

TOLUENE

Dernière mise à jour : 08/02/2011

RESPONSABLE DU PROGRAMME

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

EXPERT AYANT PARTICIPÉ A LA REDACTION

A. GOUZY : AURELIEN.GOUZY@INERIS.FR

Veillez citer ce document de la manière suivante :
INERIS, 2011. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : toluène, 43 p. (<http://rsde.ineris.fr/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>)

TOLUENE

SOMMAIRE

1	GENERALITES	3
1.1	DEFINITION ET CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES	3
1.2	RÉGLEMENTATIONS	3
1.3	VALEURS APPLIQUEES EN FRANCE	6
1.4	AUTRES TEXTES.....	7
1.5	CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE.....	7
1.6	SOURCES NATURELLES DU TOLUENE.....	11
2	PRODUCTION ET UTILISATIONS	12
2.1	PRODUCTION ET VENTE	12
2.2	SECTEURS D'UTILISATION	13
3	REJETS DANS L'ENVIRONNEMENT	16
3.1	EMISSIONS NON-ANTHROPIQUES.....	16
3.2	EMISSIONS INDUSTRIELLES TOTALES	16
3.3	EMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES	17
3.4	EMISSIONS VERS LES EAUX	17
3.5	EMISSIONS DIFFUSES	19
3.6	EMISSIONS DUES AUX USAGES non-industriels	19
3.7	EMISSIONS ACCIDENTELLES.....	21
4	DEVENIR ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT	22
4.1	COMPORTEMENT DU TOLUENE DANS L'ENVIRONNEMENT	22
4.2	PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT	23
5	PERSPECTIVES DE RÉDUCTION DES EMISSIONS	27
5.1	RÉDUCTION DES EMISSIONS PAR SUBSTITUTION ou PROCÉDES DE SUBSTITUTION.....	27
5.2	RÉDUCTION DES EMISSIONS PAR TRAITEMENT DES REJETS	34
6	CONCLUSION	39
7	LISTE DES ABBREVIATIONS	41
8	BIBLIOGRAPHIE.....	42

TOLUENE

1 GENERALITES

1.1 DEFINITION ET CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

Le tableau 1 ci-dessous présente les caractéristiques générales du toluène.

Tableau 1. Caractéristiques générales du toluène (Commission Européenne, 2003c).

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Forme physique (*)
Toluène $C_6H_5CH_3$ 	108-88-3	203-625-9	Methylbenzene Phenyl methane Toluol Methyl benzol Methacide	liquide

(*) dans les conditions ambiantes habituelles

Le toluène est un composé de la famille des hydrocarbures aromatiques issus des matières fossiles. Sa forme simple en fait une des molécules de base de la chimie et de la pétrochimie. Il se présente sous la forme d'un liquide volatil et fait donc partie de la famille des composés organiques volatils (COV). Il a une solubilité dans l'eau de 515 mg.L^{-1} .

1.2 RÉGLEMENTATIONS

1.2.1 TEXTES GENERAUX

Les rejets de toluène sont réglementés par l'arrêté du 2 février 1998. Le toluène est considéré par ce texte comme une substance nocive pour l'environnement. La valeur limite mensuelle de concentration de ses rejets ne doit pas dépasser 4 mg.L^{-1} si le flux du rejet dépasse 10 g.j^{-1} .

Le toluène étant un COV, son utilisation est soumise à la directive 1999/13/CE qui vise à réduire les émissions de COV en Europe (objectif de réduction globale de 40 % en 2010 pour la

TOLUENE

France (IFEN, 2008). Cette directive est complétée par la **directive 94/63/CEE** du 20 décembre 1994 relative à la lutte contre les émissions de composés organiques volatils (COV) résultant du stockage de l'essence et de sa distribution des terminaux aux stations-service.

De plus, le **décret n°2007-1115 du 19/07/07**, portant publication du Protocole à la Convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique (ensemble neuf annexes), fait à Göteborg le 30 novembre 1999, précise les valeurs limites pour les émissions de composés organiques volatils, dont le toluène, provenant des sources fixes. Ainsi, d'une part, le plafond d'émission pour les composés organiques volatils défini pour la France et pour l'année 2010 a été fixé à 1 100 milliers de tonnes de COV soit un pourcentage de réduction des émissions de 63 % par rapport à 1990, prise comme année de base. D'autre part et à titre d'exemple, la valeur limite pour les émissions de COV provenant des opérations de stockage et de distribution d'essence, à l'exception des opérations de soutage des navires de mer, a été fixée à 10 g COV/Nm³, méthane compris.

Le **décret n° 2007-1467 du 12/10/07** relatif au livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement et abrogeant le **décret n° 2007-33 du 08/01/07** excepté l'article 4 relatif aux conditions de mise sur le marché et d'emploi du toluène, du trichlorobenzène et des huiles de dilution et des pneumatiques contenant des hydrocarbures aromatiques polycycliques précise que « un programme national d'action destiné à prévenir, réduire ou éliminer la pollution des eaux de surface, des eaux de transition et des eaux marines intérieures et territoriales par les substances (dont le toluène) est approuvé par le ministre chargé de l'environnement ».

Le toluène fait partie de la liste des substances concernées par l'**arrêté du 31/01/08** relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets. Ainsi, les industriels doivent déclarer leurs rejets en toluène à partir des valeurs seuils suivantes : 200 kg/an dans le sol et 0 kg/an dans l'eau.

Le toluène fait également partie des substances concernées par le **règlement n° 166/2006 du 18/01/06** concernant la création d'un registre européen des rejets et des transferts de polluants, et modifiant les directives 91/689/CEE et 96/61/CE du Conseil.

Le toluène est défini comme liquide inflammable selon la rubrique 1430 cat. B de la nomenclature des ICPE¹ et il est assujéti aux rubriques :

- n° 1431, liquides inflammables (fabrication industrielle) ;

¹ Décret 53-578 du 20 mai 1953 modifié, relatif à la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement mise à jour par le ministère de l'environnement et du développement durable.

TOLUENE

- n° 1432, liquides inflammables (stockage en réservoirs manufacturés) ;
- n° 1433, liquides inflammables (installation de mélange ou d'emploi) ;
- n° 1434, liquides inflammables (installation de remplissage ou de distribution).

La présence de toluène en tant que substance ou dans un mélange, est limitée à une concentration de 0,1 % en poids dans les adhésifs ou dans les peintures en spray destinés au marché grand public. (Annexe XVII du Règlement REACH, telle que mise à jour par le Règlement No 552/2009 du 22 Juin 2009).

1.2.2 REGLEMENTATION AYANT ATTRAIT AUX DECHETS

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes et abrogeant l'arrêté du 15/03/06 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations indique les valeurs limites à respecter dans ce cadre soit pour le toluène, une valeur limite de 6 mg/kg de déchet sec.

1.2.3 LABEL ECOLOGIQUE

Créé en 1992, l'Eco-label européen est le seul label écologique officiel européen utilisable dans tous les pays membres de l'Union Européenne. Le label écologique communautaire repose sur le principe d'une "approche globale" qui "prend en considération le cycle de vie du produit à partir de l'extraction des matières premières, la fabrication, la distribution, et l'utilisation jusqu'à son recyclage ou son élimination après usage. La qualité et l'usage sont également pris en compte. Il a été institué par le règlement (CEE) n° 880/92 du Conseil du 23 mars 1992, publié dans le JOCE du 11 avril 1992. Il distingue des produits ou services plus respectueux de l'environnement. Ses critères garantissent l'aptitude à l'usage des produits et une réduction de leurs impacts environnementaux tout au long de leur cycle de vie.

Dans ce cadre, la **décision 2009/544/CE** de la Commission du 13 août 2008 établissant des critères écologiques pour l'attribution du label écologique communautaire aux peintures et vernis d'intérieur fixe une teneur en COV à ne pas dépasser suivant le type de peinture (à titre d'exemple, une valeur limite en COV de 15 g/L avec eau est donnée pour les peintures d'intérieur mates (murs/plafonds)). Il en va de même pour la **décision 2009/543/CE** qui concernent les peintures et vernis d'extérieur (à titre d'exemple, une valeur limite en COV de 90 g/L avec eau est donnée pour les vernis et lasures extérieure pour finitions, y compris lasures opaques).

TOLUENE

1.3 VALEURS APPLIQUEES EN FRANCE

1.3.1 VALEURS UTILISÉES EN MILIEU DE TRAVAIL EN FRANCE

Des valeurs limites d'exposition professionnelle dans l'air des locaux de travail ont été établies en France pour le toluène (article R 231-58 du Code du travail ; INRS, 2008) :

- 50 ppm soit 192 mg/m³ (sur 8 heures) (VME²);
- 100 ppm soit 384 mg/m³ (court terme) (VLCT³).

1.3.2 VALEURS UTILISÉES POUR LA POPULATION GÉNÉRALE

La directive n°2008/50/CE du 21/05/08 concernant « la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe » précise la liste des composés organiques volatils (dont le toluène fait partie) pour lesquels des mesures sont conseillées, en tant que précurseurs de l'ozone.

Pour la qualité de l'air, la concentration en toluène recommandée vis-à-vis de la santé humaine par l'OMS est de 0,26 mg.m⁻³ en moyenne hebdomadaire (en ambiance de travail) et 1 mg.m⁻³ en moyenne sur une demi-heure (seuil olfactif) (WHO, 2000).

En ce qui concerne les réglementations relatives à la qualité des eaux de consommation, le toluène n'est ni concerné par le décret n°2001-1220⁴, ni par la directive 98/83/CE⁵. Néanmoins, l'OMS définit une valeur guide pour l'eau potable de 0,7 mg.L⁻¹ (WHO, 2008).

1.3.3 NORME DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE

Selon l'arrêté du 08/07/10 pris en application du décret du 20 avril 2005 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses, la norme de qualité des eaux a été définie pour le toluène à 74 µg.L⁻¹.

² VME : valeurs limites de moyenne d'exposition (mesurées ou estimées sur la durée d'un poste de travail de 8 heures, elles sont destinées à protéger les travailleurs des effets à moyen ou long terme).

