

(ID Modèle = 2077342)

Naphtalène

L'objectif des fiches technico-économiques (FTE) est de décrire les enjeux posés en France par la réduction ou la suppression des émissions dans l'eau, et par la substitution de substances chimiques largement utilisées ou retrouvées dans les milieux aquatiques.

Elles présentent la réglementation de la substance, dressent un bilan de sa présence dans l'environnement, et de ses usages, dont elles situent l'importance économique.

Enfin, elles recensent les moyens de réduction des rejets (substitution, traitement...).

Ces fiches sont établies à partir de recherches bibliographiques et peuvent être complétées par des enquêtes auprès d'institutions techniques professionnelles, d'experts et d'acteurs industriels.

Responsable du programme : : Jean-Marc BRIGNON

Expert ayant participé à la rédaction : Valentin CHAPON, Cynthia DENIZE, Maryse MARLIERE

Veillez citer ce document de la manière suivante :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, NAPHTALENE, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 207028 - v1.0, 10/01/2023.

Résumé

Nom	C.A.S.	Usages principaux	Substance prioritaire dans le domaine de l'eau (DCE)	Substance soumise à autorisation dans Reach	Substance soumise à restriction dans Reach	Substance extrêmement préoccupante (SVHC)
Naphtalène	91-20-3	<ul style="list-style-type: none"> - Composant de mélanges de HAP : <ul style="list-style-type: none"> • Goudron/bitume/brai (travaux publics, construction) • Créosote • Solvants - Production de substances organiques : <ul style="list-style-type: none"> • Anhydride phtalique - Usage de substances dérivées du naphtalène : <ul style="list-style-type: none"> • Colorants azoïques • Superplastifiants • Tensioactifs - Sources non-intentionnelles : combustions d'origine anthropique (chauffage domestique au bois, trafic routier) 	☒	Non	Non	Non

Volume de production - France	Volume de production - UE		Volume de production - Monde	Volume de consommation - France		Part de la consommation dédiée à l'usage principal en France
	t/an (2004)	t/an (2004)		t/an (2005)	t/an (2005)	
Pas d'informations	200 000	t/an (2004)	Pas d'informations	2500	t/an (2005)	Pas d'informations

Présence dans l'environnement - France								
	Matrice	Nombre d'analyses	Nombre d'analyses >LQ	Nombre d'analyses >NQE ou PNEC	Conc. Médiane	Conc. 75 ^e percentile	Conc. 95 ^e percentile	Conc. Max
Eaux de surface <i>Source : Base de données Naiades (2018-2020)</i>	Eaux (µg/L)	40 065	4273 (11%) 0,001<LQ<0,125	4 NQE=2	0,0076	0,011	0,03	73,84
	Sédiments (µg/kg)	907	409 (45%) 1<LQ<170	84 (9%) PNEC=53	15	42	230	3900
	MES (µg/kg)	52	30 (58%) LQ=10	-	18	54	157	388
Eaux souterraines <i>Source : Base de données ADES (2018-2020)</i>	Eaux (µg/L)	13 289	1140 (1%) 0,01<LQ<0,5	-	0,007	0,014	0,094	2100

	Type d'implantation	Nombre de mesures (2013-2014)	Concentration moyenne journalière (ng/m ³)	Concentration maximale journalière (ng/m ³)	Concentration minimale journalière (ng/m ³)
Air	Périurbaine	56	0,03	0,10	0,02
	Périurbaine	56	0,03	0,13	0,02
	Urbaine	110	0,56	5,54	0,01
	Urbaine	204	0,56	6,67	0,01
Sols			-		

Le naphthalène est un hydrocarbure Aromatique Polycyclique (HAP) répertorié comme composé organique semi-volatil (COSV) produit à partir de goudron de houille ou de pétrole, le goudron de houille étant la source la plus courante (plus de 90% de la production mondiale de naphthalène).

Le naphthalène est classé cancérigène de catégorie 2 et fait partie des substances prioritaires listées au niveau européen pour la politique dans le domaine de l'eau, cette substance dispose à ce titre d'une norme de qualité environnementale (NQE).

Le naphthalène est employé comme :

- composant de mélanges d'hydrocarbures (créosote, goudron, carburant diesel...),
- intermédiaire réactionnel pour la synthèse de nombreuses substances chimiques destinées à de très nombreux secteurs d'activités (production d'anhydride phtalique, colorants azoïques, superplastifiants, tensioactifs, produits phytopharmaceutiques, produits pharmaceutiques et vétérinaires...)
- substance auxiliaire de procédé, en particulier pour la production d'abrasifs.

Le naphthalène émis principalement dans l'environnement provient de différentes sources : des sources naturelles (feux de forêt), de sources non-intentionnelles issues de combustions d'origine anthropique (chauffage domestique au bois, trafic routier), de sources industrielles (les émissions industrielles de naphthalène sont quasi-exclusivement atmosphériques et proviennent pour moitié de sites de raffinage de pétrole). Les stations-service peuvent aussi être à l'origine de la présence de naphthalène dans le milieu aquatique (du fait, par exemple, du déclenchement intempestif d'une pompe...).

De ces diverses sources d'émission résulte la présence de naphthalène dans 11% des prélèvements d'eau de surface effectués entre 2018 et 2020 et dans l'air mesuré par 4 stations de mesure en continu entre 2013 et 2014 (avec une concentration moyenne comprise entre 0,03 et 0,56 ng/m³).

La substitution est une des solutions de réduction des émissions de naphthalène. Cependant la substituabilité du naphthalène varie en fonction des utilisations, à titre d'exemple, si la synthèse de l'anhydride phtalique a toujours recours au naphthalène, il semblerait que la méthode la plus courante de production de cette substance soit basée sur l'o-xylène et à l'inverse, la substitution de la créosote pour la préservation des traverses de chemin de fer ne semble pas aussi aboutie.

Abstract

Naphthalene is a Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) listed as a SemiVolatile Organic Compound (SVOC).

Naphthalene is classified as a category 2 carcinogen and is listed as a priority substance at European level for water policy, and as such has an Environmental Quality Standard (EQS).

Naphthalene is used as

- component of hydrocarbon mixtures (creosote, tar, diesel fuel, etc.)
- reaction intermediate for the synthesis of numerous chemical substances for a wide range of sectors (production of phthalic anhydride, azo dyes, superplasticizers, surfactants, phytopharmaceutical products, pharmaceutical and veterinary products, etc.)
- process auxiliary substance in particular for the production of abrasives

Naphthalene is emitted mainly into the atmosphere from different sources: natural sources (forest fires), unintentional sources from anthropogenic combustion (domestic wood heating, road traffic), industrial sources (half of the industrial naphthalene emissions come from oil refining sites). Petrol stations can also be a source of naphthalene in the environment (e.g. a pump at a petrol station is accidentally triggered and causes water pollution).

These various emission sources result in the presence of naphthalene in 11% of the French surface water samples taken between 2018 and 2020 and in the air of 4 continuous measurement French stations between 2013 and 2014 (with an average concentration of between 0.03 and 0.56 ng/m³).

Substitution is one of the options for reducing naphthalene emissions. However, the substitutability of naphthalene varies according to the use, for example, if the synthesis of phthalic anhydride always uses naphthalene, it would seem that the most common method of production of this substance would be based on o-xylene and conversely, the substitution of creosote for the preservation of railway sleepers does not seem to be so successful.

Table des matières

1	Généralités	8
1.1	Définition et caractéristiques chimiques	8
1.2	Données toxicologiques et écotoxicologiques	8
1.3	Réglementation	8
1.3.1	Textes généraux	9
1.3.2	Réglementation sectorielle	10
1.4	Valeurs et normes appliquées en France	10
1.4.1	Seuils de rejets pour les installations classées et les stations de traitement des eaux usées	10
1.4.2	Normes de qualité environnementale (NQE) et valeur guide environnementale (VGE)	10
1.4.3	Valeurs appliquées en milieu professionnel	11
1.4.4	Valeurs appliquées pour la qualité des eaux de consommation	11
1.4.5	Valeurs appliquées dans l'air	11
1.5	Autres textes	11
1.5.1	Eaux de rejet	11
1.5.2	Eaux souterraines	11
1.5.3	Contact alimentaire	11
1.6	Classification et étiquetage	12
1.7	Sources naturelles de naphtalène	13
1.8	Sources non-intentionnelles de naphtalène	13
1.9	Production et vente	13
1.9.1	Données économiques	13
1.9.2	Procédé de production	16
1.9.3	Noms commerciaux du naphtalène	16
1.10	Utilisations	17
1.10.1	Variété d'utilisations	17
1.10.2	En mélange avec d'autres HAP dans des produits	18
1.10.3	Production anhydride phtalique	19
1.10.4	Superplastifiants	19
1.10.5	Tensioactifs	19
1.10.6	Colorants	20
1.10.7	Substances phytosanitaires	24
1.10.8	Produits pharmaceutiques et vétérinaires	24
1.10.9	Abrasifs	24
1.10.10	Carburants – Combustibles	25
1.10.11	Bombes fumigènes	25
1.10.12	Caoutchouc	25
1.10.13	Tannage cuir	26
1.10.14	Fragrances	26
1.10.15	Analyses médicales	26
1.10.16	Polymères	26
2	Rejets dans l'environnement	27

2.1	Émissions anthropiques totales.....	27
2.2	Émissions atmosphériques.....	28
2.3	Émissions vers les eaux.....	30
2.4	Émissions vers les sols.....	34
2.5	Pollutions historiques et accidentelles.....	34
3	Devenir et présence dans l'environnement.....	36
3.1	Comportement dans l'environnement.....	36
3.1.1	Dans l'atmosphère.....	36
3.1.2	Dans le milieu aquatique.....	36
3.1.3	Dans le milieu terrestre.....	36
3.2	Présence dans l'environnement.....	36
3.2.1	Dans le milieu aquatique de surface.....	36
3.2.2	Dans les eaux souterraines.....	37
3.2.3	Dans l'atmosphère.....	37
3.2.4	Dans l'air intérieur.....	38
4	Perspectives de réduction des émissions.....	39
4.1	Sources non-intentionnelles.....	39
4.1.1	Combustion du bois en foyers domestiques.....	39
4.1.2	Trafic routier.....	39
4.2	Réduction des émissions de naphtalène.....	39
4.2.1	Enrobés routiers.....	39
4.2.2	Plastifiants pour caoutchouc.....	40
4.3	Alternatives aux usages de naphtalène.....	40
4.3.1	Créosote.....	40
4.3.2	Production d'anhydride phtalique.....	42
4.3.3	Superplastifiants.....	42
4.3.4	Tensioactifs.....	44
4.3.5	Colorants azoïques.....	44
4.3.6	Abrasifs.....	44
4.3.7	Carburants.....	44
4.3.8	Tir sur cibles d'argile.....	45
5	Conclusion.....	46
6	Références.....	47
6.1	Sites internet consultés.....	47
6.2	Bibliographie.....	47

1 Généralités

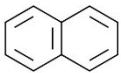
1.1 Définition et caractéristiques chimiques

Le naphthalène est un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) à deux cycles benzéniques.

Il se présente sous diverses formes solides (cristaux, poudre, aiguilles ou écailles), de couleur blanche et d'odeur caractéristique de goudron détectable par l'homme à de très faibles concentrations (de l'ordre de 0,1 ppm).

Le naphthalène est un des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) les plus volatils. Il est ainsi répertorié comme un composé organique semi-volatil (COSV) en raison de sa pression de vapeur de 0,087 mm Hg à 25 °C, soit juste au-dessous du seuil de 0,1 mm Hg retenu pour définir des composés organiques volatils (COV).

Tableau 1. Caractéristiques générales du naphthalène, d'après INRS et ECHA.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Code Sandre	Synonymes	Formes physiques
Naphtalène C₁₀H₈ 	91-20-3	202-049-5	1517	FR : camphre de goudron, naphthaline GB: Naphthalene, white tar, camphor tar, naphthalin, Bicyclo[4.4.0]deca-1,3,5,7,9-pentene	Cristaux, poudre aiguille, écaille

- Solubilité

Très faiblement soluble dans l'eau (de l'ordre de 30 mg/L à 20°C), le naphthalène est soluble dans la plupart des solvants organiques, moyennement dans les alcools et le benzène et extrêmement dans l'éther et le tétrachlorure de carbone (ATSDR, 2005 ; HSDB, 2014 ; INRS, 2007).

- Réactivité

Il réagit violemment avec les oxydants forts, l'anhydride chromique, le chlorure d'aluminium et le chlorure de benzoyle.

Le naphthalène fondu peut, au contact de l'eau et à des températures supérieures à 110 °C, engendrer la formation de mousse pouvant être responsable de surpressions. Le naphthalène fondu peut attaquer certaines catégories de plastiques, de caoutchoucs et de revêtements (INRS, 2007).

- Décomposition

Le naphthalène brûle avec une flamme très fuligineuse en dégageant une fumée âcre très dense. Sa décomposition thermique donne naissance à des gaz et vapeurs toxiques, notamment d'oxydes de carbone (INRS, 2007).

1.2 Données toxicologiques et écotoxicologiques

Les données toxicologiques et écotoxicologiques pour le naphthalène sont disponibles dans le Portail Substances Chimiques : <http://substances.ineris.fr/fr/substance/getDocument/2807>

1.3 Réglementation

Les paragraphes ci-après présentent les principaux textes en vigueur à la date de la rédaction de cette fiche encadrant la fabrication, les usages et les émissions du naphthalène. Cet inventaire n'est pas exhaustif.

1.3.1 Textes généraux

1.3.1.1 REACH

Restrictions d'usage

- En 2021 l'ECHA a soumis son intention de restreindre la mise sur le marché et l'utilisation de substances contenant des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le cadre du tir sur cibles d'argile. La proposition sera désormais évaluée par les comités scientifiques d'évaluation des risques (RAC) et d'analyse socio-économique (SEAC) de l'ECHA et fera l'objet d'une large consultation des parties prenantes.

Il est proposé d'appliquer une valeur limite de concentration provisoire intermédiaire de 1 % en poids pour la somme des concentrations de 18 HAP retenus comme indicateurs (dont le naphthalène) à compter de l'entrée en vigueur de la restriction. Cette limite provisoire empêcherait immédiatement l'utilisation du brai de goudron de houille comme liant, mais autoriserait temporairement d'autres liants contenant des HAP pendant une période transitoire. Un an après l'entrée en vigueur de la restriction, la valeur limite de concentration sera abaissée de 1 % à 0,005 %.

- La réglementation européenne limitant la teneur en HAP cancérigènes dans les caoutchoucs pourrait impacter indirectement les teneurs de naphthalène dans ces matériaux (en dépit du fait que le naphthalène ne soit pas classé cancérigène 1B). Les HAP concernés par la réglementation sont intégrés au caoutchouc sous forme de mélange de substances¹ dont le naphthalène peut faire partie. Néanmoins, nous ne savons pas à ce jour s'il s'agit d'un impact réduisant ou augmentant la concentration de naphthalène dans ces matériaux. Dans le détail, huit HAP² classées cancérigènes de catégorie 1B sont inscrits à l'Annexe XVII de REACH, cette réglementation impose que ne soient pas mis sur le marché :
 - o Les articles dont l'un des composants en caoutchouc ou en matière plastique entrant en contact direct et prolongé ou bref et répété avec la peau humaine ou la cavité buccale, dans des conditions normales ou raisonnablement prévisibles d'utilisation, contenant plus de 1 mg/kg (0,0001 % en poids du composant concerné) d'un des huit HAP
 - o Les jouets, y compris les jouets d'activité, et les articles de puériculture dont l'un des composants en caoutchouc ou en matière plastique entrant en contact direct et prolongé ou bref et répété avec la peau humaine ou la cavité buccale, dans des conditions normales ou raisonnablement prévisibles d'utilisation, contenant plus de 0,5 mg/kg (0,00005 % en poids du composant concerné) d'un des huit HAP

1.3.1.2 Directive cadre eau (DCE)

Le naphthalène fait partie des substances prioritaires listées au niveau européen pour la politique dans le domaine de l'eau citées dans la directive 2013/39/UE du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE. Il fait partie du programme de surveillance de l'état chimique des eaux (arrêté du 25 janvier 2010 modifié).

Le programme de mesures défini conformément à la DCE par l'article R.212-19 du code de l'environnement comprend toutes les mesures destinées à prévenir l'introduction de cette substance dans les eaux de surface et les eaux souterraines.

¹ Il s'agit d'huiles aromatiques DAE (Distillate Aromatic extract) cf. paragraphe 1.10.2

² benzo(a)pyrène, benzo(e)pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(j)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène et dibenzo(a,h)anthracène

1.3.2 Règlementation sectorielle

1.3.2.1 Produits phytopharmaceutiques

Le naphthalène n'est plus autorisé comme insecticide. Il fut autrefois utilisé comme répulsif pour les mites pour la protection des textiles (« boules de naphthalines »)³.

