

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Dernière mise à jour : 05/04/2013

## RESPONSABLE DU PROGRAMME

J.-M. BRIGNON : [JEAN-MARC.BRIGNON@INERIS.FR](mailto:JEAN-MARC.BRIGNON@INERIS.FR)

## EXPERTS AYANT PARTICIPÉ A LA REDACTION

A. GOUZY : [AURELIEN.GOUZY@INERIS.FR](mailto:AURELIEN.GOUZY@INERIS.FR)

*Veillez citer ce document de la manière suivante :*  
INERIS, 2012. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : SUBSTITUTS DU DEHP, DRC-12-126866-13682A, 51 p. (<http://rsde.ineris.fr/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>)

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## RESUME

Le DEHP est utilisé comme plastifiant dans l'industrie des polymères, et plus particulièrement dans la production de produits intermédiaires ou finis en PVC souple. Très apprécié pour les propriétés mécaniques qu'il confère au PVC et pour la facilité de sa mise en œuvre, il présente un très bon rapport qualité prix.

Plusieurs familles de substances sont en compétition pour assurer sa substitution, et beaucoup de produits chimiques sont déjà utilisés pour le remplacer.

Cette fiche présente les différentes familles de substituts du DEHP et s'attache à étudier de manière plus approfondie les deux substances actuellement les plus utilisées pour remplacer le DEHP, à savoir le **phtalate de diisodécyl (DIDP)** et le **phtalate de diisononyl (DINP)**. Les raisons de leur succès sont leur forte compatibilité avec le PVC et leurs coûts raisonnables par rapport à certains autres substituts. Ces substances sont utilisées comme plastifiants dans plusieurs industries et sont présentes dans différents produits. On les retrouve majoritairement dans les produits en PVC et elles sont utilisées également dans les industries des peintures, encres, joints, plastiques, semelles ou encore dans l'industrie automobile.

Etant donné le large éventail des applications et des produits dans lesquels les substituts du DEHP sont utilisés, les voies de pénétration dans l'environnement sont nombreuses. La source majoritaire est diffuse et liée à l'utilisation et à la fin de vie des produits et articles contenant les substituts au DEHP.

Le DIDP et DINP ont fait l'objet de plusieurs études, que ce soit sur leur toxicité ou leur comportement dans l'environnement, il en ressort que ces deux substances n'ont pas été mesurées à des concentrations élevées dans l'environnement.

L'Union Européenne a adopté des restrictions d'utilisation du DIDP et DINP, ainsi que d'autres phtalates jugés plus dangereux, dans les jouets et les articles de puériculture, les matériaux en contact avec les denrées alimentaires et les dispositifs médicaux. Malgré cette réglementation, la production et la consommation de DIDP et DINP en Union Européenne restent importantes.

Il existe des alternatives au DIDP et au DINP, qui sont également d'autres substituts du DEHP (phtalates ou non-phtalates). Ces alternatives présentent des parts de marché qui sont encore minoritaires, mais qui sont pour certaines en forte progression, comme pour le DINCH ou le DPHP par exemple. Enfin une alternative d'une autre nature reste l'utilisation d'autres matériaux plastiques à la place du PVC, qui peuvent être moins plastifiés.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## SOMMAIRE

1	GÉNÉRALITÉS .....	4
1.1	DEFINITION .....	5
1.2	CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES .....	11
1.3	RÉGLEMENTATION .....	12
1.4	CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE.....	16
1.5	SOURCES DE DIDP et DINP.....	16
2	PRODUCTION ET UTILISATION.....	18
2.1	PRODUCTION ET VENTE .....	18
2.2	SECTEURS D'UTILISATION .....	25
3	REJET DANS L'ENVIRONNEMENT .....	29
3.1	EMISSIONS INDUSTRIELLES TOTALES .....	29
3.2	EMISSIONS DIFFUSES LIEES AUX EPANDAGES DE BOUES .....	30
3.3	REJETS LIES A L'UTILISATION DE PRODUITS .....	30
3.4	FACTEURS D'EMISSIONS.....	32
4	DEVENIR ET PRÉSENCE DANS L'ENVIRONNEMENT.....	35
4.1	COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT .....	35
4.2	PRÉSENCE DANS L'ENVIRONNEMENT .....	36
5	PERSPECTIVES DE RÉDUCTION DES EMISSIONS .....	39
5.1	SUBSTANCES ALTERNATIVES .....	39
5.2	TRAITEMENT DES REJETS INDUSTRIELS.....	46
5.3	TECHNOLOGIES EMERGENTES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS.....	46
6	CONCLUSION.....	47
7	LISTE DES ABREVIATIONS .....	48
8	BIBLIOGRAPHIE .....	50

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 1 GÉNÉRALITÉS

Plus de 95 % du DEHP consommé est employé comme plastifiant dans l'industrie des polymères, et plus particulièrement dans la production de **produits intermédiaires ou finis en PVC souple**. Très apprécié pour les propriétés mécaniques qu'il confère au PVC et pour la facilité de sa mise en œuvre, il présente un très bon rapport qualité prix.

Le DEHP sert également de plastifiant dans d'autres types de polymères (résines vinyliques, esters cellulosiques, caoutchoucs) mais cet usage est plus marginal (2 à 3 %).

La part restante du DEHP consommé (< 5 %) trouve des applications diverses liées aux matériaux non polymères : peintures, encres, laques, vernis, colles, adhésifs, céramiques à application électrique, fluides diélectriques, papier.

On s'intéresse donc aux substituts qui s'appliquent à la part d'activité prépondérante du DEHP, à savoir **l'utilisation comme plastifiant dans la production de produits en PVC** (INERIS, 2005).

Il existe de nombreuses familles de plastifiants :

- les phtalates,
- les adipates,
- les trimellitates,
- les sébacates,
- les benzoates,
- les citrates,
- les phosphates,
- les époxydes,
- les polyesters,
- les esters alkyl-sulfonates,
- le DINCH.

À ce jour, la substitution du DEHP s'effectue majoritairement en faveur de certains phtalates (notamment le di(isononyl)phtalate, ou DINP, et le di(isodécyl)phtalate, ou DIDP), comme en témoigne le tableau 1 comparatif suivant (Calvin, 2011).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Tableau 1 : Part de marché des différents plastifiants en 2010 (Calvin, 2011).

Plastifiants	Part de marché des plastifiants (%)		
	USA	Europe de l'Ouest	Chine
DEHP	19	16	60
DINP/ DIDP	33	63	21
Autres phtalates	19	6	9
Autres plastifiants	28	16	10
TOTAL	100	100	100

A l'échelle mondiale, le DEHP représente 54% du volume de phtalates plastifiant, le DINP et DIDP représentent eux 38%. Cette différence avec les tendances observées dans le tableau 1 s'expliquent par le fait que la Chine à elle seule représente 65% de la capacité de production de phtalates du monde et possède par conséquent une incidence plus forte que les autres régions sur le marché des phtalates.

L'expérience montre qu'il est possible, à des coûts plus ou moins élevés, de remplacer le DEHP par d'autres composés. D'un point de vue technique, une telle substitution nécessite de trouver des substances (INERIS, 2005):

- compatibles avec le PVC ;
- qui présentent des propriétés plastifiantes et des caractéristiques mécaniques et thermiques satisfaisantes ;
- peu volatiles ;
- non ou peu susceptibles d'être extraites par l'eau ou par tout autre liquide ou de migrer vers les produits avec lesquels le PVC souple est en contact.

Le DINP et DIDP sont aujourd'hui très largement utilisés en tant que substituts du DEHP. Le chapitre 1.1 présente les familles et substances prépondérantes pour le remplacement du DEHP, mais seuls les DINP et DIDP sont ensuite étudiés de manière approfondie dans la fiche.

## 1.1 DEFINITION

Sont présentées ci-dessous les familles de plastifiants les plus utilisées en tant que substituts du DEHP. Pour chaque famille, les substances prépondérantes sont renseignées.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 1.1.1 Les phtalates

De nombreux phtalates sont utilisés comme plastifiants. Cependant, malgré l'intérêt qu'ils présentent pour leur forte compatibilité avec le PVC, certains d'entre eux ont des effets critiques sur la reproduction et/ ou la fertilité (DEHP, DBP, BBP) et sont donc voués à être retirés du marché et remplacés (Euro pharomat, 2009).

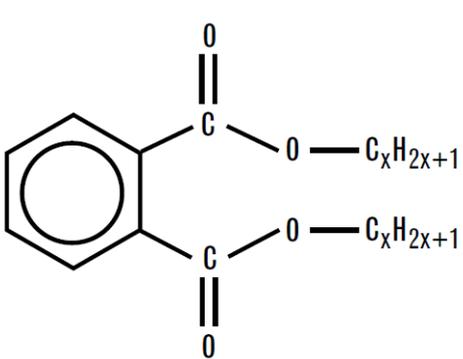
Les phtalates les plus utilisés comme substituts du DEHP sont le DINP et le DIDP (ECHA, 2012a).

### 1.1.1.1 Phtalate de diisodécyle ou DIDP

Le phtalate de diisodécyle, appelé couramment DIDP, est un mélange complexe de phtalates de dialkyles (des alkyles de C<sub>8</sub> à C<sub>10</sub> ramifiés).

Le tableau 2 suivant présente la molécule de DIDP.

Tableau 2 : Présentation de la molécule de DIDP.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Formule chimique
Phtalate de diisodécyle (ou DIDP)	68515-49-1 26761-40-0	271-091-4 247-977-1	Acide benzènedicarboxylique-1,2, esters de dialkyles ramifiés en C9-11, riches en C10  1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisodecyl esterbis(8-Methylnonyl) phthalate	 <p>avec <math>\begin{cases} x \text{ variant de } 9 \text{ à } 11, \\ x \text{ majoritairement égal à } 10 \end{cases}</math></p>

Deux numéros CAS existent pour identifier le DIDP, ils correspondent à deux substances synthétisées à partir de composés très similaires et en utilisant deux méthodes pratiquement identiques (INRS 2003b):

- DIDP (1) n° 68 515-49-1: Acide benzène-1,2-dicarboxylique, esters de dialkyles ramifiés en C9-11, riches en C10
- DIDP (2) n° 26761-40-0 : Phtalate de diisodécyle

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

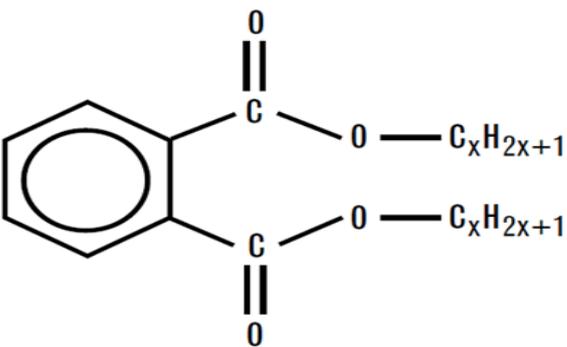
L'ensemble des données répertoriées dans cette fiche s'applique par conséquent aux deux substances.

## 1.1.1.2 Le phtalate de diisononyl ou DINP

Le phtalate de diisononyl, appelé couramment DINP est un mélange complexe de phtalates de dialkyles (des alkyles de C<sub>9</sub> à C<sub>11</sub> ramifiés).

Le tableau 3 suivant présente la molécule de DINP.

