

RAPPORT D'ÉTUDE
N° DRC-10-102861-02415A

22/02/2010

Convention ONEMA-INERIS 2009

Action 15

**Di(2-Ethylhexyl)Phtalate (DEHP) : Stratégie de
réduction de la concentration dans les cours
d'eau**

INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable |*

Convention ONEMA-INERIS 2009

Action 15

Di(2-Ethylhexyl)Phtalate (DEHP) : Stratégie de réduction de la concentration dans les cours d'eau

INERIS

Direction des Risques Chroniques

Client : ONEMA

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Géraldine DUCOS	Jean-Marc BRIGNON	Laurence ROUIL
Qualité	Ingénieur de l'unité Economie et décision pour l'environnement (EDEN) Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'unité Economie et décision pour l'environnement (EDEN) Direction des Risques Chroniques	Responsable du pôle Modélisation environnementale et décision (DECI) Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	7
ABSTRACT	9
SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE	10
1. GLOSSAIRE	12
2. INTRODUCTION	13
3. LES PRINCIPAUX FAITS CONCERNANT LE DEHP	14
3.1 Le mode de production et les principaux usages intentionnels du DEHP	14
3.2 Les sources de contamination des cours d'eau par le DEHP	15
3.3 L'état de la contamination des milieux par le DEHP et transfert vers les eaux	17
4. PRIORISATION DES SOURCES DE CONTAMINATION DES COURS D'EAU PAR LE DEHP	20
5. ACTIONS POUR REDUIRE LES EMISSIONS ET CONCENTRATIONS DE DEHP	23
5.1 Substitution du dehp et des matériaux contenant du dehp :.....	23
5.2 Actions pour réduire les émissions non-intentionnelles atmosphériques	26
5.3 Actions pour réduire les rejets directs ponctuels dans l'eau.....	26
5.4 Actions pour réduire les rejets directs diffus dans l'eau.....	27
5.5 Actions pour réduire les émissions non-intentionnelles terrestres	29
6. LEVIERS D'ACTION ET MARGE DE PROGRES	32
7. BIBLIOGRAPHIE	36
8. LISTE DES ANNEXES	38

RESUME

Résumé

Le DEHP fait partie de la liste des substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau. D'après les états de lieux, son niveau de concentration dans les cours d'eau français a été jugé comme préoccupant. L'objectif de ce rapport est d'établir les premiers fondements d'une stratégie de réduction de la concentration de DEHP dans les cours d'eau en France. Plus précisément, ce rapport vise à (i) rappeler les principaux faits concernant le DEHP en France (production, utilisations, niveau de contamination des cours d'eau), (ii) effectuer une première tentative de priorisation des sources de contamination des cours d'eau, (iii) faire un inventaire des mesures réglementaires et techniques réalisées et/ou disponibles pour réduire les émissions et concentrations de DEHP dans les cours d'eau, et, (iv) proposer des leviers d'action avec les marges de progrès associées pour réduire les concentrations de DEHP dans les cours d'eau.

La production française de DEHP était de l'ordre de 60 000t/an au début des années 2000. Plus de 95% du DEHP consommé est employé comme plastifiant dans l'industrie des polymères. Il existe, par ailleurs, de très nombreuses applications de polymères contenant du DEHP comme par exemple les matériaux intérieurs et extérieurs de construction, certains dispositifs médicaux, les jouets et cuirs synthétiques...

Concernant le niveau de contamination des cours d'eau, il apparaît que, d'après l'information disponible pour cette étude, le DEHP n'est pas recherché de façon homogène d'un bassin versant à l'autre. Lorsqu'il est mesuré, on observe que sa concentration atteint fréquemment le niveau « mauvais état » dans les régions industrielles (bassins Rennais, Nantais, Rhénan, Lorrain).

Les principales sources de contamination des cours d'eau par le DEHP qui ont pu être identifiées à partir des données collectées sont, par temps de pluie et par ordre d'importance, le relargage de DEHP par les sédiments, l'érosion par ruissellement des stocks de DEHP présents sur les voiries et chaussées et le débordement des réseaux d'assainissement dans lesquels se sont accumulés des dépôts de DEHP, les effluents de stations d'épuration urbaines et mixtes, les effluents industriels (essentiellement les secteurs de la chimie et parachimie, papèterie, agro-alimentaire, traitement des textiles), les dépôts atmosphériques (origine encore mal identifiée mais on peut soupçonner les émissions lors de la fabrication et de l'utilisation de DEHP ainsi que la combustion incomplète), et, les eaux de ruissellement en zone rurale (lessivage des sols sur lesquels des boues de stations d'épuration ont été épandues, lessivage de PVC extérieurs). Par temps sec, les flux de DEHP vers les cours d'eau peuvent provenir des effluents de stations d'épuration urbaines et mixtes, des effluents industriels et des dépôts atmosphériques.

L'inventaire des mesures de réduction des émissions et des concentrations de DEHP dans les cours d'eau présente, tout d'abord, les substitutions possibles du DEHP et des matériaux contenant du DEHP, puis, chaque mesure par type d'émission, à savoir : les rejets directs ponctuels (stations d'épuration urbaines, mixtes et industrielles), les rejets directs diffus (débordements des réseaux d'assainissement, ruissellement, relargage des sédiments), et, les émissions non-intentionnelles terrestres (décharges, déchets laissés dans l'environnement, épandage des boues). Les mesures sont systématiquement présentées selon leur nature réglementaire ou technique. Les informations sur la mise en œuvre de ces mesures en France sont encore très incomplètes.

En conclusion, une synthèse des leviers d'actions et des marges de progrès pour réduire la concentration de DEHP dans les cours d'eau sont proposées sous forme de deux tableaux. Le premier présente les actions par temps sec et le second par temps de pluie.

Mots clés : Directive Cadre Eau, DEHP, stratégie de réduction des concentrations, France, priorisation des sources, inventaire des mesures de réduction.

ABSTRACT

Abstracts

DEHP is part of the priority substance list from the Water Framework Directive (WFD). According to river basin characteristics ("Etat des lieux" from Article 5 of the WFD) its concentration level in French rivers is considered as worrying. The objective of this report is to lay the foundation of a strategy to reduce DEHP emissions and concentrations in French rivers. More precisely, it aims at (i) reminding the main facts about DEHP in France (production, uses, contamination level of rivers), (ii) trying a prioritisation of sources of river DEHP contamination, (iii) making an inventory of regulatory and technical measures already implemented and/or available to reduce DEHP emissions and concentrations in rivers, and, (iv) suggesting actions and associated progress margins to reduce DEHP concentrations in rivers.

The French production of DEHP was about 60.000t/year at the beginning of years 2000. More than 95% of consumed DEHP is used as plasticizer in the polymer industry. Besides, there are very numerous applications of polymers with DEHP as, for instance, indoor and outdoor building materials, some medical devices, toys, synthetic leathers...

As regards the DEHP contamination level of rivers, it seems that, according to available information, DEHP is not searched in a homogenous way from a water basin to another. When it is measured, it is observed that DEHP concentration frequently reaches the "bad state" level in industrial regions (Rennes, Nantes, Rhine and Lorraine areas).

The main sources of DEHP contamination of rivers which could be identified from collected data are, when it is rainy and by order of importance, sediments, erosion of DEHP stocks present in public roads, runoff and overlap of the sewage system, effluents from urban and mixed waste water treatment plants, effluents from industrial waste water treatment plants (principally, chemical and paracheimical sector, paper mill, agri-foodstuff industry, textile treating), atmospheric deposits (the origin is not well known but it is suspected that emission would come from the production and uses of DEHP and incomplete combustion of materials containing DEHP), and, runoffs in rural areas (leaching of soils on which waste water treatment plant sludge have been spread, leaching of outdoor PVC materials). When it is a dry weather, DEHP flux to rivers can come from effluents from urban and mixed waste water treatment plants, effluents from industrial waste water treatment plants and from atmospheric deposits.

The inventory of measures to reduce DEHP emissions and concentrations in rivers presents, first, possible substitutions of DEHP and material containing DEHP, then, each measure by emission type, namely: punctual direct effluents (urban, industrial and mixed waste water treatment plants), diffuse direct effluents (overflows from sewage systems, runoff, sediments), and, non-intentional terrestrial emissions (dump, wastes left on public roads, spreading of waste water treatment plant sewage). Measures are systematically presented according to their regulatory or technical nature. Information on their implementation in France is still incomplete.

As a conclusion, a synthesis of actions and progress margins to reduce DEHP concentration in rivers are suggested in the form of two tables. The first one presents actions when it is rainy and the second one when it is a dry weather.

Key words: Water Framework Directive, DEHP, concentration reduction strategy, France, give priority to sources, abatement measure inventory.

SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

CONTEXTE GENERAL ET RAPPEL DES OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET

Le DEHP a été identifié parmi les substances les plus déclassantes de l'état chimique des cours d'eau français d'après les Etats des lieux réalisés pour la Directive Cadre sur l'Eau. Le présent rapport a pour but d'établir les premières fondations d'une stratégie de réduction des émissions et concentrations de DEHP en France. Il a plus précisément pour objectifs de :

- Rappeler les principaux faits concernant le DEHP (état de la contamination des milieux, production et utilisations du DEHP, les voies de contamination et les sources d'émissions) ;
- Effectuer une première tentative de priorisation des sources de contamination des cours d'eau ;
- Citer les mesures réglementaires et techniques réalisées et/ou envisageables pour réduire les émissions et concentrations de DEHP ;
- Indiquer les leviers d'action et les marges de progrès pour réduire les concentrations de DEHP dans les cours d'eau.

QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE (ET EVENTUELLES DIFFICULTES RENCONTREES)

Cette étude étant la première étape du projet de réalisation d'une stratégie de réduction des concentrations de DEHP, elle repose essentiellement sur une revue de la littérature académique (articles scientifiques, thèses de doctorat, rapports d'étude) et des publications mises en ligne par les acteurs économiques (industries et leurs représentants, collectivités locales, associations).

Concernant la priorisation des sources de contamination des cours d'eau, en plus des résultats présentés dans des thèses dédiées à ce sujet, les bases de données hébergées par l'INERIS ont été consultées afin d'identifier les sources de contamination et d'établir le bilan des émissions de DEHP en France, à savoir :

- la base de données de l'inventaire exceptionnel RSDE concernant les rejets directs dans l'eau des installations classées, d'autres installations industrielles et des stations d'épurations mixtes et urbaines ;
- la base de données BDREP dans laquelle figurent les émissions des installations classées vers l'eau, les sols et l'atmosphère.

Les calculs effectués se trouvent en annexe dans ce rapport.

Cette méthode est très dépendante de l'information disponible. C'est pourquoi l'exercice de priorisation effectué dans la présente étude est particulièrement pertinent pour le bassin Seine-Normandie.

Concernant l'inventaire des mesures de réduction des émissions et des concentrations de DEHP, les fiches technico-économiques du portail Substances Chimiques de l'INERIS (www.ineris.fr/substances/fr) ainsi que le rapport sur le DEHP du projet européen SOCOPSE (www.socopse.se) ont constitué la principale base d'information. Ces documents n'ont cependant pas permis de bien définir le taux d'adoption ou de succès de ces mesures. Une enquête auprès des émetteurs industriels, des collectivités ainsi qu'auprès des entreprises/associations spécialisées dans le traitement ou la substitution du DEHP permettra de mieux établir ces taux et, par conséquent de mieux préciser les marges de progrès effectuées en dernière partie de l'étude.

Concernant les leviers d'action et les marges de progrès réalisables, les 2 tableaux synthétiques présentés dans ce rapport ont été réalisés sur la base des résultats de la priorisation des sources de contamination et de l'inventaire des mesures. Ces 2 tableaux sont donc très dépendants de la qualité de l'information qui a pu être rassemblée. Ils gagneraient, en outre, en réalisme s'ils étaient discutés auprès des parties intéressées.

PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS ET IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES

Ce rapport présente les résultats suivants :

- Le bilan des sources et voies de contamination des cours d'eau en Europe et en France ;
- La priorisation de ces sources en France et plus particulièrement dans le bassin Seine-Normandie : par temps de pluie, les principales sources sont le relargage de DEHP par les sédiments, l'érosion des stocks de DEHP présents dans les voiries et chaussées par ruissellement et le débordement des réseaux d'assainissement dans lesquels se sont accumulés des dépôts de DEHP, les effluents de stations d'épuration urbaines et mixtes, les effluents industriels (essentiellement les secteurs de la chimie et parachimie, papèterie, agro-alimentaire, traitement des textiles), les dépôts atmosphériques (origine encore mal identifiée mais on peut soupçonner les émissions lors de la fabrication et de l'utilisation de DEHP ainsi que la combustion incomplète), les eaux de ruissellement en zone rurale (lessivage des sols sur lesquels des boues de stations d'épuration ont été épandues, lessivage de PVC extérieurs). Par temps sec, les principales sources sont les effluents de station d'épuration, des effluents industriels et des dépôts atmosphériques ;
- Un inventaire des mesures réglementaires et techniques de réduction des émissions et concentrations de DEHP dans les cours d'eau. Les mesures de substitution du DEHP et des matériaux contenant du DEHP sont d'abord présentées. Puis, chaque mesure est présentée par type d'émission, à savoir : les rejets directs ponctuels (stations d'épuration urbaines, mixtes et industrielles), les rejets directs diffus (débordement des réseaux d'assainissement, ruissellement, relargage des sédiments), et, les émissions non-intentionnelles terrestres (décharges, déchets laissés dans l'environnement, épandage des boues);
- Deux tableaux de synthèse des leviers d'actions pour réduire la concentration de DEHP dans les cours d'eau. Le premier fait le bilan des actions et des marges de progrès par temps de pluie et le second par temps sec.

