

AVIS

de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif à l'élaboration de valeurs limites dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène

1. RAPPEL DE LA SAISINE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie par la Direction générale de la santé (DGS) en octobre 2010 d'une demande d'avis sur l'élaboration de valeurs limites dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les isomères ortho, para et méta du chloronitrobenzène, suite à la contamination de la nappe d'Alsace au Nord de Mulhouse par des produits organiques provenant de deux sites industriels.

2. CONTEXTE

L'usine ICMD, filiale de Rhodia Organics, située à Mulhouse, est spécialisée dans la synthèse de produits de chimie fine et d'intermédiaires aromatiques chloronitrés et chloroaminés. Suite à une contamination ancienne du site, l'eau de la nappe a été contaminée par un mélange complexe d'au moins 300 tonnes de produits chimiques dont du chloronitrobenzène (isomères ortho et para essentiellement).

La pollution de l'aquifère, découverte en 1981, a fait l'objet d'une surveillance régulière par l'intermédiaire d'un réseau de points de suivi. Les captages pour la production d'eau potable impactés par la pollution ont été fermés à partir de 1986. Par ailleurs, des mesures de dépollution par pompage ont été mises en œuvre à partir de 1989.

Dans le cadre des suivis de cette pollution et des contrôles sanitaires mis en place, l'Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation (Afssa) et l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) avaient été saisis le 12 novembre 2007 par la DGS.

L'élaboration des valeurs toxicologiques de référence des isomères du chloronitrobenzène, a été conduite par l'Afsset qui a transmis à la DGS un rapport et un avis en août 2009.

Par ailleurs, l'Afssa avait proposé d'examiner la pertinence de fixer des valeurs de référence dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les principaux polluants retrouvés dans la nappe dans son courrier du 5 décembre 2007. La DGS, dans un courrier du 8 février 2008, a précisé à l'agence la nécessité de bâtir des valeurs limites dans l'EDCH et d'accorder une priorité aux isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène.

Sur la base des valeurs toxicologiques de référence, du dossier initialement versé et des pièces complémentaires adressées le 29 octobre 2010, l'agence a entrepris de construire des valeurs limites dans les EDCH pour les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène.

Le présent avis consiste en une évaluation des risques sanitaires liés à une exposition chronique hydrique aux isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène par ingestion.

3. METHODE D'EXPERTISE

L'expertise collective a été menée par le groupe de travail « non-conformités » qui a appliqué la démarche d'évaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassement des limites et références de qualité dans les eaux destinées à la consommation humaine présentée dans le rapport de l'Afssa daté de septembre 2004.

L'avis du groupe de travail « non conformités » relatif à l'élaboration des valeurs limites dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène a été adopté par le CES « Eaux » le 5 avril 2011 et présenté au CES « Résidus et Contaminants Chimiques et Physiques » le 18 avril 2011.

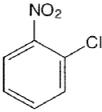
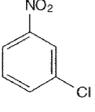
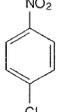
4. ARGUMENTAIRE

4.1 – Origines et sources de contamination

L'ancien site d'activité de Rhodia de Mulhouse Dornach (RMD) est implanté sur un terrain ayant eu une activité industrielle et de synthèse chimique depuis plus de 115 ans. Des pollutions accidentelles du sous-sol ont créé une contamination des eaux souterraines, notamment par du chloronitrobenzène (isomères ortho et para essentiellement). Cette pollution a été mise en évidence en 1981.

Le tableau 1 présente l'identification et les propriétés physico-chimiques des isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène.