Tableau 3 : Présentation de la molécule de DINP.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Formule chimique
Phtalate de diisononyl (ou DINP)	68515-48-0 28553-12-0	271-090-9 249-079-5	1,2- Benzenedicarboxylic acid, diisononyl ester  Phthalic acid, diisononyl ester	 <p>Avec :  <math>\left\{ \begin{array}{l} x \text{ variant de } 8 \text{ à } 10, \\ x \text{ majoritairement égal à } 9. \end{array} \right.</math></p>

La composition varie selon le procédé de fabrication ; il existe en fait trois formes commerciales de DINP (INRS, 2003a):

- Le DINP-1 de CAS 68515-48-0
- Le DINP-2, de CAS 28553-12-0
- La troisième, également de CAS 28553-12-0: sa fabrication a été abandonnée en 1995.

Seules les deux premières formes de DINP seront étudiées dans cette fiche et l'ensemble des données répertoriées s'applique à ces deux formes.

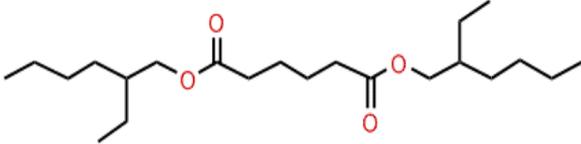
## 1.1.2 Les adipates

Le principal adipate utilisé en substitut du DEHP est le diethylhexyl adipate ou DEHA.

Le tableau 4 suivant présente la molécule de DEHA.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Tableau 4 : Présentation de la molécule de DEHA.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Formule chimique
le diethylhexyl adipate (DEHA)	103-23-1	203-090-1	Diisooctyl adipate Di(2-ethylhexyl) adipate	

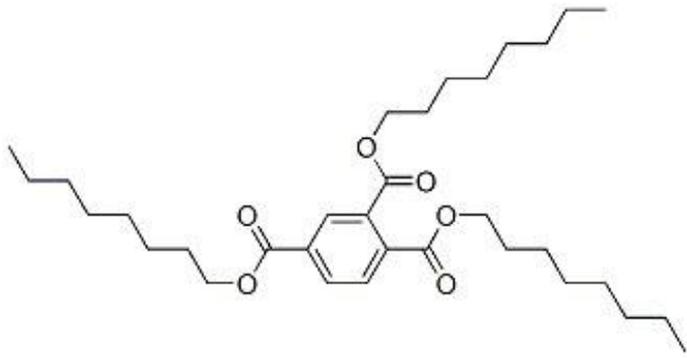
Le DEHA est un substitut potentiel du DEHP mais sa compatibilité limitée avec le PVC en fait un substitut secondaire (Premier Farnell 2009). Il a également été identifié comme substance toxique pour la reproduction par SCENIHR en 2008. Sa toxicité (bien que très inférieure à celle du DEHP) en fait un substitut inadapté mais qui reste marginalement utilisé, il ne sera donc pas étudié de manière plus approfondie dans cette fiche.

### 1.1.3 Les trimellitates

Le principal trimellitate utilisé en substitut du DEHP est le trioctyl trimellitate ou TOTM. Le tableau 5 suivant présente le TOTM.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Tableau 5 : Présentation du TOTM.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Formule chimique
trioctyl trimellitate (TOTM)	3319-31-1	220-020-0	1,2,4-Benzenetricarboxylic acid, tris(2-ethylhexyl) ester Tris(2-ethylhexyl)benzène-1,2,4-tricarboxylate Tris(2-ethylhexyl) trimellitate	

Les propriétés du TOTM sont satisfaisantes et sa bonne résistance aux températures élevées en font un plastifiant intéressant notamment dans les câbles ou fils en PVC, ainsi que les dispositifs médicaux (Premier Farnell 2009 ; Euro pharma 2009). Le TOTM reste cependant un substitut marginal d'autant qu'il a été évalué comme toxique pour la reproduction par SCENIHR en 2008 et ne sera pas étudié de manière plus approfondie dans cette fiche.

## 1.1.4 Les ester-alkyl sulfonates

Le principal ester-alkyl sulfonate utilisé en substitut du DEHP est l'Alkyl sulfonique phényle ester ou ASE.

Le tableau 6 suivant présente la molécule d'ASE.

Tableau 6 : Présentation de la molécule d'ASE.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Formule chimique
Alkyl sulfonique phényle ester (ASE)	91082-17-6	293-728-5	acides sulfoniques, alcanes en C10-21, esters de phényle	Il s'agit d'un mélange d'acides sulfoniques, d'esters de phényle et d'alcanes en C10-C18

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

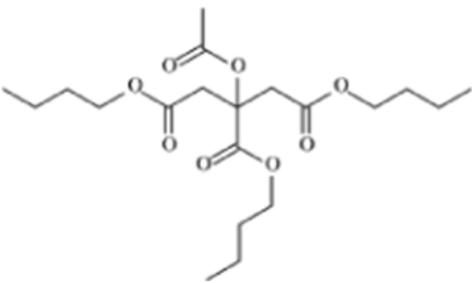
L'ASE est un substitut du DEHP qui peut être utilisé dans les applications générales du PVC, mais plus particulièrement dans les jouets car il n'est pas considéré comme reprotoxique (ECHA, 2012d). Etant une alternative au DEHP, mais également aux plastifiants en général, il est étudié dans le chapitre des alternatives au DIDP et au DINP (Cf. paragraphe 5.1).

## 1.1.5 Les citrates

Dans la famille des citrates, la principale substance utilisée en substitut du DEHP est le **Tributyl acetylcitrate ou ATBC**.

Le tableau 7 suivant présente l'ATBC.

Tableau 7 : Présentation de l'ATBC.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Formule chimique
Tributyl acetylcitrate (ATBC)	77-90-7	201-067-0	Acetyl tributyl citrate  1,2,3-Propanetricarboxylic acid, 2-(acetyloxy)-, tributyl ester  Citric acid, tributyl ester, acetate  Citroflex® A-4	

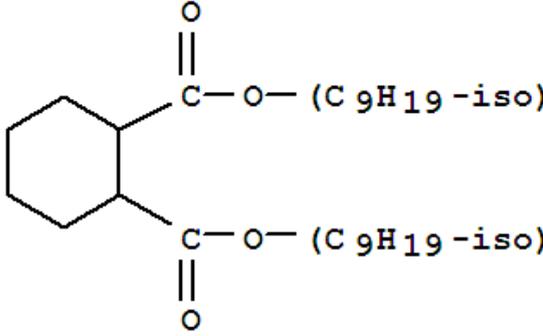
L'ATBC est principalement utilisé comme substitut du DEHP dans les jouets et articles de puériculture ainsi que dans les dispositifs médicaux (ECHA, 2012d). Etant une alternative au DEHP, mais également aux plastifiants en général, il est étudié dans le chapitre des alternatives au DIDP et au DINP (Cf. paragraphe 5.1).

## 1.1.6 Le DINCH

Le tableau 8 suivant présente le DINCH.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Tableau 8 : présentation du DINCH.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Formule chimique
1,2-cyclohexanedicarboxylic acid, diisononylester DINCH	166412-78-8	431-890-2	

Le DINCH (1,2-cyclohexanedicarboxylic acid, diisononylester) est une molécule volumineuse donc peu volatile qui présente une action plastifiante moins efficace que le DEHP mais qui possède des caractéristiques toxicologiques intéressantes expliquant son utilisation pour les plastiques souples dans les jouets, l'alimentaire ou la santé à la place des phtalates (Premier Farnell, 2009 ; Euro pharmit, 2009). Il est traité dans le chapitre des alternatives au DIDP et au DINP (Cf. paragraphe 5.1).

## 1.2 CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

Comme expliqué précédemment dans le chapitre 1 la substitution du DEHP s'effectue majoritairement en faveur du DIDP et du DINP. Les familles de substituts ont été présentées mais seuls ces deux phtalates sont étudiés ci-après. Le tableau 9, ci-dessous, présente les principales caractéristiques chimiques des substituts au DEHP étudiés.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Tableau 9. Caractéristiques chimiques du DIDP et DINP (INRS, 2003a ; INRS, 2003b).

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Forme physique (*)
Phtalate de diisodécyle (ou DIDP) $C_{28}H_{46}O_4$	68515-49-1 26761-40-0	271-091-4 247-977-1	- Acide benzènedicarboxylique-1,2, esters de dialkyles ramifiés en C9-11, riches en C10, -1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisodecyl esterbis(8-Methylnonyl) phthalate.	Liquide visqueux clair
Phtalate de diisononyle (ou DINP) $C_{26}H_{42}O_4$	68515-48-0 28553-12-0	249-079-5 271-090-9	- 1,2-benzenedicarboxylic acid, diisononyl ester, - Phthalic acid, diisononyl ester.	Liquide visqueux gras

(\*) dans les conditions ambiantes habituelles

## 1.3 RÉGLEMENTATION

### 1.3.1 LEGISLATION EUROPEENNE

De nombreux textes européens ont traité, au cours des dix dernières années, la question de l'utilisation de certains phtalates dans les biens de consommation courante et dans les produits de santé, visant majoritairement les phtalates utilisés en tant que plastifiant.

✚ Jouets et articles de puériculture :

La décision de la Commission du 7 décembre 1999 (1999/815/CE) adopte des mesures qui interdisent la mise sur le marché de jouets et d'articles de puériculture destinés à être mis en bouche par des enfants de moins de trois ans, fabriqués en PVC souple contenant une ou plusieurs des substances di-iso-nonyl phtalate (DINP), di(2-éthylhexyl) phtalate (DEHP), dibutyl phtalate (DBP), di-iso-décyl phtalate (DIDP), di-n-octyl phtalate (DNOP) et butylbenzyl phtalate (BBP).

Le DIDP et DINP sont cités à l'annexe VII du règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil, du 18 décembre 2006, concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH). A ce titre, leur utilisation est restreinte puisque leur concentration dans les articles destinés aux enfants et pouvant être mis en bouche ne doit pas dépasser 0,1 % en masse de matière plastifiée. La Commission européenne a pour mission la réévaluation de ces mesures en se basant sur les nouvelles données scientifiques disponibles ainsi que les substituts

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

éventuels de ces substances afin de modifier comme il se doit les dispositions prises en annexe VII du règlement REACH. L'agence européenne des produits chimiques participe notamment à cette étape de réévaluation (ECHA, 2012a).

## Matériaux en contact avec des denrées alimentaires :

Il y a certaines restrictions à l'utilisation des phtalates dans les matériaux en contact avec les denrées alimentaires, elles sont définies par la directive 2007/19/CE. Selon cette directive, l'usage du DIDP et du DINP se limite à :

- plastifiant dans les matériaux et objets réutilisables ;
- plastifiant dans des matériaux et des objets à usage unique en contact avec des aliments non gras, à l'exception des préparations pour nourrissons et des préparations de suite<sup>1</sup> au sens de la directive 91/321/CEE ainsi que des produits conformément à la directive 96/5/CE ;
- auxiliaire technologique à des concentrations pouvant aller jusqu'à 0,1 % dans le produit final.

La limite de migration spécifique (LMS)<sup>2</sup> pour le DIDP et le DINP cumulés ne doit pas dépasser 9 mg/kg (mg de DIDP et DINP par Kg de denrées alimentaires).

## Dispositif médicaux :

La directive 2007/47/CE relative aux dispositifs médicaux traite principalement du cas phtalates classés comme carcinogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction, de la classe 1 ou 2 conformément à l'annexe I de la directive 67/548/CEE (ne concerne donc pas le DIDP et le DINP). Cependant, il y est prescrit que pour l'ensemble des phtalates (DIDP et DINP compris) un étiquetage spécifique approprié est nécessaire.