Ces résultats seront utilisés lors de l'élaboration de la stratégie de réduction des émissions et concentrations de DEHP dans les cours d'eau, et cela, en vue d'atteindre l'objectif de bon état chimique de la Directive Cadre sur l'Eau. Au préalable, les données devront être actualisées. De nouvelles données devront également être recueillies auprès des industries et/ou de leurs représentants, des collectivités locales, des associations ou encore des entreprises spécialisées dans le traitement des eaux, déchets, sols et sédiments.

1. GLOSSAIRE

3RSDE	Action de Recherche et de Réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau
BBP	Butyl Benzyl <i>Phthalate</i>
BDREP	Base de Données du Registre français des Emissions Polluantes
CE	Communauté Européenne
CMR	<i>Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique</i>
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DEHP	Di(2-Ethylhexyl)Phtalate
DEP	diEthylPhtalate
DIDP	Di-IsoDecyl Phtalate
DINP	Di-IsoNyl Phtalate
DnBP	Di-n-Butyl <i>Phthalate</i>
DnDP	Di-n-Decyl <i>Phthalate</i>
ECHA	European Chemical Agency
LIFE	L' <i>Instrument</i> Financier pour l'Environnement
LQ	Limite de Quantification
MS	Matière Sèche
NQE	Norme de Qualité Environnementales
NQEp	Norme de Qualité Environnementales provisoires
PEC	Predicted Environmental <i>Concentration</i>
PNEC	<i>Predicted</i> No Effect <i>Concentration</i>
PVC	<i>Poly</i> (Vinyl Chloride)
RSC	Réseau de Contrôle et de Surveillance
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SFCE	Syndicat Français des Enducteurs Calandriers
STEP	STation d'EPuration des eaux usées
UV	Ultra-Violet
VLC	Valeur Limite de Concentration
WFD	Water Framework Directive

2. INTRODUCTION

D'après les états de lieux demandés par la Directive Cadre sur l'Eau, le Di(2-Ethylhexyl)Phtalate (DEHP) a été identifié parmi les substances les plus déclassantes de l'état chimique des cours d'eau français. Le présent rapport a pour but d'établir les premiers fondements d'une stratégie de réduction des émissions et des concentrations de DEHP en France. Il a plus précisément pour objectif de :

- Rappeler les principaux faits concernant le DEHP (état de la contamination des milieux, la production et les utilisations de DEHP, les voies de contamination et les sources d'émissions) ;
- Effectuer une première tentative de priorisation des sources de contamination des cours d'eau ;
- Citer les mesures réglementaires et techniques réalisées et/ou envisageables pour réduire les émissions et les concentrations de DEHP ;
- Indiquer les leviers d'action et les marges de progrès pour réduire les concentrations de DEHP dans les cours d'eau.

Le DEHP appartient à la famille des phtalates. Les phtalates, ou esters de phtalates, sont des dérivés d'hydrocarbures aromatiques produits à partir du goudron de houille ou du pétrole. Ils sont utilisés dans l'industrie depuis les années 1930 comme plastifiants et aussi comme additifs dans de nombreux produits (insecticides, peintures, emballages, cosmétiques, vêtements, isolants, ...).

Les phtalates sont présents dans tous les compartiments de l'environnement. Les plus répandus sont, loin devant, le DEHP, puis, le DEP et, dans une moindre mesure, le BBP et le DnBP (Dargnat et al., 2009a).

La question de leur toxicité se pose depuis plusieurs années, conduisant à l'introduction progressive de mesures de précaution voire d'interdiction sur l'utilisation des phtalates comme plastifiant dans certains domaines d'applications. La Commission Européenne a publié en 1999 la décision 1999/815/CEE qui interdit l'utilisation de six phtalates dont le DEHP dans les jouets destinés aux enfants de moins de 3 ans. Cette interdiction sera étendue, en 2005, par la directive 2005/84 aux articles de puériculture¹. Pour les dispositifs médicaux en milieu hospitalier, le manque de données épidémiologiques, et le grand nombre de situations nécessitant l'utilisation de matériels contenant des phtalates, ont rendu plus complexe la mise en place de recommandations (AFSSAPS, 2009)². Enfin, l'ECHA a décidé d'inscrire 3 phtalates dont le DEHP³ sur la liste des substances candidates au statut de « Substances of Very High Concern », qui pourraient être soumises à autorisation.

Depuis 2000, le DEHP est également listé parmi les 33 substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). En application de la Directive fille (2008/105/CE), la circulaire du 07/05/07 définissant les normes de qualité environnementale provisoires (NQE_p) fixe la norme pour le DEHP à 1.3 µg/L dans les eaux de surface intérieures, les eaux de transition et les eaux maritimes intérieures et territoriales.

La première partie de ce rapport présente les principaux faits concernant la production et les utilisations de DEHP, les sources, les voies de contamination et le niveau de contamination des cours d'eau français par le DEHP. Puis, un exercice de priorisation des sources de contamination des cours d'eau est effectué. Une synthèse des mesures réglementaires et techniques est ensuite présentée. Enfin, 2 tableaux récapitulatifs des leviers d'action et des

¹ <http://europa.eu/scadplus/leg/fr/lvb/l32033.htm>

² AFSSAPS, 2009. Recommandations portant sur les phtalates dans les dispositifs médicaux, 6p.

³ Les deux autres phtalates sont le BBP et le DBP

marges de progrès réalisables par temps sec et par temps de pluie sont dressés en guise de conclusion.

3. LES PRINCIPAUX FAITS CONCERNANT LE DEHP

3.1 LE MODE DE PRODUCTION ET LES PRINCIPAUX USAGES INTENTIONNELS DU DEHP

La production de DEHP

Les phtalates sont des produits de l'industrie pétrochimique. La production mondiale est croissante, passant de 1,8 millions de tonnes en 1975 à 4,3 millions de tonnes en 2006, le quart étant utilisé dans la production de PVC (Peijnenburg, Struijs, 2006).

En 1997, 595 kilotonnes de DEHP ont été produites en UE (Risk assessment report, 2001) dont environ la moitié en Allemagne (251 kilotonnes en 1994). La production européenne provient d'environ 20 sites de production dans 12 Etats membres. La France compte un seul producteur de DEHP, ARKEMA (ex-Atofina), et un seul site de production à Chauny (Aisne).

La production européenne de DEHP était de l'ordre de 340 000t en 2007 (répartie sur 7 sites), en baisse par rapport aux 595 000t/an de 1997. Compte tenu du niveau des exportations qui s'élève à 50 000t/an, la consommation européenne de DEHP ressort autour de 280 000t/an (InfoChimie, 2009). La production française de DEHP était de l'ordre de 60 000t/an au début des années 2000 (INERIS, 2005).

Les principaux usages intentionnels du DEHP

On peut identifier 3 principales applications du DEHP en Europe⁴ (Lindeboom, 2009) :

- Plastifiant du PVC (~95%⁵) : matériel intérieur et extérieur de construction (fil électrique, revêtement de sol, isolation), appareils médicaux, jouets et cuirs synthétiques ;
- Plastifiant de polymère non-PVC (~2%) : agent anti-mousseux dans la production de papier, émulsifiant pour cosmétique, parfums et pesticides ;
- Usage Non-polymère (~3%) : peintures, encre et enduits d'étanchéité.

Ainsi, plus de 95% du DEHP consommé est employé comme plastifiant dans l'industrie des polymères et plus particulièrement dans la fabrication de produits en PVC. Il peut aussi être formulé comme composant dans divers types de préparations (encre d'imprimante, adhésifs et enduits d'étanchéité, laques et peintures, caoutchouc). La part qu'il occupe dans certains domaines d'emploi (câblerie, films, peintures, caoutchouc,...) est en forte décroissance depuis les années 90 au profit d'autres phtalates tels que le DINP et le DIDP (INERIS, 2005).

La filière amont de production des polymères contenant du DEHP est peu complexe, alors que la filière aval de production de produits à base de polymères l'est beaucoup plus. Il existe en effet de très nombreuses applications de ces produits et la quantité totale de DEHP contenue dans ces applications est importante. Le nombre d'entreprises impliquées dans ces applications est très élevé, sans compter celles qui les utilisent dans la fabrication de leurs propres produits. La réduction des émissions à l'amont de la filière (par substitution générale) serait donc bien plus simple à mettre en place qu'une réduction à l'aval.

⁴ Les détails des utilisations du DEHP se trouvent dans l'annexe 1.

⁵ Part de la consommation de DEHP consommée par rapport à la consommation totale.

3.2 LES SOURCES DE CONTAMINATION DES COURS D'EAU PAR LE DEHP

Cette partie essaye de faire un état des lieux des sources de contamination des cours d'eau en fonction de la voie de contamination. Pour les sources de contamination directe et lorsque l'information est disponible, l'impact de la source sur le cours d'eau est précisé.

Les sources de la contamination des eaux par la voie atmosphérique

L'origine des retombées atmosphériques est encore difficilement identifiable. On peut cependant penser que les émissions au cours de la fabrication et de l'utilisation de phtalates et celles qui sont dues à la combustion incomplète des matières plastiques y contribuent de façon significative.

Les incinérateurs urbains, dont la température de fonctionnement avoisine les 1000°C, ne peuvent constituer a priori une source de volatilisation, sauf en cas de mauvais fonctionnement, contrairement aux décharges urbaines (Darnat, 2009).

Les sources de la contamination des eaux par la voie directe (émissions ponctuelles)

Les résultats de l'action 3RSDE présentés en annexe 2 permettent d'identifier les principaux émetteurs de DEHP dans l'eau. Le DEHP apparaît comme une substance ubiquitaire que l'on retrouve dans plus d'un tiers des rejets mesurés et dans tous les secteurs⁶.

Les STEP mixtes et urbaines sont à l'origine d'émissions de DEHP le plus souvent plus élevées que les émissions industrielles. Certains flux industriels peuvent cependant être très importants, de l'ordre du kg/j. Selon les résultats de l'action 3RSDE, les principaux émetteurs industriels de DEHP semblent être les secteurs suivants:

- Chimie et parachimie (33% des émissions totales industrielles mesurées dans l'action 3RSDE) ;
- Papeterie et pâte à papier (13% des émissions totales industrielles) ;
- Agro-alimentaire (produits d'origine végétale) (9,5% des émissions totales industrielles) ;
- Traitement des textiles dont blanchisserie (8,9% des émissions totales industrielle).

La production d'énergie peut être à l'origine d'émissions de DEHP importantes mais cela de façon très hétérogène d'un établissement à l'autre.

L'évaluation du rapport PEC/PNEC effectuée lors de l'action 3RSDE a mis en évidence que des cours d'eau peuvent être considérés comme potentiellement impactés par des rejets industriels de DEHP lorsque ces cours d'eau ont des débits d'étiage faibles. Cendrine Darnat n'a en revanche observé aucune variation significative de concentration de DEHP en aval des établissements industriels (ceci pouvant s'expliquer par le fait que 88 % des établissements observés dans sa thèse sont reliés à une STEP urbaine).

⁶ 2876 sites ont été mesurés sur une journée lors de l'action 3RSDE. Parmi eux, 2648 établissements industriels, 167 STEP urbaines, 39 STEP mixtes ou industrielles et 22 centrales thermiques et nucléaires.

Concernant les rejets de STEP mixtes et urbaines, l'étude des flux de phtalates en sortie de différentes STEP dans la thèse de Cendrine Dagnat a confirmé l'impact de l'origine des eaux usées, avec un flux plus élevé pour les STEP dont les eaux usées ont une origine industrielle (Marne Aval et Rouen Emeraude). Le DEHP est le phtalate le plus abondant. Cette observation vient mettre en avant le problème du raccordement des industriels à des STEP urbaines non équipées pour traiter les pollutions spécifiques au domaine industriel. Toujours dans cette même étude, la campagne de mesures effectuées en période de bas débit a permis de confirmer l'impact des rejets de STEP avec la présence de panaches de concentration non homogènes en aval de ces rejets. La concentration en DEHP au niveau du point de rejet des STEP reste cependant inférieure à la NQE.