1.3.2.2 Jouets

Etant classé CMR 2, le naphthalène ne peut être utilisé dans les jouets et ne doit pas entrer dans la composition de jouets ou de parties de jouets micro-structurellement distinctes⁴.

1.3.2.3 Cosmétiques

L'utilisation du naphthalène est interdite dans tout produit cosmétique mis sur marché de l'Union européenne⁵.

1.4 Valeurs et normes appliquées en France

1.4.1 Seuils de rejets pour les installations classées et les stations de traitement des eaux usées

L'Arrêté du 31/01/08 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et des transferts de polluants et des déchets modifié par l'arrêté du 11 décembre 2014 indique que les seuils de déclaration pour le naphthalène sont de :

- 50 kg.an⁻¹ dans l'air,
- 10 kg.an⁻¹ dans l'eau,
- 20 g par jour dans l'eau,
- 10 kg/an dans le sol.

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumise à autorisation prévoit pour le naphthalène, une valeur limite de concentration de 130 µg.L⁻¹ si le rejet dépasse 1g par jour.

1.4.2 Normes de qualité environnementale (NQE) et valeur guide environnementale (VGE)

Dans le cadre de l'évaluation du bon état des eaux, des normes de qualité environnementale (NQE) pour les eaux de surfaces ont été établies au niveau communautaire par la directive 2013/39/UE. Ces normes de qualité environnementale sont transposées au niveau national dans le cadre de l'arrêté du 17 octobre 2018 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux et de l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

Les normes de qualité environnementale (NQE) réglementaires associées au naphthalène au niveau communautaire et au niveau national sont :

Pour toutes les eaux de surfaces la NQE exprimée en moyenne annuelle de :

$$\text{NQE-MA} = 2 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$$

Pour toutes les eaux de surfaces la NQE exprimée en concentration maximale admissible de :

$$\text{NQE-CMA} = 130 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$$

³ https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=as.details&as_id=898

⁴ Directive européenne n° 2009/48/CE

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32009R1223>

1.4.3 Valeurs appliquées en milieu professionnel

Il existe pour le naphthalène une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) sur 8 heures de 50 mg.m⁻³ (10 ppm), cette VLEP est une valeur indicative non réglementaire (INRS, 2021).

1.4.4 Valeurs appliquées pour la qualité des eaux de consommation

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine ne fixe pas de teneur maximale (annexe I), de valeur limite de qualité (annexe II), ni de valeur guide ou impérative (annexe III) pour le naphthalène.

Le naphthalène ne figure pas dans la directive européenne sur l'eau potable mise en vigueur à partir du 12 janvier 2021 (directive (UE) 2020/2184 du 16 décembre 2020, refonte de la directive 98/83/CE).

1.4.5 Valeurs appliquées dans l'air

Proposition de Valeurs guide air intérieur (VGAI) : 10 µg.m⁻³ pour des effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à 1 an (AFSSET 2009).

Recommandations du Haut conseil en Santé Publique (HCSP 2012) :

- Valeur repère de 10 µg.m⁻³ de qualité d'air intérieur, immédiatement applicable et visant à protéger des effets à long terme de l'exposition au naphthalène, notamment des irritations nasales.
- Valeur d'action rapide de 50 µg.m⁻³, qui doit amener à la mise en œuvre d'actions correctives visant à abaisser la concentration dans les bâtiments à moins de 10 µg/m³ dans un délai de moins de trois mois.

1.5 Autres textes

1.5.1 Eaux de rejet

Le naphthalène est concerné par l'action nationale de recherche et de réduction des rejets de stations de traitement des eaux usées urbaines (RSDE STEU), qui a pour objectif l'amélioration de l'état des milieux aquatiques, via la réduction progressive des émissions, rejets et pertes de substances dangereuses.

Au titre de la Directive Cadre sur l'Eau et des objectifs de réduction, la note technique du 29 septembre 2020 relative aux objectifs nationaux et à leur déclinaison dans les SDAGE 2022-2027 prévoit une « réduction ambitieuse » de 30% d'ici 2027 pour le naphthalène.

1.5.2 Eaux souterraines

Au titre de la Directive Européenne 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines, le naphthalène est cité dans la liste des substances dangereuses de l'arrêté du 17 juillet 2009 relatif aux mesures de prévention ou de limitation des introductions de polluants dans les eaux souterraines.

1.5.3 Contact alimentaire


Le Règlement de l'UE sur les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires interdit le naphthalène comme additif, auxiliaire, monomère ou autre substance de départ.⁶

⁶ [Règlement \(UE\) N°10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires](#)

1.6 Classification et étiquetage

Le naphthalène a une classification et un étiquetage harmonisés au regard du règlement 1272/2008 dit règlement CLP (cf. Tableau 2 ci-dessous).

Tableau 2. Classification CLP harmonisée du naphthalène selon l'Echa (<http://echa.europa.eu/> - consulté en Mois 2017)

Classification		Étiquetage	
Classes et catégories de dangers	Codes des mentions de danger	Code des pictogrammes mention d'avertissement	Code des mentions des dangers
Acute Tox. 4 Carc. 2 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	H302 H351 H400 H410	GHS09 GHS08 GHS07 Wng	H302 H351 H410
			

Le Tableau 3 ci-après détaille les codes de danger associé au naphthalène.

Au niveau européen, le règlement européen relatif à la classification et l'étiquetage des substances et mélanges (Règlement CLP (CE) n° 1272/2008) classe le naphthalène cancérigène de catégorie 2, susceptible de provoquer le cancer.

Sans portée réglementaire, notons qu'en complément l'IARC a classé en 2002 le naphthalène dans le groupe 2B : cette substance peut être cancérigène pour l'homme.

Tableau 3. Mentions de danger du naphthalène, d'après le règlement CLP

Classification Étiquetage	
Liste des classifications et des étiquetages harmonisés des substances dangereuses ; annexe VI, tableau 3.1 du règlement CLP	
H302	Nocif en cas d'ingestion
H351	Susceptible de provoquer le cancer (indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger)
H400	Très toxique pour les organismes aquatiques
H410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

1.7 Sources naturelles de naphthalène

La combustion de biomasse lors de feux de forêt ou de broussaille et les éruptions volcaniques peuvent générer des émissions de naphthalène dans l'atmosphère (AFSSET 2009).

Lors d'un incendie de forêt, les niveaux d'émission de naphthalène varient en fonction de l'activité du feu et des essences de bois, à titre d'exemple, Collet et al rapportent des facteurs d'émissions de naphthalène lors de feux de forêt compris entre 23 667 et 82 008 µg/kg (INERIS 2011).

1.8 Sources non-intentionnelles de naphthalène

La combustion incomplète du bois de chauffage domestique, le trafic routier, l'utilisation d'encens, le tabagisme représentent des sources non-intentionnelles de naphthalène dans l'atmosphère. A titre d'exemple, Martinet et al. ont étudié les émissions de substances non-réglées de véhicules diesel et essence et rapportent des facteurs d'émissions de naphthalène compris entre 1 et 25 µg/km pour les véhicules diesel et 3-51 µg/km pour les véhicules essence (Simon Martinet 2017).

Le naphthalène est utilisé comme intermédiaire de synthèse dans la fabrication d'anhydride phtalique employé pour la production de plastifiants, résines, teintures... Cette substance est ainsi susceptible d'être émise par certains matériaux de construction et biens de consommation (AFSSET 2009).

Parmi les huiles minérales (MOH⁷), les (MOAH⁸) sont susceptibles de contenir des hydrocarbures aromatiques et de représenter une source non-intentionnelle potentielle de naphthalène. En effet, les encres, colles et adhésifs directement appliqués sur les emballages alimentaires en papier et carton et ceux présents dans ces emballages suite au recyclage sont en partie constitués d'huiles minérales aromatiques qui peuvent migrer vers les aliments (ANSES 2015 ; EFSA 2012).

Le naphthalène entre dans la composition du caoutchouc constituant les pneus automobiles (cf. paragraphe 1.10.2). Durant leur usage ces articles pourraient donc représenter des sources d'émissions potentielles de naphthalène. Ces articles pourraient aussi émettre du naphthalène via leur recyclage en granulés destinés à produire des terrains de jeux, d'athlétisme, du gazon artificiel (ECHA 2022).

Les barrières anti-humidité et joints de plancher à base de goudron, les fuites de réservoirs d'huiles minérales dans des caves et sous-sols, cuirs et textiles importés peuvent aussi représenter des sources d'émission de naphthalène (AFSSET 2009).

1.9 Production et vente

1.9.1 Données économiques

- En France

En 2005, l'INRS a réalisé une enquête en France afin d'évaluer l'importance de l'utilisation professionnelle des agents chimiques classés CMR (dont le naphthalène). Pour chaque substance, cette enquête fournit des informations notamment sur les quantités produites, exportées ou importées et les secteurs d'utilisation. Ainsi, en 2005 les importations, la consommation et les exportations de naphthalène en France étaient estimées respectivement à 301 tonnes, environ 2 500 tonnes et 29 990 000 tonnes (pour des raisons de confidentialité, les détails des flux d'exportation ne sont pas connus) (INRS 2005).

La précédente fiche technico-économique réalisée par l'Ineris dédiée au naphthalène faisait mention d'un unique producteur de naphthalène en France (avec une production d'environ 15 000 tonnes par an), à savoir Rütgers Chemicals VFT France. Ce site a stoppé la distillation de goudron, et donc la production de naphthalène en 2005 (ECHA 2018). L'unique site de production de goudron de houille basé à Marienau (57) mentionné par cette même fiche aurait cessé son activité.

⁷ Mineral Oils Hydrocarbons

⁸ Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons

Eurostat⁹ produit des statistiques concernant l'exportation, l'importation et la production du mélange [Naphtalène et autres hydrocarbures aromatiques (excluant le benzène, le toluène et le xylène)]. Ces statistiques agrégées surestiment les données propres au naphtalène, néanmoins elles permettent de déduire des tendances économiques pour cette substance, à savoir que depuis 2011 les exportations françaises de ce mélange sont stables et que les importations ont connu deux pics en 2011-2012 et en 2015. Les statistiques Eurostat mettent en évidence une production française du mélange [Naphtalène et autres hydrocarbures aromatiques] à des niveaux annuels compris entre 97 664 et 718 962 tonnes.

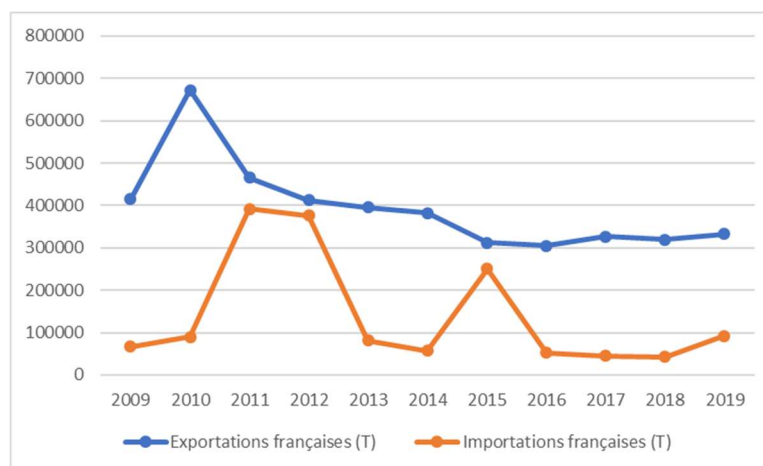


Figure 1. Evolution des importations et exportations du mélange [Naphtalène et autres hydrocarbures aromatiques] en France entre 2009 et 2019 (Eurostat)

Les données Eurostat diffèrent de celles de l'INRS précédemment citées : elles sont bien plus importantes pour les importations et bien moindres pour les exportations. Cet écart révèle l'incertitude liée à la nature de ces données.

- En Europe

En 2021, la bande de tonnage du naphtalène reflétant la quantité annuelle fabriquée/importée de cette substance en Europe (dans le cadre de REACH) était comprise entre 100 000 à 1 000 000 tonnes¹⁰. En 2021, 18 déclarants étaient répertoriés sur le site de diffusion de l'ECHA, ces derniers étaient situés en République Tchèque (2), en Espagne (3), en Belgique (2), en Allemagne (5), au Danemark (1), en Italie (2), en Suède (1) et en Irlande (2).

Le rapport d'évaluation des risques du naphtalène paru en 2004 et réalisé par l'UE indiquait que les chiffres de production des producteurs individuels de cette substance étaient compris entre 4 000 et 70 000 tonnes/an avec une production totale de l'Union Européenne estimée à 200 000 tonnes/an, dont 60 000 tonnes exportées et 152 000 tonnes utilisées dans l'Union Européenne (Européenne 2004).

D'après les données Eurostat, les acteurs principaux du marché du mélange [Naphtalène et autres hydrocarbures aromatiques] seraient les Pays-Bas, l'Espagne la Belgique, l'Allemagne et la France pour leurs exportations, importations et production de ce mélange.

- Dans le monde

D'après un site d'étude de marché¹¹, les activités croissantes des secteurs de la construction et de l'agriculture des pays asiatiques comme la Chine et l'Inde en feraient les consommateurs majeurs de naphtalène dans le monde (des dérivés du naphtalène sont utilisés pour la production de béton et de

⁹ <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/prodcom/data/database>

¹⁰ <https://echa.europa.eu/fr/registration-dossier/-/registered-dossier/15924/1/2>

¹¹ <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/naphthalene-market>

substances phytopharmaceutiques (cf. paragraphe 1.10)). La Figure 2 ci-dessous présente une estimation de la répartition de la consommation mondiale de naphthalène en 2020¹².

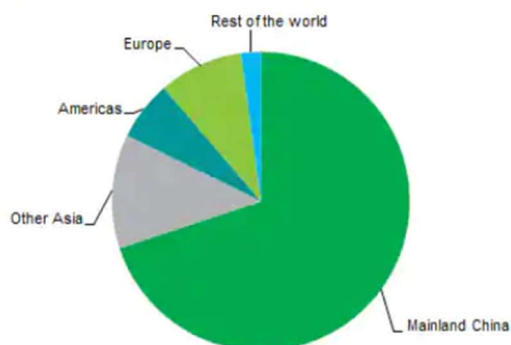


Figure 2. Répartition de la consommation mondiale de naphthalène en 2020 (IHS Markit)

D'après un site d'étude de marché¹³, les pays dont la balance commerciale¹⁴ du naphthalène était la plus excédentaire en 2019 seraient l'Espagne, l'Afrique du Sud, le Japon, le Koweït et l'Allemagne. A l'inverse, les pays présentant la balance commerciale la plus déficitaire pour le naphthalène en 2019 seraient la Belgique, les Pays-Bas, l'Inde, le Portugal et la Suisse (cf. Figure 3 ci-dessous).

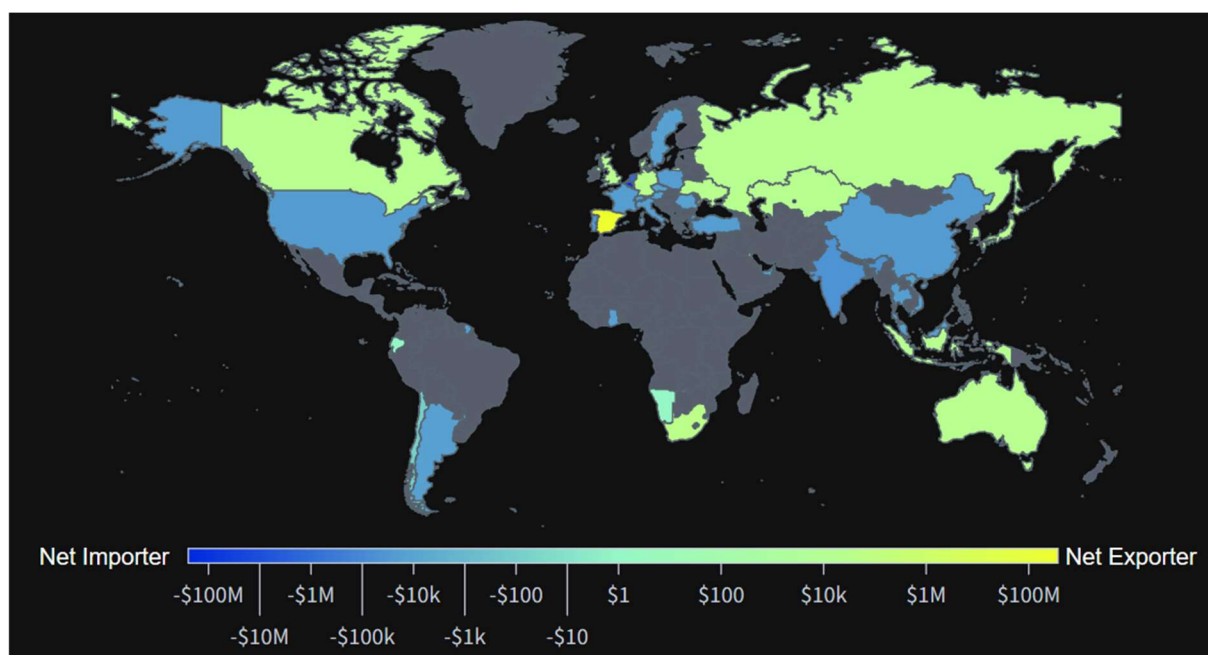


Figure 3. Balance commerciale du naphthalène 2019 (OEC)

L'extraction du naphthalène (à partir de goudron de houille ou de pétrole) est mise en œuvre par différents producteurs dans le monde, notamment :

- DEZA (République Tchèque)
- Epsilon Carbon (Inde)

¹² <https://ihsmarkit.com/products/naphthalene-chemical-economics-handbook.html>

¹³ <https://oec.world/en/profile/hs92/naphthalene>

¹⁴ Différence entre les exportations et les importations

- Quimica del Nalon (Espagne)
- JFE Chemical Corporation (Japon)
- Koppers, Inc. (Etats-Unis)
- Rain Carbon (Allemagne)

1.9.2 Procédé de production

Le naphthalène peut être produit à partir de goudron de houille ou de pétrole, le goudron de houille étant la source la plus courante (plus de 90% de la production mondiale de naphthalène est issue du goudron de houille) (Business wire 2016).

