. L'hypothèse de l'absence de dégradation chimique couramment faite dans les modèles locaux de dispersion (quelques dizaines de kilomètres autour de la zone d'émissions) pourrait donc être faite dans une première approche pour des conditions hivernales. Cependant, en conditions estivales, la dégradation photochimique peut influencer les concentrations à proximité de la source de façon significative (plusieurs dizaines de pourcents).

²¹ Site de l'ECHA : <https://www.echa.europa.eu>. Consulté le 04/03/2019.

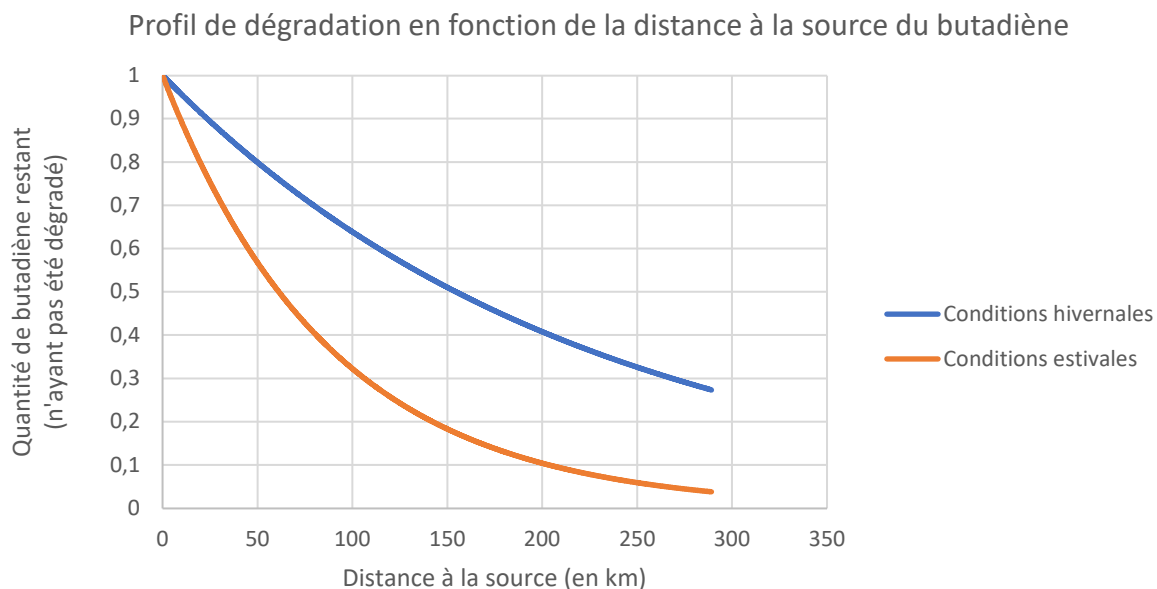


Figure 7 : Profil de dégradation moyen des concentrations de butadiène en fonction de la distance à la source (évalué pour un vent de 3 m/s).

6.2 Eau

Une volatilisation rapide est attendue pour le 1,3-butadiène présent dans l'eau (Ineris, 2011). La demi-vie estimée du 1,3-butadiène dans l'eau est comprise entre 4 et 28 jours (OMS & Health Canada, 2001).

La modélisation du devenir du 1,3-butadiène dans les eaux de rejets conduit à estimer que 95% se volatilisent, 4% se retrouvent dans l'eau et 1% dans les boues. Des mesures dans les eaux de surface se sont révélées plus faibles que les valeurs modélisées pour les sites de production et d'utilisation qui étaient de 25 et 16 µg/l (European Chemicals Bureau, 2002b).

Peu de données sont disponibles concernant les concentrations en 1,3-butadiène dans l'eau de surface. Un total de 1 525 échantillons journaliers²² a été prélevé en sortie de 4 émissaires à Sarnia au Canada. Le 1,3-butadiène n'a été quantifié que sur trois échantillons avec des concentrations de 21, 80 et 130 µg/l (OMS & Health Canada, 2001). D'autres mesures plus anciennes dans des eaux de surface à proximité de zones industrielles présentent des concentrations comprises entre 2 et 5 µg/l avec des taux de détection très faibles (European Chemicals Bureau, 2002a).

6.3 Sédiments et sols

Le 1,3-butadiène ne semble pas se fixer aux sédiments dans l'eau, et s'adsorbe peu dans le sol (INERIS, 2019).

Sur la base des propriétés physico-chimiques, un modèle, développé par Environnement Canada, estime que lorsque que le 1,3-butadiène est rejeté dans le sol, près de 40% se retrouvent dans le sol, environ 58% dans l'air et 2% dans l'eau (OMS & Health Canada, 2001).

La demi-vie estimée dans les sols est comprise entre 7 et 42 jours et entre 42 et 125 jours dans les sédiments (Environnement Canada, 2000). Aucune donnée de mesures dans l'environnement n'a été trouvée dans la littérature pour confirmer ces valeurs estimées.

6.4 Chaîne alimentaire

Aucun facteur de bioconcentration (BCF) mesuré n'est disponible pour le 1,3-butadiène. Les valeurs calculées issues de la littérature sont comprises entre 13 et 19. Les faibles valeurs de BCF indiquent une faible capacité du 1,3-butadiène à se bioconcentrer ou se bioaccumuler dans la chaîne alimentaire (Ineris, 2011).

²² Limite de détection de 1 µg/l pour 736 échantillons et 50 µg/l pour 789 échantillons

7 Métrologie

Les différents modes de prélèvement et d'analyse adaptés à l'air ambiant, y compris sous influence d'une source industrielle, sont détaillés dans des travaux du LCSQA²³, la synthèse présentée dans ce document est reprise ci-dessous.

Tableau 6 : Synthèse des avantages et inconvénients des différentes méthodes répertoriées pour la mesure du 1,3-butadiène dans l'air ambiant (Source : LCSQA, 2021)

Méthode	Avantages	Inconvénients	Adapté au milieu
Méthodes intégrées par prélèvement avec analyse en différée			
 Tubes actifs (1 à 3 zones dont Carbopack X)	<ul style="list-style-type: none"> • Prélèvement simultané d'une large gamme de COV (si multi-adsorbants) • Possibilité de multiplier les points de prélèvement • Durée de prélèvement variable de quelques heures à plusieurs jours (débits variables entre 10 et 200 mL.min⁻¹) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'utiliser une pompe et un régulateur de débit • Besoin d'adapter le volume et les conditions de prélèvement au type de cartouche utilisé • Durée et conditions de conservation potentiellement contraignantes 	Toutes typologies et influences sauf rurale
Canisters	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité de multiplier les points de prélèvement • Durée de prélèvement variable de 5 min à 24h par utilisation dispositif de contrôle du débit 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement encombrant et fragile • Durée de conservation ≈ 8 jours • Procédure de nettoyage/reconditionnement contraignante • LQ relativement élevée si analyse par CG/FID (0,1-0,2 µg.m⁻³) 	Site sous influence industrielle ou site urbain
 Tubes passifs (Carbopack X)	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité de multiplier les points de mesure • Dispositif léger et autonome (pas de pompe) • Bonne sensibilité, liée à la possibilité de prélèvement sur plusieurs jours 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité de connaître le débit d'échantillonnage • Influence des conditions environnementales à évaluer (température, humidité) • Possible rétrodiffusion ou compétition d'adsorption (notamment pour les teneurs élevées ou lors de fluctuations brusques de concentration) 	Toutes typologies sauf rurale Exposition professionnelle

²³ LCSQA, 2021, POLLUANTS EMERGENTS : 1,3-BUTADIENE Méthodes disponibles pour la détermination des concentrations et niveaux rencontrés dans l'air ambiant

Méthode	Avantages	Inconvénients	Adapté au milieu
Méthodes automatiques on-line			
On-line (analyseur rack 19'')	<ul style="list-style-type: none"> Analyse quart-horaire possible Facilité de déploiement (transportable) Compatibilité avec les postes centraux des stations de surveillance 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de coélution (colonne courte) LQ peut être insuffisante en fonction du détecteur utilisé (< 100 ppt ou 0,2 µg/m³) Nécessite alimentation en gaz vecteur Installation en station climatisée 	Station fixe urbaine ou rurale
On-line (chaîne TD/CG/MS ou FID)	<ul style="list-style-type: none"> Analyse horaire Mesure simultanée de plusieurs COV dont les précurseurs d'ozone (moyennant l'utilisation de 2 colonnes) Sélectif Faible limite de détection 	<ul style="list-style-type: none"> Cher, encombrant et lourd Nécessite alimentation en gaz vecteur et installation en station climatisée Personnel compétent / chronophage Installation fixe sur un site unique 	Station fixe urbaine ou rurale Suivi des précurseurs d'ozone

Par ailleurs, le guide Ineris sur la « Surveillance dans l'air autour des installations classées » (Ineris, 2016b) et le document complémentaire associé (Ineris, 2016a)²⁴ présentent les méthodes de surveillance et de mesure conseillées en fonction de la substance, de la source d'émission, du type d'émission. Ces documents sont consultables à l'adresse suivante : <https://www.ineris.fr/fr/guide-surveillance-air-autour-installations-classees-retombees-emissions-atmospheriques-impact>²⁵.

²⁴ Consultable via le lien : <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/compl%C3%A9ment-gu%C3%ADe-air-ineris-drc-16-158882-10272a-1484640451.pdf>

²⁵ Une mise à jour du guide est prévue fin 2021 et celle du document complémentaire en 2022

8 Caractérisation des expositions

8.1 Concentrations dans l'environnement

8.1.1 Air ambiant extérieur

Quand des concentrations dans l'air sont mesurées en continu, le calcul des données horaires se fait à partir des données quart-horaires valides. Les calculs des moyennes temporelles et leurs critères de validité sont détaillés dans le guide méthodologique pour le calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (LCSQA, 2016).

Il faut distinguer plusieurs périodes de temps sur lesquelles les moyennes temporelles peuvent être calculées : horaire, moyenne glissante sur 8 heures, journalière, saisonnière, mensuelle et annuelle.

Les mesures en 1,3-butadiène présentées dans la suite du document sont principalement issues de rapports rédigés par des AASQA.

8.1.1.1 Données françaises globales (Extrait du rapport de l'ANSES, 2018)

Les paragraphes suivants sont extraits du rapport de l'Anses de 2018 sur les « Polluants « émergents » dans l'air ambiant ».

« Lors de la consultation menée auprès des organismes nationaux, 77 campagnes de mesures ont été recensées (76 par sept AASQA²⁶ et une par un laboratoire de recherche). Les données issues de 44 campagnes (43 par six AASQA et une par un laboratoire de recherche) ont été retenues à partir des critères présentés au chapitre 5.2.1 pour l'exercice de catégorisation.

Les méthodes de prélèvement mises en œuvre lors de ces campagnes sont des méthodes on-line, par canister ou par échantillonneurs passifs. L'analyse est réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) ou par détecteur à ionisation de flamme (GC-FID).

Les résultats agrégés des campagnes de mesures sont présentés sous forme graphique sur la Figure 8. La Figure 9 présente également sous forme de boîtes à moustaches l'ensemble de ces données, ainsi que les concentrations moyennes en fonction de différentes typologies des campagnes de mesures. »

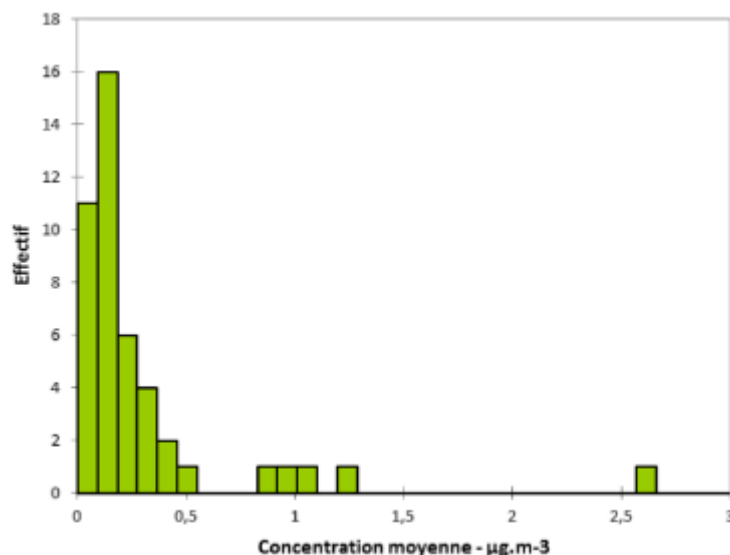


Figure 8 : Concentrations moyennes des campagnes de mesure du 1,3-butadiène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Source : ANSES, 2018)