Les sources de contamination des eaux par voie directe (émissions diffuses)

On peut identifier 2 sources de contamination diffuse des eaux par voie directe :

- **Le ruissellement et le débordement des réseaux d'assainissement** : la présence de DEHP dans les eaux de ruissellement provient essentiellement des déchets laissés sur les voies publiques et les PVC extérieurs. La migration du DEHP contenu dans les matériaux PVC extérieurs est, par ailleurs, favorisée par temps ensoleillé et de pluie. La présence de DEHP dans les débordements des réseaux d'assainissement provient de la remise en dilution des dépôts secs dans le réseau d'assainissement. L'origine de ces dépôts est encore mal connue.
- **Le relargage des sédiments** : la contamination des sédiments dépend de l'ensemble des flux passés et présents atteignant les cours d'eau.

L'impact du ruissellement et du débordement des réseaux d'assainissement peut être important sur l'état des cours d'eau en aval. L'étude des concentrations dans la Seine à Paris et à Poses réalisée par Dagnat (2009) a montré des pics de DEHP pouvant aller jusqu'à 1 200 ng/L lors d'évènement pluvieux, alors que la concentration de DEHP par temps sec est de l'ordre de 200 à 300ng/l. Ces pics apparaissent de façon très précoce en début de crue suivis d'un phénomène de dilution pendant les débits maxima de la rivière. Par ailleurs, lors des hauts débits, les rejets des STEP ne semblent pas être à l'origine d'une augmentation significative des concentrations en DEHP. Cela met en évidence l'impact des eaux de ruissellement et des débordements sur la concentration en DEHP du cours d'eau qui, dans ce cas, se rapproche de la NQE.

Les sources de contamination des eaux par la voie terrestre

La contamination des sols en DEHP peut provenir des déchets laissés dans l'environnement, des matériaux PVC extérieurs, de l'épandage des boues d'épuration et des retombées atmosphériques.

Concernant les boues d'épuration, la production française de boues est de l'ordre de 15 à 20 kg/habitant/an de MS (Lepot, 2006). Soit pour la France, en comptant 900000 t de MS de boues produites (pour 60 millions d'habitants) valorisées à 60 % sur les sols, un flux estimatif d'environ 54 t de DEHP retournant vers les sols par épandage agricole⁷. La quantité maximale de boues épandables tous les 10 ans est de 30 t de MS/ha soit un apport moyen annuel de DEHP de 300 g/ha (Lepot, 2006). Cela ne concerne cependant que 2 à 3 % de la surface agricole utile.

⁷ La littérature - étude ADEME "Connaître pour Agir - Les micropolluants organiques dans les boues de stations d'épuration" - 1995 ainsi que INERIS "Etat de l'art - Problématique des substances prioritaires dans les boues d'épuration" -2006 fait consensus pour une teneur moyenne dans les boues de STEP de 100 mg/kg de MS . Soit pour la France, en comptant 900000 t de MS de boues produites valorisées à 60 % sur les sols, un flux estimatif d'environ 54 t de DEHP retournant vers les sols par épandage agricole.

3.3 L'ETAT DE LA CONTAMINATION DES MILIEUX PAR LE DEHP ET TRANSFERT VERS LES EAUX

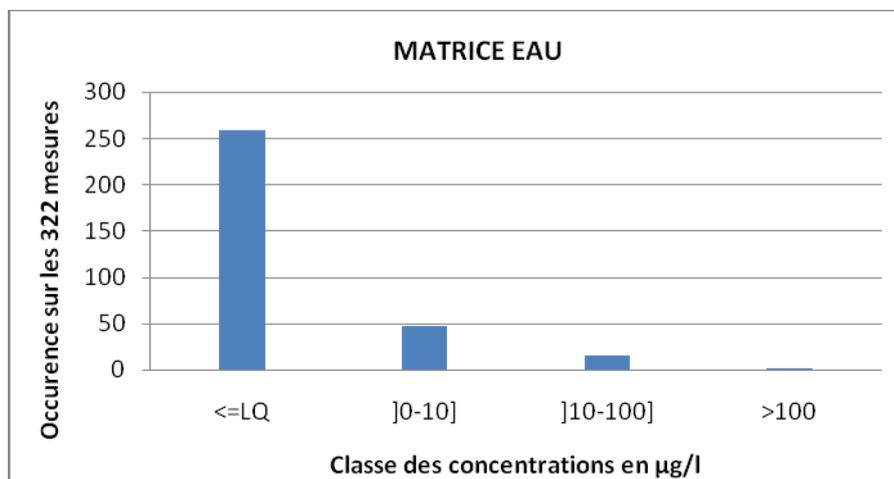
Le DEHP se disperse dans l'environnement par volatilisation et solubilisation, depuis le stade de la fabrication jusqu'à celui de la dégradation des produits contenant du DEHP (Dargnat et al., 2009a). Il n'est pas lié chimiquement aux autres composants des formulations des produits dans lesquels il est employé (additif et non monomère dans les polymères notamment). Par conséquent, il peut facilement être relargué dans l'environnement.

Le DEHP est biodégradable mais peut persister plus longtemps que d'autres phtalates dans certains milieux comme le milieu aquatique où il va s'associer aux sédiments et ainsi mieux résister à la dégradation en mode aérobie (Dargnat, 2009). Le présent chapitre décrit à partir de l'information disponible, l'état de la contamination de chaque compartiment de l'environnement, et, lorsque cela est pertinent, le transfert du DEHP vers le compartiment aquatique.

Matrice eau

La circulaire du 7 Mai 2007⁸ établit la NQEp du DEHP à 1,3 µg/L. Le graphique 1 présente les résultats de l'inventaire exceptionnel 3RSDE concernant la présence de DEHP dans la matrice eau. Il faut noter que la Limite de Quantification (LQ) des laboratoires de mesure qui ont participé à cet inventaire est très variable⁹ et que, la plupart du temps, elle est supérieure à la NQEp du DEHP. Il faut aussi noter qu'il existe un risque de pollution des échantillons d'eau avec le matériel de prélèvement¹⁰. Bien que des progrès considérables aient été réalisés afin d'améliorer les pratiques de prélèvement et éviter ce problème de pollution, seuls les résultats supérieurs à 10 µg/L ont donc été pris en compte (Gréaud, 2008). On peut voir dans le graphique 1 que plus de 80% des analyses réalisées sont inférieures ou égales à la Limite de Quantification (LQ), et qu'environ 20% entrent dans la classe]1-100] µg/l.

Graphique 1 : Concentration de DEHP dans les échantillons eau de l'action 3RSDE.



⁸ Circulaire du 7 mai 2007 définissant les « normes de qualité environnementale provisoires (NQEp) » des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau.

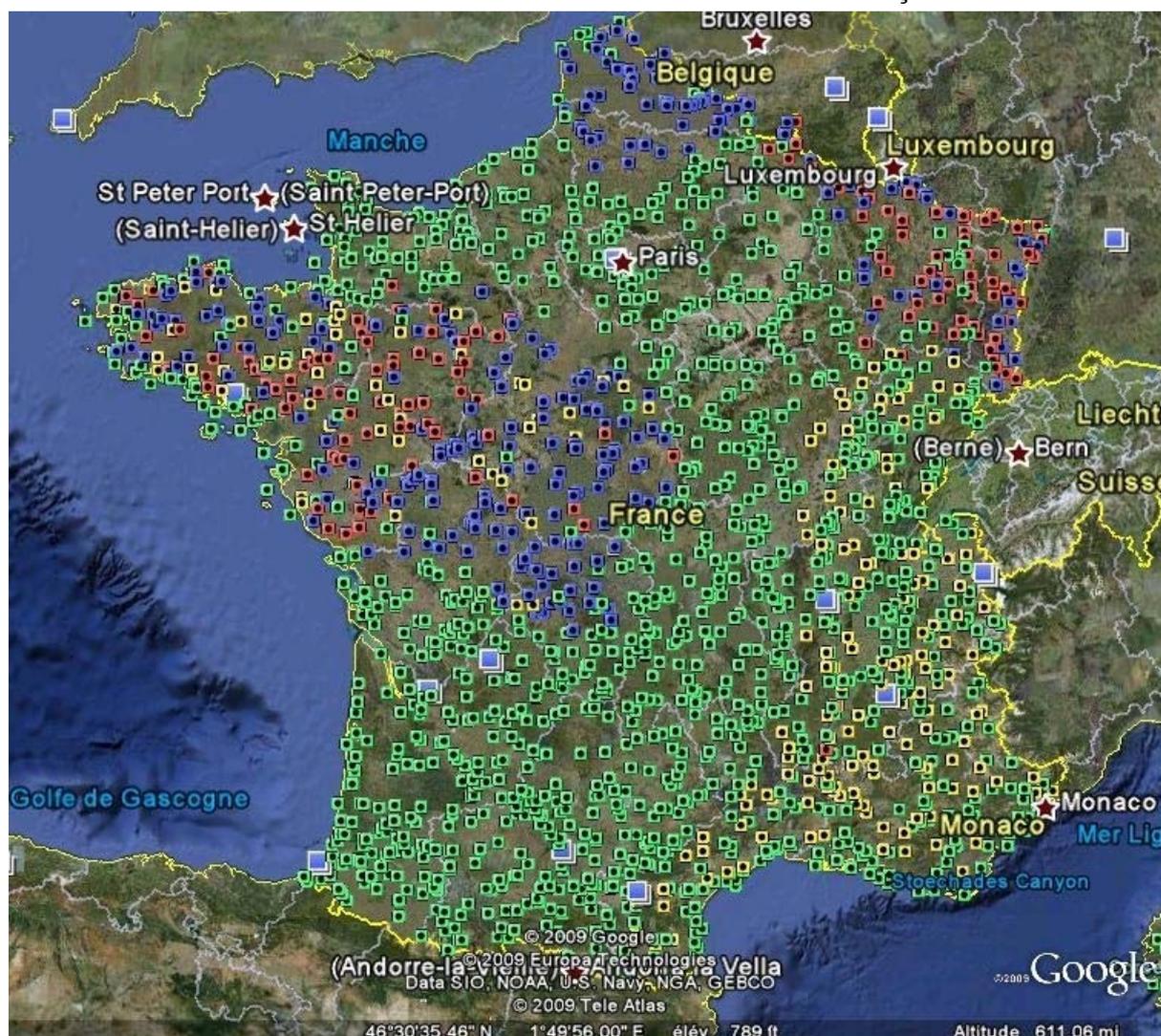
⁹ Les prestataires ont en effet utilisé des techniques analytiques pour mesurer la concentration de DEHP avec des limites de détection et de quantification très différentes. La LQ pouvait aller de 1 à 10µg/L au début de l'action 3RSDE. C'est pour cette raison que seules les mesures indiquant une concentration supérieure à 10µg/L ont été prises en compte.

¹⁰ Le problème de pollution n'est toutefois pas général à l'ensemble des échantillons car il dépend, entre autres, de la nature du matériau utilisé lors du prélèvement.

Source : Morin A., 2007

La carte suivante, bien qu'incomplète, donne une vision synthétique de l'état des stations « Réseau de Contrôle et Surveillance »¹¹ en 2007.

Carte 1 : Etat de la contamination en DEHP des eaux françaises



Légende : jaune = pb de LQ ; vert = pas de données sur la station ; bleu = bon état ; rouge = mauvais état

Source : ONEMA

Le DEHP est fréquemment recherché dans les bassins Loire-Bretagne, Artois-Picardie et Rhin-Meuse en particulier. Les zones les plus polluées par le DEHP, d'après ces mesures, sont les bassins Rennais et Nantais ainsi que les bassins Rhénan et Lorrain.

¹¹ Le Réseau de Contrôle et Surveillance (RCS), mis en place dans le cadre de la DCE totalise plus de 1500 stations.

Matrice air :

L'étude du compartiment atmosphérique effectuée dans la thèse de Cendrine Dargnat a démontré qu'aucun site du bassin de la Seine n'est épargné par la contamination en phtalates, le DEHP étant le phtalate le plus abondant¹².

Dargnat met également en évidence le rôle du compartiment atmosphérique dans le transport des phtalates, avec un maximum de contamination par dépôt atmosphérique en milieu urbain. Le DEHP est le phtalate présentant les concentrations les plus élevées dans tous les sites où la concentration des retombées atmosphériques a été mesurée. Par ailleurs, la comparaison des flux de DEHP dans la Seine et dans les retombées atmosphériques totales a permis de mettre en évidence l'importance des apports du compartiment atmosphérique dans le bassin de la Seine (Dargnat, 2009).

Une variation saisonnière des concentrations dans les retombées atmosphériques (dépôts de temps sec et de temps de pluie) a également été mise en évidence : les maximums ont été mesurés en période froide tandis que les minimums l'ont été en période chaude. L'effet de la pluie ne semble pas être en cause, puisqu'aucune corrélation n'a été observée entre la pluviométrie et les concentrations de DEHP dans les retombées atmosphériques totales.