³ VLCT : valeurs limites d'exposition à court terme (mesurées sur une durée maximale de 15 minutes. Leur respect prévient les risques d'effets toxiques immédiats ou à court terme).

⁴ Décret du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

⁵ Directive du conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

TOLUENE

1.4 AUTRES TEXTES

La **circulaire du 5 janvier 2009** encadre l'Action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées (RSDE). Le toluène fait ainsi partie des substances étudiées par l'action RSDE.

La **directive CE/76/464** du 4 mai 1976 concerne la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la communauté. Le toluène fait partie de la liste II de familles et groupes de substances, réglementées par la **directive du Parlement et du Conseil n°2000/60/CE** du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (Directive Cadre sur l'Eau ou DCE ; CE/2000/60). A noter que le toluène ne fait pas parti des 33 substances prioritaires de la DCE.

Le toluène est également concerné par la **Directive n° 98/70/CE du 13/10/98** concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil, directive limitant la composition des carburant en hydrocarbures aromatiques. Ainsi, parmi les spécificités environnementales applicables aux carburants sur le marché destinés aux véhicules équipés de moteur à allumage commandé, la valeur limite maximale pour les hydrocarbures aromatiques est de 35 % v/v.

1.5 CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE

En France, l'**arrêté du 20 avril 1994** relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances chimiques est complété par la **directive 2004/73/CE** de la commission du 29 avril 2004 portant sur la 29^{ème} adaptation au progrès technique de la **directive 67/548/CEE** du conseil.

Afin d'unifier les différents systèmes nationaux de classification et d'étiquetage des produits chimiques dangereux, le Système Général Harmonisé ou SGH (Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals ou GHS) a été créé. Il est entré en vigueur en France (et dans tous les pays de l'Union Européenne) le 20 janvier 2009. Ces recommandations internationales ont été mises en œuvre par le règlement « CLP », définissant les nouvelles règles de classification, d'emballage et d'étiquetage des produits chimiques en Europe. Ainsi, le **règlement (CE) n°790/2009** de la Commission du 10 août 2009 modifiant le règlement dit

TOLUENE

CLP⁶ (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil indique la réglementation relative à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage du toluène.

1.5.1 ANCIENNE CLASSIFICATION

Les données présentées dans le Tableau 2 ci-après sont relatives à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges et sont issues de l'arrêté du 20 avril 1994 complété par la directive 2004/73/CE de la Commission du 29 avril 2004 portant sur la 29^{ème} adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CEE du conseil.

Tableau 2. Informations relatives à la classification et à l'étiquetage et à l'emballage du toluène selon le règlement (CE) n° 1272/2008 du 16 décembre 2008.

Identification chimique internationale Numéros CE Numéros CAS	Classification	Étiquetage
Toluène 203-625-9 108-88-3	F; R11 Repr. Cat. 3; R63 Xn; R48/20-65 Xi; R38 R67	F ; Xn R: 11-38-48/20-63-65-67 S : (2-)36/37-46-62

Les Tableaux 3, 4 et 5 ci-après présentent respectivement la signification des phrases de risque et de sécurité et la signification des pictogrammes de l'ancienne réglementation.

⁶ Le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 dit CLP (L'acronyme « CLP » signifie en anglais, « Classification, Labelling, Packaging » c'est-à-dire « classification, étiquetage, emballage ».), modifie et abroge les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifie le règlement (CE) n° 1907/2006. Ce texte européen définit les nouvelles règles en matière de classification, d'étiquetage et d'emballage des produits chimiques pour les secteurs du travail et de la consommation. Il s'agit du texte officiel de référence en Europe qui permet de mettre en application le SGH au sein de l'Union européenne dans ces secteurs.

TOLUENE



Tableau 3. Signification des phrases de risque d'après la directive 67/548/EEC.

Phrase de risque	
R11	Facilement inflammable.
R38	Irritant pour la peau.
R48/20	Nocif: risque d'effets graves pour la sante en cas d'exposition prolongée par inhalation.
R63	Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.
R65	Nocif: peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.
R67	L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.

Tableau 4. Signification des phrases de risques d'après la directive 67/548/EEC.

Phrase de sécurité	
S2	Conserver hors de la portée des enfants
S36/37	Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.
S46	En cas d'ingestion consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette
S62	En cas d'ingestion, ne pas faire vomir. Consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.

Tableau 5. Signification des pictogrammes.




	
Facilement Inflammable (F)	Nocif (Xn)

1.5.2 SYSTEME GENERAL HARMONISE OU SGH

Les données présentées dans le Tableau 6 ci-après sont relatives à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges et sont issues du règlement (CE) n°790/2009 de la commission du 10 août 2009 le modifiant.

TOLUENE

Tableau 6. Informations relatives à la classification et à l'étiquetage et à l'emballage du toluène selon le règlement (CE) n° 790/2009 de la commission du 10 août 2009.

Substance	Classification	Etiquetage	
Identification chimique internationale Numéros CE Numéros CAS	Codes des mentions de danger	Code des pictogrammes mention d'avertissement	Code des mentions des dangers
Toluène; 203-625-9 108-88-3	H225 H361d H304 H373 H315 H336	SGH02 SGH08 SGH07   	H225 H361d H304 H373 H315 H336

Le Tableau 7 ci-après présente la signification des codes de danger et des Informations additionnelles d'après la commission européenne et la signification des pictogrammes du règlement CLP.

Tableau 7. Signification des codes de danger et des Informations additionnelles d'après la Commission Européenne (2009).

Code de danger et information additionnelle	
H225	Liquide et vapeurs très inflammables.
H361d	Susceptible de nuire au fœtus.
H304	Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.
H373	Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée.
H315	Provoque une irritation cutanée.
H336	Peut provoquer somnolence ou vertiges.

TOLUENE

1.5.3 AUTRE CLASSIFICATION

Le toluène est concerné par la directive européenne dite SEVESO II (directive 96/82/CE concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses), cette substance étant classée « 7b. Liquides Facilement Inflammables » (pour une concentration SEVESO $\geq 12,5\%$).

1.5.4 TOXICITE

Des informations sur la toxicité du toluène sont notamment disponibles sur le site « Portail des substances chimiques » de l'INERIS⁷ ainsi qu'à travers la fiche toxicologique de l'INERIS dédiée à cette substance.

1.6 SOURCES NATURELLES DU TOLUENE

Les sources naturelles de toluène sont les incendies de forêts (combustion incomplète des matières végétales), les éruptions volcaniques et les émissions de composés organiques volatils de la végétation (Environnement Canada, 2004). Ces sources sont de moindre importance en comparaison avec les émissions anthropiques produites par les différents processus de conversion du pétrole (Commission Européenne, 2003c).

⁷ Le site « Portail des substances chimiques » de l'INERIS permet d'obtenir des informations sur la toxicité du toluène à partir du nom ou du numéro CAS : <http://chimie.ineris.fr/fr/lien/basededonnees/toxicologie/recherche.php>.

TOLUENE

2 PRODUCTION ET UTILISATIONS

2.1 PRODUCTION ET VENTE

2.1.1 DONNEES ECONOMIQUES

2.1.1.1 PRODUCTION

En 2003, il existait trois sites de production en France, situés à Berre, Feyzin et Gonfreville l'Orcher (Commission Européenne, 2003a). Parmi ces trois sites, deux (Feyzin et Gonfreville l'Orcher) appartenaient au groupe Total, principal producteur de toluène en France. Le groupe Shell produisait le toluène dans sa raffinerie de l'étang de Berre. Actuellement, le groupe Shell ne produit plus de toluène en France⁸. En 2007, le site de Gonfreville (Total Petrochemicals) a produit 27 800 tonnes de toluène⁹. Lors de notre étude, nous n'avons pas obtenu le tonnage de toluène éventuellement produit par les autres sites.

Selon (SESSI, 2008), la production française de toluène commercial est restée relativement stable voir en légère hausse ces dernières années. Ainsi, en 2006, cette production s'établissait à 164 000 tonnes, alors qu'elle était en 2001 de 134 000 tonnes.

De plus, selon la Commission Européenne (2003c), l'Union Européenne produisait dans les années 1995-1997 chaque année près de 16,75 millions de tonnes de toluène dont 14 millions de tonnes sous forme de mélanges incorporés à l'essence et 2,75 millions sous forme de toluène commercial.

2.1.1.2 PRIX DU TOLUENE

Le prix moyen du toluène en France était en 2004 de 380 €.t⁻¹, représentant une vente de 51 millions d'Euros¹⁰. Le toluène étant un produit dérivé du pétrole, son prix dépend entre autres facteurs, du prix de cette matière première, ainsi que de l'accroissement de la demande et des capacités de raffinage. Ainsi, selon les chiffres du commerce extérieur, le prix du toluène a augmenté de 30 % entre 2003 et 2005 (Direction générale des douanes, 2005).

⁸http://www.shell.com/home/content/chemicals/products_services/our_products/aromatics/toluene/manufacturing_locations/

⁹ <http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/Donnees/orga/benzene/texbenz.htm>

¹⁰ http://www.insee.fr/sessi/panorama/pano05/so_pano05.htm

TOLUENE

De plus, en considérant qu'en moyenne les essences contiennent 8,6 % de toluène¹¹ (Commission Européenne, 2003c), et que la consommation française d'essence était en 2004 de 11 675 t (CPDP, 2005), près de 1 000 t de toluène ont été consommées via les essences cette année-là, ce qui représente un chiffre de 380 000 euros.

2.1.2 PROCÉDES DE PRODUCTION

Le toluène est issu de la transformation de matières premières fossiles (pétrole, gaz et charbon). Il est produit en mélange avec d'autres substances (benzène, xylènes...) à la suite de différents procédés pétrochimiques tels que le reformage catalytique, le vapocraquage et la désalkylation (Commission Européenne, 2003c).

A la suite des opérations pétrochimiques, les fractions de mélange les plus riches en toluène vont être distillées et purifiées pour obtenir du toluène commercial pur à 99 %.