²⁶ AASQA : Associations Agréées Surveillance Qualité de l'Air

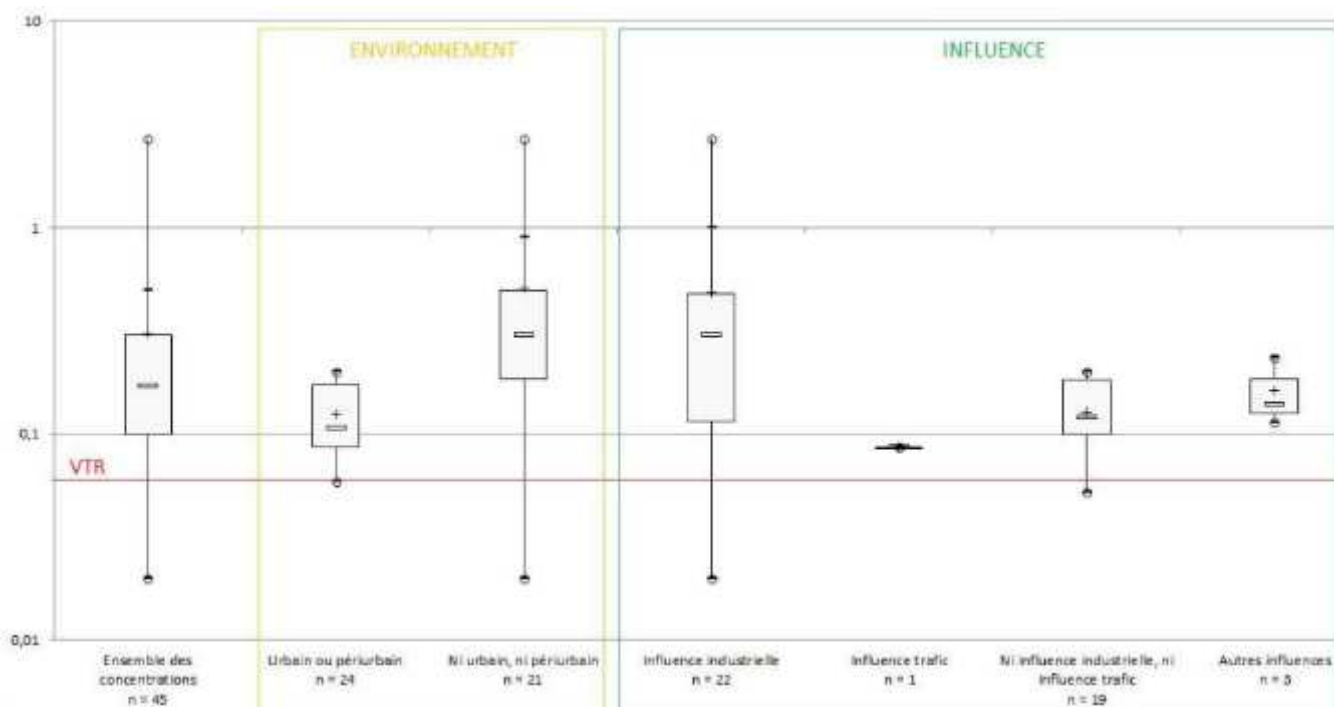


Figure 9 : Concentrations moyennes des campagnes de mesures du 1,3-butadiène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les différentes typologies (échelle logarithmique sur l'axe des ordonnées, VTR de $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un excès de risque de 10^{-5}) (Source : ANSES, 2018)

« Plus de 90% des campagnes de mesures présentent des concentrations moyennes dépassant la VTR calculée à partir de l'ERU de l'OEHHA pour un excès de risque de 10^{-5} . Toutes les typologies peuvent conduire à des dépassements de la VTR. »

La valeur de concentration correspondant à la VTR sans seuil a été calculée par l'Anses en considérant une concentration inhalée identique dans les différents milieux d'exposition (correspondant à facteur d'exposition de 100%) et à une durée d'exposition de 70 ans. Ce calcul et la valeur de concentration inhalée sont repris au paragraphe 10 de ce rapport.

Dans l'avis de l'Anses sur les polluants « émergents » dans l'air ambiant, le CES a classé le 1,3-butadiène en première position de la liste des polluants prioritaires, non réglementés actuellement, pour une future politique nationale publique de surveillance de la qualité de l'air.

A ce titre, le CES recommande la mise en œuvre d'une surveillance nationale de ce composé, associée à la proposition d'un objectif environnemental en lien avec la protection de la santé humaine.

8.1.1.2 Zone urbaine ou péri-urbaine

8.1.1.2.1 En France

Les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) réalisent des campagnes de mesures du 1,3-butadiène dans plusieurs grandes villes de France depuis une dizaine d'années. Les données collectées sont présentées dans le Tableau 7. Ces données sont extraites de 8 rapports publics rédigés par les AASQA au cours des 10 dernières années.

Tableau 7 : Concentrations mesurées en France en zone urbaine et péri-urbaine

Localisation et date	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Source
	Moyenne annuelle	Maximum horaire	
Paris (75), 2017	0,16	-	Airparif, 2018
Paris (75), 2016	0,21	-	Airparif, 2017
Lyon (69), 2013	0,13	0,83*	Air Rhône-Alpes, 2014 LCSQA, 2014
Le Havre (76), 2013	0,11	11,2	Air Normand, 2015
Strasbourg Ouest *** (67), 2013	0,14	93,39	LCSQA, 2014
Strasbourg Ouest *** (67), 2009	0,20	21,9	ASPA, 2010
Strasbourg Ouest *** (67), 2008	0,20	29,60	ASPA, 2008
Cabriès (13), RD9, 2007 (proche trafic routier)	0,25	0,77**	Atmo PACA, 2008
Cabriès (13), 2007 (station de fond, proche Canal de Marseille)	0,20	0,40**	

*Maximum annuel et non horaire

**Maximum journalier et non horaire (période été)

*** Zone péri-urbaine à influence industrielle potentielle

Les concentrations moyennes annuelles mesurées en France dans plusieurs grandes villes sont relativement homogènes et comprises entre 0,11 et 0,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cependant, les maxima horaires sont beaucoup plus élevés que les moyennes et variables selon les localisations. La valeur mesurée à Cabriès (13), à proximité de la RD9, est considérée comme influencée par le trafic routier.

8.1.1.2.2 Dans le monde

Des mesures réalisées à Londres ont permis de constater une diminution des concentrations en 1,3-butadiène au cours des 20 dernières années. Alors proche de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2000, les concentrations sont proches de 0,02-0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de deux points de mesure en milieu urbain en 2017 (Department for environment Food and Rural Affairs, 2018).

En 2010, dans le cadre du programme National Air Pollution Surveillance²⁷, Environnement Canada a mesuré des concentrations dans l'air ambiant en 1,3-butadiène comprises entre 0,012 et 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une moyenne de 0,073 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le Canada dispose également de cartographie des concentrations en 1,3-butadiène modélisées à l'échelle nationale.

Sur l'ensemble des valeurs observées dans la littérature à l'international (Tableau 8), les concentrations moyennes annuelles en 1,3-butadiène dans l'air ambiant urbain sont relativement homogènes à l'exception de Houston (1997-2004) et comprises entre 0,01 et 1,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

²⁷ Site de CAREX Canada : https://www.carexcanada.ca/en/1,3-butadiene/environmental_estimate/#data+outdoor_air. Consulté le 08/03/2019.

Tableau 8 : Concentrations en 1,3-butadiène dans plusieurs grandes villes considérées comme comparables à des grandes villes françaises (Adapté de Huy, Lee, & Zhang, 2018 et sources associées)

Pays	Ville	Concentrations en 1,3-butadiène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Année	Source de Huy et al, 2018
		Moyenne	Méthode	Durée d'échantillonnage			
Etats-Unis	85 villes	0,128 \pm 0,238	Station de surveillance	24 h (moyenne annuelle)	2013	USEPA (2015)	
	Houston (14 sites)	1,26 \pm 1,81	Canister	24 h	1997–2004	Reiss (2006)	
	Houston (30 sites)	0,41 \pm 0,53	Canister et GC-MS en ligne	24 h (moyenne annuelle)	2008	Hendler et al (2010)	
	77 sites	0,3	Station de surveillance	24 h (moyenne annuelle)	2000	McCarthy et al (2007)	
	Boston	0,077	PTR ²⁸ -MS	–	2007	Knighton et al (2009)	
	New York City	0,1 \pm 0,2a 0,1 \pm 0,4b	Désorption thermique – GC/MS	48 h	1999	Sax et al (2004)	
	Los Angeles	0,2 \pm 0,4 0,01	-	-	2000		
Royaume-Uni	London Eltham	0,06 \pm 0,02	Station de surveillance	24 h	2005	Delgado-Saborit et al (2011)	
	Cardiff	0,03 \pm 0,03	Station de surveillance	24 h	2006–2007		
	9 villes	0,56 \pm 0,18	Station de surveillance	24 h (moyenne annuelle)	1993	Dollard et al (2001)	
Suisse	Zürich	0,155c 0,177d 0,199e	GC–MS en ligne	6 min toute les 50 min	2005–2006	Legreid et al (2007)	
Suède	Stockholm	0,09 \pm 0,04	GC–MS en ligne	-	2009	Yazar et al (2011)	
	Quartier de Stockholm-		GC–MS en ligne	24 h (7 jours)	2002	Krusa et al (2003)	
	Hornsgatan	0,39					
Rosenlundsgatan	0,08						
Canada	53 stations	0,073	-	-	2010	National Air Pollution Surveillance	

²⁸ Proton-transfer-reaction

Pays	Ville	Moyenne	Concentrations en 1,3-butadiène (µg/m ³)			Source de Huy et al, 2018 (Environment Canada)
			Méthode	Durée d'échantillonnage	Année	
	–	0,096	–	– (moyenne annuelle)	–	Setton et al (2013)
	Urban sites	–	Station de surveillance	24 h (moyenne annuelle) 1 fois toutes les 6 jours entre 1995 et 2003	2003 (Données également de 1995-2003)	Curren et al (2006)
	Halifax	0,26				
	Montréal	0,23				
	Ottawa	0,17				
	Stouffville	0,05				
	Toronto	0,12				
	Hamilton	0,14				
	Sarnia	0,20				
	Windsor	0,11				
	Winnipeg	0,15				
	Edmonton	0,18				
	Calgary	0,26				
	Vancouver	0,17				
Australie	Sydney CBD	0,88	Canister – GC/MS	24 h	1996–2001	NSW (2004)
	Rozelle	0,44				
	St Marys	0,22				
	Wollongong	0,22				
	Newcastle	0,22				
	Albion Park	0,22				
	Kembla Grange	0,22				
	Warrawong	0,22				
	Beresfield	0,22				
	Wallsend	0,22				
Espagne	Barcelone	0,86a	Tubes actifs multi-zones, TD/GC/MS	--	2017	Gallego <i>et al</i> (2018)

a : Hiver

b : Été

c : Printemps et été

d : Automne

e : Hiver

8.1.1.3 Zone rurale

8.1.1.3.1 En France

Des valeurs françaises en zone rurale sont disponibles sur le site du programme européen EMEP²⁹. Les mesures ont été réalisées par l'École Nationale Supérieure des Mines de Douai (ENSM-D) et sont disponibles en ligne.

Tableau 9 : Concentration en 1,3-butadiène dans des zones rurales françaises (Site de l'EMEP : <http://ebas.nilu.no>)

Station de mesure	Concentrations en 1,3-butadiène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Années de prélèvement
	Gamme	Moyenne	Méthode	Durée d'échantillonnage	
La Tardière (85)	0,02-0,5	0,03	Canister	20 min, une fois par	2009-2010
Peyrusse Vieille (32)	0,02-0,09	0,02	Canister	jour tous les 3-4 jours	2009-2010
	0,01-0,09	0,01	Canister	pendant 2 ans	2011-2012

Les moyennes des valeurs journalières pour les trois campagnes sont comprises entre 0,01 et 0,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

8.1.1.3.2 Dans le monde

Les concentrations mesurées au Canada et en Suède montrent que les concentrations en zone rurale semblent effectivement plus faibles que les concentrations mesurées en zone urbaine ou péri-urbaine.

Tableau 10 : Concentrations en 1,3-butadiène dans des zones rurales au Canada et en Suède (Adapté de Huy et al., 2018)

Pays	Ville	Concentrations en 1,3-butadiène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Source
		Moyenne	Méthode	Durée d'échantillonnage	Année	
Royaume-Uni	Harwell	0,01 \pm 0,06	Station de surveillance	24 h	2005–2007	Delgado-Saborit et al (2011)
Canada	Zones rurales		Station de surveillance	4 h (moyenne annuelle) 1 fois toutes les 3 ou 6 jours entre 1995 et 2003	2003 (Données également de 1995-2003)	Curren et al (2006)
	Kejimikujik	0,002				
	Point Lepreau	0,02				
	Sutton	0,006				
	Saint-Anicet	0,016				
	L'Assomption	0,037				
	Lemieux	0,009				
	Simcoe	0,012				
	Egbert	0,011				
Suède	A 10 km du centre-ville de Stockholm	0,04	GC-MS en ligne	24 h (7 jours)	2002	Krusa et al (2003)
	Fond, zone résidentielle près d'une raffinerie	< 0,06	CG-FID en ligne	Horaire sur 4 périodes d'un mois, sur un an	2006-2007	Axelsson et al, 2010

Au Canada, au Royaume-Uni et en Suède, les concentrations moyennes mesurées en zone rurale sont comprises entre 0,002 et 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

²⁹ Site de programme European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) : <http://ebas.nilu.no>. Consulté le 27/03/2019.