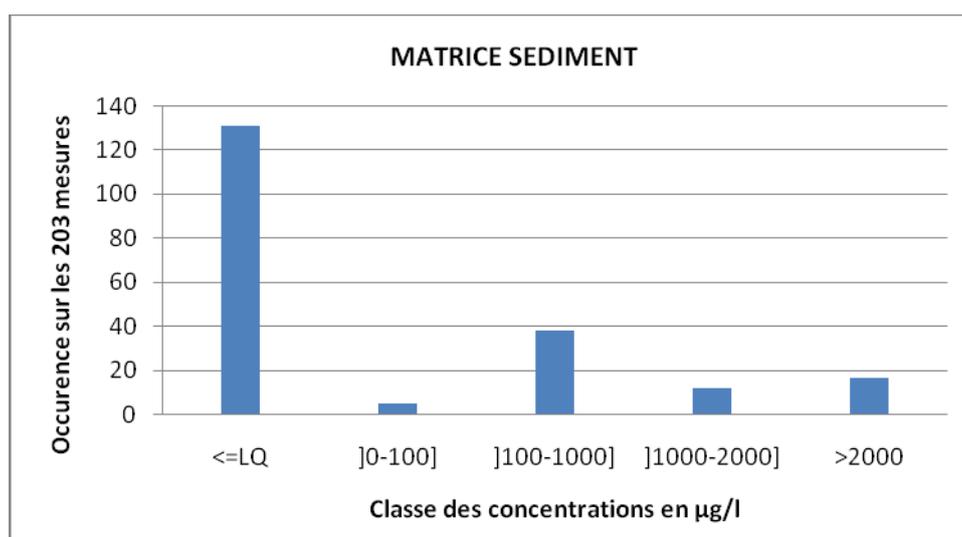
Matrice sol :

Dans ce compartiment, le DEHP est rapidement éliminé sous conditions aérobies en raison de sa demi-vie très courte (Jauzein et al, 1995). Selon Rippen (2001) 50% du DEHP est dégradé dans une période d'une semaine à trois mois après l'application des boues d'épandage sur les sols agricoles. Fréquemment, 90% de DEHP aura disparu en 6 mois. Le risque de transfert vers les cours d'eau peut cependant être élevé en fonction des phénomènes d'érosion (pluies, vent) et de lessivage des sols par les pluies.

Matrice sédiment :

L'inventaire exceptionnel des substances dangereuses dans les milieux aquatiques révèle que plus de 64% des analyses sont inférieures ou égales à la LQ et environ 27% se trouvent dans la classe]0-2000] µg/kg (voir graphique 2). Ici, le problème de pollution du système de prélèvement ne se pose pas.

Graphique 2 : Concentration de DEHP dans les échantillons sédiment RSDE.



Source : Morin A., 2007

¹² Comme dans l'étude de Gréaud (2008), le risque de pollution des échantillons d'eau avec le matériel de prélèvement est présent et des précautions sont à prendre pour interpréter les résultats.

Dargnat (2009) a observé une évolution spatiale des concentrations de DEHP liée à la concentration des matières en suspension au niveau des eaux de surface estuariennes de Poses à Honfleur. Plus la zone est vaseuse, plus la concentration en DEHP est élevée. Les concentrations en DEHP rencontrées en aval de l'estuaire de la Seine sont cependant toutes inférieures à la NQE.

Enfin, elle a observé que le niveau de contamination par les phtalates (dont le DEHP) des organismes marins était supérieur à celui des organismes dulcicoles (Dargnat, 2009).

4. PRIORISATION DES SOURCES DE CONTAMINATION DES COURS D'EAU PAR LE DEHP

Le diagramme suivant présente les flux de DEHP dans l'environnement en Europe en 1997. Il ne prend pas en compte le DEHP présent dans les polymères non PVC (représente environ 2% du DEHP consommé, voir la section sur les principaux usages intentionnels du DEHP).

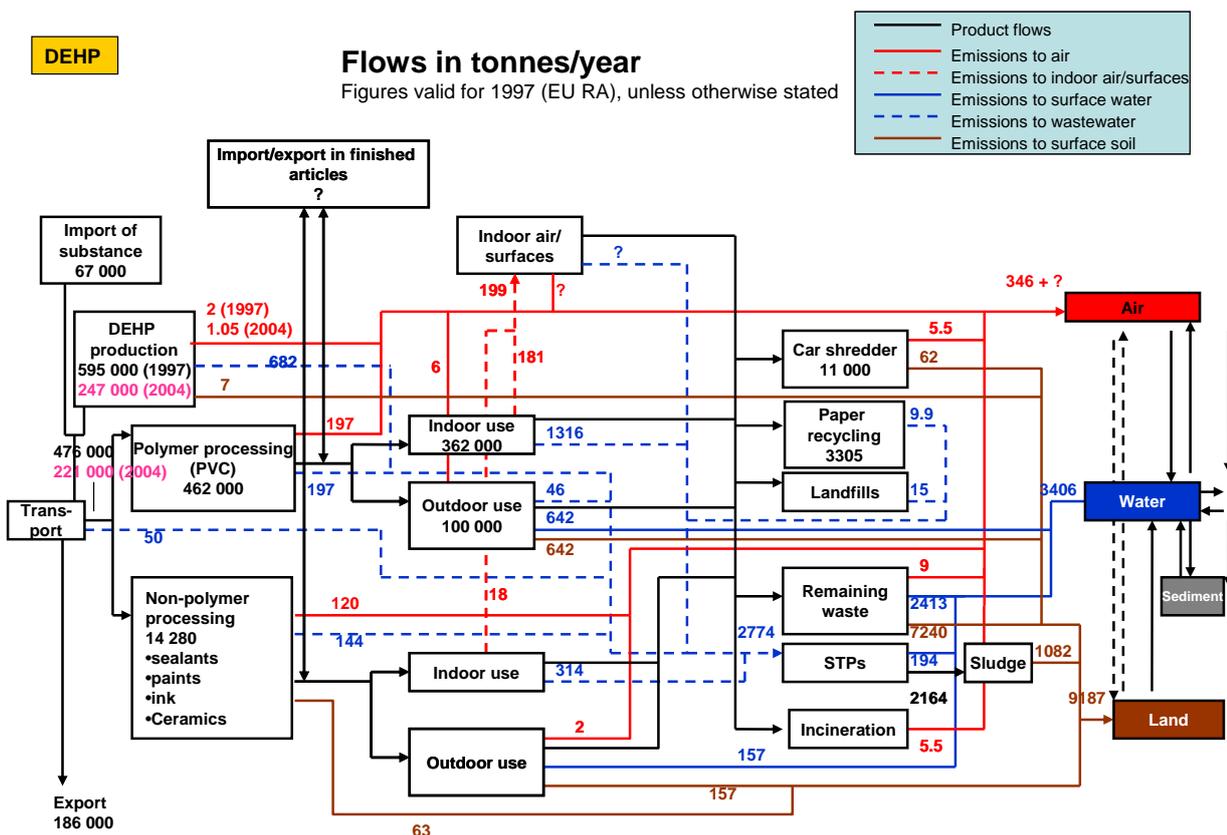


Diagramme 1 : Flux de DEHP en Europe en 1997

Source : Lindeboom, 2009

L'évaluation des émissions européennes de DEHP vers les différents compartiments de l'environnement présentée dans le diagramme ci-dessus donne une idée du niveau de contamination des milieux :

- Emissions directes vers les eaux de surface par ruissellement: 3406t (provenant principalement les déchets laissés dans l'environnement, puis, des utilisations extérieures de polymère PVC, puis, des utilisations extérieures des non-polymères) ;
- Emissions directes vers les eaux de surface provenant des rejets de STEP : 194t (taux d'abattement en station sup. à 90%)
- Emissions vers les sols : 9187t (provenant principalement des déchets laissés dans l'environnement, puis, de l'épandage des boues de station d'épuration, puis, des utilisations extérieures des polymères en PVC et des non-polymères)
- Emissions vers l'atmosphère : + de 346t (provenant principalement de la fabrication des polymères et non-polymères)

Il est difficile d'évaluer les émissions vers les eaux de surface via les sols et l'atmosphère, les taux de transfert entre les compartiments sol, atmosphère et eaux étant mal connus.

Puisqu'il semble que la production de DEHP ait été divisée par 2 entre 1997 et 2008, ces valeurs d'émission sont certainement inférieures aujourd'hui.

Le tableau 1 présente les rejets directs et indirects français de DEHP provenant des installations classées sur la période 2003-2008. Il est malheureusement difficile d'émettre des conclusions à partir de ces résultats, les déclarations des entreprises étant encore trop hétérogènes.

Tableau 1 : Emissions de DEHP des installations classées en France (en kg/an) :

	Eau (direct)	Eau (indirect)
2003		48
2004	575	40
2005	979	278
2006	225	
2007	1040	9
2008	13274	7

Les émissions de DEHP dans le bassin Seine-Normandie sont présentées dans le diagramme suivant (les calculs se trouvent en annexe 3).

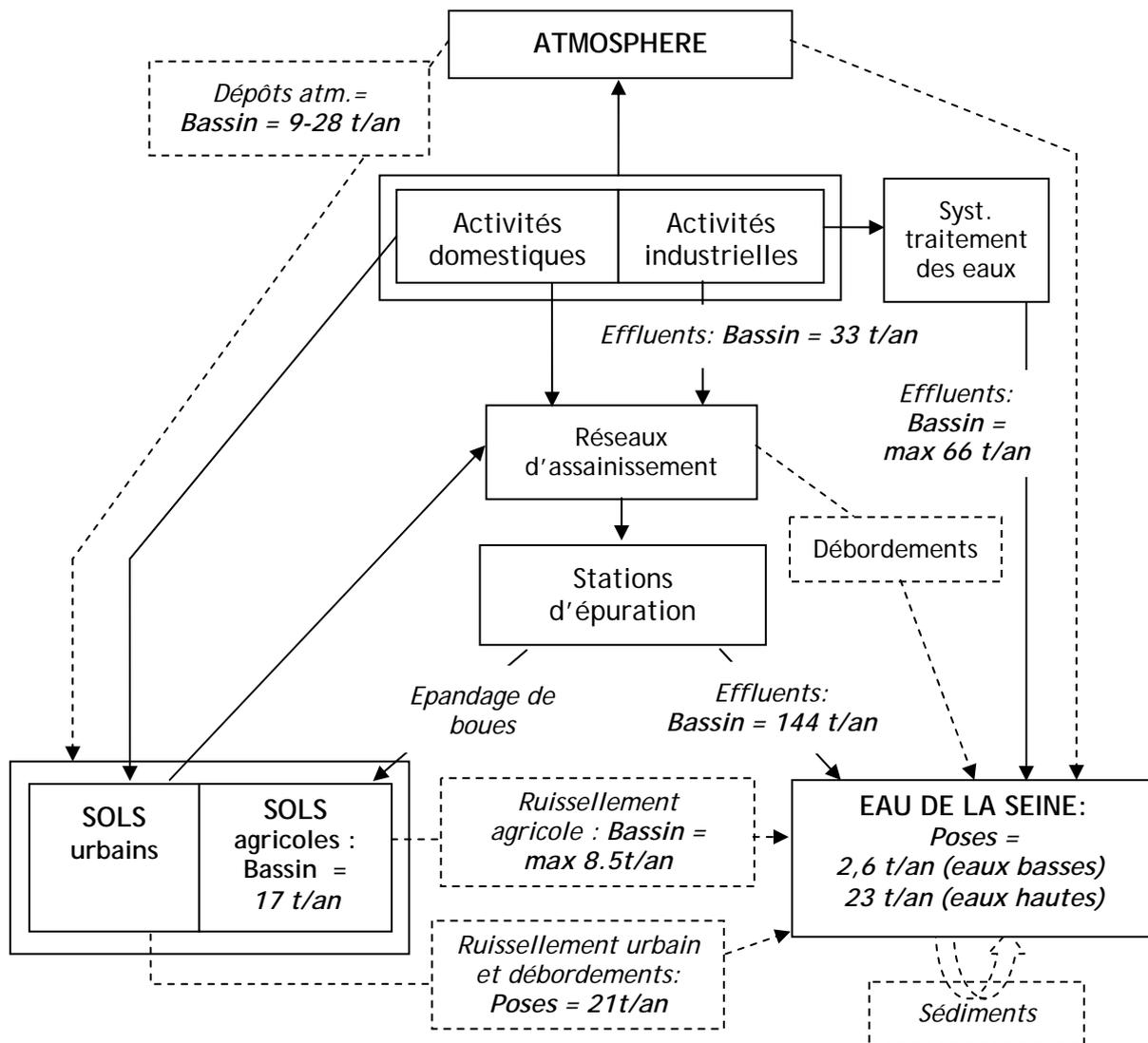


Diagramme 2 : flux de DEHP dans le bassin versant de la Seine-Normandie (ou à Poses, station en aval de la Seine, lorsque les données sur l'ensemble du bassin ne sont pas disponibles)
Source : INERIS et Dargnat, 2009

D'après le diagramme 2, les émissions significatives de DEHP par temps sec proviennent :

- Principalement des effluents de STEP (l'origine est encore difficilement identifiable) ;
- des effluents industriels (essentiellement chimie et parachimie, papeterie et pâte à papier, agro-alimentaire, traitement des textiles) ;
- des dépôts atmosphériques (supérieurs en hiver et en zone urbaine, l'origine de ces dépôts est encore mal connue. On peut cependant penser que ces émissions proviennent de la production et des utilisations de DEHP, de même que de la combustion incomplète de produits contenant du DEHP).

