

4-TERT-BUTYLPHENOL

Dernière mise à jour : 30/07/2014

RESPONSABLE DU PROGRAMME

J.-M. BRIGNON : JEAN-MARC.BRIGNON@INERIS.FR

EXPERTS AYANT PARTICIPÉS A LA RÉDACTION

A.GOUZY : AURELIEN.GOUZY@INERIS.FR

M. JEHANNE

Veillez citer ce document de la manière suivante :
INERIS, 2014. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : 4-tert-butylphénol, DRC-14-136881-02239A, 40 p. (<http://rsde.ineris.fr/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>)

4-TERT-BUTYLPHENOL

RESUME / ABSTRACT

Le 4-tert-butylphénol est un composé chimique organique de formule brute $C_{10}H_{14}O$ et de numéro CAS 98-54-4.

Les sources de 4-tert-butylphénol sont anthropiques. Le 4-tert-butylphénol est utilisé comme monomère dans les polycarbonates, les résines phénol/formaldéhyde et les résines époxy, comme additif dans les résines époxy et comme réactif dans la synthèse du 4-tert-butylcyclohexane.

Il existait en Europe deux fabricants de 4-tert-butylphénol en 2004. La production était, en 2001, de 25 251 tonnes et il était utilisé cette même année environ 26 617 tonnes/an de 4-tert-butylphénol en Europe.

Les émissions françaises de 4-tert-butylphénol vers l'environnement (tous milieux) sont très peu renseignées. Au niveau européen, il est estimé que les rejets dans l'environnement, tous milieux confondus, sont au maximum de 166 kg/j.

Il n'y a pas de pollutions ou d'accidents liés au 4-tert-butylphénol recensés.

Peu d'informations concernant les concentrations en 4-tert-butylphénol dans l'environnement ont été identifiées à l'échelle de la France. Il existe des solutions de substitution au 4-tert-butylphénol, soit en substituant le 4-tert-butylphénol lui-même, soit en substituant le composé final dans la synthèse duquel le 4-tert-butylphénol est utilisé.

4-TERT-BUTYLPHENOL

ABSTRACT

4-tert-butylphenol is an organic compound, its molecular formula is $C_{10}H_{14}O$ and its CAS number is 98-54-4.

Sources of 4-tert-butylphenol are anthropogenic. 4-tert-butylphenol is used as monomer in polycarbonates, phenol/formaldehyde resins and epoxy resins, as additive in epoxy resins and as starting material in synthesis of 4-tert-butylcyclohexane.

There are in Europe two producers of 4-tert-butylphenol in 2004. In 2001, the production was about 25 251 tons and about 26 617 tons/year of 4-tert-butylphénol were used in Europe.

French emissions of 4-tert-butylphenol to environment (all media) are very poorly documented. At European level, it is estimated that all releases to the environment (all media) amount to a maximum of 166 kg/d.

There is no identified pollution or accident related to 4-tert-butylphenol.

Little information about concentrations in 4-tert-butylphenol in the environment has been identified in France.

There exist substitution solutions to 4-tert-butylphenol, whether in substituting 4-tert-butylphenol itself, whether in substituting the final compound in which 4-tert-butylphenol is used.

4-TERT-BUTYLPHENOL

SOMMAIRE

RESUME / ABSTRACT.....	2
ABSTRACT	3
1 GENERALITES	6
1.1 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES CHIMIQUES	6
1.2 REGLEMENTATIONS	6
1.3 VALEURS ET NORMES APPLIQUEES EN FRANCE	8
1.4 AUTRES TEXTES.....	8
1.5 CLASSIFICATION ET ETIQUETAGE.....	9
1.6 SOURCES NATURELLES DE 4-TERT-BUTYLPHENOL	10
1.7 SOURCES NON-INTENTIONNELLES DE 4-TERT-BUTYLPHENOL	11
2 PRODUCTION ET UTILISATIONS	12
2.1 PRODUCTION ET VENTE	12
2.2 UTILISATIONS	12
3 REJETS DANS L'ENVIRONNEMENT.....	19
3.1 EMISSIONS ANTHROPIQUES TOTALES	19
3.2 EMISSIONS ATMOSPHERIQUES.....	21
3.3 EMISSIONS VERS LES EAUX	21
3.4 EMISSIONS VERS LES SOLS.....	22
3.5 POLLUTIONS HISTORIQUES ET ACCIDENTELLES	23
4 DEVENIR ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT	24
4.1 COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT	24
4.2 PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT.....	25
5 PERSPECTIVES DE RÉDUCTION DES EMISSIONS	30
5.1 REDUCTION DES EMISSIONS DE 4-TERT-BUTYLPHENOL.....	30
5.2 ALTERNATIVES AUX USAGES DE 4-TERT-BUTYLPHENOL.....	31
6 CONCLUSION	37
7 REFERENCES.....	38

4-TERT-BUTYLPHENOL

7.1 SITES INTERNET CONSULTES.....	38
7.2 BIBLIOGRAPHIE	38

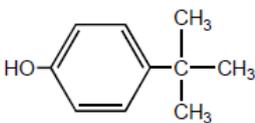
4-TERT-BUTYLPHENOL

1 GENERALITES

1.1 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

Les caractéristiques du 4-tert-butylphénol sont présentées dans le Tableau 1 ci-après.

Tableau 1. Caractéristiques générales du 4-tert-butylphénol (OCDE, 2000).

Substances chimiques	N°CAS	N°EINECS	Synonymes	Formes physiques
4-tert-Butylphénol $C_{10}H_{14}O$ 	98-54-4	202-679-0	p-tert-Butylphénol ou ptBP; Butylphen ; 1-hydroxy-4tert-butylbenzène ; p-t-butylphénol ; dimethylethylphenol ; 4-(1,1-dimethylethyl)phenol.	Solide incolore

Le 4-tert-butylphénol (ou p-tert-butylphénol, ptBP) est principalement utilisé comme monomère dans la synthèse de produits comme les polycarbonates, les résines phénoliques (employées notamment dans les adhésifs) et résines époxydes (cf § 2.2).

1.2 REGLEMENTATIONS

1.2.1 TEXTES GENERAUX

Le règlement 1907/2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques (REACH) oblige les producteurs et les importateurs de substances en quantité supérieure à une tonne à soumettre une demande d'enregistrement. Les données liées à l'enregistrement REACH du 4-tert-butylphénol sont exploitées au paragraphe 2.1.1 de cette fiche.

Le 4-tert-butylphénol n'est pas mentionné dans la liste des substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (Directive 200/60 du 23 octobre 2000 modifiée).

4-TERT-BUTYLPHENOL

Le 4-tert-butylphénol n'est pas cité dans la liste de l'annexe I du règlement (CE) 649/2012 relatif à l'export et l'import des substances dangereuses identifiées par ce texte. Il n'est donc pas soumis aux notifications d'exportation.

Le 4-tert-butylphénol n'est pas classé dans l'annexe I de la directive (CE) 67/548 concernant la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses.

En Europe, le 4-tert-butylphénol est autorisé dans les matières plastiques et articles destinés à être en contact avec les aliments, avec un taux de migration (SML) de 0,05 mg/kg, soit 50 ppb (Annexe II de la directive 2002/72/EEC).

Le 4-tert-butylphénol est interdit d'utilisation dans les produits cosmétiques en Europe, d'après la directive 1223/2009 du parlement et du conseil européen du 30 novembre 2009 (OJ L 342, 22.12.2009).