2.2 SECTEURS D'UTILISATION

2.2.1 DONNEES ECONOMIQUES

Du fait de ses multiples utilisations, le toluène est présent sur de nombreux sites industriels français. Une liste exhaustive serait impossible à établir dans le cadre de ces fiches, néanmoins, les plus gros consommateurs semblent être les entreprises de pétrochimie comme Arkema ou Rhodia mais nos travaux n'ont pas permis de confirmer ou d'infirmier l'usage actuel de toluène par ces sociétés.

2.2.2 SECTEURS D'UTILISATION

Le toluène commercial a une multitude d'applications. Celles-ci sont détaillées dans le Tableau 8 (Commission Européenne, 2003c) :

¹¹ Le toluène est ajouté, de façon volontaire, dans les essences afin d'en élever leur indice d'octane.

TOLUENE

Tableau 8. Répartition des principales applications du toluène commercial.

Synthèse de Benzène	32 %
Synthèse de Phénol	7 %
Synthèse de Nitrotoluène/Caprolactam/Phtalates	2 %
Synthèse de Diisocyanate de toluène	11 %
Adjuvant pour carburant diesel	3 %
Produits de dismutation ¹² du toluène (formation de composés en C ₆ , C ₈ ou C ₉)	16 %
Divers	10 %
Solvant	19 %

A l'échelle de l'Union Européenne, on va donc retrouver le toluène commercial dans un grand nombre d'industries (cf. Tableau 9 ci-après, Commission Européenne, 2003c) :

Tableau 9. Utilisations industrielles du toluène commercial en Europe.

Catégorie d'industrie	Utilisation	Quantité (kT/an)
Industrie Chimique	Intermédiaire réactionnel	1 945
	Solvant	200
	Agent d'extraction	150
Industrie pétrochimique	Solvant	161
Industrie des polymères	Régulateur de polymérisation	113
Industrie agrochimique	Intermédiaire réactionnel	8
Biens de consommation	Solvant	8
Industrie électronique	Solvant	0.2
Industrie du textile	Gommage des tissus	0.1
Peinture	Solvant	90
Impression	Solvant	15
Total		2 748

¹² La dismutation est une réaction d'oxydo-réduction dans laquelle une espèce chimique joue à la fois le rôle d'oxydant et de réducteur.

TOLUENE

Les utilisations du toluène en tant que solvant, à l'échelle française, sont présentées dans le Tableau 10 ci-après (INRS, 2005).

Tableau 10. Répartition des utilisations de toluène en tant que solvant.

	En tant que composant d'un solvant	utilisé en tant que solvant			
Secteur	Secteur des peintures, vernis, encre	peinture	Fabrication d'articles divers en matières plastiques	Fabrication de meubles meublants ¹³	Fabrication de meubles de cuisine
Pourcentage (%)	25	15	35	4,5	20,5

A noter que ces pourcentages sont calculés sur la base de la quantité de toluène totale utilisée dans les domaines des solvants, c'est-à-dire pour l'année 2004, environ 18 000 tonnes.

De plus, le toluène est un des principaux constituants des essences sans plomb. Il a été massivement incorporé à l'essence au milieu des années 80 pour remplacer le tétraméthyle de plomb : il sert à améliorer l'indice d'octane. Ainsi, selon différentes sources citées par la Commission Européenne, 2003c, on considère qu'en moyenne, les essences contiennent 8,6 % de toluène. Toutefois ces dernières années, de nouvelles réglementations¹⁴ ont pu faire évoluer ce pourcentage. Avec une consommation d'essence de 11 675 kt par an (CPDP, 2005), en 2004, en France, la consommation de toluène dans les essences s'élevait environ à 1 million de tonnes. Cette consommation d'essence est en diminution depuis 2004 pour atteindre 8 800 kt en 2009¹⁵.

¹³ Les meubles meublants sont les meubles destinés à l'usage et à l'ornement des appartements.

¹⁴ Directive 98/70/CE sur la composition des carburants en Europe.

¹⁵ http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?ref_id=NATnon11329®_id=0

TOLUENE

3 REJETS DANS L'ENVIRONNEMENT

Le toluène peut être émis dans l'environnement lors de sa production, de sa transformation (à savoir la fabrication d'autres substances chimiques), la formulation (mélange à d'autres substances) et de son utilisation. Le milieu atmosphérique est considéré comme le milieu récepteur privilégié vis-à-vis des rejets de toluène, principalement en raison de sa pression de vapeur élevée. Toutefois, des rejets vers les milieux aquatique et terrestre se produisent également (Commission Européenne, 2003c).

La principale source de rejet dans l'environnement est liée à la forte présence de toluène dans les essences. Dans ce cas, le toluène est émis soit directement lors de la vaporisation des essences (station essence, transport et stockage des carburants...), soit dans les gaz d'échappements des véhicules à essences (imbrûlés, volatilisation...). Les autres émissions proviennent des vapeurs de toluène utilisé comme solvant, des rejets de production et des rejets d'incinération (Commission Européenne, 2003c).

Selon la Commission Européenne (2003c) et diverses entreprises pétrolières (Commission Européenne, 2000), au début des années 2000, les émissions dans l'environnement se répartissaient selon les pourcentages suivant :

- trafic routier : 65 % ;
- solvant : 34 %;
- rejets de production et de transformation : 2 %.

Lors de nos travaux, nous n'avons pas trouvé de chiffres plus récents.

3.1 EMISSIONS NON-ANTHROPIQUES

Bien que le toluène puisse être présent de façon naturelle dans l'environnement (feu de forêt, pétrole brut...), les rejets sont essentiellement d'origine humaine (Commission Européenne, 2003c).

3.2 EMISSIONS INDUSTRIELLES TOTALES

Par rapport à l'ensemble des rejets de toluène, ceux liés à sa production et son utilisation comme intermédiaire réactionnel dans l'industrie n'apparaissent pas comme très importants. Néanmoins, ces rejets industriels, même s'ils sont peu importants au regard de l'ensemble

TOLUENE

des rejets de toluène, constituent la principale source de rejets directs dans les milieux aquatiques (Commission Européenne, 2003c).

Les émissions industrielles proviennent essentiellement des industries chimiques et pétrochimiques. Une étude réalisée par la Commission Européenne (2003c) sur les principaux producteurs et utilisateurs industriels de toluène, estime que sur les 2 600 kt de toluène commercial produit par an en Europe, 14,6 kt sont émises dans l'environnement en moyenne par an. Ces rejets se font à hauteur de 35 % dans l'eau (soit 5,1 kt) et, pour le reste (soit 9,5 kt), vers l'atmosphère.

3.3 EMISSIONS ATMOSPHERIQUES

Comme nous l'avons vu précédemment les émissions atmosphériques vont être majoritairement liées aux usages du toluène dans les solvants ou l'essence. Ainsi, ces rejets sont présentés dans le paragraphe 3.6 consacré aux émissions dus aux usages.

3.4 EMISSIONS VERS LES EAUX

De 2003 à 2007 s'est déroulée en France une action de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau (action « 3RSDE »). Deux campagnes de mesure ont permis de réaliser l'inventaire de 106 substances chimiques dans 21 régions françaises dans les rejets aqueux de 2 876 sites volontaires (majoritairement des installations classées), 167 stations d'épuration urbaines et 22 centres de production d'électricité (INERIS, 2008). Concernant le toluène, il a été quantifié dans 23,2 % des sites. Les principaux flux de toluène identifiés sont émis pour 26 % par les stations d'épuration mixtes ou industrielles et pour 73 % par les industriels. Les principaux secteurs industriels concernés sont la chimie et l'industrie pétrolière (selon l'INERIS (2008) 96 % de l'ensemble des sites industriels concernés par les rejets de toluène sont raccordés à une station d'épuration).

A noter que les sites concernés par cette étude étaient les suivants :

- 2648 sites industriels ;

39 stations d'épuration relevant de la nomenclature des Installations classées (IC) : collectives industrielles¹⁶ ou mixtes¹⁷ ;

¹⁶ Station d'épuration collective d'eaux résiduaires industrielles en provenance d'au moins une installation classée soumise à autorisation

TOLUENE

- 167 stations d'épuration urbaines relevant de la loi sur l'eau (mixte et non mixte¹⁸, non IC) ;
- 22 centres de production d'électricité nucléaire ou thermique.

Les données statistiques correspondant aux flux en toluène rejetés lors des campagnes de mesures sont présentées dans le Tableau 11 ci-après.

Tableau 11. Flux de toluène identifiés dans le cadre de l'action 3RSDE (INERIS, 2008).

	Flux de toluène en g/L		
	Valeur maximale	Valeur moyenne	Valeur médiane
Rejets industriels	37 427	223	< 1
Rejets urbains (STEP)	3 674	310	4
Rejets de STEP mixte ou industrielle	53 610	17 871	2

Selon les données du Registre Français des émissions polluantes (IREP¹⁹), les émissions industrielles en toluène vers le milieu aquatique pour 2009 ont été de 17 083 kg/an soit un flux d'environ 47 kg/jour dont :

- 7 768 kg/an rejetés dans le milieu naturel (sans présager d'un éventuel traitement en amont du rejet) ;
- 9 314 kg/an émis vers la station d'épuration à laquelle l'industriel est raccordé.

Les industriels qui émettent le plus de toluène vers le milieu aquatique appartiennent au secteur de la chimie et parachimie. Parmi les 6 plus gros émetteurs de toluène (rejet supérieur à 1 000 kg/an), entre 2007 et 2009, 3 sites ont vu leurs émissions diminuer et deux augmenter. Concernant le dernier site, seules les valeurs pour l'année 2009 sont disponibles.

¹⁷ Station d'épuration mixte (recevant des eaux résiduaires domestiques et des eaux résiduaires industrielles) ayant une capacité nominale de traitement d'au moins 10 000 équivalents-habitants lorsque la charge des eaux résiduaires industrielles en provenance d'installations classées autorisées est supérieure à 70 % de la capacité de la station en demande chimique en oxygène.