8.1.1.4 Zone sous influence industrielle

Plusieurs Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l’Air (AASQA) ont réalisé des mesures de concentrations en 1,3-butadiène autour de sites industriels susceptibles d’émettre du 1,3-butadiène dans l’atmosphère. Les données sont présentées dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Concentrations moyennes annuelles et maximums horaires en 1,3-butadiène mesurées à proximité de zones industrielles en France

Localisation et date	Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Source des données
	Moyenne annuelle	Maximum horaire	
Etang de Berre, 2014-2016	0,1-1	-	Echantillonnage passif Air PACA, 2016
	1,2-3	234,3	Analyseurs automatiques Air PACA, 2016
Lavéra, 2014-2016	0,3-0,4	35,1	
Gonfreville, 2015	1,29	28,62	Analyseurs automatiques Air Normand, 2015
Feyzin, 2014	0,59	380,1	Canisters (24h) et analyseurs en continu (Perkin-Elmer) Air Rhône-Alpes, 2015
Quillebeuf-sur-Seine, 2012	0,22	144,3	Analyseurs automatiques Air Normand, 2013
Notre-Dame-de-Gravenchon, 2012	0,32	51,2	

A proximité de zones industrielles, les concentrations moyennes annuelles sont comprises entre 0,1 et 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur maximale (3,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a été mesurée au niveau de la station de mesure Berre Etang en 2015 et 2018³⁰.

Une concentration de 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée à Feyzin en 2014, et des maximums compris entre 1 000 et 2 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été mesurés entre 2005 et 2012 (cf. Figure 18).

8.1.1.4.1 Etang de Berre (13)

- **AIR PACA, 2016**

Dans son rapport de 2016, Air PACA a mesuré les concentrations en 1,3-butadiène à proximité de l’étang de Berre où plusieurs sources industrielles émettrices de 1,3-butadiène ont été identifiées. Plusieurs séries de mesures hebdomadaires (8) ont été réparties sur l’année afin d’obtenir 2 mesures par saison. La durée de prélèvement était de 7 jours, pour un total de 56 jours dans l’année.

L’échantillonnage passif a été déployé pendant 56 jours, à raison de deux séries de 7 jours par saison. Les moyennes annuelles calculées sont comprises entre 0,1 et 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avec deux valeurs maximales observées sur les deux sites de Berre (Berre Etang et Berre Port). La concentration hebdomadaire maximale (5,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a été mesurée au niveau de l’étang de Berre. Les points de mesures proches des sources d’émission présentent les valeurs les plus élevées et les plus variables.

³⁰ Valeur moyenne annuelle pour 2018 fournie par AtmoSud sur <https://www.atmosud.org/donnees/acces-par-polluant>.

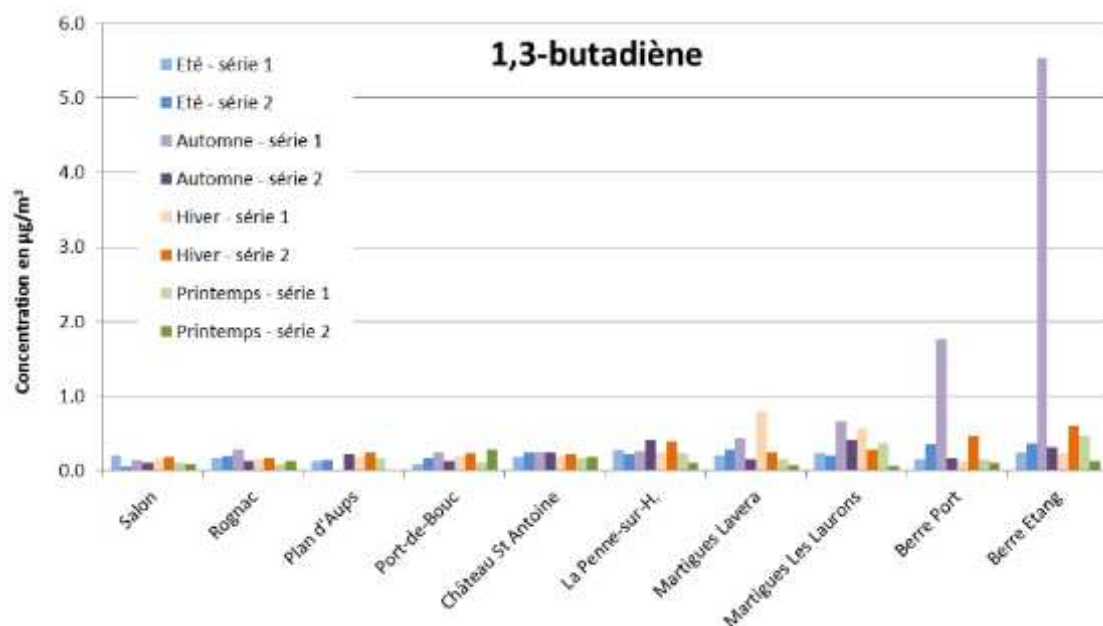


Figure 10 : Concentrations hebdomadaires de 1,3-butadiène mesurées par échantillonnage passif (Source : Air PACA, 2016)

Les analyseurs automatiques révèlent des concentrations moyennes annuelles comprises entre 1,2 et 3 µg/m³ entre 2014 et 2016 sur la station de l'étang de Berre. Pour le site de Lavéra, les concentrations sont comprises entre 0,3 et 0,4 µg/m³ pour la même période (absence de valeur en 2015). Un maximum journalier de 47 µg/m³ et un maximum horaire de 234 µg/m³ ont été mesurés au niveau de la station de mesure Berre Etang. Pour la station de Martigues Lavéra, ces valeurs étaient respectivement de 5 et 35 µg/m³.

Les concentrations les plus importantes sont observées lorsque les points de prélèvements sont sous les vents des sources industrielles proches. La comparaison faite entre la modélisation à partir des sources et les données mesurées a révélé une sous-estimation de la modélisation d'un facteur 20 en moyenne.

La concentration ubiquitaire de 1,3-butadiène dans l'air ambiant a été évaluée à 0,2 µg/m³ (INERIS, 2019).

Air PACA, Mesure en temps réel

Air PACA possède quatre stations de mesures en continu dont trois pour lesquelles les données sont disponibles en ligne, les données sont téléchargeables sur le site d'Atmo Sud³¹ : Ces stations, toutes localisées dans des zones industrielles, sont les suivantes :

1. Fos Carabins (Station mobile) ;
2. Berre l'Etang (Station fixe) ;
3. Martigues Lavéra (Station fixe) ;
4. Vallée de l'Huveaune (Station fixe).

³¹ <https://www.atmosud.org/donnees/acces-par-polluant>

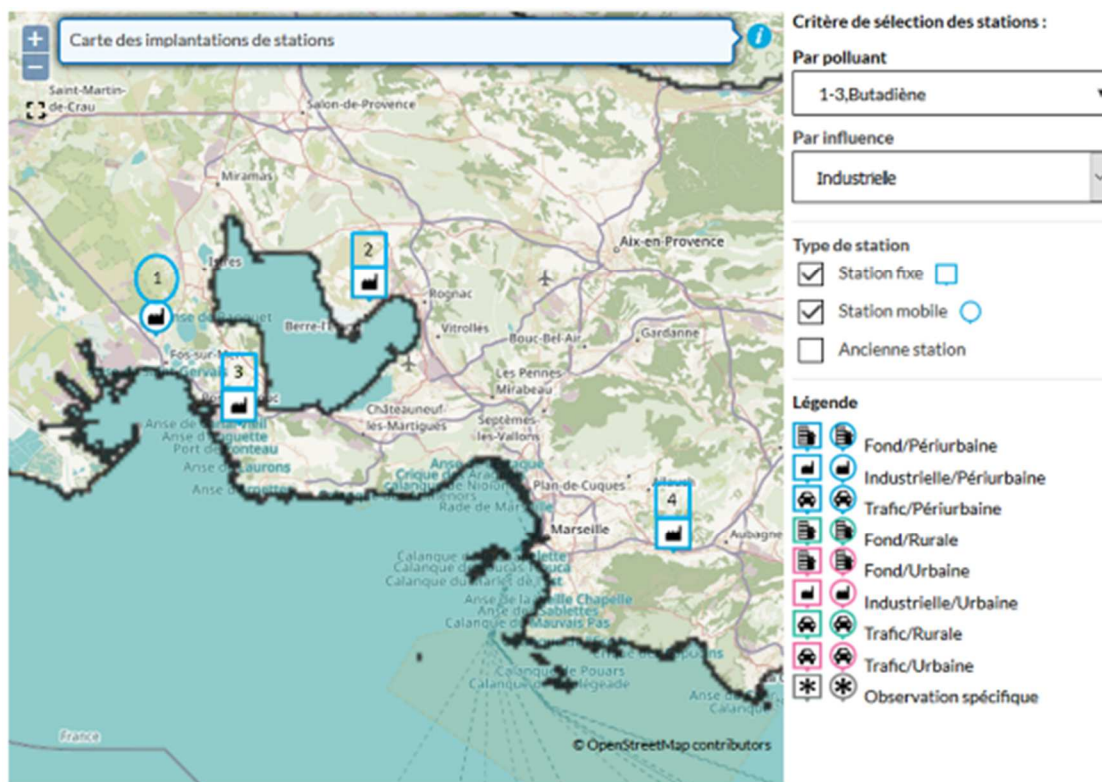


Figure 11 : Localisation des stations de mesures d'Atmo Sud³²

Le site d'Atmo Sud permet d'afficher les concentrations en 1,3-butadiène en fonction d'une échelle de temps donnée. A titre d'illustration, certains de ces graphes ont été extraits directement du site internet d'Atmo Sud (cf. Figure 12, Figure 13, Figure 14, Figure 15). Les valeurs moyennes sur de grandes échelles de temps (mensuelles ou annuelles) ne permettent pas de distinguer d'éventuels pics de concentrations dépassant $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

³² <https://www.atmosud.org/donnees/acces-par-station/03037>



Figure 12 : Exemple de moyennes annuelles de 2014 à 2018 (Source : www.atmosud.org)



Figure 13 : Exemple de moyennes mensuelles de février 2018 à février 2019 (Source : www.atmosud.org)

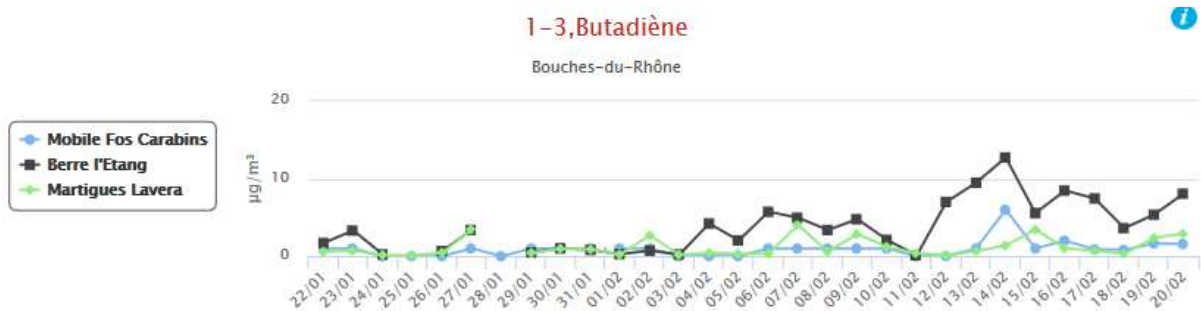


Figure 14 : Exemple de moyennes journalières entre le 22 janvier 2019 et le 22 février 2019 (Source : www.atmosud.org)



Figure 15 : Exemple de moyennes horaires de 14h à 12h le 21 février 2019 (Source : www.atmosud.org)³³

³³ Date choisie sans raison particulière, date d'extraction du graphe

8.1.1.4.2 Feyzin (69) - (Air Rhône-Alpes, 2015)

Autour du complexe pétrochimique de Feyzin, Air Rhône-Alpes, en partenariat avec TOTAL a mis en place une surveillance continue depuis 2005 pour 31 COV précurseurs d'ozone afin d'améliorer la détection de « pics » pour ces substances.

Pour le site de Lyon Centre, la surveillance a été effectuée par canister, la moyenne annuelle a donc été établie sur la base d'une soixantaine de jours.

Les trois stations fixes de mesures sont Pierre-Bénite (par analyseur depuis 2008), Feyzin Stade (par analyseur depuis 2004) et Vernaison (par canister depuis 2009) dont la localisation est présentée en Figure 15. Les données issues des stations Pierre-Bénite et Feyzin Stade sont générées toutes les 15 minutes.

