

(ID Modèle = 2077342)

DEHP

Di(2-éthylhexyl) phtalate

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'environnement, et par la substitution de substances chimiques largement utilisées ou retrouvées dans le milieu environnemental.

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

Veillez citer ce document de la manière suivante :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, FTE DEHP, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 207028 - v1.0, 06/06/2023.

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)
DEHP Di(2-éthylhexyl) phtalate	117-81-7	Usages principaux : Plastifiant du PVC Bobines de détections IRM	☒	☒	☒	☒
	SANDRE	Pièces détachées pour l'entretien et la réparation de dispositif médicaux, aéronefs, et véhicules à moteur				
	6616					

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
30	t/an (2010)	90	t/an (2010)	800	t/an (2010)	50	t/an (2010)	70
0	depuis 2014							

Présence dans l'environnement - France	
Eaux de surface	<p>La base de données Naiades¹ recense, entre 2019 et 2021, 42 916 analyses de DEHP dans des eaux. Parmi ces mesures, 1820 (soit 4 %) présentent des concentrations de DEHP supérieures à la limite de quantification comprise entre 0,2 et 20 µg/L et 205 échantillons présentent des concentrations de DEHP supérieures à la NQE² de cette substance évaluée à 1,3 µg/L pour les eaux intérieures et autres eaux.</p> <p>Entre 2019 et 2021, d'après la base de données Naiades, 1 360 analyses de DEHP sont associées à la matrice sédiment. Parmi celles-ci, 617 mesures (soit 45 %) présentent des concentrations de DEHP supérieures à la limite de quantification (comprise entre 10 et 200 µg/kg) et aucune mesure de concentration en DEHP n'est supérieure à la PNEC (évaluée à 100 000 µg/kg). La concentration médiane s'élève à 173 µg/kg.</p>
Eaux souterraines	<p>D'après la base de données ADES³, entre 2019 et 2021, 15 901 analyses de DEHP dans les eaux souterraines ont été effectuées en 3 041 points de mesure. Parmi celles-ci, 552 mesures (soit 3 %) présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification comprise entre 0,2 et 1 µg/L. En 2011, le BRGM a mené une campagne exceptionnelle (CAMPEX) d'analyses des substances présentes dans les eaux souterraines en métropole. Le DEHP a fait l'objet de 746 mesures dont 147 (soit 20 %) présentent une concentration de DEHP supérieure à la limite de quantification de 0,4 µg/L, la concentration maximale s'élève à 2,97 µg/L et correspond à un prélèvement issu d'une fontaine située en Occitanie (EAUFRANCE 2015).</p>

¹ <http://naiades.eaufrance.fr>

² Norme de Qualité Environnementale

³ <https://ades.eaufrance.fr/>

Présence dans l'environnement - France

Air	La concentration dans l'air parisien est de l'ordre de 10 à 100 ng/m ³ et celle en milieu forestier (Fontainebleau) est inférieure d'un facteur 5 ng/m ³ .
Sols	Des mesures sur 12 sites en Île-de-France ont indiqué des concentrations de DEHP de 1000 à 10 000 ng/g (<i>Elodie Moreau-Guigon, 2013</i>).

Le bis(2-éthylhexyl) phtalate (DEHP) de formule brute C₂₄H₃₈O₄, est un ester ramifié de la famille des phtalates. C'est un liquide huileux, insoluble dans l'eau, très peu volatile, presque incolore et d'odeur très faible.

Le DEHP est un produit réglementé. Tout d'abord il est inclus dans l'annexe XIV et l'annexe XVII du Règlement REACH ce qui signifie que cette substance est soumise à autorisation et à restriction suivant sa concentration et les usages des articles qui la contiennent. Il fait également partie des substances prioritaires dangereuses listées au niveau européen pour la politique dans le domaine de l'eau. Aussi, il est classé comme reprotoxique (de catégorie 1B) et est considéré comme possédant des propriétés de perturbateur endocrinien pour la santé humaine et pour l'environnement.

Le DEHP est principalement employé comme additif plastifiant du PVC. Il n'est pas chimiquement lié aux polymères dans lesquels il est incorporé, il peut donc migrer à la surface du matériau et être émis dans le milieu environnant. Des émissions de DEHP vers les eaux de surface sont possibles via les eaux de ruissellement contaminées par des déchets abandonnés sur la voie publique et des objets en PVC utilisés en extérieur ; vers l'air via diverses sources comme les matériaux de construction ; vers les sols par l'intermédiaire des boues de stations d'épuration.

Des normes et valeurs seuils ont été mises en place afin de limiter et de surveiller la pollution par le DEHP. En France, le DEHP fait partie des substances dont les rejets dans l'air, l'eau et le sol doivent être déclarés lorsqu'ils dépassent un certain seuil, à savoir 10 kg/an pour l'air, 1 kg/an pour l'eau et 1 kg/an pour le sol. Dans le cadre de l'évaluation du bon état des eaux pour la Directive Cadre sur l'Eau, des normes de qualité environnementale (NQE) pour les eaux de surfaces ont été établies au niveau communautaire et transposées au niveau national, la NQE du DEHP étant de 1,3 µg.L⁻¹. Une valeur limite d'exposition professionnelle indicative sur 8 heures (VLEP-8h) dans l'air des lieux de travail a par ailleurs également été établie à 5 mg/m³.

En 2022, la bande de tonnage du DEHP reflétant la quantité annuelle fabriquée/importée de cette substance en Europe (dans le cadre de REACH) était comprise entre 10 000 à 100 000 tonnes. Au niveau national, le DEHP n'est plus produit depuis 2014.

De nombreux usages du DEHP sont désormais interdits. Néanmoins ces interdictions européennes comptent plusieurs exceptions : articles en PVC destinés à un usage industriel ou agricole (films, bâches...), ou destinés à être utilisés exclusivement pour l'entretien ou la réparation d'aéronefs, ou encore des appareils de mesure à usage de laboratoire etc.

Malgré une réglementation de plus en plus restrictive, le DEHP demeure présent dans l'environnement. Ainsi, des solutions alternatives et des substituts du DEHP continuent d'être mis en place pour les usages qui subsistent.

Abstract

Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), with the gross formula $C_{24}H_{38}O_4$, is a branched ester of the phthalate family. It is an oily liquid, insoluble in water, with very low volatility, almost no colour and very low odour.

DEHP is a regulated product. It is included in Annex XIV and Annex XVII of the REACH Regulation, which means that this substance is subject to authorisation and restriction depending on its concentration and the uses of the articles containing it. It is also one of the priority hazardous substances listed at European level for water policy.

It is considered to have endocrine disrupting properties according to the CLP Regulation.

DEHP is mainly used as a plasticiser additive in PVC. It is not chemically bound to the polymers in which it is incorporated, so it can migrate to the surface of the material and be emitted to the surrounding environment. Emissions of DEHP to surface water are possible via run-off contaminated by litter and PVC objects used outdoors; to air from various sources such as building materials; to soil via sewage sludge.

Standards and threshold values have been put in place to limit and monitor DEHP pollution. In France, DEHP is one of the substances whose releases to air, water and soil must be reported when they exceed a certain threshold: 10 kg/year for air, 1 kg/year for water and 1 kg/year for soil. As part of the assessment of good water status for the Water Framework Directive, environmental quality standards (EQS) for surface water have been established at EU level and transposed to national level, the EQS for DEHP is $1.3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. An indicative 8-hour occupational exposure limit value (OEL) in workplace air has also been established at $5 \text{ mg}/\text{m}^3$.

In 2022, the tonnage band for DEHP reflecting the annual quantity manufactured/imported of this substance in Europe (under REACH) was between 10,000 and 100,000 tonnes. At the national level, DEHP has not been produced since 2014.

Many uses of DEHP are now banned. However, there are several exceptions to these European bans: PVC articles intended for industrial or agricultural use (films, tarpaulins, etc.), articles intended to be used exclusively for the maintenance or repair of aircraft, measuring devices for laboratory use, etc.

Despite increasingly restrictive regulations, DEHP remains present in the environment, and alternatives and substitutes for DEHP continue to be developed for the remaining uses.

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.....	8
1.3.2	Réglementation sectorielle	10
1.4	Valeurs et normes appliquées en France.....	11
1.4.1	Seuils de rejets pour les installations classées et les stations de traitement des eaux usées	11
1.4.2	Normes de qualité environnementale (NQE) et valeur guide environnementale (VGE)	11
1.4.3	Valeurs appliquées en milieu professionnel	12
1.4.4	Valeurs appliquées pour la qualité des eaux de consommation	12
1.4.5	Valeurs appliquées dans l'air.....	12
1.5	Autres textes.....	12
1.5.1	Eaux souterraines.....	12
1.5.2	Eaux de surface.....	13
1.5.3	Contact alimentaire.....	13
1.5.4	Réglementation extra européenne	13
1.6	Classification et étiquetage.....	13
1.7	Sources naturelles de DEHP.....	13
2	Production et utilisations.....	14
2.1	Production et vente.....	14
2.1.1	Données économiques	14
2.1.2	Procédé de production	15
2.1.3	Noms commerciaux du DEHP.....	15
2.2	Utilisations	16
2.2.1	Synthèse des utilisations	16
2.2.2	PVC	16
2.2.3	Caoutchouc.....	17
2.2.4	Electrodes sélectives d'ions	17
2.2.5	Composants en plastique des bobines de détection IRM	18
2.2.6	Véhicules à moteur et aéronefs.....	19
2.2.7	Entretien et réparation	19
2.2.8	Utilisations passées du DEHP	19
3	Rejets dans l'environnement	21
3.1	Émissions industrielles totales déclarées sur BDREP	21
3.2	Émissions atmosphériques déclarées sur BDREP	21
3.3	Émissions vers les eaux	24
3.3.1	Émissions vers les eaux déclarées sur BDREP	24
3.3.2	Emissions directes vers les eaux de surface	28
3.4	Émissions vers les sols	29
3.4.1	Emissions déclarées sur BDREP	29

3.4.2	Boues de STEP	30
	Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées et Norme NFU 44-095	31
3.4.3	Lixiviats de centres d'enfouissement.....	31
3.5	Pollutions historiques et accidentelles.....	32
4	Devenir et présence dans l'environnement	33
4.1	Comportement dans l'environnement	33
4.1.1	Dans l'atmosphère.....	33
4.1.2	Dans le milieu aquatique	33
4.1.3	Dans le milieu terrestre.....	33
4.2	Présence dans l'environnement	33
4.2.1	Dans le milieu aquatique	33
4.2.2	Dans le milieu terrestre.....	35
4.2.3	Dans l'air.....	36
5	Perspectives de réduction des émissions	37
5.1	Réduction des émissions du DEHP	37
5.1.1	Élimination du DEHP lors du recyclage du PVC	37
5.1.2	Emissions issues de l'épandage des boues de STEP	37
5.2	Alternatives aux usages du DEHP	38
5.2.1	Plastifiants de substitution.....	38
5.2.2	Alternatives au PVC	43
5.2.3	Electrodes sélectives d'ions	43
5.2.4	IRM	44
5.2.5	Coûts de la substitution	44
5.3	Prospective d'évolution des émissions.....	44
6	Conclusion.....	45
7	Références	46
7.1	Sites internet consultés	46
7.2	Bibliographie	46

1 Généralités

1.1 Définition et caractéristiques chimiques

Le bis(2-éthylhexyl) phtalate, ou di(2-éthylhexyl) phtalate (DEHP), connu aussi sous le nom de dioctylphtalate (DOP) de formule brute $C_{24}H_{38}O_4$, est un ester ramifié de la famille des phtalates. C'est un liquide huileux, très peu volatile, presque incolore et d'odeur très faible (à température et pression ambiante) (INRS, 2004).

→ Solubilité

Le DEHP est pratiquement insoluble dans l'eau mais se dissout bien dans la plupart des solvants organiques et a une forte affinité pour les lipides et les graisses. (M. Falcy, 2004)

→ Réactivité

Il peut réagir dangereusement avec les bases et les acides forts ainsi que les produits oxydants forts. Le produit n'est pas considéré comme corrosif à l'égard des métaux. (M. Falcy, 2004)

→ Décomposition

Le DEHP est un produit stable dans les conditions normales d'utilisation. A température élevée, sa décomposition peut donner naissance à de l'anhydride phtalique. (M. Falcy, 2004)

Tableau 1 Caractéristiques générales du DEHP (INRS, 2004; ECHA, 2022)

Substances chimiques	N° CAS	N° EINECS	Synonyme	Formes physiques
DEHP	117-81-7	204-211-0	Français :	Liquide huileux
	SANDRE		Phtalate de bis(2-éthylhexyle) Phtalate de di-sec-octyle, DOP	
	6616		Anglais : bis(2-ethylhexyl) phthalate di-(2-ethylhexyl) phthalate	

1.2 Données toxicologiques et écotoxicologiques

Les données toxicologiques et écotoxicologiques pour le DEHP sont disponibles dans le Portail Substances Chimiques : <https://substances.ineris.fr/fr/substance/1320>

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 de DEHP. Cet inventaire n'est pas exhaustif.

1.3.1 Textes généraux

1.3.1.1 REACH

Le DEHP est inclus dans l'Annexe XIV du Règlement REACH qui liste les substances pour lesquelles une autorisation est nécessaire pour pouvoir les mettre sur le marché (ou des articles les contenant) au sein de l'Union Européenne (concernant les usages visés par le règlement REACH).

Le 23 novembre 2021, la Commission européenne a publié le Règlement n° 2021/2045⁴ modifiant l'Annexe XIV en ajoutant aux propriétés de perturbation endocrinienne pour l'environnement⁵ des propriétés de perturbation endocrinienne pour la santé humaine au DEHP. Suite à ces modifications, certains usages précédemment exemptés doivent désormais faire l'objet d'une autorisation, ces derniers sont récapitulés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2. Nouveaux usages devant faire l'objet d'une demande d'autorisation

	Date limite de soumission de demande d'autorisation	Date d'expiration
Dispositifs médicaux	Novembre 2023	Mai 2025
Mélanges contenant du DEHP à des concentrations comprises entre 0,1% et 0,3% en poids	Juin 2023	Décembre 2024
Conditionnements primaires de médicaments comprenant du DEHP	Juin 2023	Décembre 2024
Matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires	Juin 2023	Décembre 2024

Le DEHP est inscrit à l'Annexe XVII de REACH⁶, cette réglementation impose que ne soient pas mis sur le marché les articles (dont les jouets et les articles de puériculture) contenant du DEHP (individuellement ou en combinaison avec du DBP, du BBP ou du DIBP) à une concentration égale ou supérieure à 0,1 % en poids de la matière plastifiée.

Cette restriction ne s'applique pas :

- aux articles exclusivement destinés à un usage industriel ou agricole, ou à un usage exclusivement à l'air libre, pour autant qu'aucune matière plastifiée n'entre en contact avec les muqueuses humaines ou en contact prolongé avec la peau humaine
- aux aéronefs, mis sur le marché avant le 7 janvier 2024, ou aux articles, quel que soit leur mode de mise sur le marché destinés à être utilisés exclusivement pour l'entretien ou la réparation de ces aéronefs, lorsque ces articles sont essentiels pour la sécurité et la navigabilité de l'aéronef
- les véhicules à moteur relevant du champ d'application de la directive 2007/46/CE, mis sur le marché avant le 7 janvier 2024, ou aux articles, dès lors qu'ils sont mis sur le marché, destinés à être utilisés exclusivement pour l'entretien ou la réparation de ces véhicules, lorsque les véhicules ne peuvent pas fonctionner comme prévu sans ces articles
- les articles mis sur le marché avant le 7 juillet 2020
- les appareils de mesure à usage de laboratoire, ou des parties de ceux-ci

⁴ [RÈGLEMENT \(UE\) 2021/2045 DE LA COMMISSION du 23 novembre 2021 modifiant l'annexe XIV du règlement \(CE\) no 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances \(REACH\)](#)

⁵ [Décision du directeur exécutif de l'Agence européenne des produits chimiques du 12 décembre 2014, «Inclusion of Substances of Very High Concern in the Candidate List for eventual inclusion in Annex XIV» \(ED/108/2014\)](#)

⁶ [Entry 51 - Annexe XVII de la Réglementation REACH](#)

La production dans l'Union Européenne d'articles bénéficiant d'une dérogation à l'Annexe XVII et contenant du DEHP (par exemple, les bâches agricoles) doit malgré tout faire l'objet d'une demande d'autorisation en raison de l'inscription du DEHP à l'Annexe XIV. Notons que l'importation depuis un pays hors-UE de produits bénéficiant d'une dérogation à l'Annexe XVII et comportant du DEHP n'est pas soumise à autorisation.

1.3.1.2 Directive cadre eau (DCE)

Le DEHP fait partie des substances « dangereuses » 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 eaux⁷ et à ce titre est listé parmi :

- les substances de l'état chimique des eaux de surface
- les micropolluants de l'analyse régulière du contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines
- les paramètres de l'analyse photographique du contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines complémentaires pour les DOM

1.3.2 Règlementation sectorielle

1.3.2.1 Biocides

Compte tenu de son classement Reprotoxique 1B, le DEHP ne peut entrer comme substance active dans la composition de tout produit biocide⁸. Néanmoins, son utilisation comme coformulant n'est pas interdite.

1.3.2.2 Produits phytopharmaceutiques

Le DEHP ne fait pas partie de la liste des coformulants ne pouvant pas entrer dans la composition des produits phytosanitaires^{9,10}.

1.3.2.3 Equipements électriques et électroniques

Depuis le 22 juillet 2019, les concentrations en DEHP dans les matériaux homogènes des appareils électriques et électroniques doivent être inférieures à 0,1%¹¹. Néanmoins, la Commission Européenne a publié des directives exemptant d'autorisation les utilisations suivantes¹² :

- dans certains composants en caoutchouc des systèmes moteurs (exemption accordée jusqu'au 21/07/2024) ;
- dans les composants en plastique des bobines de détection IRM (exemption accordée jusqu'au 01/01/2024)
- dans les électrodes sélectives d'ions pour l'analyse des fluides corporels humains et/ou dans les fluides de dialysat (exemption accordée jusqu'au 21/07/2028) ;
- dans les pièces détachées récupérées et utilisées pour la réparation ou la remise à neuf de dispositifs médicaux (y compris les dispositifs médicaux de diagnostic in vitro, et de leurs accessoires) (exemption accordée jusqu'au 21/07/2028).