¹⁸ Station d'épuration non mixte : ouvrage ne recevant que des eaux résiduaires domestiques

¹⁹ <http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/>

TOLUENE

3.5 EMISSIONS DIFFUSES

Outre les émissions dues aux usages non-industriels (ci-après traitées), des émissions diffuses en toluène peuvent se produire lors de déversements de produits chimiques et pétroliers ou à partir de réservoirs ou de réseaux souterrains présentant des fuites. Néanmoins, l'importance de ces émissions n'est pas connue. Le toluène peut également être rejeté dans les sols des sites d'élimination des déchets (Environnement Canada et Santé Canada, 1992).

3.6 EMISSIONS DUES AUX USAGES NON-INDUSTRIELS

Les émissions de toluène proviennent pour l'essentiel de son utilisation, soit dans les essences, soit en tant que solvant (peinture, encre...).

On considère (Commission Européenne, 2003c) qu'en moyenne les véhicules à essence rejettent 370 mg.km^{-1} de toluène soit, pour l'ensemble des véhicules à essences circulant en Europe, 400 à 500 kT par an. D'après le Tableau 12 (Guibet, 2005) on constate que le toluène représente 20 % des émissions d'hydrocarbures imbrûlés dans les gaz d'échappement d'un moteur à essence.

Tableau 12. Exemple de composition des « hydrocarbures imbrûlés » dans les gaz d'échappement d'un moteur à essence.

Constituant	Concentration relative ²⁰
Méthane	9,6
Éthane	5,2
Éthylène	31,7
Propylène	24,8
Acétylène	15,6
Isobutane	3,5
Butane(E)	3,9
But-2-ène	2,3
But-1-ène	3,5
Isobutène	14,8

²⁰ La teneur totale en HC, dans les gaz d'échappement secs, est de l'ordre de 500 ppm.

TOLUENE

Constituant	Concentration relative ²⁰
(Z) But-2-ène	1,7
Isopentane	13,5
Propyne	3,4
n -Pentane	4,8
Buta-1,3-diène	7,0
Hexanes	1,7
Benzène	24,3
Isooctane	19,1
Toluène	100
Éthylbenzène	52,2
Xylènes	23,9
Isopropylbenzène	6,1

Les carburants diesel contiennent également du toluène, mais dans des concentrations moyennes inférieures à 0,2 % en masse. Les rejets de toluène issus des véhicules diesel sont donc négligeables par rapport aux rejets des véhicules à essence. Toutefois, au vu du parc des véhicules diesel circulant en Europe, ces quantités ne sont sans doute plus négligeables vis à vis d'autres sources de toluène émises dans l'environnement.

Les chiffres d'émissions du toluène par les gaz d'échappement ont pu énormément fluctuer durant ces vingt dernières années. En effet, le toluène a tout d'abord remplacé le tétraméthyle de plomb dans l'essence durant les années 80. Ses émissions ont alors fortement augmenté. Ensuite, depuis le milieu des années 90 et les normes européenne du programme Auto Oil, les constructeurs automobiles ont généralisé les pots catalytiques sur les véhicules. Or ceux-ci diminuent les rejets de COV et le nombre de véhicules diesel, moins émetteurs de COV non méthaniques, a augmenté (CITEPA, 2010). Ainsi, les émissions de COVNM (composés organiques volatils non méthanique) ont diminué, en France, d'un facteur de 5,9 entre 1995 et 2009, passant de 805 t à 136 t (CITEPA, 2010).

Concernant l'usage du toluène en tant que solvant dans des produits, lors de ce travail, nous n'avons pas identifié d'informations pertinentes.

Enfin le toluène est également émis lors de la combustion de biomasse pour le chauffage. Cette dernière source d'émission pourrait représenter une source importante de rejet de COV

TOLUENE

dans l'air, mais à ce jour nous n'avons trouvé aucune étude quantifiant les retombées indirectes de ces substances dans les milieux aqueux.

3.7 EMISSIONS ACCIDENTELLES

Le toluène étant un produit facilement biodégradable, il n'existe pas véritablement de pollution historique. Toutefois, on peut trouver des traces de toluène autour de lieux ayant subi des fuites d'hydrocarbures (stockage d'essence...) ou au niveau d'anciens sites ayant eu des activités impliquant l'utilisation de toluène.

A noter à titre d'exemple que fin 2004, un contrôle inopiné de la DRIRE²¹ d'une société d'imprimerie située en Essonne utilisant comme solvant du toluène a révélé un dépassement de la norme relative aux émissions de toluène. Ces émissions provenaient d'un dysfonctionnement des récupérateurs de solvants (perte d'étanchéité des vannes)²².

²¹ La DRIRE Ile de France correspond à l'actuelle direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE).

²² <http://www.leparisien.fr/essonne/pollution-de-l-air-l-imprimerie-helio-condamnee-16-06-2007-2008127961.php> et <http://www.graphiline.com/article/9680/-l-imprimerie-Helio-Corbeil-apporte-des-precisions>

TOLUENE

4 DEVENIR ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

4.1 COMPORTEMENT DU TOLUENE DANS L'ENVIRONNEMENT

4.1.1 DANS LE MILIEU AQUATIQUE

Dans le milieu aquatique, la pression de vapeur (3 Pa à 20°C) et la constante de la loi de Henry relativement élevée (537 Pa.m³/mol) du toluène indiquent que la volatilisation du toluène des eaux de surface est possible.

Cette substance va également atteindre les eaux souterraines en raison de sa solubilité. Elle se dégrade aussi bien dans des conditions anaérobies que dans des conditions aérobies (Environnement Canada et Santé Canada, 1992).

De plus, le toluène semble être facilement biodégradable (Price *et al.*, 1974), toutefois aucune durée de demi-vie précise n'est disponible, mais celle-ci est considérée comme inférieure à 1 jour (Commission Européenne, 2003c).

4.1.2 DANS LE MILIEU TERRESTRE

Les principaux processus qui gouvernent le comportement du toluène dans l'environnement terrestre sont la volatilisation, la sorption, la biodégradation et le lessivage (Environnement Canada, 2004)

Néanmoins, la volatilisation est le processus dominant qui détermine le devenir de cette substance dans l'environnement terrestre (Jin et O'Connor, 1990 cités par Environnement Canada, 2004). Comme dans le milieu aquatique, le toluène se volatilise rapidement à partir des sols vers l'atmosphère (Commission Européenne, 2003c).

La matière organique des sols, notamment les acides humiques, est susceptible d'adsorber le toluène (Jin et O'Connor, 1990 cités par Environnement Canada, 2004). Enfin, certains micro-organismes du sol peuvent utiliser le toluène comme source de carbone, et le décomposer en CO₂ et en eau (Environnement Canada, 2004).

Le toluène peut également être transporté dans les couches plus profondes du sol par lessivage en raison de son faible potentiel d'adsorption (Commission Européenne, 2003c).

TOLUENE

4.1.3 DANS L'ATMOSPHERE

Une fois dans l'atmosphère (soit par rejet direct ou par volatilisation à partir d'un autre milieu), le toluène se décompose principalement par réaction photochimique, entrant dans le cycle de formation de l'ozone. Selon différentes études (Palm et Zetsch, 1992), on peut estimer le temps de demi-vie du toluène dans l'air à environ 2 jours.

4.2 PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

Comme le toluène présente une pression de vapeur relativement élevée et une solubilité modérée dans l'eau, le milieu atmosphérique va constituer une part importante de sa répartition et de son devenir (Environnement Canada et Santé Canada, 1992).

4.2.1 DANS LE MILIEU AQUATIQUE

○ Eaux de pluie

Des concentrations en toluène dans les eaux de pluie ont été mesurées en Allemagne, montrant des valeurs comprises entre 0,13 et 0,70 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (IPCS, 1985).

Entre 1999-2000, des mesures en toluène dans les eaux de pluie sur le campus d'une université ont montré des valeurs de l'ordre de 0,35 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Okochi *et al.*, 2004).

○ Eaux de surface

Des analyses réalisées dans les fleuves allemands (le Rhin et l'Elbe) entre 1985 et 1996 donnent des concentrations médianes de 0,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour des concentrations moyennes de 0,975 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Herrchen et Müller, 1997).

Entre 1993 et 1996, les concentrations en toluène ont été mesurées sur 22 sites dans la région du Northumbria au Royaume-Uni (UK Environment Agency, 1997 cité par Commission Européenne, 2003c). Ces mesures ont été effectuées à proximité de sites choisis comme pouvant rejeter du toluène. Les mesures de concentrations en toluène ont révélé des niveaux moyens compris entre :

- < 0,1 et 1,26 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en amont des sites émetteurs de toluène (1 à 3 kilomètres) ;
- 4,5 et 9,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ au niveau des sites ;
- 1,11 et 5,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en aval des sites (200 mètres à 3 kilomètres).

De même, en 1993, en Slovaquie, des mesures ont été réalisées au niveau d'une rivière (Morava) recevant des rejets industriels (pétrole, sucre) et domestiques (sans traitement) (Al-

TOLUENE

Rekabi *et al.*, 1996 cités par Commission Européenne, 2003c). Les concentrations en toluène étaient comprises entre 0,03 et 0,58 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en hiver ; 1,05 et 3,49 $\mu\text{g.L}^{-1}$ au printemps et 0,64 et 2,24 $\mu\text{g.L}^{-1}$ dans l'année.

○ Sédiments

Des concentrations en toluène ont également été mesurées dans les sédiments lors de l'étude réalisée au niveau de la rivière Morava, en Slovaquie. Celles-ci se sont révélées plus importantes que celles mesurées dans les eaux de surface et de l'ordre de :

- 10,1 à 69,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ en hiver ;
- 7,4 à 290 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ au printemps ;
- 6,2 à 166 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ en été ;
- 4,3 à 192,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sur l'année.

○ Rejets industriels et stations d'épuration

Dans le cadre de l'action 3RSDE, des concentrations en toluène ont été mesurées dans les rejets aqueux de sites industriels et stations d'épuration (INERIS, 2008). Les campagnes de mesure ont permis de mettre en évidence les résultats présentés dans le Tableau 13 ci-après.