### 1.3.2 LEGISLATION NATIONALE

Le décret n° 2006-1361 du 9 novembre 2006 relatif à la limitation de l'emploi de certains phtalates dans les jouets et les articles de puériculture stipule que sont interdites à la fabrication, l'importation, l'offre, la détention en vue de la vente ou de la distribution à titre gratuit, la mise en vente, la vente ou la distribution à titre gratuit de jouets ou d'articles de puériculture pouvant être mis en bouche par les enfants et contenant plus de 0,1 % en masse de matière plastifiée de l'une des substances suivantes :

---

<sup>1</sup> Préparation de suite au sens de la directive 91/321/CEE : les denrées alimentaires destinées à l'alimentation particulière des nourrissons de plus de quatre mois et constituant le principal élément liquide d'une alimentation progressivement diversifiée de cette catégorie de personnes.

<sup>2</sup> La LMS est la limite de migration spécifique d'une substance chimique ou d'une famille de substances chimiques, depuis un matériau d'emballage vers une denrée alimentaire.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

1° le di-isononyl phtalate (DINP) (n° CAS 28553-12-0 et 68515-48-0) ;

2° le di-isodecyl phtalate (DIDP) (n° CAS 26761-40-0 et 68515-49-1) ;

Ce décret transcrit en droit français les exigences de la Directive 2005/84 du 27 décembre 2005.

## 1.3.3 VALEURS UTILISÉES POUR LA POPULATION GÉNÉRALE

L'usage du DINP et du DIDP est restreint dans les jouets et les articles de puériculture par la « directive européenne 2005/84/EC concernant la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses ».

## 1.3.4 VALEURS UTILISÉES EN MILIEU DE TRAVAIL

Des valeurs limites d'exposition professionnelles aux DIDP et DINP ont été définies par plusieurs pays et sont reprises dans le tableau 10 suivant.

Tableau 10 : Valeurs limites d'exposition pour le DINP et DIDP.

Phtalates	Valeur	Source
DIDP	5 (mg/m <sup>3</sup> ) (moy sur 8 h)	OSHA PEL <sup>3</sup>
DINP	5 (mg/m <sup>3</sup> ) (moy sur 8 h)	OSHA PEL

## 1.3.5 NORME DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE

Le DIDP et DINP ne sont pas concernés par une norme de qualité environnementale.

## 1.3.6 AUTRES TEXTES

### 1.3.6.1 La directive cadre sur l'eau

Le DINP et DIDP ne sont pas mentionnés dans la liste des substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau, ni dans la liste des substances soumises à révision pour leur possible identification comme substance prioritaire ou comme substance dangereuse prioritaire (Annexe III - Directive 2008/105/EC du Parlement européen et du Conseil établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau).

<sup>3</sup> OSHA PEL : Occupational Safety and Health Administration Permissible Exposure Level.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 1.3.6.2 Appartenance à la liste des Polluants Organiques Persistants

Le DINP et DIDP ne sont pas apparentés aux Polluants organiques persistants (POP) définis par l'UNECE<sup>4</sup> dans le cadre du protocole Arrhus de 1998 (Amendements du 18/12/2009), ni inscrits au sein de la convention de Genève sur les polluants de l'air pouvant être transportés sur de longue distance (PATLD), ni couverts par la Convention de Stockholm.

## 1.3.6.3 Réglementation des autres pays

En mars 2012, l'US Environmental Protection Agency (US EPA, 2012) a établi un plan d'action incluant 8 phtalates dont le DIDP et le DINP.

Le CPSIA (Consumer Product Safety Improvement Act) de 2008 interdit dans les jouets et articles pour enfants les concentrations > 0.1 % de DIDP et DINP.

Au Canada, le Décret modifiant l'annexe I de la Loi sur les produits dangereux (phtalates), le règlement sur les phtalates et le Règlement modifiant le Règlement sur les produits dangereux (jouets) ont été enregistrés le 10 décembre 2010 et ont été publiés dans la Partie II de la Gazette du Canada le 22 décembre 2010.

Depuis le 10 juin 2011, les concentrations permises de phtalate de diisononyle (DINP), phtalate de diisodécyle (DIDP) sont limitées à au plus 1 000 mg/kg (0,1 %) dans les jouets pour enfants et articles de puériculture en vinyle souple lorsque l'on peut raisonnablement prévoir que les enfants de moins de quatre ans (48 mois) les porteront à la bouche.

En suisse, la réglementation sur les phtalates est la suivante :

### Les phtalates dans les objets usuels

En Suisse, la présence de certains phtalates dans des jouets et des articles destinés aux enfants en bas âge seraient limités depuis janvier 2007 (les articles ne peuvent contenir plus de 0,1 % des esters phtaliques suivants: DEHP, DBP et BBP). De plus, les articles destinés aux enfants en bas âge et les jouets qui peuvent être mis en bouche par les nourrissons et les enfants ne peuvent contenir plus de 0,1 % de DINP, DIDP et DNOP (RS 817.044.1 et RS 817.023.41). Les délais transitoires suivants s'appliquent : ces articles peuvent encore être fabriqués et importés selon l'ancien droit jusqu'au 16 janvier 2007 et remis aux consommateurs jusqu'au 31 mars 2008.

### Les phtalates dans les matériaux d'emballage pour denrées alimentaires

L'utilisation de phtalates comme plastifiants dans les films de PVC et de PVDC (chlorure de polyvinyle et chlorure de polyvinylidène) destinés au contact alimentaire est interdite de manière générale (ordonnance sur les objets et matériaux, RS 817.023.21).

<sup>4</sup> UNECE : United Nations Economic Commission for Europe - Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe (CENUE).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## Les phtalates dans les médicaments et les dispositifs médicaux

Dans les médicaments, les phtalates sont essentiellement utilisés lorsqu'une forme particulière de résorption est nécessaire, par exemple, dans les capsules gastro-résistantes.

Dans la Pharmacopée européenne, les phtalates sont décrits comme des excipients pour les médicaments et, en Suisse, ils ne font pas partie des excipients soumis à l'obligation de déclarer.

## 1.4 CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE

### 1.4.1 CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE DU DIDP ET DINP

Le DIDP et le DINP n'ont pas de classification selon le règlement n°1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n°1907/2006.

### 1.4.2 TOXICITE

Des études toxicologiques ont été menées dans le cadre des rapports d'évaluation des risques du DINP et DIDP par le Bureau européen des produits chimiques (ECB, 2003a ; ECB, 2003b). Les conclusions de ces études sont que l'exposition des enfants, adultes et travailleurs au DIDP et DINP de manière directe ou indirecte n'est pas source de danger pour leur santé. Ces rapports concluent que des informations ou des tests supplémentaires n'étaient pas nécessaires.

### 1.4.3 AUTRE CLASSIFICATION

Le DIDP et DINP ne sont pas concernés par la directive européenne dite SEVESO II (directive 96/82/CE concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses).

## 1.5 SOURCES DE DIDP ET DINP

Le DINP et DIDP sont des substances d'origine exclusivement anthropique.

Plusieurs types de sources peuvent être distingués :

- Les industries synthétisant le DIDP et DINP ;
- Les industries utilisant le DIDP et DINP comme plastifiant ;

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

- Les produits industriels et domestiques à base DIDP et DINP, qu'ils soient en PVC ou non. Les émissions de DIDP et DINP seraient essentiellement diffuses et liées à l'utilisation et la fin de vie de ces produits (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 2 PRODUCTION ET UTILISATION

### 2.1 PRODUCTION ET VENTE

#### 2.1.1 PROCEDE DE PRODUCTION DU DIDP ET DU DINP

##### DIDP

Selon le document ECB (2003b), le DIDP est préparé à partir de propylène et de butène par un procédé d'oligomérisation formant des hydrocarbures avec 8 à 15 atomes de Carbone.

Après distillation, une réaction d'oxonation est mise en œuvre avec encore un atome de carbone. Ce dernier est hydrogéné et distillé pour obtenir un alcool monohydrique (principalement C10). Celui-ci réagit avec l'anhydride phtalique. La première étape d'alcoolyse de l'anhydride phtalique pour donner du monoester est rapide et complète.

La réaction est accélérée en utilisant un catalyseur et une température élevée.

Selon le catalyseur utilisé les variations de température sont comprises entre 140°C et 250°C.

Pour un catalyseur acide, la neutralisation avec la soude caustique aqueuse ou le carbonate de sodium est nécessaire.

Après la distillation de l'eau restante et de l'alcool, le catalyseur est enlevé par filtration.

La figure 1 suivante illustre le procédé de fabrication (ECB, 2003b).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

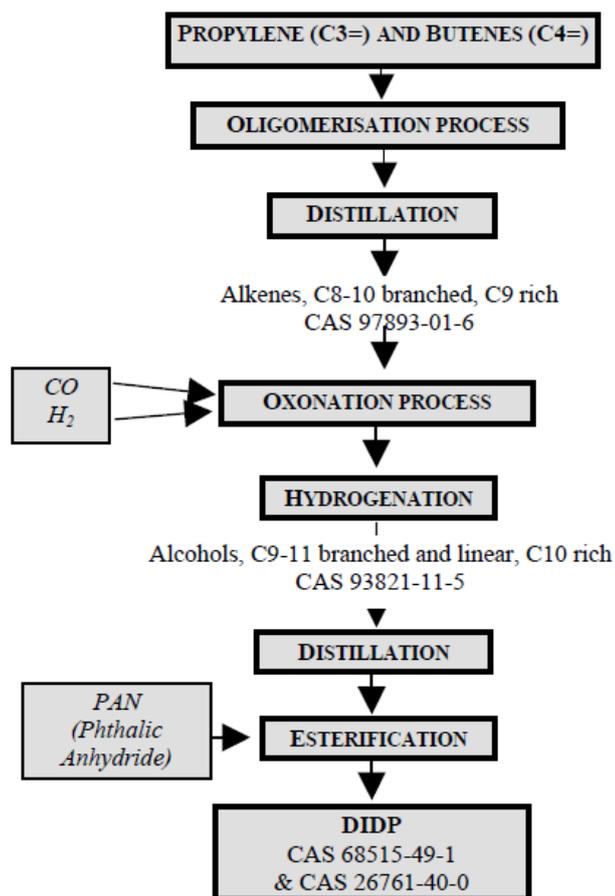


Figure 1 : Procédure de production du DIDP (ECB 2003b).

Pour réduire au minimum les émissions dans les compartiments différents lors de la fabrication, l'eau de réaction est utilisée dans l'étape de neutralisation et l'alcool distillé est recyclé (ECB, 2003b).

## DINP

Le DINP est produit par estérification de l'anhydride phtalique avec l'alcool isononyle (isononanol) dans un système fermé.

L'alcool utilisé dans la synthèse du DINP est produit à partir de la dimérisation du butène ou de l'oligomérisation du propylène/buténe.

La réaction est accélérée par des températures élevées (140-250°C) et par un catalyseur.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Pour avoir une complète estérification, l'excès d'alcool est enlevé sous pression réduite, le produit est neutralisé, lavé, et filtré (ECB, 2003a).

## 2.1.2 DONNEES QUANTITATIVES

### 2.1.2.1 A l'échelle de l'Union Européenne

L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) a estimé la production de DIDP et DINP en 2010 à 830 000t en se basant sur l'hypothèse que la production de DIDP et DINP représente 83% de la production de phtalates dans l'Union Européenne (ECHA, 2012a). Il faut cependant relativiser les résultats de cette étude qui se base sur des hypothèses dont les fondements ne sont pas tous démontrés et qui ne sont pas forcément en cohérence avec d'autres études menées comme celle de Bisig (2009). Les différentes études sur ce sujet semblent présenter des différences fortes qui s'expliquent peut-être par les différents périmètres d'étude considérés, il est parfois fait un amalgame entre Europe de l'Ouest, Europe et Union Européenne qui rend les résultats difficiles à interpréter (ECHA, 2012a).