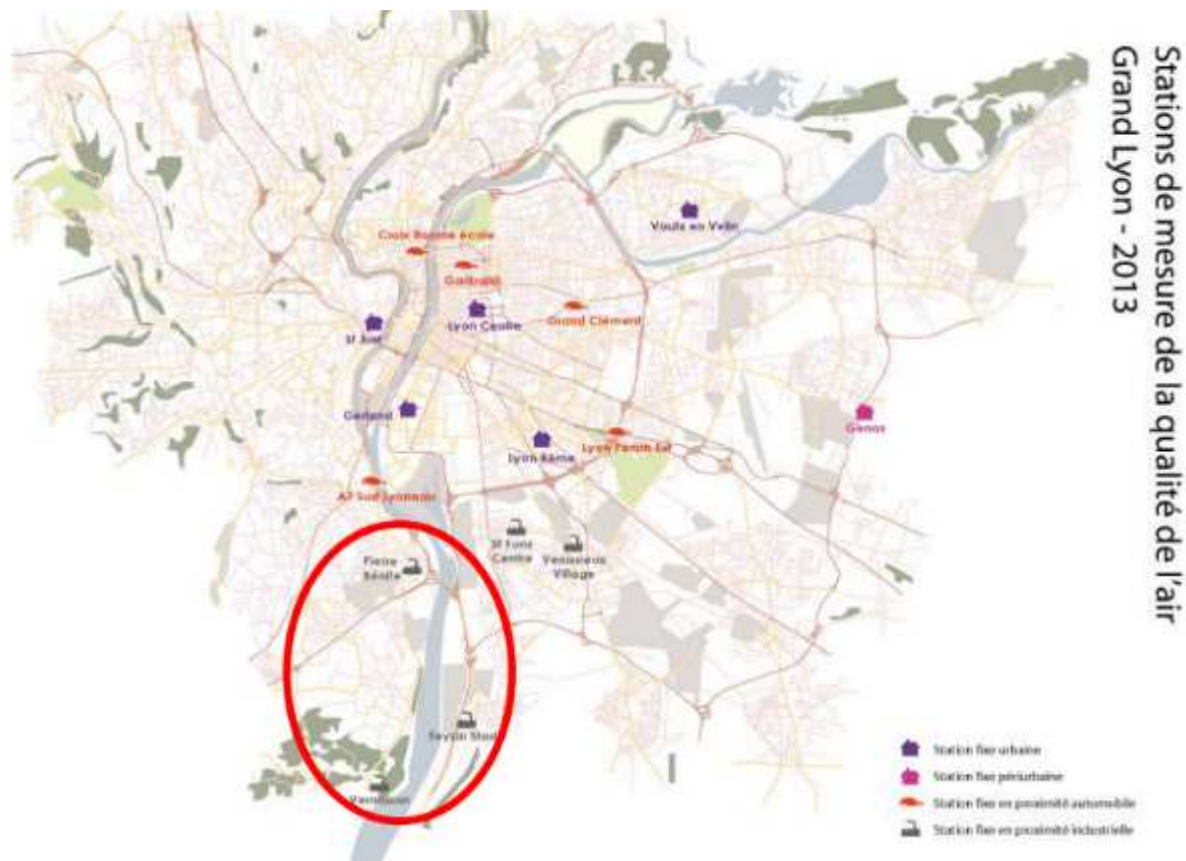


Figure 16 : Implantation des sites de mesures mis en place par Air Rhône-Alpes (Source : Air Rhône-Alpes, 2015)

D'après la Figure 16, présentant les concentrations moyennes annuelles de 2005 à 2014, celles de la station de mesures de Feyzin Stade sont nettement plus élevées par rapport aux autres stations. Globalement les sites de Pierre-Bénite et de Vernaison ont des concentrations du même ordre de grandeur que celles mesurées à la station de Lyon centre.

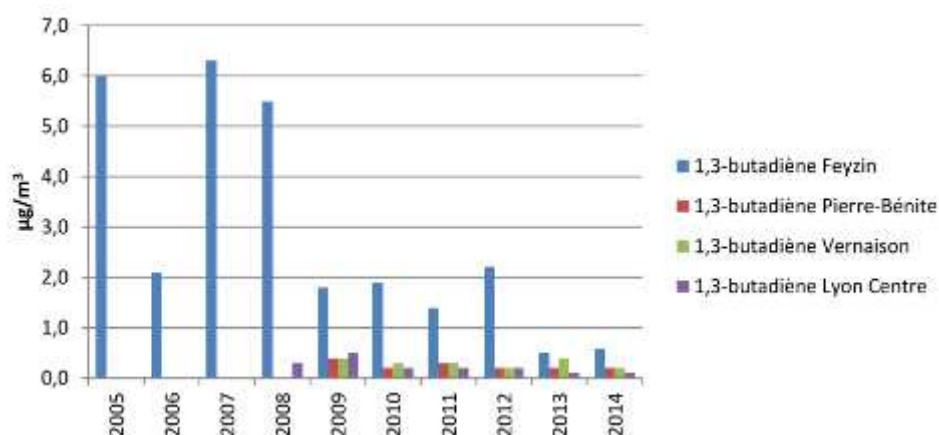


Figure 17 : Moyennes annuelles de 2005 à 2014 (Source : Air Rhône-Alpes, 2015)

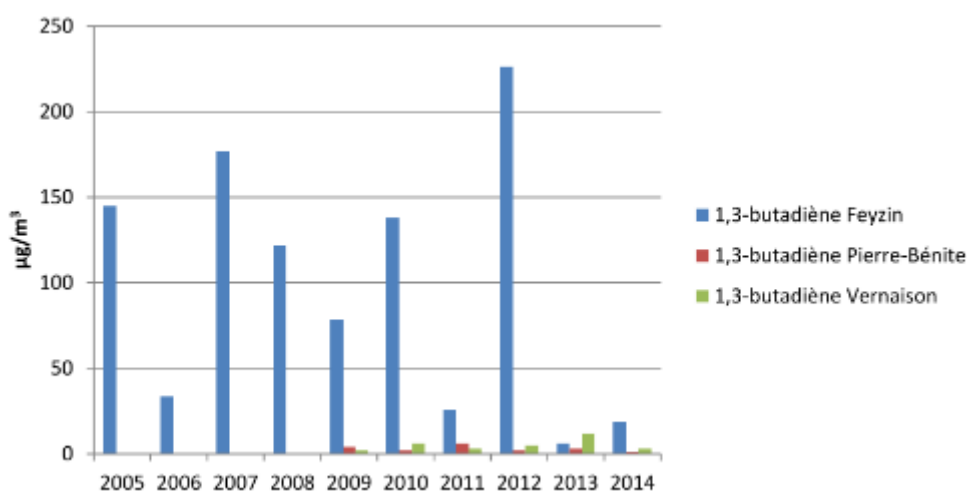


Figure 18 : Maxima journaliers de 2005 à 2014 (Source : Air Rhône-Alpes, 2015)

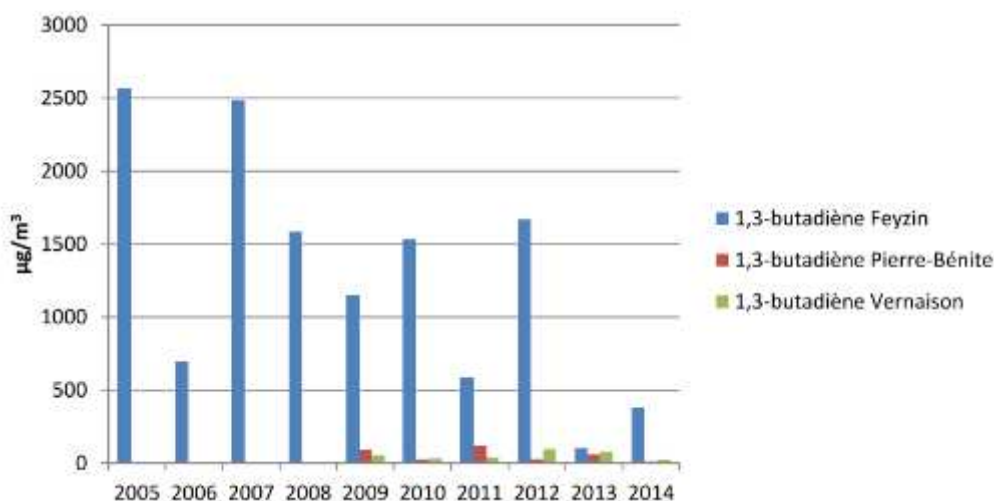


Figure 19 : Maxima horaires de 2005 à 2014 (Source : Air Rhône-Alpes, 2015)

Les valeurs maximales journalières et horaires permettent d'observer la survenue de « pics » et de mieux appréhender les gammes de concentrations (Figure 17 et Figure 18). Les moyennes annuelles ont très largement diminué depuis 2005. Les maxima journaliers et horaires semblent être en nette diminution depuis 2013.

8.1.1.4.3 Gonfreville (76) - Air Normand, 2015

La zone industrielle de Sandouville/Gonfreville est le siège de plusieurs sites produisant ou utilisant du 1,3-butadiène, notamment la raffinerie de Normandie (Total), Total Petrochemicals (producteur de 1,3-butadiène) et Omnova Solutions (utilisateurs de 1,3-butadiène).

Afin de mesurer uniquement les émissions d'OMNOVA Solutions, le point de mesure a été placé à proximité (dizaine de mètres) du site afin d'être sous ses vents et exempt de l'influence de Total Petrochemicals France localisé à 5 km à l'Ouest.

Les mesures ont été réalisées sous les vents d'OMNOVA Solutions (76) à l'aide d'analyseurs automatiques. Les émissions étant estimées comme fugace, ce dispositif permettait d'avoir un suivi en continu des concentrations et de détecter d'éventuels « pics » de concentration. La campagne de mesure a duré 2 mois (entre le 4 mai et le 30 juin 2015).

Ainsi, la moyenne des valeurs semi-horaires est de 1,3 µg/m³ et le maximum est de 28,62 µg/m³ (valeur mesurée en juin 2015). Plusieurs « pics » ont pu être mis en évidence pendant les 2 mois de mesure, leur durée était comprise entre quelques heures et 3 jours. Ces « pics » sont définis dans ce rapport comme des concentrations supérieures à 2 µg/m³.

8.1.1.4.4 Port-Jérôme - Station de Notre dame de Gravenchon (76) et de Quillebeuf sur Seine (27) - Air Normand, 2013

Deux systèmes d'analyses automatiques des Composés Organiques Volatils (COV) ont été installés à proximité de la zone industrielle de Port-Jérôme. Les mesures sont effectuées toutes les demi-heures : 10 minutes de prélèvement suivies de 15 minutes d'analyse. Cependant, les premières mesures ont mis en évidence un co-élution de l'isobutène rendant les premières analyses non valides. Un nouvel analyseur a donc été mis en place. Au total, plus de 10 000 valeurs valides ont pu être mesurées sur chaque site en 2012. Une attention particulière a également été apportée au nombre de « pics » observés pendant la campagne de prélèvement (Tableau 12).

Tableau 12 : Statistiques descriptives pour le 1,3-butadiène sur les sites de Notre-Dame-de-Gravenchon (76) et de Quillebeuf-sur-Seine (27)

Concentrations en µg/m ³	Notre Dame de Gravenchon	Quillebeuf sur Seine
Période	01/01/2012 – 23/09/2012	27/04/2012 - 31/12/2012
Gamme de valeurs	<0,2 - 51,2	<0,2 – 144,3
Moyenne	0,32	0,22
Nombre de valeur > 2 µg/m³	370	178
Nombre de valeur > 10 µg/m³	60	26
Nombre de valeur > 20 µg/m³	12	10
Nombre de valeurs valides	11 046	10 848

8.1.1.4.5 Conclusion

Les différentes campagnes menées par les différentes AASQA ont permis d'obtenir des données sur les concentrations en 1,3-butadiène dans des zone sous influence industrielle. Cependant, l'hétérogénéité des techniques de mesure rend la comparaison entre les différentes données délicate.

8.1.2 Air intérieur

8.1.2.1 Habitations

Les données présentées dans le Tableau 13 sont issues de la revue bibliographique de Huy et al réalisée en 2018. Pour les valeurs canadiennes, les données de la revue bibliographique réalisée par CAREX Canada³⁴ ont été ajoutées.

Tableau 13 : Concentrations en 1,3-butadiène mesurées dans les habitations de grandes villes considérées comme semblables aux grandes villes françaises (Adapté de Huy et al., 2018 et CAREX Canada)

Pays	Ville	Concentrations en 1,3-butadiène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
		Moyenne	Méthode	Durée	Année	Source
Etats-Unis	New York	$1,0 \pm 1,4^{\text{a}}$ $1,2 \pm 2,6^{\text{b}}$	Désorption thermique – GC/MS	48 h	1999	Sax et al. (2004)
	Los Angeles	$0,5 \pm 0,6^{\text{a}}$ $0,2 \pm 0,3^{\text{c}}$			2000	
	Detroit	0,4	-	7 jours	2006-2007	Johnson (2010)
Canada	-	0,12	-	- (concentration annuelle)	-	Setton et al (2013)
	Halifax, NS	$0,18^{\text{a}}$	-	24 h	2009	Health Canada (2012)
		$0,06^{\text{b}}$				
	Regina, SK	$0,45^{\text{a}}$	-	24 h	2007	Health Canada (2010)
		$0,29^{\text{b}}$				
		$0,45^{\text{a}}$		5 jours		
		$0,35^{\text{b}}$				
	Windsor, ON	$0,17^{\text{a}}$	-	24 h	2005	Health Canada (2010)
		$0,14^{\text{b}}$				
		$0,1^{\text{a}}$			2006	
$0,12^{\text{b}}$						
Ottawa, ON	0,5	-	24 h	2002-2003	Zhu (2005)	
Royaume-Uni	Londres, West Midlands, et zone rurale au sud du pays de Galle	$0,24 \pm 0,31$	Désorption thermique – GC/MS	12 h	2005–2007	Delgado-Saborit et al. (2011)
	Birmingham	$1,1 \pm 1,90$	Désorption thermique – GC/MS	3 fois par jour (12:00–14:00, 18:00–22:00, 24:00–22:00)	1999–2000	Kim et al. (2001)
Suède	Hagfors	$0,11$ $0,31^{\text{d}}$	Désorption thermique – GC-FID	24 h	2003	Gustafson et al. (2007)

^a Hiver

^b Été

^d Combustion de bois

A quelques exceptions près (New York et Windsor en 2006), les concentrations dans l'air intérieur en hiver sont plus importantes qu'en été. Des conditions météorologiques moins favorables à la dégradation du 1,3-butadiène dans l'air extérieur en hiver pourraient expliquer ces différences (cf. paragraphe 6.1 Devenir dans l'environnement - Air). Ces valeurs pourraient être également influencées par le système de chauffage utilisé dans certains foyers.