Tableau 13. Concentrations en toluène mesurées dans le cadre de l'action 3RSDE (INERIS, 2008).

	Concentration en toluène en $\mu\text{g/L}$		
	Valeur maximale	Valeur moyenne	Valeur médiane
Rejets industriels	230 000	936	3
Rejets urbains (STEP)	200	19	2
Rejets de STEP mixte ou industrielle	354	119	4

A noter que des données plus récentes de concentrations en toluène dans les eaux de surface et dans les sédiments n'ont pas été identifiées lors de ce travail.

4.2.2 DANS LE MILIEU TERRESTRE

○ Dans les sols

Il existe actuellement assez peu de mesures disponibles de toluène dans les sols.

TOLUENE

Sans préciser l'origine des prélèvements, la Commission européenne, dans son rapport datant de 2003, rapporte les concentrations suivantes :

- aux Pays-Bas, de $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (concentration moyenne) ;
- en Floride (USA), $< 0,04 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de sol (pour 7 échantillons prélevés sur des sites non contaminés) ;
- au Canada, dans les sols de raffineries, $< 0,1$ à $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (pour 5 des 10 échantillons prélevés).

Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario rapporte des valeurs de $1,3$ et $0,92 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ comme centile 98 des concentrations de toluène dans les sols de parcs ruraux et de vieux parcs urbains, n'ayant pas été affectés par des sources locales ponctuelles de pollution (Environnement Canada, 2004).

○ Dans les boues de station d'épuration

D'après les mesures réalisées dans les années 1990, les concentrations en toluène mesurées dans les boues de stations d'épuration sont comprises en moyenne entre $0,1$ et $100 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ avec des valeurs maximales pouvant atteindre $700 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Commission Européenne, 2003c).

4.2.3 DANS L'ATMOSPHERE

○ Air extérieur

Les concentrations moyennes atmosphériques en toluène dans les zones urbaines à l'échelle mondiale varient entre 2 et $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Les concentrations les plus fortes sont enregistrées dans les zones urbaines avec un fort trafic routier. Les niveaux en toluène les plus faibles (entre $0,2$ et $4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) sont, quand à eux, relevés dans les zones rurales (WHO, 2004).

Selon l'ATSDR (cité par INERIS, 2005), les concentrations ubiquitaires que l'on peut trouver sont de $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dans l'air.

En 2009, le réseau de mesures d'AIRPARIF a enregistré une concentration moyenne annuelle représentant un niveau de fond pour l'agglomération parisienne en toluène de $4,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Des concentrations supérieures, de l'ordre de $9,2$ à $19,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, ont été relevées au niveau du boulevard périphérique (Auteuil) et de la Place Victor Basch, deux stations de mesure représentatives du trafic routier (AIRPARIF, 2010). Ces niveaux sont en diminution par rapport à ceux de l'année 2005 avec des valeurs, cette année là, de $5,5$, de $15,2$ et de $30,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ respectivement pour les niveaux de fond, au niveau du périphérique (Auteuil) et Place Victor Basch.

TOLUENE

En Alsace, le réseau de surveillance régional a noté une diminution significative de la concentration moyenne annuelle en toluène entre 2003 et 2009 passant de $4,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ à $1,4 \mu\text{g.m}^{-3}$ avec un minimum de $1,1 \mu\text{g.m}^{-3}$ en 2008 (ASPA, 2010).

Deux campagnes de mesures ont été réalisées en juin 2007 et mars 2008 par l'INERIS et AIRPARIF sur le thème de l'exposition au benzène (et au toluène) des personnes vivant au voisinage des stations-service. Les observations ont montré un impact des stations-service sur les concentrations en toluène dans l'air extérieur quelle que soit la configuration du site, avec des concentrations comprises entre $36,2$ et $76,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ mesurées dans la rue pour le cas le plus défavorable (fort trafic et conditions de dispersion défavorables).

o Air intérieur

Dans le cadre de la campagne nationale réalisée entre 2003-2005 par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI), les concentrations dans l'air intérieur de 20 composés cibles²³ ont été mesurées dans 567 résidences réparties sur l'ensemble du territoire français métropolitain, représentatif du parc de résidences principales françaises. Cette campagne a permis de dresser un état des lieux de la qualité de l'air intérieur et de souligner la spécificité de la pollution à l'intérieur des logements par rapport à l'extérieur. Le toluène fait partie des principaux composés identifiés dans les logements français (OQAI, 2006). Les résultats sont présentés dans le Tableau 14 ci-après.

Tableau 14. Concentrations en toluène mesurées en air intérieur (OQAI, 2006).

	Concentrations en toluène en $\mu\text{g.m}^{-3}$		
	Minimum	Maximum	Médiane
Chambre	1,5	414	12,2
Extérieur du logement	< Limite de détection (0,4)	107,2	3,5
Garage communiquant avec les logements	1,6	1789	110,4

²³ acétaldéhyde ; acroléine ; benzène ; 2-butoxyéthanol ; acétate de 2-butoxyéthyle ; 1,4-dichlorobenzène ; ethylbenzène ; formaldéhyde ; hexaldéhyde ; 1-méthoxy-2-propanol ; acétate de 1-méthoxy-2-propyle ; ndécane; n-undécane ; styrène ; tétrachloroéthylène ; toluène ; trichloroéthylène ; 1,2,4-triméthylbenzène ; m+p-xylène ; o-xylène

TOLUENE

5 PERSPECTIVES DE RÉDUCTION DES EMISSIONS

5.1 REDUCTION DES EMISSIONS PAR SUBSTITUTION OU PROCÉDES DE SUBSTITUTION

5.1.1 LE TOLUENE COMMERCIAL

5.1.1.1 LES SOLVANTS

De façon générale, le meilleur moyen pour réduire les rejets de COV et donc de toluène est de limiter avant tout son utilisation et donc d'agir à la source de la pollution. Pour cela plusieurs solutions sont envisageables, lorsque le toluène est, en particulier, employé comme solvant (ADEME, 2004).

Il est tout d'abord important de développer des bonnes pratiques au sein des unités utilisant des solvants (ADEME, 2004) :

- Sensibilisation et formation du personnel vis à vis de la pollution des COV ;
- Bon entretien des équipements ;
- Confinement des machines pour organiser des circuits fermés ;
- Optimisation des rendements des procédés de nettoyage (rinçage à contre courant) utilisant les solvants ;
- Récupération et recyclage des solvants dans les procédés chimiques.

Le Tableau 15 suivant fournit des exemples de produits de substitution pour certaines activités qui pourraient limiter l'usage du toluène :

TOLUENE

Tableau 15. substitution des solvants organiques en peinture (xylène, toluène, éthylbenzène...) selon ADEME, 2004).

Activités	Produits de substitutions	Avantage	Inconvénients
Revêtement	Peinture à haut extrait sec (peinture nécessitant moins de solvant)	Pas ou peu de modification de procédé.	Nettoyage à base de solvants. Séchage plus long Coulures plus importantes
	Peinture en phase aqueuse (le solvant majoritaire est l'eau)	Nettoyage à l'eau	Préparation des surfaces Modification de procédés important Coût des produits plus élevé (20 à 30 %)
	Peinture liquide sans solvants (peinture UV)	Séchage rapide Sans solvant	Surtout pour vernis transparent car sinon les UV ne passent pas à travers la peinture
	Peinture en poudre (peinture solide donc sans solvant)	Rendement de près de 85 % si recyclage. Diminution des déchets	Température de cuisson élevée Préparation des surfaces
Encre	Encres à l'eau (Les liants sont mélangés à l'eau sous forme de solution ou d'émulsion)	Peu ou pas de solvants Energie nécessaire au séchage moins importante Nombreuses possibilités techniques	
Encre	Encres offset à base d'huile végétale (les solvants minéraux sont remplacés par des dérivés d'huiles végétales)	Pas de changement de procédé	Propriétés de pénétration différentes Coût des produits plus élevé
	Les encres UV (ni solvant, ni eau, l'encre sèche sous l'action des UV)	Pas de COV Pas de séchage	Matériel spécialisé

En 2003, en France, sur les 840 000 t de peintures et vernis produits, 375 000 t étaient à base de solvant aqueux, 36 000 t à base de poudre thermodurcissable et 5 000 t à séchage UV. Ainsi, près de la moitié des peintures et vernis produits en France ne contiennent plus de solvant d'origine minérale (FIPEC, 2004). A noter que selon cette même source, pour l'année 2007, 937 500 t de peintures et vernis ont été produits dont 439 000 t à base de solvant aqueux et 46 000 t à base de poudre thermodurcissable.

TOLUENE

Selon la FIPEC²⁴, les COV sont amenés à disparaître progressivement du secteur des peintures et encres sauf pour de rares applications pour lesquelles il n'existe pas encore de solutions de remplacement (marine, aérospatiale). Néanmoins, certaines nouvelles solutions comme les peintures à l'eau posent encore quelques problèmes de pollution. Souvent les utilisateurs nettoient leurs matériels directement à l'eau alors qu'il est préférable de récupérer les eaux de nettoyage ainsi que les restes de produits pour les faire ensuite traiter. Une solution pourra être des peintures aqueuses composées de plastifiants d'origine végétale.

De nombreuses entreprises proposent aujourd'hui des produits sans solvants dangereux servant à divers usages (décapages, peintures, nettoyage des surfaces, dégraissage). On peut citer, l'exemple de la société SID²⁵ qui propose des produits à base de solvants oxygénés ou à base végétale, en substitution de diluants comme le xylène ou le toluène. Des entreprises telles Novance et Oléon ont développé des agro-solvants²⁶. De même, le groupe Total remplace le toluène par une gamme naphténiq ue à haut pouvoir solvant²⁷.