Par temps de pluie, les émissions significatives de DEHP proviennent :

- Principalement des sédiments et du débordement des réseaux d'assainissement et du ruissellement. La présence de DEHP dans les sédiments dépend des émissions passées. La présence de DEHP dans les eaux de ruissellement urbain dépend des stocks de DEHP présents dans les voiries, chaussées et dans le réseau d'évacuation des eaux de pluie. Ces dépôts proviennent, notamment, des PVC extérieurs, emballages plastiques... ;
- puis des effluents de STEP ;
- puis des effluents industriels (l'origine du DEHP est la même que par temps sec) ;
- puis, des dépôts atmosphériques (l'origine du DEHP est la même que par temps sec) ;
- Eaux de ruissellement en zone rurale (lessivage des sols sur lesquels des boues de stations d'épuration ont été épandues, lessivage de PVC extérieurs, ...).

5. ACTIONS POUR REDUIRE LES EMISSIONS ET CONCENTRATIONS DE DEHP

Ce chapitre propose une synthèse des mesures réglementaires européennes, nationales et locales en place, et des mesures techniques réalisées et/ou possibles en France pour réduire les émissions de DEHP. Seules les actions concernant les sources d'émission les plus importantes sont présentées.

5.1 SUBSTITUTION DU DEHP ET DES MATERIAUX CONTENANT DU DEHP :

Cette partie concerne essentiellement les émissions liées aux produits contenant du DEHP, au cours de leur cycle de vie.

◆ Réglementation :

L'ECHA a décidé, le 1^{er} juin 2009, d'inscrire trois phtalates dont le DEHP (les deux autres phtalates sont le BBP et le DBP) sur la liste des substances candidates au statut de « Substances of Very High Concern » qui pourraient être soumises à autorisation.

Il existe un BREF sur les traitements et systèmes de gestion des effluents atmosphériques et des eaux usées dans le secteur de la chimie mais les mesures de réduction des émissions de DEHP ne sont pas explicitement présentées.

En France, la circulaire du 4 février 2002 a donné lieu à une action de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses (3RSDE), dont le DEHP, dans l'eau par les installations classées dans chaque région. La circulaire du 5 janvier 2009 encadre une nouvelle action de recherche faisant suite à celle de la circulaire de 2002.

Il existe, par ailleurs, des textes plus spécifiques sur l'utilisation des phtalates et du DEHP dans les produits suivants :

- Les jouets : L'utilisation du DnBP, du BBP, du DEHP et du DnOP dans les jouets et articles de puériculture est limitée selon la directive 2005/84/CE du 14 décembre 2005
- Les produits cosmétiques : Le DnBP et le DEHP sont interdits d'usage dans les cosmétiques depuis le 21 septembre 2004 en application de la directive 2004/93/CE et le BBP est interdit selon la directive 2005/80/CE du 21 novembre 2005. En France, ces interdictions ont été définies selon l'arrêté du 5 janvier 2005 pour le DnBP et le DEHP (JO du 20/01/2005 ; SANP0520033A) et selon l'arrêté du 7 avril 2006 pour le BBP (JO du 27/04/2006 ; SANP0621573A).

- Les emballages alimentaires : Le BBP et le DnBP ne sont plus autorisés dans la composition des vernis à appliquer aux pellicules de cellulose régénérée pouvant être en contact avec les denrées alimentaires selon la directive 2004/14/CE du 29 janvier 2004. L'utilisation du DnBP, du BBP et du DEHP dans les matériaux et objets en matière plastique (joints de couvercles) destinés à entrer en contact avec des aliments est définie selon la directive 2007/19/CE du 02 avril 2007.

♦ Mesures techniques :

2 types de substitution sont possibles :

- Substitution du DEHP dans les polymères : les principales alternatives au DEHP sont le di-isonyl phtalate (DINP) et le di-isodecyl phtalate (DIDP) ;
- Substitution du PVC souple par un autre polymère.

Le tableau 2 présente un aperçu des substitutions déjà expérimentées.

Tableau 2 : Substances de substitution du DEHP et produits alternatifs

Applications	Alternatives au DEHP	Produits alternatifs
Plaque pour la construction	Plastifiants polymériques	Polyester
Cables	Di(2-éthylhexyl)phosphate Tri(2-éthylhexyl)phosphate Tri-2éthylhexyltrimellitate Esters d'acide alkylsulfonique DIDP ou autres phtalates Plastifiants polymériques	Polyéthylène
Protection du bas de caisse (voitures)	Benzoates et mesamoll; une partie peut être remplacée par un ester méthylique d'acide gras	Bitume/gomme et polyuréthane
Moules PVC extrudables	Butyryl-n-trihexylcitrate Autres esters d'acide phtalique (eg, di-n-octyl phtalate, didécyl phtalate), esters d'acide adipique (e.g., diéthylhexyl adipate), esters d'acide citrique (e.g., acétyltributyl citrate), et tri-(2-éthylhexyl)trimellitate.	EthylèneVinyl Acetate silicone, PE ou Polyuréthane
Tissus enduits	Plastifiants polyester, benzoates, phosphates et autres polymères DIDP, DINP	Polyuréthane pour cuirs artificiels Papier pour tapisseries Polyéthylène pour foils et acrylates
Revêtements de sol, mur, toiture	DINP Ester butané Di(éthylhexyl)adipate Triméthyl 1,3-pentanediol diisobutyrate	Linoleum, gomme, bois textile (quelques fois avec des fonctionnalités différentes), liège et asphalte.
Mastics	Polyester Dipropylène glycol dibenzoate	
Dispositifs médicaux	Trimellitates	Polyéthylène, Polypropylène et gomme
Encres d'imprimerie	O-acétyl tributyl citrate Diocetyl sébacate	
Adhésifs et colles	Benzyl phtalate	Polyuréthanes
Jouets	Polyéthylène	Polyéthylène, Polypropylène et gomme

Source : Lindeboom, 2009

Les observations toxicologiques et éco-toxicologiques des substitutifs au DEHP sont plus récentes que celles du DEHP, et le recul vis-à-vis de ces substances n'est pas encore suffisant pour conclure quant à leur toxicité pour l'environnement et la santé (Lindeboom, 2009). Parmi les alternatives au DEHP, seulement quelques unes sont bien évaluées. Les critères économiques et de faisabilité sont également très mal connus.

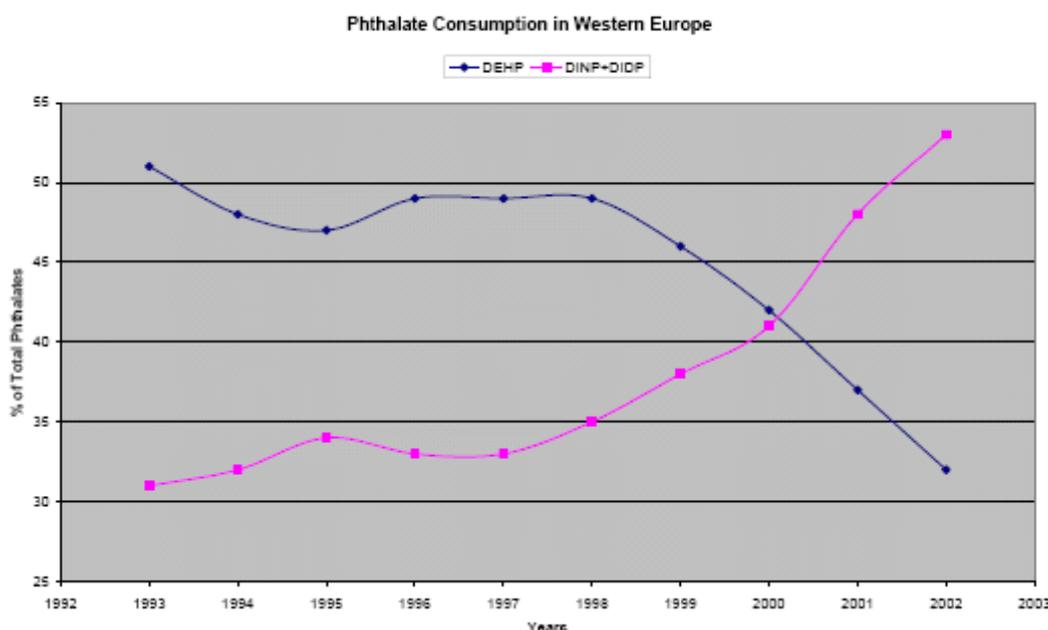
Les phtalates et principalement le DINP, restent le plastifiant privilégié dans certaines des applications impliquant de gros volumes (sols PVC, câbles et pneus) (Lassen et al., 2009). Selon l'ECHA, les phtalates CMR (DBP, DEHP, BBP) seraient encore largement utilisés comme plastifiants dans les sols PVC dans l'Union Européenne. En revanche, lorsque l'on se tourne vers le SFCE (Syndicat Français des Enducteurs Calandriers), celui-ci affirme que seuls « les phtalates reconnus comme n'ayant aucun effet sur la santé par la CE sont utilisés pour fabriquer les revêtements de sols PVC ». Parmi ses adhérents, les sociétés Forbo, Gerflor ou Tarkett vont plus loin dans leur communication en annonçant qu'elles sont engagées de longue date dans le bannissement de phtalates CMR (Latieule, 2009).

Les alternatives non-phtalates ont, en fait, principalement été appliquées pour des produits où l'exposition humaine est élevée et fortement réglementée: jouets, produits médicaux, emballages de produits alimentaires, bouteilles d'eau (Lassen et al., 2009).

Le graphique 3 permet de voir l'évolution de l'utilisation du DEHP par rapport à celle du DINP et du DIDP entre 1993 et 2002.

Graphique 3 : Utilisation du DEHP, DINP et DIDP entre 1993 et 2002 en Europe de l'Ouest.

Abbildung 1: Verbrauch von DEHP, DINP und DIDP in West-Europa (Quelle: ECPI)



Source: Lindeboom, 2009

Ce graphique montre que l'utilisation du DEHP diminue rapidement à partir de 1998, et cela au profit d'autres phtalates dont on observe une hausse des volumes utilisés quasiment au même moment. Les substitutifs non phtalates ne sont pas encore directement disponibles en particulier en raison leur trop faible production (Lindeboom, 2009).

5.2 ACTIONS POUR REDUIRE LES EMISSIONS NON-INTENTIONNELLES ATMOSPHERIQUES

Il existe peu de marge de manœuvre au niveau des émissions industrielles atmosphériques si ce n'est par la substitution du DEHP ou des PVC eux-mêmes (voir section précédente sur les substitutions possibles).

5.3 ACTIONS POUR REDUIRE LES REJETS DIRECTS PONCTUELS DANS L'EAU

Rejet des stations d'épuration industrielles, mixtes ou urbaines

◆ Règlementation :

Circulaires du 4 février 2002 et du 5 janvier 2009 encadrant l'action de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses (dont le DEHP) dans l'eau par les installations classées.

◆ Efficacité des traitements :

Le bassin de décantation primaire est l'étape la plus efficace pour réduire la teneur en DEHP des eaux usées. Selon Dargnat (2009), au moins 50 % de l'ensemble des phtalates sont éliminés par sédimentation dans le décanteur primaire de la STEP. Le traitement avec boue activée permet de réduire de 12% supplémentaires la teneur en DEHP (Kong *et al.*, 2008). Le DEHP est considéré comme un composé persistant très résistant à la biodégradation (Klopffer, 1996). Les traitements additionnels ne peuvent réduire la teneur en DEHP que de quelques pourcents. Les rendements d'élimination les plus élevés lors de la nitrification, par exemple, sont de 13 % (Dargnat, 2009).

Les rendements d'élimination du DEHP pour quelques combinaisons de traitement sont les suivants :

- Décanteur primaire + bassin d'aération avec boues activées + clarificateur : la réduction de la teneur en DEHP est de l'ordre de 80 à 90%. Le taux d'abattement du DEHP serait encore meilleur avec une boue activée composée d'actinomyète (*Rhodococcus spp. Rhodococci*) (Lindeboom, 2009) ;
- Décanteur primaire + bassin d'aération avec boues activées + nanofiltration : la réduction de la teneur en DEHP est de l'ordre de 65-80% à 99.9% (Lindeboom, 2009) ;
- Décanteur primaire + bassin d'aération avec boues activées + osmose inverse: la réduction de la teneur en phtalates peut atteindre 99.9% (Lindeboom, 2009).