⁷ [Arrêté du 25/01/10 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement modifié](#)

⁸ [RÈGLEMENT \(UE\) n°528/2012 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides](#)

⁹ [RÈGLEMENT \(CE\) no 1107/2009 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques](#)

¹⁰ [Règlement \(UE\) 2021/383 de la Commission du 3 mars 2021 modifiant l'annexe III du règlement \(CE\) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil fixant la liste de coformulants ne pouvant pas entrer dans la composition des produits phytopharmaceutiques \(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE\)](#)

¹¹ [Directive RoHS](#)

¹² [Annexe III et IV de la Directive RoHS](#)

1.3.2.4 Jouets et articles de puériculture

Le DEHP ne peut être utilisé dans les jouets et les articles de puériculture comme substance ou dans des mélanges (individuellement ou en combinaison avec du DBP, du BBP ou du DIBP) à une concentration égale ou supérieure à 0,1 % en poids de la matière plastifiée (cf. paragraphe 1.3.1.1).

1.3.2.5 Dispositifs médicaux

Les dispositifs médicaux et les conditionnements primaires de médicaments comportant du DEHP doivent faire l'objet d'une autorisation dans le cadre du règlement REACH (cf. paragraphe 1.3.1.1).

En France, l'utilisation de tubulures comportant du DEHP dans les services de pédiatrie, de néonatalogie et de maternité¹³ est interdite.

Des matériaux homogènes de dispositifs médicaux électriques et électroniques sont concernés par des exemptions d'autorisation (cf. paragraphe 1.3.2.3).

Notons que la directive sur les dispositifs médicaux exige des garanties générales de sécurité et non des contraintes spécifiques en termes de composition chimique (contrairement à d'autres directives telles que la Directive RoHS¹⁴).

1.3.2.6 Produits de construction et de décoration

En France, les produits de construction et de décoration (dont les produits utilisés pour les revêtements pour murs, sols et plafonds) ne peuvent être mis sur le marché que s'ils émettent moins de 1 µg/m³ de DEHP (plus généralement tout CMR 1 ou 2)¹⁵.

1.3.2.7 Cosmétiques

Le DEHP fait partie de la liste des substances interdites dans les produits cosmétiques¹⁶.

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 le seuil de déclaration pour le DEHP est de 10kg/an dans l'air et de 1kg/an dans l'eau et dans le sol (*LegiFrance, 2008*).

Selon l'arrêté du 02/02/98 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 soumises à autorisation, les eaux résiduaires rejetées au milieu naturel doivent respecter la valeur limite de concentration de 25 µg/L concernant le DEHP (*AIDA-Ineris, 2017*).

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 (*LegiFrance, 2018a*) établissant le programme de surveillance de l'état des eaux et de l'arrêté du 27 juillet 2018 (*LegiFrance, 2018b*) relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

¹³ [Article L5214-1 du Code de la santé publique](#)

¹⁴ Directive européenne visant à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électronique (RoHS - Restriction of Hazardous Substances)

¹⁵ [Arrêté du 30 avril 2009 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2](#)

¹⁶ [Règlement européen n°1223/2009](#)

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

Pour toutes les eaux de surfaces la NQE exprimée en moyenne annuelle (MA) est de :

$$\text{NQE-MA} = 1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$$

1.4.3 Valeurs appliquées en milieu professionnel

Une valeur limite d'exposition professionnelle indicative sur 8 heures (VLEP-8h) dans l'air des lieux de travail a été établie pour le DEHP à 5 mg/m³. (*LegiFrance, 2020*)

L'exposition professionnelle au DEHP peut se produire par inhalation d'aérosols et de poussières, et par contact cutané avec ce composé sur les lieux de travail où le DEHP est produit ou utilisé. Les données de surveillance indiquent que la population générale peut être exposée au DEHP par inhalation de l'air ambiant, l'ingestion d'aliments et la consommation d'eau potable, et par contact cutané avec des objets en contenant ou de la poussière domestique. (*HSBD, 2015*).

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 mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R.1321-38 du code de la santé publique 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 DEHP. (*LegiFrance, 2007*)

Le DEHP 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). (*AIDA-Ineris, 2020*).

1.4.5 Valeurs appliquées dans l'air

1.4.5.1 Air ambiant

Aucune réglementation n'est appliquée concernant le DEHP dans l'air ambiant.

1.4.5.2 Air intérieur

L'Observatoire de de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a réalisé une classification des polluants les plus rencontrés dans l'air circulant à l'intérieur d'un espace clos ou confiné, en particulier dans les logements. Le DEHP a été classé comme substance hautement prioritaire.

LE DEHP n'a pas encore de valeurs guides de la qualité de l'air intérieur (VGAI).

1.5 Autres textes

1.5.1 Eaux souterraines

Au titre de la Directive Européenne 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines, le DEHP 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.

Le DEHP fait partie de la liste des micropolluants de l'analyse régulière du contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines et des paramètres de l'analyse photographique du contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines complémentaires pour les DOM¹⁷.

¹⁷ [Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement](#)

1.5.2 Eaux de surface

Le DEHP a été identifié comme substance à surveiller au titre de l'état chimique des eaux de surface par l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux.

1.5.3 Contact alimentaire

Le DEHP ne peut être utilisé dans les matériaux en contact avec les aliments comme substance ou dans des mélanges (individuellement ou en combinaison avec du DBP, du BBP ou du DIBP) à une concentration égale ou supérieure à 0,1 % en poids de la matière plastifiée (cf. paragraphe 1.3.1.1).

1.5.4 Règlementation extra européenne

1.5.4.1 Convention OSPAR

Le DEHP fait partie de la liste OSPAR des produits chimiques pour action prioritaire.


1.5.4.2 Convention de Rotterdam

Le DEHP n'a pas été inclus à la liste des produits chimiques soumis à la procédure de consentement préalable de la Convention de Rotterdam.

1.6 Classification et étiquetage

Le DEHP a une classification, un étiquetage harmonisé et des mentions de danger au regard du règlement 1272/2008 dit règlement CLP (cf. Tableau 3 ci-dessous).

Tableau 3. Classification CLP harmonisée du DEHP
(<http://echa.europa.eu/> - consulté en septembre 2022)

Classification		Étiquetage		Classification Étiquetage
Classes et catégories de dangers	Codes des mentions de danger	Code des pictogrammes mention d'avertissement	Code des mentions des dangers	
Repr. 1B	H360FD	GHS08 Dgr	H360FD	Liste des classifications et des étiquetages harmonisés des substances dangereuses ; annexe VI, tableau 3.1 du règlement CLP
				H360Fd Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus.

1.7 Sources naturelles de DEHP

Le DEHP est une substance anthropogénique et n'existe pas à l'état naturel dans l'environnement.

2 Production et utilisations

2.1 Production et vente

2.1.1 Données économiques

- En France

La précédente fiche technico-économique réalisée par l'Ineris dédiée au DEHP faisait mention d'un unique producteur de DEHP en France (avec une production d'environ 60 000 tonnes par an), à savoir Arkema (anciennement Atofina) à Chauny (Aisne) (INERIS, 2005). Ce site a stoppé la production de DEHP en 2014.

- En Europe

En 2022, la bande de tonnage du DEHP reflétant la quantité annuelle produite/importée de cette substance en Europe (dans le cadre de REACH) était comprise entre 10 000 à 100 000 tonnes¹⁸. D'après une communication de la Commission Européenne, une seule entreprise produirait encore du DEHP {Commission Européenne, 2020 #106}. En 2022, 14 déclarants (a priori 1 producteur et 13 importateurs) étaient répertoriés sur le site de l'ECHA, ces derniers étaient situés en République Tchèque (3), en Espagne (1), en Belgique (2), en Allemagne (4), en Italie (1), au Luxembourg (1), en Pologne (1), en Suède (1)¹⁹.

Dans le cadre de la proposition de restriction du DEHP (Annexe XV de la Règlementation REACH, cf. paragraphe 1.3.1.1), des estimations des productions, exportations et importations de DEHP en Europe ont été réalisées (ECHA, 2012; ECHA, 2017), celles-ci sont présentées dans le Tableau 4 et le Tableau 5.

Tableau 4. Estimation de la production de DEHP produit dans les produits finis commercialisés dans l'UE

2007		2009-10	
UE production pour le marché européen (Tonnes)	Importations (Tonnes)	UE production pour le marché européen (Tonnes)	Importations (Tonnes)
245 600	40 000 + n.d.	146 800	35 000

Tableau 5. Estimation de la quantité de DEHP contenue dans les articles entrant dans le champ d'application de la restriction mis sur le marché de l'UE28

	2011	2012	2013	2014
Masse contenue dans les articles exportés (Tonnes)	12 743	13 186	13 931	13 909
Masse contenue dans les articles importés (Tonnes)	91 957	90 494	111 592	112 088

¹⁸ <https://echa.europa.eu/fr/substance-information/-/substanceinfo/100.003.829>

¹⁹ <https://echa.europa.eu/fr/brief-profile/-/briefprofile/100.003.829>

- Dans le monde

En 2012, les phtalates représentaient un peu plus de 78 % de la consommation mondiale de plastifiants, le DEHP représentait alors plus de 50% des phtalates consommés. Cette même année, le marché des plastifiants était partagé entre (ECHA, 2017) :

- la Chine - 38 % de la consommation mondiale
- l'Asie (y compris le Japon ; hors Chine) - 21 % de la consommation mondiale
- l'Europe occidentale - 16 % de la consommation mondiale
- l'Amérique du Nord - environ 13 % de la consommation mondiale

D'après un site d'étude de marché²⁰, alors que la consommation mondiale de plastifiants devrait dans l'ensemble augmenter à un taux d'environ 3,5 % par an au cours des prochaines années, celle des phtalates (DEHP compris) devrait diminuer : les phtalates représentaient plus de 55 % de la consommation mondiale de plastifiants en 2020 (contre environ 60-65 % il y a quelques années) et devraient représenter 50-55 % de la consommation mondiale dans les années à venir. La diminution de la part de marché des phtalates s'expliquerait en grande partie par le fait que l'utilisation de certains phtalates, et en particulier celle du DEHP, fait l'objet d'un encadrement juridique croissant dans certains pays, en particulier en Europe et aux Etats-Unis²¹.

En contrepartie, la consommation de plastifiants non-phtalates (principalement les téréphtalates, les plastifiants époxy, les aliphatiques et les benzoates) en remplacement du DEHP et d'autres phtalates devrait connaître une forte croissance au cours de la période 2021-25 (S&P GLOBAL).

2.1.2 Procédé de production

Le DEHP est produit par estérification de l'anhydride phtalique avec du 2-éthyl-hexanol (*European Chemicals Bureau, 2008*).

Cette réaction se produit en deux étapes successives :

- 1) Formation d'un monoester par alcoololyse de l'acide phtalique
- 2) Conversion du monoester en diester

La première étape est rapide et totale, tandis que la seconde est réversible et se déroule plus lentement que la première. Pour déplacer l'équilibre de la deuxième réaction vers le diester, l'eau de réaction est éliminée par distillation. Des températures élevées et un catalyseur accélèrent la vitesse de la réaction.

Le DEHP est ensuite purifié par distillation sous vide et/ou par charbon actif (la pureté du produit final peut varier en fonction du 2-éthyl-hexanol et du catalyseur employés).

2.1.3 Noms commerciaux du DEHP

Les noms commerciaux figurant dans le Tableau 9 sont issus de la page de l'Echa relative au DEHP (ECHA). Par cohérence avec ces données européennes nous avons laissé les noms en anglais.

²⁰ <https://ihsmarkit.com/products/plasticizers-chemical-economics-handbook.html>

²¹ Le Congrès américain a interdit de façon permanente trois types de phtalates, dont le DEHP, en quantités supérieures à 0,1% dans les jouets et autres produits pour enfants

Tableau 6. Autres synonymes et noms commerciaux (Source : ECHA)

Synonymes et noms commerciaux
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(ethylhexyl) ester
Bis(2-ethylhexyl) o-phthalate
bis(2-ethylhexyl)-1,2-benzenedicarboxylate
DEHP
Di(ethylhexyl) phthalate
Phtalate de bis(2-ethylhexyle)
Diocetyl Phthalate
DIPLAST O/MG
DOP
Ergoplast FDO
LGFLEX DOP
OXOPLAST MEDICA
OXOPLAST O
OXOPLAST O 30
OXOPLAST O 40
OXOPLAST O K

2.2 Utilisations

2.2.1 Synthèse des utilisations

Un grand nombre d'usages du DEHP sont désormais interdits, néanmoins quelques interdictions européennes comptent plusieurs exceptions : des articles destinés à un usage industriel ou agricole (films, bâches...), ou destinés à être utilisés exclusivement pour l'entretien ou la réparation d'aéronefs, des appareils de mesure à usage de laboratoire...

Quelques exceptions parmi les appareils électriques et électroniques sont temporaires, c'est le cas de certains composants en caoutchouc des systèmes moteurs, de composants plastiques des bobines de détection d'IRM, de certaines électrodes sélectives d'ions (cf. paragraphe 1.3.2.3)...

2.2.2 PVC

L'introduction du DEHP dans le PVC apporte à celui-ci flexibilité et facilité de mise en forme. Ce plastifiant peut intégrer deux types de chaînes de production de PVC souple (cf. Figure 1) :

- Les transformateurs s'approvisionnent en PVC et en additifs. Ils en réalisent eux-mêmes le mélange puis transforment le PVC souple qui a été obtenu (calandrage, extrusion, etc.). La préparation et la transformation des plastisols²² sont également assurées par cette catégorie d'entreprises. Ces pâtes contiennent donc un taux élevé de plastifiant.
- Les compoundeurs, qui sont soit des entreprises indépendantes, soit des filiales de producteurs de PVC, s'approvisionnent en PVC et en additifs et se limitent à la phase de mélange pour produire des compounds plastifiés. Des transformateurs effectuent en aval la transformation de ces compounds, par extrusion, enduction ou calandrage (*INERIS, 2005*).

²² On désigne par plastisol une dispersion de solides (PVC et charges) dans un liquide (plastifiant)

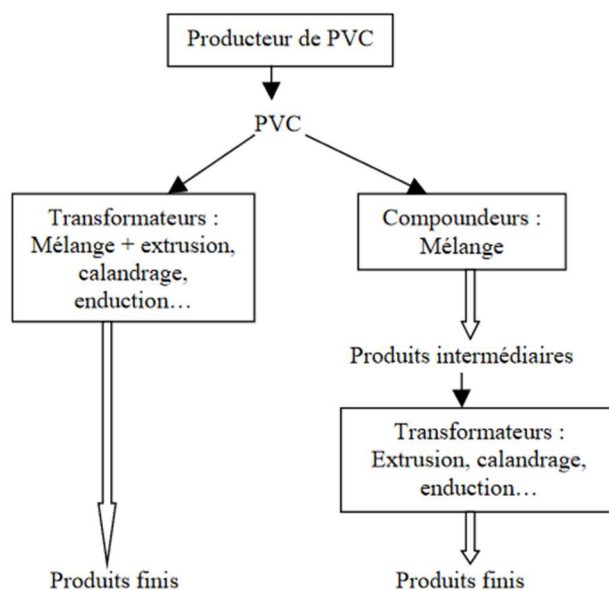


Figure 1. Chaînes de production de PVC souple

A ce jour, du fait des restrictions réglementaires décrites section 1.3, l'usage du DEHP comme plastifiant pour PVC ne reste possible que pour quelques applications, par exemple :

- En agriculture - Films pour serres et paillage, bâches, ...
- Autres articles de consommation destinés à un usage en extérieur - Bâches, tuyaux d'arrosage, ...

2.2.3 Caoutchouc

Certaines utilisations du DEHP en tant qu'additif plastifiant pour caoutchouc constituent une exemption de la Directive RoHS²³. Cet usage (autorisé jusqu'au 21 juillet 2024) se borne à des composants en caoutchouc de systèmes moteurs : revêtements de joints, joints en caoutchouc plein ou composants en caoutchouc inclus dans des ensembles d'au moins trois composants utilisant l'énergie électrique, mécanique ou hydraulique pour effectuer un travail et fixés au moteur. Les systèmes moteurs dotés de ces composants en caoutchouc doivent être conçus pour être utilisés dans des équipements qui ne sont pas destinés uniquement à l'usage des consommateurs et à condition qu'aucun matériau plastifié n'entre en contact avec les muqueuses humaines ou en contact prolongé avec la peau humaine.

2.2.4 Electrodes sélectives d'ions

Le DEHP est employé pour la production de membranes PVC équipant des électrodes sélectives d'ions qui permettent d'analyser divers analytes (potassium, sodium, pH (H+) ...) dans le liquide pleural, le sang et le dialysat. La composition générale des membranes est détaillée par le COCIR²⁴ comme suit (COCIR, 2019) : 29 % en poids de PVC, 70 % en poids de DEHP et un ionophore qui confère une spécificité pour l'ion particulier d'intérêt (Oeko-Institut, 2021). Certains modèles d'électrodes peuvent également contenir du DEHP au niveau de leur « Sensor card » (cf. Figure 2).

A compter du 21 juillet 2028, le DEHP ne pourra plus être employé pour cette application.

²³ Directive européenne visant à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électronique (RoHS - Restriction of Hazardous Substances)

²⁴ Comité européen de coordination de l'industrie radiologique, électromédicale et de technologies de l'information pour les soins de santé

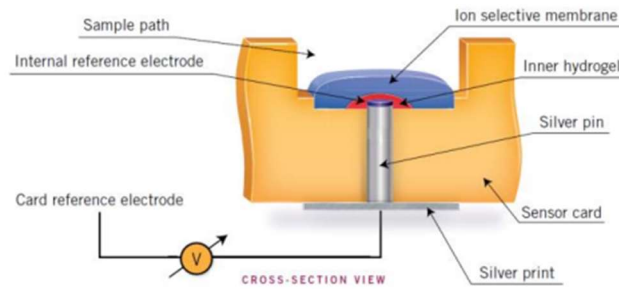


Figure 2. Electrode sélective d'ions (Oeko-Institut, 2021)

2.2.5 Composants en plastique des bobines de détection IRM

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une technique médicale utilisée pour obtenir des images tridimensionnelles des tissus mous et des organes du corps humain. L'IRM utilise un électroaimant circulaire puissant dans lequel le patient est inséré et est exposé à un champ magnétique puissant pour produire des images en 3D.