Tableau 1 : Identification et propriétés physico-chimiques des isomères du chloronitrobenzène (d'après IARC, 1996 ; Merck Index XIIIth ed., 2001)

| | o-CNB | m-CNB | p-CNB |
|--|---|---|---|
| Numéro CAS | 88-73-3 | 121-73-3 | 100-00-5 |
| Nom IUPAC | 1-chloro-2-nitrobenzène | 1-chloro-3-nitrobenzène | 1-chloro-4-nitrobenzène |
| Formule brute | $C_6H_4ClNO_2$ | | |
| Formule semi-développée |  |  |  |
| Forme physique | solide | solide | solide |
| Masse molaire (g/mol) | 157,56 | 157,56 | 157,56 |
| Point d'ébullition (°C) | 246 | 235-236 | 242 |
| Pression de vapeur (Pa) | 53,3 à 25°C | 1,85 à 25°C | 20 à 30°C |
| Densité de vapeur [-] | 5,44 | - | 5,44 |
| Densité par rapport à l'eau [-] | 1,305 | 1,534 | 1,520 |
| Solubilité dans l'eau (mg/L) | 590 à 20°C | 390 à 20°C | 243 à 20°C |
| log K_{ow} [-] | 2,24 | 2,46 | 2,39 |

4.2 – Géologie, hydrogéologie et modélisation de nappe

4.2.1- Géologie

La plaine d'Alsace fait partie du fossé rhénan, zone effondrée de 300 km de long, comblée par une importante quantité d'alluvions déposées par le Rhin et ses affluents. Le Rhin a creusé son lit dans ses propres alluvions, constituées de galets, graviers, sables avec lentilles d'argile.

Au Nord de Mulhouse, les alluvions s'étalent sur plus de 20 km de large entre le Rhin et les Vosges. L'épaisseur des alluvions varie de moins de 10 m au Sud de Mulhouse à plus de 75 m au Nord-Est de la ville.

Les forages recourent en général, comme au puits Anna¹ :

- une séquence supérieure de sables et galets d'origine vosgienne (6-11 m) ;
- une séquence inférieure de graviers vosgiens en partie décomposés, par endroit accompagnés de limon (11-35 m), suivie d'une séquence où le matériel vosgien est mélangé avec du matériel alpin (35-41,4 m) ;
- un niveau basal, dit zone de transition, de tertiaire décomposé et remanié avec galets du Rhin, surmontant les marnes tertiaires (41,4-44 m).

Le substratum de la nappe alluviale est constitué, sur le secteur étudié, par les marnes gris-bleu de l'Oligocène.

4.2.2- Hydrogéologie

La plaine alluviale du Rhin est le plus grand aquifère superficiel d'Europe, avec un volume évalué à 50 milliards de m³. L'eau circule du Sud au Nord. L'alimentation de la nappe est assurée par les précipitations (200 Mm³ par an) et par les infiltrations des cours d'eau (700 Mm³ par an des Vosges, 400 Mm³ par an du Rhin). La surface de la nappe se situe à quelques mètres sous le niveau du sol. A l'Ouest, en amont et au niveau du site, l'alimentation vosgienne provoque un écoulement vers l'Est qui s'infléchit rapidement vers le Nord-Est au Nord de la Doller.

Au Sud de Mulhouse, les terrains très peu perméables représentent la limite Sud de la nappe. Les échanges avec la Doller jouent un rôle prépondérant dans le fonctionnement du réservoir.

La transmissivité, évaluée sur essais de puits, est de l'ordre de 1 à 1,5.10⁻³ m²/s, pour un coefficient d'emmagasinement de 0,1. La perméabilité de la nappe est comprise entre 4.10⁻⁴ et 1,5.10⁻³ m/s (épaisseur utile de 20 m). Le gradient hydraulique est de 0,3 % et la vitesse moyenne d'écoulement au droit du site est de l'ordre de 0,5 à 2 m par jour.

De nombreux puits exploitent la nappe :

- Alimentation en eau potable (AEP) : la station de pompage du Hirtzbach alimente la ville de Mulhouse, les puits les plus proches sont situés à 900 m en amont de l'usine. Le périmètre de protection rapprochée de la station passe à 50 m à l'amont de l'établissement. Les 6 puits sont munis de 6 drains rayonnants horizontaux de 50 m de long. Il ne reste plus, à ce jour, qu'un seul puits d'AEP en activité à l'aval du site : le puits n°1 (indice national 0413-6X-422) de la commune de Kingersheim.
- Alimentation en eau industrielle (AEI) : deux puits à drains horizontaux, celui de la société DMC (indice national 0413-6X-0197) et le puits 10 de RMD (indice national 0413-6X-0367).
- Puits de dépollution : depuis 1987, plusieurs puits au niveau des deux sites « émetteurs » (RMD et SPCM) et d'autres plus en aval ont permis de faire diminuer de façon significative les teneurs en chloronitrobenzène. Ces puits ne permettent pas de pomper sur toute l'épaisseur des alluvions, alors que les produits émis avec une densité comprise entre 1,305 et 1,534, sont susceptibles de traverser la nappe et de s'accumuler à sa base.