1.2.2 SEUILS DE REJETS POUR LES INSTALLATIONS CLASSEES

L'arrêté du 26 décembre 2012 modifiant l'arrêté du 31 janvier 2008 concerne le registre et la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets. L'exploitant de l'installation doit déclarer ces rejets dès lors que les seuils d'émissions décrits dans l'annexe II de cet arrêté sont dépassés. Les seuils de rejets pour le phénol et les phénols simples substitués, dont fait partie le 4-tert-butylphénol, (exprimés en tant que carbone total) sont :

- de 1 000 kg/an dans l'air ;
- de 20 kg/an dans l'eau ;
- de 20 kg/an dans le sol.

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation indique que, pour les eaux superficielles :

- Les rejets doivent respecter la valeur limite de concentration suivante : indice phénols¹ 0,3 mg/L si le rejet dépasse 3 g/j.
- Ce texte indique également (sans en préciser la raison) que dans le cas des cokeries, la valeur limite de concentration est 0,1 mg/L pour 0,15 g/t de coke produite.

¹ Indice correspondant à une évaluation de la quantité de substances de type phénol contenue dans un échantillon d'eau (d'après le site internet du SANDRE consulté en juillet 2014 : <http://services.sandre.eaufrance.fr/References/1.2.0/References.php?service=References&version=1.2.0&request=getReferenceElements&outputFormat=text/xhtmlv2&outputSchema=&CdReferentiel=PAR&Filter=%3CFilter%3E%3CCdSandre%3E1440%3C/CdSandre%3E%3C/Filter%3E>).

4-TERT-BUTYLPHENOL

1.3 VALEURS ET NORMES APPLIQUEES EN FRANCE

Lors de cette étude, nous n'avons pas identifié de norme de qualité environnementale pour le 4-tert-butylphénol.

De même, en France, il n'existe pas de valeurs utilisées pour la qualité de l'air en milieu de travail pour cette substance.

La directive 98/24/CE ne fixe pas de valeur limite d'exposition professionnelle, mais certains Etats membres ont établi une valeur limite de 0,5 mg/m³ en moyenne pour 8 heures. Le Tableau 2 regroupe les valeurs limites fixées par différents pays européens.

Tableau 2. Valeurs limites fixées par différents pays européens, d'après l'IFA² (2014).

Pays	Valeur limite - 8 heures		Valeur limite - court terme	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Autriche	0,08	0,5	0,4	2,5
Danemark	0,08	0,5	0,16	1,0
Allemagne	0,08	0,5	0,16	1,0
Suisse	0,08	0,5	0,16	1,0

1.4 AUTRES TEXTES

1.4.1 ACTION DE RECHERCHE RSDE

Le 4-tert-butylphénol n'appartient pas à la liste des substances pertinentes au titre de l'action nationale de recherche et de réduction des rejets des substances dangereuses dans l'eau RSDE³. Il n'appartient pas non plus à la liste des substances à rechercher dans les rejets des stations de traitement des eaux usées urbaines traitant une charge brute de pollution supérieure ou égale à 600 kg DBO₅/j⁴.

² IFA : Institute für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung : http://limitvalue.ifa.dguv.de/Webform_gw.aspx (consulté en mars 2014).

³ <http://www.ineris.fr/rsde/> (consulté en mars 2014).

⁴ Circulaire du 29 septembre 2010 relative à la surveillance de la présence de micropolluants dans les eaux rejetées au milieu naturel par les stations de traitement des eaux usées.

4-TERT-BUTYLPHENOL

1.4.2 AUTRES TEXTES

Le 4-tert-butylphénol n'appartient pas à la liste des 823 substances du plan micropolluants 2010-2013.

Le 4-tert-butylphénol est cité dans la section B de la liste OSPAR⁵ des substances potentiellement préoccupantes. La section B regroupe les substances qui, quoique préoccupantes pour OSPAR, sont traitées de façon « adéquate » par des initiatives CE ou par d'autres forums internationaux.

Le 4-tert-butylphénol est cité dans la liste de la Commission européenne⁶ des 553 substances candidates au statut de « perturbateurs endocriniens ».

En Finlande, le 4-tert-butylphénol a été intégré à la liste des substances prioritaires finlandaises. Il est présent dans le « groupe II ». Ce groupe, qui contient 56 substances, est défini comme celui des substances qui sont produites en volumes importants, ou sont persistantes dans l'environnement, et pour lesquelles il y a une preuve scientifique de leur propriétés de perturbateur endocrinien, et dont l'exposition humaine/animale peut être considérée comme modérée (Finnish Environment Institute, 2001).

Au Canada, l'article 16 de la Loi sur les aliments et les drogues interdit de « vendre un cosmétique qui, selon le cas, contient une substance susceptible de nuire à la santé de la personne qui en fait usage à des fins et de façon normales ou habituelles ». Santé Canada⁷ a établi en 2005, et révisé en 2007 et 2011, une « Liste critique » qui énumère les substances interdites dans les cosmétiques, dont le 4-tert-butylphénol fait partie.

1.5 CLASSIFICATION ET ETIQUETAGE

Le 4-tert-butylphénol n'est pas cité dans le règlement 2008/1272, dit CLP. Néanmoins, d'après le site de l'ECHA⁸, les classifications suivantes peuvent leur être associées par les producteurs⁹.

⁵ http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=30950304450153_000000_000000 (consulté en mars 2014).

⁶ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:51999DC0706&from=FR> (consulté en avril 2014).

⁷ <http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/cosmet-person/hot-list-critique/hotlist-liste-fra.php> (consulté en mars 2014).

⁸ European Chemicals Agency : <http://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/cl-inventory-database> (consulté en juin 2014).

4-TERT-BUTYLPHENOL



Tableau 3. Codes de danger du 4-tert-butylphénol, d'après ECHA.

Code	Signification
H 302	Nocif en cas d'ingestion
H 314	Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
H 315	Provoque une irritation cutanée
H 317	Peut provoquer une allergie cutanée
H 318	Provoque des lésions oculaires graves
H 319	Provoque une sévère irritation des yeux
H 334	Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation
H 335	Peut irriter les voies respiratoires
H 361	Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus
H 411	Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

1.6 SOURCES NATURELLES DE 4-TERT-BUTYLPHENOL

Lors de cette étude, nous n'avons pas identifié de sources naturelles de 4-tert-butylphénol.

⁹ Tous les industriels n'ont pas forcément attribué aux substances avec l'ensemble des catégories de danger décrites. Il s'agit ici d'une compilation.

4-TERT-BUTYLPHENOL

1.7 SOURCES NON-INTENTIONNELLES DE 4-TERT-BUTYLPHENOL

Le 4-tert-butylphénol est potentiellement produit de manière non-intentionnelle dans les STEP¹⁰. Plusieurs études tendent à montrer que la dégradation d'alkylphénols peut conduire à la formation de 4-tert-butylphénol. Ainsi selon Scharf & Sattelberger (1999b), il est noté une augmentation de la quantité de 4-tert-butylphénol dans 2 des 17 STEP sur lesquelles porte l'étude. Néanmoins d'autres études montrent des résultats contradictoires sur ce point. Par exemple, Hajlova (2002), dans une étude, a montré que le 4-tert-octylphénol et le 4-nonylphénol ne se dégradent pas en 4-tert-butylphénol en quantité significative.

¹⁰ STEP : station d'épuration.