Le DEHP peut être présent dans des composants en PVC flexible de bobines de détection d'IRM tels que les gaines et manchons de câbles, les housses de matelas, ainsi que dans les matériaux insérés entre les éléments ignifuges des ceintures de fixation (COCIR, 2019).

L'emploi du DEHP pour cette application ne sera plus autorisé à compter du 1^{er} janvier 2024 (cf. paragraphe 1.3.2.3).

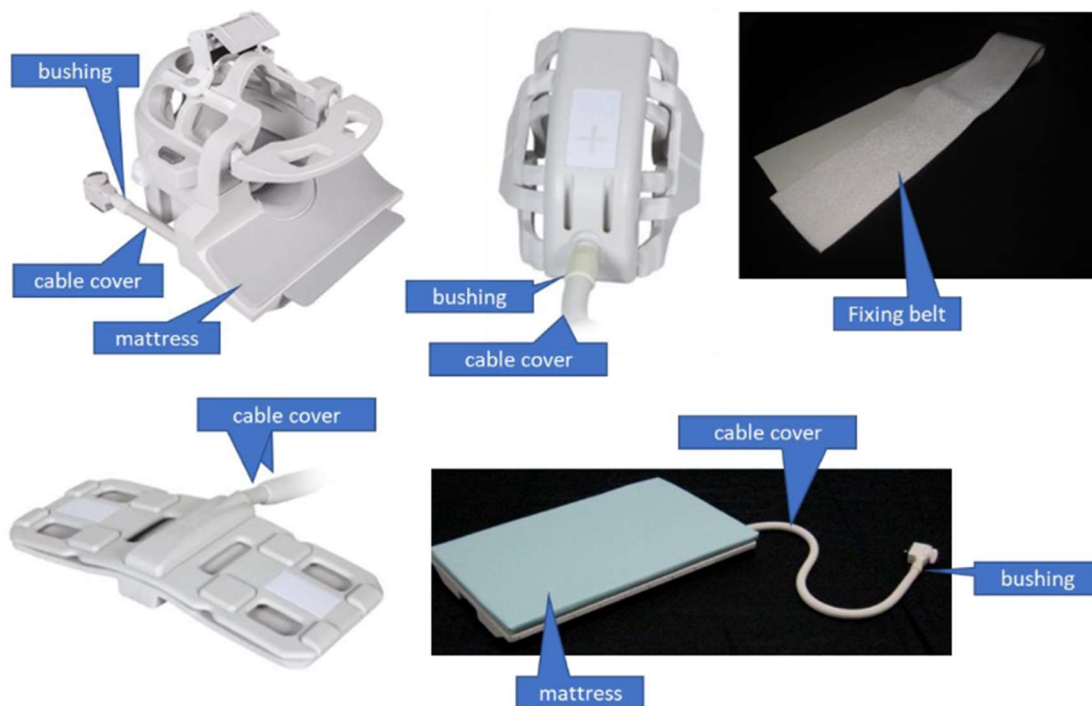


Figure 3. Composants d'un IRM susceptibles de comporter du DEHP²⁵

²⁵ Bushing : Manchon
Cable cover : Gaine de câble
Mattress : Matelas-support

2.2.6 Véhicules à moteur et aéronefs

Les aéronefs et véhicules à moteur²⁶ peuvent compter nombre de pièces en PVC et caoutchouc susceptibles de comporter du DEHP (joints, fils et câbles électriques, enduits d'étanchéité, couches antirouille de châssis pour voiture, sièges pour véhicules automobiles (cuir synthétique), protection pour carrosserie ...) (ANSES, 2015; INERIS, 2005)²⁷.

A compter du 7 janvier 2024, aucun de ces moyens de transport ne pourra être mis sur le marché avec des pièces contenant du DEHP.

2.2.7 Entretien et réparation

Aux fins de l'adaptation au progrès scientifique et technique, des exemptions de la Directive RoHS et de l'Annexe XVII de REACH permettent, pour une durée limitée (cf. paragraphes 1.3.1.1 et 1.3.2.3), la mise sur le marché de pièces détachées contenant du DEHP.

Ces pièces sont destinées à la réparation, à l'entretien, voire à la mise à jour des fonctionnalités :

- de dispositifs médicaux (y compris les dispositifs médicaux de diagnostic in vitro et de leurs accessoires) ;
- d'aéronefs (lorsque ces articles sont essentiels pour la sécurité et la navigabilité de l'aéronef) ;
- de véhicules à moteur (lorsque les véhicules ne peuvent pas fonctionner comme prévu sans ces articles).

Ces exemptions s'adressent aux dispositifs médicaux, aéronefs et véhicules à moteur mis sur le marché avant l'entrée en vigueur de la restriction (cf. paragraphes 1.3.1.1 et 1.3.2.3).

A titre d'exemple, le DEHP peut être présent dans :

- l'isolation des fils et des câbles en PVC
- les joints en caoutchouc et les joints toriques utilisés dans les connecteurs
- les passe-fils en caoutchouc qui soutiennent les câbles
- les étiquettes en PVC (y compris celles utilisées sur les composants tels que les condensateurs)
- les adhésifs utilisés pour sceller les condensateurs et autres composants électroniques
- les matériaux de fixation des puces dans les boîtiers de circuits intégrés

Parmi les pièces de dispositifs médicaux concernées, citons :

- les tubes à rayons X
- les cartes de circuits imprimés
- les bobines d'IRM
- les détecteurs et composants de détecteurs (par exemple, détecteurs de rayonnement)
- les transducteurs

2.2.8 Utilisations passées du DEHP

L'utilisation du DEHP fait l'objet depuis quelques années d'un encadrement juridique croissant.

Fixing belt : bande de fixation

²⁶ Bicyclettes, véhicules à moteur (motos, voitures, camions, bus), véhicules sur rails (trains, tramways), navires et bateaux

²⁷ [RÈGLEMENT \(UE\) 2018/2005 DE LA COMMISSION du 17 décembre 2018 modifiant l'annexe XVII du règlement \(CE\) no 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances \(REACH\), en ce qui concerne le phtalate de bis\(2-éthylhexyle\) \(DEHP\), le phtalate de dibutyle \(DBP\), le phtalate de benzyle et de butyle \(BBP\) et le phtalate de diisobutyle \(DIBP\)](#)

Par le passé, les applications du DEHP comme plastifiant pour PVC souple étaient nombreuses et diverses : santé (poches de sang, équipements de dialyse...), agroalimentaire (films alimentaires), construction (câbles, tuyauterie, profilés (cadres pour fenêtres), ...), aménagement intérieur (revêtements de sol et de mur, rideaux de douche, tissus enduits...), textiles (toiles imperméables, cuir synthétique), chaussures (semelles), etc (INERIS, 2005).

Tableau 7. Utilisations passées du DEHP (Source : (Chapon V. et al., 2017)

Type d'articles	Exemple d'utilisation	Type d'usage
Article PVC		
Matériaux de revêtement de sol	Sol vinyle...	Intérieur
Matériaux de revêtement mural	Revêtement mural/papier peint en vinyle...	Intérieur
Tissus plastifiés	Vêtements, nappes, imitations cuir, matelas gonflables, gants, bagages...	Intérieur & extérieur
Films/papiers plastiques et produits enduits	Papiers d'emballage, rideaux de douches...	Intérieur & extérieur
Fils et câbles	Câbles informatiques, câbles électriques...	Intérieur & extérieur
Produits moulés	Jouets, semelles...	Intérieur & extérieur
Équipements médicaux	Tubes, poches, seringues...	Intérieur
Toitures plastifiées	Toitures plastifiées produites par calandrage, toitures plastifiées produites par enduction avec bobine	Extérieur
Tuyaux et profilés	Tuyaux, joints de fenêtre...	Intérieur & extérieur
Sous couche de protection ²⁸ pour châssis de voiture		Extérieur
Articles non-PVC		
Différents articles non-PVC	Certains mastics et adhésifs, laques et peintures, et encres pour impression...	Intérieur & extérieur

De façon très marginale, le DEHP, pour ses propriétés plastifiantes, faisait partie de la composition d'encres, peintures, laques, colles, adhésifs, céramiques à application électrique, fluides diélectriques, fluide diélectrique dans les condensateurs et papier (INERIS, 2005) (European Chemicals Bureau, 2008). De même, le DEHP était employé comme plastifiant pour des polymères autres que le PVC : résines vinyliques, esters cellulosiques (INERIS, 2005). Le DEHP pouvait aussi faire office d'agent anti-mousseux dans la production de papier et d'émulsifiant pour cosmétiques, parfums et pesticides.

²⁸ Protection à l'usure, la rouille et la corrosion

3 Rejets dans l'environnement

3.1 Émissions industrielles totales déclarées sur BDREP

En France, le DEHP fait partie des substances dont les rejets dans l'air, l'eau et le sol doivent être déclarés lorsqu'ils dépassent un certain seuil²⁹, à savoir 10 kg/an pour l'air, 1 kg/an pour l'eau et 1 kg/an pour le sol, comme imposé par le Règlement 166/2006/CE. Cette déclaration annuelle se fait sur le Registre des Emissions Polluantes, via le logiciel de saisie GEREPE (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 4 ci-dessous compile les données d'émission du DEHP vers les compartiments « Eau », « Air » et « Sol » entre 2008 et 2020. Cette compilation n'est pas une présentation exhaustive de toutes les émissions de DEHP, elle concerne seulement les émissions déclarées (données BDREP) des 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).

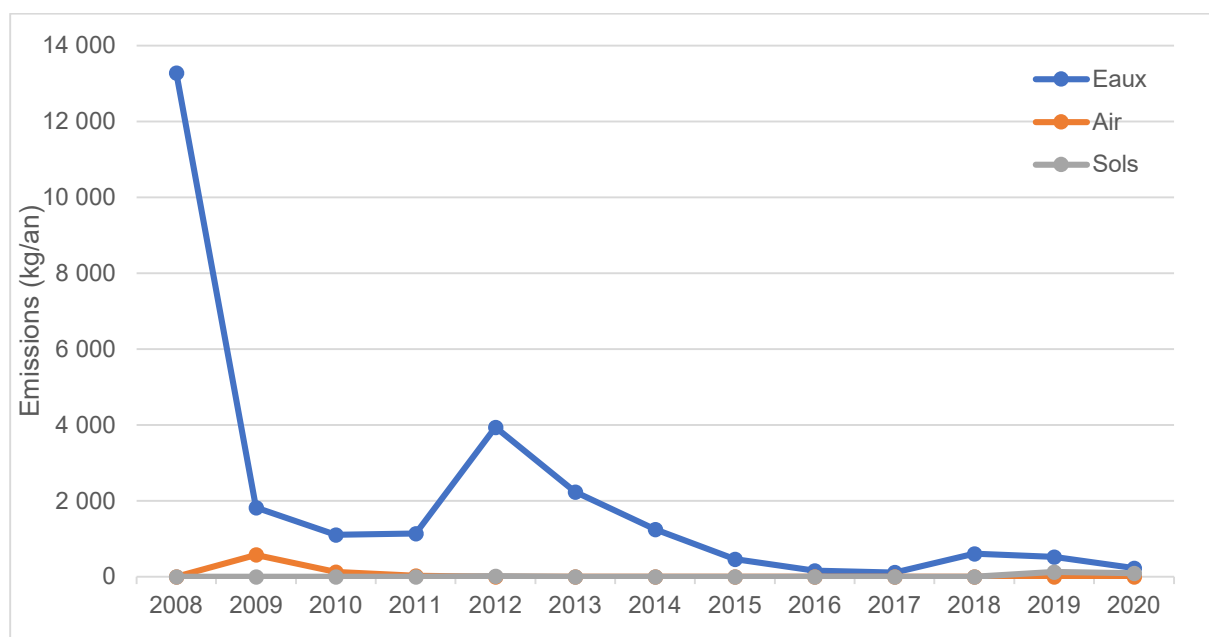


Figure 4 Evolution des émissions déclarées de DEHP entre 2008 et 2020 (Source : BDREP)

3.2 Émissions atmosphériques déclarées sur BDREP

Les flux de DEHP émis dans l'atmosphère et déclarés entre 2008 et 2020 via le logiciel GEREPE ainsi que le nombre de déclarants sont présentés dans le Tableau 8 et la Figure 5 ci-dessous.

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 atmosphériques déclarées de DEHP entre 2008 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)
2008	0	2	0	0	0
2009	578	3	1	193	578
2010	123	3	1	41	123
2011	20	2	1	10	20
2012	0	3	0	0	0
2013	0	1	0	0	0
2014	Pas de déclaration				
2015					
2016					
2017	0	1	0	0	0
2018	0	1	0	0	0
2019	Pas de déclaration				
2020					

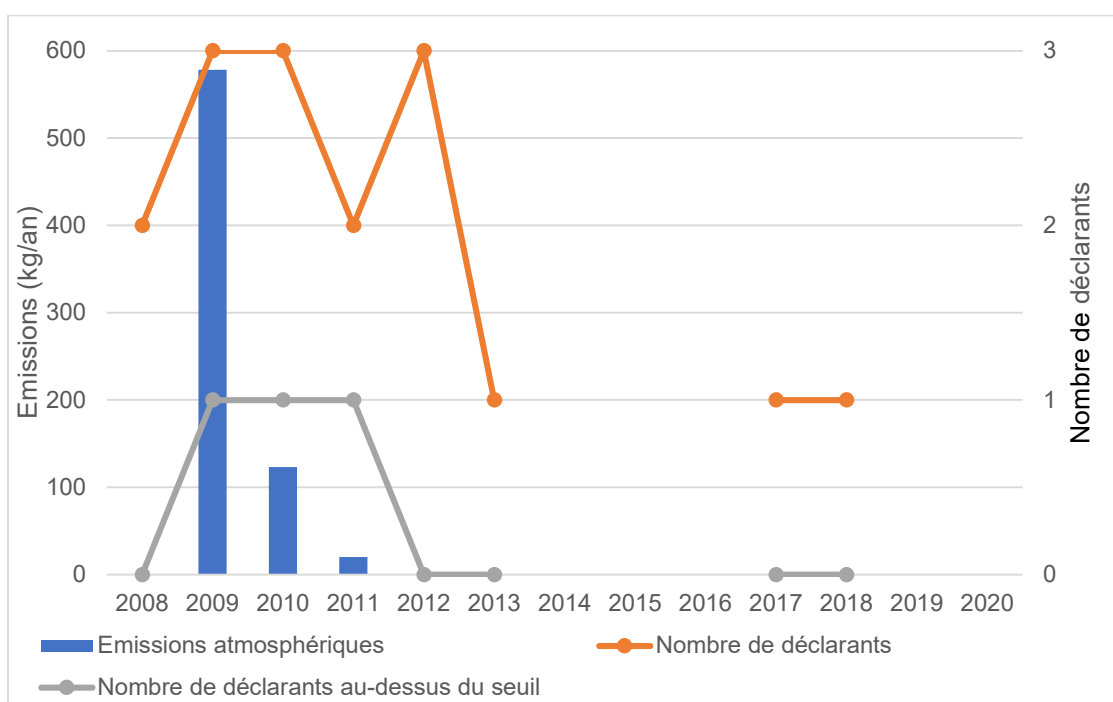


Figure 5 Evolution des émissions atmosphériques déclarées de DEHP entre 2008 et 2020 (Source : BDREP)

Les émissions atmosphériques de DEHP ont connu un pic en 2009 avec 578 kg émis au cours de l'année, puis ont chuté. Depuis 2012, seules 6 déclarations de rejets ont été remplies pour un total d'émission presque nul. Le secteur d'activité concentrant la quasi-totalité des émissions déclarées de DEHP est celui de la fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques. Les autres secteurs sont :

- Le décolletage
- La collecte et le traitement des eaux usées
- La fabrication de matériel de distribution et de commande électrique
- La fabrication d'autres équipements automobiles
- La fabrication de préparations pharmaceutiques
- Le commerce de gros alimentaires spécialisés divers
- La fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs électriques
- La fabrication d'équipements automobiles
- La fabrication de médicaments

Note : la précédente version de la FTE du DEHP (datant de 2005) faisait mention d'une estimation des émissions atmosphériques de DEHP lors de sa production de l'ordre de 600 kg/an.

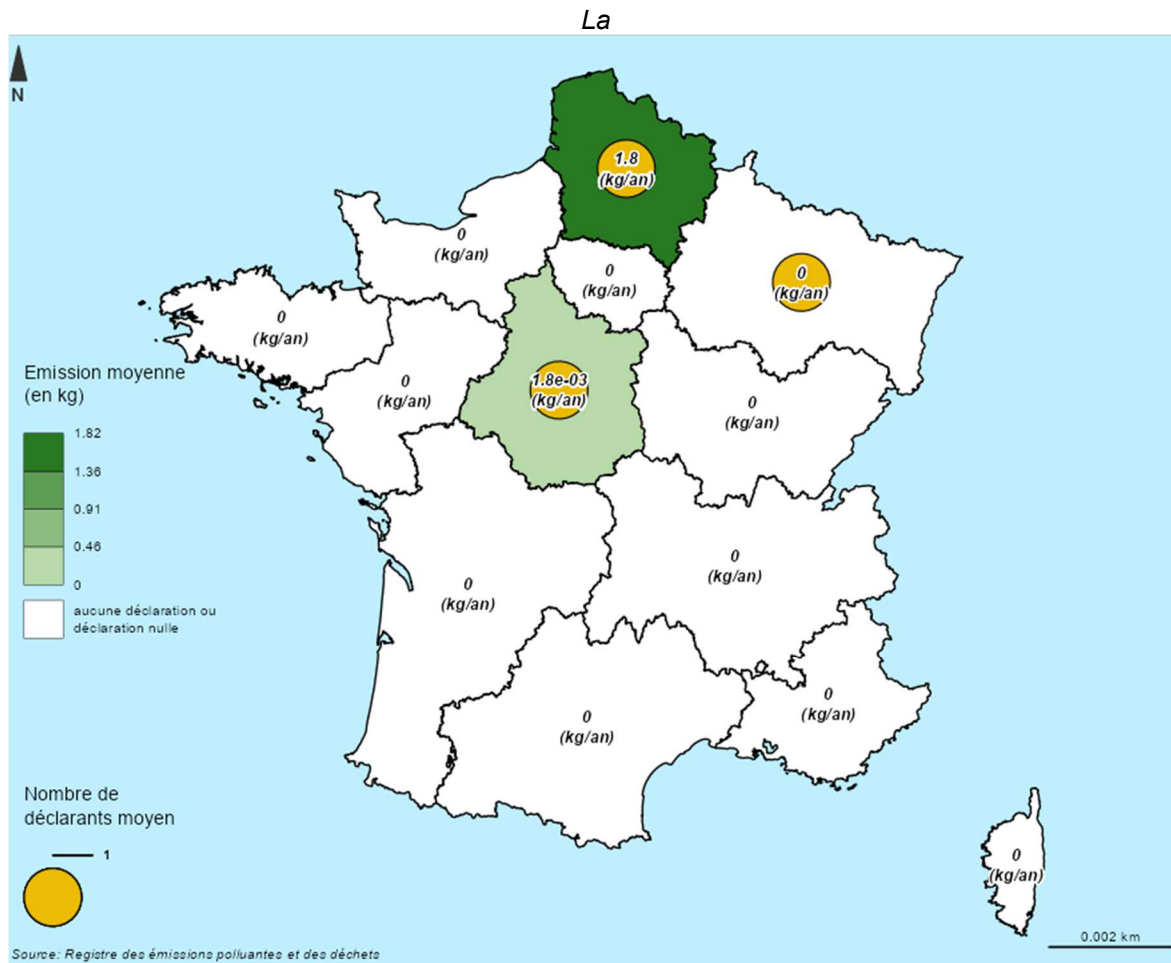


Figure 6 ci-après, illustre la répartition géographique des émissions atmosphériques de DEHP déclarées entre 2011 et 2021 et consignées dans la base nationale BDREP.