Un article américain datant de 2010 a identifié le 1,3-butadiène comme l'un des 9 polluants prioritaires à étudier dans l'air intérieur. Il a été retrouvé dans une majorité d'habitations américaines (Logue et al., 2011).

Les moyennes des concentrations dans l'air intérieur provenant de la littérature sont comprises entre $0,06$ et $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

³⁴ https://www.carexcanada.ca/Data_1_3_Butadiene.pdf

8.1.2.2 Bureaux, véhicules, restaurants

Les données présentées dans le Tableau 14 sont issues de la revue bibliographique de Huy et al réalisée en 2018. Ce tableau regroupe des mesures réalisées dans plusieurs micro-environnements : bureaux, véhicules, restaurants et bars.

Tableau 14 : Concentrations en 1,3-butadiène mesurées dans des bureaux, véhicules et restaurants de grandes villes considérées comme semblables aux grandes villes françaises (Adapté de Huy et al., 2018)

Pays	Ville	Micro-environnement (Nombre de points si disponible)	Concentrations en 1,3-butadiène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
			Moyenne	Méthode	Durée	Année	Source
Etats-Unis	-	Bureau	0,2 ± 3,4	-	-	-	Loh et al. (2007)
	Sacramento	Véhicule	2,25	Canister – GC-MS	2 h	1997	Rhodes et al. (1998)
	Los Angeles	Véhicule	2,95				
	Boston	Restaurant	1,05	Désorption thermique -GC-FID	1,5 h	2004	Loh et al. (2007)
Irlande	Dublin	Véhicule	1,47 ± 0,91	Désorption thermique -GC-FID	-	2005-2006	McNabola et al. (2008)
		Véhicule	1,72 ± 0,75	Tedlar Bag – GC-MS	-	2003	O'Donoghue et al. (2007)
		Restaurants et bars	0,22	Désorption thermique -GC-FID	30 à 45 min	2004	McNabola et al. (2006)
Royaume-Uni	Londres, West Midlands et zone rurale au sud du Pays de Galles	Bureau	0,08 ± 0,08	Désorption thermique -GC-MS	8 h	2005-2007	Delgado-Saborit et al. (2011)
		Véhicule	0,13 ± 3,62				
		Restaurant	0,70 ± 12,18				
	Birmingham	Bureau	0,3 ± 0,2		2 h, 2 fois/ jour	1999-2000	Kim et al. (2001)
		Véhicule (voiture, bus et train)	3,53		2 h, 3 fois/jour		
		Restaurants (6) ou bars (6)	2,25		1 fois par site		
Suède	-	Véhicule	0,54	Désorption thermique -GC-FID	-	1994	Barrefors and Petersson (1996)
Finlande	Helsinki	Restaurant	0,52	Désorption thermique -GC-MS	5 h	2005-2006	Vainiotalo et al. (2008)

Les moyennes des concentrations provenant de la littérature sont comprises entre 0,08 et 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour des bureaux, entre 0,13 et 3,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans des véhicules et entre 0,22 et 2,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour des restaurants et pubs. Cependant, l'ensemble de ces valeurs ont été mesurées avant 2009 et ne sont peut-être plus représentatives des niveaux de concentrations actuelles.

8.1.3 Eau de surface

Sur un total de 1 525 échantillons d'eau de surface en sortie d'émissaire d'un site de production à Sarnia au Canada, seulement trois échantillons avaient des concentrations supérieures aux limites de quantification, les concentrations étaient comprises entre 21 et 130 $\mu\text{g}/\text{l}$ (OMS & Health Canada, 2001).

8.1.4 Poussières

D'après CAREX Canada, le 1,3-butadiène n'est pas susceptible d'être retrouvé en quantités significatives dans les poussières. Cela est cohérent avec les éléments fournis au paragraphe 6.3.

8.1.5 Sol et sédiments

Aucune donnée pertinente n'a été trouvée dans la bibliographie.

8.2 Exposition des populations

La voie principale d'exposition au 1,3-butadiène est la voie d'inhalation (en intérieur et en extérieur). L'exposition au travers d'aliments ou d'eau contaminés est possible mais estimée comme très minoritaire en l'état actuel des connaissances.

8.2.1 Inhalation

8.2.1.1 Exposition individuelle

Des mesures d'exposition individuelle ont été réalisées au Royaume-Uni, en Suède et aux Etats-Unis. La plupart des mesures ont été réalisées pour des durées de prélèvement de 24h et répétées plusieurs fois dans le temps.

Tableau 15 : Exposition individuelle au 1,3-butadiène dans des villes considérées comme comparables à des villes françaises (Adapté de Huy et al., 2018)

Pays	Ville	Concentrations en 1,3-butadiène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
		Moyenne	Méthode / Taille	Durée	Année	Source
Royaume-Uni	Birmingham	$1,1 \pm 2,4^a$ $0,8 \pm 1,2^b$	Active/12	10 h en journée ^a 2 h nuit ^b	1999–2000	Kim et al. (2002)
	Ville (moyenne)	$0,4 \pm 0,71$				
	Zone urbaine (moyenne)	$0,44 \pm 0,84$				
	London	$0,1 \pm 0,14$				
	Birmingham	$0,56 \pm 0,95$				
	Zone péri-urbaine	-	Active/100	24 h (5 jours)	2005–2007	Harrison et al. (2009)
	Birmingham	$0,37 \pm 0,62$				
	Zone rural (moyenne)	$0,38 \pm 0,62$				
	West Midlands	$0,51 \pm 0,78$				
Wales	$0,24 \pm 0,35$					
Suède	Stockholm	$0,5 \pm 0,5$	–/40	24 h (7 jours)	2009	Yazar et al. (2011)
	Stockholm	$0,7 \pm 0,7$	Active/40	24 h (7 jours)	2002	Krusa et al. (2003)
	Hagfors	$0,33^c$ $0,14^d$	Active/24	24 h (1 jour)	2003	Gustafson et al. (2007)
	Umeå	0,44			2001	Hagenbjork-Gustafsson et al. (2014)
	Stockholm	0,45			2002	
	Malmö	0,44			2003	
	Lindesberg	0,54	Passive/40	24 h (7 jours)	2005	
	Gothenburg	0,15			2006	
	Umeå	0,54			2007	
Malmö	0,51			2008		
Etats-Unis	New York	$0,87 \pm 1,29^e$ $1,16 \pm 1,95^f$	Active/12	48 h	1999	Kinney et al. (2002)

^aEn journée (entre 7h et 22h, 5-10 jours)

^cCombustion de bois

^eHiver

^bPendant la nuit (Minuit à 2h, 5-10 jours)

^dPas de combustion de bois

^fÉté

Au Royaume-Uni, En Suède et aux Etats-Unis, les concentrations mesurées sont comprises entre 0,1 et 1,2 µg/m³. Aucune donnée française n'a été trouvée sur la mesure d'exposition individuelle au 1,3-butadiène.

8.2.1.2 Exposition selon l'environnement

Un grand nombre d'incertitudes subsistent pour les concentrations mesurées dans l'air présentées en Tableau 16 :

- Les données dans l'air intérieur sont dérivées de la bibliographie internationale, leur représentativité vis-à-vis de la France ne peut être garantie ;
- Les données dans l'air ne sont pas toutes représentatives de concentration moyenne annuelle, en effet, certaines ne représentent qu'un prélèvement ponctuel d'une durée de prélèvement de 24 h ou 48 h ;
- Les concentrations dans les habitations peuvent être influencées, dans certains cas, par la fumée de cigarette ou la combustion de bois pour le chauffage ;
- Les concentrations ont été mesurées sur une grande période de temps (1994 - 2016), période sur laquelle les émissions industrielles ont fortement diminué en France.

Tableau 16 : Concentrations mesurées et fraction de temps passée dans les différents milieux d'exposition

Zone ou micro-environnement (Nombre d'études utilisées)	Concentration en µg/m ³ (Min – Max des moyenne)	Source	Fraction de temps passée ³⁵
Inhalation en extérieur			
Zone rurale (3)	0,01-0,03	Données françaises Cf. § 8.1.1.3.1 (2009-2012)	3% (Ineris, 2017)
Zone urbaine ou péri-urbaine (8)	0,1-0,2	Données françaises Cf. § 8.1.1.2.1 (2007-2017)	
Zone sous influence industrielle (7)	0,1-3	Données françaises Cf. § 8.1.1.4 (2012-2016)	
Inhalation en intérieur			
Habitations (21)	0,06-1,2	Données internationales Cf. § 8.1.2.1 (1999-2009)	69% (Ineris, 2017)
Bureau (3)	0,08-0,3	Données internationales Cf. § 8.1.2.2 (1994-2007)	20% ³⁶
Véhicule (7)	0,13-3,53		4% ³⁷
Restaurants et bars (5)	0,22-2,25		< 4%

Les fractions de temps passé dans chaque zone ou micro-environnement sont précisées afin de mettre en perspective les concentrations mesurées, notamment dans certains micro-environnements (véhicules, restaurants, bars).

Une augmentation des gammes de concentrations dans l'air extérieur est observée entre les zones rurales (concentrations les plus faibles), les zones urbaines et péri-urbaines et les zones à influence industrielle (concentrations les plus élevées).

³⁵ L'ensemble des fractions de temps passé dans les différents environnements est égale à 98%

³⁶ Correspond à une fraction de temps passé au lieu de travail de 8h/jour, 220 jour/an

³⁷ Correspond à une fraction de temps passé dans un véhicule de 1h/jour, 365 jour/an

La voie d'exposition par inhalation d'air ambiant dans les habitations contribue majoritairement à l'exposition des populations au vu du temps passé à l'intérieur.

Un manque de données sur la concentration en 1,3-butadiène dans l'air intérieur en France a été identifié lors de la recherche bibliographique et notamment en termes de concentrations moyennes annuelles, essentielles pour la réalisation de calculs de risques robustes.

8.2.2 Ingestion

8.2.2.1 Alimentation

Aucune donnée n'est disponible quant à la présence de 1,3-butadiène dans l'alimentation en France. Cette substance n'a notamment pas été recherchée dans le cadre de l'Etude sur l'Alimentation Totale française (EAT).

Au Royaume-Uni, le 1,3-butadiène n'a pas été détecté dans des échantillons de margarine (limite de quantification de 0,0002 mg/kg) contenue dans des tubes en ABS³⁸ possédant des concentrations en 1,3-butadiène comprises entre 0,07 et 0,31 mg/kg (Startin & Gilbert, 1984).

De faibles quantités de 1,3-butadiène ont été détectées dans l'huile d'olive conservées dans des bouteilles fabriquées avec des polymères de butadiène (California EPA & OEHHA, 1992). Certaines huiles végétales peuvent émettre du 1,3-butadiène lors de la cuisson. Sur trois acides gras testés, l'acide linoléique émet la plus grande quantité de 1,3-butadiène, benzène et acroléine. Cependant, les huiles testées n'étaient pas raffinées (Shields et al., 1995).

8.2.2.2 Eau de boisson

Le comportement du 1,3-butadiène dans l'eau laisse penser que l'exposition par l'ingestion d'eau de boisson est faible. Cependant, le manque de données concernant la présence de 1,3-butadiène dans l'eau de boisson ne permet pas de conclure sur les expositions potentielles par cette voie.

8.2.3 Contact cutané

Au Canada, le 1,3-butadiène est interdit dans les produits cosmétiques³⁹.

³⁸ ABS : Acrylonitrile Butadiène Styène

³⁹Site du Gouvernement du Canada : <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/cosmetics/cosmetic-ingredient-hotlist-prohibited-restricted-ingredients/hotlist.html#tbl1>. Consulté le 20 mars 2019.

9 Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

Aucune VTR pour la voie d'ingestion n'est recensée pour le 1,3-butadiène.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues par l'Ineris en 2019 (Ineris, 2019) pour le 1,3-butadiène pour la voie d'inhalation sont présentées dans le Tableau 17 ci-dessous.