1.9.2.1 Production à partir du goudron de houille

Le naphthalène est le constituant principal (70-80%) de l'huile naphthalénique obtenue par distillation de goudron de houille. Le naphthalène peut être extrait de cette huile soit par distillation, soit par cristallisation, soit par la combinaison de ces deux procédés (INRS 2016, ECHA 2018).

L'extraction peut être précédée d'une étape de lavage à la soude diluée afin d'ôter les crésols et xylénols contenus dans l'huile naphthalénique.

Extraction par distillation

La distillation génère trois fractions :

La fraction légère contenant notamment des xylènes, des triméthylbenzènes, de l'indane, de l'indène et des tétraméthylbenzènes

La fraction dite « de cœur » comportant environ 97 % de naphthalène et 2,5 % de thionaphtène

La fraction lourde composée à environ 75% de méthyl-naphthalènes, le reste étant principalement du diphenyle et des diméthyl-naphthalènes

La fraction concentrée en naphthalène est couramment utilisée pour la fabrication de l'anhydride phtalique. Une qualité plus pure peut être produite par cristallisation de cette fraction pour produire une qualité pure qui ne contient ni thionaphtène ni d'autres impuretés.

Extraction par cristallisation

Le traitement de cristallisation le plus répandu est le procédé Sulzer-Buchs : le produit riche en naphthalène coule le long de tubes refroidis, ainsi le naphthalène cristallise partiellement sur les parois. À la fin du cycle de refroidissement, les cristaux de naphthalène sont fondus et pompés vers un réservoir de stockage. Si le naphthalène brut ainsi obtenu n'a pas la pureté souhaitée, il est nécessaire d'effectuer quatre à six étapes de cristallisation selon le même principe, pour aboutir à l'obtention de naphthalène pur (99,9 %).

Il existe un procédé alternatif de cristallisation aboutissant à du naphthalène de pureté comparable : le procédé Brodie. Néanmoins, ce procédé est nettement moins utilisé que le procédé Sulzer-Buchs.

1.9.2.2 Production à partir du pétrole

Le naphthalène peut également être produit à partir de fractions pétrolières riches en méthyl-naphthalènes. La désalkylation est effectuée à hautes température et pression en présence d'hydrogène pour produire un mélange contenant du naphthalène pur à 99% et pauvre en soufre.

1.9.3 Noms commerciaux du naphthalène

Les noms commerciaux figurant dans le Tableau 4 sont issus de la page de l'Echa relative au naphthalène (ECHA).

Tableau 4. Autres synonymes et noms commerciaux (ECHA 2021)

Synonymes et noms commerciaux
Naftalen
Naftalenový koncentrát
Naphthalene
Naphthalene concentrate

1.10 Utilisations

1.10.1 Variété d'utilisations

- L'utilisation la plus courante du naphthalène est la production d'autres composés organiques, principalement : l'anhydride phtalique, des colorants azoïques, superplastifiants, tensioactifs, solvants, produits phytopharmaceutiques, produits pharmaceutiques et vétérinaires.

Le naphthalène est également utilisé à moindre échelle pour la fabrication de meules abrasives, la production du caoutchouc, du cuir, de carburants, de parfums...

Les dérivés du naphthalène peuvent être regroupés en différentes familles, dont (BOOTH 2012):

- les acides naphthalènesulfoniques
- les naphtols
- les acides hydroxynaphtanènesulfoniques
- les aminonaphthalènes
- les acides aminonaphthalènesulfoniques
- les aminonaphtols
- les acides aminohydroxynaphtalènesulfoniques
- les naphthalène alkylés

La répartition de l'utilisation du naphthalène comme intermédiaire de synthèse en Europe en 2003 est illustrée par la Figure 4 ci-dessous.

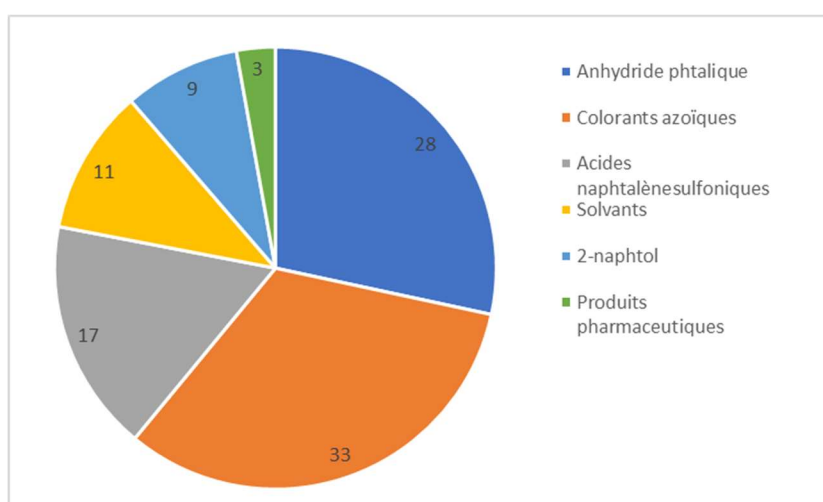


Figure 4. Répartition (%) de l'utilisation du naphthalène comme intermédiaire de synthèse en Europe en 2003 (ECHA)

L'anhydride phtalique est un intermédiaire de chimie organique destiné à la production de plastifiants (plus particulièrement des phtalates), de résines polyesters insaturés et de résines alkydes (cf. paragraphe 1.10.3).

Les colorants azoïques sont largement utilisés pour traiter les textiles, le cuir, les peintures et revêtements, les encres, les produits cosmétiques, les produits de soins personnels et certains aliments (cf. paragraphe 1.10.6.1).

Les acides naphthalènesulfoniques sont des intermédiaires chimiques de la production de nombreuses substances dont des superplastifiants pour matériaux cimentaires (cf. paragraphe 1.10.4).

Le 2-naphtol est principalement employé pour la fabrication d'agents d'anti-oxydants pour la synthèse du caoutchouc (cf. paragraphe 1.10.12).

De plus, le naphthalène est un important constituant de mélanges complexes tels que le goudron ou la créosote et il fait donc l'objet d'utilisations indirectes par exemple lors de la pose d'asphalte ou lors de l'application de traitements de préservation du bois (à base de créosote) (cf. paragraphe 1.10.2).

1.10.2 En mélange avec d'autres HAP dans des produits

Le naphthalène est présent, en mélange avec d'autres HAP¹⁵, dans divers produits :

- Le goudron¹⁶, le brai et le bitume dans le secteur des travaux publics (revêtements routiers) et de la construction (imperméabilisation de toits à faible pente)
- La créosote pour l'industrie de la préservation du bois (à la fois fongicide et insecticide). D'après le rapport d'évaluation émis par la Commission européenne, la créosote est appliquée par imprégnation par les industriels, le bois ainsi traité est destiné à des emplois de classes 3 à 5¹⁷ (Commission Européenne 2010).
- Le solvant naphtha aromatique, une combinaison complexe d'hydrocarbures aromatiques en C10-C12 (n°CAS 64742-94-5 (ECHA 2018)) obtenue par distillation de fractions aromatiques et qui compte quelques applications industrielles (INRS 2021):
 - o diluant pour les peintures, vernis, encres d'imprimerie
 - o solvant dans l'industrie agrochimique et du bâtiment
 - o solvant pour la fabrication de caoutchouc, plastiques et bitumes
 - o préparation de noir de carbone et de résines
 - o agent de nettoyage industriel
- les huiles aromatiques DAE¹⁸ pour la production de caoutchoucs (plastifiants pour la fabrication de pneus automobiles, ustensiles ménagers, chaussures, jouets...), d'adhésifs, de produits d'étanchéité, de solvants et de matériaux de couverture. Notons que l'utilisation des DAE dans les pneus, les produits en caoutchouc et en plastique souple aurait diminué (Gouvernement du Canada 2016).
- Les huiles minérales (MOH) principalement employées comme lubrifiants pour moteurs et machines et dans une moindre mesure pour la formulation de pesticides (acaricides, insecticides, adjuvants) et la production d'encres et de colles.

¹⁵ Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques

¹⁶ Le naphthalène est un constituant du goudron de houille (11 %) (EPA 2003)

¹⁷ Classe 3 : Situations dans lesquelles le bois ou le matériau à base de bois est au-dessus du sol et est exposé aux intempéries

Classe 4 : Situation dans laquelle le bois ou le matériau à base de bois est en contact direct avec le sol et/ou l'eau douce

Classe 5 : Situation dans laquelle le bois ou le matériau à base de bois est immergé dans l'eau salée (eau de mer ou eau saumâtre) de manière régulière ou permanente

¹⁸ Distillate Aromatic Extracts - CAS n°64742-11-6 et CAS n°64742-04-7

- Les huiles minérales aromatiques (MOAH - Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons) pour la formulation d'encre, colles et adhésifs appliqués sur papier et carton (ANSES 2015 ; EFSA 2012)
- Cibles d'argile pour les activités de tir qui correspondent au tir sportif. Les disques en argile, dits pigeons d'argile, se brisent plus ou moins facilement en fonction du mode de fabrication et du matériel utilisé.
Ces disques sont constitués de 70% de poudre de roche et 30% de bitume (brai de houille ou de mazout) contenant des hydrocarbures aromatiques polycycliques (dont le naphthalène fait partie) ayant une fonction de liant.
Les cibles françaises comportent environ 7 g de HAP/kg soit environ 0,77 g de HAP par disque (OFEV 2015).

1.10.3 Production anhydride phtalique

Une des principales applications du naphthalène est la synthèse de l'anhydride phtalique, un intermédiaire de chimie organique utilisé pour la production de plastifiants (plus particulièrement des phtalates), de résines polyesters insaturés et de résines alkydes. L'anhydride phtalique est également utilisé comme intermédiaire de synthèse d'insecticides, de fongicides, d'acide benzoïque, de colorants (phtaléines notamment), de produits pharmaceutiques, de parfums (INRS 2016).

1.10.4 Superplastifiants

Les superplastifiants sont des additifs développés pour conférer aux matériaux cimentaires une plus grande fluidité.

Leur action peut être perçue de deux manières : soit le superplastifiant permet, sans changer la teneur en eau du béton, d'augmenter son affaissement/étalement, soit le superplastifiant permet de réduire fortement la teneur en eau d'un béton donné sans en changer la consistance. Pour cette raison, ces adjuvants sont également désignés par le terme « réducteurs d'eau ». Leur dosage moyen est de 0,8 à 3 % de la masse du ciment. Toutefois, l'intérêt principal des superplastifiants réside dans la fluidité apportée au ciment : la pâte devient alors très malléable, facile à couler et à mettre en œuvre.

Les sels sulfonés de polycondensés de naphthalène et de formaldéhyde (n°CAS 36290-04-7) (cf. Figure 5), fréquemment nommés les polynaphthalènes sulfonates ou naphthalène sulfonate de sodium formaldéhyde (SNF) représentent une part importante du marché superplastifiants. Cet additif disperse les particules de ciment floculées au moyen d'un mécanisme de répulsion électrostatique.

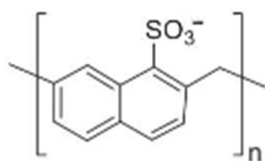


Figure 5. Structure chimique des sels sulfonés de polycondensés de naphthalène et de formaldéhyde (n°CAS 36290-04-7)

1.10.5 Tensioactifs

Le naphthalène permet de produire des surfactants (les sulfonates de naphthalène et leurs dérivés) utilisés dans les peintures, détergents, cosmétiques...

1.10.5.1 Cosmétiques et produits de soin personnel

Le polynaphthalènesulfonate de sodium (n°CAS 9084-06-4), le naphthalènesulfonate de sodium (n°CAS 532-05-5 ou 1321-69-3), le disodium méthylène dinaphthalènesulfonate (n°CAS 26545-58-4/14857-90-0) trouvent des applications pour la formulation de produits de maquillage (ombres à paupières, mascara, fards à joues, fonds de teint, rouge à lèvres...) et de produits de soin corporel (shampoings...) (Cosmeticsinfo 2021).

Le polynaphtalènesulfonate de sodium et le naphtalènesulfonate de sodium sont employés comme tensioactifs : ils améliorent la solubilité dans l'eau d'autres ingrédients cosmétiques et aident à répartir ou à mettre en suspension un solide insoluble dans un liquide. Le polynaphtalènesulfonate de sodium est également stabilisateur d'émulsion¹⁹ et agent dispersant (Cosmetic Ingredient Review 2019).

1.10.5.2 Détergents

Pour ses qualités tensioactives, le polynaphtalènesulfonate de sodium (n°CAS 9084-06-4) pourrait être présent dans des produits de consommation tels que les assouplissants, les nettoyants liquides de surface et les liquides pour lave-vaisselle (Cosmetic Ingredient Review 2019).

1.10.5.3 Peintures

Les sels sulfonés de polycondensés de naphtalène et de formaldéhyde (n°CAS 36290-04-7), grâce à leurs propriétés de dispersion sont intégrés aux formulations de peintures en phase aqueuse.

1.10.6 Colorants

1.10.6.1 Colorants azoïques

Les colorants et pigments azoïques sont des débouchés importants pour les dérivés du naphtalène. Les colorants azoïques sont des composés organiques portant le groupe fonctionnel R-N=N-R' (dans lequel R et R' peuvent être des dérivés du naphtalène) largement utilisés pour traiter les textiles, le cuir, les peintures et revêtements, les encres, les produits cosmétiques, les produits de soins personnels et certains aliments.

Les pigments azoïques ont une structure chimique similaire à celle des colorants azoïques, mais sont dépourvus de groupes solubles. Les pigments sont broyés pour obtenir une poudre qui sera ensuite mélangée à un liant afin d'obtenir un produit coloré (cosmétiques, peinture, encre, etc.).

Ces dérivés du naphtalène peuvent jouer le rôle de (BOOTH 2012) :

- colorants directs - les principaux substrats sont la rayonne (fibre textile artificielle à base de cellulose) et le papier - Exemple : le Rouge congo (n°CAS 573-58-0) pour la cellulose

- colorants acides – il s'agit de colorants anioniques hydrosolubles principalement utilisés pour colorer certaines fibres textiles (fibres en nylon, laine, soie et acrylique modifié) et dans une moindre mesure, pour colorer les peintures, encres, plastiques et le cuir – Exemple : Acid Orange 7 (n°CAS 633-96-5)

- colorants réactifs - Ces colorants comportent un groupe dit « réactif » (par exemple, groupement vinylsulfone²⁰ ou triazine chlorée) dont la fonction est de se fixer sur le support, et un groupe colorant dit « chromophore » le plus souvent azoïques ou anthraquinoniques.– Les colorants réactifs sont principalement utilisés pour colorer les fibres textiles cellulosiques (ex. le coton) - Exemple : 7-[[4-chloro-6-(3-sulfoanilino)-1,3,5-triazin-2-yl]amino]-4-hydroxy-3-[(4-methoxy-2-sulfophenyl)diazényl]naphthalene-2-sulfonic acid (n°CAS 59641-46-2)

- colorants développés - Après avoir fixé un premier composant sur le support (très souvent du β-naphtol (n°CAS 135-19-3), un deuxième composant est ajouté et réagit avec le premier, la synthèse du colorant s'effectuant alors sur le textile

- colorants métallifères - Ces colorants sont des complexes métalliques réalisés avec une ou deux molécules organiques (potentiellement, des colorants azoïques comportant un dérivé du naphtalène) – Exemple : l'acide 4-diazo-3,4-dihydro-7-nitro-3-oxonaphtalène-1-sulfonique (n°CAS 63589-25-3)

Parmi tous les dérivés du naphtalène, notons que l'acide 3-hydroxy-2-naphtoïque (n°CAS 92-70-6) est un intermédiaire important car il s'agit d'un précurseur commun à de nombreux colorants et pigments azoïques. A titre d'exemple, l'acide 3-hydroxy-2-naphtoïque est employé pour la production du pigment Red 57 (n°CAS 5858-81-1) utilisé pour des applications cosmétiques, produits de soins personnels, peintures au doigt, engrais, encres, parfums et produits pharmaceutiques.