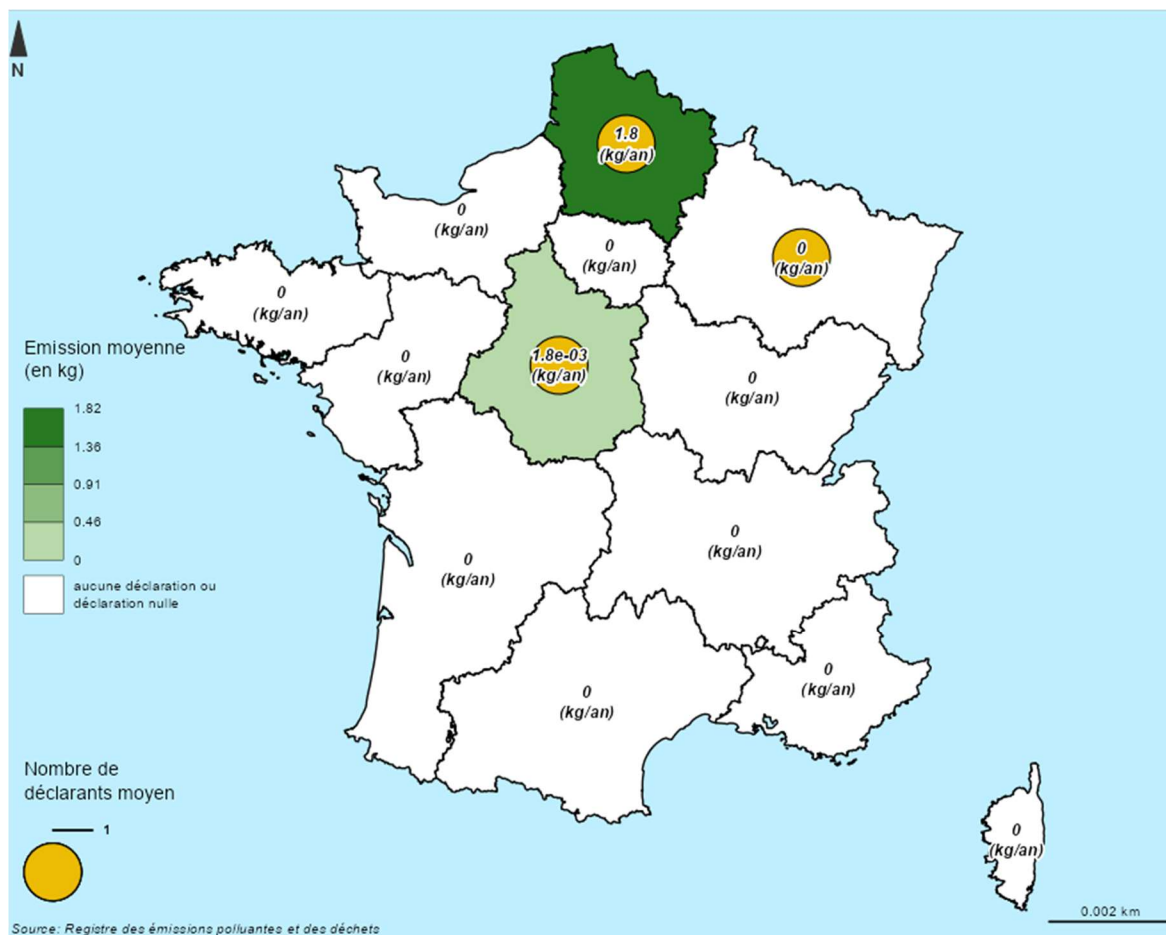


Figure 6 Répartition géographique des émissions atmosphériques moyennes de DEHP déclarées en France entre 2011 et 2021

Selon les flux d'émission disponibles sur la base de données BDREP, un site de plasturgie basé en région Hauts-de-France représente la quasi-totalité des émissions atmosphériques de DEHP entre 2008 et 2020. Le second site émetteur de DEHP dans l'atmosphère, dont le niveau d'émission est limité, est une entreprise de décolletage de métaux situé en région Centre Val de Loire.

Notes : - L'incinération est un procédé à haute température (proche des 1000°C) qui ne devrait pas constituer une source d'émission de DEHP compte-tenu de sa température de décomposition thermique inférieure à 400°C (sauf en cas de mauvais fonctionnement de l'installation). Néanmoins, cette information n'a pu être vérifiée dans la mesure où les études de présence des phtalates dans les émissions gazeuses et les mâchefers des incinérateurs sont rares et ne fournissent pas de données quantitatives (RECORD, 2015).

- L'usure des chaussures, pneus et matériaux de construction peuvent constituer des sources de DEHP dans l'air ambiant {INERIS, 2010 #73; Steven DESHAYES (LEESU), 2016 #107}.

3.3 Émissions vers les eaux

3.3.1 Émissions vers les eaux déclarées sur BDREP

La base de données BDREP compte deux types d'émissions 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 DEHP industriels totaux, directs et indirects vers les eaux est présentée dans le Tableau 9 et la Figure 7 Evolution des émissions déclarées de DEHP vers les eaux entre 2008 et 2020 (Source : BDREP)ci-dessous.

Tableau 9 Evolution des émissions déclarées de DEHP vers les eaux entre 2008 et 2020 (Source : BDREP)

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Emissions totales	kg/an	13 282	1 823	1 098	1 139	3 934	2 231	1 246	464	153	111	600	516	223
Rejets "Eau direct"	kg/an	13 275	1 821	1 098	1 138	3 777	2 216	1 204	242	115	77	579	429	164
	%/Totalité	100	100	100	100	96	99	97	52	75	70	96	83	74
Rejets "Eau indirect"	kg/an	7	2	0	1	157	15	41	222	38	33	21	87	59
	%/Totalité	0	0	0	0	4	1	3	48	25	30	4	17	26
Nombre de déclarants	/	37	28	33	46	48	59	69	63	59	49	64	60	51
Nombre de déclarants avec émissions > Seuil	/	22	14	19	32	24	28	33	21	15	16	27	16	10
Emissions moyennes	kg/an	379	65	33	25	82	38	18	7	3	2	9	9	4
Emissions maximales	kg/an	6 310	1 057	281	426	2 350	1 245	466	186	66	34	120	147	143

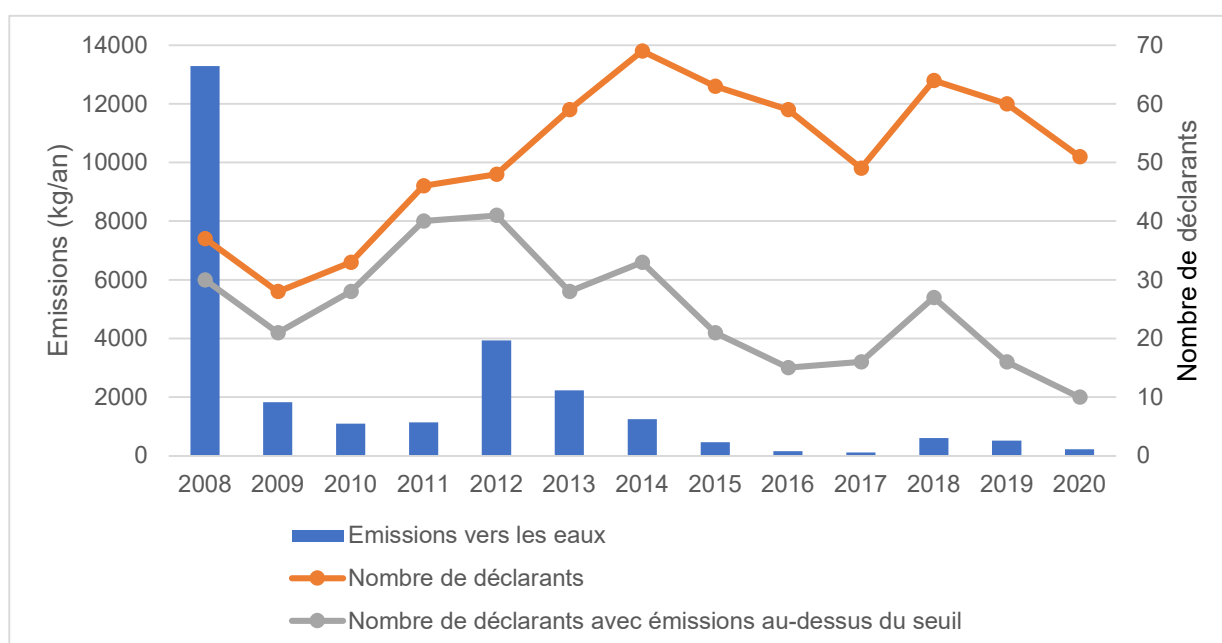


Figure 7 Evolution des émissions déclarées de DEHP vers les eaux entre 2008 et 2020 (Source : BDREP)

En 2008, un pic de rejets de DEHP est relevé provenant d'une entreprise de construction de réseaux pour fluides située en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et d'une entreprise de collecte et traitement des eaux usées en Normandie. Ces mêmes sites représentent respectivement 28% et 8% des rejets vers les eaux entre 2009 et 2020. Entre 2008 et 2020, les émissions « directes » représentent la majeure partie des effluents aqueux de DEHP. La tendance générale observée est à une diminution des rejets en DEHP vers les eaux.

Note : la précédente version de la FTE du DEHP (datant de 2005) faisait mention d'une estimation des émissions de DEHP vers les eaux lors de sa production de l'ordre de 600 kg/an.

Le nombre total de déclarations (compris entre 28 et 69) et le nombre de déclarations avec un niveau de rejet supérieur au seuil (compris entre 10 et 33) ont tous deux augmenté de façon similaire entre 2008 et 2012. Depuis 2012, le nombre de déclarants évolue autour de 60 et le nombre de déclarations de rejets supérieurs au seuil suit la même tendance à la baisse que les émissions vers les eaux. Le Tableau 10 et la Figure 8 ci-après, illustrent les dix secteurs d'activité les plus émetteurs de DEHP vers les eaux entre 2009 et 2020 en termes de cumul de flux d'émissions de DEHP (selon les données issues de la base de données BDREP).

Tableau 10 Dix secteurs d'activité les plus émetteurs de DEHP vers les eaux entre 2009 et 2020 en termes de cumul de flux d'émissions (Source : BDREP)

Secteurs d'activité	Emissions vers les eaux	
	(Kg/an)	(%)
Collecte et traitement des eaux usées	5551	41
Construction de réseaux pour fluides	3799	28
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	2922	22
Captage, traitement et distribution d'eau	229	1,7
Collecte de déchets non dangereux	187	1,4
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.	135	1,0
Administration publique générale	130	1,0
Fabrication d'huiles et graisses brutes	115	0,9
Location et location-bail d'autres biens personnels et domestiques	91	0,7
Fabrication de produits azotés et d'engrais	84	0,6

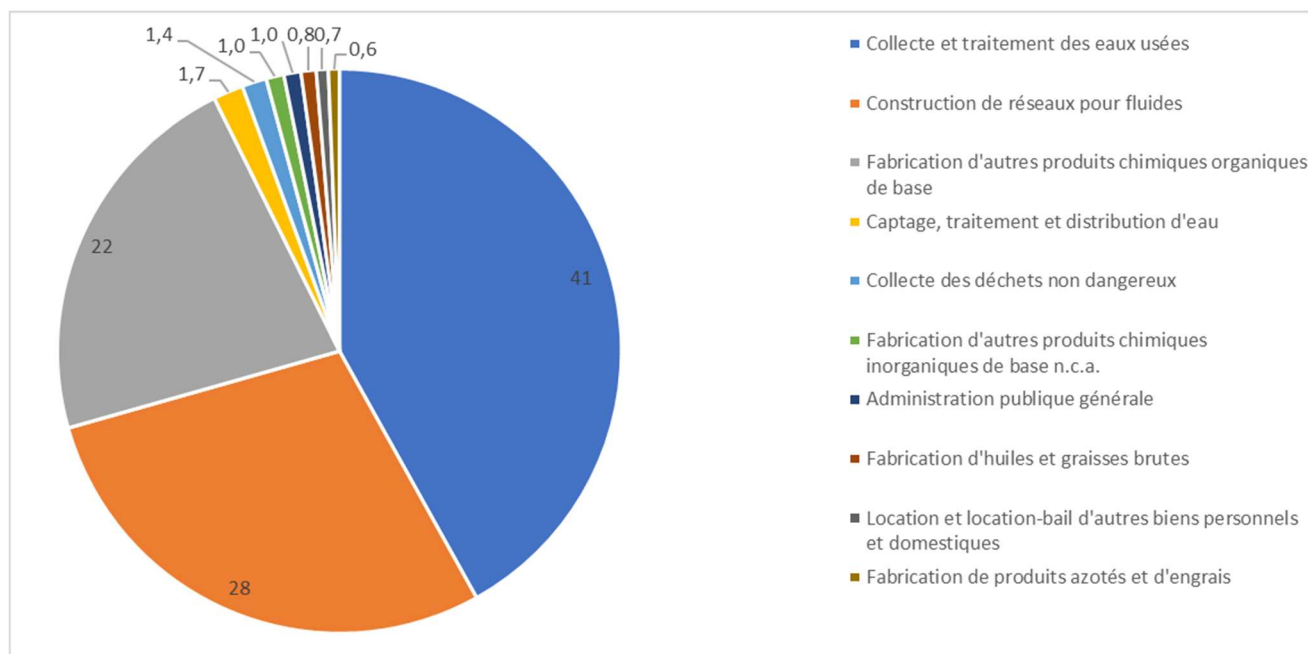
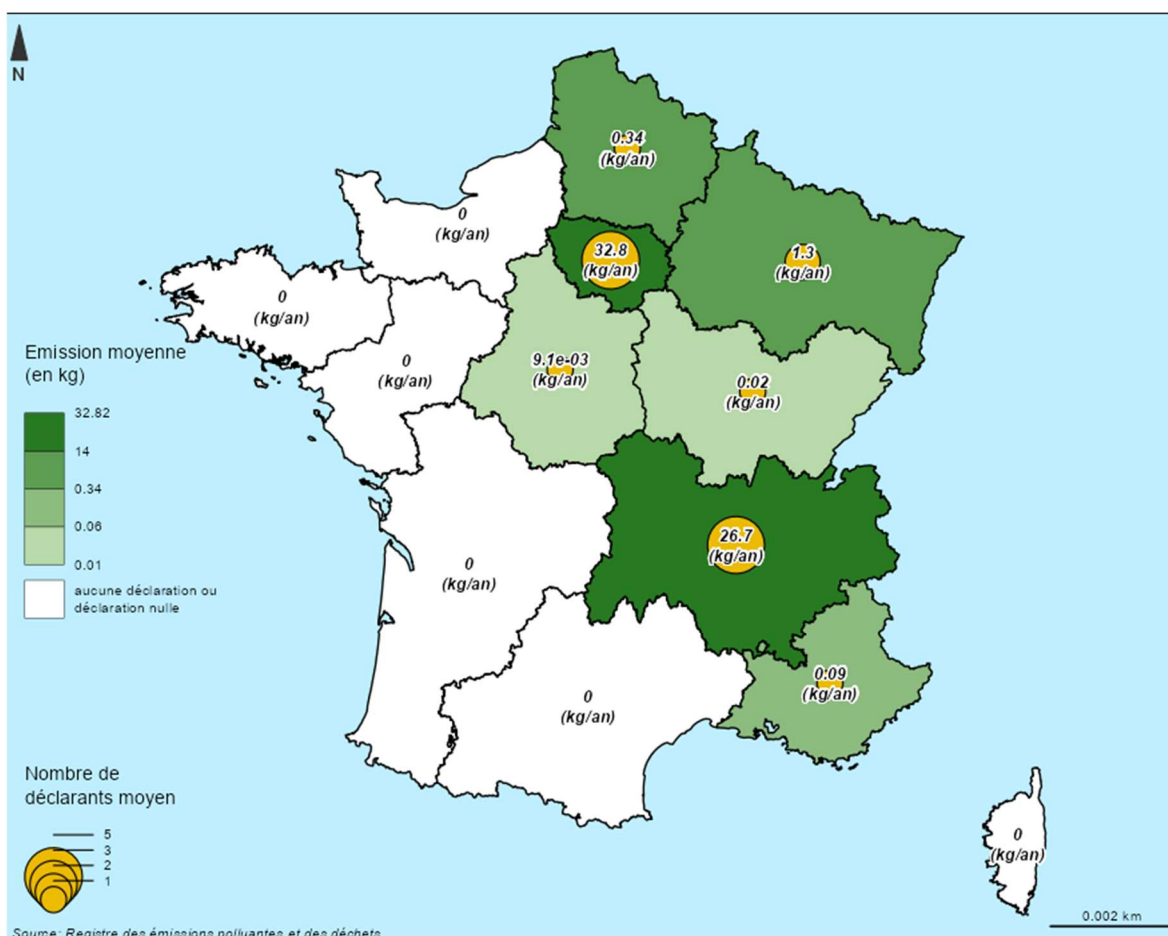


Figure 8 Répartition sectorielle des émissions de DEHP vers les eaux entre 2009 et 2020 (Source : BDREP)

La collecte et le traitement des eaux usées représentent près de la moitié des émissions de DEHP vers les eaux. Notons que la 3^{ème} campagne de mesure des micropolluants dans les rejets de stations de traitement des eaux usées urbaines (RSDE STEU 3) effectuée entre 2017 et 2020, a identifié le DEHP comme substance déclenchant (*Ineris, 2021*) :

- le plus de significativités en entrée de station : pour plus de 95 % des STEU, le flux moyen de DEHP était supérieur au seuil de déclaration dans l'eau prévu par l'arrêté du 31 janvier 2008 modifié (seuil GEREPE)
- un nombre important de significativités en sortie de station : pour 26 % des STEU, le flux moyen de DEHP était supérieur au seuil GEREPE et/ou le flux moyen journalier de DEHP était supérieur à 10% du flux journalier théorique admissible par le milieu récepteur.