Deux autres exemples de substitution ayant été mis en place dans le secteur de l'imprimerie où des diluants contenant du toluène étaient utilisés :

- dans une usine de sérigraphie où était utilisé un diluant contenant environ 50 % en masse de toluène. Ce diluant a été remplacé par deux produits de substitution (diluants organiques sans toluène²⁸). Il n'y a pas d'information sur le coût de cette alternative. Néanmoins, les employés ont approuvé ce changement, essentiellement du fait que l'odeur des nouveaux diluants est moins forte et plus agréable ;
- dans une imprimerie d'étiquettes, le toluène était également présent dans un diluant cellulosique. Deux solutions alternatives ont été mise en place à base de diluants organiques sans toluène pour deux processus de nettoyage différents²⁹.

On peut également utiliser des procédés moins coûteux en matières premières (cf. Tableau 16 ci-après).

²⁴ FIPEC : Fédération des industries des peintures, encres, couleurs, colles et adhésifs.

²⁵ SID : société industrielle de diffusion : www.sid.tm.fr

²⁶ <http://www.novance.com/> et <http://www.oleon.com/solvents.html>

²⁷ http://www.total.be/be/becorporate.nsf/V5_OPM/1318808E6A557118C1256F0B00457314?OpenDocument

²⁸ <http://www.catsub.eu/singeloplysning.aspx?ID=519&sprog=fr>

²⁹ <http://www.catsub.eu/singeloplysning.aspx?ID=523&sprog=fr>

TOLUENE

Tableau 16. Procédés permettant de réduire les émissions de COV (ADEME, 2004).

Application	Procédé	Description
Peintures liquides	Pulvérisation haute pression sans air	Décomposition de la peinture à haute pression
	Pulvérisation mixte	Pulvérisation à basse pression pour limiter la vitesse des particules
	Pulvérisation haut volume - basse pression	Evite le rebond des gouttes
	Pulvérisation à chaud	Abaisse la viscosité de la peinture.
	Pulvérisation électrostatique	Limite la direction des gouttes.
	Pulvérisation électrostatique pneumatique	Idem
	Pulvérisation électrostatique au bol ou à disque	Idem, seul l'embout de projection change.
	Arrosage	Permet de peinture rapidement tout en récupérant l'excédent de peinture.
	La machine à rideau	Pour grande surface plane
	Le vernisseur à rouleau	Idem
Les peintures poudres	Pulvérisateur électrostatique par effet corona	L'objet à peindre attire directement la peinture
	Pulvérisation électrostatique par effet triboélectrique	Idem.
	Le bain fluidisé	Les objets sont chauffés et plongés dans un bain de peinture
	Le pistolet chalumeau	Pour produits corrosifs
Nettoyage et dégraissage industriel	Procédés de nettoyage à chaud de solvants chlorés	Système fermé
	Procédés de nettoyage à chaud au moyen de solvants à point d'éclair > 55°C	Système fermés Faible consommation
	Procédés de nettoyage à chaud au moyen de solvants fluorés	Solvant du type HFC ou HFE
	Procédés lessiviels	Procédé de nettoyage en phase aqueuse
	Fontaine de nettoyage pour le nettoyage manuel.	Récupération des solvants ou de l'eau qui peut être régénérée.

TOLUENE

Il existe donc de nombreuses autres solutions de substitution du toluène lorsqu'il est employé comme solvant. Toutefois, avant de faire de telles substitutions, il est important de savoir si le nouveau procédé ou le nouveau produit utilisé aura moins d'impacts sur l'environnement que le toluène. On peut faire appel, pour cela, à des études d'éco-conception ou d'analyse du cycle de vie. Il existe pour cela certains guides ou bases de données qui s'appuient sur des solvants de substitution³⁰.

Selon des informations recueillies en 2006, en ce qui concerne les prix des produits de substitution, ils sont en général plus chers que le toluène, mais ont une plus faible fluctuation car ils dépendent moins du pétrole.

- le produit proposé par une entreprise de nettoyage des encres et des peintures et pour le dégraissage des surfaces est vendu en moyenne deux fois plus cher que le produit équivalent à base d'hydrocarbures uniquement.
- Une entreprise propose une gamme de produits dérivés d'ester de colza pour le nettoyage et le dégraissage ou pouvant servir d'additif dans les peintures. Ces produits vendus à partir de 1€.kg⁻¹ sont en moyenne deux fois plus chers que les équivalents pétroliers (white spirit), mais une augmentation de la demande et surtout une augmentation des capacités de production pourrait avoir un effet bénéfique sur le coût de ces produits.
- De plus, le marché des peintures sans solvants est beaucoup plus ancien (début des années 50) et beaucoup plus développé. Le prix de ces peintures est donc le même que le prix des peintures contenant des COV.

5.1.1.2 LE TOLUENE, INTERMEDIAIRE REACTIONNEL

Le toluène commercial sert en particulier à la synthèse du benzène dont les quantités extraites du pétrole ne suffisent pas à répondre à une demande en augmentation de 3 % par an entre 1998 et 2003 (INERIS, 2005b).

Le toluène sert également à la synthèse du phénol, intermédiaire fortement utilisé en synthèse chimique. Pour cette synthèse, le toluène peut être substitué par d'autres produits comme le benzène et le chlorobenzène. Toutefois ces deux composés sont également considérés comme des substances dangereuses selon la directive 76/464.

Le toluène est également fortement utilisé dans la synthèse du diisocyanate de toluène qui rentre dans la fabrication de produits polyuréthanes (mousses, matières plastiques). Mais il ne semble exister aucun produit de substitution au toluène pour effectuer cette synthèse.

³⁰ Citons : Commission européenne (http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/solvents/links_en.htm) ; l'US EPA (<http://epa.gov/>) ; solvant alternative guide (<http://www.p2pays.org/ref/19/18161/altern.cfm.htm>) ; groupe européen de l'industrie des solvants (<http://esig.org>)

TOLUENE

En tant qu'intermédiaire réactionnel, il apparaît donc très difficile de substituer le toluène par d'autres composés. En effet, les composés aromatiques sont à la base d'une très grande quantité de produits chimiques, et la substitution du toluène ne peut se faire que par d'autres composés aromatiques (benzène, chlorobenzène, ...) également jugés préoccupants pour les milieux aquatiques.

5.1.2 LE TOLUENE EN MELANGE DANS LES ESSENCES

Les émissions de toluène sont liées d'une part aux pertes par évaporation de carburant, d'autre part aux émissions à l'échappement :

- En Europe, les émissions par évaporation tendent à se réduire, en raison de la généralisation de systèmes de récupération des vapeurs d'essences sur les modèles récents de véhicules. Les constructeurs automobiles installent aujourd'hui des procédés (canister) qui stockent les vapeurs d'essences provenant du réservoir, et permettent au moteur de les recycler évitant ainsi une partie des rejets de COV (Peugeot, 2006).
- De même, depuis 2001, les postes de chargement des dépôts et raffineries, les cuves de stations services et les camions de ravitaillement sont équipés d'unités de récupération des COV. A noter que la directive 94/63/CE relative à la récupération des vapeurs d'essence lors du stockage a été complétée par la directive 2009/126/CE concernant la récupération des vapeurs d'essence, lors du ravitaillement en carburant des véhicules à moteur dans les stations-service.
- Depuis 1993, les constructeurs ont équipé les voitures nouvellement fabriquées, de filtres et de pots catalytiques. Actuellement, la meilleure technique disponible pour les véhicules essence est le pot catalytique à trois voies et en boucle fermée (UNECE, 2005). Ces pots ont une efficacité supérieure à 90 % concernant l'élimination des hydrocarbures (Douaud, 2010). Toutefois, les réactions catalytiques se font entre 300°C et 1000°C, elles n'ont donc pas lieu tant que le pot catalytique n'a pas atteint sa température de fonctionnement, ce qui prend en général 3 minutes (correspondance IFP, 2005). La catalyse des hydrocarbures imbrûlés en sortie de pots d'échappements des moteurs à essences n'a donc pas lieu sur des petits parcours. De plus, les pots perdent de leur efficacité avec le temps et l'usure du moteur. Ils doivent donc être changés régulièrement (2 ans en moyenne). Même si elle ne les supprime pas, l'utilisation des pots catalytiques permet de diminuer sensiblement les rejets de COV.

Grâce à ces procédés, les émissions de COVNM, ont diminué, en France, de 984 tonnes entre 1988 et 2004, passant de 1 176 t à 291 t (Commission Européenne, 2003c). Entre 1990 et 2006, une nette diminution des émissions du transport routier (- 79 % sur la période) a été enregistrée. Cette baisse est consécutive à l'équipement des véhicules à essence en pots

TOLUENE

catalytiques, par la diésélisation du parc automobile (peu émetteur de COV non méthanique) (IFEN, 2008).

En outre, pour réduire les émissions de toluène à l'échappement, on peut modifier la composition des essences, et en particulier réduire les teneurs en composés aromatiques. La teneur maximale des essences en composés aromatiques était jusqu'en 2005 de 42 %, mais cette valeur limite est passée à 35 % en Janvier 2005 (IFP, 2005).

Pour modifier la composition des carburants, on peut également avoir recours aux biocarburants. En effet, l'éthanol, l'ETBE et les huiles végétales pures (EMHV) améliorent la combustion des moteurs à essence, ce qui a pour conséquence de diminuer les émissions d'hydrocarbures imbrûlés. Une introduction de ces biocarburants dans des proportions admissibles par les moteurs actuels (20 % au maximum) pourrait donc entraîner une diminution des rejets de toluène. Toutefois, cette introduction doit tenir compte des normes de qualités des essences. Il ne faut pas en particulier que l'introduction d'éthanol entraîne une augmentation de la pression de vapeur saturante, ce qui aurait pour conséquence d'augmenter les émissions de COV³¹. Pour cela, les producteurs d'essences doivent proposer de nouvelles compositions de leurs produits, ce qui pourrait entraîner des modifications importantes de leurs installations de productions. Dans un contexte français de surproduction d'essences, ces modifications ne représentent pas d'intérêt économique pour les producteurs.