¹⁹ il permet d'empêcher le produit final de se séparer en ses composants huileux et aqueux

²⁰ –SO₂-CH=CH₂

Nombre d'autres acides hydroxynaphtoïques sont employés comme composants de couplage pour former des colorants azoïques, citons : l'acide 3-hydroxy-1-naphtoïque (n°CAS 19700-42-6), l'acide 5-hydroxy-1-naphtoïque (n°CAS 2437-16-3), l'acide 7-hydroxy-1-naphtoïque (n°CAS 2623-37-2), l'acide 8-hydroxy-1-naphtoïque (n°CAS 1769-88-6), l'acide 1-hydroxy-2-naphtoïque (n°CAS 86-48-6), l'acide 6-hydroxy-2-naphtoïque (n°CAS 16712-64-4) et l'acide 7-hydroxy-2-naphtoïque (n°CAS 613-17-2).

De nombreux acides mono- et dihydroxynaphtalène mono- et disulfonique utilisés comme composants de couplage de colorants azoïques sont aussi des intermédiaires réactionnels pour les acides aminonaphtalènesulfoniques et les acides aminohydroxynaphtalènesulfoniques qui sont eux-mêmes des intermédiaires importants soit pour la production directe de colorants azoïques, soit pour la conversion en intermédiaires plus fortement substitués pour les colorants azoïques.

Bien que tous les acides aminohydroxynaphtalènesulfoniques soient « diazotables », seul l'acide 1-amino-2-hydroxynaphtalène-4-sulfonique et ses dérivés sont industriellement importants comme composants diazoïques.

Le Tableau 5 ci-dessous cite des dérivés du naphtalène et leurs colorants azoïques associés.

Tableau 5. Dérivés du naphtalène et colorants azoïques associés

Dérivé du naphtalène	Substance	N°CAS	Exemples de colorants azoïques
Naphtols	1,5-naphtalènediol	83-56-7	C.I. Mordant Noir 9
Acides hydroxynaphtalènesulfoniques	Acide 1-hydroxynaphtalène-3-sulfonique	3771-14-0	
	Acide 1-hydroxynaphtalène-4-sulfonique	84-87-7	C.I. Acid Orange 19, C.I. Mordant Brown 35, C.I. Food Red 3
	Acide 1-hydroxynaphtalène-5-sulfonique	117-59-9	C.I. Pigment Red 54, C.I. Mordant Black 29
	Acide 1-Hydroxynaphtalène-8-sulfonique	117-22-6	C.I. Acid Black 54, C.I. Acid Blue 158, Acid Black 54, C.I. Acid Blue 158
	Acide 2-hydroxynaphtalène-6-sulfonique	93-01-6	C.I. Acid Orange 12, C.I. Food Yellow 3, C.I. Food Orange 2, Food Yellow 3, C.I. Food Orange 2
	Acide 2-Hydroxynaphtalène-8-sulfonique	132-57-0	C.I. Acid Red 25
	Acide 1-hydroxynaphtalène-3,6-disulfonique	578-85-8	C.I. Acid Red 7
	Acide 1-hydroxynaphtalène-3,8-disulfonique	117-43-1	C.I. Direct Red 47
	Acide 1-hydroxynaphtalène-4,8-disulfonique	117-56-6	C.I. Acid Blue 169
	Acide 2-Hydroxynaphtalène-3,6-disulfonique	148-75-4	C.I. Mordant Red 9, C.I. Pigment Red 60, C.I. Acid Red 27, C.I. Food Red 9
	Acide 2-Hydroxynaphtalène-5,7-disulfonique	575-05-3	
	Acide 2-Hydroxynaphtalène-6,8-disulfonique	118-32-1	C.I. Acid Orange 10, C.I. Acid Red 187, C.I. Acid Red 3., Acid Red 187, C.I. Food Red 7
	Acide 2-Hydroxynaphtalène-3,6,8-trisulfonique	6259-66-1	C.I. Solvent Red 31
	Acide 4,6-Dihydroxynaphtalène-2-sulfonique	6357-93-3	C.I. Mordant Black 56
Acide 4,5-Dihydroxynaphtalène-2,7-disulfonique	148-25-4	C.I. Acid Violet 6, le C.I. Mordant Blue 13 et le C.I. Direct Blue 84	
Aminonaphtalène	1-Naphthylamine	134-32-7	C.I. Acid Blue 113, C.I. Solvent Brown 1, C.I. Acid Red 20, C.I. Direct Brown 208, C.I. Mordant Black 68
Acides aminonaphtalène sulfoniques	Acide 1-Aminonaphtalène-7-sulfonique	119-28-8	C.I. Acid Black 36
	Acide 2-Aminonaphtalène-1-sulfonique	81-16-3	C.I. Acid Yellow 19, C.I. Pigment Red 49
	Acide 2-Aminonaphtalène-4,8-disulfonique	131-27-1	Colorants jaunes directs et réactifs
Aminonaphtol	5-Amino-1-naphtol	83-55-6	

Dérivé du naphthalène	Substance	N°CAS	Exemples de colorants azoïques
Acides aminohydroxynaphtalène sulfoniques	Acide 1-Amino-2-hydroxynaphtalène-4-sulfonique	116-63-2	C.I. Mordant Black 3, C.I. Mordant Black 17, C.I. Mordant Red 7, C.I. Acid Violet 90
	Acide 1-Amino-8-hydroxynaphtalène-4-sulfonique	83-64-7	C.I. Mordant Green 14, C.I. Mordant Blue 7, C.I. Direct Green 39
	Acide 2-Amino-5-hydroxynaphtalène-7-sulfonique	87-02-5	C. I. Direct Blue 71, C. I. Reactive Orange 1, C.I. Reactive Red 9
	Acide 4-Hydroxy-7-méthylaminonaphtalène-2-sulfonique	22346-43-6	C.I. Reactive Orange 4, C.I. Reactive Orange 13, C.I. Reactive Red 33
	Acide 4-hydroxy-7-phénylaminonaphtalène-2-sulfonique	119-40-4	C.I. Direct Violet 7, C.I. Direct Violet 9, C.I. Direct Violet 51, C.I. Direct Blue 78, C.I. Direct Blue 168
	Acide 7,70-iminobis(4-hydroxynaphtalène-2-sulfonique)	87-03-6	C.I. Direct 31, C.I. Direct 149, C.I. Direct 48, C.I. Direct 66, C.I. Direct 102
	Acide 7,70 -Urylènebis(4-hydroxynaphtalène-2-sulfonique)	134-47-4	C.I. Direct Orange 26, C.I. Direct Red 4, 14, 23 et 80, C.I. Direct Brown
	Acide 1-Amino-8-hydroxynaphtalène-2,4-disulfonique	82-47-3	C.I. Direct Blue 1, C.I. Direct Blue 22, C.I. Direct Blue 76
	Acide 4-benzamido-5-hydroxynaphtalène-1,7-disulfonique	6361-49-5	C.I. Acid Red 133, C.I. Acid Red 157, C.I. Mordant Red 21
	Acide 2-Amino-5-hydroxynaphtalène-1,7-disulfonique	6535-70-2	C.I. Reactive Red 6
	Acide 2-Amino-8-hydroxynaphtalène-3,6-disulfonique	90-40-4	C.I. Food Black 2 and C.I. Direct Brown 151
	Acide 2-Amino-8-hydroxynaphtalène-6-sulfonique	90-51-7	C.I. Acid Reds 37, 57 et 266, C.I. Direct Red 75, C.I. Direct Black 80
	Acide 6-acétamido-4-hydroxynaphtalène-2-sulfonique	6361-41-7	C.I. Acid Red 68, C.I. Reactive Orange 7, et C. I. Reactive Orange 16
	Acide 4-hydroxy-6-méthylaminonaphtalène-2-sulfonique	6259-53-6	C.I. Acide Brun 91
	Acide 1-Amino-8-hydroxynaphtalène-3,6-disulfonique	90-20-0	C.I. Acid Red 33, C.I. Reactive Red 12, C.I. Direct Blue 15, C.I. Direct Blue 218, C.I. Acid Black 1, C.I. Direct Black 19, C.I. Reactive Black 5

1.10.6.2 Colorants capillaires

Certains dérivés du naphthalène sont employés comme agents colorants pour cheveux, citons (INCI Beauty 2021) :

- Le 2-méthyl-1-naphthol (n° CAS 7469-77-4)
- Le 1,5-naphthalènediol (n° CAS 83-56-7)
- Le 1-naphthol (n° CAS 90-15-3)
- Le 2,7-naphthalènediol (n° CAS 582-17-2)

1.10.7 Substances phytosanitaires

Des dérivés du naphthalène peuvent constituer des intermédiaires clés dans la production de nombreux produits chimiques autres que les teintures et les pigments, notamment les pesticides (cf. Tableau 6).

Tableau 6. Substances phytosanitaires dérivées du naphthalène (Sources : BNVD²¹ et Pesticide Properties DataBase²²)

Substance	N°CAS	Fonction	Ventes en 2020 en France (tonnes)
Napropamide	15299-99-7	Herbicide	189
1,4-diméthyl-naphthalène	571-58-4	Régulateur de croissance	50
Acide 1-naphtoxyacétique	86-87-3	Régulateur de croissance	0,5
Alpha naphtylacétamide	86-86-2	Régulateur de croissance	0,1

1.10.8 Produits pharmaceutiques et vétérinaires

Le naphthalène est un intermédiaire réactionnel de la synthèse de plusieurs produits pharmaceutiques et vétérinaires :

- le propranolol (n°CAS 525-66-6) et le nadolol (n°CAS 220045-89-6), deux médicaments faisant partie de la classe des bêta-bloquants, et prescrits en 2020 respectivement à hauteur de 12 et 0,9 tonnes²³
- l'acide 1-Aminonaphthalène-4,6,8-trisulfonique (n°17894-99-4) trouve un débouché particulier dans la synthèse du médicament suramine sodique que l'Organisation mondiale de la santé a classé en 2013 parmi ses « médicaments essentiels », la prescrivant, toujours au premier stade, dans le traitement de l'infection par *Trypanosoma brucei rhodesiense*. Cette maladie n'est présente qu'en l'Afrique.
- la nafcilline, un antibiotique destiné à traiter les affections mammaires des vaches, brebis et chèvres.

1.10.9 Abrasifs

Le naphthalène est utilisé par l'industrie des abrasifs (pour le secteur aérospatial, la production des turbines à gaz industrielles...) comme inducteur de pores dans la fabrication d'abrasifs à liant vitrifié (ECHA 2018) qui améliorent les performances de ces produits abrasifs en formant plus d'arêtes vives au niveau des grains abrasifs (généralement de l'oxyde d'aluminium, AIO). Les meules sont formées en introduisant les matériaux mélangés (oxyde d'aluminium, céramique et naphthalène) dans un moule.

²¹ <https://bnvd.ineris.fr/>

²² <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

²³ https://assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/par-theme/medicaments-et-dispositifs-medicaux/medicaments#text_147243

Celui-ci est ensuite chauffé modérément (60-100°C) pendant plusieurs heures afin de permettre la volatilisation du naphthalène. Cette volatilisation laisse les espaces poreux nécessaires à l'intérieur de la roue. Le produit est ensuite cuit sous pression à environ 1200°C dans un four pour vitrifier les matériaux céramiques en liant les grains d'oxyde d'aluminium entre eux tout en laissant les espaces poreux créés par le naphthalène.

Tableau 7. Composition typique des abrasifs agglomérés utilisant du naphthalène (RPA 2000)

Composant	Pourcentage
Oxyde d'aluminium (%)	50%
Céramique	30%
Naphtalène (avant volatilisation)	20%

Environ 900 à 1 000 T/an de naphthalène seraient utilisées à cette fin, et environ 20 à 25 entreprises en Europe utiliseraient du naphthalène pour fabriquer des abrasifs.

1.10.10 Carburants – Combustibles

- Le naphthalène est employé dans des additifs pour carburants destinés à favoriser le nettoyage et la protection des systèmes moteurs (substitution-cmr.fr 2019).
- Le naphthalène est présent en mélange avec d'autres HAP dans le coke, un combustible²⁴ principalement utilisé en sidérurgie pour réduire le minerai de fer afin d'obtenir la fonte qui est ensuite transformée en acier.
- Le naphthalène fait partie de la composition des carburants diesel et des carburateurs²⁵ :
 - o Il n'existe pas de spécification portant sur la concentration de naphthalène dans le carburant diesel, de ce fait, les concentrations de naphthalène dans ce carburant ne sont pas contrôlées (et sont donc très peu connues) (Source : communication personnelle IFPEN²⁶). Néanmoins, une analyse assez peu récente (datant de 2001) menée par Schlupe et al sur un échantillon de carburant diesel a révélé une concentration de naphthalène de 708 mg/L (Schlupe et al 2001).
 - o La teneur maximale en naphthalène dans les carburateurs s'élève à 3% (en volume) (Techniques de l'ingénieur 2011). D'après un expert de l'IFPEN, la teneur en naphthalène dans ce carburant s'élève en pratique approximativement à 0,5%.

1.10.11 Bombes fumigènes

Le naphthalène est utilisé en pyrotechnie pour simuler des explosions (grenades) ou créer des fumées noires (bombes fumigènes à usage militaire).

1.10.12 Caoutchouc

Il existe sur le marché deux antioxydants pour caoutchouc dérivés du naphthalène (plus particulièrement du 2-naphtol n°CAS 135-19-3) : la N-phényl-2-naphtylamine (n°CAS 135-88-6) et la N-phényl-2-naphtylamine (n°CAS 90-30-2) (CCHST , Chemotechnique Diagnostics).

Ces composés sont également employés dans l'industrie du caoutchouc comme accélérateurs de vulcanisation.

Pour mémoire, les plastifiants employés pour la production de caoutchouc (les huiles aromatiques DAE) comportent du naphthalène (cf. paragraphe 1.10.2).

NB : La N-phényl-2-naphtylamine est aussi utilisée comme antioxydant pour le latex, des graisses, et huiles lubrifiantes.

²⁴ Combustible obtenu par pyrolyse de la houille

²⁵ Carburants destinés à l'alimentation des avions à réaction

²⁶ Institut Français du Pétrole Energies Nouvelles

1.10.13 Tannage cuir

Des produits sulfonates du naphthalène peuvent faire office d'agents tannants (syntans²⁷) du cuir (Commission Européenne 2003).

1.10.14 Fragrances

Des dérivés du naphthalène intègrent les formulations de divers produits (parfums, cosmétiques...) en tant qu'agent parfumant et/ou agent masquant²⁸.

A titre d'exemples :

- le 2-méthoxy-naphthalène (n°CAS 93-04-9) et le 2-éthoxy-naphthalène (n°CAS 93-18-5) apportent une odeur de fleur d'oranger à des produits biocides (désinfectants, produits antiparasitaires), parfums, cosmétiques, produits de soins personnels, cires et cirages, produits de nettoyage (BOOTH 2012)
- le 2-acétonaphtone (n° CAS 93-08-3) est utilisé comme agent parfumant et agent masquant pour des parfums et des matières premières aromatiques (INCI Beauty 2021)
- le méthyl-beta-naphthyl-ether (n° CAS 93-04-9) est un agent parfumant utilisé pour des parfums et matières premières aromatiques (INCI Beauty 2021)

1.10.15 Analyses médicales

Le 1,3-naphthalènediol (naphtrésorcinol, n°CAS 132-86-5) est un réactif analytique de chromatographie sur couche mince pour l'identification de sucres (glucose, fructose, galactose, xylulose...) dans l'urine (Abderrazak Marouf 2013).

Les acides aminonaphthalènesulfoniques présentent une fluorescence en solution à la lumière du jour, cette propriété a été exploitée avec le chlorure de dansyle (n°CAS 605-65-2), employé pour le séquençage des protéines.

1.10.16 Polymères

- La 1,5-Naphthalenediamine (n°CAS 2243-62-1) est un intermédiaire dans la fabrication du naphthalène-1,5-diisocyanate (n°CAS 3173-72-6) qui est utilisé pour les polymères de polyuréthane spécialisés (BOOTH 2012).
- Le 4-Amino-1-naphthol (n°CAS 2834-90-4) est utilisé comme inhibiteur de polymérisation.