Ces deux derniers types de traitement, ainsi que d'autres traitements tertiaires peuvent produire des effets intéressants sur la teneur en DEHP mais ils sont encore en cours de développement ou disponibles mais alors leur mise en œuvre est trop coûteuse ou trop complexe avec parfois une efficacité peu probante. C'est aussi le cas de l'oxydation avec ozone ou encore les procédés d'oxydation avancés (UV, Photo Fenton, UV/peroxide hydrogéné).

Les rendements d'élimination du DEHP observés en France sont de 78% à la STEP Marne Aval et de 79% à Honfleur. Les filières d'épuration sont similaires à Marne Aval et à Honfleur : décanteur primaire, traitement boues activées, nitrificateur). Un rendement d'élimination comparable (75 %) a été observé au Canada avec une filière d'épuration similaire (Fernandez *et al.*, 2007). Des rendements plus élevés ont été trouvés par Marttinen *et al.* (2003) en Finlande (94 %) dans une STEP possédant un dispositif de dénitrification/nitrification ainsi que par Fauser *et al.* (2003), dans une STEP au Danemark mettant en œuvre une alternance continue entre traitement biologique et dénitrification/nitrification (96 %). En Australie, le rendement d'épuration du DEHP dans 5 STEP utilisant toutes le procédé des boues activées, était de 18 à 84 %. Cependant, les auteurs n'ont pas établi de relation entre les rendements d'une part, et d'autre part l'importance de la population raccordée ou l'origine des eaux usées ou encore, la concentration de DEHP en entrée de STEP (Tan *et al.*, 2007).

5.4 ACTIONS POUR REDUIRE LES REJETS DIRECTS DIFFUS DANS L'EAU

Réduire les débordements de réseaux d'assainissement et le ruissellement

Ces actions seront décrites sommairement dans ce document, car elles ne sont pas spécifiques au DEHP.

◆ Réglementation :

La circulaire du 12 mai 1995, relative aux systèmes d'assainissement de plus de 2 000 équivalent-habitants, renforce la possibilité de limiter le ruissellement en demandant aux grandes agglomérations d'explorer les possibilités de mise en œuvre de techniques alternatives dans leur programme d'assainissement.

L'article 35 de la loi n° 92-3 sur l'eau du 3 janvier 1992 relatif au zonage d'assainissement pluvial indique que ce zonage peut être élaboré par une commune ou un groupement de communes. Il a pour but de prévenir les effets de l'urbanisation et du ruissellement des eaux pluviales sur les systèmes d'assainissement et sur les milieux récepteurs. Bien que le zonage soit un outil très pertinent, il est actuellement peu utilisé (MEDAD, 2006). Il y a pour cela plusieurs raisons, notamment : (i) ce dispositif est méconnu, (ii) il n'existe pas de décret relatif au zonage ce qui permettrait de mieux le définir, (iii) les élus sont parfois réticents à réaliser un zonage des eaux pluviales lorsque celui-ci impose des restrictions par rapport au foncier, (iv) ce dispositif est peu aidé financièrement (cependant, l'étude de zonage peut être financée en partie par l'Agence de l'Eau quand elle comporte un volet sur la qualité de l'eau, ou si la commune réalise un zonage complet eaux usées et eaux pluviales). Néanmoins, il existe quelques exemples de zonage : le zonage pluvial du Grand Lyon (69) définit trois zones, accompagnées de prescriptions (zones de production, zones d'accumulation, zones de circulation). Citons aussi le zonage pluvial des communes du bassin d'Arcachon (33) et celui de Rennes (35).

Le SDAGE indique comment l'occupation du sol, les écoulements, l'infiltration, ont évolué sur le bassin versant dans les dernières années. Il peut fixer des principes de limitation du ruissellement et de l'érosion des sols et indiquer des objectifs pour l'évolution du couvert végétal. Pour atteindre ces objectifs, il peut comporter des mesures liées à la maîtrise des ruissellements et des risques d'inondation, comme par exemple la protection et la mise en valeur des zones humides. Le SDAGE Rhin-Meuse (MEDAD, 2006) fixe, par exemple, des objectifs en termes d'amélioration de la prise en compte des eaux pluviales dans les zones urbanisées par la limitation de l'urbanisation des surfaces, la déconnection des réseaux urbains avec les apports d'eaux pluviales de bassins versants extérieurs aux agglomérations, ou encore la compensation des impacts négatifs de l'imperméabilisation des sols (bassins pluviaux...). En zone rurale, il indique que des actions telles que le maintien de la couverture végétale, l'infiltration dans les formations aquifères, la rétention dans les zones humides ou autres zones naturelles en dépression (des fossés par exemple) doivent être

favorisées.

Autres exemples d'actions politiques plus ponctuelles (Carré et al., 2006) :

- En Seine Saint-Denis, tout aménageur lorsqu'il met en place une opération de type Zone d'Aménagement Concertée, lotissement ou même un simple Permis de Construire, est soumis à une régulation des eaux pluviales ;
- En Seine Saint-Denis, le Conseil Général, propriétaire du réseau d'assainissement a imposé aux aménageurs depuis les années 1980 de ne pas augmenter la quantité d'eau apportée dans les canalisations. Aujourd'hui, 450 dispositifs de retenue ont été réalisés ce qui représente 2 000 ha de surface maîtrisée.

◆ Mesures techniques :

Cette action consiste à réduire le débordement des réseaux d'assainissement et le ruissellement. Réduire les émissions diffuses urbaines pourrait présenter une certaine efficacité pour diminuer les pointes de concentration dans le milieu associées aux crues et événements pluvieux. Pour cela 2 alternatives :

1- Réduire les débordements de réseaux d'assainissement :

Cette option repose sur les 2 principes suivants :

- Retarder le ruissellement de l'eau pluviale en répartissant des ouvrages de stockage sur le réseau de collecte
- Traiter l'eau si possible à la source en favorisant l'infiltration sur place.

Si le réseau d'assainissement est unitaire, les gestionnaires du réseau essaieront de remédier à la sous-capacité de leur installation par la construction de bassins d'orage, l'agrandissement du réseau et de la station d'épuration existants, la construction de réseaux séparatifs ou encore la déconnexion des eaux pluviales du réseau. Même si le réseau est séparatif, la pollution peut rester importante car les effluents des réseaux d'eau pluviale sont pollués par le lessivage des toits et des chaussées. La remise en suspension des dépôts au sein du réseau vient aussi contribuer à la pollution des eaux pluviales.

Il existe différents type de bassins de rétention (Chouli, 2006):

- Grands bassins de rétention-infiltration en eau, soit en amont de la ville, soit incorporés dans le tissu urbain, aménagés comme lacs artificiels avec un marnage en temps de pluie.
- Grands bassins de rétention-infiltration secs, aménagés comme bois, parcs ou aires de sport et inondables en temps de pluie.
- Bassins de stockage couvert qui peuvent aussi accueillir les eaux du système unitaire en temps de pluie.
- Petits bassins de rétention ou/et infiltration.
- Noues (fossé peu profond et large servant au recueil, à la rétention et/ou l'infiltration des eaux pluviales)
- Chaussées structure réservoir.

Il faut noter que les techniques d'infiltration présentent certains risques : un danger accru d'inondations locales dues à un entretien insuffisant des installations ; une probabilité accrue d'inondation des sous-sols ou de dégâts dans les fondations en raison de l'humidité supplémentaire ; une contamination éventuelle de l'eau souterraine par les polluants des eaux pluviales (Butler et Maksimovic dans UNESCO, 2001). Tous ces nouveaux risques doivent être réduits si on diminuait par exemple la vulnérabilité d'une zone inondable (Eurydice 92, 1997).

2- Limiter le transport par ruissellement des déchets laissés dans l'environnement :

Des mesures préventives et/ou correctives sont déjà ou peuvent être mises en place :

- Des mesures préventives peuvent être réalisées en traitant, si possible, la contamination à la source par la réduction des déchets laissés sur les voies publiques (voir section sur les émissions terrestres).
- Les mesures de correction viseront essentiellement à réduire les stocks de polluants présents dans le réseau. Les actions permettant d'améliorer les conditions de transport solide par temps sec (reprofilage de collecteurs, cunettes glissantes,...) ou assurant un lessivage des stocks constitués (système de chasse) sont à privilégier (Gasperi, 2006).

Les mesures de correction peuvent aussi aller vers une systématisation de la construction de réseaux séparés d'assainissement pour les eaux pluviales afin d'éviter tout versement direct des eaux pluviales vers le milieu.

Réduire le relargage des sédiments¹³

Réduire ce type d'émissions peut se faire en prévention, i.e. par des mesures centrées sur les zones urbaines (voir les autres sections sur les émissions directes et les sections sur les émissions indirectes), ou alors par le dragage et le traitement des sédiments.

Les actions en zones urbaines ne pourront pas réduire à elles seules la contamination des sédiments qui sont historiquement contaminés. Les opérations de dragage¹⁴ pourront alors contribuer à la décontamination des sédiments. Dans cette optique, un inventaire détaillé des techniques de curage, transport, traitement et usages des sédiments a été développé dans le cadre d'un projet d'étude européen LIFE par des organismes publics français, néerlandais et belges¹⁵. Il faut savoir que les étapes d'une opération de dragage sont interdépendantes et que les techniques et protocoles sont en constante évolution. Très récemment, un groupe de travail ad hoc a été constitué au sein du MEEDDM pour permettre de définir un protocole de caractérisation des sédiments gérés à terre (projet Sédimatériaux¹⁶).

5.5 ACTIONS POUR REDUIRE LES EMISSIONS NON-INTENTIONNELLES TERRESTRES

Emissions ponctuelles (décharges)

◆ Règlements :

La directive 1999/31/CE concernant la mise en décharge des déchets indique que les décharges doivent être conformes au plan de gestion des déchets visé à l'article 7 de la directive 75/442/CE.

La loi n°92-646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets vise à améliorer les conditions de traitement des déchets et de réduire leur impact sur l'environnement (réduction du recours à la mise en décharge et développement de la valorisation énergétique et du tri des déchets).

¹³ Ces actions ne sont également pas spécifiques au DEHP.

¹⁴ Obligation de dragage/curage pour les cours d'eau domaniaux (l'Etat est le propriétaire) selon le Code du Domaine Public Fluvial.

¹⁵ <http://www.eau-artois-picardie.fr/IMG/pdf/gestionsediments.pdf>

¹⁶ http://www.cd2e.com/CD2EStatic/contenu/sediments/Pochette_A4sedimateriaux09.pdf

Grenelle de l'environnement : propose de renforcer de façon significative la politique sur les déchets : réduire la production de déchets, développer le recyclage matière et organique, mieux connaître et contrôler les impacts des différents modes de traitement et de valorisation, renforcer la concertation, l'information et l'innovation en matière de gestion des déchets¹⁷.

Pour les décharges non autorisées, la circulaire du 23 février 2004 demandait aux préfets de mettre à jour la liste des sites non autorisés. Elle demandait également de mobiliser les acteurs locaux pour faire cesser les apports de déchets sur les sites encore en activité. La circulaire du 4 juillet 2005 demande la fermeture des sites toujours en fonctionnement. Des actions spécifiques sont prévues pour les départements où l'action est la moins avancée.

◆ Mesures techniques :

Les émissions provenant des décharges les plus récentes sont en général contrôlées par le stockage des déchets en enclos étanches en béton ou par le brûlage.

Emissions diffuses (déchets laissés dans l'environnement)

◆ Règlementation :

- Loi sur les déchets de 1992 et Grenelle de l'environnement (voir ci-dessus) ;
- Dans chaque département, les plans d'élimination des déchets ménagers (décret n°1006 du 18 novembre 1996) ont pour objectif la coordination de l'ensemble des actions à mener.

Le contrôle des déchets dans l'environnement pourrait également réduire ce type d'émission, mais cette action est difficilement applicable.

◆ Mesures techniques :

Il existe des mesures de promotion d'actions de recyclage. Par exemple, pour les sols PVC dans lesquels se trouve du DEHP (et d'autres phtalates non CMR), il y a aujourd'hui 3 solutions de fin de vie pour ces produits:

- La mise en décharge (le plus utilisé): les sols PVC sont classés comme non dangereux et sont mélangés avec les autres déchets banals ;
- L'incinération: incinérateur de déchets non dangereux ;
- Le recyclage: en France depuis 2004, opération pilote de collecte et recyclage des déchets de chantier menée par le SFEC.