Suite à l'adoption en 2003 d'une directive européenne « biocarburants » (Directive 2003/17/CE), le plan biocarburant français adopté en 2005 a fixé comme objectif 5,75 % d'incorporation de biocarburants en 2007 et 7 % en 2010. Depuis, la directive européenne 2009/28/CE du 23 avril 2009 fixe à chaque Etat Membre l'objectif d'atteindre 10 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie du secteur des transports en 2020, objectif atteignable en particulier grâce aux biocarburants (ADEME³²).

L'amélioration du rendement des moteurs à essence, le recours à des voitures hybrides moins consommatrices, l'augmentation du parc de véhicules diesel (lequel ne contient pas de toluène) et l'arrivée sur le marché de véhicules électriques pourraient également entraîner une diminution des rejets. Toutefois, les réductions d'émission de toluène amenées par ces évolutions technologiques risquent d'être partiellement voire totalement compensées par l'augmentation des volumes de trafic prévue d'ici 2015. En fait, pour diminuer durablement les émissions de toluène dues au trafic routier, il faudrait développer de nouvelles sources d'énergie pour les transports (électricité et piles à combustible...). Toutefois, le déploiement à grande échelle de tels développements technologiques semble peu probable d'ici à 2015.

³¹ Les émissions de COV dépendent de la tension de vapeur saturante des essences. Plus cette tension est faible, plus les émissions diminuent.

³² <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=23699>

TOLUENE

De même, une diminution du trafic routier entraînerait automatiquement une diminution des rejets de toluène, mais là encore les perspectives ne sont pas favorables.

5.2 REDUCTION DES EMISSIONS PAR TRAITEMENT DES REJETS

Les émissions industrielles représentent proportionnellement une source de rejet minoritaire de toluène dans les milieux aquatiques et plus généralement dans l'environnement. Mais ces rejets constituent les principales émissions directes de toluène dans l'eau, pouvant entraîner des pollutions ponctuelles importantes. Sous l'influence des services déconcentrés de l'Etat et des différentes législations, des actions de réduction des émissions de COV ont été menées par les industriels depuis plusieurs années. Elles auraient notamment permis de réduire de 30 % les émissions industrielles de COV entre 2000 et 2007 (IFEN³³).

5.2.1 LE TRAITEMENT DES COV

Le toluène étant un composé organique volatil, ses émissions concernent essentiellement le milieu atmosphérique. Elles représentent même les $\frac{3}{4}$ des émissions industrielles et peuvent intervenir aux différents stades de production et d'utilisation du produit. Comme pour tous les autres COV, les rejets gazeux représentent la très grande majorité des rejets de toluène. Il existe pour traiter ces rejets différents procédés, le plus souvent généralisables à l'ensemble des COV (Techniques de l'ingénieur, 1998 ;Commission Européenne, 2003b). On distingue les procédés de récupération et les procédés de destruction.

Le Tableau 17 ci-après présente les différents procédés applicables aux traitements des COV (Commission Européenne, 2003b).

³³ <http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/acces-thematique/air/pollution-de-l-air/les-emissions-de-composes-organiques-volatils-non-methaniques.html>

TOLUENE

Tableau 17. Différents procédés applicables aux traitements des COV (Commission Européenne, 2003b)³⁴.

Procédé	Application	Description	Performance du traitement	Coût	
				installation	exploitation
Séparation membranaire	Solvants et vapeurs d'hydrocarbures	Séparation des gaz en fonction de la perméabilité avec possibilité de recyclage	> 99,9 % pour COV 90-99 % pour hydrocarbure	300000€ (200 Nm ³ /h)	60000€/an
Condensation	Recondensation des COV concentrés pour la réutilisation	Condensation et récupération des vapeurs par réduction de la température	Division des concentrations de 500 à 1000	500000€ (1000 Nm ³ /h) pour une installation de cryogénéisation	
Adsorption	Récupération des COV pour réutilisation ou abattement de la pollution	Adsorption de surface des gaz sur des solides (charbon actif, zéolites)	COV : 80-95% Toluène : 90%	240 m€ pour 1000 Nm ³ /h avec régénération des charbons	1000€ par tonne de charbon
Lavage des gaz	Pour solvants solubles (ammonium, SO ₂) en vue d'une réutilisation	Les gaz solubles sont transférés dans la phase aqueuse	COV : 50-95%	Très variable en fonction du traitement : de 600 à 33500\$	
Biofiltration	Pour polluant facilement biodégradable (hydrocarbures...)	Les effluents gazeux passe à travers un lit biologique où les polluants sont détruits	Toluène : 80-95% Hydrocarbures : 75-95%	8000-14000€ Pour 1000 Nm ³ /h	200€ par m ³ de produits filtrant

³⁴ Au moment de la rédaction de cette fiche, ce document est en cours de révision. Une version provisoire est disponible ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/cww_d1_10-2009.pdf.

TOLUENE

Procédé	Application	Description	Performance du traitement	Coût	
				installation	exploitation
Lavage des gaz avec action biologiques	Pour des mélanges de produits facilement biodégradables et solubles (peu efficace sur les hydrocarbures aromatiques)	Les gaz solubles sont transférés dans une phase aqueuse contenant des micro-organismes capables de traiter les polluants	COV : 80-90%	6 000-20 000€ Pour 1000 Nm ³ /h	
Lavage des gaz avec lit bactérien	Surtout des produits solubles (acides et alcool)	Comme précédemment à la différence que les micro-organismes sont fixés sur un support	CVM : 99% COV : 70-99%	10 000-30 000€ Pour 1000 Nm ³ /h	
Oxydation thermique	Tout gaz combustibles	Les effluents gazeux sont brûlés en présence d'air ou d'oxygène et transformés en eau et CO ₂ . Pour les composés halogénés des conditions d'utilisations particulières sont nécessaires	COV : > 95%	Entre 10 000 et 50 000€ selon les technologies Pour 1000 Nm ³ /h	>25000€ pour les combustions simples sans récupération de chaleur
Oxydation catalytique	Tout type de gaz, même moins combustibles que dans la technique d'oxydation thermique simple	Les effluents gazeux une fois chauffés passe à travers un catalyseur afin d'accélérer la réaction d'oxydation ou de détruire des composés plus faiblement combustibles	COV : > 95%	10 000-89 000€ Pour 1000 Nm ³ /h	3000-21 000€ pour la technique non régénératrice
Torchage	Essentiellement dans le secteur pétrolier et pétrochimique	Consiste à brûler à haute température des gaz combustibles	COV : >98%	100 000-650 000€ Pour 1000 Nm ³ /h	Jusqu'à 36 000€
Ionisation		Décomposition catalytique des polluants par passage au sein d'un courant électrique	COV : 80->99,9%	Très variable, Jusqu'à 50 000 € pour 1000 Nm ³ /h	

TOLUENE

En outre, on peut également estimer le coût de la réduction des émissions de COV par les industriels en étudiant le marché de la lutte contre les Composés Organiques Volatils. Celui-ci a été estimé à 32,4 Million € en 2004, en augmentation de +20% par rapport à 2003. Il devrait encore continuer à augmenter de 20 % en 2005, pour atteindre 38,8 Million € (Actu@environnement³⁵). Selon l'UFIP (Union Française des Industries Pétrolières) interrogée en 2006, la réduction des émissions de COV, de 91 000 t, tout au long de la chaîne pétrolière, a coûté, au total, aux industriels du secteur, 630 M€.

5.2.2 LE TRAITEMENT DES EFFLUENTS AQUEUX

Les procédés de traitement des effluents aqueux contenant du toluène peuvent être très variables. Toutefois citons quelques exemples (Commission Européenne, 2003b):

- Dans les raffineries de pétrole, on fait appel à des procédés de déshuilage et dégraissage associés généralement à des procédés de flottation et de coagulation. Ils permettent d'extraire des matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau comme c'est le cas pour les hydrocarbures (Techniques de l'ingénieur, 1999). Dans le cas d'un système API (American Petroleum Institute separator), on peut atteindre des performances se situant entre 90 et 95 %. Le coût d'un tel procédé est de 2 millions d'€ pour une capacité de traitement de 1200 m³/h.
- On peut également citer le procédé de stripping adapté aux polluants volatils (Techniques de l'ingénieur, 1999). Ce procédé correspond à l'entraînement de produits volatils dissous dans l'eau par l'action d'un autre gaz. Les produits ainsi récupérés peuvent être soit réutilisés dans les processus de fabrication, soit détruits par combustion dans un four ou récupérés dans des solutions où ils sont fixés et/ou oxydés. Ce procédé est particulièrement efficace pour les hydrocarbures aromatiques (BTX) pour lesquels on peut atteindre 99 % de performances. Le coût d'une telle installation est de 4 à 5 millions d'€ (exemple d'une raffinerie avec un traitement par stripping d'eau de 30 m³/h).
- Il est également possible d'utiliser des procédés par adsorption sur charbon actif dans le cas où les polluants sont peu concentrés. Un tel procédé permet par exemple de traiter jusqu'à 95 % d'un effluent contenant jusqu'à 80 mg/g de benzène. Un tel procédé capable de traiter jusqu'à 60 m³/h d'effluents coût 75 000 £, auquel il faut ajouter 1000 à 2000 £ pour le retraitement d'une tonne de charbon actif.

³⁵ <http://www.actu-environnement.com/ae/news/1358.php4>

TOLUENE

5.2.3 AUTRES SOLUTIONS

Quelque soit le solvant, un bon moyen de réduire les émissions consiste en la réduction de leur production. On peut, pour cela, les recycler, soit directement sur les sites d'utilisation comme vu précédemment (en récupérant par exemple les vapeurs), soit en les faisant retraiter par des usines spécialisées. Plusieurs usines sont spécialisées dans le retraitement des solvants et du toluène en particulier (comme par exemple : C.M.S. High-Tech³⁶, DISLAUB³⁷, SPEICHIM³⁸).

³⁶ http://www.cms-high-tech.fr/recyclage_solvant/cms_recyclage_solvants.html

³⁷ <http://www.dislaub.fr/dislaub/activites-regeneration-solvants.html>

³⁸ <http://www.groupe-seche.com/majic/pageServer/0501000021/fr/SPEICHIM-Mourenx.html>

TOLUENE

6 CONCLUSION

Le toluène est un hydrocarbure aromatique fortement présent dans les industries pétrochimiques et chimiques. Il est utilisé dans une multitude d'applications et sa demande est en augmentation.