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** représentent respectivement les répartitions géographiques des émissions moyennes des rejets directs et des rejets indirects de DEHP vers les eaux entre 2011 et 2021



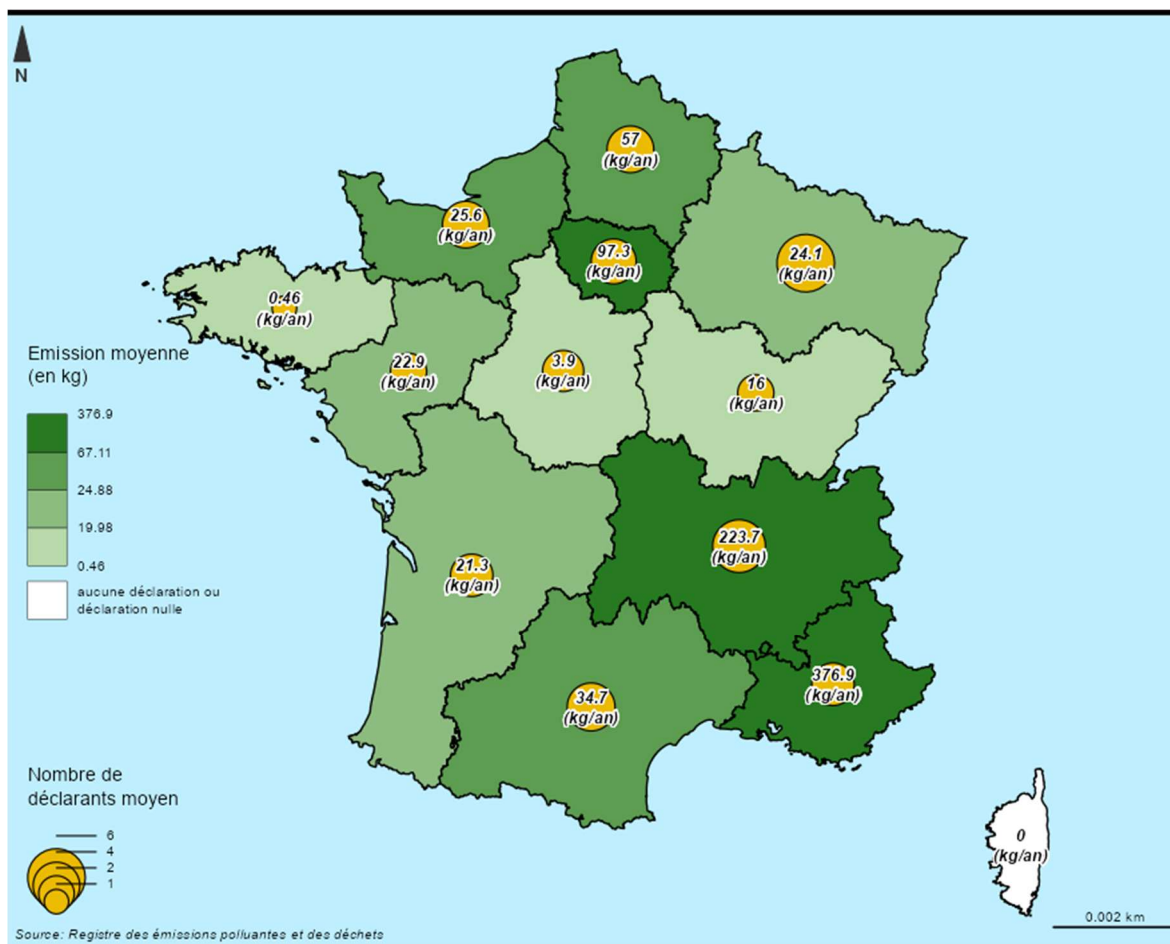


Figure 10. Répartition géographique des émissions moyennes de DEHP déclarées dans l'eau (rejet direct) en France entre 2011 et 2021

3.3.2 Emissions directes vers les eaux de surface

Le DEHP peut être présent dans les eaux de ruissellement et trouve pour origine les déchets laissés sur les voies publiques et les PVC extérieurs. Deux cas de figure peuvent se présenter (INERIS, 2010) :

- s'il s'agit d'un réseau séparatif d'assainissement³¹, ces eaux chargées en DEHP peuvent être déversées dans un cours d'eau
- dans le cas d'un réseau unitaire d'assainissement³², la saturation des systèmes de collecte des eaux usées lors d'un épisode pluvieux intense peut mener au débordement des réseaux d'assainissement vers un cours d'eau

Le projet Roulépur {Steven DESHAYES (LEESU), 2016 #107} axé sur la contamination en micropolluants des eaux de ruissellement de voirie et de parking apporte des informations sur les occurrences et les concentrations de DEHP dans les eaux de ruissellement (cf. Tableau 11). Ces données sont issues d'études nationales et internationales (mémoire de doctorat ou d'articles dans des journaux internationaux) qui se basent sur des échantillons prélevés en zones résidentielles, zones urbaines, zones commerciales, zones routières (autoroutes, etc.).

³¹ Le système séparatif d'assainissement collecte les eaux usées domestiques (salle bain, cuisine, WC...) et les eaux pluviales dans deux réseaux différents : le réseau d'eaux usées doit mener les eaux à une station d'épuration et le réseau d'eaux pluviales renvoie les eaux directement dans les rivières

³² Le réseau unitaire mène dans la même canalisation les eaux usées domestiques et les eaux pluviales vers une station d'épuration

Tableau 11. Occurrences et concentrations du DEHP dans les eaux de ruissellement

Etudes	Type d'eau de ruissellement	Nombre d'échantillons	Occurrence du DEHP	Concentrations (µg/l)			
				Min	Moy	Med	Max
(Wicke, 2015)	Voirie stricte	14	100 %		0,74		
(Sablayrolles, 2011)	Voirie stricte	10		1,3		11	17
(Clara, 2010)	Voirie stricte	8	100 %	0,45			8,5
(Stachel, 2010)	Voirie stricte	7	100 %	6		8,6	78
(Zgheib, 2012)	Urbain	16	100 %	3		22	58
(Björklund, 2009)	Urbain		23 %	< 0,1			5,0
Projet REGARD ³³			92 %				

D'après le Tableau 11, exception faite de Björklund et al. (2009), toutes les publications affichent une très forte occurrence (> 92%) pour le DEHP. Il semble difficile de comparer eaux de ruissellement urbaines avec les eaux de ruissellement de voirie. Cependant dans le projet OGRE (Wicke, 2015), il a été mis en évidence que les concentrations en DEHP étaient non négligeables dans les eaux de ruissellement de voirie par rapport aux eaux de bâtiments. En outre, en comparant les concentrations dans les retombés atmosphériques et dans les eaux de ruissellement, Sablayrolles et al. (2011) ont démontré l'apport non négligeable de la voirie par rapport aux retombés atmosphériques. En effet, alors que la concentration moyenne du DEHP dans les eaux de ruissellement de voiries est de 11 µg/l, la concentration maximale en DEHP retrouvée dans les eaux pluviales était de 1 µg/l.

Notons que ces données sont antérieures aux mesures réglementaires qui restreignent l'emploi du DEHP au niveau de la construction automobile, notamment pour la production des pneus, des plastiques (à l'extérieur du véhicule ou sous le capot) et des peintures de carrosserie. Il se pourrait donc que les concentrations de DEHP dans les eaux de ruissellement de voirie aient diminué.

3.4 Émissions vers les sols

3.4.1 Emissions déclarées sur BDREP

Le registre français des émissions polluantes pour les installations soumises à déclaration (BDREP) n'a répertorié que 4 déclarations d'émissions de DEHP vers les sols entre 2008 et 2020 dont 3 pour des rejets supérieurs au seuil (cf. Tableau 12).

Tableau 12. Déclarations d'émissions de DEHP vers les sols entre 2008 et 2020

Année	Secteur	Emission vers le sol (kg/an)	Emission au-dessus du seuil
2012	Collecte et traitement des eaux usées	12	Oui
2013	Collecte et traitement des eaux usées	0	Non
2019	Administration publique générale	124	Oui
2020	Administration publique générale	89	Oui

Le secteur d'activité le plus représenté en termes d'émissions vers les sols est celui de la collecte et du traitement des eaux usées (soit les stations d'épuration).

³³ <https://www.bordeaux-metropole.fr/Vivre-habiter/Connaitre-son-environnement/REGARD-Lutte-contre-les-micropolluants/Presentation-du-projet-REGARD>

Les émissions des stations d'épuration vers les sols sont traitées plus en détail dans le paragraphe 3.4.2.

3.4.2 Boues de STEP

Les stations d'épuration (STEP) dégradent nombre de micropolluants mais du fait de son coefficient de partage carbone organique/eau élevé³⁴ (HSBD, 2015), le DEHP³⁵ a tendance à s'adsorber sur les sédiments et matières en suspension (cf. paragraphe 4.1.2), et donc à être transféré vers les boues.

Ces boues peuvent ensuite être utilisées en agriculture comme engrais, incinérées ou mises en décharge (cf. Figure 11 ci-dessous).

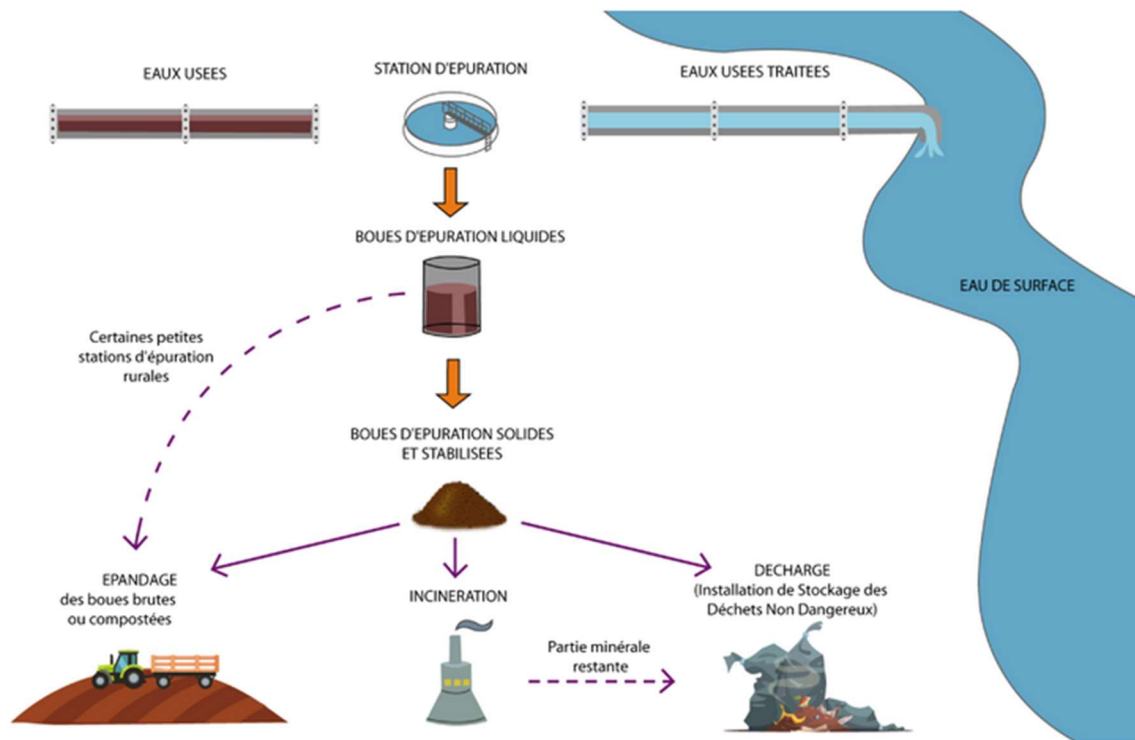


Figure 11. Production, traitement et filières de valorisation des boues de station d'épuration (notre-planete.info)

En 2017, la France a éliminé 809 000 tonnes de boues de STEP par quatre voies d'élimination (EUROSTAT) :

- L'épandage agricole (617 kT - 76%), soit par épandage direct (299 kT - 37%), soit suite à une étape de compostage³⁶ (318 kT - 39%)
- L'incinération (149 kT - 18%)
- La mise en décharge (13 kT - 2%)
- Autres voies non-déterminées (30 kT - 4%)

La Figure 12 ci-dessous illustre la répartition des différentes voies d'élimination des boues des STEP française en 2017.

³⁴ Koc = 165000 L/kg

³⁵ La présence du DEHP dans les eaux usées peut provenir du nettoyage de revêtements de sol, de l'usure de chaussures...

³⁶ le compostage consiste à mélanger les boues avec des déchets verts pour qu'elles soient dégradées par des bactéries, champignons... en présence d'oxygène

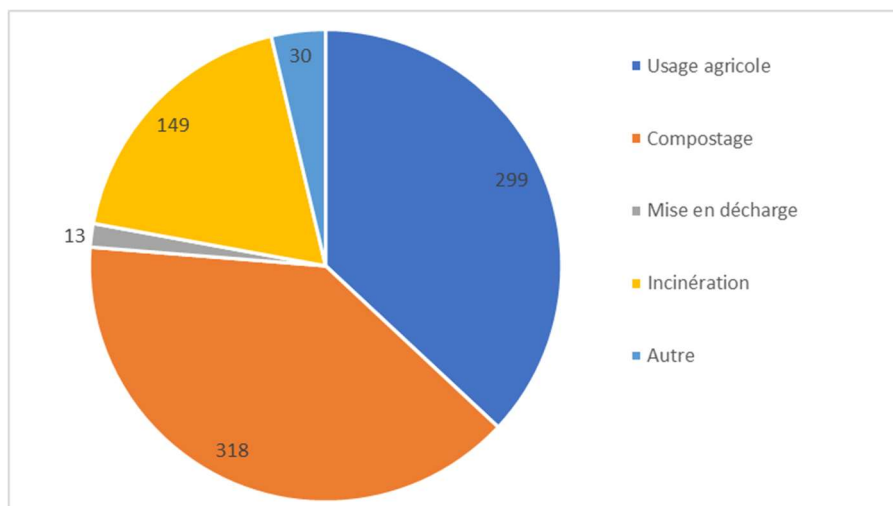


Figure 12. Destination des boues d'épuration en France en 2017 (en kT)

Le programme de recherche AMPERES (2006-2009) a permis d'acquérir des données sur les teneurs en DEHP contenues dans les boues traitées de 21 STEU urbaines (E. U. INERIS, 2012) :

- Le DEHP se trouvait majoritairement dans la fraction particulaire et était fréquemment retrouvé dans les boues avec une fréquence de quantification supérieure à 70 %
- Les teneurs moyennes de DEHP étaient supérieures à 10 mg/kg

Dans le cadre du projet AMPERES, l'étude de six STEP a mis en évidence une concentration moyenne de 32,4 mg/kg de DEHP avec un écart-type de 16,5 mg/kg (J.-M. CHOUBERT, 2011).

Puisqu'en 2017, 299 000 tonnes de boues ont été épandues en France (EUROSTAT), en se basant sur les données de concentration moyenne de DEHP dans les boues du projet AMPERES, le flux moyen annuel de DEHP lié à l'épandage des boues pourrait s'élever à 9,69 tonnes de DEHP (cette estimation ne prend pas en compte l'épandage des boues compostées qui pourraient être susceptibles de contenir du DEHP).

A ce jour, il n'existe pas de seuil réglementaire portant sur la concentration de DEHP dans les boues d'épandage et les composts³⁷.

La quantité maximale de boues épandables tous les 10 ans est de 30 t de MS/ha ce qui pourrait correspondre à un apport moyen annuel de DEHP de 97 g/ha. Notons que 2,5 à 3 % de la surface agricole utile est concernée (G. G. INERIS, Julien DALVAI,, 2014).

3.4.3 Lixiviats de centres d'enfouissement

Les eaux météoriques s'infiltrant dans les massifs de déchets des centres d'enfouissement génèrent des lixiviats qui sont pompés et traités. Les lixiviats sont traités en station pendant les 30 premières années d'exploitation du centre d'enfouissement, par la suite, le traitement est simplifié (par exemple en lagune...). Suite à l'action commune du vieillissement et du lessivage des matériaux des déchets, les lixiviats peuvent comporter du DEHP. Le DEHP potentiellement présent peut alors être transféré, lors du traitement des lixiviats, vers des boues de station pour lesquelles il existe deux débouchés : elles peuvent être retraitées (par incinération, inertage en zone d'enfouissement spécifique...) ou stockées dans le même centre d'enfouissement.

Note : en cas de drainage des lixiviats défaillant ou de mauvaise étanchéité des casiers, le centre d'enfouissement peut constituer une source d'émission du DEHP vers les sols (RECORD, 2015).