Dans le cadre d'une expertise collective, l'Anses a par ailleurs rendu son avis⁴⁰ en janvier 2021 à propos de la sélection et de l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence pour cette substance.

Il ressort de cet avis, la construction d'une VTR chronique à seuil pour l'inhalation dont la valeur est de $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Cette valeur est donc identique au choix de l'Ineris datant de 2019.

Concernant la VTR cancérogène pour la voie inhalation, l'Anses n'a pas retenu de valeur en raison des incertitudes existantes et recommande de construire une nouvelle VTR à partir de la dernière mise à jour de la cohorte de Delzell par Sathiakumar et al. qui devrait être publiée prochainement.

Il est à noter que l'US EPA prévoit de publier une révision de l'évaluation des risques du butadiène en 2023.

Tableau 17 : VTR retenues par l'Ineris et VTR construite par l'Anses pour le 1,3-butadiène

Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Effet critique retenu	Source, Année de révision	Date de choix
Effets sans seuil	Inhalation (chronique)	-	$\text{ERU}_i = 3.10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Tumeurs pulmonaires (bronchiolaires et alvéolaires)	US EPA 2002	INERIS, 2019
Effets à seuil	Inhalation (chronique)	1 000	$\text{RfC} = 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Effets sur la fertilité	US EPA 2002	INERIS, 2019 Construction Anses, 2021
Effets à seuil	Inhalation (aiguë)	100	$\text{REL} = 660 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Diminution du poids foetal des males	OEHHA 2013	INERIS, 2019

⁴⁰ <https://www.anses.fr/system/files/VSR2019SA0073Ra.pdf>

10 Risques sanitaires pour la voie d'exposition par inhalation

Aucune VTR pour la voie d'ingestion n'étant recensée pour le 1,3-butadiène, seuls les risques pour la voie d'exposition par inhalation peuvent être évalués.

Actuellement, pour les effets sans seuil, avec l'Excès de Risque Unitaire (ERU) de $3.10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour le 1,3-butadiène, l'Excès de Risques Individuel (ERI) de 10^{-5} est atteint pour une concentration moyenne annuelle inhalée de $0,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (pour une fréquence d'exposition annuelle de 100 % et une durée d'exposition de 70 ans⁴¹). Cette valeur est légèrement supérieure aux valeurs mesurées en milieu urbain en France.

Pour les effets à seuil, la Valeur Toxicologique de Référence de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le 1,3-butadiène n'est dépassée que dans certains cas spécifiques, notamment autour de l'Étang de Berre, où une moyenne annuelle de $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée en 2015 et en 2018.

Concernant les expositions par inhalation pour les effets sans seuil, les concentrations moyennes maximales observées (cf. Tableau 16) dans les divers environnements (à l'exception de l'air extérieur en zone rurale) sont de nature à engendrer des risques préoccupants.

Concernant les expositions par inhalation pour les effets à seuil, les concentrations observées dans les divers environnements ne sont pas de nature à engendrer de risques préoccupants pour les valeurs moyennes maximales à l'exception de l'air extérieur autour de certaines zones à influence industrielle.

Concernant les expositions par ingestion, le manque de données sur la présence de 1,3-butadiène dans les denrées alimentaires et l'eau de boisson ainsi que l'absence de valeurs toxicologiques de référence ne permettent pas de statuer sur les niveaux de risques associés à cette voie.

⁴¹ Au vu du caractère ubiquitaire du 1,3-butadiène dans l'air ambiant.

11 Surveillance et réduction des rejets

En France, les émissions dans l'air pour les dix plus gros émetteurs **déclarés** de 1,3-butadiène, se font entièrement sous forme d'émissions diffuses selon l'étude des données de la BDREP.

L'émission diffuse de COV est définie comme une émission non canalisée de COV pouvant provenir de sources « diffuses » (par exemple réservoirs) ou de sources « ponctuelles » (par exemple brides de tuyauterie). L'émission fugitive de COV est définie comme une émission diffuse de COV provenant de sources « ponctuelles » (*Décision d'exécution (UE) 2016/902 de la Commission du 30 mai 2016 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour les systèmes communs de traitement/gestion des effluents aqueux et gazeux dans le secteur chimique*, 2016).

Le BREF « Common waste gas management and treatment system in the chemical sector » viendra préciser la définition des émissions fugitives et non-fugitives qui constituent les deux sortes d'émission diffuses possibles. Les émissions fugitives sont issues d'une perte d'étanchéité d'un équipement. Les émissions non-fugitives sont issues d'événements de stockage aérien, d'ouvertures de réacteur, et de bassins, etc.

Pour plusieurs secteurs utilisant le 1,3-butadiène, des documents de référence (dits BREF) décrivant les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) sont disponibles. L'utilisation de 1,3-butadiène ainsi que les techniques de surveillance et de réduction des émissions en COV sont détaillées dans les BREF concernant les secteurs suivants :

- Systèmes communs de traitement des eaux et gaz résiduaux (European IPPC Bureau, 2003c; European IPPC Bureau et al., 2016) ;
- Produits organiques fabriqués en grand volume (European IPPC Bureau, 2003b; European IPPC Bureau et al., 2017) ;
- Emissions dues aux stockages des matières dangereuses ou en vrac (European IPPC Bureau, 2006) ;
- Raffinage de pétrole et de gaz (European IPPC Bureau et al., 2015).
- Industrie textile (European IPPC Bureau, 2003a) ;

La rédaction d'un BREF concernant les systèmes de traitement des effluents gazeux dans le secteur chimique ainsi que la révision du BREF sur l'industrie textile sont en cours. Les éléments se rapportant à ces différents BREF sont présentés en Annexe 2.

Le guide Ineris sur la « Surveillance dans l'air autour des installations classées » (Ineris, 2016b) et le document complémentaire associé (Ineris, 2016a)⁴² présentent les méthodes de surveillance et de mesure conseillées en fonction de la substance, de la source d'émission, du type d'émission... Ces documents sont consultables à l'adresse suivante : <https://www.ineris.fr/fr/guide-surveillance-air-autour-installations-classees-retombees-emissions-atmospheriques-impact>⁴³.

Par ailleurs, un inventaire des méthodes normalisées pour la caractérisation des émissions diffuses sera produit par l'Ineris en 2022.

Pour les rejets gazeux, sur la base des données disponibles dans BDREP, les émissions en butadiène provenant de source industrielle déclarée se font entièrement sous forme d'émissions diffuses. Aucune émission industrielle canalisée n'a été identifiée à l'heure actuelle.

La mise en place de campagnes de surveillance permet de repérer les fuites sur les réseaux et zones de dépotage afin de réparer les éléments abimés. Plusieurs techniques permettent également de réduire les émissions diffuses en COV (équipement à haute intégrité, récupération ou destruction des vapeurs...)

Pour les rejets aqueux, les techniques de réduction des émissions ne sont pas spécifiques au 1,3-butadiène. Cependant, s'agissant d'une substance volatile, aucun rejet n'a été déclaré dans les eaux par les industriels concernés en France.

⁴² Consultable via le lien suivant :

<https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/compl%C3%A9ment-guide-air-ineris-drc-16-158882-10272a-1484640451.pdf>

⁴³ Une mise à jour du guide est prévue fin 2021 et celle du document complémentaire en 2022

12 Conclusion

Le 1,3-butadiène a été identifié en 2018 dans le rapport « Polluants émergents dans l'air ambiant » de l'Anses comme la première substance prioritaire, non réglementée actuellement. A ce titre, le Comité d'Expert Scientifique de l'Anses a recommandé la mise en place d'une surveillance nationale de ce composé, associée à la proposition d'un objectif environnemental en lien avec la protection de la santé humaine.

Dans ce contexte, l'Ineris a entrepris en 2019 un état de l'art portant sur des éléments spécifiques à leurs propriétés physico-chimiques, à sa réglementation, aux sources d'émission, à sa présence et son devenir dans l'environnement, aux méthodes de mesure de cette substance, aux données toxicologiques et aux risques sanitaires pour la voie d'exposition par inhalation. Le présent document intègre les récents travaux de l'Ineris sur le 1,3-butadiène en termes de métrologie ainsi que les dernières données disponibles en termes de valeurs toxicologiques de référence à fin 2021.

La production de 1,3-butadiène se fait principalement par vapocraquage. Les industries émettrices appartiennent majoritairement aux activités suivantes : fabrication d'autres produits chimiques organiques de base, fabrication de matières plastiques de base, raffinage du pétrole et fabrication de caoutchouc synthétique. D'après la Base de Données du Registre des Activités Polluantes, les quantités d'émissions déclarées ont été divisées par 10 entre 2005 et 2017.

Dans l'atmosphère, le 1,3-butadiène réagit avec plusieurs substances : les radicaux hydroxyles, l'ozone et les radicaux nitrate. La voie majoritaire de dégradation est celle impliquant les radicaux hydroxyles, la demi-vie du 1,3-butadiène pour cette voie de dégradation est alors de 6 heures en période estivale. Les saisons ont un impact sur le profil de dégradation du 1,3-butadiène en fonction de la distance à la source. De plus, ce composé peut être transporté sur d'assez longues distances avant qu'il ne se dégrade complètement.

La présence du 1,3-butadiène dans les autres milieux de l'environnement est moins bien connue mais au vu des propriétés de cette substance, une volatilisation rapide est attendue en cas de rejet dans l'eau.

Des données sur les concentrations dans l'air en 1,3-butadiène ont pu être recensées pour différentes typologies d'environnement (urbain, industriel, rural, air intérieur). Cependant, la représentativité de ces données vis-à-vis de la France ne peut pas être garantie pour l'ensemble de ces données. Une forte hétérogénéité dans les différentes méthodologies et durées de prélèvements reste une limite à la généralisation des conclusions.

Sachant que dans l'atmosphère, les produits de dégradation du 1,3-butadiène dans certaines conditions sont l'acroléine et le formaldéhyde, l'approfondissement des connaissances sur ces réactions chimiques ainsi que le suivi de ces substances à proximité des sites émetteurs de 1,3-butadiène pourraient être pertinents afin d'appréhender d'éventuels risques pour les populations riveraines.

Les données rassemblées appuient l'importance de la mise en place de systèmes de surveillance du 1,3-butadiène dans l'air ambiant autour des sites émetteurs avec des mesures horaires et/ou quotidiennes afin d'estimer au mieux les concentrations moyennes annuelles mais aussi les « pics » de concentrations à proximité des sources en 1,3-butadiène. Ces mesures permettraient également de distinguer les variations saisonnières des concentrations.

Suite à la saisine de l'Anses en 2019 concernant la sélection ou l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence pour le 1,3-butadiène, une valeur toxicologique de référence chronique pour la voie inhalation pour les effets à seuil a été proposée début 2021. Cette valeur, similaire au choix de l'Ineris en 2019, confirme l'intérêt de mettre en place une surveillance de l'air ambiant autour des sites émetteurs compte tenu des niveaux de concentrations mesurées en France.

L'absence de mesures de 1,3-butadiène dans l'air intérieur autour des sites émetteurs et des niveaux d'exposition relevés à l'étranger (pas toujours récents) confirment l'intérêt d'intégrer cette substance dans les prochains programmes de mesures de la qualité de l'air intérieur pour disposer de données représentatives de l'exposition française autour des sites émetteurs.

Sur la base de l'ensemble de ces mesures, il sera possible d'évaluer les risques par inhalation pour les populations voisines d'industries émettant du 1,3-butadiène pour les effets cancérogènes chroniques.

Concernant la surveillance et la réduction des émissions industrielles, des techniques existantes sont détaillées dans plusieurs BREF concernés par les émissions diffuses de COV. Le BREF concernant les systèmes de traitement des effluents gazeux dans le secteur chimique ainsi que celui sur l'industrie textile sont actuellement en cours de révision.