#### DIDP

Il existe en février 2013 deux producteurs de DIDP dans l'Union Européenne (ECPI : <http://www.didp-facts.com/index.asp?page=10>):

- ExxonMobil Chemical (Belgique)
- Polynt (Italie)

En outre, la production en Finlande (Neste) a cessé en 1991, et celles d'Espagne et du Portugal (CEPSA/PDL) ont stoppé en 1995/1996.

En 1994, le volume de production de DIDP en Europe était estimé à 279 450 t (base de données IUCLID). La consommation de plastifiant DIDP en Europe en 1996 (ECB, 2003b) s'élevait à environ 200 000 t/an.

Trois sociétés ont fourni des données d'exportation correspondant à environ 38 000 t/an.

En se basant sur les estimations des producteurs, l'évolution du volume de DIDP consommé en Europe depuis les années 1990 est présentée dans le tableau 11 (ECB, 2003b). L'agence européenne des produits chimiques propose également une estimation de la consommation de DIDP en 2010, rapportée dans le même tableau (ECHA, 2012a).

**Tableau 11 : Estimation de la consommation de DIDP en Union Européenne (ECB, 2003b ; ECHA, 2012a).**

Année	1964	1970	1975	1980	1985	1990	1994	2010
Volume (t/an)	50 000	50 000	60 000	90 000	120 000	140 000	200 000	200 000

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

La consommation de DIDP en 2010 est considérée comme étant approximativement la même que celle estimée en 1994, ce qui permet d'estimer la production de DIDP en 2010 à environ 250 000t (ECHA, 2012a).

La consommation de DIDP n'aurait pas augmenté, ce qui peut être notamment expliqué par l'arrivée sur le marché d'un substitut potentiel, le di-2-propylheptyl phtalate (DPHP) qui remplace le DIDP dans certaines applications comme expliqué dans le chapitre 5 de cette fiche.

Une prévision de la consommation de DIDP a été évaluée à 237 000t en 2015 pour l'Union Européenne (ECHA, 2012a).

## DINP

Il existe en février 2013 quatre producteurs de DINP dans l'Union Européenne (ECPI : <http://www.dinp-facts.com/default.aspx?page=156>):

- BASF AG
- Evonik Oxeno GmbH
- ExxonMobil Chemical
- Polynt

La société ICI C&P (France) a stoppé sa production en 1996.

La production totale (ECB, 2003a) pour l'Union Européenne était de 185 200t en 1994.

Le volume importé a été estimé à 5 400 t/an et le volume exporté à environ 83 400 t/an.

En se basant sur les estimations des producteurs, l'évolution du volume de DINP consommé dans l'Union Européenne depuis les années 1990 est présentée dans le tableau 12 (ECB, 2003a). L'agence européenne des produits chimiques propose également une estimation de la consommation de DINP en 2010, figurant dans le tableau 12 (ECHA, 2012a).

**Tableau 12 : Estimation de la consommation de DINP en Union Européenne (ECB, 2003b ; ECHA, 2012a).**

Année	1964	1970	1975	1980	1985	1990	1994	2010
Volume (t/an)	30 000	40 000	50 000	790 000	80 000	100 000	107 000	455 000

La consommation de DINP aurait très fortement augmenté entre 1994 et 2010 à l'inverse de celle du DIDP qui est progressivement substitué par une substance très proche, le DPHP. Cependant, les projections de l'Agence européenne des produits chimiques situent la consommation de DINP en 2015 à 495 000t pour l'Union Européenne, ralentissant ainsi cette augmentation (ECHA, 2012a).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 📊 Prévisions à l'horizon 2020

L'ECHA a réalisé une étude prévisionnelle de consommation des 4 phtalates plastifiants suivants : DEHP, DBP, BBP, DIBP. Ils ont fait l'objet d'une inclusion dans l'annexe XIV de REACH signifiant l'interdiction de mise sur le marché et l'utilisation de ces substances au sein d'une entreprise, à moins d'obtenir une autorisation spécifique de l'ECHA pour un usage bien précis de la substance. Cette interdiction va donc favoriser l'utilisation de solutions alternatives comme les substituts du DEHP étudiés, le DIDP et DINP. L'ECHA a réalisé des scénarii prévisionnels qui anticipent une baisse de l'utilisation des 4 phtalates allant de 72% à 88% à l'horizon 2020. Ces résultats sont fonction de l'évolution de l'importation de produits contenant ces phtalates au sein de l'UE qui est difficile à estimer pour les années futures. (ECHA, 2012b).

Cette baisse significative de l'utilisation des DEHP, DBP, BBP et DIBP, va donc entraîner l'essor des substituts comme le DIDP et DINP dans les prochaines années. Fernandez (2012) anticipe une croissance annuelle de production de DINP dans l'Europe de l'Ouest de 3,5 % jusqu'en 2020. Concernant le DIDP la littérature s'accorde à prévoir une stagnation de la production de DIDP pour les années à venir sans pour autant en identifier la cause. On peut cependant envisager que le succès du DPHP comme alternative du DIDP contribue à freiner la production de cette dernière substance.

### 2.1.2.2 En Chine

La Figure 2 présente la production de DIDP et DINP jusqu'en 2011 en Chine ainsi que son estimation réalisée par Fernandez (2012) pour les années à venir.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

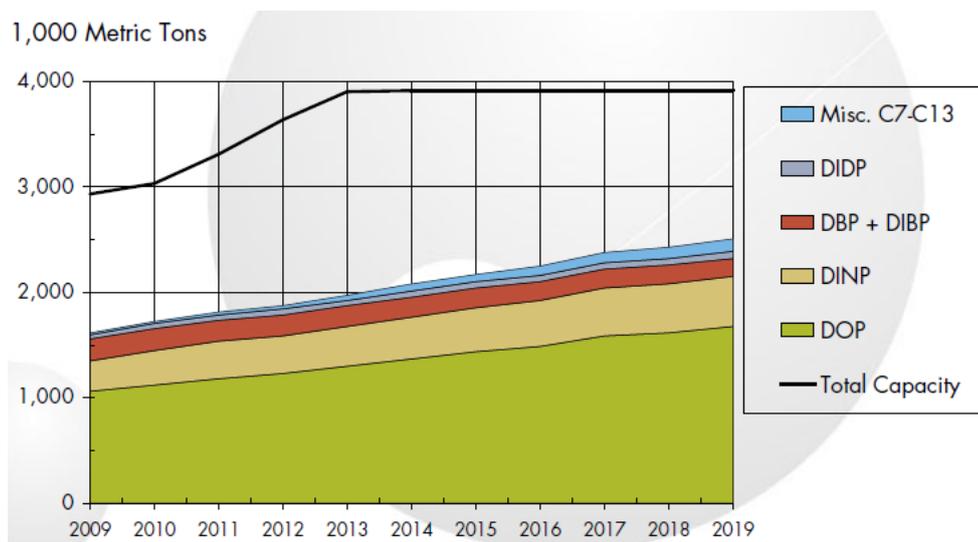


Figure 2 : Estimation de la production chinoise de phtalates plastifiant pour les années à venir (Fernandez, 2012).

La croissance de production du DINP en Chine pourrait être limitée par les ressources en alcool isononyl (Isononanol) qui sert de réactif pour la synthèse du DINP (Fernandez, 2012).

### 2.1.2.3 A l'échelle mondiale

A l'échelle mondiale, Fernandez (2012) anticipe une croissance annuelle de production de DIDP de 2% et de DINP de 3,3% jusqu'à l'horizon 2020.

La Figure 3 présente ces évolutions et estimations de la production de plastifiants phtalates à l'échelle mondiale (Fernandez, 2012).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

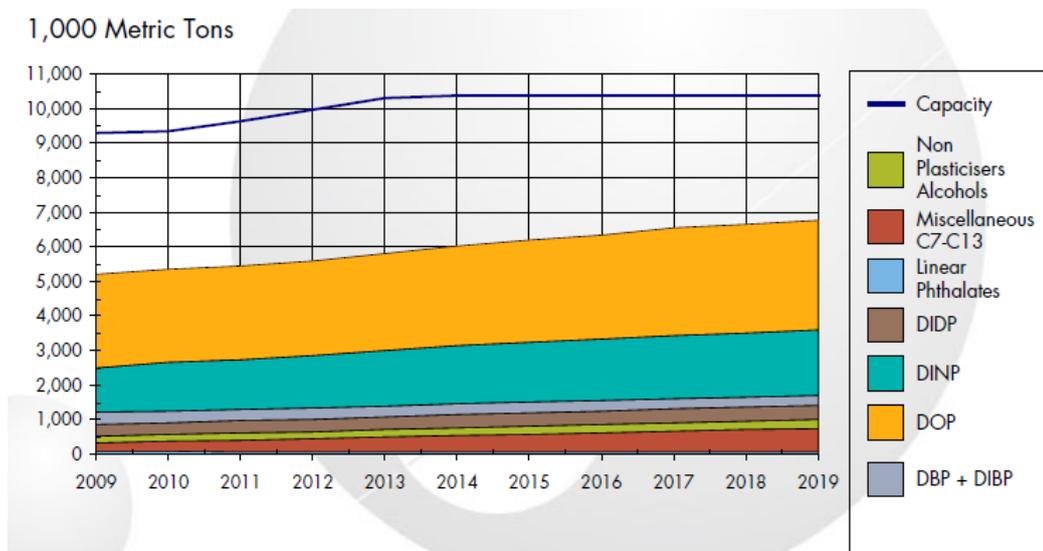


Figure 3 : Evolution et estimation de la production de plastifiants phtalates à l'échelle mondiale (Fernandez, 2012).

La Figure 4 ci-dessous présente l'évolution du marché des plastifiants phtalates DINP et DEHP estimée par le groupe BASF (Calvin, 2011).

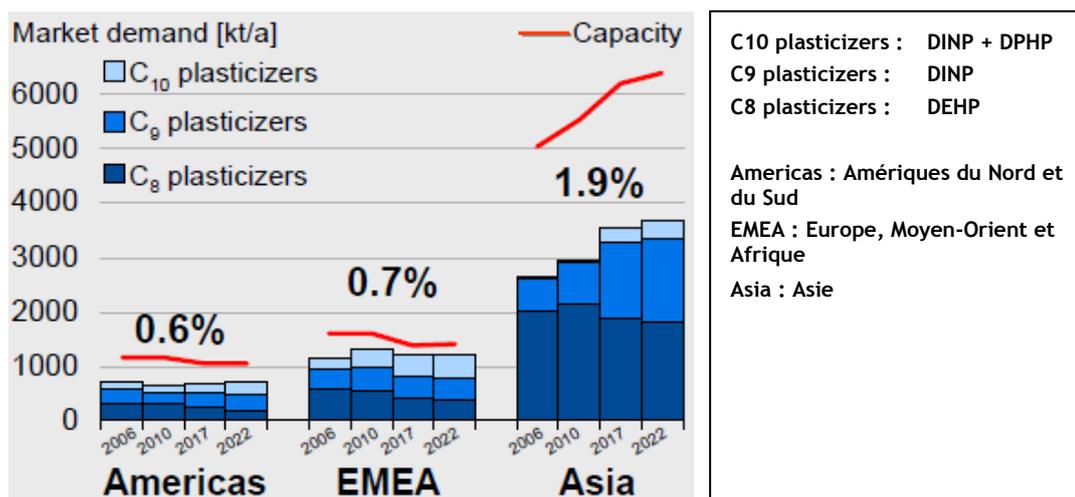


Figure 4 : Evolution du marché des plastifiants phtalates jusqu'à l'horizon 2022 (Calvin, 2011).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Ces graphiques montrent bien la croissance de la production de DIDP et DINP au détriment du DEHP. On remarque que la Chine produit encore du DEHP en majorité mais que cette tendance devrait très largement s'atténuer dans les années à venir (Calvin, 2011).