³⁷ Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées et Norme NFU 44-095

La concentration de DEHP dans les lixiviats est très variable, elle dépend de la nature des déchets stockés, de la date de mise en service du centre d'enfouissement, des conditions de dégradation (température, pluviométrie) et du mode d'exploitation (hauteur des déchets, surface exploitée, compactage...). Une compilation de données réalisée à partir de 27 publications internationales faisant état de lixiviats de centres d'enfouissement situés principalement en Europe et aux Etats-Unis et couvrant une période allant de 1977 à 2000 permet de dégager une fourchette de concentration du DEHP dans les lixiviats comprise entre 0,6 et 236 µg/l (*RECORD, 2015*).

L'étude réalisée par RECORD a fait la synthèse des travaux d'estimation de phtalates depuis les décharges et a conclu que les quantités émises dans les lixiviats était de l'ordre d'un gramme par tonne de déchets sec. Cette estimation se base essentiellement sur une étude réalisée par Bauer & Herrmann en 1996 à partir d'échantillons prélevés dans des décharges en Allemagne (*RECORD, 2015*).

3.5 Pollutions historiques et accidentelles

- Base InfoSols

La base de données InfoSols³⁸ 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, aucun site n'est répertorié dans cette base de données pour une pollution (potentielle ou avérée) au DEHP.

- Base de données ARIA

La base de données ARIA³⁹ (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 1993, 3 accidents impliquant du DEHP ont été déclarés sur la base de données ARIA, le dernier datant de 2010 :

- Une fuite de chargement d'un poids-lourd contenant un produit de traitement de bois (indice « Matières dangereuses relâchées » de grade 1)
- Une réaction accidentelle avec émanations lors du pompage de déchets dans une usine d'incinération (indice « Matières dangereuses relâchées » de grade 1)
- Le déversement de DEHP dû à un camion accidenté

³⁸ <https://monaiot.developpement-durable.gouv.fr/actualite/lancement-dinfosols>

³⁹ <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

4 Devenir et présence dans l'environnement

4.1 Comportement dans l'environnement

4.1.1 Dans l'atmosphère

S'il est rejeté dans l'air, avec une pression de vapeur d'environ 10^{-6} Pa à 25 °C le DEHP existera à la fois en phase vapeur et en phase particulaire dans l'atmosphère. Le DEHP en phase vapeur sera dégradé dans l'atmosphère par réaction avec des radicaux hydroxyles produits par photochimie. La demi-vie de cette réaction dans l'air est estimée à 16 heures. Le DEHP en phase particulaire sera éliminé de l'atmosphère par dépôt humide et sec. Cette substance contient des chromophores qui absorbent à des longueurs d'onde >290 nm et, par conséquent, peut être sensible à la photolyse directe par la lumière solaire. (HSBD, 2015)

4.1.2 Dans le milieu aquatique

La volatilisation à partir de la surface de l'eau ne devrait pas être un processus important du devenir de ce composé, du fait de sa constante estimée de la loi d'Henry de $2,7 \times 10^{-7}$ atm.m³/mol. Les valeurs de FBC⁴⁰ de $<0,1$ à 850 suggèrent que la bioconcentration de cette substance dans les organismes aquatiques est faible à élevée. Le DEHP devrait s'adsorber sur les solides en suspension et les sédiments du fait de ses valeurs de Koc élevées (87 420 à 510 000). (HSBD, 2015)

4.1.3 Dans le milieu terrestre

Si le DEHP est libéré dans le sol, il ne devrait pas être mobile, du fait de son Koc (une substance est considérée comme étant très peu mobile lorsque son Koc est supérieur à 500). De plus, la pression de vapeur du DEHP étant inférieure à 100 Pa, le DEHP ne devrait pas se volatiliser à partir des surfaces sèches du sol. (HSBD, 2015)

4.2 Présence dans l'environnement

4.2.1 Dans le milieu aquatique

La base de données Naïades⁴¹ recense, entre 2019 et 2021, 42 916 analyses de DEHP dans des eaux. Parmi ces mesures, 1820 (soit 4 %) présentent des concentrations de DEHP supérieures à la limite de quantification comprise entre 0,2 et 20 µg/L et 205 échantillons présentent des concentrations de DEHP supérieures à sa NQE⁴² évaluée à 1,3 µg/L. Les concentrations de DEHP médiane, du 75^{ème} percentile, du 95^{ème} percentile et maximale s'élèvent respectivement à 0,49 µg/L, 0,78 µg/L, 2,2095 µg/L et 78,6 µg/L (le site mesurant la plus forte teneur en DEHP est un cours d'eau de la région Centre Val de Loire).

Entre 2019 et 2021, d'après la base de données Naïades, 1 360 analyses de DEHP sont recensées sur matrice sédiment. Parmi celles-ci, 617 mesures (soit 45 %) présentent des concentrations de DEHP supérieures à la limite de quantification comprise entre 10 et 200 µg/kg et aucune mesure de concentration en DEHP n'est supérieure à la PNEC (évaluée à 100 000 µg/kg). La concentration médiane s'élève à 173 µg/kg, celle du 75^{ème} percentile à 379 µg/kg et celle du 95^{ème} percentile à 1592,2 µg/kg. La concentration maximale s'élève à 8 260 µg/kg et correspond à un prélèvement de sédiments effectué en Auvergne-Rhône-Alpes.

Le DEHP a été quantifié dans 83 échantillons de matières en suspension entre 2019 et 2021, avec 90 % des mesures (soit 75 analyses) supérieures à la limite de quantification de 100 µg/kg. Les concentrations médianes, du 75^{ème} percentile et du 95^{ème} percentile s'élèvent respectivement à 388 ; 823 et 10 359 µg/kg. La concentration maximale de DEHP dans des matières en suspension (de 16 057 µg/kg) a été mesurée dans un échantillon prélevé en région Nouvelle Aquitaine.

⁴⁰ Facteur de BioConcentration

⁴¹ <http://naiades.eaufrance.fr/>

⁴² Norme de Qualité Environnementale

L'étude des concentrations médianes de DEHP dans les eaux de surface entre 2011 et 2021 (issues de la base de données Naïades) ne met pas en évidence d'évolution des teneurs (d'approximativement 0,5 µg/l) en dépit des mesures réglementaires restrictives visant cette substance (cf. Figure 13).

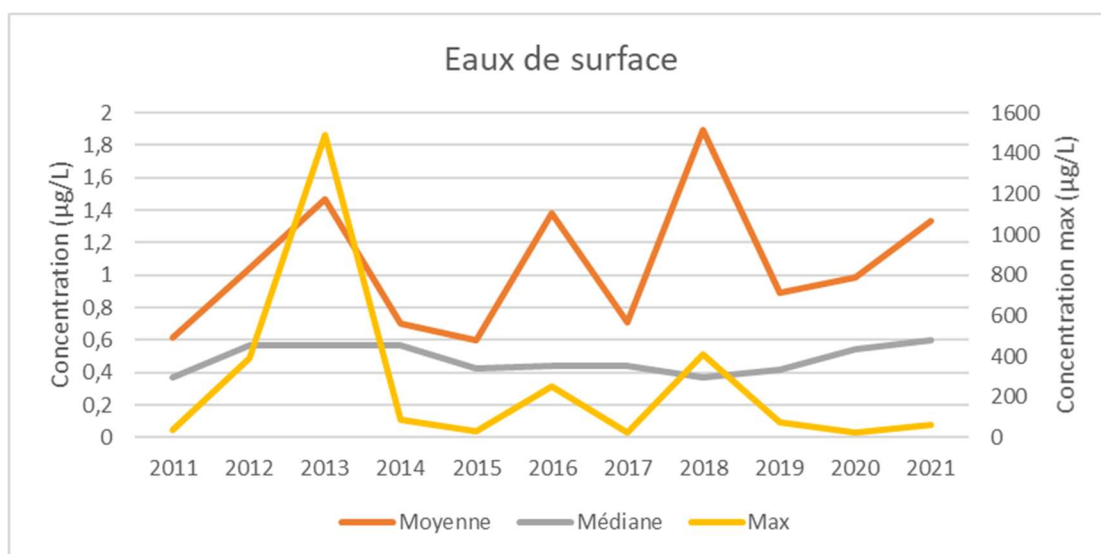


Figure 13. Evolution des concentrations de DEHP dans les eaux de surface en France entre 2011 et 2021 (Source : Naïades)

La concentration en DEHP en France dans les sédiments semble suivre une légère tendance à la baisse entre 2011 et 2021 mais qui reste à confirmer (cf. Figure 14 ci-dessous).

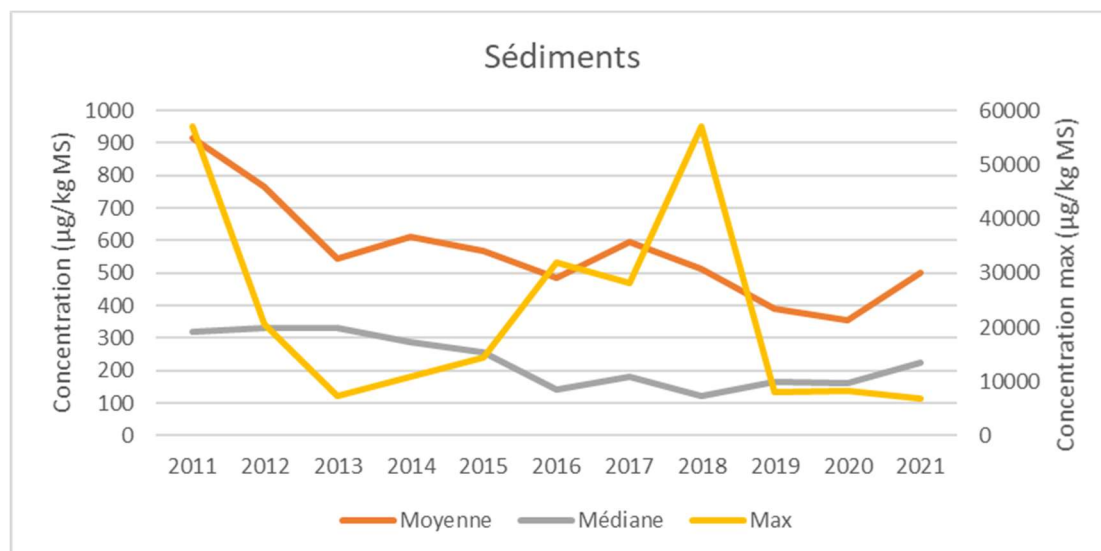


Figure 14. Evolution des concentrations de DEHP dans les sédiments en France entre 2011 et 2021 (Source : Naïades)

4.2.2 Dans le milieu terrestre

4.2.2.1 Dans eaux souterraines

D'après la base de données ADES⁴³, entre 2019 et 2021, 15 901 analyses de DEHP sur des eaux souterraines ont été effectuées pour 3 041 points de mesure. Parmi celles-ci, 552 mesures (soit 3 %) présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification comprise entre 0,2 et 1 µg/L. La concentration médiane s'élève à 0,4 µg/L. La valeur du 75^{ème} percentile est 0,8 µg/L et la valeur du 95^{ème} percentile est 2,5 µg/L. La concentration maximale s'élève à 1 040 µg/L et correspond à un prélèvement effectué dans une commune d'Auvergne-Rhône-Alpes.

En 2011, le BRGM a mené une campagne exceptionnelle (CAMPEX) d'analyses des substances présentes dans les eaux souterraines en métropole. Le DEHP a fait l'objet de 746 mesures dont 147 (soit 20 %) présentent une concentration de DEHP supérieure à la limite de quantification de 0,4 µg/L, la concentration maximale s'élève à 3,0 µg/L et correspond à un prélèvement issu d'une fontaine située en Occitanie (EAUFRANCE 2015).

L'étude des concentrations médianes de DEHP dans les eaux souterraines en France entre 2011 et 2021 (cf. Figure 15 ci-dessous) n'a pas mis en évidence d'augmentation ou de diminution des teneurs (qui s'élèvent approximativement à 0,4 µg/l).

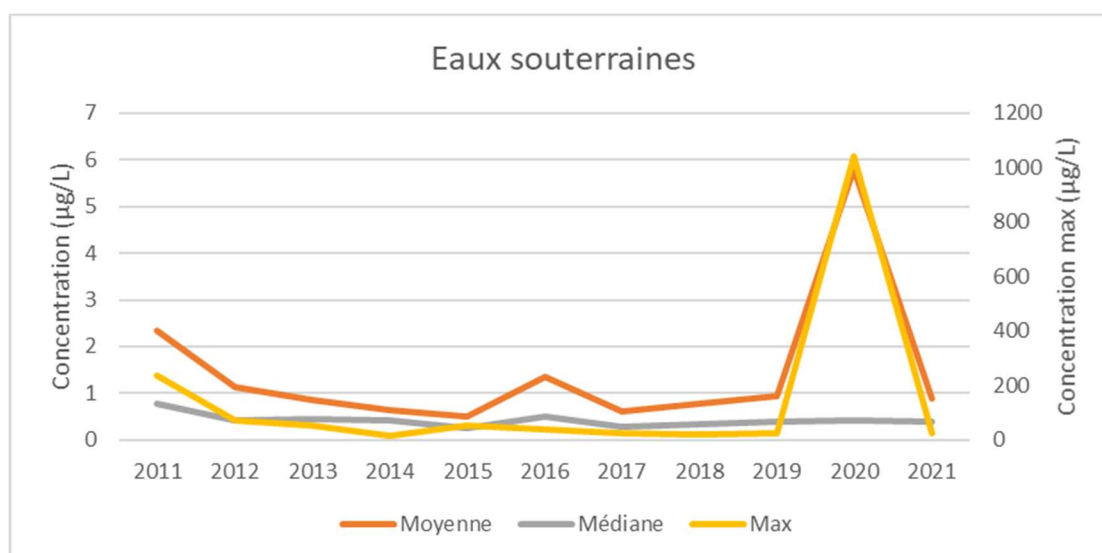


Figure 15. Evolution des concentrations de DEHP dans les eaux souterraines en France entre 2011 et 2021 (Source : Ades)

4.2.2.2 Dans les sols

Des relevés de 12 sols en Île-de-France ont mesuré des concentrations de DEHP de 1000 à 10 000 ng/g ((Elodie Moreau-Guigon, 2013)).

Une étude menée en Chine a mesuré la teneur en phtalates, dont le DEHP, de sols de différentes natures (Shaofei Kong, 2012). Les résultats pour les sols étudiés triés par ordre croissant de concentration sont : les sols de vergers, les terres agricoles, les terres en friche, les terres maraîchères. Cette concentration plus élevée pour le maraîchage pourrait être due à l'utilisation des films plastiques pour protéger les cultures.

⁴³ <https://ades.eaufrance.fr/>

4.2.3 Dans l'air

4.2.3.1 Air ambiant

La concentration en DEHP dans l'air en Île-de-France a été mesurée au cours des années 2010 et 2011 ((*Elodie Moreau-Guigon, 2013*)).

La concentration dans l'air parisien est de l'ordre de 10 à 100 ng/m³ et celle en milieu forestier (Fontainebleau) est inférieure d'un facteur 5 ng/m³. Cette tendance s'observe également par bio indication avec la teneur en DEHP adsorbée sur des feuilles de platane.

4.2.3.2 Air intérieur

Le DEHP n'est pas chimiquement lié au polymère dans lesquels il est incorporé comme plastifiant, il peut donc migrer à la surface du matériau (si sa production était antérieure aux restrictions réglementaires) et être émis dans le milieu environnant : dans les logements, écoles, bureaux, véhicules (par l'intermédiaire des revêtements de sol, meubles, jouets, rideaux).

Des mesures de DEHP effectuées par l'observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dans l'air intérieur de logements a mis en évidence la présence de DEHP dans l'ensemble des logements enquêtés avec des niveaux de concentration compris entre 10 et 100 ng/m³ pour 55% des logements et supérieurs à 100ng/m³ pour les autres logements (*Portail notre-environnement.gouv.fr*).

En France, des concentrations de DEHP dans l'air et les poussières intérieures ont été mesurées dans un échantillon de 30 logements entre 2010 et 2011 : le DEHP était présent systématiquement dans les poussières décantées et les particules en suspension dans l'air et dans 10% des échantillons gazeux avec des concentrations médianes s'élevant réciproquement à 0,289 mg/g, 0,0415 mg/g et à moins 10 ng/m³ (*Blanchard O, 2014*).

Une étude menée dans 30 écoles françaises entre 2009 et 2010 a mis en évidence la présence DEHP dans l'air et dans les poussières avec des concentrations médianes de 108 ng/m³ et 1,43 mg/g (*G. Raffy, 2017*).

L'OQAI a conduit entre 2013 et 2017 une campagne nationale de mesure de la qualité de l'air dans 301 écoles de France métropolitaine. Cette étude a mis en évidence la présence de DEHP dans moins de 10% des mesures et que les niveaux de concentration en jeu avaient tendance à être plus élevés dans les écoles que dans les logements (*Observatoire de la qualité de l'air intérieur, 2018*).

5 Perspectives de réduction des émissions

5.1 Réduction des émissions du DEHP

5.1.1 Élimination du DEHP lors du recyclage du PVC

Le recyclage du PVC soulève des questions concernant les risques potentiels pour la santé humaine ou l'environnement lorsque ce plastifiant hérité des matériaux est également recyclé^{44,45}.

Néanmoins l'objectif au niveau européen est de développer le recyclage car cette pratique permettrait de réduire l'utilisation de matières premières dont les ressources sont limitées, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de certains polluants, de relocaliser une partie de la production de plastique et de réduire la présence de déchets et de polluants (dont le DEHP) dans l'environnement.

Plusieurs projets menés par la Commission Européenne, dont par exemple le projet Circular Flooring⁴⁶, visent à développer des procédés de recyclage de PVC avec élimination ou transformation du DEHP. Par exemple, Circular Flooring développe un procédé pour recycler des dalles de sol souples en fin de vie.

Ce procédé s'appuie sur deux processus :

- le procédé CreaSolv® dont le but est de séparer le PVC contenu dans les dalles de sol des autres composés dont les phtalates (dont le DEHP), et d'améliorer le PVC récupéré à l'aide d'additifs afin de pouvoir le réemployer pour la production de revêtements de sol
- le processus d'hydrogénation catalytique permettant de transformer les phtalates extraits précédemment par la technologie Creasolv® en substances chimiques (principalement en plastifiants) non dangereux (par exemple en DINCH², un plastifiant pour PVC).

Encore en cours lors de la rédaction de cette fiche, le projet Circular Flooring devrait s'achever début 2024.