13 Références

- Air Normand. (2013). *Mesure des COV dont le 1,3-butadiène autour de la zone industrielle de Port Jérôme*.
- Air Normand. (2015). *Suivi du 1,3-butadiène sous les vents d'OMNOVA Solution*.
- Air PACA. (2016). *Plan de surveillance du 1,3 butadiène dans l'air ambiant - Mise en œuvre dans la zone de l'ouest des Bouches-du-Rhône*.
- Air Rhône-Alpes. (2014). *Suivi des niveaux de polluants atmosphériques dans le Sud Lyonnais en 2013*.
- Air Rhône-Alpes. (2015). *Concentrations de COV mesurées dans l'air du sud lyonnais*.
- Airparif. (2017). *Surveillance et information sur la qualité de l'air en Ile-de-France - Bilan année 2016*.
- Airparif. (2018). *Bilan de la qualité de l'air Année 2017*.
- ANSES. (2018). *Polluants « émergents » dans l'air ambiant*.
- ASPA. (2009). *Suivi des 31 COVNM précurseurs d'ozone mesurés en continu en Alsace en 2008*.
- ASPA. (2010). *Suivi des 31 COVNM précurseurs d'ozone mesurés en continu en Alsace en 2009*.
- Atmo PACA. (2008). *Etat initial de la qualité de l'air en 2007 en proximité de la RD9 sur la commune de Cabries*.
- ATSDR. (2012). *Toxicological profile for 1,3-butadiene*.
- Environmental Management Act - Contaminated Sites Regulation - B.C. Reg. 375/96, B.C Reg. 3* (2018) (testimony of British Columbia).
- California EPA, & OEHHA. (1992). *Air Resources Board - Proposed Identification of 1,3-Butadiene as a Toxic Air Contaminant*.
- Curren, K. C., Dann, T. F., & Wang, D. K. (2006). Ambient air 1,3-butadiene concentrations in Canada (1995 – 2003): seasonal, day of week variations, trends, and source influences. *Atmospheric Environment*, 40(3), 170-181. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.09.025>
- Department for environment Food and Rural Affairs. (2018). *Air Pollution in the UK 2017* (Numéro September).
- Environment Canada. (2000). *Priority Substances List Assessment Report: 1,3-Butadiene* (Numéro August).
- European Chemicals Bureau. (2002a). *1,3-butadiene*.
- European Chemicals Bureau. (2002b). *1,3 Butadiene - Summary Risk Assessment Report*.
- European Commission. (2017). *Draft - Best Available Technique (BAT) Reference Document on Surface Treatment using Organic Solvents*.
- European IPPC Bureau. (2003a). *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles : Industrie textile*.
- European IPPC Bureau. (2003b). *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles : Produits organiques fabriqués en grand volume*.
- European IPPC Bureau. (2003c). *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles : Systèmes communs de traitement des eaux et gaz résiduaux*.
- European IPPC Bureau. (2003d). *Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry*.
- European IPPC Bureau. (2006). *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles Emissions dues aux stockages des matières dangereuses ou en vrac*.
- European IPPC Bureau, Barthe, P., Chaugny, M., Roudier, S., & Delgado Sancho, L. (2015). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas* (Numéro EUR 27140 EN). <https://doi.org/10.2791/010758>
- European IPPC Bureau, Brinkmann, T., Santonja Giner, G., Yükseler, H., Roudier, S., & Delgado Sancho, L. (2016). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste*

Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (Numéro EUR 28112 EN). <https://doi.org/10.2791/37535>

European IPPC Bureau, Falcke, H., Holbrook, S., Clenahan, I., Lopez Carretero, A., Sanalan, T., Brinkmann, T., Roth, J., Zenger, B., Roudier, S., & Delgado Sancho, L. (2017). *Best Available Techniques Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals* (Numéro EUR 28882 EN).

France Caoutchouc. (2016). *Annuaire des entreprises de la filière caoutchouc*.

Huy, L. N., Lee, S. C., & Zhang, Z. (2018). Human cancer risk estimation for 1,3-butadiene: An assessment of personal exposure and different microenvironments. *Science of the Total Environment*, 616-617, 1599-1611. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.152>

Ineris. (2011). 1,3-butadiène. In *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.

Ineris. (2016a). *Document complémentaire Au guide de surveillance dans l'air autour des installations classées -DRC-16-158882-10272A*.

Ineris. (2016b). *Guide Surveillance dans l'air autour des installations classées - Retombées des émissions atmosphériques - DRC-16-158882-12366A*.

Ineris. (2017). *Paramètres de transfert des PCDD, PCDF et PCB, utilisés pour l'évaluation de l'exposition - DRC-16-159776-09593A*.

Ineris. (2019). *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : 1,3-butadiène* (Numéro DRC-19-180735-05277A).

INRS. (2017). *Le 1,3 butadiène : mise à jour des connaissances et évaluation de l'exposition en milieu de travail* (Vol. NS351).

Décision d'exécution de la Commission du 9 octobre 2014 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles, pour le raff, (2014) (testimony of Journal Officiel de l'Union Européenne).

Décision d'exécution (UE) 2016/902 de la Commission du 30 mai 2016 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour les systèmes communs de traitement/gestion des effluents aqueux et gazeux dans le secteur chimique, (2016) (testimony of Journal Officiel de l'Union Européenne).

Décision d'exécution (UE) 2017/2117 de la Commission du 21 novembre 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) dans le secteur de la chimie organique à grand volume de production, au titre de la directive 2010/75/UE d, (2017) (testimony of Journal Officiel de l'Union Européenne).

Kramp, F., & Paulson, S. E. (2000). The gas phase reaction of ozone with 1,3-butadiene: formation yields of some toxic products. *Atmospheric Environment*, 34, 35-43.

LCSQA. (2014). *Mesure des COV précurseurs d'ozone*.

LCSQA. (2016). *Guide méthodologique pour le calcul des statistiques relatives à la qualité de l'air (juin 2016)* (Numéro juin).

Logue, J. M., McKone, T. E., Sherman, M. H., & Singer, B. C. (2011). Hazard assessment of chemical air contaminants measured in residences. *Indoor Air*, 21, 92-109. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2010.00683.x>

National Institutes of Health. (2016). 1,3-Butadiene. In *Fourteenth Report on Carinogens* (Vol. 14, p. 1-3).

Niki, H., Savage, C. M., Breitenbach, L. P., & Weinstock, B. (1983). Atmospheric ozone-olefin reactions. *Environmental Science and Technology*, 17(7). <https://doi.org/10.1021/es00113a720>

OMS. (2000). Chapter 5.3 : 1,3-Butadiene. In *Air Quality Guidelines - Second Edition* (p. 1-16).

OMS, & Health Canada. (2001). 1,3-Butadiene: Human Health Aspects. In *Concise International Chemical Assessment Document* (Vol. 30).

- Shields, P., Blot, W. J., Trivers, G. E., & Services, H. (1995). Mutagens from Heated Chinese and US Cooking Oils. *Journal of the National Cancer Institute*, 87(11), 10-11. <https://doi.org/10.1093/jnci/87.11.836>
- Startin, J. R., & Gilbert, J. (1984). Single ion monitoring of butadiene in plastics and foods by coupled mass spectrometry-automatic headspace gas chromatography. *Journal of Chromatography*, 294, 427-430. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)96157-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)96157-6)
- US EPA. (1998). *Health Risk Assessment of 1,3-Butadiene* (Numéro January).
- White, W. C. (2007). Butadiene production process overview. *Chemico-Biological Interactions*, 166(January), 10-14. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2007.01.009>

14 Annexes

Liste des Annexes :

- Annexe 1 : Acronyme des produits synthétisés à partir du 1,3-butadiène
- Annexe 2 : Sites émetteurs, producteurs ou utilisateurs de 1,3-butadiène et références bibliographiques associées
- Annexe 3 : Extrait des BREF

ANNEXE 1
ACRONYME DES PRODUITS SYNTHETISES A PARTIR DU 1,3-BUTADIENE

Acronyme	Nom
SBR	Caoutchouc styrène-butadiène (<i>Styrene Butadiene Rubber</i>)
BR	Caoutchouc polybutadiène (<i>Polybutadiene ou Butadiene Rubber</i>)
-	Latex styrène butadiène (<i>Styrene-butadiene latex</i>)
ABS	Copolymère acrylonitrile butadiène styrène (<i>Resins Acrylonitrile-butadiène-styrène</i>)
ADN	Adiponitrile
NBR	Caoutchouc Nitrile (<i>Nitrile Rubber</i>)
CR	Caoutchouc Polychloropène (<i>Chloroprene Rubber</i>)
SBS	Copolymères blocs styrène-butadiène (<i>styrene-butadiene-styrene</i>)
SEBS	Styrène-éthylène-butadiène-styrène
MMBS	Méthyl méthacrylate-butadiène-styrène
PSBR	Latex styrène-butadiène-vinylpyridine
PBR	Latex butadiène-vinylpyridine
MABS	Méthylméthacrylate-acrylonitrile- butadiène-styrène

ANNEXE 2
SITES EMETTEURS, PRODUCTEURS OU UTILISATEURS DE 1,3-BUTADIENE
ET REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ASSOCIEES

Exploitant	Type	Localisation	Références bibliographiques					
			UFIP ¹⁰	European IPPC Bureau 2015 ⁶	European IPPC Bureau 2017 ⁷	INRS ⁹	AASQA	France caoutchouc ⁸
Exxon Chemical	Production	Notre Dame de Gravenchon (76)		X			X ¹	
LyondellBasell	Production	L'étang de Berre (13)		X			X ³	
Naphtachimie	Production	Martigues (13)		X			X ³	
Total Petrochemicals	Production	Gonfreville (76)		X			X ²	
Total Raffinage France	Production	Feyzin (69)		X			X ^{4,5}	
Versalis International SA	Production	Dunkerque (59)		X				
ESSO	Raffinerie	Fos-sur-Mer (13)	X		X	X	X ³	
ESSO	Raffinerie	Notre Dame de Gravenchon (76)	X		X	X	X ¹	
Petroineos	Raffinerie	Martigues (13)	X		X	X	X ³	
Total	Raffinerie	Châteauneuf-les-Martigues (13)	X		X	X	X ³	
Total	Raffinerie	Donges (44)	X		X	X		
Total	Raffinerie	Feyzin (69)	X		X	X	X ^{4,5}	
Total	Raffinerie	Gonfreville (76)	X		X	X	X ¹	
Total	Raffinerie	Grandpuits (77)	X		X	X		
Arlanxeo Elastomères	Utilisation	Lillebonne (76)				X		X
Arlanxeo Emulsion Rubber	Utilisation	Wantzenau (67)				X		X
Butachimie	Utilisation	Ottmarsheim (68)						X
LyondellBasell	Utilisation	L'étang de Berre (13)				X		X
Omnova solutions	Utilisation	Sandouville (76)				X	X ²	X
Versalis International SA	Utilisation	Dunkerque (59)						X
Michelin/SIMOREP & Cie	Utilisation	Bassens (33)				X		X

1. Air Normand. (2013). *Mesure des COV dont le 1,3-butadiène autour de la zone industrielle de Port Jérôme.*
2. Air Normand. (2015). *Suivi du 1,3-butadiène sous les vents d'OMNOVA Solution.*
3. Air PACA. (2016). *Plan de surveillance du 1,3 butadiène dans l'air ambiant - Mise en œuvre dans la zone de l'ouest des Bouches-du-Rhône.*
4. Air Rhône-Alpes. (2014). *Suivi des niveaux de polluants atmosphériques dans le Sud Lyonnais en 2013.*
5. Air Rhône-Alpes. (2015). *Concentrations de COV mesurées dans l'air du sud lyonnais.*
6. European IPPC Bureau, Barthe, P., Chaugny, M., Roudier, S., & Delgado Sancho, L. (2015). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas.* <https://doi.org/10.2791/010758>
7. European IPPC Bureau, Falcke, H., Holbrook, S., Clenahan, I., Lopez Carretero, A., Sanalan, T., ... Delgado Sancho, L. (2017). *Best Available Techniques Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals.*
8. France Caoutchouc. (2016). *Annuaire des entreprises de la filière caoutchouc.*
9. INRS. (2017). *Le 1,3 butadiène : mise à jour des connaissances et évaluation de l'exposition en milieu de travail* (Vol. NS351).
10. Site internet de l'UFIP (Union Française des Industries Pétrolières) : <https://www.ufip.fr/activites/raffinage/un-outil-de-raffinage-en-constante-evolution>. Consulté le 3 octobre 2019.

ANNEXE 3
EXTRAIT DES BREF

❖ Surveillance des émissions

- **Systèmes communs de traitement des eaux et gaz résiduaux dans l'industrie chimique** (European IPPC Bureau et al., 2016; *Décision d'exécution (UE) 2016/902 de la Commission du 30 mai 2016 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour les systèmes communs de traitement/gestion des effluents aqueux et gazeux dans le secteur chimique*, 2016)

« Pour les systèmes communs de traitement/gestion des effluents aqueux et gazeux dans le secteur chimique, la MTD consiste à « *surveiller périodiquement les émissions atmosphériques diffuses de COV en provenance des sources pertinentes au moyen d'une combinaison appropriée des techniques I à III ou, lorsque de grandes quantités de COV sont mises en œuvre, de toutes les techniques I à III décrites ci-dessous :*

- I. *Méthodes par reniflage (par exemple au moyen d'instruments portables conformément à la norme EN 15446), associées à des courbes de corrélation pour les équipements clés.*
- II. *Méthodes de détection des gaz par imagerie optique.*
- III. *Calcul des émissions sur la base des facteurs d'émission, validés périodiquement (une fois tous les deux ans par exemple) par des mesures.*

Lorsque d'importantes quantités de COV sont mises en œuvre, la détection et la quantification des émissions de l'installation au moyen de campagnes périodiques par des techniques basées sur l'absorption optique, telles que le lidar à absorption différentielle (DIAL) ou la mesure en occultation solaire (SOF), peuvent utilement compléter les techniques I à III. » (Journal Officiel de l'Union Européenne, 2016). »

- **Stockages des matières dangereuses ou en vrac** (European IPPC Bureau, 2006)

« *Lorsque des émissions de COV significatives sont prévues, la MTD prévoit le calcul régulier des émissions de COV. Le modèle de calcul peut parfois nécessiter une validation par l'utilisation d'une méthode de mesure.* » [...]