Le Tableau 13 ci-dessous présente les régions de production de DINP et leurs parts de marché respectives (Fernandez, 2012).

Tableau 13 : Production de DINP par région (en % par rapport à la production mondiale).

Région	% de production au niveau mondial	
	2011	2019
Chine	24	25
Asie du Sud/ Sud-Est	7	7
Asie du Nord-Est	18	18
Europe de l'Ouest	30	31
Amérique du Nord	17	15
Amérique du Sud	4	4

L'Europe de l'Ouest serait, et resterait la région où la production de DINP est la plus forte.

### 2.1.2.4 Prix du DIDP et DINP

Le bilan de la consultation des prix du DINP, DIDP ainsi que d'autres alternatives au DEHP réalisée par l'ECHA a montré que ces différentes alternatives envisagées sont abordables et que les coûts supplémentaires de substitutions engendrés sont de l'ordre de 0% à 30% (ECHA, 2012c).

En juillet 2011, les prix spot (marché au comptant) observés du DINP sur le site internet ICIS<sup>5</sup> allaient de 1 820 à 1 920 €/t (ECHA, 2012d). En janvier 2013, sur ce même site, les prix observés pour cette même substance vont de 1 620 à 1 660 €/t. Cette différence de prix peut notamment être expliquée par la concurrence grandissante qui fait chuter les prix du DINP.

## 2.2 SECTEURS D'UTILISATION

### 2.2.1 UTILISATION DU DIDP et DINP

Le DIDP et DINP couvrent une grande partie des utilisations initiales du DEHP, à l'inverse de beaucoup d'autres substituts. Les utilisations du DEHP sont renseignées dans la Fiche

<sup>5</sup> [http://62.189.48.219/il\\_shared/Samples/SubPage78.asp](http://62.189.48.219/il_shared/Samples/SubPage78.asp)

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Technico-économique du DEHP de l'INERIS (INERIS, 2005). Il a été estimé qu'ils représentent 83% des plastifiants dans l'Union Européenne en 2010 (ECHA, 2012a).

## 2.2.1.1 Les principaux secteurs d'utilisation dans l'Union Européenne

Le DINP et DIDP sont utilisés à 95 % comme plastifiants dans la production de PVC, parmi les 5 % restants, plus de la moitié est utilisée dans processus impliquant des polymères (ex : caoutchoucs) et le reste dans les encres, adhésifs, peintures ou laques (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

Les plus grands domaines d'utilisation des plastifiants dans l'Union Européenne en 2010 étaient les suivants (en % de part de marché du plastifiant) :

- Câblage PVC : 25%
- Films et feuilles plastiques : 22%
- Revêtements de sols : 14%
- Extrusions : 11%
- Imperméabilisation des tissus : 10%
- Autres : 18%

(Encres, peintures, adhésifs, automobile, semelles, plastiques divers,...)

Ces données ne permettent pas une estimation précise des secteurs d'utilisation du DIDP et DINP mais fournissent un aperçu global de leur utilisation en considérant qu'ils représentent la très grande majorité des plastifiants (ECHA, 2012a).

Un détail de la consommation de DIDP et DINP en 1994 permet de mettre en évidence les secteurs d'utilisation dans l'Union Européenne.

Les tableaux 14 et 15 illustrent les plus grands domaines d'utilisation du DIDP et DINP en Union Européenne en 1994 (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

Tableau 14 : Détail de la consommation de DIDP en 1994 (ECB, 2003b).

Quantités de DIDP utilisées en 1994 (Tonnes)	
Applications	DIDP
<b>Utilisations sous forme de PVC</b>	<b>191 000</b>
Câblage	54 800
Films et feuilles plastiques	30 000
Revêtements (sols, murs,...)	42 000
Autres (semelles, automobile, etc)	65 000
<b>Utilisations hors PVC</b>	<b>9 000</b>

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Quantités de DIDP utilisées en 1994 (Tonnes)	
Autres résines vinyliques	5 040
Plastiques d'esters cellulosiques	1 350
Peintures, encres et joints	1 080
<b>Total consommation en 1994</b>	<b>200 000</b>

Tableau 15 : Détail de la consommation de DINP en 1994 (ECB, 2003a).

Quantités de DINP utilisées en 1994 (Tonnes)	
Applications	DINP
<b>Utilisations sous forme de PVC</b>	<b>101 500</b>
Câblage	29 000
Films et feuilles plastiques	19 500
Semelles	8300
Autres (revêtements, automobile, etc)	44 700
<b>Utilisations hors PVC</b>	<b>5 500</b>
Dans les polymères	2 750
Hors polymères	2 750
Adhésifs, colles et joints	915
Peintures	915
Encres	915
<b>Total consommation en 1994</b>	<b>107 000</b>

Notons que pour leur utilisation dans le PVC, le DINP et le DIDP ont les mêmes applications principales et que celles-ci n'ont pas été bouleversées entre 1994 et 2010 si on se réfère aux domaines d'utilisation des plastifiants en Union Européenne comme présentés précédemment (ECHA, 2012a).

## 2.2.1.2 Les autres secteurs d'utilisation à l'échelle mondiale

Les secteurs d'utilisation sont les mêmes que ceux précédemment définis dans l'Union Européenne, néanmoins aucune information sur la part d'activité des différents secteurs n'a été trouvée.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 2.2.1.3 Utilisations des mélanges de produits chimiques

Nous n'avons pas trouvé de données complémentaires concernant les utilisations de mélanges de produits chimiques pour les substituts du DEHP.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 3 REJET DANS L'ENVIRONNEMENT

### 3.1 EMISSIONS INDUSTRIELLES TOTALES

Les études d'évaluation des risques menées par le Bureau Européen des produits chimiques sur le DIDP et DINP en 2003 contiennent des estimations des émissions annuelles de ces substances dans l'Europe à l'échelle continentale (ECB, 2003a ; ECB, 2003b). Ces estimations sont reprises dans les tableaux 16 et 17 ci-dessous.

**Tableau 16 : Emissions industrielles de DIDP en Europe en 2003 (ECB, 2003b).**

Etape du cycle de vie	Rejets liquides (t/an)	Rejets atmosphériques (t/an)
Production	63	-
Utilisation dans la fabrication du PVC	66.1	66.1
Utilisation dans la fabrication des polymères non PVC	10.6	10.6
Utilisation comme additif dans la fabrication des colles, joints et adhésifs	4.7	-
Utilisation comme additif dans la fabrication des peintures	4.60	1.20
<b>Total</b>	<b>149</b>	<b>77.9</b>

Soit un total d'émissions industrielles de DIDP en Europe en 2003 de 226,9 tonnes.

**Tableau 17 : Emissions industrielles de DINP en Europe en 2003 (ECB, 2003a).**

Etape du cycle de vie	Rejets liquides (t/an)	Rejets atmosphériques (t/an)
Production	41	-
Utilisation dans la fabrication du PVC	40.2	40.4
Utilisation dans la fabrication des polymères non PVC	4.6	4.6
Utilisation comme additif dans la fabrication des colles, joints et adhésifs	8.2	2.1
Utilisation comme additif dans la fabrication des encres	8.2	2.1

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Etape du cycle de vie	Rejets liquides (t/an)	Rejets atmosphériques (t/an)
Utilisation comme additif dans la fabrication des peintures	8.2	2.1
Recyclage du papier	5	-
<b>Total</b>	<b>115.4</b>	<b>51.3</b>

Soit un total d'émissions industrielles de DINP en Europe en 2003 de 166,7 tonnes.

Pour le DIDP comme pour le DINP, les émissions industrielles principales vers l'environnement sont rattachées aux industries de fabrication du PVC qui utilisent le DIDP et DINP comme substituts du DEHP. On remarque également que les quantités rejetées dans l'atmosphère et vers les milieux aquatiques sont sensiblement les mêmes pour les industries utilisant le DIDP et DINP comme réactif de synthèse.

## 3.2 EMISSIONS DIFFUSES LIEES AUX EPANDAGES DE BOUES

Il a été estimé que plus de 80 % du DIDP et DINP entrant en station de traitement des eaux est adsorbé par les boues (ECB, 2003a ; ECB, 2003b). Cependant, aucune étude sur les émissions diffuses de ces boues liées à leur épandage n'a été trouvée.

## 3.3 REJETS LIES A L'UTILISATION DE PRODUITS

### DIDP

Les émissions de DIDP liées à l'utilisation de produits contenant cette substance ont été estimées en 2003 en Europe à 626.74 tonnes (ECB, 2003b). Le détail de cette estimation est présenté dans le tableau 18 suivant.

**Tableau 18 : Emissions de DIDP liées à l'utilisation de produits en Europe en 2003 (ECB, 2003b).**

Utilisations	Rejets liquides (t/an)	Rejets atmosphériques (t/an)
Application des colles, joints et adhésifs contenant du DIDP	0.47	-
Utilisation des peintures contenant du DIDP	0.47	0.47
Utilisation de produits contenant du PVC	400	70.6

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Utilisation de produits contenant du DIDP (hors PVC)	13.4	2.36
Emissions des joints contenant du DIDP	-	0.17
Utilisation de textiles traités par du DIDP (impressions avec de l'encre contenant du DIDP)	90	0.047
<b>Total</b>	<b>504.34</b>	<b>73.6</b>

Ces émissions sont très majoritairement sous forme de rejets liquides vers les milieux aquatiques, et dominées par les émissions de produits contenant du PVC, et dans une moindre mesure par l'emploi de DIDP dans des encres utilisées pour imprimer des textiles.

## DINP

Les émissions de DINP liées à l'utilisation de produits contenant cette substance ont été estimées en 2003 en Europe à 258.76 tonnes (ECB, 2003a). Le détail de cette estimation est présenté dans le tableau 19 suivant.

Tableau 19 : Emissions de DINP liées à l'utilisation de produits en Europe en 2003 (ECB, 2003a).

Etape du cycle de vie	Rejets liquides (t/an)	Rejets atmosphériques (t/an)
Application des colles, joints et adhésifs contenant du DINP	-	0.08
Application des encres contenant du DINP	0.4	-
Utilisation des peintures contenant du DINP	0.8	-
Utilisation de produits contenant du PVC	212.7	37.6
Utilisation de produits contenant du DINP (hors PVC)	5.8	1.0
Emissions des joints contenant du DINP	-	0.08
Emissions des peintures contenant du DINP	-	0.3
<b>Total</b>	<b>219.7</b>	<b>39.06</b>

Ces émissions sont très majoritairement sous forme de rejets liquides vers les milieux aquatiques, et sont presque exclusivement le fait de produits contenant du PVC.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 3.4 FACTEURS D'EMISSIONS

### DIDP

Le bureau européen des produits chimiques utilise les facteurs d'émissions à différentes étapes du cycle de vie du DIDP pour l'estimation des émissions de DIDP en Europe (ECB, 2003b) Le tableau 20 présente ces facteurs d'émissions.

Tableau 20 : Présentation des facteurs d'émissions du DIDP vers les milieux aquatiques et à l'atmosphère à plusieurs étapes de son cycle de vie (ECB, 2003b).

Etapas du cycle de vie	Facteurs d'émissions atmosphériques* (%)	Facteurs d'émissions vers le milieu aquatique* (%)
Production	0	0.30
Distribution (transport)	0	0.30
Utilisation dans la fabrication du PVC* <sup>2</sup>	0.07	0.07
Utilisation dans la fabrication des polymères non PVC* <sup>2</sup>	0.18	0.18
Utilisation dans la fabrication des peintures anticorrosion	0	1.00
Application de ces peintures anticorrosion	0	0.10
Utilisation dans la fabrication des peintures antifouling	0	0
Application de ces peintures antifouling	0	5
Utilisation dans la fabrication des joints	0	1
Application des joints	0	0
Utilisation dans la fabrication des encres pour textiles	0.25	1
Application de ces encres pour textiles	0	0.1

\* Les facteurs d'émissions sont exprimés en pourcentage de DIDP rejeté par rapport à la quantité de DIDP consommée pour l'application (étape du cycle de vie) considérée.