5.1.2 Émissions issues de l'épandage des boues de STEP

Les boues provenant des stations d'épuration sont susceptibles de contenir du DEHP, leur épandage sur les surfaces agricoles peut représenter une source d'émission de DEHP vers les sols (cf. paragraphe 3.4.2). Afin d'éviter ces émissions, quatre solutions alternatives à l'épandage émergent :

- l'incinération spécifique ;
- la co-incinération en unité d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) ;
- la co-incinération en unité de cimenterie ;
- l'oxydation en voie humide (OVH).

Une autre solution de réduction des émissions de DEHP pourrait résider dans des traitements des boues avant épandage plus performants ou bien dans la réduction de la concentration de DEHP dans les eaux usées (cf. paragraphe 5.2).

A titre d'exemple, une étape de compostage des boues de STEP pourrait réduire de plus de 50% la concentration de DEHP (au cours de compostage des boues, des polluants organiques sont biodégradés par l'activité des microorganismes) (*Thi Thanh Ha Pham, 2010*).

5.1.2.1 L'incinération spécifique

L'incinération spécifique (en four à lit de sable fluidisé) s'adresse principalement aux stations d'épuration urbaines de taille supérieure à 200 000 équivalents habitants (EH) et présente l'avantage de couvrir en totalité ou partiellement les besoins thermiques de la station d'épuration (*ASTE, 2020*).

⁴⁴ [Résolution du Parlement européen du 12 février 2020 sur le projet de règlement de la Commission modifiant l'annexe XVII du règlement \(CE\) no 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances \(REACH\), en ce qui concerne le plomb et ses composés](#)

⁴⁵ Pour mémoire, les articles produits à partir de PVC (dont du PVC recyclé) sont soumis à restriction : ils ne peuvent contenir du DEHP à une concentration égale ou supérieure à 0,1 % en poids de matière plastifiée (cf. 1.3.1.1).

⁴⁶ <https://www.circular-flooring.eu/>

Néanmoins, l'incinération spécifique comporte quelques inconvénients, elle nécessite :

- une étape de déshydratation des boues ;
- le traitement des fumées et cendre/résidus de combustion à valoriser ou éliminer.

En 2020, près de 205 000t de boues ont été traitées par incinération spécifique parmi les stations d'épuration ayant adopté cette technologie, citons :

- les stations d'épuration de Grenoble et Strasbourg, où le chauffage de la digestion est assuré par la chaleur des fours (ce qui permet d'augmenter le potentiel d'injection de biométhane au réseau)
- la station de Valentigney où la chaleur est utilisée pour le séchage des boues avant incinération

5.1.2.2 La co-incinération avec les ordures ménagères

La possibilité d'une co-incinération des boues provenant des STEP en Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères (UOM) dépend du pourcentage massique de matière sèche des boues (siccité) et de la technologie du four de l'unité d'incinération (ASTEE, 2020).

Les mâchefers issus de l'incinération peuvent être valorisés en techniques routières dès lors que la proportion des boues déshydratées n'excède pas une limite souvent fixée à 10% en masse par rapport aux ordures ménagères.

En 2020, la co-incinération des boues de STEP avec les ordures ménagères représentait 1% du flux de déchets traités par le parc des incinérateurs français, et moins de 8% des unités d'incinération du parc pratiquait cette co-incinération.

5.1.2.3 La co-incinération en cimenterie

Les boues de STEP peuvent être employées en cimenterie pour la fabrication du clinker⁴⁷, elles ont alors la fonction de combustible et/ou d'alternative aux matières minérales (ASTEE, 2020).

Il demeure certains freins à l'emploi des boues de STEP pour la production du clinker :

- Des critères d'acceptabilité des boues (en raison des contraintes sur la qualité du ciment et des objectifs de conformité environnementale des cimenteries)
- La concurrence avec d'autres types de déchets
- Un objectif de siccité de 90% nécessitant un séchage énergétiquement lourd

5.1.2.4 L'oxydation par voie humide

L'Oxydation par Voie Humide (OVH) permet de réduire de 75 à 90% la part organique d'une boue en chauffant celle-ci à haute température (entre 250 et 300°C) et sous haute pression (de 70 à 150 bars) en présence d'un gaz oxydant (air ou oxygène). Cette technologie s'applique aux installations à partir de 80000EH⁴⁸. Notons que les réactions d'oxydation sont exothermiques et l'énergie ainsi produite permet le chauffage des boues, rendant le procédé auto-thermique.

5.2 Alternatives aux usages du DEHP

5.2.1 Plastifiants de substitution

Soumis à une pression réglementaire importante dans le cadre de REACH, le DEHP peut malgré tout être utilisé dans certains cas, par exemple pour la production d'articles destinés à un usage industriel ou agricole (films, bâches...) (cf. paragraphe 2.2.2).

⁴⁷ Composant du ciment

⁴⁸ Equivalent-Habitant : Unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration

Une large gamme de plastifiants alternatifs est disponible pour une grande partie des applications du PVC ⁴⁹ : les adipates, les trimellitates, les téréphtalates, les sébacates, les benzoates, les citrates, les phosphates, les époxydes, les polyesters, les esters alkyl-sulfonates, le DINCH... Certaines alternatives sont déjà largement utilisées dans l'UE et au niveau international et leur part dans l'utilisation de plastifiants dans la production d'articles augmente, tandis que celle du DEHP a connu une baisse constante au cours des dernières décennies (ECHA, 2012).

Le Tableau 13 ci-dessous répertorie des alternatives au DEHP courantes et présente leurs principales applications.

⁴⁹ Toutes les alternatives au DEHP appartenant à la famille des phtalates n'ont pas été retenues compte tenu des préoccupations pour l'environnement et la santé humaine engendrées par ces substances

Tableau 13. Plastifiants alternatifs (ECHA, 2012; INRS, 2019; Plasticisers - Information Center; Site Ineris de substitution des phtalates; SpecialChem)

Famille de plastifiants	Matériau	Abréviation Nom de la substance N°CAS	Applications	Avantages	Inconvénients	Exemples de produits commerciaux
Citrates	PVC	ATBC Acetyl tributyl citrate 77-90-7	Emballage alimentaire - film étirable, jouets, applications médicales	Action plastifiante satisfaisante	Volatilité élevée Stabilité réduite	CITROFLEX A-4 (VERTELLUS) Croda ATBC (CRODA) MONOCIZER ATBC DIC Corporation
		TBC Tributyl citrate 77-94-1	Peintures, revêtements, encres			PROVIPLAST 2604 (PROVIRON) Uniplex 83 (LANXESS) Citroflex® 4 (Vertellus Specialties)
-	PVC, acrylates, polyurethane et caoutchouc	ASE Alkylsulphonic acid ester with phenol 91082-17-6	Jouets, matelas à eau, tissus enduits, emballages alimentaires, adhésifs et produits d'étanchéité	Bonne compatibilité avec le PVC Stabilité chimique Travail du produit aisé Résistance à la lixiviation Efficacité générale satisfaisante		MESAMOLL (LANXESS) ChemFlex™ NP 920 (The Chemical Company)
Adipates	PVC	DEHA Di-2-ethylhexyl adipate 103-23-1	Revêtements de sol, revêtements muraux, bardages et toitures, films et feuilles, automobile, tubes et tuyaux, tissus enduits, encres et cires, emballages alimentaires, jouets	Bonne flexibilité à froid Faible viscosité	Compatibilité limitée avec le PVC Volatilité relativement élevée Migration rapide Moindre résistance à la lixiviation	ADIMOLL BO (LANXESS) Eastman DOA plasticizer (Eastman) Diocetyl adipate (DOA) (Avalon Chemicals)
		DINA Diisononyl adipate 33703-08-1	Adhésifs et mastics, emballages alimentaires, jouets et articles de puériculture			Jayflex™ DINA (ExxonMobil) Plastomoll® DNA (BASF) MONOCIZER W-242 (DIC Corporation)
Téréphtalates	PVC	DEHT (DOTP) Bis(2-ethylhexyl) terephthalate 6422-86-2	Revêtements de sol, emballages alimentaires, jouets, applications médicales			EASTMAN 168 (EASTMAN) KESAPLAST 8500 (FARRL) Plasthall® DOTP (Hallstar)
		DBT Diisobutyl terephthalate 1962-75-0	Adhésifs et produits d'étanchéité			Eastman™ DBT (Eastman)
Cyclohexanoates	PVC	DINCH 1,2-Cyclohexanedicarboxylic acid, 1,2-diisononyl ester 166412-78-8	Revêtements de sol, revêtements muraux, films et feuilles, automobile, adhésifs et produits d'étanchéité, tubes et tuyaux, tissus enduits, emballages alimentaires, jouets, applications médicales	Bonnes performances à basse température Réduction de la viscosité des plastisols Amélioration de la stabilité aux UV	Action plastifiante moins efficace	HEXAMOLL (BASF) ELATUR CH (EVONIK)

Famille de plastifiants	Matériau	Abréviation Nom de la substance N°CAS	Applications	Avantages	Inconvénients	Exemples de produits commerciaux
Sébaçates	PVC, polyuréthane	DOS (DEHS) Bis(2-éthylhexyl) sebaçate 122-62-3		Performances similaires à celles des adipates Volatilité plus limitée		MONOCIZER W-280 (DIC Corporation) MONOPLEX® (Hallstar)
Azelates	PVC	DOZ Di(2-éthylhexyl) azelate 2064-80-4	Revêtements de sol, bâches			EDENOL® DOZ (EMERY OLEOCHEMICAL) MONOPLEX® DOZ (Hallstar)
Esters de glycérol	PVC	COMGHA Glycerides, castor-oil mono-, hydro-genated, acetates 736150-63-3	Joints de bouchons de bouteilles, de flacon de confiture, anneaux de dentition, films adhésifs, tubes et bandes transporteuses dans l'industrie alimentaire, jouets, applications médicales			Soft-N-Safe (DANISCO) GRINDSTED® PS 432 (IFF's Nutrition & Biosciences)
Trimellitates	PVC	TOTM (TEHTM) Tris-2-éthylhexyl trimellitate 3319-31-1	Câbles et fils, films et feuilles, applications médicales	Propriétés générales satisfaisantes Basse volatilité Bon comportement aux hautes températures	Instables sous l'action de la lumière, en conséquence, moins adaptés aux applications extérieures Travail du produit plus difficile	MONOCIZER W-705 (DIC Corporation) Palatinol® TOTM (BASF) Plasthall® TOTM (Hallstar)
		Trimellitate linéaire comportant des fonctions alcool	Revêtements pour sols, film d'étanchéité pour toitures, biens de consommation (liners de piscines, pochettes transparentes...), secteur automobile (pièces automobiles obtenues par moulage, revêtements intérieurs des portes, sellerie...), fils et câbles, joints de fenêtres et de portes			SynPlast™ L9™-E (POLYONE)
Benzoates / Dibenzoates	PVC	DEGD Diethylene glycol dibenzoate 120-55-8	Revêtements de sol	Faible viscosité, travail du produit aisé	Mauvaise flexibilité à froid Volatilité relativement élevée	VELSIFLEX™ 328 (Velsicol) Uniplex 50 (LANXESS)
		DPGD Dipropylene glycol dibenzoate 27138-31-4	Revêtements de sol			DOMPLAST EPG (Domus Chemicals) VELSIFLEX™ 328 (Velsicol)
		IDB Isodecyl benzoate 131298-44-7	Revêtements de sol, revêtements muraux, automobile, adhésifs et mastics, encres et cires			Benzoflex™ 131 (Eastman) Jayflex™ MB10 plasticizer (ExxonMobil)

Famille de plastifiants	Matériau	Abréviation Nom de la substance N°CAS	Applications	Avantages	Inconvénients	Exemples de produits commerciaux
		INB Isononyl benzoate 670241-72-2	Revêtement de sol, films et feuilles			VESTINOL® INB (Evonik)
		DGD Dipropylene glycol dibenzoate 27138-31-4	Revêtements de sol			BENZOFLEX 9-88 (GENOVIQUE) DOMPLAST EPGB (Domus Chemicals)
-	PVC	Diester d'Isosorbide	Revêtements de sol, mobilier scolaire, textiles techniques (sièges auto, bâches publicitaires, stores ...), tuyaux d'arrosage			POLYSORB ID (ROQUETTE)
Epoxy esters	PVC	ESBO Epoxidised soybean oil 8013-07-8	Revêtements de sol, mur, toiture..., applications médicales (tubes), contenants alimentaires, habitacles automobiles	Améliore la stabilité à la chaleur		Gamme VIKOFLEX (ARKEMA) EPOCIZER W-100-EL (DIC Corporation)
	PVC	ELO Epoxidised linseed oil 8016-11-3				
Polymériques	PVC	Polyesters type polyadipates 55799-38-7 82904-80-1 208945-13-5	Tissus enduits, tubes médicaux, joints (joints torique, joints d'étanchéité pour réfrigérateur), fils et câbles électroniques, emballages alimentaires	Grande résistance à la migration	Action plastifiante moyenne Mauvaise flexibilité à froid Aspect visuel différent Viscosité élevée - travail du produit plus difficile Moindre résistance à la lixiviation	Gamme PALAMOLL (BASF) Gamme EDENOL (EMERY Oleochemicals) Polycizer W-230-H, Polycizer W-1410-EL (DIC)
Phosphates	Mousses de polyuréthane	Tris(2-ethylhexyl) phosphate 78-42-2		Bonne compatibilité avec les mousses polyuréthane Bonnes propriétés anti-feu	Bon équilibre des propriétés Mauvaise flexibilité à froid Stabilité réduite	Vinkoflame TOF (Vink Chemicals) Amgard TOF (Solvay)
	PVC, TPU, therm durcissable et caoutchouc	2-ethylhexyl diphenyl phosphate 1241-94-7		Bonne compatibilité avec le PVC, le TPU, les therm durcissables et les caoutchoucs Bonnes propriétés anti-feu		Phosflex® 362 (ICL) Disflamoll® DPO (Lanxess)

5.2.2 Alternatives au PVC

Pour limiter les émissions de DEHP, une des solutions est de réaliser une substitution du PVC par d'autres matériaux tels que les polyoléfines (polyéthylène, polypropylène), l'Éthylène Acétate de Vinyle (EVA), le polyuréthane...

5.2.2.1 Polyoléfines

L'utilisation des polyoléfines est très répandue en raison de leur facilité de traitement, de leur coût relativement faible et de leur durabilité. Parmi toutes les polyoléfines, le polyéthylène et le polypropylène semblent être des substituts viables au PVC pour de nombreuses applications.

Exemples d'applications : poches pour des plaquettes sanguines, sacs en plastique, films alimentaires, bâches, films pour serres et paillage... (EDS Van Vliet, 2011)

5.2.2.2 Éthylène-Acétate de vinyle

L'éthylène-acétate de vinyle ou EVA est un copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle.

Cette résine thermoplastique est généralement copolymérisée avec d'autres résines comme le LDPE⁵⁰ et le LLDPE⁵¹ (le pourcentage d'EVA varie de 2 à 30 %) ou fait partie d'un film multicouche (*POLYMER PROPERTIES DATABASE*).

Les copolymères EVA sont utilisés pour de nombreuses applications, citons l'isolation des fils et des câbles, les tuyaux, les jouets, les bouchons, l'encapsulation photovoltaïque, les emballages médicaux...

5.2.2.3 Elastomères thermoplastiques (TPE)

La famille des élastomères thermoplastiques est vaste, elle se compose de deux groupes : les TPE obtenus par voie de synthèse (polymères à blocs) et les TPE obtenus par mélange physique d'un thermoplastique avec un caoutchouc, cette phase caoutchouc pouvant être réticulée (vulcanisée) ou non (*Universalis.fr*).

Les polymères à blocs comprennent notamment les styrène-butadiène-styrène (SBS), les styrènes-éthylènebutène-styrène (SEBS), les polyuréthanes thermoplastiques (TPU), les copolyesters thermoplastiques (COPE) et les copolyéther-amide (CPA). Notons que le TPU (polyuréthane thermoplastique) est produit à partir de TDI (Diisocyanate de tolylène), une matière première suspectée d'être cancérigène.

Les mélanges physiques comprennent les thermoplastiques oléfiniques (TPO) et les thermoplastiques oléfiniques à phase caoutchouc réticulée (TPV).

Certains TPE sont aptes à se substituer au PVC souple pour nombreuses applications (*Site Ineris de substitution des phtalates*) :

- contenants alimentaires (emballages souples)
- tubulures, bagues ou joints d'étanchéité pour l'industrie agroalimentaire
- articles de puériculture (tétines de biberons, sucettes)
- applications médicales (tubes à perfusion, cathéters, poches de perfusion, films, câbles et connecteurs d'équipements médicaux, ...)
- semelles de chaussures

5.2.3 Electrodes sélectives d'ions

La recherche d'alternatives au DEHP pour la production d'électrodes échangeuses d'ions concerne un nombre réduit d'entreprises.

Une société qui produit des électrodes sélectives d'ions a indiqué dans une demande d'exemption dans le cadre de la Directive européenne RoHS, qu'une alternative au DEHP basée sur une combinaison d'huile minérale, de lubrifiant ester V-DSP et d'un auxiliaire de traitement acrylique était à l'étude (*Instrumentation Laboratory, 2021*).

⁵⁰ LDPE : Low-Density PolyEthylene - Polyéthylène basse densité

⁵¹ LLDPE : Linear Low-Density PolyEthylene - Polyéthylène basse densité linéaire

5.2.4 IRM

A l'instar des électrodes échangeuses d'ions, les instruments IRM correspondent à un besoin très spécifique et ce marché comporte un nombre réduit d'entreprises.

Une société a mis au point une bobine IRM qui ne nécessite pas de décharge de traction du câble et donc pas de PVC susceptible de contenir du DEHP (*Department for Environment Food & Rural Affairs (Defra), 2022*).