Les mesures de type collecte des déchets laissés sur les voies publiques, nettoyage, peuvent également être considérées. Par exemple, actuellement à Paris¹⁸, la collecte est assurée par la ville ou par des entreprises privées quotidiennement. Les encombrants sont collectés, sur rendez-vous, sur la voirie publique. Concernant le nettoyage des voies publiques à Paris, 2400 km de trottoirs sont balayés chaque jour et 30 000 corbeilles réparties sur la voie publique sont vidées 1 à 6 fois par jour. 1500km de rues sont aspirés et lavés au moins une fois par semaine. Les interventions varient selon la taille de la rue, le taux de fréquentation, le type d'activité... Enfin, Paris compte une vingtaine de marchés découverts quotidiens qui produisent un volume considérable de déchets organiques et d'emballages. Le nettoyage de ces lieux est réalisé dès la fermeture des marchés (déblayage et lavage).

¹⁷ <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/074000600/index.shtml>

¹⁸ http://www.paris.fr/portail/Environnement/Portal.lut?page_id=1300

Emissions diffuses (épandage des boues d'épuration)

◆ Règlementation :

L'épandage agricole des boues est encadré par la directive 86/278/CEE du 12 juin 1986 au niveau de l'UE. En revanche, aucune Valeur Limite de Concentration (VLC) pour les composés traces organiques n'est fixée par cette directive. Depuis 1998, la commission européenne envisage de réviser cette directive en intégrant pour la première fois des VLC pour les composés traces organiques. Pour le DEHP, la VLC proposée est de 100 mg/kgMS.

En France, le statut juridique ou réglementaire des boues d'épuration est défini par le décret 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées. Il a pour objectif de définir et de décrire les conditions générales d'épandage sur les sols agricoles, forestiers ou en voie de reconstitution ou de revégétalisation. La réglementation interdit l'épandage lorsque les risques de lessivage sont importants et impose des distances minimales aux cours d'eau afin de se prémunir de ce risque.

◆ Mesures techniques :

Les boues sont aujourd'hui traitées de 3 façons différentes :

- La mise en décharge
- L'épandage agricole
- La production d'énergie par :
 - Incinération : les boues doivent au préalable être séchées
 - Digestion anaérobie : 20 à -60% de réduction de DEHP

Il n'existe pas de solution disponible actuellement pour réduire la concentration de DEHP dans les boues d'épuration. Des études sont cependant en cours. Dans sa revue de la littérature, Lashermes et al. (2008) indique une réduction d'environ 60% de la concentration de DEHP par compostage mais cette valeur est très variable en fonction du procédé de compostage et du type de compost.

6. LEVIERS D'ACTION ET MARGE DE PROGRES

Les deux tableaux suivants présentent un état des lieux des leviers d'actions de réduction des émissions de DEHP possibles et de leur efficacité selon les conditions climatiques.

Tableau 3 : Leviers d'actions et marges de progrès par temps sec

Source d'émission de DEHP par temps sec ¹⁹	Actions de réduction des émissions de DEHP	Efficacité de l'action sur la réduction des concentrations de DEHP dans le milieu par temps sec	Marge de progrès et délais
1°) Effluents des STEP			
STEP mixte et urbaines	Traitement primaire	Un traitement primaire physico-chimique réduit la concentration de DEHP d'au moins 50%.	Très faible Equipement de base des STEP, sauf pour le cas de STEP mal exploitées.
	Traitement physico-chimique tertiaire	Un traitement additionnel de type nanofiltration ou osmose inverse peut aller jusqu'à la quasi-suppression du DEHP.	Faible sur le moyen terme Ce type d'équipement permettrait une réduction supplémentaire de 10 à 15 % de la concentration de DEHP lorsqu'une STEP est déjà équipée d'un décanteur primaire et d'un traitement par boues activées. Ces équipements sont cependant très coûteux.
2°) Effluents industriels			
Chimie et parachimie Papèterie et pâte à papier Agro-alimentaire (produits d'origine végétale) Traitement des textiles dont blanchisserie	Intégrer un traitement physico-chimique des eaux usées	Un traitement primaire physico-chimique réduit la concentration de DEHP d'au moins 50%.	Faible à moyenne Selon le secteur, les traitements mis en œuvre sont plus ou moins disposés à réduire les concentrations de DEHP de façon non intentionnelle (les traitements physico-chimiques sont plus efficaces pour réduire le DEHP que les traitements biologiques). On peut supposer qu'un établissement ne traitant que biologiquement ses effluents pourra réduire significativement ses effluents de DEHP en intégrant un traitement physico-chimique.
	Traitement additionnel des eaux usées	Un traitement additionnel de type nanofiltration ou osmose inverse peut aller jusqu'à la quasi-suppression du DEHP.	Faible à moyenne Avec les traitements déjà mis en place, la mise en œuvre d'un traitement additionnel réduira de 10 à 15% supplémentaires les rejets de DEHP. Le coût de ces techniques est cependant très élevé.
	Substitution du DEHP dans les polymères	Selon le taux de substitution, cette mesure peut aller jusqu'à supprimer totalement la présence de DEHP dans les produits au profit d'autres phtalates non encore identifiés comme toxiques (DINP et DIDP) ou d'autres substances non-phtalate. Cette mesure ne concerne pas que les effluents industriels, elle a une action transversale tout au long du cycle de vie de la substance.	Faible mais intéressante sur le moyen terme Les alternatives non-phtalates ont principalement été appliquées pour des produits où l'exposition humaine est élevée et fortement réglementés (jouets, emballages alimentaires, produits médicaux) Le DEHP serait encore largement utilisé dans les applications produites en gros volumes (sols PVC, cables, pneus) bien que la substitution vers le DINP ait été amorcée. Les alternatives non-phtalates ne sont pas encore disponibles en quantité suffisante sur le marché pour être utilisé comme substituant de façon plus systématique.

¹⁹ Par ordre d'importance

Source d'émission de DEHP par temps sec ¹⁹	Actions de réduction des émissions de DEHP	Efficacité de l'action sur la réduction des concentrations de DEHP dans le milieu <u>par temps sec</u>	Marge de progrès et délais
	Substitution du PVC par un autre polymère	Selon le taux de substitution, cette mesure peut aller jusqu'à supprimer totalement la présence de DEHP.	<p>Faible à moyenne sur le moyen terme</p> <p>L'usage des PVC est profondément ancré dans notre société. Leur remplacement à grande échelle n'est pas envisageable sur le court terme.</p> <p>Des substituts existent néanmoins des progrès peuvent être réalisable sur le plus long terme.</p>
3°) Dépôts atmosphériques			
Fabrication utilisation de phtalates	Substitution	Voir les actions de substitution	<p>Très faible</p> <p>Contribution globale de ces émissions très faible (provient de la production de polymères-PVC et de non-polymères)</p> <p>Pas de technique de réduction des émissions atm. de DEHP disponible au niveau de l'usine si ce n'est la substitution.</p>
Combustion incomplète des matières plastiques	Améliorer les conditions de combustion		<p>Faible</p>

Tableau 4 : Leviers d'actions et marges de progrès spécifique par temps de pluie

Source d'émission de DEHP par temps de pluie	Actions de réduction des émissions de DEHP	Efficacité de l'action sur la réduction des concentrations de DEHP dans le milieu par temps de pluie	Marge de progrès et délais
1°) Déchets laissées sur les voies publiques/privées urbaines			
Débordement du réseau d'assainissement	Séparation des eaux usées et pluviales dans les réseaux unitaires	La déconnexion des eaux pluviales avec les eaux usées permettra aux stations d'épuration de récupérer de la capacité de traitement lors des événements pluvieux.	Marge de progrès inconnue La plupart des villes nouvelles sont équipées d'un réseau séparatif qui permet de ne pas rejeter directement les eaux pluviales dans le milieu.
	Gestion des débordements avec bassin de rétention-infiltration, bassin de stockage, chaussées-réservoir...	Mise en place très progressive de techniques de gestion des débordements avec des efficacités très variables.	Marge inconnue
	Réduire les dépôts secs dans les canalisations du réseau	Le réprofilage des collecteurs, la mise en place de système de chasse d'eau devraient réduire significativement les dépôts présents dans le réseau d'assainissement. La pratique de ces techniques est encore aléatoire et peu fréquente.	Marge inconnue
Ruissellement des eaux pluviales	Réduire les volumes d'eaux de ruissellement	Favoriser l'infiltration sur place ou en intégrant le stockage des eaux de pluie au cœur des aménagements urbains	Moyenne Certaines collectivités ont déjà imposé aux lotisseurs publics et privés le stockage des eaux de pluie.
	Réduire les utilisations intérieures et extérieures des PVC Substitution du DEHP dans les PVC et substitution du PVC par un autre polymère	Voir les mesures de substitution	Moyenne à importante sur le moyen terme Les sources visées ici représentent un pourcentage élevé des émissions de DEHP, mais la substitution des polymères PVC, bien que déjà initiée, ne peut pas donner de résultats significatifs sur du court terme.
	Améliorer les conditions de stockage des déchets	Rendre étanche les sites de stockage des déchets	Moyenne sur moyen terme Les décharges les plus récentes sont étanches. Il reste cependant un certain nombre de décharges à étanchéifier et des décharges non autorisées dont les émissions sont mal connues.
	Réduire les déchets laissés sur les voies publiques	Intervention publique de nettoyage des voies publiques. Réduire la création de déchets par la réduction des emballages par exemple.	Faible Les sources visées ici représentent un pourcentage élevé des émissions de DEHP. L'abandon des déchets dans l'environnement est en revanche difficile à contrôler sur le court terme. Par ailleurs, les interventions publiques de nettoyage sont déjà bien en place.

Source d'émission de DEHP par temps de pluie	Actions de réduction des émissions de DEHP	Efficacité de l'action sur la réduction des concentrations de DEHP dans le milieu par temps de pluie	Marge de progrès et délais
1°) Relargage des sédiments			
Emissions passées et présentes de DEHP	Réduire les émissions directes et indirectes de DEHP	Voir les autres sections.	Faible mais marge de progrès importante sur le moyen terme Les actions en zones urbaines ne pourront pas réduire à elles seules la contamination des sédiments qui sont historiquement contaminés. Les opérations de dragage et de traitement des sédiments pourront en revanche produire des résultats intéressants. Des travaux de réflexion sont en cours mais les délais de mise en œuvre seront trop court vis-à-vis la DCE.
	Traiter les sédiments	Pas de recommandations réglementaires concernant le traitement des sédiments. Il existe cependant un inventaire des techniques de dragage et, récemment, un groupe de travail sur ce sujet s'est constitué au niveau national (projet Sédimatériaux).	
3°) Effluent des STEP			
Voir les actions par temps sec			
4°) Effluent des industries			
Voir les actions par temps sec			
5°) Dépôts atmosphériques			
Voir les actions par temps sec			
5°) Emissions diffuses rurales			
Epannage des boues d'épuration	Traitement des boues d'épuration	Des études sont actuellement en cours afin d'abaisser la teneur en DEHP des boues, notamment par le compostage (thèse Ademe/INRA de Gwenaëlle Lashermes).	Intéressante sur le moyen terme Les études déjà réalisées montrent des résultats optimistes quant à la réduction de la teneur en DEHP des boues par compostage notamment.
	Améliorer les conditions d'épandage des boues	Il n'est pas recommandé d'épandre les boues d'épuration par temps de pluie afin d'éviter le lessivage et le ruissellement vers les eaux de surface ou souterraines. Le cas échéant, il est primordial d'épandre des boues traitées faiblement concentrées en DEHP.	Faible Les conditions d'épandage sont déjà très réglementées.

7. BIBLIOGRAPHIE

AFSSAPS, 2009. Recommandations portant sur les phtalates dans les dispositifs médicaux, 6p.

Carré C., Chouli E., Deroubaix J.F., 2006. Les recompositions territoriales de l'action publique à l'aune de la proximité, *Développement durable et territoires*, Dossier 7 : Proximité et environnement.

Chouli E., 2006. La gestion des eaux pluviales urbaines en Europe : analyse des conditions de développement des techniques alternatives, Thèse de doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 266p.

Dargnat C., 2009. Sources, transfert et devenir des phtalates sur le bassin versant de la Seine. Caractérisation des dangers pour l'environnement et les écosystèmes, Thèse de doctorat, Université Paris VI - Pierre et Marie Curie, 320p.

Dargnat C., Blanchard M., Chevreuil M. and Teil M.J., 2009b. Occurrence of phthalate esters in the Seine River estuary (France), *Hydrological Processes*, 23(8), **pp 1192 – 1201**.

Dargnat C., Teil M.J., Chevreuil M., Blanchard M., 2009a. Phthalate removal throughout wastewater treatment plant Case study of Marne Aval station (France), *Science of the Total Environment*, 407, pp 1235 – 1244.

Eurydice 92, 1997. Encyclopedie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement, Editions Lavoisier, ISBN 2-7430-0126-7.