\*<sup>2</sup> Les émissions initiales sont atmosphériques à l'intérieur des ateliers de fabrication

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

des polymères, cependant la condensation d'une partie de ces émissions entraîne une pollution des eaux. N'étant pas en mesure d'établir la part de chacune des ces émissions finales l'ECHA a estimé qu'elles sont égales (50 % vers l'air, 50 % vers les milieux aquatiques).

L'utilisation du DIDP dans la fabrication des encres pour textiles présente un facteur d'émissions élevé qui concorde avec les rejets liquides estimés par l'ECB pour cette même utilisation qui sont relativement importants également (ECB, 2003a).

## DINP

Le bureau européen des produits chimiques utilise les facteurs d'émissions à chaque étape du cycle de vie du DINP pour l'estimation des émissions de DINP en Europe (ECB, 2003b). Le tableau 21 présente ces facteurs d'émissions.

**Tableau 21 : présentation des facteurs d'émissions du DINP vers les milieux aquatiques et l'atmosphère à plusieurs étapes de son cycle de vie (ECB, 2003a).**

Etapas du cycle de vie	Facteurs d'émissions atmosphériques* (%)	Facteurs d'émissions vers le milieu aquatique* (%)
Production	0	0.30
Distribution (transport)	0	0.30
Utilisation dans le PVC* <sup>2</sup>	0.04	0.04
Utilisation dans la fabrication des polymères non PVC* <sup>2</sup>	0.17	0.17
Utilisation comme additif dans la fabrication des colles, joints et adhésifs	0.25	1.00
Application de ces colles, joints et adhésifs	0.01	0
Utilisation comme additif dans la fabrication des encres	0.25	1
Application des encres	0	0.05
Utilisation comme additif dans la fabrication des peintures	0.25	1
Application des peintures	0	0.1

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

\* Les facteurs d'émissions sont exprimés en pourcentage de DINP rejeté par rapport à la quantité de DINP consommée pour l'application (étape du cycle de vie) considérée.

\*<sup>2</sup> Les émissions initiales sont atmosphériques à l'intérieur des ateliers de fabrication des polymères, cependant la condensation d'une partie de ces émissions entraîne une pollution des eaux. N'étant pas en mesure d'établir la part de chacune des ces émissions finales l'ECHA a estimé qu'elles sont égales (50 % vers l'air, 50 % vers les milieux aquatiques).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 4 DEVENIR ET PRÉSENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

### 4.1 COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

Le DIDP et DINP sont des mélanges dont chaque composant peut se comporter quelque peu différemment dans l'environnement, il est donc difficile de prévoir leur comportement avec une grande précision. On peut cependant dégager une tendance. Ils sont présents dans tous les milieux mais très majoritairement dans les sols et sédiments, ce qui s'explique par leur faible volatilité et leur fort potentiel d'adsorption (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

#### 4.1.1 DEGRADATION ABIOTIQUE

Le DIDP et DINP sont sensibles aux radicaux hydroxyles atmosphériques et ont respectivement des demi-vies de 15 heures et 16 heures dans l'atmosphère (HSDB, 2008a ; HSDB, 2008b).

##### 4.1.1.1 Photolyse

Aucune information sur la photolyse des substances étudiées n'a été trouvée.

##### 4.1.1.2 Adsorption

Les deux substances DIDP et DINP ont un fort potentiel d'adsorption dans les sols et sédiments. Le Bureau européen a estimé les périodes de demi-vie pour ces deux substances présentées dans le tableau 22 ci-après (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

Tableau 22 : Demi-vies du DIDP et DINP dans les sols et sédiments (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

Substances	Demi-vie dans le sol	Demi-vie dans les sédiments
DIDP	300 jours	3 000 jours
DINP	300 jours	3 000 jours

#### 4.1.2 BIODEGRADATION

Selon les différentes sources, le DIDP et DINP sont tous deux sensibles à la biodégradation aérobie mais les données varient assez largement, comme illustré dans les rapports HSDB<sup>6</sup> (HSDB, 2008a ; HSDB, 2008b).

<sup>6</sup> HSDB : Hazardous Substances Data Bank

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 4.1.3 BIOACCUMULATION

Une étude menée au Japon a montré la présence de DIDP ainsi que d'autres phtalates dans des poissons côtiers, sûrement due aux rejets de l'île ou aux eaux de pluies provenant des zones industrialisées (Ohga *et al.*, 1975).

Une étude a montré la présence de DINP et DIDP dans des organismes aquatiques à Vancouver avec des concentrations variant de 2.5 à 4 ng/g de lipides (MacKintosh CE *et al.*, 2004).

Les demi-vies relatives à la bioaccumulation des substances étudiées n'ont pas été trouvées.

## 4.1.4 TRANSPORT SUR DE LONGUES DISTANCES

Les molécules de DIDP et DINP sont faiblement volatiles et leurs demi-vies atmosphériques sont courtes, ce qui limite les risques de transport sur de longues distances par voie atmosphérique (HSDB, 2008a ; HSDB, 2008b). Leur tendance à être adsorbées dans les sols et sédiments implique également une faible mobilité des substances.

## 4.2 PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

La présence de DIDP et DINP dans l'environnement résulte de l'activité anthropique. La concentration de ces substances dans différents milieux a été mesurée mais principalement à proximité des sources, ce qui s'explique en grande partie par leur faible mobilité. (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

### 4.2.1 AIR

Le bureau européen des produits chimiques propose une estimation théorique des « concentrations locales » de DIDP et DINP à 100m des points sources en fonction des facteurs d'émissions. Ces estimations ont été réalisées par modélisation (selon la modélisation dont le principe est donné dans le TGD<sup>7</sup>) en utilisant les informations existantes de consommation et de production du DIDP et du DINP. Cette étude s'intéresse à la pollution des milieux lors de l'utilisation des phtalates dans un process et à la pollution des milieux lors de l'utilisation des produits contenant les phtalates étudiés.

Les résultats de cette étude sont repris dans le tableau 23 ci-après (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

<sup>7</sup> Technical Guidance Document : document de support à la directive 97/67/CEE sur l'évaluation des risques de certaines substances chimiques.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Tableau 23 : Concentrations atmosphériques locales prévisibles de DIDP à proximité des sources d'émissions en Europe (ECB, 2003a ; ECB, 2003b).

Sources d'émissions	Concentrations locales de DIDP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrations locales de DINP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Utilisation dans la fabrication du PVC	0.45	0.50
Utilisation dans la fabrication des polymères non PVC	0.77	0.31
Utilisation dans la fabrication de colles, adhésifs et joints (DINP)		0.21
Application de ces colles, adhésifs et joints (DINP)		0.07
Utilisation dans la fabrication d'encre à papier (DINP)		0.21
Utilisation dans la fabrication de peintures (DINP)		0.21
Utilisation dans la fabrication des peintures anticorrosion (DIDP)	0.015	
Utilisation dans la fabrication des peintures antifouling (DIDP)	0.01	
Utilisation dans la fabrication des joints (DIDP)	0.015	
Utilisation dans la fabrication des encres pour textiles (DIDP)	0.12	

## 4.2.2 MILIEU AQUATIQUE

### 4.2.2.1 Eau de surface

#### DIDP

Une étude menée dans l'estuaire de la Seine a montré que sur 6 échantillons, seuls 2 ont été positifs (seuil de détection : 0.5  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) au DIDP avec une concentration de 1  $\mu\text{g}/\text{l}$  (Elf Atochem, 1997).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## DINP

Les concentrations de DINP ont été mesurées dans deux petites rivières du Danemark en 1996-1997, il n'a pas été détecté à un seuil de 0.1 µg/l (Vikelsee *et al.*, 1998).

Le DINP a été détecté dans l'estuaire de la Seine, sur 6 échantillons, 2 étaient positifs au DINP avec des concentrations avoisinant 0.1 µg/l (Elf Atochem, 1997).

Sur 7 points de mesures d'une rivière du Royaume-Uni, seul un échantillon a été contrôlé positif au DINP (seuil : 0.2 µg/l) avec une concentration de 0.3 µg/l (Fawell *et al.*, 2001).

## 4.2.3 SEDIMENTS

### DIDP

Trois exemples de présence de DIDP ont été mis en avant par l'étude menée dans l'estuaire de la Seine (Elf Atochem, 1997) avec des concentrations de 0.115, 0.13 et 0.19 mg/ kg de matière sèche.

Des échantillons de 8 lacs et rivières Suédoises, soit 54 échantillons ont été analysés en 1994, Le DIDP n'a pas été détecté avec un seuil de 0.01 mg/ kg de matière sèche. (Parkman et Remberger, 1995).

### DINP

Sur une série d'échantillonnages réalisée dans l'estuaire de la Seine, seuls 3 échantillons sur 6 présentaient des concentrations de DINP supérieures au seuil de détection (0.1 mg/ kg de matière sèche) à 0.11, 0.25 et 0.23 mg/ kg de matière sèche (EC, 2001).

Des échantillons de 8 lacs et rivières Suédoises, soit 54 échantillons ont été analysés en 1994, Le DINP n'a pas été détecté avec un seuil de 0.01 mg/ kg de matière sèche (Parkman and Remberger, 1995).

Les sédiments de 4 sites du Rhin ont été analysés, les concentrations de DINP variant de 0.03-1.46 mg/ kg de matière sèche (Malisch *et al.*, 1981).

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 5 PERSPECTIVES DE RÉDUCTION DES EMISSIONS

### 5.1 SUBSTANCES ALTERNATIVES

#### 5.1.1 ALTERNATIVES

Concernant l'application principale du DIDP et DINP en tant que plastifiants, 2 alternatives peuvent être envisagées :

- L'utilisation d'autres plastifiants aux caractéristiques favorables pour les utilisations concernées comme ceux cités en introduction de la fiche (phtalates, adipates, citrates, trimellitates, etc).
- L'utilisation d'un matériau autre que le PVC. Il peut être envisagé dans certains cas l'utilisation de matériaux fréquemment retrouvés comme les polyoléfines (polyéthylène et polypropylène) et le polyuréthane, voire le silicone et le verre (Premier Farnell, 2009 ; Euro pharma, 2009).

##### 5.1.1.1 Les substances plastifiantes alternatives

L'une des principales alternatives au DIDP est le DPHP qui demande moins d'efforts techniques d'adaptation pour la fabrication des câbles en PVC (les deux substances sont des phtalates de dialkyles en C<sub>10</sub> ramifiés). Il serait également plus résistant aux conditions climatiques et donc plus intéressant pour les applications extérieures et particulièrement pour les toitures, le DPHP présentant une meilleure résistance aux UV. L'Agence européenne des produits chimiques prévoit qu'en 2015, la consommation de DPHP représentera le double de celle du DIDP, soit environ 120 000t (ECHA, 2012a). Aucune statistique sur la consommation de DPHP n'est disponible à l'heure actuelle mais les informations provenant des producteurs industriels de cette substance (BASF, Perstorp) portent à croire que sa production va augmenter dans les années à venir (Fernandez, 2012).

Le Tableau 24 présente les informations rassemblées par l'ECHA en 2012 basées sur les retours d'expérience de différents producteurs de plastifiants en Europe. Ces informations permettent d'identifier certaines substances alternatives au DEHP et par conséquent au DIDP et au DINP.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Tableau 24 : Principales substances alternatives du DEHP, DIDP et DINP (ECHA, 2012d).