4-TERT-BUTYLPHENOL

2 PRODUCTION ET UTILISATIONS

2.1 PRODUCTION ET VENTE

2.1.1 DONNEES ECONOMIQUES

Le 4-tert-butylphénol était produit par trois entreprises en Allemagne, France et Suisse en 2001. En 2004, il n'y avait plus que deux producteurs. En 2001, la quantité totale de 4-tert-butylphénol utilisée en Europe était de 26 617 tonnes/an, dont 25 251 tonnes étaient effectivement produites en Europe, 2 100 tonnes importées et 734 tonnes exportées (Risk Assessment Report, 2008).

Le tonnage de 4-tert-butylphénol déclaré auprès de l'ECHA dans le cadre de REACH est compris entre 10 000 et 100 000 tonnes par an en 2013, ce qui concorde avec les chiffres exposés ci-dessus.

2.1.2 PROCEDES DE PRODUCTION DU 4-TERT-BUTYLPHENOL

Le 4-tert-butylphénol est produit dans un système fermé contrôlé. Le phénol et l'isobutène réagissent en présence d'une résine échangeuse d'ions, soit en procédé continu, soit en production par batch. Suite à la réaction, le produit est distillé pour éliminer les réactifs n'ayant pas réagi (qui retournent directement dans le réacteur). Une seconde distillation suit au cours de laquelle le produit pur est séparé, les coproduits sont soit utilisés pour d'autres productions, soit incinérés (Risk Assessment Report, 2008).

2.2 UTILISATIONS

2.2.1 VARIETE D'UTILISATIONS

D'après les informations recueillies lors de cette étude, le 4-tert-butylphénol est principalement utilisé comme :

- monomère¹¹ dans la synthèse de produits comme les résines phénoliques ;
- agent de terminaison dans la synthèse de polycarbonates et de résines époxy ;
- additif dans la production de résines époxydes ;

¹¹ Un monomère est une substance à la base d'un polymère, qui consiste en un assemblage d'un ou plusieurs monomères.

4-TERT-BUTYLPHENOL

- réactif dans la synthèse de l'alcool polycyclique correspondant (le 4-tert-butylcyclohexanol) par hydrogénation.

Le 4-tert-butylphéol est donc susceptible d'être présents dans les produits fabriqués à partir de ces matériaux et de ces substances : ces articles sont détaillés pour les principales applications du 4-tert-butylphenol dans les paragraphes suivants.

2.2.2 LES POLYCARBONATES

Le 4-tert-butylphénol peut être utilisé comme agent de terminaison de chaîne dans la synthèse des polycarbonates. En Europe, seuls trois sites de production l'utilisent à cette fin. Les résines polycarbonates produites avec cette substance contiennent 1 à 3 % de 4-tert-butylphénol, ayant réagi et lié à la chaîne de polymère. Le process de synthèse des polycarbonates implique de mélanger du bisphénol A¹² et le 4-tert-butylphénol dans un mélange de dichlorométhane et d'eau, pendant l'addition de phosgène en présence d'un catalyseur. De l'hydroxyde de sodium est ajouté pour contrôler le pH. Le coproduit de la réaction est le chlorure de sodium, qui est concentré dans la phase aqueuse. L'addition de phosgène continue jusqu'à ce que tous les groupes phénol aient été convertis en fonction carbonate. Il peut se produire une hydrolyse du phosgène en carbonate de sodium. Quand la réaction est complète, la solution de dichlorométhane contenant le polymère est lavée, d'abord avec de l'acide pour enlever les bases résiduelles, puis à l'eau (Risk Assessment Report, 2008).

D'après cette même source et l'INERIS (2010), le polycarbonate est principalement utilisé pour :

- la fabrication de CD et DVD ;
- les feuilles multi-parois et solides dans des applications de vitrage et de films ;
- les industries électrique, électronique et automobile sous forme des pièces moulées ;
- les contenants alimentaires et la vaisselle.

¹² Une fiche technico-économique est disponible sur le bisphénol A sur le site <http://www.ineris.fr/substances/fr/>.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Dans les polymères, le 4-tert-butylphénol est lié à la matrice (liaison covalente). La concentration de 4-tert-butylphénol résiduel dans les polymères est donc limitée (inférieure à 5 ppm dans les polycarbonates et environ 3 % dans les résines phénoliques). Néanmoins, les auteurs du Risk Assessment Report (2008) mettent en avant que lors des étapes de transformation en vue de fabriquer le produit fini, la concentration des résines phénoliques en 4-tert-butylphénol diminue, sans qu'il ne soit précisé les concentrations finales en 4-tert-butylphénol.

2.2.3 LES RESINES PHENOL/FORMALDEHYDE

Les résines phénoliques, dont les résines à base de 4-tert-butylphénol, sont de deux types différents (Risk Assessment Report, 2008) :

- Novalac : résine thermoplastique produite par un excès de phénol sur le formaldéhyde, et habituellement catalysée avec un acide (acide chlorhydrique, sulfurique ou oxalique) ;
- Resoles : résine thermodurcissable produit par un excès de formaldéhyde sur le phénol, catalysée par une base (hydroxyde de sodium, ammoniacque, amines).

Selon l'INERIS (2012), ces résines sont utilisées dans :

- les panneaux de particules
- les adhésifs ;
- les revêtements ;
- les encres d'impression ;
- les vernis électriques ;
- les caoutchoucs.

2.2.4 L'INDUSTRIE EPOXY

Le 4-tert-butylphénol est employé dans l'industrie époxy pour différents usages. Selon le Risk Assessment Report (2008), il est utilisé comme :

- accélérateur dans les agents durcissants pour les résines époxy ;
- matériau de départ dans la production de « base de Mannich » (utilisé comme agent durcissant pour les résines époxy) ;
- modificateur/terminateur de chaîne dans les résines époxy.

Les résines époxy sont utilisées comme colles et peintures dans de nombreux domaines : l'aéronautique, la construction, la chimie, l'électricité/électronique, les transports, l'alimentaire.

4-TERT-BUTYLPHENOL

2.2.5 LE PROCEDE D'HYDROGENATION

Le 4-tert-butylphénol peut être hydrogéné pour donner l'alcool correspondant, c'est-à-dire le 4-tert-butylcyclohexanol, qui est utilisé comme intermédiaire en chimie (Risk Assessment Report, 2008).

Le 4-tert-butylcyclohexanol est utilisé dans les agents aromatiques et les parfums.

2.2.6 SYNTHÈSE DES UTILISATIONS DU 4-TERT-BUTYLPHENOL

Les utilisations du 4-tert-butylphénol sont résumées dans le Tableau 4 et Tableau 5 ci-dessous :

- le Tableau 4 résume les applications pour l'utilisation du 4-tert-butylphénol en tant que monomère ou agent de terminaison.
- le Tableau 5 résume les applications pour l'utilisation du 4-tert-butylphénol en tant qu'intermédiaire de synthèse.

Néanmoins précisons qu'il est possible que certains des usages décrits dans ces tableaux n'aient pas cours en Europe ou ne soient plus d'actualité.

Tableau 4. Résumé des applications du 4-tert-butylphénol (ptBP) en tant que monomère ou agent de terminaison (références bibliographiques listées dans le tableau).