5.2.5 Coûts de la substitution

Dans le cadre de Reach, la Commission Européenne a évalué que les coûts de substitution du DEHP par les principales alternatives disponibles sur le marché européen devraient être principalement déterminés par leur efficacité comparée à celle du DEHP, car leurs prix sont très proches (ils sont supposés être environ 5% plus élevés que le prix du DEHP). Selon l'alternative choisie, les coûts de substitution du DEHP dans les articles importés seraient environ 8-16% plus élevés que ceux du DEHP. A titre d'exemple, le prix du DEHT et du DINCH, qui ont commencé ces dernières années à prendre des parts de marché plus importantes, se rapprocheraient du prix du DEHP. Or, dans le cas du DEHT (qui serait en mesure de couvrir 30% des utilisations du DEHP), le facteur d'efficacité plastifiante par rapport au DEHP serait en moyenne de 1,03 et la transition vers cette alternative serait sans impact de coût pour les articles produits en Europe et entraînerait une augmentation des coûts de 5 % pour les articles importés (ECHA, 2017).

D'après un site d'étude de marché⁵², l'utilisation de bio-plastifiants (huile de soja époxydée, huile de ricin, citrates...) peut représenter un coût par rapport aux plastifiants conventionnels tels que le DEHP ce qui pourrait être susceptible de freiner la croissance du marché.

5.3 Prospective d'évolution des émissions

Une étude (Chapon V. et al., 2023) a développé des scénarios rétrospectifs et prospectifs d'émissions passées et futures de DEHP dans l'environnement (eau, sol, air) dans l'UE 28, en prenant en compte, l'ensemble du cycle de vie de la substance : sa production, son inclusion dans des polymères (principalement du PVC) ou dans des produits non-polymères (colle et mastic, céramique et encre d'imprimerie), le recyclage et la fin de vie de ces produits.

Les résultats de cette étude indiquent que la mise en place de réglementations récentes pour limiter l'utilisation du DEHP (qui aboutit à une réduction de 70% du DEHP contenu dans les produits mis sur le marché en 2020 et de 75% en 2040) ne réduira pas significativement les émissions futures (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les résultats suggèrent que le DEHP restera une cause de contamination environnementale plusieurs décennies malgré la diminution des utilisations, voire même leur arrêt, cette persistance des émissions s'explique par les stocks élevés constitués dans l'économie, et la présence à long terme de déchets de PVC souple dans les décharges. (cf. paragraphe 3.4.3).

⁵² <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bio-plasticizers-market>**Error! Hyperlink reference not valid.**

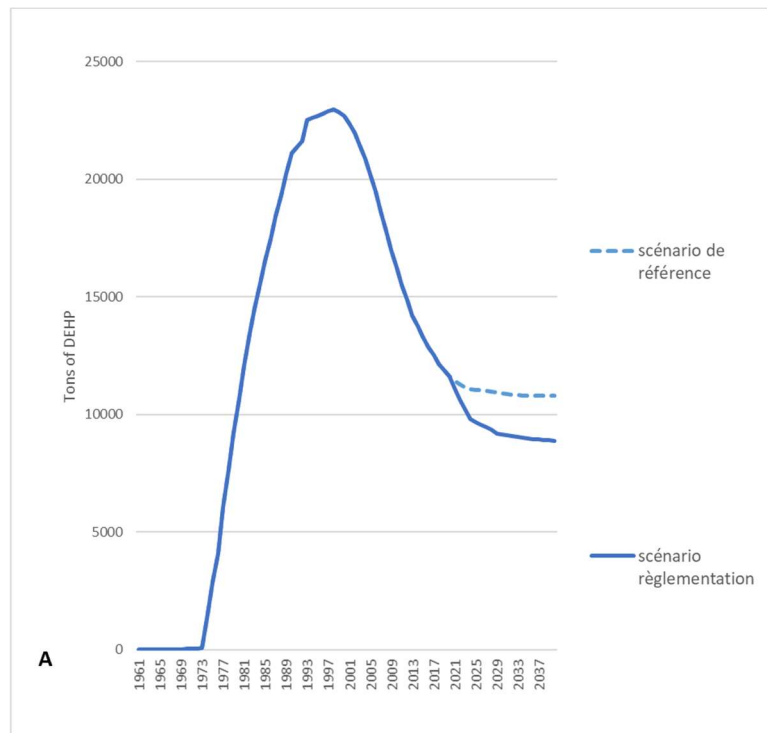


Figure 16. Comparaison des émissions de DEHP dans les eaux usées et de surface avec ou sans l'effet de la réglementation REACH

6 Conclusion

Les émissions industrielles de DEHP, dans l'air et vers les eaux suivent une tendance à la baisse car la réglementation européenne a freiné la demande pour de nouveaux articles en PVC contenant du DEHP. Toutefois, il reste dans les matériaux, les habitations, les infrastructures existants, dans les décharges, et dans l'environnement des stocks importants de DEHP qui continueront d'émettre vers l'environnement et limitent l'efficacité des réglementations d'interdiction prises ces dernières années. Ainsi les concentrations dans les milieux n'ont pas ou que très faiblement diminué depuis une dizaine d'années.

Afin d'accélérer la baisse des expositions environnementales, des recherches se sont portées sur des solutions alternatives permettant de réduire de manière plus significative les émissions de DEHP.

C'est par exemple le cas du projet européen Circular Flooring, en cours, visant à développer un procédé de recyclage circulaire de dalles de sol de PVC souple en fin de vie, contenant des phtalates, avec l'extraction et la transformation des phtalates en substances chimiques non dangereuses.

L'épandage des boues provenant des stations d'épuration est susceptible d'être également une source importante de DEHP. Pour éviter ces émissions, des solutions alternatives sont émergentes telles que l'incinération des boues, et l'utilisation de techniques d'oxydation à haute température et sous haute pression, ou encore le compostage des boues avant leur épandage. De nombreux plastifiants alternatifs (et autres que des phtalates : par exemple huile de soja époxydée, huile de ricin, citrates...) sont disponibles à un coût acceptable pour une grande partie des applications du PVC et leur utilisation est actuellement en croissance. Il est également possible de substituer le PVC par d'autres matériaux tels que les polyoléfines (polyéthylène, polypropylène), l'Éthylène Acétate de Vinyle (EVA), le polyuréthane, notamment pour les applications du DEHP qui demeurent autorisées (bâches en plastique utilisées en agriculture par exemple).

7 Références

7.1 Sites internet consultés

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

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

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

ECHA <https://echa.europa.eu/>

Géorisques <https://www.georisques.gouv.fr/>

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

7.2 Bibliographie

AIDA-Ineris. (2017). Arrêté du 24/08/17 modifiant dans une série d'arrêtés ministériels les dispositions relatives aux rejets de substances dangereuses dans l'eau en provenance des installations classées pour la protection de l'environnement. Available from <https://aida.ineris.fr/reglementation/arrête-240817-modifiant-serie-darretes-ministeriels-dispositions-relatives-rejets>

AIDA-Ineris. (2020). Directive (UE) n° 2020/2184 du 16/12/20 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte). Available from <https://aida.ineris.fr/reglementation/directive-ue-ndeg-20202184-161220-relative-a-qualite-eaux-destinees-a-consommation>

ANSES. (2015). *Connaissances relatives à la réglementation, à l'identification, aux propriétés chimiques, à la production et aux usages des composés de la famille des Phtalates (Tome 1)*. Available from <https://www.anses.fr/fr/system/files/SUBCHIM2009sa0331Ra-104.pdf>

ASTEE. (2020). *Dossier sur le compostage des boues d'épuration urbaines* Available from <https://www.astee.org/publications/le-compostage-des-boues-depuration/>

Björklund, K., Cousins, A.P., Strömvall, A.-M., Malmqvist, P.-A., (2009). Phthalates and nonylphenols in urban runoff: Occurrence, distribution and area emission factors. *Sci. Total Environ.*, 407, 4665–4672

Blanchard O, G. P., Mercier F, Bonvallet N, Chevrier C, Ramalho O, et al. . (2014). Semivolatile organic compounds in indoor air and settled dust in 30 French dwellings. *Environ Sci Technol*, 48(7), 3959-3969

Clara, M., Windhofer, G., Hartl, W., Braun, K., Simon, M., Gans, O., Scheffknecht, C., Chovanec, A., (2010). Occurrence of phthalates in surface runoff, untreated and treated wastewater and fate during wastewater treatment. *Chemosphere*, 78, 1078–1084

Chapon V., Brignon J.-M., Gasperi J., (2023). "Non-persistent chemicals in polymer and non-polymer products can cause persistent environmental contamination: evidence with DEHP in Europe." *Environmental Science and Pollution Research*. [10.1007/s11356-023-25405-x](https://doi.org/10.1007/s11356-023-25405-x)

COCIR. (2019). *Exemption Request Form*. Available from https://rohs.exemptions.oeko.info/fileadmin/user_upload/RoHS_Pack_17/application_COCIR_RoHS17_DEHP_Phthalates_in_ion_selective_electrods_20180708.pdf

DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2011). *ANNEX XV RESTRICTION REPORT.* Available from <https://echa.europa.eu/documents/10162/c6781e1e-1128-45c2-bf48-8890876fa719>

DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2016). *ANNEX XV RESTRICTION REPORT.* Available from <https://echa.europa.eu/documents/10162/2700f4f2-579a-1fbe-2c23-311706a3e958>

Department for Environment Food & Rural Affairs (Defra). (2022). *Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in plastic components in magnetic resonance imaging (MRI) detector coils.* Available from https://members.wto.org/crnattachments/2022/TBT/GBR/22_2264_01_e.pdf

ECHA (2012). Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on four phthalates <https://echa.europa.eu/documents/10162/3a8aa781-6030-d402-e062-dc6af361405b>

ECHA (2017). Annex to the Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on FOUR PHTHALATES (DEHP, BBP, DBP, DIBP) <https://echa.europa.eu/documents/10162/1c33302c-7fba-a809-ff33-6bed9e4e87ca>

ECHA. (2022). ECHA - Information sur les produits chimiques - Bis(2-ethylhexyl) phthalate. Available from <https://echa.europa.eu/fr/substance-information/-/substanceinfo/100.003.829>

EDS Van Vliet, E. R., JS Chhabra, GP Bergen, RM Whyatt. (2011). A review of alternatives to di (2-ethylhexyl) phthalate-containing medical devices in the neonatal intensive care unit. *J Perinatol*, 31(8), 551–560. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3377474/pdf/nihms382012.pdf>

Elodie Moreau-Guigon, J. G., Fabrice Alliot, Mathieu Cladière, Martine Blanchard. (2013). *Contamination de l'air par les contaminants organiques, bioindication et conséquences sur la contamination des sols.* Paper presented at the Colloque PIREN-Seine, Paris, France. Available from <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-00818776>

European Chemicals Bureau. (2008). *European Union risk assessment report bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP).* Available from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/80eaeafa-5985-4481-9b83-7b5d39241d52>

EUROSTAT. Production et élimination de boues de stations d'épuration. Available from https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/products-datasets/product?code=env_ww_spd

G. Raffy, F. M., O. Blanchard, M. Derbez, C. Dassonville, N. Bonvallot, P. Glorennec, B. Le Bot (2017). Semi-volatile organic compounds in the air and dust of 30 French schools: a pilot study. *Indoor Air*, 27, 114–127

HSBD, P. (2015). BIS(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE Available from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/339>

INERIS. (2005). *Fiche technico-économique - DEHP.* Available from <https://substances.ineris.fr/fr/substance/4020/4>

INERIS. (2010). *Di(2-Ethylhexyl)Phthalate (DEHP) : Stratégie de réduction de la concentration dans les cours d'eau.* Available from https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/2019-09/2009_Fiche%2315_DRC-10-102861-02415A.pdf

- Ineris.** (2021). *Substances dangereuses pour le milieu aquatique dans les rejets des stations d'épuration urbaines Action Nationale de recherche et de réduction (RSDE STEU 3) - Exploitation des résultats* (Ineris - 203225 - 2710131 - v1.0). Available from <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris%20-%20203225%20-%202705969%20-%20v0.1-Rapport%20RSDE%20v1.pdf>
- INERIS, E. U.** (2012). *Panorama des projets de recherche et perspectives sur la problématique des micropolluants dans les boues de stations de traitement des eaux usées urbaines* vérifier cette citation
- INERIS, G. G., Julien DALVAI,.** (2014). *SUBSTANCES « EMERGENTES » DANS LES BOUES ET COMPOSTS DE BOUES DE STATIONS D'EPURATIONS D'EAUX USEES COLLECTIVES – CARACTERISATION ET EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES*. Available from <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/rapport-ineris---drc-14-115758-08437a---substances-%C3%A9mergentes-dans-les-boues-et-composts-de-boues---vf210115-1430930066.pdf> vérifier
- INRS** (2004). Fiche toxicologique Phtalate de bis(2-éthylhexyle) (FT 161) https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_161§ion=caracteristiques
- INRS.** (2019). *Plastiques, risque et analyse thermique - Les additifs*. Available from => en français https://www.inrs.fr/dms/plastiques/DocumentCompagnonPlastiques/PLASTIQUES_DocCompagnon_11-1/3%20Additifs%20avril%202019.pdf
- INRS.** (2022). Fiche toxicologique n° 161 Phtalate de bis(2-éthylhexyle). Available from https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_161§ion=recommandations
- Instrumentation Laboratory.** (2021). *Exemption Request Form*. Available from https://rohs.exemptions.oeko.info/fileadmin/user_upload/RoHS_Pack_25/Ex_2021_2_Application_form_Instrum_Lab_Intertek_20211124_update.pdf
- J.-M. CHOUBERT, S. M.-R., H. BUDZINSKI, C. MIÈGE, M. ESPERANZA, C. SOULIER, C. LAGARRIGUE, M. COQUERY.** (2011). Évaluer les rendements des stations d'épuration - Apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées. *Techniques Sciences Méthodes*, 1/2. Available from <http://projetamperes.cemagref.fr/illustrations/44-62-CHOUBERT.pdf>
- LegiFrance.** (2007). Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. Available from <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000465574/>
- LegiFrance.** (2008). Arrêté du 31 janvier 2008 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et de transferts de polluants et des déchets. Available from <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000018276495/>
- LegiFrance.** (2018a). Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. Available from <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037604124/>
- LegiFrance.** (2018b). Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de

l'environnement. Available from
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037347756>

LegiFrance. (2020). Décret n° 2020-1546 du 9 décembre 2020 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques. Available from
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042636605>

M. Falcy, D. J., A. Laudet-Hesbert, et al. (2004). Phtalate de bis(2-éthylhexyle) - Fiche toxicologique n°161-INRS. Available from
https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_161

notre-planete.info. Epandage des boues de stations d'épuration en agriculture : quels risques pour la santé et l'environnement ? Available from
<https://www.notre-planete.info/actualites/888-epandage-boues-epuration-culture-consequences>

Observatoire de la qualité de l'air intérieur. (2018). *Qualité de l'air et confort dans les écoles en France : premiers résultats de la campagne nationale.* Paper presented at the 4es assises nationales de la qualité de l'air. Available from
https://www.grand-est.prse.fr/IMG/pdf/dassonville-4e_assises-9-10-18_-_copie.pdf

Oeko-Institut. (2021). *Consultation Questionnaire Exemption Request 2021-2 - Exemption Request for „Bis (ethylhexyl) phthalate (DEHP) as a plasticizer in polyvinyl chloride (PVC), serves as a base material for amperometric, potentiometric and conductometric electrochemical sensors which are used in in-vitro diagnostic medical devices for the analysis of whole blood”.* Available from
https://rohs.exemptions.oeko.info/fileadmin/user_upload/RoHS_Pack_25/Ex_2021_2_Summary_Consultation_Questions_final.pdf

Plasticisers - Information Center. Available from
<https://www.plasticisers.org/>

POLYMER PROPERTIES DATABASE. Retrieved 29/11/2022. Available from
<https://polymerdatabase.com/Polymer%20Brands/EVA.html>

Portail notre-environnement.gouv.fr. Perturbateurs endocriniens : BPA et DEHP. Available from
<https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/sante/les-produits-chimiques-ressources/article/perturbateurs-endocriniens-bpa-et-dehp?lien-ressource=5194&ancreretour=lireplus>

RECORD, M. D., D. RIBERA, L. DOLY., (2015). *Substances émergentes, polluants émergents dans les déchets - Le cas des phtalates.* Available from
https://record-net.org/storage/etudes/13-0151-1A/rapport/Rapport_record13-0151_1A.pdf

S&P GLOBAL. Plasticizers - Chemical Economics Handbook. Available from
<https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/ci/products/plasticizers-chemical-economics-handbook.html>

Sablayrolles, C., Breton, A., Vialle, C., Vignoles, C., Montréjaud-Vignoles, M., . (2011). Priority organic pollutants in the urban water cycle (Toulouse, France). *Water Sci. Technol.*, 64(541)

Shaofei Kong, Y. J., Lingling Liu, Li Chen, Xueyan Zhao., (2012). Diversities of phthalate esters in suburban agricultural soils and wasteland soil appeared with urbanization in China. *Environmental Pollution*, 170(2012), 161-168

Site de substitution des phtalates. Available from
<https://substitution-phtalates.ineris.fr/fr>

SpecialChem. Available from <https://polymer-additives.specialchem.com/>

Stachel, B., Holthuis, J.-U., Schulz, W., Seitz, W., Weber, W.H., Tegge, K.-T., Dobner, I., (2010). Treatment Techniques and Analysis of Stormwater Run-off from Roads in Hamburg, Germany. In K. B. a. K. K. Despo Fatta-Kassinou (Ed.), *Xenobiotics in the Urban Water Cycle* (pp. 445–461): Springer Netherlands, Dordrecht

Thi Thanh Ha Pham. (2010). *PRÉ TRAITEMENT DES BOUES D'ÉPURATION POUR ACCROÎTRE LA BIODÉGRADABILITÉ ET ÉLIMINER SIMULTANÉMENT LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS.* Available from <https://espace.inrs.ca/id/eprint/1738/1/T000557.pdf>

Universalis.fr. Les élastomères thermoplastiques. Retrieved 29/11/2022. Available from <https://www.universalis.fr/encyclopedie/elastomeres-caoutchoucs/5-les-elastomeres-thermoplastiques/>

Valentin Chapon, J.-M. B. (2017). *Estimation des émissions de DEHP sur le bassin de la Seine.* Available from https://www.piren-seine.fr/sites/default/files/piren_documents/rapports_dactivite_2017/a1bt2_Chapon-Brignon_PIREN_2017.pdf

Wicke, D., Matzinger, A., Rouault, (2015). *Rapport OGRE*

Zgheib, S., Moilleron, R., Chebbo, G., (2012). Priority pollutants in urban stormwater: Part 1 – Case of separate storm sewers. *Water Res.*, 46, 6683–6692