Familles de plastifiants	Abréviation Nom de la substance N° CAS	Substituts pour les substances suivantes :	Raisons* <sup>1</sup> :	Commentaires* <sup>2</sup> :
Phtalates	DIDP Diisodecyl phtalate 26761-40-0 68515-49-1	DEHP		Leur utilisation dans les jouets qui ne peuvent être mis en bouche est très répandue
	DINP Diisononyl phtalate 28553-12-0 68515-48-0	DEHP		
	DIHP Diisooheptyl phtalate 71888-89-6	Mélange DEHP/ DBP		N'est pas utilisé dans les jouets
Cyclohexanes	DINCH Di-isononyl-cyclohexane- 1,2dicarboxylate 166412-78-8	DEHP, DIDP, DINP	Utilisation autorisée dans les jouets	Il s'agit de l'alternative la plus utilisée dans les jouets selon les enquêtes menées. (sources : E, T, S)
Téréphtalates	DEHT/ DOTP Di (2-ethyl-hexyl) téréphtalate 6422-86-2	DEHP, DIDP, DINP	Utilisation autorisée dans les jouets	Alternative beaucoup utilisée dans les jouets selon les enquêtes menées. Il serait aujourd'hui majoritairement utilisé aux Etats Unis. (sources : E, T, S)
Ester-alkyl sulfonates	ASE Alkyl sulfonique phényl ester 91082-17-6	DEHP, DINP, DIDP	Alternative générale du DEHP, il peut donc être utilisé à la place du DIDP ou du DINP pour certaines applications également (qui n'ont pas été clairement identifiées)	Il reste cependant très peu utilisé dans les jouets. (sources : E, N)

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Familles de plastifiants	Abréviation Nom de la substance N° CAS	Substituts pour les substances suivantes :	Raisons* <sup>1</sup> :	Commentaires* <sup>2</sup> :
Adipates	DINA Diisononyl adipate 33703-08-1	DEHP, DINP, DIDP	Utilisation autorisée dans les jouets	Fréquemment utilisé dans les jouets.
	DEHA Bis(2-ethylhexyl) adipate 103-23-1	DEHP, DINP, DIDP	Utilisation autorisée dans les jouets	Fréquemment utilisé dans les jouets mais fœtotoxicité évaluée par SCENIHR (2008). Il reste cependant nettement moins toxique que le DEHP
Citrates	ATBC Tributyl acetylcitrate 77-90-7	DEHP, BBP, DBP, DINP, DIDP	Utilisation autorisée dans les jouets	Très utilisé dans les jouets, il est également utilisé depuis un certain temps comme substitut des principaux phtalates plastifiants selon les producteurs. (sources : P, K, S)
	TXIB 2,2,4-Triméthyl-1,3- pentanediol diisobutyrate 6846-50-0	DEHP, DINP, DIDP	Utilisation autorisée dans les jouets	Fréquemment utilisé dans les jouets, d'après les enquêtes menées. Cependant il n'est pas considéré comme un substitut approprié pour les autres applications du DINP ou du DIDP.
Dérivés de l'huile de ricin	COMGHA1 12-(acetoxy)stearicacid,2,3- bis(acetoxy)propylester 330198-91-9	DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP	Utilisation autorisée dans les matériaux en contact avec les denrées alimentaires	De faible toxicité, ces substances ne sont pour le moment que peu utilisées mais les producteurs pensent qu'elles peuvent remplacer le DEHP dans ses utilisations
	COMGHA2  33599-07-4			

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

Familles de plastifiants	Abréviation Nom de la substance N° CAS	Substituts pour les substances suivantes :	Raisons* <sup>1</sup> :	Commentaires* <sup>2</sup> :
	Mélange COMGHA 1 et 2  736150-63-3			traditionnelles. Elles pourraient donc remplacer le DIDP et le DINP dans certaines applications. (source : S)
Trimellitates	TOTM Tri-(2-ethylhexyl)-trimellitate 3319-31-1	DEHP		Alternative générale du DEHP, il a été évalué come reprotoxique. (source : S)

\*<sup>1</sup> : l'information n'a pas pu être obtenue pour toutes les substances, une case vide n'implique pas nécessairement que la substance n'est pas un substitut valable.

\*<sup>2</sup> : Sources: E: ECHA, 2009 ;T: TURI, 2006; K: Karbæk, 2003; P: Postle *et al.*, 2000; S: SCENIHR, 2008. N: Nilsson *et al.*, 2002.

Le TOTM et le DEHA ne peuvent être considérés comme des alternatives acceptables au DIDP et au DINP du fait de leur toxicité avérée (ECHA, 2012d). Ces informations ayant été traitées dans le but d'identifier les alternatives au DEHP, DBP, BBP et DIBP, il n'est pas toujours évident de savoir dans quelle mesure les alternatives proposées sont également transposables au DINP et au DIDP. On peut cependant distinguer des alternatives envisageables pour leurs applications sensibles soumises à restrictions (ECHA, 2012d) :

- **Dans les jouets** : Le TXIB, ATBC, DINA, DEHT et DINCH sont actuellement autorisés et utilisés dans les jouets et articles de puériculture et pourraient remplacer le DIDP ou le DINP dans ces mêmes articles. Les industriels ont parfois recours à l'utilisation de mélanges de plusieurs plastifiants pour obtenir les propriétés voulues, l'ECHA cite l'exemple d'un industriel danois qui a développé un mélange contenant de l'ATBC, DINCH et DEHT comme plastifiant dans la fabrication de jouets.
- **Dans les dispositifs médicaux** : les plastifiants cités dans le tableau précédent (hors phtalates, TOTM et DEHA) n'ont pas de restrictions d'utilisation dans les dispositifs médicaux et pourraient être utilisés à la place d'autres plastifiants phtalates comme le DIDP ou le DINP. Aucune information sur l'utilisation potentielle de ces substituts n'a été trouvée dans la littérature en 2013.
- **Dans les matériaux en contact avec les denrées alimentaires** : l'ECHA présente les substances dérivées de l'huile de ricin (CONGHA) comme alternatives déjà identifiées au DEHP dans les matériaux en contact avec les denrées alimentaires. On peut

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

extrapoler et imaginer qu'elles peuvent également remplacer le DIDP et le DINP dans ces matériaux.

Concernant les autres applications du DIDP et du DINP qui ne sont pas soumises à des restrictions, les substituts du DEHP peuvent être considérés comme une alternative au DIDP ou au DINP. Le choix de l'utilisation d'autres substances plutôt que le DIDP ou le DINP se fait selon des critères technico-économiques qui évoluent constamment (ECHA, 2012b).

## 5.1.1.2 Les matériaux alternatif au PVC

Il est possible de comparer différents matériaux à travers l'étude des Analyses des Cycles de Vie<sup>8</sup> (ACV). Cependant les différentes études ont conclu qu'il n'était pas possible de faire une évaluation complète des différents matériaux avec le peu d'informations dont on dispose actuellement (ECHA, 2012d).

Ces études permettent d'évaluer partiellement l'impact du remplacement du PVC par d'autres matériaux dans les applications sensibles suivantes :

- **Utilisation de matériaux alternatifs dans les dispositifs médicaux** : plusieurs matériaux ont été étudiés, les deux principaux candidats au remplacement du PVC sont le polyuréthane et les polyoléfines. Les matériaux à base de polyéthylène sont considérés comme moins toxiques alors que les ACV des polyuréthanes indiquent une consommation d'énergie plus importante et la libération de plus de polluants au cours de la vie du matériau. Les polyuréthanes seraient cependant déjà assez répandus même si aucune information quant aux parts de marché n'est disponible (ECHA, 2012d).
- **Utilisation des matériaux alternatifs dans les jouets** : certains fabricants de jouets favorisent la substitution du PVC (plutôt que la substitution des plastifiants) par des matériaux qui peuvent être mis en bouche. Les principaux matériaux utilisés dans les jouets en remplacement du PVC sont le polyéthylène et l'éthylène-acétate de vinyle. Leur performance a été évaluée comme légèrement inférieure à celle du PVC avec notamment une résistance physique et une longévité un peu diminuées (ECHA, 2012d).

## 5.1.2 ASPECTS ECONOMIQUES DES ALTERNATIVES

A l'exception du DPHP dont la part de marché est en augmentation, les substances susceptibles de remplacer le DIDP et DINP semblent aujourd'hui généralement plus chères que les autres alternatives et moins compatibles avec le PVC (ECHA 2012a ; Premier Farnell

<sup>8</sup> ACV : Evaluation de l'impact environnemental de la substance en considérant l'ensemble de sa vie, depuis sa production jusqu'à son élimination.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

2009 ; Euro pharomat 2009). Toutefois, le coût relatif de DIDP/DINP et d'autres plastifiants est très dépendant des situations, et d'autres plastifiants peuvent présenter un coût comparable voire inférieur dans certaines applications spécifiques (ECHA, 2012d).

Dans son étude des différents substituts du DEHP, l'ECHA tente de comparer les prix des différentes substances alternatives en prenant en compte, lorsque cela est possible, les facteurs de substitution<sup>9</sup>. En revanche cette étude ne tient pas compte des efforts techniques à fournir pour la substitution du DEHP et des coûts qu'ils engendrent. Les résultats sont présentés dans le tableau 25 ci-après.

**Tableau 25 : Prix relatifs des substances plastifiantes alternatives par rapport au DEHP (ECHA, 2012d).**

Substance	Prix	Prix relatif au DEHP*1	Facteur de substitution	Prix relatif effectif*2	Sources*3
<b>Phtalates de référence</b>					
DEHP (2009)	1 €/Kg				ExxonMobil en 2009
DIDP	0.70 USD/Lb	110 %	1.10	121 %	TURI (2006)
DINP (2006)	0.73 USD/Lb	104 %	1.06	111 %	TURI (2006)
<b>Alternatives évaluées</b>					
ASE (2009)	1,75 €/kg	175 %	ND	ND	Lanxess en 2009
ATBC	ND	300 %	ND	ND	ExxonMobil en 2009
CONGHA	3.5 €/kg	350 %	1	350 %	Danisco en 2009
DEHT (2006)	0.74 USD/Lb	106 %	1.03	109 %	TURI (2006)
DINA	ND	150-200 %	0.98	150-200 %	ExxonMobil en 2009
DINCH (2006)	0.91 USD/Lb	120 %	ND	ND	TURI (2006)
TXIB	ND	ND	ND	ND	

\*1 : le prix relatif au DEHP indique le prix de l'alternative par unité de poids par rapport à celui du DEHP (1 €/Kg).

<sup>9</sup> Facteurs de substitution : indique quelle quantité de plastifiant alternatif est nécessaire pour remplacer la substance référence (ici le DEHP) avec les mêmes propriétés de plastification

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

\*2 : le prix relatif effectif combine le prix relatif au DEHP avec le facteur de substitution pour indiquer le prix véritable de la substitution du DEHP par une substance alternative pour l'obtention des mêmes propriétés plastifiantes. Ce prix est exprimé en pourcentage par rapport au prix du DEHP.

\*3 : La source TURI, 2006 est une référence bibliographique alors que les autres sources, ExxonMobil, Danisco et Lanxess sont des enquêtes menées auprès de ces producteurs pour identifier les prix des substances, il n'est pas possible de retracer ces informations.

On peut observer que s'il est possible de comparer les prix effectifs des différents plastifiants, cette étude ne tient pas compte des coûts de process et ne permet pas de conclure définitivement sur l'intérêt des différents plastifiants étudiés. De plus les prix de chacune de ces substances sont susceptibles d'évoluer avec le marché et il est pour le moment très difficile de prévoir leur évolution au regard du peu d'informations disponibles sur ces substances (ECHA, 2012d).