Utilisation comme monomère	Applications	Commentaires et source
Production de résine phénolique (Resoles) (type résine 4-tert-butylphenol/ formaldéhyde)	<ul style="list-style-type: none"> - Adhésifs sensibles à la pression - Adhésifs à base d'eau (base caoutchouc) 	Risk Assessment Report, 2008
	Résines thermodurcissables : <ul style="list-style-type: none"> - Colle contact néoprène/polychloroprène - Revêtement de métaux 	Le ptBP est utilisé pour améliorer la résistance à la température et aux solvants, ainsi que le tack ¹³ et l'adhésion des colles polychloroprène. Risk Assessment Report, 2008
	Encres d'imprimerie : <ul style="list-style-type: none"> - Encres offset pour publication de magazines - Gravures 	Risk Assessment Report, 2008

¹³ Tack : (*Collage industriel*) Capacité d'une colle, d'un adhésif de s'accrocher au contact d'un support (adhérence immédiate).

4-TERT-BUTYLPHENOL

Utilisation comme monomère	Applications	Commentaires et source
	Vernis électriques (utilisation avec résine alkyde) : Isolation secondaire des éléments électriques	Risk Assessment Report, 2008
	Revêtements (en combinaison avec autres résines : époxyde, alkyde, résines naturelles, polyvinylbutyral) : <ul style="list-style-type: none"> - Industrie automobile - Containers métalliques (résine époxyde/ptBP) - Peintures marines 	Risk Assessment Report, 2008
Production de résine phénolique (Novolac) (type résine 4-tert-butylphenol/formaldéhyde)	Adhésifs : <ul style="list-style-type: none"> - Colle néoprène (chaussures, automobile). - Collage du cuir et du caoutchouc (maroquinerie...) 	INRS, 2009 ; Sosen Inc., 2012 ¹⁴
	Industrie du caoutchouc : Fabrication de pneus (La résine Novalac améliore le tack ¹³ du caoutchouc pour assurer la cohésion de couche à couche durant la vulcanisation).	Risk Assessment Report, 2008
	Production de molécules tensio-actives pour l'extraction pétrolière (après éthoxylation).	Risk Assessment Report, 2008
	Produits cosmétiques : <ul style="list-style-type: none"> - désodorisants - crayons contour pour les lèvres - adhésifs pour les ongles en plastique 	Le ptBP est interdit dans les produits cosmétiques à partir du 11 juillet 2013.
	Automobile : <ul style="list-style-type: none"> - mastic d'étanchéité - garnitures de freins, huile moteur. 	INRS, 2009 ; Sosen Inc., 2012
	Bâtiment (la résine assure la cohésion de matériaux) : <ul style="list-style-type: none"> - contreplaqués résistants à l'eau - isolants (laine minérale, isolation électrique) - fibre de verre 	INRS, 2009 ; Sosen Inc., 2012

¹⁴ Sosen Inc. est un distributeur de produits pharmaceutiques canadien.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Utilisation comme monomère	Applications	Commentaires et source
Production de résine phénolique (Novolac) (type résine 4-tert-butylphenol/formaldéhyde)	Meubles (colle pour bois, produits d'entretien, plaquage, marqueterie, contreplaqué)	INRS, 2009 ; Sosen Inc., 2012
	Peintures	Sosen Inc., 2012 Le ptBP était utilisé à 0,1 % dans les peintures. Cette application n'est plus d'actualité.
	Révéléteur de papier thermique	US EPA, 2010
	Agents de développement de films (révélateur)	INRS, 2009 ; Sosen Inc., 2012
	Médical (Prothèses en plastique, sparadrap)	INRS, 2009 ; Sosen Inc., 2012
	Papiers : - Cartes à jouer - Papiers brillants, papiers adhésifs, étiquettes	INRS, 2009 ; Sosen Inc., 2012

Tableau 5. Résumé des applications 4-tert-butylphénol (ptBP) en tant qu'intermédiaire de synthèse (références bibliographiques listées dans le tableau).

Utilisation comme intermédiaire de synthèse	Applications	Commentaires et source
Production de 4-tert-Butylcyclohexanol (par hydrogénation)	- Parfums (odeur de camphre) ; - Intermédiaire de synthèse pour la production de 4-tert-Butylcyclohexyl acétate (utilisé en parfumerie).	Risk Assessment Report, 2008
Production d'esters de tri-aryl phosphate	- Retardateur de flammes - Plastifiants	Risk Assessment Report, 2008
Production de polycarbonate (le ptBP joue le rôle d'agent de terminaison de chaîne au cours de la polymérisation.)	- CD, DVD - films solides - contenants alimentaires - industrie électrique et électronique - industrie automobile	Risk Assessment Report, 2008 ; Commission Européenne, 2010 Le PC contient alors entre 1 et 3 % de ptBP lié à la matrice du polymère (Risk Assessment Report, 2008).

4-TERT-BUTYLPHENOL

Utilisation comme intermédiaire de synthèse	Applications	Commentaires et source
Production d'ether diglycidique de ptBP (ptBP diglycidyl ether)	Utilisé pour la production de résines époxydes (Agents durcisseurs de peintures et vernis, revêtement de boîtes de conserves et canettes) : le ptBP diglycidyl ether joue le rôle de diluant de réactifs, et il abaisse la viscosité dans les systèmes époxydes.	Risk Assessment Report, 2008
Production de résine époxyde base amine	Accélérateur d'agent de durcissement pour résine durcissant à température ambiante.	Risk Assessment Report, 2008
Production de base de Mannich (béta amino cétone)	Agent de durcissement pour résines époxydes	Risk Assessment Report, 2008
Autres résines époxydes (revêtement époxyde durcissant à température ambiante, revêtements époxydes en poudre, revêtement époxydes durcissant à chaud)	Revêtement industriels anti-corrosion (ptBP est modifiant ou terminateur de chaine, c'est-à-dire un réactif permettant de stopper la réaction de polymérisation)	Risk Assessment Report, 2008

4-TERT-BUTYLPHENOL

3 REJETS DANS L'ENVIRONNEMENT

3.1 EMISSIONS ANTHROPIQUES TOTALES

Les émissions de 4-tert-butylphénol peuvent avoir lieu pendant :

- la fabrication du 4-tert-butylphénol lui-même ;
- la transformation (c'est-à-dire la production de résines, polycarbonate, produits chimiques pétroliers et hydrogénation en alcool) ;
- l'utilisation des produits transformés ou finis.

Le relargage de 4-tert-butylphénol lors de l'utilisation de produits finis est généralement faible ou négligeable, par exemple les polycarbonates contiennent une quantité résiduelle de 4-tert-butylphénol libre inférieure à 5 ppm (Risk Assessment Report, 2008).

3.1.1 PRODUCTION DU 4-TERT-BUTYLPHENOL

En 2001, sur trois producteurs de 4-tert-butylphénol, deux ont indiqué rejeter des eaux usées : ces eaux sont soit traitées en station d'épuration industrielle sur le site, soit incinérées et les boues, si il y en a, sont incinérées (Risk Assessment Report, 2008).

3.1.2 LES POLYCARBONATES

Selon le Risk Assessment Report (2008), il y a trois sites de production de polycarbonate en Europe. Localement, les concentrations locales en 4-tert-butylphénol dans les eaux de surface à proximité des sites sont de l'ordre de la demi-douzaine de nanogrammes par litre. Il n'y a pas d'émissions connues vers l'atmosphère, les boues d'épuration de ces sites sont incinérées donc il n'y a pas d'émissions vers les sols liées à la production de polycarbonates, via l'épandage des boues.

Il n'a pas été identifié de relargage de 4-tert-butylphénol lors de la transformation des polycarbonates.

Lors de l'usage de produits en polycarbonate, il peut y avoir deux voies de relargage de 4-tert-butylphénol : par hydrolyse de la terminaison de la chaîne de polymères ou par migration des résidus de 4-tert-butylphénol n'ayant pas réagi. Dans ces deux cas, les émissions sont considérées comme négligeables.