²⁷ Nom générique des produits aromatiques ou aliphatiques doués de pouvoir tannant

²⁸ Réduit ou inhibe l'odeur ou le goût de base du produit

2 Rejets dans l'environnement

2.1 Émissions anthropiques totales

Le naphthalène fait partie des substances déclarées dans E-PRTR (European Pollutant Release and Transport Register, registre européen des rejets et transferts de polluants à partir de sites industriels), qui selon le Règlement 166/2006/CE, impose aux exploitants de sites industriels visés par ce règlement de déclarer leurs rejets, en fonction de seuils prédéfinis, à savoir pour le naphthalène : 100kg/an pour l'air, 10kg/an pour l'eau et 10kg/an pour le sol. Seuls les flux annuels déclarés dans E-PRTR pour l'ensemble des HAP sont disponibles.

En France, le naphthalène fait partie des substances dont les rejets dans l'air, l'eau et le sol doivent être déclarés lorsqu'ils dépassent un certain seuil²⁹ (cf. paragraphe 1.4.1). Cette déclaration annuelle se fait sur le Registre des Emissions Polluantes, via le logiciel de saisie GEREP (Gestion électronique du registre des émissions polluantes) et est gérée dans la base de données nationale du registre des émissions polluantes (BDREP, IREP³⁰). La Figure 6 et le Tableau 8 ci-dessous compilent les données d'émission du naphthalène vers les compartiments « Eau », « Air » et « Sol » entre 2016 et 2020. Cette compilation n'est pas exhaustive car les données BDREP correspondent à des déclarations qui ne concernent que les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises aux régimes d'autorisation et d'enregistrement, ainsi que les stations de traitement des eaux usées (STEU).

Notons que les données en question ne prennent pas en compte la combustion domestique de bois et de combustibles fossiles qui représente une source d'émission de naphthalène dans l'atmosphère non-négligeable.

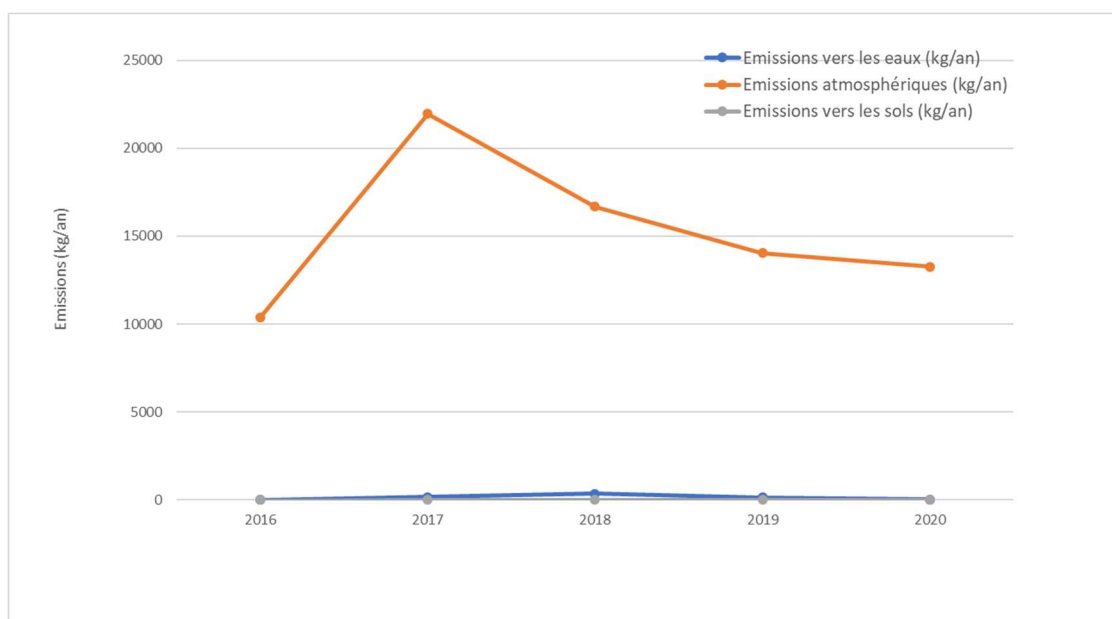


Figure 6. Evolution des émissions de naphthalène entre 2016 et 2020 (Source : BDREP)

²⁹Arrêté du 31 janvier 2008 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et de transferts de polluants et des déchets

³⁰ <https://www.georisques.gouv.fr/risques/registre-des-emissions-polluantes>

Tableau 8. Emissions totales de naphtalène entre 2016 et 2020 (Source : BDREP)

		2016	2017	2018	2019	2020
Air	kg/an	10362	21943	16685	14051	13270
	% Total	100	99	98	99	100
Eau	kg/an	8	160	358	137	39
	% Total	0	1	2	1	0
Sol	kg/an	0,02	0,02	0,02	0,09	0,62
	% Total	0	0	0	0	0
Total général	kg/an	10370	22103	17043	14188	13309

Les émissions atmosphériques de naphtalène déclarées entre 2016 et 2020 représentent la quasi-totalité des émissions totales de cette substance.

2.2 Émissions atmosphériques

Les flux de naphtalène émis dans l'atmosphère et déclarés entre 2016 et 2020 via le logiciel GEREP ainsi que le nombre de déclarants sont présentés dans le Tableau 9 et la Figure 7 ci-dessous.

Tableau 9. Emissions atmosphériques de naphtalène entre 2016 et 2020 (Source : BDREP)

Année	Emissions atmosphériques (kg/an)	Nombre de déclarants	Nombre de déclarants avec émissions > Seuil	Emissions atmosphériques moyennes par déclarant (kg/an)	Emissions atmosphériques maximales (kg/an)
2016	10362	36	24	288	3991
2017	21943	38	30	577	8690
2018	16685	35	20	477	11276
2019	14051	28	19	502	7978
2020	13270	28	18	474	8807

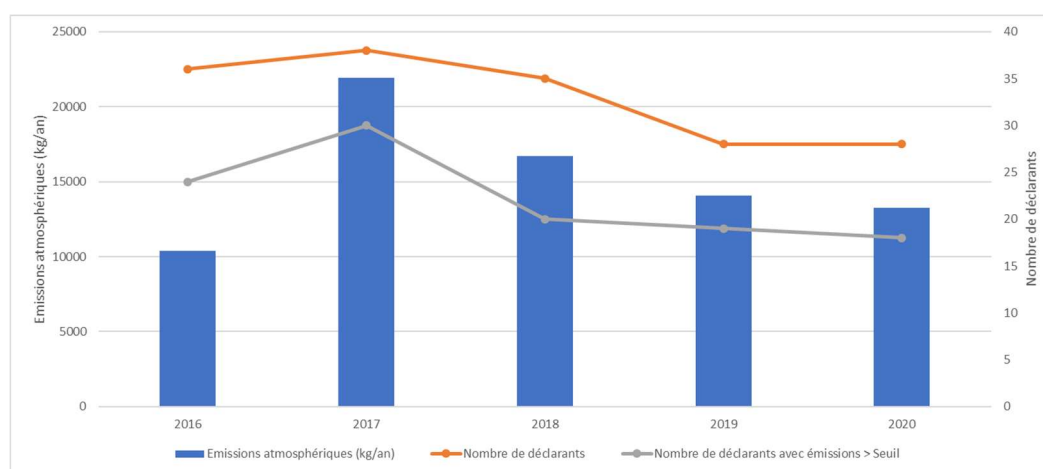


Figure 7. Evolution des émissions atmosphériques de naphtalène entre 2016 et 2020 (Source : BDREP)

Les émissions atmosphériques de naphtalène ont connu un pic en 2017 avec 21 943 kg émis au cours de l'année. Le nombre de déclarations (compris entre 28 et 38) et le nombre de déclarations avec un niveau de rejet supérieur au seuil (compris entre 18 et 30) évoluent de façon similaire : ils diminuent régulièrement depuis 2017. Le Tableau 10, ci-après, compile les dix secteurs d'activité les plus émetteurs de naphtalène dans l'atmosphère entre 2016 et 2020 selon les données issues de la base de données BDREP, ces données sont aussi illustrées par la Figure 8 ci-dessous. Ces secteurs d'activité sont dans l'ensemble cohérents vis à vis des secteurs d'utilisation du naphtalène identifiés précédemment (cf. paragraphe 1.10).

Tableau 10. Dix secteurs d'activité les plus émetteurs de naphtalène dans l'atmosphère entre 2016 et 2020 (Source : BDREP)

Secteurs d'activité	Emissions atmosphériques entre 2016 et 2020	
	(Kg/an)	(%)
Raffinage du pétrole	37019	49
Sidérurgie	20852	27
Fabrication de ciment	14181	19
Forge, estampage, matriçage, métallurgie des poudres	1603	2,1
Fabrication d'autres matériels électriques	781	1,0
Transport ferroviaire interurbain de voyageurs	649	0,8
Fabrication d'emballages métalliques légers	478	0,6
Production d'électricité	341	0,4
Fonderie de fonte	240	0,3
Fabrication d'autres équipements automobiles	73	0,1

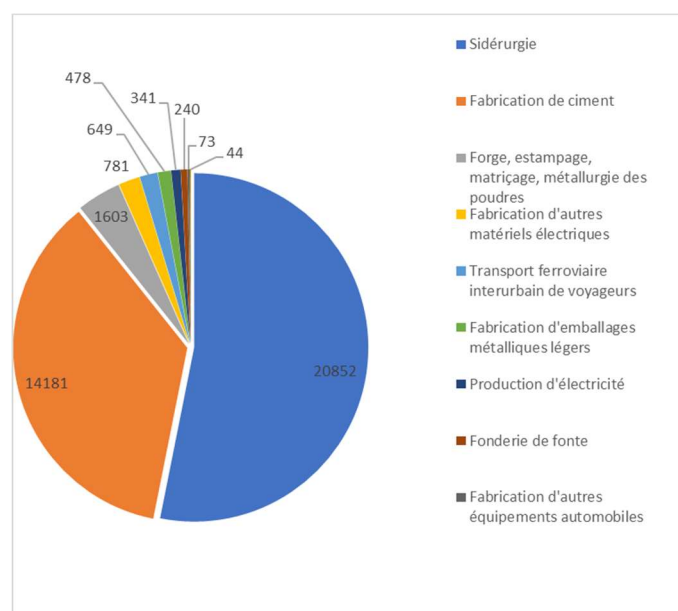


Figure 8. Répartition sectorielle des émissions atmosphériques de naphtalène entre 2016 et 2020 (Source : BDREP)

Le raffinage du pétrole et la sidérurgie représentaient entre 2016 et 2020 respectivement 49% et 27%, soit la moitié et un peu plus du quart des émissions atmosphériques de naphtalène.

La Figure 9 ci-après, illustre la répartition géographique des émissions atmosphériques de naphtalène déclarées entre 2016 et 2020 et consignées dans la base nationale BDREP.

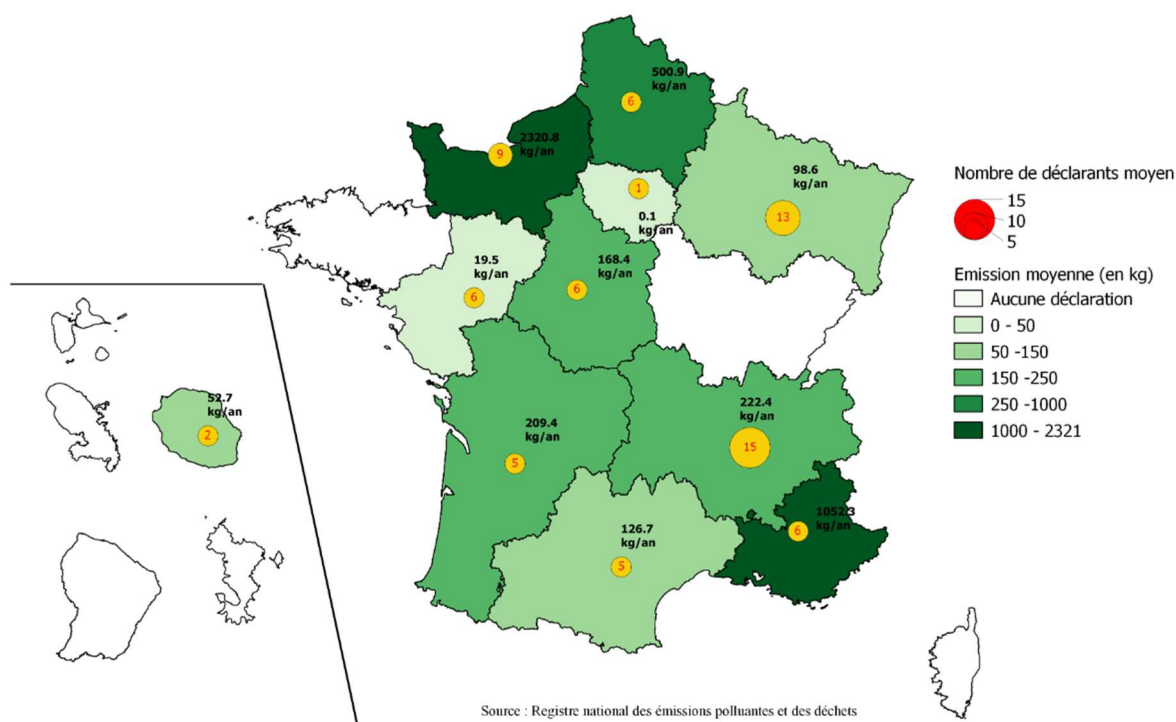


Figure 9. Répartition géographique des émissions atmosphériques moyennes de naphtalène déclarées en France entre 2016 et 2020

Selon les flux d'émission disponibles sur la base de données BDREP une raffinerie située en Normandie et un site de sidérurgie basé en région Provence-Alpes-Côte d'Azur représentent entre 2016 et 2020 respectivement près de la moitié (48%) et 16% des émissions atmosphériques de naphtalène.

2.3 Émissions vers les eaux

La base de données BDREP compte deux types de rejets vers les eaux : les émissions directes et les émissions indirectes. Pour les rejets industriels, un rejet direct est défini comme un rejet isolé dans le milieu naturel avec ou sans passage par une station de traitement propre au site industriel, alors qu'un rejet indirect est défini comme un rejet raccordé à une station d'épuration extérieure au site émetteur. L'évolution des rejets de naphtalène industriels totaux, directs et indirects vers les eaux est présentée dans le Tableau 11 et la Figure 10 ci-dessous.

Tableau 11. Evolution des émissions de naphtalène vers les eaux (Source : BDREP)

		2016	2017	2018	2019	2020
Emissions totales	kg/an	8	160	358	137	39
Rejets "Eau direct"	kg/an	6	157	336	122	29
	%/Totalité	71	98	94	89	75
Rejets "Eau indirect"	kg/an	2	3	22	15	10
	%/Totalité	29	2	6	11	25
Nombre de déclarants	/	38	36	43	42	42
Nombre de déclarants avec émissions > Seuil	/	0	1	2	1	1
Emissions moyennes	kg/an	0	4	8	3	1
Emissions maximales	kg/an	3	146	329	118	29

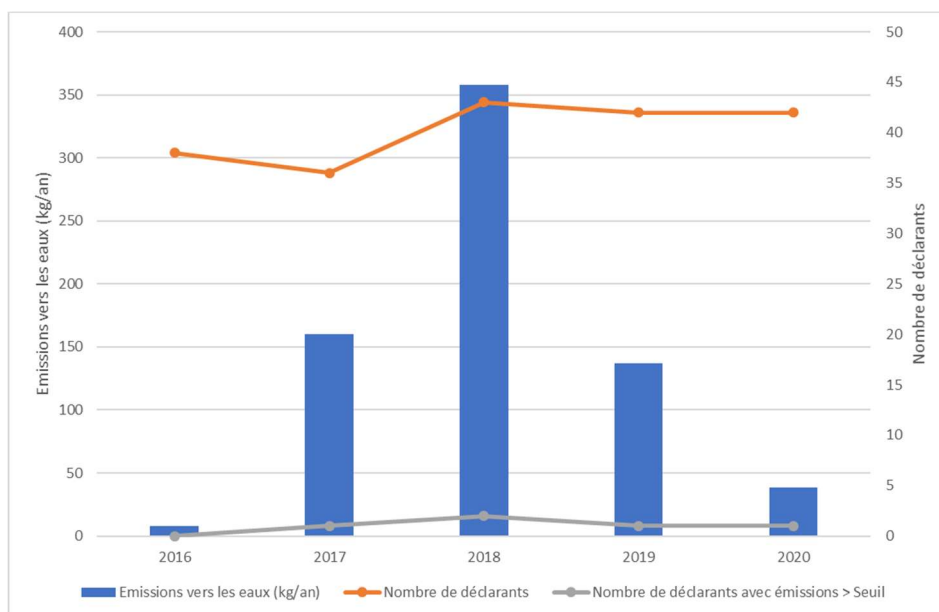


Figure 10. Evolution des émissions de naphthalène vers les eaux entre 2016 et 2020 (Source : BDREP)

Un site de raffinage de pétrole représente à lui-seul la quasi-totalité (entre 86 et 92%) des émissions³¹ de naphthalène dans les eaux entre 2017 et 2019, il s'agit de la même raffinerie que celle qui a été identifiée comme étant l'établissement le plus émetteur de naphthalène dans l'atmosphère entre 2016 et 2020. Exception faite de ce site, les émissions de naphthalène vers les eaux de 2016 à 2020 sont globalement stables et marginales au regard des émissions atmosphériques de cette substance pour la même période. Entre 2016 et 2020, les émissions « directes » représentent la majeure partie des effluents aqueux de naphthalène.