« *Quatre techniques différentes peuvent être utilisées pour la détection des fuites :*

- A. *Système de barrière pour la prévention des dégagements ;*
- B. *Vérification des stocks ;*
- C. *Méthode d'émissions acoustiques ;*
- D. *Surveillance des vapeurs dans le sol.* »

« *Les émissions dans l'air provenant des réservoirs de stockage et des opérations de chargement/déchargement sont généralement calculées à partir de facteurs d'émission générale. Les méthodes de calcul sont publiées par l'API, l'US EPA et le CEFIC/ECVM (conseil européen des fabricants de vinyle). Pour mesurer les émissions dans l'air, la technique DIAL (Differential Infrared Absorption Laser : mesure lidar par absorption différentielle) peut être utilisée.*

La technique DIAL est couramment utilisée en Suède pour la surveillance des émissions de COV dues aux réservoirs de stockage des hydrocarbures dans des raffineries et des terminaux pétroliers. Les résultats en Suède montrent que les émissions calculées sous-estiment largement les valeurs mesurées des émissions d'un facteur de 2 à 5. En revanche, la référence [Concawe, 1995] indique que les différences entre les calculs et les mesures sont de l'ordre de 10%.

Applicabilité : les méthodes de calcul sont couramment utilisées. La technique DIAL n'est pas fréquemment utilisée car en Europe il n'existe qu'un nombre limité d'installations DIAL capables de détecter un large spectre d'hydrocarbures.

Aspects économiques : les méthodes de calcul sont peu coûteuses. La technique DIAL est, en revanche, très onéreuse (environ 100 000 euros/semaine) en raison de sa complexité. »

❖ Réduction des émissions

- **Emissions dues aux stockages des matières dangereuses ou en vrac** (European IPPC Bureau, 2006)

Dans les techniques de stockages des liquides et des gaz liquéfiés à prendre en considération pour la détermination des MTD⁴⁴, les MLE⁴⁵ applicables aux émissions opérationnelles de gaz dues aux réservoirs mentionnent que pour le traitement de la vapeur, « *la norme allemande TA Luft exige le raccordement des points d'émission une installation de traitement de la vapeur, à une conduite collectrice de vapeur ou à une installation de récupération des vapeurs pour le stockage et la manutention des liquides suivants* » ayant « *une teneur en masse supérieure à 1% de substances cancérigènes, comme l'acrylamide, l'acrylonitrile, le benzène et le 1,3-butadiène.* »

Les MTD pour la réduction des émissions dues au transport et à la manipulation des liquides et des gaz liquéfiés sont décrits dans ce BREF sur les émissions dues aux stockages des matières dangereuses ou en vrac, entre autres, :

- Techniques opérationnelles :
 - Inspection et entretien ;
 - Procédures opérationnelles et formation ;
 - Localisation et agencement des réservoirs.
- Techniques relatives aux équipements :
 - Couleur du réservoir ;
 - Réduction du nombre de brides et de raccords ;
 - Sélection et entretien des joints ;
 - Brides améliorées.
- Techniques de surveillance et de réduction des émissions diffuses en COV ;
 - Programmes de détection des fuites et réparation (LDAR) ;
 - Récupération et/ou traitement des vapeurs.

⁴⁴ MTD : Meilleures Techniques Disponibles

⁴⁵ MLE : Mesures de Limitation des Emissions

- **Raffinage de pétrole et de gaz** (European IPPC Bureau et al., 2015; *Décision d'exécution de la Commission du 9 octobre 2014 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles, pour le raff*, 2014)

Le BREF sur le raffinage de pétrole et de gaz (European IPPC Bureau et al., 2015) mentionne que lors du transfert de liquides dans des contenants à pression atmosphérique, des vapeurs sont émises dans l'atmosphère. Ces opérations ont un impact sur l'environnement à cause des émissions en COV, précurseurs d'ozone. Ainsi, la directive européenne 94/63/EC exige que les Etats Membres appliquent les mesures de réduction des émissions fixées dans les annexes de ce document.

L'utilisation d'Unité de Récupération de Vapeurs (URV) permet de réduire l'émission de COV et de récupérer les hydrocarbures pour réutilisation. Des Unités de Destruction des Vapeurs (Vapour Destruction Units VDU) peuvent être utilisées si la réutilisation des hydrocarbures n'est pas nécessaire. « Afin d'éviter ou de réduire les émissions dans l'air, la MTD consiste à faire fonctionner les unités de traitement des gaz acides, les unités de récupération du soufre et tous les autres systèmes de traitement des effluents gazeux le plus souvent possible et à la capacité optimale.

Des procédures spéciales peuvent être définies pour les situations autres que les conditions d'exploitation normales, en particulier :

- lors des opérations de démarrage et d'arrêt ;*
- dans d'autres circonstances susceptibles de perturber le bon fonctionnement des systèmes (par exemple lors de travaux d'entretien régulier ou exceptionnel et lors des opérations de nettoyage des unités et/ou du système de traitement des effluents gazeux) ;*
- lorsque le débit ou la température des effluents gazeux sont insuffisants et ne permettent pas d'utiliser le système de traitement des effluents gazeux à pleine capacité.*

Afin de réduire les émissions atmosphériques de COV dues au stockage d'hydrocarbures liquides volatils, la MTD consiste à utiliser des réservoirs à toit flottant équipés de joints d'étanchéité très performants ou un réservoir à toit fixe relié à un système de récupération des vapeurs. Les joints d'étanchéité très performants sont des dispositifs spécifiques destinés à limiter les pertes de vapeurs ; il s'agit par exemple de joints d'étanchéité primaires améliorés, de joints multiples (secondaires ou tertiaires) supplémentaires (en fonction de la quantité émise). L'applicabilité de joints d'étanchéité très performants peut se limiter à la possibilité d'équiper les réservoirs existants de joints d'étanchéité tertiaires.

Afin de réduire les émissions atmosphériques de COV dues au stockage d'hydrocarbures liquides volatils, la MTD consiste à appliquer une ou plusieurs des techniques énumérées » dans le Tableau A.

Tableau A : Techniques visant à réduire les émissions atmosphériques en COV dues au stockage d'hydrocarbures liquides

Technique	Description	Applicabilité
Nettoyage manuel des réservoirs de pétrole brut	Le nettoyage est effectué par des ouvriers qui entrent à l'intérieur des réservoirs et éliminent les boues manuellement.	Applicable d'une manière générale
Utilisation d'un système en circuit fermé	Pour les inspections internes, les réservoirs sont régulièrement vidés, nettoyés et dégazés. Ce nettoyage comprend la dissolution des résidus sur le fond du réservoir. Des systèmes en circuit fermé, éventuellement associés à des techniques secondaires mobiles, permettent d'éviter ou de réduire les émissions de COV.	L'applicabilité peut être limitée, par exemple par le type de résidus, la construction du toit des réservoirs ou les matériaux des réservoirs.

« Afin d'éviter ou de réduire les émissions atmosphériques de COV dues aux opérations de chargement et de déchargement des hydrocarbures liquides volatils, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques énumérées (cf. Tableau B) ci-dessous pour obtenir un taux de récupération d'au moins 95%. »

Tableau B : Techniques de récupération des vapeurs

Technique	Applicabilité ⁽¹⁾
Récupération des vapeurs par : i) condensation ii) absorption iii) adsorption iv) séparation membranaire v) systèmes hybrides	Applicable d'une manière générale aux opérations de chargement/déchargement lorsque la capacité annuelle est > 5 000 m ³ /an. Non applicable aux opérations de chargement/déchargement des navires de mer ayant une capacité annuelle < 1 million m ³ /an.
(1) Une unité de destruction des vapeurs (par exemple par incinération) peut remplacer l'unité de récupération si la récupération des vapeurs est dangereuse ou techniquement impossible en raison du volume de vapeurs à récupérer.	

Les NEA-MTD⁴⁶ désignent des valeurs mensuelles moyennes, qui sont les moyennes de toutes les valeurs horaires moyennes mesurées sur une période d'un mois.

Les niveaux d'émission associés pour les émissions atmosphériques de COV non méthaniques et de benzène dues aux opérations de chargement et de déchargement des hydrocarbures liquides volatils sont présentés dans le tableau C.

Tableau C : Niveaux d'émission atmosphériques de COVNM et de benzène

Paramètre	NEA-MTD (moyenne horaire) ⁽¹⁾
COVNM	0,15-10 g/Nm ³ ⁽²⁾ ⁽³⁾
Benzène ⁽³⁾	< 1 mg/Nm ³
(1) Valeurs horaires en fonctionnement continu, exprimées et mesurées conformément à la directive 94/63/CE du Parlement européen et du Conseil (JO L 365 du 31.12.1994, p. 24).	
(2) La valeur inférieure peut être obtenue avec des systèmes hybrides à deux étapes. La valeur supérieure peut être obtenue avec un système membranaire ou d'absorption à une seule étape.	
(3) La surveillance du benzène n'est pas indispensable lorsque le niveau des émissions de COVNM se situe dans le bas de la fourchette.	

Les techniques visant à détecter et réduire les émissions diffuses en COV dans l'air détaillées dans de document de référence sont présentées en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

- **Produits organiques fabriqués en grand volume** (European IPPC Bureau et al., 2017)

En 2017, l'actualisation du BREF a donné des MTD spécifiques aux rejets dans l'eau (European IPPC Bureau et al., 2017; *Décision d'exécution (UE) 2017/2117 de la Commission du 21 novembre 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) dans le secteur de la chimie organique à grand volume de production, au titre de la directive 2010/75/UE d, 2017*) :

⁴⁶ NEA-MTD : Niveaux d'Emission dans l'Air associés aux Meilleures Techniques Disponibles

« Afin de réduire le volume des eaux usées, la charge polluante des eaux usées soumises à un traitement final approprié (traitement biologique, en général) et les rejets dans l'eau, la MTD consiste à appliquer une stratégie intégrée de gestion et de traitement des eaux usées incluant une combinaison appropriée de techniques intégrées au procédé, de techniques de récupération des polluants à la source et de techniques de prétraitement, sur la base des informations fournies par l'inventaire des flux d'eaux usées préconisé dans les conclusions sur les MTD du BREF CWW. »

Les conclusions sur les MTD pour la production d'oléfines inférieures apportent les éléments suivants visant à réduire les émissions dans l'eau : *« Afin de réduire la quantité de composés organiques rejetée dans les eaux usées à traiter, ou afin d'éviter ou de réduire les rejets d'eaux usées, la MTD consiste à optimiser la récupération d'hydrocarbures dans l'eau de refroidissement de la phase de fractionnement primaire et à réutiliser cette eau dans le générateur de vapeur de dilution.*

La technique consiste à garantir une séparation efficace des phases aqueuse et organique. Les hydrocarbures récupérés sont recyclés dans l'unité de craquage ou utilisés comme matières premières dans d'autres procédés chimiques. La récupération des composés organiques peut être facilitée, notamment par une extraction à la vapeur ou au gaz, ou grâce à l'utilisation d'un rebouilleur. L'eau de refroidissement traitée est réutilisée dans le générateur de vapeur de dilution. Un flux de purge d'eau de refroidissement est rejeté en vue du traitement final des eaux usées, en aval, afin d'empêcher l'accumulation de sels dans le système. »

- **Systèmes communs de traitement des eaux et gaz résiduaux dans l'industrie chimique** (European IPPC Bureau et al., 2016; *Décision d'exécution (UE) 2016/902 de la Commission du 30 mai 2016 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour les systèmes communs de traitement/gestion des effluents aqueux et gazeux dans le secteur chimique*, 2016)

Afin de prévenir et, lorsque cela est impossible, de réduire l'émission diffuse des COV dans l'air, les MTD consistent en une combinaison des différentes techniques présentées dans le tableau D.

Tableau D : Techniques de réduction des émissions diffuses en COV dans l'air (Adapté de Journal Officiel de l'Union Européenne, 2016)

Technique	Pertinence
Techniques liées à la conception de l'unité	
Limitier le nombre de sources d'émissions potentielles	L'applicabilité peut être limitée dans le cas des unités existantes en raison d'exigences de fonctionnement
Prévoir le plus grand nombre possible de dispositifs de confinement propres aux procédés	
Choisir un équipement à haute intégrité	
Faciliter les opérations de maintenance en garantissant l'accès aux équipements susceptibles de présenter un défaut d'étanchéité	
Techniques relatives à la construction, à l'implantation et à la mise en service de l'unité/des équipements	
Prévoir des procédures exhaustives et claires pour la construction et l'implantation de l'unité/des équipements. Il s'agit notamment d'appliquer aux joints la contrainte conçue pour les assemblages à brides (voir la description au Erreur ! Source du renvoi introuvable.).	Applicable d'une manière générale/ L'applicabilité peut être limitée dans le cas des unités existantes en raison d'exigences de fonctionnement pour le raffinage de pétrole et de gaz
Veiller à établir de solides procédures de mise en service et de réception des unités/équipements, compatibles avec les exigences de conception	
Techniques liées au fonctionnement de l'unité	
Veiller à garantir une bonne maintenance et à procéder en temps utile au remplacement des équipements.	Applicable d'une manière générale
Appliquer un programme de détection et réparation des fuites (LDAR) (voir la description au Erreur ! Source du renvoi introuvable.).	
Dans la mesure du possible, prévenir les émissions diffuses de COV, les collecter à la source et les traiter.	