4-TERT-BUTYLPHENOL

3.1.3 LES RESINES PHENOL/FORMALDEHYDE

Lors de cette étude nous n'avons pas identifié d'information quant aux émissions de 4-tert-butylphénol durant la production des résines phénol/formaldéhydes.

Néanmoins, sur la base de l'information que les résines contiennent au maximum 4 % en masse de 4-tert-butylphénol libre (Risk Assessment Report, 2008), il semble que cette source d'émissions ne puisse pas être considérée comme une source majeure.

3.1.4 LES RESINES EPOXY

Il y a peu d'information au sujet des rejets dans l'environnement de la part des producteurs de résine époxy¹⁵. Il n'y a pas de rejets dans les eaux et pas ou très peu dans l'atmosphère.

L'époxy durci contient des quantités significatives de 4-tert-butylphénol n'ayant pas réagi (5 à 10 %). Normalement, l'époxy durci à haute température ne libérerait pas de quantité importante de 4-tert-butylphénol. Cette hypothèse vaut en particulier pour les revêtements de boîtes de conserve à usage alimentaire (Risk Assessment Report, 2008).

3.1.5 LE PROCEDE D'HYDROGENATION

Le 4-tert-butylphénol est utilisé pour produire un alcool (4-tert-butylcyclohexane) par hydrogénation de sa structure phénolique. La réaction ayant lieu en système fermé, il est donc improbable que des émissions vers l'environnement soient observées : cette supposition est confirmée par un industriel (représentant 50 % de cet usage) (Risk Assessment Report, 2008).

3.1.6 LA MISE EN DECHARGE

Le 4-tert-butylphénol n'est pas mis directement en décharge en tant que substance, mais il peut être contenu dans des produits (principalement à travers des matériaux tels que les résines phénoliques ou bien les polycarboantes) mis en décharge.

Dans ce cas de figure, peu de relargage de 4-tert-butylphenol se produit (Risk Assessment Report, 2008).

¹⁵ La fiche technico-économique dédiée au bisphénol A contient une étude des substances et matériaux potentiellement utilisables en substitution des résines epoxy (INERIS , 2010).

4-TERT-BUTYLPHENOL

3.2 EMISSIONS ATMOSPHERIQUES

Les principales sources d'émissions de 4-tert-butylphénol vers l'atmosphère sont présentées dans le Tableau 6.

Tableau 6. Rejets totaux dans l'UE de 4-tert-butylphénol vers l'atmosphère, d'après les estimations du Risk Assessment Report (2008).

	Rejets vers l'atmosphère (kg/j)
Production de 4-tert-butylphénol	0
Production de polycarbonates	0
Production de résines phénoliques	0,37
Production de résines époxy (valeur maximale)	123
Hydrogénation	0
Total	123

Ainsi, d'après cette source, les émissions maximales de 4-tert-butylphénol vers l'atmosphère sont donc estimées à plus de 44 tonnes par an pour l'Europe.

3.3 EMISSIONS VERS LES EAUX

Les principales sources d'émissions de 4-tert-butylphénol vers les eaux de surface à la sortie de STEP sont présentées dans le Tableau 7.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Tableau 7. Rejets totaux dans l'UE de 4-tert-butylphénol vers les eaux de surfaces, d'après les estimations du Risk Assessment Report (2008).

	Rejets dans les eaux de surface (kg/j)
Production de 4-tert-butylphénol	0,310
Production de polycarbonates	0,186
Production de résines phénoliques	3,570
Production de résines époxy (valeur maximale)	38,800
Hydrogénation	0
Usage domestique	Négligeable
Mise en décharge	0,001
Total	42.867

Ainsi, d'après cette source, les émissions de 4-tert-butylphénol vers les STEP sont estimées à plus de 15 tonnes par an pour l'Europe.

3.4 EMISSIONS VERS LES SOLS

Il n'y a pas de rejets vers les sols via l'épandage des boues d'épuration lors de la production de plastique impliquant le 4-tert-butylphénol, car celles-ci sont incinérées durant la production de 4-tert-butylphénol, la production de polycarbonate et la production de résine phénol/formaldéhyde.

Les rejets de 4-tert-butylphénol vers les sols durant la production de résines époxy sont estimés à 0,11 kg/j pour l'UE (Risk Assessment Report, 2008).

Les émissions liées à l'utilisation et à la fin de vie de ces matériaux, ou aux apports atmosphériques, ne semblent pas documentées.

4-TERT-BUTYLPHENOL

3.5 POLLUTIONS HISTORIQUES ET ACCIDENTELLES

Il n'y a pas de rapport d'incident ou d'accident impliquant le 4-tert-butylphénol dans la base ARIA¹⁶.

¹⁶ La base ARIA (Analyse, Recherche et Informations sur les Accidents) recense les incidents ou accident qui ont, ou auraient pu, porter atteinte à la santé ou à la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement, <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/> (consulté en avril 2014).

4-TERT-BUTYLPHENOL

4 DEVENIR ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

4.1 COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

Le Tableau 8 présente une estimation théorique de la distribution du 4-tert-butylphénol selon le compartiment environnemental dans lequel les émissions sont réalisées.

Tableau 8. Distribution environnementale estimée du 4-tert-butylphénol, d'après l'OCDE (2000).

Compartiment	Rejets 100 % dans l'air	Rejets 100 % dans l'eau	Rejets 100 % dans le sol
Air	39,7 %	0,2 %	0,0 %
Eau	23,3 %	95,3 %	0,4 %
Sol	35,9 %	0,2 %	99,6 %
Sédiments	1,1 %	4,4 %	0,0 %

4.1.1 DANS L'ATMOSPHERE

D'après le Risk Assessment Report (2008), le 4-tert-butylphénol se dégrade par photodégradation en raison de l'exposition aux UV. Une réduction de 46,8 % du 4-tert-butylphénol a été observée au bout de 17 h.

D'après cette même source, le 4-tert-butylphénol est rapidement éliminé du compartiment atmosphérique grâce à la combinaison de la photodégradation et de la dégradation par radicaux OH. Le 4-tert-butylphénol a un temps de demi-vie de 0,4 jours dans l'atmosphère. De plus en raison de sa bonne solubilité dans l'eau, le 4-tert-butylphénol est entraîné lors des épisodes de pluie.

4-TERT-BUTYLPHENOL

4.1.2 DANS LE MILIEU AQUATIQUE

D'après le Risk Assessment Report (2008), différentes études conduisent à des résultats contradictoires en ce qui concerne la biodégradation du 4-tert-butylphénol. Selon le MITI II test (MITI, 1992), il n'y a pas de biodégradation. Selon le NIVA (2003), la biodégradation du 4-tert-butylphénol a été étudiée pour deux concentrations de 4-tert-butylphénol, 15 mg/L et 25 mg/L. La biodégradation est de 60 % pour 15 mg/L de 4-tert-butylphénol et de 42 % pour 25 mg/L de 4-tert-butylphénol après 28 jours (Risk Assessment Report, 2008).

4.1.3 DANS LE MILIEU TERRESTRE

Le modèle EUSES¹⁷ indique un Koc de 582 pour cette substance : cette substance présente donc une mobilité réduite dans les sols.

L'adsorption du 4-tert-butylphénol est supposée être significative dans les sols, il n'est donc pas attendu qu'il migre vers les eaux souterraines.