Fausser P., Vikelsoe J., Sorensen P., Carlsen L., 2003. Phthalates, nonylphenols and LAS in an alternately operated wastewater treatment plant – fate modelling based on measured concentrations in wastewater and sludge, *Water Resources*, 37, pp 1288 – 1295.

Fernandez M.P., Ikonomou M.G., Buchanan I, 2007. An assessment of estrogenic organic contaminants in Canadian wastewaters, *Science of the Total Environment*, 373, pp 250-269.

Gaspero J., 2006. Introduction et transfert des hydrocarbures à différentes échelles spatiales dans le réseau d'assainissement parisien, Thèse de doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 272p.

Gréaud L., 2008. Les substances dangereuses pour le milieu aquatique dans les rejets industriels : bilan de l'action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées et autres installations, Rapport d'étude n° INERIS-DRC-07-82615-13836C, INERIS, 611p.

Gréaud L., Houeix N., Lepot B., 2009. Action de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées, d'autres installations industrielles et les stations d'épuration urbaines (3RSDE). Rapport pour l'Agence de l'eau Seine-Normandie, p219.

INERIS, 2005. Di(2-éthylhexyl)phtalate, Fiches technico-économiques sur les substances chimiques en France, 32p.

Jauzein M, 1995. Les micropolluants organiques dans les boues résiduares des stations d'épuration. Publication Ademe, 220p.

Klöpffer W, 1996. Environmental hazard assessment of chemicals and products. Part V. Anthropogenic chemicals in sewage sludge. *Chemosphere*, 33, pp 1067 – 1081.

Kong XJ, Li D, Cao LQ, Zhang XM, Zhao Y, Lv Y, Zhang J, 2008. Evaluation of municipal sewage treatment systems for pollutant removal efficiency by measuring levels of micropollutants, *Chemosphere*, 72, pp 59 - 66.

Lashermes G., Houot S., Brochier V., Barriuso E., 2008. Fate of Organic Pollutants during Composting: a Review, Poster presentation, CODIS 2008, Solothurn, Switzerland, 2p. voir les proceedings : www.ramiran.net/doc08/fuchs-et-al-proceedings-codis-2008.pdf

Lassen, C., J. Maag, J.B. Hubschmann, E. Hansen, A. Searl, E. Doust & C. Corden. Data on manufacture, import, export, uses and releases of Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) as well as information on potential alternatives to its use. COWI, IOM & Entec report to ECHA.

Latieule S., 2009. Reach : Sept substances en lice pour l'autorisation, InfoChimie, 492, pp 40-43.

Lepot B., 2006. Etat de l'art - Problématique des substances prioritaires dans les boues d'épuration, Rapport d'étude n° INERIS-DRC-05-66015-CHEN-06.0086/BLé, INERIS, 85p.

Lindeboom R., 2009. An Inventory and Assessment of Options for Reducing Emissions: DEHP, Projet de recherche européen SOCOPSE, D.3.1, 42p.

Marttinen S., Kettunen R., Sormunen K.M., Rintala J. 2003. Removal of bis(2-ethylhexyl)phthalate at a sewage treatment plant, Water Resources, 37, pp 1385 – 1393.

MEDAD, 2006. Les collectivités locales et le ruissellement pluvial, dossier de la direction de la Prévention des pollutions et des risques du MEDAD, 82p.

Morin A., 2007. Document .ppt disponible sur le site : http://www.edf.fr/fichiers/fckeditor/File/EDF%20R&D%20-%20Hydrocologie/2_1_Morin.pdf

Réalisé à partir de : Lepot B., 2006. Etat des lieux de la contamination des milieux aquatiques par les substances dangereuses, rapport n° INERIS - DRC - 06 - 66026 - CHEN - BLé - 06.0087, INERIS, 131 p.

Peijnenburg WJGM, Struijs J, 2006. Occurrence of phthalate esters in the environment of the Netherlands. Ecotoxicol Environ Saf, 63, pp 204–215.

Rippen G., 2001. Handbuch Umwelt-Chemikalien, Stoffdaten - Prüfverfahren - Vorschriften, Loseblattsammlung.-ecomed Verlag, Landsberg/Lech.

Risk assessment report, 2001. Bis (2 ethylhexyl) phthalate. Consolidated final report.

Tan B.L.L., Hawker D.W., Müller J.F., Leush F.D.L., Tremblay L.A., Chapman H.F., 2008. Stir bar sorptive extraction and trace analysis of selected endocrine disruptors in water, biosolids and sludge samples by thermal desorption with gas chromatography-mass spectrometry, Water Resources, 42, pp 404 - 412.

UNESCO, 2001. Les nouvelles frontières de la gestion urbaine de l'eau. Impasse ou espoir ?, Sous la direction de Cedo Maksimovic, Jose Alberto Tejada-Guibert, Pierre-Alain Roche, Presse de l'Ecole nationale des Ponts et chaussées, ISBN 2-85978-345-8.

<http://europa.eu/scadplus/leg/fr/lvb/l32033.htm>

www.ramiran.net/doc08/fuchs-et-al-proceedings-codis-2008.pdf

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/074000600/index.shtml>

http://www.paris.fr/portail/Environnement/Portal.lut?page_id=1300

http://catalogue.prim.net/39_les-collectivites-locales-et-le-ruissellement-pluvial.html

<http://www.ineris.fr/substances/fr/page/14>

<http://developpementdurable.revues.org/index2674.html>

http://www.cd2e.com/CD2EStatic/contenu/sediments/Pochette_A4sedimateriaux09.pdf

8. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Calcul du flux de HAP provenant des industries du bassin de la Seine	1
Annexe 2	Synthèse des résultats de l'action 3RSDE pour les rejets industriels (Gréaud, 2008)	2
Annexe 3	Calculs des flux dans le bassin de la Seine	1

ANNEXE 1

Récapitulatif des principaux usages du DEHP en 1997 en
Europe (INERIS, 2005)

Domaines d'emploi	Part de DEHP consommé par ce secteur par rapport à consommation totale de DEHP (polymère et non polymère)	Part occupée par le DEHP sur le marché des phtalates pour cet usage (estimation années 80)	Domaines où une diminution de l'usage de DEHP a été identifiée
Polymères			
Câblerie	17 %	20 %	X
Films, feuilles calandrées	15 %	60 %	X
Tissus ou papiers enduits	4,4 %	70 %	
Profils, produits extrudés, tuyaux	13 %	60 %	
Revêtements de sol enduits et calandrés	15 %	50 à 60 %	
Protections murales	21 %		
Matériaux et revêtements pour toiture	1,3 %	mq	
Automobile	1,5 %	mq	Supprimé depuis 2003 (réglementation anticipée)
Semelles de chaussures	8,4 %	60 %	X
Autres polymères (dont caoutchouc)	mq (faible)	mq (faible)	X
Non polymères			
Joints, adhésifs	2,3 %		X
Laques et peintures	0,3 %		X
Encres	0,3 %		X
Céramiques	0,006 %		?
Papier	mq		?

mq : absence de donnée

Source : Données 1997, National Chemical Inspectorates.

ANNEXE 2

Synthèse des résultats de l'action 3RSDE pour les rejets industriels (Gréaud, 2008)

Secteur industriel	Nb. éstab	% sites rejetant du DEHP	Flux DEHP (g/j)			% raccordé	% flux émetteur principal	% secteur sur flux total industriel
			moy	med	total			
Chimie-Parachime	307	39	181	15	23922	16	22	<u>33</u>
Fabrication de peintures, de pigments, de colorants de plastique	50	32	19	1.5	345	68	57	0.48
Ind. Pharmaceutique, phytosanitaire	77	40	11	5.8	367	91	18	0.51
Ind. Pétrolière	39	28	54	9.5	594	27	48	0.82
Agroalimentaire : produits d'origine végétale	305*	43	47	4.9	6835	32	30	<u>9.5</u>
Agroalimentaire : produits d'origine animale	134*	39	67	16	3565	45	25	<u>4.9</u>
Agroalimentaire : abattoir	37*	34	20	14	264	61	28	0.4
Papeterie, pâte à papier	124**	23	309	36	9270	3.5	23	<u>13</u>
Traitement de surface, revêtement de surface	657	38	16	1.4	4229	29	13	<u>5.9</u>
Métallurgie	181	34	65	4.3	4749	8.8	44	<u>6.6</u>
Travail mécanique des métaux	87	44	74	3.4	3608	78	75	<u>5.0</u>
Traitement des textiles	155**	59	105	24	9510	78	18	<u>13</u>
Traitement des textiles dont blanchisseries	52**	94	141	53	6464	97	26	<u>8.9</u>
Traitement des textiles dont teintureries	47**	87	13	4.5	525	109 !!	28	0.61
Traitement des cuirs et des peaux	43	84	6.6	3.2	238	94	32	0.33
Verrerie, cristallerie	56	41	8.4	2.9	218	41	23	0.30
Cimenteries	7	43	76	8.1	456	NC	63	0.63
Traitement et stockage des déchets	240	29	8.2	1.7	637	68	9.7	0.88
Installations nucléaires	6	33	19	13	94	NC	42	0.13
Etablissement hospitaliers	20	85	18	4.3	721	100	25	1.00
Autres sites ¹	123	36	49	4.2	2528	41	33	3.5
Centrales nucléaires	10*	10	52358	52358	52358		100	

Secteur industriel	Nb. étab	% sites rejetant du DEHP	Flux DEHP (g/j)			% raccordé	% flux émetteur principal	% secteur sur flux total industriel
			moy	med	total			
Centrales thermiques	12	8.3	498	NC	498		100	
STEP industrielles et mixtes	39	56	138	21	3036		30	
STEP urbaines	167*	22	214	19	21375		25	

¹: autres sites comprend les activités suivantes : menuiserie/Traitement du bois, imprimeries, industries extractives, laboratoires de recherche, production d'eau potable, hypermarché, parc de loisir.

* : Sous-représentation pour les ICPE

** : Sur-représentation pour les ICPE

Seuls les résultats d'analyse supérieurs à 10µg/l sont pris en compte.

L'échantillon est relativement bien représentatif de la population des sites ICPE française en nombre de site et en émissions. Le secteur de l'agroalimentaire est légèrement sous-représenté. Ceux de la papèterie et du traitement des textiles sont en revanche légèrement surreprésentés (Gréaud, 2008).

ANNEXE 3

Calculs des flux dans le bassin de la Seine

Emissions provenant des industries:

Sur l'ensemble du bassin SN, 4462 sites sont soumis à la redevance pollution industrielle²⁰.

L'échantillon 3RSDE comprend 587 établissements soumis à redevance industrielle, ce qui représente 13% des redevables du bassin. Les secteurs d'activité pertinents sur le bassin sont tous représentés au sein de l'échantillon de sites sélectionnés pour l'action RSDE, avec toutefois une surreprésentation du traitement de surface (Gréaud et al., 2009). Le flux total de l'échantillon évalué est de 35422g/jour dont 33% est raccordé au réseau d'assainissement collectif (Gréaud et al., 2009). Nous estimons alors les émissions de DEHP industriels dans les eaux du bassin SN à environ 66 t/an.

Le calcul est le suivant :

Emissions de DEHP dans le bassin (raccordé et non raccordé) :

$$(35422 \times 100)/13,15 = 269255 \text{ g/j}$$

Emissions de DEHP dans le bassin (non raccordé) :

$$269255 - ((269255 \times 33)/100) = 180401 \text{ g/j}$$

Emissions annuelles dans le bassin (non raccordé) :

$$180401 \times 10^6 \times 365 = 65,85 \text{ t/an}$$

Emissions provenant de l'épandage des boues d'épuration :

Le bassin de la Seine représente 17 millions d'habitants. On a alors une production de 28,9t de DEHP par an dont environ 17t retourne vers les sols. En supposant que 50% du DEHP est dégradé en 1 semaine, maximum 8,5t ont une chance d'être lessivé vers les eaux.

Emissions provenant des effluents des STEP :

Le bassin Seine-Normandie compte sur son territoire environ 2450 stations d'épuration (<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=4717>). En prenant le flux total journalier des STEP de l'échantillon RSDE (1571g/j pour 32 STEP), nous calculons le flux total pour les 2450 STEP de Seine Normandie, soit 396kg/j et 144t de DEHP rejetés par an dans les cours d'eau du bassin Seine Normandie. L'émetteur principal de l'échantillon 3RSDE Seine Normandie représentant plus de 70% du flux total, nous avons comparé ce résultat avec le flux calculé à partir du flux moyen de l'échantillon national :

-flux total Seine Normandie calculé à partir du flux moyen des STEP industrielles et mixtes (138g/j)=123t/an

-flux total Seine Normandie calculé à partir du flux moyen des STEP urbaine (214g/j)=191t/an.

La valeur de 144t/an n'est donc pas aberrante.

²⁰ Données Agence de l'eau Seine- Normandie 2004. Il faut noter qu'en deçà d'un certain seuil d'émission, des sites ne peuvent ne pas être soumis à redevance.