Le nombre total de déclarations (compris entre 36 et 43) et le nombre de déclarations avec un niveau de rejet supérieur au seuil (compris entre 0 et 2) évoluent de façon similaire, à savoir relativement stable depuis 2016. Le Tableau 12 et la Figure 6 ci-après, illustrent les dix secteurs d'activité les plus émetteurs de naphthalène vers les eaux entre 2016 et 2020 selon les données issues de la base de données BDREP.

³¹ Il s'agit de rejets « Eau direct »

Tableau 12. Dix secteurs d'activité les plus émetteurs de naphtalène vers les eaux entre 2016 et 2020
(Source : BDREP)

Secteurs d'activité	Emissions vers les eaux	
	(Kg/an)	(%)
Raffinage du pétrole	625	89
Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	34	4,9
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.	12	1,7
Entreposage et stockage non frigorifique	10	1,4
Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien	7,7	1,1
Construction aéronautique et spatiale	4,3	0,6
Fabrication de matières plastiques de base	2,9	0,4
Fabrication de papier et de carton	2,4	0,3
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques n.c.a.	1,0	0,1
Transports routiers de fret interurbains	0,6	0,1

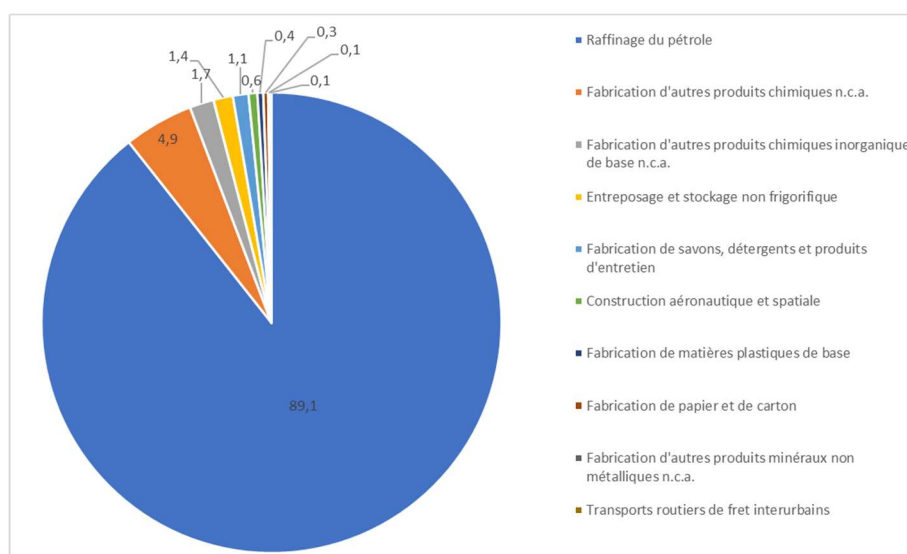


Figure 11. Répartition sectorielle des émissions de naphtalène vers les eaux entre 2016 et 2020
(Source : BDREP)

La Figure 12 et la Figure 13 représentent respectivement les répartitions géographiques des émissions moyennes des rejets directs et des rejets indirects de naphtalène vers les eaux entre 2016 et 2020.

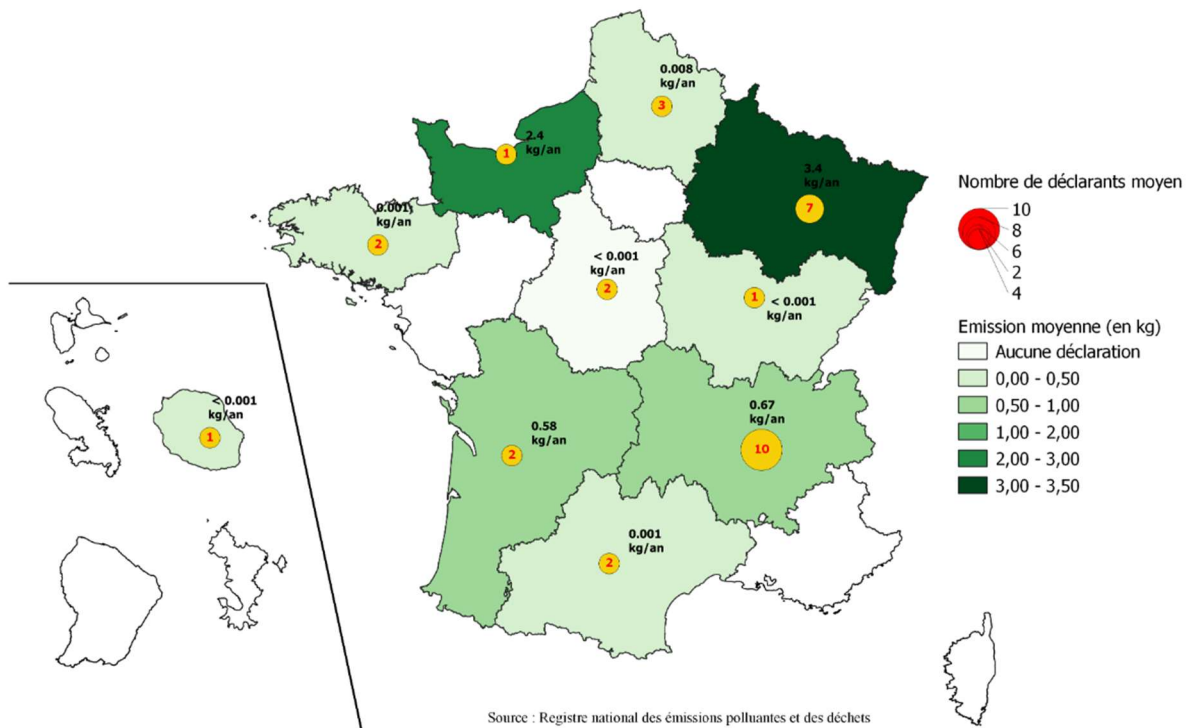


Figure 12. Répartition géographique des émissions moyennes de naphtalène déclarées dans l'eau (rejet indirect) en France entre 2016 et 2020

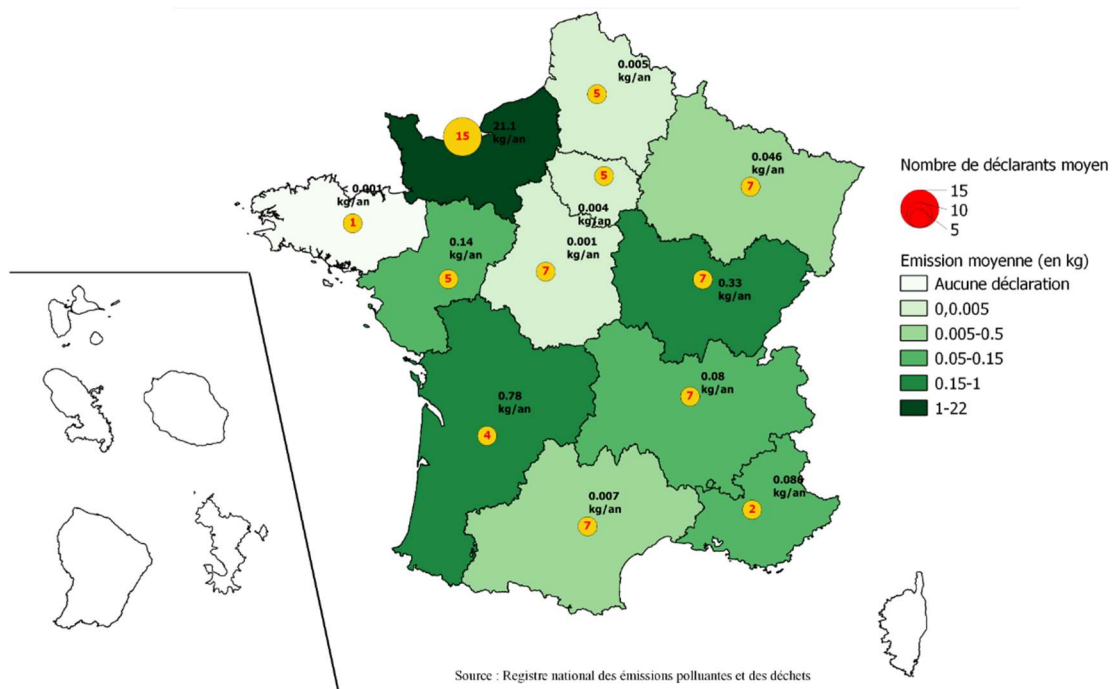


Figure 13. Répartition géographique des émissions moyennes de naphtalène déclarées dans l'eau (rejet direct) en France entre 2016 et 2020

Pour mémoire, entre 2017 et 2019, un seul établissement représentait entre 86 et 92% des rejets directs de naphtalène vers les eaux, il s'agit d'un site de raffinage situé en Normandie.

2.4 Émissions vers les sols

Le registre français des émissions polluantes pour les installations soumises à déclaration (BDREP) répertorie d'infimes émissions de naphthalène vers les sols entre 2016 et 2020 (comprises entre 0,000044 et 0,62 kg/an).

2.5 Pollutions historiques et accidentelles

- Base InfoSols

La base de données InfoSols³² compile les données relatives aux risques de pollution des sols instruites dans deux bases de données : BASOL (base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués) et SIS (Secteurs d'Information sur les Sols).

A la date de rédaction de cette fiche, 34 sites sont répertoriés dans cette base de données (période 1999-2019) pour une pollution (potentielle ou avérée) au naphthalène : 19 sites pour une pollution des eaux souterraines et 15 sites pour une pollution du sol (sur échantillons solides et gazeux).

Ces sites font l'objet d'instructions pour différents motifs :

- 21 sites sont soumis à une surveillance environnementale
- 12 sites pour la mise en œuvre d'une étude Sites et Sols Pollués (SSP) et ingénierie des travaux de réhabilitation
- 1 site pour l'exécution des travaux de réhabilitation

Les secteurs d'activité des sites concernés sont listés dans le Tableau 13 ci-dessous (notons que pour l'ensemble, ces secteurs sont en accord avec les utilisations identifiées dans le paragraphe 1.10).

Tableau 13. Secteurs d'activité des sites référencés dans la base Infosols pour une (potentielle) pollution au naphthalène

Activité	Nombre de sites
Commerce de détail de carburants en magasin spécialisé	7
Traitement de surface	4
Dépôts de pétrole, produits dérivés ou gaz naturel	2
Cokéfaction, usines à gaz	2
Travail des métaux, chaudronnerie, poudres	2
Traitement du bois	2
Traitement et revêtement des métaux	1
Fabrication d'engrenages et d'organes mécaniques de transmission	1
Commerce de voitures et de véhicules automobiles légers	1
Commerces de détail de charbons et combustibles	1
Chimie minérale inorganique autre	1
Caoutchouc et matières plastiques	1
Transformation des matières plastiques	1
Fabrication d'autres matériaux de construction	1
Fonderie des métaux ferreux	1
Décharges d'ordures ménagères	1
Récupération non ferreux	1
Entreposage, transport, commerce	1
Transports, automobile, carburants	1
Supermarchés	1
Production d'électricité par combustion de déchets verts, gaz naturel et fioul	1

³² <https://monaiot.developpement-durable.gouv.fr/actualite/lancement-dinfosols>

- Base de données ARIA

La base de données ARIA³³ (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) répertorie les incidents et accidents (d'origine industrielle, liés au transport de matières dangereuses, etc.) qui ont porté ou auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement.

Depuis 1999, 4 accidents impliquant du naphthalène ont été déclarés sur la base de données ARIA :

- Un incendie dans une cokerie en cours de démantèlement (indice « Matières dangereuses relâchées » de grade 1)
- Un incendie dans un site de fabrication de produits chimiques organiques de base en cours de démantèlement (indice « Matières dangereuses relâchées » de grade 1)
- Une pollution aquatique provenant d'un site de dépôt de produits pétroliers suite au rejet de 30 m³ d'un mélange de produits de nettoyage, à base d'hydrocarbures aromatiques et de naphthalène (indice « matières dangereuses relâchées » de grade 1, indice « conséquences environnementales » de grade 1)
- Une pollution aquatique suite au déclenchement intempestif d'une pompe d'une station-service (indice « conséquences environnementales » de grade 1)

³³ <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

3 Devenir et présence dans l'environnement

3.1 Comportement dans l'environnement

3.1.1 Dans l'atmosphère

La majeure partie du naphthalène (92.2%) entrant dans l'environnement est rejetée dans l'air. Le naphthalène peut être transporté vers les eaux de surface et/ou le sol par dépôt humide ou sec. Il a été estimé qu'environ 2 à 3 % du naphthalène émis dans l'air est transporté vers d'autres milieux environnementaux.

Dans l'atmosphère le naphthalène existe uniquement sous forme de vapeur (pression de vapeur de 0,085 mm Hg à 25 °C). Il est dégradé par réaction avec les radicaux hydroxyles et a une demi-vie estimée à environ 1 jour. Le naphthalène a une courte demi-vie dans la plupart des eaux et des sols naturels en raison de sa tendance à se volatiliser et à se biodégrader. En conséquence de ces processus, le naphthalène a peu tendance à s'accumuler dans l'environnement au fil du temps.

3.1.2 Dans le milieu aquatique

Le naphthalène est peu soluble dans l'eau.

Libéré dans l'eau, il se dissipe par volatilisation (constante de Henry de $40 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$). Le naphthalène n'est pas une substance hydrolysable. Les résultats d'essais de biodégradation indiquent que cette substance est biodégradable de façon intrinsèque en condition aérobie. En condition anaérobie il ne semble pas y avoir de dégradation mais le naphthalène peut se dégrader en conditions nitrifiantes. Sa demi-vie a été estimée à 150 jours dans l'eau. Il peut être dégradé dans l'eau par photolyse. La demi-vie de la photolyse dans les eaux de surface est estimée à environ 71 heures.

Sa capacité d'adsorption (Koc de 1250) indique que le naphthalène se fixe sur les matières en suspension et le sédiment.

3.1.3 Dans le milieu terrestre

Dans le sol, le naphthalène est relativement mobile et s'adsorbe modérément (Koc de 1 250). La volatilisation à partir du sol est importante.

Des études sur la biodégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le sol suggèrent que l'adsorption sur la matière organique réduit considérablement la biodisponibilité et donc la biodégradabilité du naphthalène (IARC, 2002 ; ATSDR, 2005).

3.2 Présence dans l'environnement

3.2.1 Dans le milieu aquatique de surface

La base de données Naiades³⁴ recense, entre 2018 et 2020, 40 065 analyses de naphthalène dans des eaux. Parmi ces mesures, 4273 (soit 11%) présentent des concentrations de naphthalène supérieures à la limite de quantification comprise entre 0,001 et 0,125 µg/L et quatre échantillons présentent des concentrations de naphthalène supérieures aux NQE³⁵ et PNEC³⁶ de cette substance (évaluées toutes deux à 2µg/L). Les concentrations de naphthalène médiane, du 75^{ème} percentile, du 95^{ème} percentile et maximale s'élèvent respectivement à 0,0076 µg/L, 0,011 µg/L, 0,03 µg/L et 73,84 µg/L (le site générant la plus forte teneur en naphthalène est un cours d'eau de la région Centre Val de Loire).

Entre 2018 et 2020, d'après la base de données Naiades, 907 analyses de naphthalène sont recensées sur matrice sédiment. Parmi celles-ci, 409 mesures (soit 45%) présentent des concentrations de naphthalène supérieures à la limite de quantification comprise entre 1 et 170 µg/kg et les concentrations en naphthalène de 84 mesures (soit 9%) sont supérieures à la PNEC (évaluée à 53 µg/kg). La concentration médiane s'élève à 15 µg/kg, celle du 75^{ème} percentile à 42 µg/kg et celle du 95^{ème}

³⁴ <http://naiades.eaufrance.fr/>

³⁵ Norme de Qualité Environnementale

³⁶ Predicted No Effect Concentration

percentile à 230 µg/kg. La concentration maximale s'élève à 3 900 µg/kg et correspond à un prélèvement de sédiments effectué en Bretagne.