4.2 PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

4.2.1 DANS LE MILIEU AQUATIQUE

D'après le Risk Assessment Report (2008), le 4-tert-butylphénol a été mesuré à des concentrations différentes dans différents pays. Le Tableau 9, le Tableau 10 et le Tableau 11 présentent les concentrations en 4-tert-butylphénol dans respectivement les eaux de surface, les matières en suspension et les boues, ainsi que les STEP.

¹⁷ EUSES : European Union System for the Evaluation of Substances, http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/public-health/risk_assessment_of_Biocides/euses.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Tableau 9. Concentration en 4-tert-butylphénol (ptBP) dans les eaux de surface, d'après le Risk Assessment Report (2008).

Pays	Source	Nom du site	Paramètres d'analyses	Concentration en ptBP (µg/L)
Autriche	Scharf & Sattleberger, 1999a		34 échantillons, dont 1 avec concentration détectable	0,039
Allemagne	Reinecke, 2000 ¹⁸	Elbe et affluents	14 échantillons	0,0014 - 0,078 moyenne : 0,0081 médiane : 0,0021
Allemagne	Reinecke, 2000	Weißer Elster	6 échantillons	0,001 - 0,0053
Allemagne	Reinecke, 2000	Elbe et estuaire	19 échantillons	0,0 - 0,043 moyenne : 0,0051
Allemagne	Reinecke, 2000	Elbe en sortie de STEP	2 échantillons	0,0013 - 0,0021
Allemagne	Kunte et al, 1975	Rhin	identifié dans 5 sur 16 échantillons	
USA	Tomson et al, 1981	eau d'infiltration de décharge		0,035 - 0,118

Sur l'ensemble des échantillons, la valeur maximale mesurée en Europe ne dépasse jamais 0,078 µg/L dans le milieu naturel ou en sortie de STEP.

¹⁸ Reinecke, 2000 cité par le Risk Assessment Report, 2008.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Tableau 10. Concentration en 4-tert-butylphénol (ptBP) dans les matières en suspension et les boues, d'après le Risk Assessment Report (2008).

Matières en suspension et boues				
Pays	Source	Nom du site	Paramètres d'analyses	Concentration en ptBP ($\mu\text{g}/\text{kg MS}^{19}$)
Suède	Hajslova, 2002	2 STEP municipales boues	4 échantillons	1,9 - 2,6
Allemagne	Reinecke ¹⁸ , 2000	Elbe et affluents matières en suspension	11 échantillons	23 - 93 moyenne : 46
Allemagne	Reinecke, 2000	Schnackenburg Fev.-Juil. 1998 matières en suspension	12 échantillons	19 - 81 moyenne : 53

Sur l'ensemble des échantillons, la valeur maximale mesurée en Europe est de 93 $\mu\text{g}/\text{kg MS}$ dans les matières en suspension ou les boues.

¹⁹ MS : matière sèche.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Tableau 11. Concentration en 4-tert-butylphénol (ptBP) dans les STEP, d'après le Risk Assessment Report (2008).

STEP				
Pays	Source	Nom du site	Paramètres d'analyses	Concentration en ptBP (µg/L)
Autriche	Scharf & Sattleberger, 1999b	15 STEP, concentration en entrée	14 échantillons avec détection	0,063 - 0,887, moyenne : 0,212
Autriche	Scharf & Sattleberger, 1999b	17 STEP, concentration en sortie	9 échantillons avec détection	< 0,05 - 0,448, moyenne : 0,094
Suède	Hajslova, 2002	2 STEP municipales, concentration en entrée	4 échantillons	0,046 - 0,098
Suède	Hajslova, 2002	2 STEP municipales, concentration en sortie	4 échantillons	0,052 - 0,059
Allemagne	Reinecke, 2000	STEP industriel	2 sites	0,388 - 0,808
Allemagne	Reinecke, 2000	STEP municipal	3 sites	0,0086 - 0,033

Sur l'ensemble des échantillons, la concentration maximale mesurée est de 0,887 µg/L en entrée de STEP et de 0,448 µg/L en sortie de STEP.

De façon générale, les concentrations en 4-tert-butylphénol les plus importantes se retrouvent dans les matières en suspension.

4.2.2 DANS LE MILIEU TERRESTRE

EUSES²⁰ a estimé une concentration de 4-tert-butylphénol dans les sols agricoles à l'échelle de l'Europe. Cette valeur est de 0,04 µg/kg MS (Risk Assessment Report, 2008).

²⁰ European Union System for the Evaluation of Substances.

4-TERT-BUTYLPHENOL

4.2.3 DANS L'ATMOSPHERE

A l'échelle d'une région européenne, la concentration en 4-tert-butylphénol dans l'atmosphère a été estimée par EUSES et est de 0,75 ng/m³.

4-TERT-BUTYLPHENOL

5 PERSPECTIVES DE RÉDUCTION DES EMISSIONS

L'Environment Agency (2005), indique le 4-tert-butylphénol se révèle déjà être un substitut des nonylphénols dans un certains nombre d'applications (notamment pour la production de résines phénoliques et formaldéhydes). Cette information met en lumière la problématique de la substitution d'un alkylphénol pour une autre substance de la même famille présentant un potentiel risque pour l'environnement ou la santé humaine.

5.1 REDUCTION DES EMISSIONS DE 4-TERT-BUTYLPHENOL

Les émissions de 4-tert-butylphénol sont principalement atmosphériques et essentiellement dues à la production de résines époxy.

Le 4-tert-butylphénol est recherché dans le cadre du projet AMPERES²¹. Il a été quantifié dans 81 % des eaux usées brutes étudiées. Les concentrations moyennes pour les alkylphénols (dont fait partie le 4-tert-butylphénol) varient entre 2,0 et 9,7 µg/L selon les molécules. Le 4-tert-butylphénol a été quantifié dans 30 à 70 % des eaux traitées secondaires à des concentrations comprises entre 0,01 et 0,1 µg/L et dans 30 à 70 % des eaux traitées tertiaires à des concentrations comprises entre 0,01 et 0,1 µg/L (Coquery, 2011).

Au cours du passage en STEP, plusieurs substances organiques (HAP, alkylphénols, DEHP) sont retenues sous forme particulaire et transférées dans les boues. Le 4-tert-butylphénol est quantifié dans plus de 70 % des boues à des concentrations comprises entre 0,1 et 1 µg/L (Coquery, 2011).

Deux rendements sont disponibles :

- le rendement de la filière eau traduit la diminution de la concentration entre l'entrée et la sortie de la STEP : il est en moyenne de 93 % pour le 4-tert-butylphénol ;
- le rendement d'élimination global prend en compte le flux de micropolluants transférés vers la filière boues et le flux de micropolluants réintroduits dans la filière eau : il est supérieur à 70 % pour le 4-tert-butylphénol (Choubert, 2011).

²¹ Analyse de micropolluants prioritaires et émergents dans les rejets et les eaux superficielles (cf. Coquery, 2011).

4-TERT-BUTYLPHENOL

5.2 ALTERNATIVES AUX USAGES DE 4-TERT-BUTYLPHENOL

Le Tableau 12 ci-dessous résume les substitutions possibles au 4-tert-butylphénol en fonction du domaine d'application.

Tableau 12. Produits de substitution (références bibliographiques listées dans le tableau).