La présence de toluène dans les milieux aquatiques est due, tout d'abord, aux rejets indirects engendrés par le trafic routier. Ces rejets proviennent soit de la vaporisation des essences (station d'essence, transport et stockage des carburants...), soit des gaz d'échappements des véhicules à essences (imbrûlés, volatilisation...). En se basant sur les chiffres du CITEPA (2010), on peut constater que les rejets dans l'air de COVNM provoqués par le transport, ont été divisés par 5,9 entre 1995 et 2009. Ils ont aussi été divisés par 2,1 dans le secteur de la transformation d'énergie. Ces évolutions ont plusieurs origines :

- Equipement des véhicules routiers en pots catalytiques ;
- Améliorations apportées dans le stockage et la distribution d'hydrocarbures ;
- Augmentation du parc de véhicules diesel ;
- Diminution de la consommation des véhicules à essences (véhicules hybrides, amélioration du couple carburant/moteur...).

Notons que ces réductions ont été constatées dans un contexte d'augmentation du trafic routier de 1,6 % par an entre 1990 et 2004.

La seconde source de rejet importante du toluène est l'évaporation des solvants aromatiques. Depuis 1999, de nouvelles réglementations imposant la limitation des rejets de COV, ont obligé les industriels à réduire leurs émissions. Pour cela différentes solutions ont été développées.

- Développement de produits contenant peu ou pas de solvants aromatiques (peinture à l'eau, désaromatisation du white spirit...) ;
- Utilisation de techniques sans solvants (peinture poudre, encre UV...) ;
- Utilisation de techniques moins consommatrices de solvant (rinçage à contre courant, pulvérisation plus précise...) ;
- Recyclage des solvants par des techniques récupératrices.

Face à ces évolutions, le marché total des solvants en Europe a été en diminution régulière, passant de 5 260 000 t en 1990, 4 100 000 t en 2000 et 3 800 000 t prévues en 2007, soit une baisse de 28 % (BEWA, 2005).

TOLUENE

Parallèlement à cette diminution de la consommation de solvants, on observe également une diminution des rejets industriels de COV vers l'atmosphère. Les émissions de COVNM des industries manufacturières ont ainsi diminué de 50 % entre 1990 et 2009, passant de 605 kt à 305 kt (CITEPA, 2010). Aujourd'hui, les techniques de traitement des COV ont des rendements épuratoires supérieurs à 90 % (Douaud, 2010) et elles ne cessent de se développer.

On peut donc espérer la poursuite de ces diminutions, entraînant par là même une réduction des rejets indirects de toluène dans les milieux aquatiques.

Pour les rejets directs, les différents procédés de traitement des hydrocarbures aromatiques dissous dans l'eau permettent d'atteindre des rendements épuratoires de l'ordre de 90 à 95 %. Toutefois, nous ne disposons pas de suffisamment d'information pour dresser un bilan du déploiement de ces solutions de traitement en France.

Les émissions de vapeurs de solvant pourront être diminuées en ayant recours à des solvants de substitution (solvants aqueux et agro-solvants) ou à des produits sans solvant (encres UV, peintures à hauts extraits secs).

TOLUENE

7 LISTE DES ABREVIATIONS

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
BTX	Benzène, Toluène, Xylène
CPDP	Comité Professionnel du Pétrole
CITEPA	Centre Interprofessionnel Techniques d'Etudes de la pollution atmosphérique
COV	Composés organiques volatils
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
ESIS	European chemical Substances Information System
FIPEC	Fédération des Industries, des peintures, encres, couleurs, colles et adhésifs
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IFEN	Institut Français de l'Environnement
IFP	Institut Français du Pétrole
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
MEDD	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
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
RSDE	Action Nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans les eaux
SESSI	Centre d'enquêtes statistiques
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.
STEP	STation d'EPuration
VLE	Valeur moyenne d'exposition
VME	Valeur limite d'exposition

TOLUENE

8 BIBLIOGRAPHIE

- ADEME (2004). Schéma de maîtrise des émissions de COV, secteurs de la mécanique, de la plasturgie de l'électricité et de l'électronique.
- AIRPARIF (2010). La qualité de l'air en Ile-de-France en 2009.
- Al-Rekabi, H., L. Sojak, et al. (1996). "Purgeable aromatic hydrocarbons in water and sediments from the river Morava catchment (Slovakia)." Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology **56**: 90-96.
- ASPA (2010). Suivi des 31 COVNM précurseurs d'ozone mesurés en continu en Alsace en 2009.
- BEWA, H. (2005). Solvants de substitution d'origine végétale. Santé, Travail et Environnement, Fougères, France.
- CITEPA (2010). Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France - Series sectorielles et analyses étendues. Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution Atmosphérique, R. d. i. national.
- Commission Européenne (2000). IUCLID Dataset - Toluene, European Chemicals Bureau.
- Commission Européenne. (2003a). "BREF-Industrie des composés organiques à grand volume de production." from http://aida.ineris.fr/bref/bref_pdf/BREF%20LVO_fr_relec_ETa_080408_97.pdf.
- Commission Européenne. (2003b). "BREF-Systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique." from <http://aida.ineris.fr/bref/index.htm>.
- Commission Européenne (2003c). "RAR- Risk Assessment - Toluène."
- Commission Européenne. (2009). "CLP/SGH - Classification, étiquetage et emballage des substances et mélanges." Entreprises et Industrie, Produits chimiques.
- CPDP. (2005). "Consommation et prix de vente du pétrole en France en 2004." from <http://www.cpdp.org>.
- Direction générale des douanes. (2005). "Le chiffre du commerce extérieur, Toluène." Retrieved http://lekiosque.finances.gouv.fr/Appchiffre/Portail_default.asp.
- Douaud, A. (2010). Véhicules Propres pour l'amélioration de la qualité de l'air : Les Stratégies de progrès. Sub-regional Workshop to Promote Cleaner Fuels and Vehicles in North Africa. Rabat, Maroc, UNEP.
- Environnement Canada (2004). Recommandations canadiennes pour la qualité des sols : Environnement et santé humaine.
- Environnement Canada and Santé Canada (1992). Liste des substances d'intérêt prioritaire - Rapport d'évaluation n° 4- Toluène.
- FIPEC (2004). Rapport d'activité : Chiffres de production en France - Année 2003. Fédération des Industries des Peintures, Encres, Couleurs et adhésifs.
- Guibet, J.-C. (2005). Les carburants et la combustion. Techniques de l'ingénieur.
- Herrchen, M. and M. Müller (1997). Selection scheme for substances dangerous to surface waters - second level. Fraunhofer Institute for Environmental Chemistry and Ecotoxicology. Schmallenberg, Germany.
- IFEN. (2008). "Emissions de polluants acides et précurseurs d'ozone." Retrieved décembre 2010, from http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/uploads/media/fiche_emissions_01.pdf.

TOLUENE

- IFP. (2005). "Panorama 2005 : Raffinage et pétrochimie." décembre 2010, from <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/information-publications/notes-de-synthese-panorama/panorama-2005>.
- INERIS. (2005). "Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Toluène." from <http://www.ineris.fr/substances/fr/substance/1804>.
- INERIS (2005b). Les substances dangereuses prioritaires de la directive cadre sur l'eau - Fiches de données technico-économiques (Benzène).
- INERIS (2008). Les substances dangereuses pour le milieu aquatique dans les rejets industriels et urbains.
- INRS (2005). Panorama de l'utilisation des solvants en France fin 2004.
- INRS (2008). "Toluène, FT 74."
- IPCS (1985). Toluène. W. H. O. Geneva, International Programme on Chemical and Safety (Environmental Health Criteria 52).
- Jin, Y. and G. A. O'Connor (1990). "Behavior of toluene added to sludge-amended soils." Journal of environmental quality **19**(3): 573-579.
- Okochi, H., D. Sugimoto, et al. (2004). "The enhanced dissolution of some chlorinated hydrocarbons and monocyclic aromatic hydrocarbons in rainwater collected in Yokohama, Japan." Atmospheric Environment **38**(26): 4403-4414.
- OQAI (2006). Campagne nationale Logements - Etat de la qualité de l'air dans les logements français, Observatoire de la qualité de l'air intérieur.
- Palm, W. and C. Zetsch (1992). OH-radical in der Troposphäre; Ihre Konzentration und Auswirkung. Fraunhofer-Institute für Toxikologie und Aerosolforschung. Hanover, Germany.
- Peugeot. (2006). "Tout ce que vous devez savoir sur l'échappement." from <http://www.peugeot-reunion.fr/protected/fichiersfckeditor/file/lechapement.pdf?SSID=tt8mr14n16rbjmurqif6t6rqc0>.
- Price, K., G. Waggy, et al. (1974). "Brine shrimp bioassay and seawater BOD of petrochemicals." Journal of the Water Pollution Control Federation **46**(1): 63-77.
- SESSI. (2008). "Panorama de l'industrie par grands secteurs d'activité." Service des études et des statistiques industrielles Retrieved décembre 2010, from http://www.insee.fr/sessi/panorama/so_pano.htm.
- Société Française de Chimie (1998). Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux, benzène toluène xylène. 7ème édition 1996-2005,.
- Techniques de l'ingénieur (1998). Procédés de traitement des COV ou composés organiques volatils. **J 3 928**.
- Techniques de l'ingénieur (1999). Lutte contre la pollution de l'eau, Inventaire des traitements. **G 1 250**.
- UK Environment Agency (1997). Exposure data for toluene. Letter to Danish EPA. October 16, 1997.
- UNECE (2005). Protocole à la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, de 1979, relatif à la lutte contre les émissions des composés organiques volatils ou leurs flux transfrontières.
- WHO (2000). WHO air quality guidelines for Europe. W. H. Organization.
- WHO (2004). Toluene in Drinking-water - Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.
- WHO (2008). Guidelines for Drinking-water Quality. W. H. Organization.