Le naphtalène a été quantifié dans 52 échantillons de matières en suspension entre 2018 et 2020, avec 58% des mesures (soit 30 analyses) supérieures à la limite de quantification de 10 µg/kg. Les concentrations médiane, du 75^{ème} percentile et du 95^{ème} percentile s'élèvent respectivement à 18 ; 54 et 157 µg/kg. La concentration maximale de naphtalène dans des matières en suspension (de 388 µg/kg) a été mesurée dans un échantillon prélevé en région Nouvelle Aquitaine.

3.2.2 Dans les eaux souterraines

D'après la base de données ADES³⁷, entre 2018 et 2020, 13 289 analyses de naphtalène sur des eaux souterraines ont été effectuées pour 2 296 points de mesure. Parmi celles-ci, 1 140 mesures (soit 1%) présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification comprise entre 0,001 et 0,5 µg/L. La concentration médiane s'élève à 0,007 µg/L/ La valeur du 75^{ème} percentile est 0,014 µg/L et la valeur du 95^{ème} percentile est 0,094 µg/L. La concentration maximale s'élève à 2 100 µg/L et correspond à un prélèvement effectué dans une commune de Nouvelle Aquitaine.

3.2.3 Dans l'atmosphère

Il existe en France quatre sites de mesure du naphtalène dans l'air :

- Deux stations en Normandie, l'une en zone urbaine (Blainville) et l'autre en zone périurbaine (Alençon)
- Deux stations dans la région Auvergne-Rhône-Alpes (Lyon et Vénissieux) localisées en zones urbaines

De nombreuses mesures d'une durée de 24h ont été effectuées sur ces sites entre 2013 et 2014 par les associations de surveillance de la qualité de l'air Atmo Normandie et Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (cf. Tableau 14). Les résultats de ces mesures sont compilés dans la base nationale de données de qualité de l'air GEOD'AIR³⁸.

Tableau 14. Données de mesures de concentration atmosphérique du naphtalène (Source : GEOD'AIR)

Sites	Type d'implantation	Nombre de mesures	Concentration moyenne journalière (ng/m ³)	Concentration maximale journalière (ng/m ³)	Concentration minimale journalière (ng/m ³)
Alençon Météo-France	Périurbaine	56	0,03	0,10	0,02
Blainville Atelier technique	Périurbaine	56	0,03	0,13	0,02
Lyon 8ème	Urbaine	110	0,56	5,54	0,01
Vénissieux Village	Urbaine	204	0,56	6,67	0,01

Sur la période 2013-2014, quel que soit le site, les concentrations minimales de naphtalène sont équivalentes, à savoir de l'ordre de 0,01-0,02 ng/m³. Néanmoins, pour la même période, des écarts sont constatés selon que la mesure s'effectue en milieu périurbain ou urbain avec des concentrations moyennes respectives de 0,03 et 0,56 ng/m³. Il en est de même pour les concentrations maximales : en milieu urbain, la concentration maximale de naphtalène peut atteindre 6,67 ng/m³ contre 0,13 ng/m³

³⁷ <https://ades.eaufrance.fr/>

³⁸ <https://www.geodair.fr/>

en milieu périurbain. Cet écart pourrait être dû au trafic routier qui représente une source d'émission de naphthalène (cf. paragraphe 1.8).

3.2.4 Dans l'air intérieur

La présence de naphthalène dans l'air intérieur résulte principalement du transfert de la pollution atmosphérique extérieure et de combustions incomplètes (en particulier de celles du chauffage domestique au bois). Dans une moindre mesure, le tabagisme ainsi que certains produits de bricolage (diluants, solvants...) peuvent également représenter des sources potentielles de naphthalène de l'air intérieur (ANSES 2009, HCSP 2012).

Une étude menée par l'Ineris en 2008 relative à l'évaluation de l'impact des appareils de chauffage domestique à bois sur la qualité de l'air intérieur et extérieur mentionne des concentrations maximales de naphthalène de 665 ng/m³ dans le salon de la maison équipée d'un poêle récent fonctionnant en marche nominale et de 1 512 ng/m³ dans la chambre de la maison avec le foyer ouvert (INERIS 2018).

4 Perspectives de réduction des émissions

4.1 Sources non-intentionnelles

4.1.1 Combustion du bois en foyers domestiques

Un certain nombre de technologies permettent de réduire les émissions de naphtalène :

- les appareils à combustion catalytique ;
- les appareils à combustion avancée (non catalytique) ;
- les poêles de masse, ceux-ci sont conçus pour emmagasiner l'énergie produite lors de la combustion et pour restituer lentement la chaleur dans la pièce à chauffer, jusqu'à 24 h après la fin de la combustion
- les poêles à granulés ;
- les chaudières domestiques : quelles que soient les chaudières (à granulés, à bûches ou à plaquettes), ces installations se caractérisent par de meilleures performances énergétiques et environnementales que les appareils précédents.

Le mode d'allumage du feu de cheminée par le haut permettrait de réduire les émissions polluantes lors des allumages à froid (cf. Figure 14).



Figure 14. Montage pour l'allumage de la cheminée domestique par le haut

4.1.2 Trafic routier

Dans le cadre de la politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre, des dispositions devraient être mises en place pour favoriser la mise sur le marché des véhicules fonctionnant à l'électricité ou à d'autres énergies alternatives (hydrogène...) qui ne sont donc pas émettrices de naphtalène)³⁹.

4.2 Réduction des émissions de naphtalène

4.2.1 Enrobés routiers

Les principaux moyens de réduction des émissions de naphtalène lors de la pose d'enrobés routiers est la baisse des températures de mise en œuvre du bitume (utilisation d'enrobés ou d'asphalte tièdes) ou l'emploi de finisseurs (engins mobiles destinés à appliquer les enrobés bitumineux sur les chaussées) équipés de système de captage des fumées (INRS 2021).

Les enrobés coulés à froid sont mis en œuvre à de faibles températures (60°C) en utilisant le bitume sous forme d'émulsion. Dans ce cas, les émissions de fumées sont quasiment nulles. Les enrobés à froid sont apparus en France au début des années 80. Leur usage se limite majoritairement à l'entretien des voiries, leur utilisation en travaux neufs est possible mais reste rare (substitution-cmr.fr 2019).

³⁹ <https://www.ecologie.gouv.fr/developper-lautomobile-propre-et-voitures-electriques>

Une question se pose quant au devenir du naphthalène non-émis dans l'atmosphère, celle de savoir s'il demeure dans la matrice bitumeuse ou est lessivé par les eaux de pluie et donc émis vers le compartiment eau.

4.2.2 Plastifiants pour caoutchouc

Pour mémoire, le naphthalène est présent dans les huiles aromatiques plastifiantes pour caoutchouc (cf. paragraphe 1.10.2).

Pour respecter la réglementation REACH portant sur la teneur en HAP classés cancérigènes dans les caoutchoucs (cf. paragraphe 1.3.1.1), des plastifiants à faibles teneurs en HAP ont été développés (INRS 2009, CONCAWE 2013) :

- Les plastifiants paraffiniques non étiquetables (des huiles minérales raffinées : TDAE ou Treated Distillate Aromatic Extract et MES ou Mild Extract Solvates)
- Les plastifiants aromatiques non étiquetables, il s'agit d'extraits aromatiques sévèrement raffinés (RAE ou Residual Aromatics Extracts)

A ce jour, nous ne savons pas si ces produits non classés contiennent moins ou plus de naphthalène que les produits interdits.

4.3 Alternatives aux usages de naphthalène

4.3.1 Créosote

La réduction des émissions de naphthalène provenant de la créosote peut s'opérer par une substitution de matériau de base, par exemple, les poteaux en bois sont progressivement remplacés par des alternatives métalliques.

4.3.1.1 Substitution chimique

L'Ineris a étudié en 2021 la possibilité de substitution des substances employées dans les produits de traitement du bois dont la créosote fait partie (INERIS 2021).

Si des solutions « sans créosote » ne vérifiant pas des critères d'exclusion ou de substitution⁴⁰ existent, elles sont aujourd'hui marginales, ne concernent qu'une partie des usages de la créosote (aucune alternative ne couvre la classe d'emploi 5⁴¹ et certaines applications telles que les traverses de chemin de fer posent problème), et sont proposées par un nombre réduit d'acteurs. A titre d'exemple, citons les alternatives suivantes :

- l'Alkyl (C12-16) dimethylbenzyl ammonium chloride (ADBAC/BKC (C12-16)) (n°CAS 68424-85-1)
- le Bardap 26 (n°CAS 94667-33-1)
- le Didecyldimethylammonium chloride (DDAC) (n°CAS 7173-51-5)

4.3.1.2 Procédés alternatifs

- o **Le traitement haute température (THT)**

Le traitement haute température (THT) est un procédé de modification physique du bois. Il consiste à le chauffer à très haute température (200 à 270 degrés) dans un four sous atmosphère inerte avec de

⁴⁰ Les critères d'exclusion et de substitution sont définis par le Règlement (UE) n° 528/2012. La substitution d'une substance active peut être envisagée si celle-ci répond à un des critères de substitution et sauf dérogation, une substance active biocide ne peut être approuvée si elle remplit l'un des critères d'exclusion

⁴¹ Situation dans laquelle le bois ou le matériau à base de bois est immergé dans l'eau salée (eau de mer ou eau saumâtre) de manière régulière ou permanente

l'azote (on parle alors de bois rétifé), ou avec des injections de vapeur d'eau (bois thermo-traité finlandais).

Le THT comporte différentes actions :

- Il stérilise le bois et élimine ainsi les micro-organismes
- Il freine la progression des moisissures en les privant de l'humidité nécessaire à leur croissance et rend le bois résistant aux attaques fongiques grâce à la disparition de leurs éléments nutritifs et à l'apparition de goudrons durant le procédé
- Il réduit les émissions de terpènes (composés attractifs pour les insectes)

Ce procédé présente l'avantage d'être déjà développé industriellement⁴² et de valoriser des essences aux débouchés généralement restreints tels que le frêne, le hêtre, le peuplier, tout en restant adapté au traitement des résineux.

Néanmoins, son champ d'action n'est pas aussi large que celui de la créosote : il n'a prouvé son efficacité que jusqu'à la classe d'emploi 3 (pour mémoire, les bois traités avec la créosote sont de classe d'emploi 5).

De plus, il présente des limites connues :

- Si le bois traité bénéficie d'une stabilité dimensionnelle accrue et gagne en dureté, il devient plus cassant, ce qui l'exclut pour un emploi en tant qu'élément de structure. Il est en revanche adapté à des emplois non porteurs en extérieur tels que terrasses et bardages, ou en intérieur pour des parquets et menuiseries.
- En l'état actuel de son développement cette technologie est généralement plus coûteuse que les procédés de préservation chimique (coût d'investissement, temps de mobilisation des installations).
- Le procédé peut générer des huiles ou goudron dont il faudrait étudier l'impact écologique.
- Il ne présente pas de garantie contre les attaques des termites contrairement à la créosote

○ **Oléothermie ou thermo-huilage**

Le principe de l'oléothermie est le remplacement de l'eau présente dans le bois par de l'huile sur une profondeur de 2 à 3 mm environ. Pour cela, le bois est immergé pendant 1 à 4 heures dans une cuve contenant un mélange d'huiles d'origine végétale chauffé à des températures comprises entre 60 et 150°C.

Le remplacement de l'eau initialement présente et les propriétés hydrophobes que lui confèrent l'huile rendent le bois moins sensible aux champignons lignivores (dont le développement nécessite de l'eau) et aux insectes que l'eau attire.

En revanche le thermo-huilage n'est pas considéré comme un traitement insecticide (larves xylophages et termites) selon la norme NF B 50-105-3⁴³, contrairement à la créosote. De plus l'oléothermie présente quelques inconvénients :

- le thermo-huilage ne permet aucune application de finition sur le bois ;
- l'aspect du bois thermo-huilé peut être altéré par des salissures (les particules de l'air ont tendance à s'accrocher au surplus d'huile et à créer une fine pellicule noire).

○ **Le bois modifié chimiquement**

Il existe sur le marché européen deux procédés modifiant le bois chimiquement : la furfurylation (procédé Kebony) et l'acétylation (procédé Accoya). Les procédés consistent à injecter respectivement de l'acide furfurylique (substance obtenue à partir des déchets issus de productions végétales) et de

⁴² Entre une et deux dizaines de scieries seraient équipées en France selon les informations obtenues au cours de nos entretiens. Des acteurs importants sont par ailleurs présents en Scandinavie.

⁴³ Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Bois et matériaux à base de bois traités avec un produit de préservation préventif - Partie 3 : spécifications de préservation des bois et matériaux à base de bois et attestation de traitement - Adaptation à la France Métropolitaine et aux DOM

l'anhydride acétique (un dérivé du vinaigre) dans le bois pour le rendre partiellement hydrophobe et moins comestible aux agents pathogènes biologiques. A ce jour, les fabricants utilisent du pin sylvestre pour le procédé Kebony et du pin radiata⁴⁴ pour le procédé Accoya, des essais seraient en cours avec des feuillus (Hêtre et Érable).

Selon leur fabricant, les bois acétylés peuvent être exposés à des situations correspondant à la classe d'emploi 3 (fenêtres et portes, lames de terrasse, bardage). Ils semblent par ailleurs peu susceptibles d'être attaqués par les insectes à larve xylophage et les termites.

Les bois traités avec le procédé Kebony sont, d'après leur fabricant, destinés à des applications de classe d'emploi 2 (charpentes), et 3 (fenêtres et portes, lames de terrasse, bardage, lames de pont de bateaux).

Quel que soit le type de traitement, ni l'un ni l'autre ne parvient à atteindre les performances de préservation du bois de la créosote.

De surcroît, l'emploi des bois chimiquement modifiés comporte deux inconvénients :

- Les substances injectées et qui n'ont pas réagi (acide furfurylique et anhydride acétique) peuvent réagir avec les finitions et la quincaillerie
- Le surcoût

Notons que les traitements sont la propriété de deux acteurs qui s'adressent à des marchés de niche et ne pourraient prétendre à un développement immédiat et général puisqu'ils portent sur des essences particulières.

4.3.2 Production d'anhydride phtalique

Si l'anhydride phtalique est toujours produit par l'oxydation catalytique du naphthalène au contact d'oxyde de vanadium (V_2O_5), il semblerait que la méthode la plus courante de production de cette substance serait l'oxydation de l'o-xylène (soit en phase gazeuse au contact d'oxyde de vanadium, soit en phase liquide en présence de sels solubles de cobalt, manganèse ou molybdène) (INERIS 2006, West Virginia University, Société chimique de France 2011).

4.3.3 Superplastifiants

4.3.3.1 Polycarboxylates

Les superplastifiants polycarboxylates (PCE) sont devenus progressivement des alternatives au naphthalène sulfonate de sodium formaldéhyde.

Les sels sulfonés de polycondensés de naphthalène et de formaldéhyde sont des polymères linéaires, tandis que les PCE sont des copolymères possédant une structure en peigne, c'est-à-dire un squelette carboné classique à partir duquel s'étendent des chaînes latérales (Gang Chen J.L. et al., 2017). Les chaînes latérales des polycarboxylates garantissent une forte répulsion stérique entre les particules de ciment pour empêcher leur agglomération.

La structure chimique des polycarboxylates (cf. Figure 15) permet un plus grand degré de modification chimique, ce qui offre la possibilité d'adapter le mélange aux besoins de l'application et de développer des bétons autoplaçants très performants, capables d'épouser la forme de coffrages complexes.

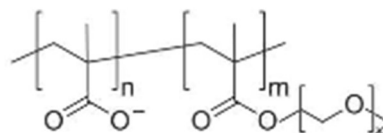


Figure 15. Structure chimique des superplastifiants polycarboxylates

⁴⁴ Aussi appelé pin de Monterey, commun en Amérique du Nord et présent en Bretagne et dans le sud-ouest de la France

4.3.3.2 Lignosulfonates

Les lignosulfonates d'ammonium, de calcium, de sodium (cf. Figure 16) sont des superplastifiants extraits de la pulpe de bois dont le mode d'action repose principalement sur la création d'une force de répulsion électrostatique entre les particules minérales (Société chimique de France 2011, Tramaux 2018).

Moins efficaces que les superplastifiants de dernière génération (polycarboxylates...) les lignosulfonates continuent à être utilisés de nos jours car ils sont biosourcés et relativement peu onéreux. Leurs faibles performances s'expliquent en partie par le fait que leur composition et leurs masses molaires sont extrêmement variables ; en effet, la composition chimique varie en fonction du végétal considéré, de son âge, de son milieu de culture, du procédé de fractionnement de la matière végétale employé, etc.