Secteur / utilisation	Produit de substitution	Commentaires et source
Développement de papier thermique ²²	Bisphénol A, bisphénol F, bisphénol AP, bisphénol S, autres sulfones, autres phénols...	US EPA, 2010 Les Bisphénols sont également suspectés d'être des PE (INERIS, 2010) Site internet SNA BPA ²³ .
Production de polycarbonate	p-cumylphénol, phénol	Commission Européenne, 2010
Peintures	Octylphénol, 4-tertpentylphénol, 2,6-di-tert-butylphénol, dodecyl phénol	INERIS, 2006 Cet usage est déclinant (Risk Assessment Report, 2008).
Colle néoprène pour chaussures et maroquinerie	Colle cyanoacrylate (à base de 2-cyanoacrylate de méthyle)	Ex : loctite®, glue3®
	Colle polyuréthane ²⁴	Information Centre technique du Cuir ²⁵ .
	Colle thermofusible polyamide	Techniques de l'ingénieur, 2002

²² Un industriel des papiers thermiques, que nous avons contacté, nous a indiqué qu'il n'utilisait ni 4-tert-butylphénol, ni bisphénol dans ses produits.

²³ Service national d'assistance Substitution-BPA : <http://www.ineris.fr/substitution-bpa/fr/> (consulté en juin 2014).

²⁴ D'après le responsable « applications » collage du Centre Technique du Cuir que nous avons contacté, les colles néoprène sont plus faciles d'utilisation que les colles polyuréthane en ce qui concerne le collage du cuir pour les chaussures (application au pinceau).

²⁵ Centre Technique du Cuir : <http://www.ctc.fr/>.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Secteur / utilisation	Produit de substitution	Commentaires et source
	Colle polyéther/silane (chaussures uniquement)	Information Henkel (ex : Flextec®).
Colle néoprène pour collage du bois	Copolymère vinylacétate-éthylène EVA éventuellement avec durcisseur (marqueterie, contreplaqués, statifiés...)	INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2005 ; Techniques de l'ingénieur, 2007
	Colle SBR (copolymère butadiène-styrène) (mastic pour technique collé-cloué)	INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2007
	Adhésif polyuréthane thermofusible en émulsion (stratifiés, panneaux sandwich...)	INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2006 ; Techniques de l'ingénieur, 2007 ; Techniques de l'ingénieur, 2008
	Colle thermofusible polyamide (stratifiés, panneaux sandwich...)	INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2006 ; Techniques de l'ingénieur, 2007 ; Techniques de l'ingénieur, 2008
	Colle urée-formol (stratifiés, panneaux sandwich...)	Techniques de l'ingénieur, 2006 ; Techniques de l'ingénieur, 2007 ; Techniques de l'ingénieur, 2008
	Colle émulsion polymères isocyanate (collage bois-métal)	Techniques de l'ingénieur, 2007
Colle néoprène pour collage du bois (fabrication de meubles : collage de mousses : collage de mousses)	Fabrication de meubles (collage de mousses) : <ul style="list-style-type: none"> - colles aqueuses à base de latex avec durcisseur - adhésifs thermofusibles très fluides 	Techniques de l'ingénieur, 2008
Colle néoprène pour caoutchouc	Colle cyanoacrylate (à base de 2-cyanoacrylate de méthyle)	Ex : loctite®, glue3® INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2002 ; Techniques de l'ingénieur, 2003

4-TERT-BUTYLPHENOL

Secteur / utilisation	Produit de substitution	Commentaires et source
	Colle phénolique-nitrile	INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2003
	Colle caoutchouc nitrile	INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2003
	Colle polyuréthane	INERIS, 2012 ; Techniques de l'ingénieur, 2003
Récipients alimentaires en polycarbonate	Polyamides, polyéthylène, polypropylène, copolyester TRITAN, polyethersulfone, polyéthylène téréphtalate, verre, acier inox, ...	INERIS, 2010 Site internet SNA BPA
Production de résine époxyde	Utilisation d'un accélérateur de durcissement type sels de cobalt, ou amines.	Commission Européenne, 2007a
Production de résines phénoliques et formaldéhydes	Utilisation de 4-cumylphenol (substance n'appartenant pas à la famille des alkylphénols)	Environment Agency, 2005
Résine époxyde dans les boîtes de conserves ou conduites d'eau potable	Il existe des produits de substitution en développement : <ul style="list-style-type: none"> - Résine époxyde à base de polyphénols, - Polypropylène carbonate,... 	INERIS, 2010 Site internet SNA BPA
	Polyéthylène téréphtalate PET (produit de substitution utilisé au Japon).	
	Autres emballages de conservation longue : <ul style="list-style-type: none"> - Briques cartonnées (Tetra Recart®, Combifit®). - Doypack®. 	

4-TERT-BUTYLPHENOL

Secteur / utilisation	Produit de substitution	Commentaires et source
Parfums	Lors de note étude, nous n'avons pas identifié de produit de substitution.	L'usage du ptBP est interdit en parfumerie mais des composés formés à partir de cette substance sont encore employées
Papiers (cartes à jouer, papiers brillants...)	Lors de note étude, nous n'avons pas identifié de produit de substitution.	

De façon générale, les industriels du secteur des polymères et adhésifs, que nous avons contacté, nous ont indiqué qu'ils n'utilisaient pas de 4-tert-butylphénol dans leurs produits.

Quelques éléments économiques

Concernant les alternatives décrites dans le Tableau 12 ci-dessus, les quelques éléments économiques recueillis, obtenus au premier semestre 2012, sont présentés dans le Tableau 13 ci-après.

4-TERT-BUTYLPHENOL

Tableau 13. Prix de 4-tertbutylphénol ou de produits à base de 4-tertbutylphénol et de certaines substances identifiées comme alternatives.

Substance	Prix ²⁶	Source
p-tertbutylphénol	Moy 2 740 \$/t	Sites internet commerciaux
Colle néoprène	Moy 4 330 \$/t	Sites internet commerciaux
Polycarbonate (récipients alimentaires)	Moy 5 270 \$/t	Sites internet commerciaux
Alternatives		
Phénol (production de polycarbonate)	Moy 1 710 \$/t	Sites internet commerciaux
Colle cyanoacrylate	Moy 12 950 \$/t	Sites internet commerciaux
Colle polyuréthane	Moy 2 560 \$/t	Sites internet commerciaux
Colle polyamide	Moy 3 850 \$/t	Sites internet commerciaux
Colle émulsion EVA	Moy 2 250 \$/t	Sites internet commerciaux
Colle SBR	Moy 1980 \$/t	Sites internet commerciaux
Colle polyuréthane en émulsion	Moy 4 340 \$/t	Sites internet commerciaux
Polypropylène	Moy 1 470 \$/t	Sites internet commerciaux
Polyamide	Moy 4 070 \$/t	Sites internet commerciaux

La plupart des alternatives ci-avant détaillées semblent présenter un coût inférieur au produit substitué. Les prix du 4-tert-butylphénol et des substituts potentiels varient de manière significative en fonction de la substance. Néanmoins, nous n'avons pas d'information sur les quantités de substance alternative nécessaire dans les différents process.

Synthèse sur les alternatives

Il existe une grande variété d'usage du 4-tert-butylphénol. De façon générale, nous avons identifié des possibilités de substitution de cette substance pour ses diverses applications (applications de monomères ou d'additifs mais aussi usages des polymères utilisant le 4-tert-butylphénol). D'autre part, pour la plupart des ces usages, des solutions alternatives sont déjà disponibles sur le marché (néanmoins, les caractéristiques des substituts potentiels seraient à étudier plus en détail, notamment leur toxicité et leur écotoxicité).