Les aspects économiques du remplacement du PVC par d'autres matériaux sont encore mal connus et il ressort de la littérature que les prix sont globalement comparables. Cela étant, il est très difficile de tirer une conclusion claire pour chaque application.

## 5.1.3 CONCLUSION SUR L'ÉVALUATION DES ALTERNATIVES

Dans la compétition des différents plastifiants pour la substitution du DEHP, le DIDP et le DINP sont encore très largement utilisés. Il a été identifié plusieurs autres alternatives (également à ces deux phtalates) pour leurs applications soumises à prescriptions, dans les jouets pouvant être mis en bouche, les dispositifs médicaux et les matériaux en contact avec les denrées alimentaires, mais les pratiques divergent chez les industriels et aucune substance (hormis le DPHP) n'a réellement pris le dessus sur les autres car elles se comportent toutes différemment selon les procédés de transformation mis en œuvre et ne présentent pas toutes les mêmes propriétés plastifiantes. Le DPHP semble s'inscrire comme un substitut plus privilégié du DIDP, de même composition chimique (phtalates de dialkyles en C<sub>10</sub> ramifiés) proposant par ailleurs des caractéristiques techniques plus favorables que le DIDP pour certains domaines d'utilisation.

Les alternatives non phtalates sont toujours marginales et ont jusqu'à présent été principalement utilisées dans les jouets, dispositifs médicaux et emballages alimentaires. Il existe cependant de bonnes raisons de croire que leur débouché va augmenter dans les années à venir. Fernandez (2011) prévoit une augmentation significative des capacités de production de ces alternatives en Europe (notamment le DINCH).

Le remplacement du PVC par des matériaux moins toxiques et moins polluants comme le polyuréthane et les polyoléfinés est une alternative qui a été étudiée notamment dans les jouets et dispositifs médicaux, mais s'ils sont déjà utilisés dans ces applications, il est pour le moment difficile d'évaluer l'impact technico-économique de cette substitution.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 5.2 TRAITEMENT DES REJETS INDUSTRIELS

### 5.2.1 REJETS LIQUIDES, TRAITEMENT DES EFFLUENTS

Le DIDP et DINP sont sensibles aux procédés classiques de biodégradation mis en œuvre dans les stations de traitement des eaux. Il a été estimé le devenir des substituts du DEHP à travers les procédés de traitement des eaux, les résultats sont présentés dans le tableau 26 ci-après (ECB, 2008a ; ECB, 2008b).

Tableau 26 : Traitement des effluents contenant du DIDP et DINP (ECB, 2008a ; ECB, 2008b).

Substances	Part adsorbée par les boues (%)	Part dégradée (%)	Part libérée à l'atmosphère (%)	Part en sortie de station (%)
DIDP	84.8	3.9	3.2	8.1
DINP	82	10	1	7

Il est donc pertinent de s'intéresser au devenir des boues qui ont adsorbé ces phtalates, aucune information spécifique aux boues contenant ces phtalates n'a été trouvée.

### 5.2.2 ASPECTS ECONOMIQUES DES TRAITEMENTS

Le traitement actuel du DIDP et DINP n'engendre pas de coûts supplémentaires puisqu'ils subissent le traitement classique des eaux usées.

## 5.3 TECHNOLOGIES EMERGENTES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS

Aucune information n'a été trouvée sur les technologies émergentes de réduction des émissions de DINP et DIDP.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 6 CONCLUSION

L'Union Européenne a adopté des restrictions d'utilisation du DIDP et DINP, ainsi que d'autres phtalates jugés plus dangereux, dans les jouets et les articles de puériculture, les matériaux en contact avec les denrées alimentaires et les dispositifs médicaux. Malgré cette réglementation la production et consommation de DIDP et DINP en Union Européenne restent importantes.

Il existe des alternatives au DIDP et au DINP, qui sont également d'autres substituts du DEHP (phtalates, ou non-phtalates). Ces alternatives ont des parts de marché qui sont encore minoritaires, mais qui sont pour certaines en forte progression, comme pour le DINCH et le DPHP par exemple. Enfin une alternative d'une autre nature reste l'utilisation d'autres matériaux plastiques moins plastifiés à la place du PVC.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 7 LISTE DES ABREVIATIONS

BBP	Butylbenzyl phtalate
CE	Communauté Européenne
DBP	Dibutyl phtalate
DEHA	Diethylhexyl adipate
DEHP	Bis(2-ethylhexyl) phtalate
DIDP	Phtalate de diisodécyl
DINCH	1,2-cyclohexanedicarboxylic acid, diisononylester
DINP	Phtalate de diisononyl
DNOP	Di-n-octyl phtalate
DPHP	Di-2-propylheptyl phtalate
ECB	European Chemicals Bureau
EPA	Environmental Protection Agency
HSDB	Hazardous Substances Data Bank
OSHA PEL	Occupational Safety and Health Administration Permissible Exposure Level
PAN	Anhydride phtalique
PATLD	Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance (ou CLRTAP)
POP	Polluant Organique Persistant
PVC	Polychlorure de vinyle
PVDC	Chlorure de polyvinylidène
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances  REACH est le règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions des substances chimiques. Il est entré en vigueur le 1er juin 2007. REACH rationalise et améliore l'ancien cadre réglementaire de l'Union européenne (UE) sur les produits chimiques.
SGH	Système Général Harmonisé  Afin d'unifier les différents systèmes nationaux de classification et étiquetages des produits chimiques dangereux, le Système Général Harmonisé ou SGH (Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals ou GHS) à été crée. Il est rentré en vigueur en France (et dans tout les pays de l'Union Européenne) le 20 janvier 2009.
TOTM	Trioctyl trimellitate

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

UE	Union Européenne
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe - Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CENUE). La convention UNECE sur la protection et l'utilisation des cours d'eau et des lacs internationaux a été récemment adoptée par 36 parties à Genève le 12 Novembre 2009. <a href="http://www.unece.org">http://www.unece.org</a>

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

## 8 BIBLIOGRAPHIE

- Association of Plasticiser Industry (1994). Investigation Report on the Analysis of the Phthalates (PAE) Concentrations at Water Basins. Unpublished Report. November 1994, Tokyo, Japan.
- Bisig, M.D. (2009). Plasticizer Market Update. SPI Vinyl Products Division 20th Annual Vinyl Compounding Conference, July 19-21, 2009. Presented by Michael D. Bisig, BASF Corporation ([http://www.plasticsindustry.org/files/about/VPD/A\\_Bisig\\_BASF.pdf](http://www.plasticsindustry.org/files/about/VPD/A_Bisig_BASF.pdf)).
- Calvin E. (2011). Plasticizer Market Update. BASF Corporation. Presentation at the 22nd Annual Vinyl Compounding Conference, Burlington, July 10-13, 2011 (<http://www.cpsc.gov/about/cpsia/chap/spi.pdf>).
- EC (2001). Risk Assessment of Bis(2-ethylhexyl)Phthalate, CAS-No: 117-81-7. European Commission (EC), DG XI, draft version of September 2001.
- ECB (2003a). European Chemicals Bureau, European Union Risk Assessment Report : 1,2-benzenedicarboxylic acid, di-C8-10- branched alkyl esters, C9-rich and di-“isononyl” phthalate (DINP).
- ECB (2003b). European Chemicals Bureau, European Union Risk Assessment Report : 1,2-benzenedicarboxylic acid, di-C9-11- branched alkyl esters, C10-rich and di-“isodecyl” phthalate (DIDP).
- ECHA (2009). Data on manufacture, import, export, uses and releases of bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) as will as information on potential alternative to its use, COWI, ECHA, 2009.
- ECHA (2012a). European Chemicals Agency. Evaluation of new scientific evidence concerning the restrictions on DIDP and DINP contained in entry 52 of annex XVII to regulation (EC) NO 1907/2006 (REACH).
- ECHA (2012b). European Chemicals Agency. Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on four phthalates. Appendix 1: Volumes of the four phthalates proposed on the EU market.
- ECHA (2012c). European Chemicals Agency. Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on four phthalates. Appendix 2: Availability and price of alternatives.
- ECHA (2012d). European Chemicals Agency. Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on four phthalates.
- Elf Atochem (1997). Analyse des phthalates dans l'estuaire de la Seine. Centre d'application de Levallois, Service Analyse Environnement, Internal Report 97/SAE8/0544/PL, 10/04/1997.
- Euro pharma (2009). Guide sur les phthalates (<http://www.euro-pharma.com/upload/phtalates191109.pdf>).
- Fawell et al (2001). Oestrogens and oestrogenic activity in raw and treated water in Severn Trent water. Water Research 35(5), 1240-1244.
- Fernandez A. (2012) Orthoxylene, Phthalic Anhydride & Plasticisers Chain, Tecnon OrbiChem, Chemicals Committee Meeting at APIC 2012, Kuala Lumpur, 18 May 2012.
- HSDB (2008a). Hazardous Substance Data Bank n°4491: DIISONONYL PHTHALATE CASRN: 28553-12-0 (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/-oJvzjj:1>).
- HSDB (2008b). Hazardous Substance Data Bank n°930: DIISODECYL PHTHALATE CASRN: 26761-40-0 (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/-xH6YkN:1>).
- INERIS (2012). Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : DI(2-ETHYLHEXYL)PHTHALATE (DEHP) (<http://rsde.ineris.fr/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>).
- INRS (2003a). Fiche toxicologique n°245 : Phtalate de diisononyle.

# LES SUBSTITUTS DU DEHP

- INRS (2003b). Fiche toxicologique n°246 : Phtalate de diisodécyle.
- Karbæk, K. (2003). Evaluation of Plasticisers for PVC for Medical Devices, Environmental Project 744, 2003.
- MacKintosh C.E. *et al.* (2004). Distribution of phthalate esters in a marine aquatic food web: comparison to polychlorinated biphenyls. *Environ Sci Technol* 38: 2011-20.
- Malisch *et al.* (1981). Chlororganische Pestizide, polychlorierte Biphenyle und Phthalate in Sedimenten aus Rhein und Neckar, *Chemiker Zeitung* 105, 187-194.
- Nilsson *et al.* (2002). Nilsson NH, Lorenzen J. and Hansen OC. Substitution af phthalatblødgjort PVC-vandmadras hos Akva Waterbeds, Miljøprojekt nr. 739, 2002.
- Ohga *et al.* (1975). Ohga M, Karasawa T; Ibaraki-Ken Kogai Gijutsu Senta Nempo 8: 122-31.
- Parkman H., Remberger M. (1995). Phthalates in Swedish Sediments. Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden.
- Postle M., C. Corden, M. van den Berg and T. Sanderson (2000). The availability of substitutes for soft PVC containing phthalates in certain toys and childcare articles. RPA and Ritox for the European Commission.
- Premier Farnell (2009). Substitution des substances HBCDD, DEHP, BBP et DBP ([http://fr.farnell.com/images/fr\\_FR/rohs/pdf/alternatives\\_rohs2.pdf](http://fr.farnell.com/images/fr_FR/rohs/pdf/alternatives_rohs2.pdf)).
- SCENIHR (2008). Opinion on the safety of medical devices containing DEHP-plasticized PVC or other plasticisers on neonates and other groups possibly at risk. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). European Commission, Brussels.
- TURI (2006). Massachusetts Toxics Use Reduction Institute. Five Chemicals Alternatives Assessment Study. University of Massachusetts Lowell: Lowell, Massachusetts, June 2006.
- US EPA (2012). U.S. Environmental Protection Agency's phthalates action plan ([http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/phthalates\\_actionplan\\_revised\\_2012-03-14.pdf](http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/phthalates_actionplan_revised_2012-03-14.pdf))
- Vikelseo *et al.* (1998). Sources of Phthalates and Nonylphenols in Municipal Wastewater. Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute (NERI), NERI Technical Report No 225, February 1998.