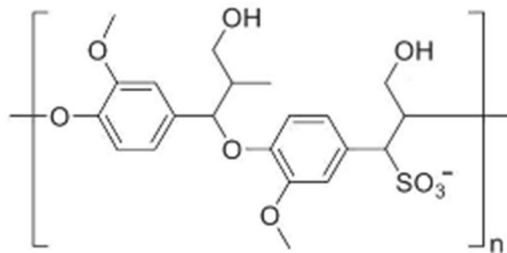


Figure 16. Structure chimique des superplastifiants lignosulfates

4.3.3.3 Polymélamines sulfonates

Les polymélamines sulfonates (cf. Figure 17) sont synthétisées après sulfonation de la mélamine et condensation en présence de formaldéhyde. Leur structure macromoléculaire est très similaire à celle des sels sulfonés de polycondensés de naphthalène et de formaldéhyde : il s'agit d'un enchaînement de groupements mélamine avec des fonctions sulfonates.

Bien que très comparables aux sels sulfonés de polycondensés de naphthalène et de formaldéhyde, les polymélamines sulfonates présentent l'avantage de retarder très peu la prise du ciment.

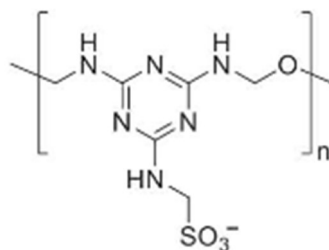


Figure 17. Structure chimique des polymélamines sulfonates

4.3.3.4 Alternatives au béton

L'éditeur Techniques de l'Ingénieur a identifié trois alternatives durables au béton (Techniques de l'ingénieur, 2021) :

- Le béton de chanvre, développé en France depuis les années 1990, ce matériau s'obtient en mélangeant des particules de chanvre (la chévenotte) avec un liant, de l'eau et des adjuvants
- Les matériaux fibres-ciment, ces matériaux composites sont fabriqués à partir de ciment, d'eau, de fibres et de charges minérales (notamment en cellulose). Couramment utilisé pour la fabrication de plaques de toitures ondulées, le fibre-ciment est aussi de plus en plus employé pour la conception de matériaux de façade et de lames de bardage
- Le béton d'argile, mélangé avec un gravier, ce matériau permet de réaliser des dalles, des chapes et, après mise en forme par coffrage et par compression, des façades porteuses

Toutefois, avant de mettre un matériau alternatif, il conviendrait de vérifier qu'il n'emploie pas d'additifs qui seraient également problématiques pour l'environnement.

4.3.4 Tensioactifs

Pour la formulation de cosmétiques et de produits de soins du corps, des tensioactifs peuvent se substituer aux sulfonates de naphthalène, citons :

- d'autres tensioactifs anioniques (sels d'acide carboxylique, lipoaminoacides, lipo-oligopeptides et dérivés sulfatés), par ex le Sodium coco sulfate (SCS), le Sodium cocoyl isethionate (SCI), l'huile de Ricin sulfatée (Sulfated castor oil), le Sodium lauryl sulfoacetate (SLSA) et le Sodium Lauroyl Sarcosinate
- les tensioactifs amphotères (bêtaïnes, dérivés d'acides aminés et d'imidazole), par ex. le Cocamidopropyl Bétaïn et la mousse de Babassu (Babassuamidopropyl bêtaïne)
- les tensioactifs non ioniques (polyoxyéthylènes, alcanolamides, oligopeptides), par ex. le Decyl glucoside, le Cetyl alcohol, les glutamates, le Lauryl glucoside et le Coco glucoside

4.3.5 Colorants azoïques

De nombreuses alternatives aux colorants azoïques dérivés du naphthalène existent (colorants azoïques dont la base est exempte de naphthalène, colorants anthraquinoniques, colorants au triphénylméthane, colorants réactifs...).

Dans le secteur textile, sous l'impulsion de grandes marques de prêt-à-porter, des ennoblisseurs textiles orientent leur stratégie d'innovation vers l'utilisation des colorants naturels pour la teinture et l'impression de différents textiles, les couleurs sont obtenues à partir de végétaux (coréopsis, garance, cosmos, genêt, châtaignier, feuilles de palmier et de mûrier, d'écorces de grenade, d'écorces d'agrumes), de coléoptères, d'excréments de vers à soie... (IFTH 2017).

La voie bactérienne est en cours d'exploitation, à titre d'exemple, l'entreprise française PILI BIOTECH développe la synthèse enzymatique de colorants et pigments pour textiles, encres, polymères, peintures et revêtements à partir de bactéries (Pili 2021).

4.3.6 Abrasifs

- La société Saint Gobain a mis sur le marché des meules abrasives dont la production ne nécessite pas d'inducteur de pores chimique, donc pas de naphthalène. Pour supprimer le naphthalène de leur procédé de fabrication, ces produits bénéficient de l'association du grain breveté Norton Quantum de la structure perméable du Vortex 2 et la technologie de l'agglomérant Vitrium³. D'après la société Saint Gobain, à prix équivalent, ces produits seraient plus performants que leurs homologues produits grâce au naphthalène (Saint Gobain 2021).
- Des options permettant de remplacer le naphthalène par d'autres substances ont également été envisagées, il s'agit notamment (ECHA 2018) :
 - o l'acide oxalique
 - o le 1,4-dichlorobenzène (n° CAS 106-46-7)
 - o des billes creuses d'alumine avec des sphères de verre
 - o le carbamate de butyle
 - o des inducteurs de pores d'origine végétale (noix et coquilles de noix broyées, copeaux de bois, riz et noyaux d'olive)

Des obstacles liés à la qualité du produit et à des problèmes de sécurité pour certains produits ont été constatés avec ces alternatives.

4.3.7 Carburants

Le naphthalène peut être remplacé par des acides gras de tallol, composés avec des polyalkylène polyamines (n°CAS 68911-35-3) pour la formulation d'additifs lubrifiants, détergents, dispersants, anticorrosion et antioxydant pour carburants qui permettent notamment de protéger et nettoyer différentes pièces du véhicule (réservoir, circuit carburant et les injecteurs) (substitution-cmr.fr 2019).

4.3.8 Tir sur cibles d'argile

Des alternatives au bitume des cibles existent, mais il semblerait qu'elles ne soient encore que rarement utilisées, citons (OFEV 2015) :

- des résines colophanes modifiées peuvent des substituer au bitume
- des sous-produits résultant du traitement du bois et de la fabrication de produits alimentaires servent de liant et remplacent le bitume au sein de disques en argile (« Eco résines » Green Clay)

Quelques indices donnent à penser que d'autres polluants issus des liants alternatifs des disques pourraient être libérés. Des cibles composées d'éco-résine ou de colophane peuvent être sensibles aux températures basses ou élevées : elles peuvent par exemple être collantes et déformées à une température élevée ou devenir plus dur à une température basse (ECHA 2021).

Il existe aussi sur le marché des disques à base de goudron de houille ou de brai de pétrole présentant de moindres teneurs en HAP (30 à 70 mg de HAP/kg), toutefois ces derniers présentent quelques problèmes pour les exercices de tir : certains se déforment en vol, d'autres gonflent en présence d'humidité et sont difficiles à ramasser (OFEV 2015).

Des tests comparatifs ont mis en évidence des propriétés de résistance et de rupture identiques pour l'ensemble de ces alternatives en comparaison des cibles d'argile conventionnelles (ECHA 2021).

5 Conclusion

Le naphthalène appartient à la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques, il intervient soit dans la synthèse de nombreuses substances chimiques utilisées dans divers secteurs d'activités soit en tant que composant de mélanges de HAP employés plusieurs secteurs (travaux publics, préservation du bois...).

Cette substance est émise par différents types de sources : industrielles (raffineries de pétrole...), combustions naturelles (feux de forêts), anthropiques (trafic routier, chauffage domestique au bois) ou liée à l'utilisation du carburant diesel (émissions diffuses, fuites accidentelles...).

Au titre de la Directive Cadre sur l'Eau et des objectifs de réduction, la note technique du 29 septembre 2020 relative aux objectifs nationaux et à leur déclinaison dans les SDAGE 2022-2027 prévoit pour le naphthalène une réduction ambitieuse de 30% d'ici 2027 (INERIS 2018).

Pour atteindre cet objectif, une des solutions résiderait dans la substitution du naphthalène, envisageable pour bon nombre de ses utilisations :

- la synthèse de l'anhydride phtalique peut s'effectuer à partir d'o-xylène ;
- les polycarbonates, les lignosulfonates et les polyméamines sulfonates sont des superplastifiants en mesure de remplacer le naphthalène ;
- des tensioactifs anioniques, amphotères et non-ioniques disponibles sur le marché représentent de bonnes alternatives au naphthalène dans les cosmétiques et soins du corps...

Néanmoins, il subsiste quelques applications où la substitution du naphthalène est difficilement applicable, c'est notamment le cas de la substitution de la créosote pour la préservation des traverses de chemin de fer.

6 Références

6.1 Sites internet consultés

ADES <https://ades.eaufrance.fr/>

AEGIS <http://www.aegisia.com/frequently-asked-questions/>

BNVD <https://bnvd.ineris.fr/>

Pesticide Properties DataBase (PPDB) <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

NAIADES <http://naiades.eaufrance.fr/>

6.2 Bibliographie

Abderrazak Marouf, G. T. (2013). Mémento technique à l'usage des biologistes et biochimistes, EDP Sciences.

AFSSET (2009) - Valeurs guides de qualité d'air intérieur : le naphthalène. Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail. Maisons Alfort.
<https://www.anses.fr/documents/AIR2004etVG005Ra.pdf>

ANSES (2015) – “AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la migration des composés d'huiles minérales dans les denrées alimentaires à partir des emballages en papiers et cartons recyclés »

ATSDR (2005) - Toxicological profiles for naphthalene, 1-methylnaphthalene, and 2-methylnaphthalene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA: U.S department of Health and Human Services, Public Health Services.
<https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=240&tid=43>.

BOOTH, G. (2012). Naphthalene Derivatives, ULLMANN'S Encyclopedia of industrial chemistry.

Business wire (2016). "Global Naphthalene Market Report 2016-2021 - Analysis, Technologies & Forecasts - Vendors: CarbonTech Group, DEZA, Koppers - Research and Markets ". from <https://www.businesswire.com/news/home/20161114005878/en/Global-Naphthalene-Market-Report-2016-2021---Analysis-Technologies-Forecasts---Vendors-CarbonTech-Group-DEZA-Koppers---Research-and-Markets>.

Cancer et environnement (2021). "Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)." from <https://www.cancer-environnement.fr/235-Hydrocarbures-aromatiques-polycycliques-HAP.ce.aspx>.

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. Encyclopédie de sécurité et de santé au travail - PROPRIÉTÉS DES AMINES AROMATIQUES ET DE LEURS DÉRIVÉS.

Chemotechnique Diagnostics "FICHE D'INFORMATION AUX PATIENTS N-Phenyl-2-naphtylamine (PBN)."

Commission Européenne. (2004). Risk Assessment Report.

Commission Européenne (2003). "BREF Tannage des cuirs et peaux."

Commission Européenne (2010) "Assessment Report CreosoteProduct-type 8 (Wood preservatives)" <https://echa.europa.eu/documents/10162/7495832e-e111-c7d3-f444-e9a8a6a48992>

CONCAWE (2013) "Acute and chronic aquatic toxicity of aromatic extracts - Summary of relevant test data" from https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/01/rpt_13-6-2013-02310-01-e.pdf

Cosmetic Ingredient Review (2019). Safety Assessment of Sodium Naphthalenesulfonate and Sodium Polynaphthalenesulfonates Used in Cosmetics.

Cosmeticsinfo (2021). Sodium Polynaphthalenesulfonate.

ECHA (2018). SUBSTANCE EVALUATION CONCLUSION.

ECHA (2021). Substance infocard - Naphthalene.

ECHA (2021). Annex XV Restriction report proposal for a restriction on substances containing polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in clay targets for shooting

ECHA (2022). "Granules et paillis sur les terrains" <https://echa.europa.eu/fr/hot-topics/granules-mulches-on-pitches-playgrounds>

EFSA (2012) "Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food" <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2012.2704>

EPA (2003) "Health Effects Support Document for Naphthalene" https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-09/documents/support_cc1_naphthalene_healtheffects.pdf

Gang Chen, J. L., Yong Du, Xiaodi Du, Xuebing Chen (2017). "A polycarboxylate as a superplasticizer for montmorillonite clay in cement: Adsorption and tolerance studies." *Arabian journal of chemistry*.

Gouvernement du Canada (2016). Distillate Aromatic Extracts – information sheet. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/chemical-substances/petroleum-sector-stream-approach/stream-4/distillate-aromatic-extracts.html>

HCSP (2012) - Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos - Le naphthalène. Haut Conseil de la Santé Publique. Paris. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=250>

HSDB (2014) - NAPHTHALENE. Hazardous Substances Data Bank. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/184>.

IARC (2002) - Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphthalene and Styrene.

IFTH (2017). Des développements dans le domaine des colorants naturels. *Mode in Textile*.

INCI Beauty (2021). Ingrédients utilisés dans les cosmétiques.

INERIS (2006). Fiche technico-économique - Xylène.

INERIS (2011). Facteurs d'émission de polluants de feux simulés de déchets et de produits issus de la biomasse.

INERIS (2018). "Caractérisation des inégalités environnementales - Inventaire des bases de données nationales environnementales et spatialisées." INERIS-DRC-18-152407-11231D

INERIS (2018) "Enseignement des études à l'émission réalisées par l'Ineris sur la combustion du bois en foyers domestiques" DRC-18-173307-02711A

INERIS (2021). Possibilité de substitution des substances employées dans les produits de traitement du bois (TP8). International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. Lyon. <https://publications.iarc.fr/publications/media/download/2618/a48798b1acf1f630be9fcbb30ffb2d56b790c08d.pdf367-435>

INRS (2005). Inventaire 2005 des agents CMR.

INRS (2007) - Naphthalène - Fiche toxicologique n° 204 Institut National de la Recherche et de Sécurité. https://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_204-4/FicheTox_204.pdf.

INRS (2009) - FAS 39 "Produit à substituer - Plastifiants aromatiques étiquetables" from <https://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/FICHE/TI-FAS-29/FAS29.pdf>

INRS (2013). Solvant naphtha aromatique.

INRS (2016). Extraction de produits aromatiques des goudrons de houille.

INRS (2016). "Fiche toxicologique 38 - Anhydride phtalique."

INRS (2018). "Bitume." <https://www.inrs.fr/risques/bitume/ce-qu-il-faut-retenir.html>

INRS (2021) - Liste des VLEP réglementaires françaises. Valeurs limites d'exposition professionnelle établies pour les substances chimiques. Institut National de la Recherche et de Sécurité. <https://www.inrs.fr/dms/inrs/CatalogueOutil/TI-outil65/fichier-VLEP-France-outil65.zip>.

OFEV (2015). Installations de tir de chasse et de combat - Etat de la pollution, procédure.

Pili (2021). "Une technologie vivante." from <https://french.pili.bio/9/technologie>.

RPA (2000). "Risk Reduction Strategy and Analysis of Advantages and Drawbacks for Naphthalene."

Saint Gobain (2021). NEUTRALITÉ CARBONE 2050 : SAINT-GOBAIN ABRASIFS SE PASSE DU NAPHTALÈNE.

Schluep M. & Imboden D. & Gallier. & Zeyer J. (2001) Mechanisms affecting the dissolution of nonaqueous phase liquids into the aqueous phase in slow-stirring batch systems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 20, No. 3, pp. 459–466

Service des eaux, sols et assainissement du canton de Vaud (2011) Halte aux pollutions liées à des écoulements de carburant diesel dans les domaines agricoles https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/AI_DCH_Information_aux_agriculteurs_hydrocarbures.pdf

Simon Martinet, Y. L., Cédric Louis, Patrick Tassel, Pascal Perret, Agnès Chaumond, Michel Andre (2017). "Euro 6 Unregulated Pollutant Characterization and Statistical Analysis of After-Treatment Device and Driving-Condition Impact on Recent Passenger-Car Emissions." *Environmental Science Technology* **51**: 5847–5855.

Société chimique de France. "Acides phtaliques." from <https://new.societechimiquedefrance.fr/produits/acides-phtaliques/>.

Société chimique de France (2011). Le béton, un produit chimique composite.

substitution-cmr.fr (2019). CMR substitué : Benzo[a]pyrène.

substitution-cmr.fr (2019). VS 5000.

Techniques de l'ingénieur (2011) "Carburants liquides - Gazoles, jets fuels et autres distillats moyens"

Techniques de l'ingénieur (2021). "Trois alternatives durables au béton."

Tramaux, A. (2018). Synthèse de nouveaux superplastifiants phosphonés et évaluation de leur efficacité sur des suspensions de carbonate de calcium.

West Virginia University Department of Chemical and Biomedical Engineering, "Production of Phthalic Anhydride from o-Xylene." from <https://cbe.statler.wvu.edu/files/d/6165e433-d788-45d4-85cd-9d4a7e6772eb/phthal-a.pdf>.