²⁶ Les données chiffrées indiquées dans ce tableau sont fournies à titre indicatif, en effet, les demandes de cotations effectuées en 2012 fournissent des renseignements non confirmés par l'établissement de devis.

4-TERT-BUTYLPHENOL

La recherche de priorités pour la réduction de l'exposition au 4-tert-butylphénol pourrait ainsi passer par la détermination des applications qui engendrent une exposition de la population et/ou une imprégnation de l'environnement.

4-TERT-BUTYLPHENOL

6 CONCLUSION

Le 4-tert-butylphénol est un composé organique de la famille des alkylphénols. Il est produit par réaction du phénol avec l'isobutène.

Le 4-tert-butylphénol est utilisé comme monomère dans les polycarbonates, les résines phénol/formaldéhyde et les résines époxy, comme additif dans les résines époxy et comme réactif dans la synthèse du 4-tert-butylcyclohexane. Le 4-tert-butylphénol entre dans la composition d'adhésifs, de colles, d'encres d'imprimerie, de revêtements, de produits cosmétiques (usage interdit à ce jour), de meubles, de papiers thermiques. Il est aussi employé dans les industries du caoutchouc, de l'automobile et du bâtiment.

Les principaux rejets européens de 4-tert-butylphénol se font vers l'air lors de la production de résines époxy. Les rejets de 4-tert-butylphénol ayant lieu lors de l'utilisation d'objets en polycarbonate, en résines phénol/formaldéhyde ou en résines époxy, sont considérés comme négligeables.

Des teneurs mesurables en 4-tert-butylphénol ont été mesurés dans des eaux de surface, dans des matières en suspension et des stations d'épurations (en entrée et en sortie).

Il existe des alternatives à l'usage du 4-tert-butylphénol, mais les caractéristiques des substituts potentiels sont à étudier, notamment leur toxicité et leur écotoxicité.

4-TERT-BUTYLPHENOL

7 REFERENCES

7.1 SITES INTERNET CONSULTÉS

- ARIA <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>
- Commission européenne
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:51999DC0706&from=FR>
- Centre technique du Cuir
<http://www.ctc.fr/>
- ECHA : European Chemicals Agency
<http://echa.europa.eu/>
- EPRA : European Phenolic Resins Association
<http://www.epra.eu/6.html>
- ESIS : European chemicals Substances Information System
<http://esis.jrc.ec.europa.eu/index.php?PGM=hpy>
- GESTIS : Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
<http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng:sdbeng>
- IFA : Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
http://limitvalue.ifa.dguv.de/Webform_gw.aspx
- OSPAR http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=30950304450153_000000_000000
- Santé Canada
<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/cosmet-person/hot-list-critique/hotlist-liste-fra.php>

7.2 BIBLIOGRAPHIE

- Choubert J.-M., Martin-Ruel S., Budzinski H., Miège C., Esperanza M., Soulier C., Lagarrigue C., Coquery M. (2011). Evaluer les rendements des stations d'épuration - Apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées. *Techniques Sciences et Méthodes*, 1/2 : 25-43.
- Commission Européenne (2007). BREF-Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers: 314.

4-TERT-BUTYLPHENOL

- Commission Européenne (2010). "European Union Risk Assessment Report 4,4'-isopropylidenediphenol (bisphenol-A)."
- Coquery M., Pomiès M., Martin-Ruel S., Budzinski H., Miège C., Esperanza M., Soulier C., Choubert J.-M. (2011). Mesurer les micropolluants dans les eaux brutes et traitées - Protocoles et résultats pour l'analyse des concentrations et des flux. *Techniques Sciences et Méthodes*, 1/2 : 25-43.
- UK Environment Agency (2005). Prioritisation of Alkylphenols for Environmental Risk Assessment. ISBN: 1 84432 369 2. February 2005, à partir de :
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290754/scho0205bif-e-e.pdf
- Finnish Environment Institute (2001). Selection of hazardous substances for the risk management.
- Hajslova (2002). Determination of alkylphenols and musk compounds in waste water, sediments and fish from Sweden. Report inst. of Chemical Technology. Czech Republic, unpublished.
- INERIS (2006). Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : 4-(1,1,3,3-tétraméthylbutyl)phénol (octylphénols). à partir de <http://rsde.ineris.fr/>.
- INERIS (2010). "Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Bisphénol A." à partir de <http://rsde.ineris.fr/>.
- INERIS (2012). " Identification d'actions de réduction des usages pour le formaldéhyde. Focus sur les usages dans les produits de construction, l'ameublement et la décoration". Rapport INERIS DRC-12-126426-05206A.
- INRS (2009). Dermatoses professionnelles aux constituants des matières plastiques. Fiche d'allergologie - dermatologie professionnelle : TA 82.
- Kunte H., Slemrova J. (1975). Gaschromatographische und massenspektrometrische Identifizierung phenolischer Substanzen aus Oberflächenwässern. Z f Wasser- und Abwasser-Forschung.
- MITI (1992). Biodegradation and Bioaccumulation Data of Existing Chemicals. Based on the CSCL Japan.
- NIVA (2003). Test report, biodegradation of 4-tert-butylphenol. Eady biodegradation - evaluation of the aerobic biodegradability in aqueous medium, manometric respirometry test, OECD 301F, Study number G023/1.
- OCDE (2000). SIDS p-tert-butyl phenol (CAS No 98-54-4).
- Risk Assessment Report (2008). P-tert-butylphenol. Norwegian Pollution Control Authority, à partir de <http://echa.europa.eu/documents/10162/605c05d5-0ef9-46cf-b5a2-bb8a51ac26e5>.
- Scharf S., Sattelberger R. (1999a). Hormonell wirksame Substanzen in Fließgewässern. (Berichte; BE-150), ISBN 3-85457-500-9.
- Scharf S., Sattelberger R. (1999b). Hormonell wirksame Substanzen im Zu- und Ablauf von Kläranlagen. (Berichte; BE-151), ISBN 3-85457-501-7.
- Sosen Inc. (2012). Renseignements destinés aux patients - Résine de p-tert-butylphénol formaldéhyde. Mai, 2012, à partir de <http://www.truestest.ca/French/PDFs/pt-Butylphenolformaldehyd-french.pdf>.
- Technical Guidance Document, Part I-V, ISBN 92-827-801.
- Techniques de l'ingénieur (2002). Collage des matériaux- Mécanismes. Classification des colles. BM 7 615.
- Techniques de l'ingénieur (2003). Collage des matériaux- Applications. BM 7 615.
- Techniques de l'ingénieur (2005). Collage du bois - Colles et adhésifs et leurs caractéristiques. BM 7 634.
- Techniques de l'ingénieur (2006). Collage du bois - Colles. Adhésifs. Liants. BM 7 635.

4-TERT-BUTYLPHENOL

- Techniques de l'ingénieur (2007). Collage du bois - Applications. Produits de première transformation. BM 7 636.
- Techniques de l'ingénieur (2008). Collage du bois - Applications. Fabrication de meubles. BM 7 637.
- Tomb, R. (2008). "Hypersensibilité de contact à la résine formaldéhyde "paratertiaire-butylphénol." Annales de Dermatologie et de Vénérologie **135**(3): 245-246.
- Tomson M.B., Dauchy J., Hutchins S., Curran C., Cook C.J., Ward C.H. (1981). Groundwater contamination by trace level organics from a rapid infiltration site. Water Research 1981 ; 15:1109-16.
- US EPA (2010). BPA as a developer in thermal paper and alternatives - Identifying Alternative Developers.