4.2.3- Modélisation

La contamination, qui a débuté dans les années 1970, se présente sous la forme d'un panache de contamination de plusieurs kilomètres de long.

Actuellement, ce panache est confiné au moyen d'anciens captages AEP (Kingersheim P3, Cimetière Nord, Manurhin et Illzach (Puits A, B et Z)) et contrôlé par le piézomètre de la rue du

¹ Le puits Anna est situé à 4,5 km au nord de la contamination (indice national 0413-2X-002).

Soleil. Ce système de confinement onéreux a amené à penser un système de remédiation à base de barrière hydraulique, situé à l'aval immédiat des sources de contamination, au niveau du site.

Afin de définir et dimensionner le dispositif, une modélisation de l'écoulement et du transfert de masse en solution a permis de reconstituer l'écoulement en régime transitoire et de reproduire le panache de contamination. Puis, le modèle a été utilisé pour effectuer le design du système de remédiation. Le dispositif de contrôle de la rue du Soleil est trop éloigné du site, le temps de transit étant de l'ordre de 4 ans. Il est donc nécessaire de disposer de points d'observation à proximité du site.

Le dispositif de remédiation proposé comprend un puits central prélevant un débit maximum et deux puits externes à plus faible débit.

La modélisation de plusieurs scénarii a permis de démontrer qu'il est illusoire de mettre en place des puits de faible débit, dont la zone d'influence est trop étroite pour permettre la capture de tous les filets d'eau.

Dans la configuration optimale ci-avant décrite, le panache de contamination disparaîtrait après 7-8 ans au piézomètre de la rue du Soleil, et après 30 ans à Illzach, à l'apex de la contamination.

Afin d'affiner ce scénario, une étude particulière s'avèrera nécessaire, mais seuls les temps de remédiation pourraient être rallongés.

4.2.4 – Remédiation *in situ*

Au 1er avril 2009, il y avait 9 puits de dépollution en exploitation : Pz5 ; Pz6 ; Pz7 ; Puits Manurhin ; Cimetière Nord ; Puits n°3 Kingersheim ; Puits A SOGEST ; Puits B SOGEST et Puits Z SOGEST.

Un nouveau dispositif sera mis en place à partir du 1er juillet 2011. Il sera constitué de deux barrières hydrauliques :

- la première est constituée par les puits existants Pz5 et Pz7 pour un débit moyen de pompage de 50 m³/h chacun,
- la seconde sera constituée par le puits P11 (indice national 0413-6X-0831) et quatre autres puits qui restent à forer pour un débit moyen de pompage de 150 m³/h chacun.

4.3 – Traitements réduisant la teneur en chloronitrobenzène dans les eaux

Conformément à l'article R 1321-50 du code de la santé publique, l'utilisation de produits et procédés de traitement est soumise à autorisation du ministre chargé de la santé. La circulaire du 28 mars 2000² liste les produits et procédés autorisés à cette date.

Le chloronitrobenzène est constitué d'un cycle benzénique comportant deux substituants stabilisateurs de la molécule vis-à-vis de la biodégradation³ : le chlore et le groupe nitro (NO₂). Cette molécule est donc très persistante dans l'environnement et il n'y a pas de biotransformation dans les filtres à charbon actif en grain lorsque celle-ci est adsorbée.

4.3.1. Adsorption

Le log du partage octanol-eau (K_{OW}) est pour les trois isomères de l'ordre de 2,5. Ces molécules ne sont donc que très faiblement adsorbées sur les floccs à base d'hydroxydes de fer ou d'aluminium lors de la coagulation-floculation chimique des eaux.

En revanche, l'adsorption sera efficace avec le charbon actif en poudre, la dose étant déterminée à l'aide d'isothermes d'adsorption selon le modèle de Freundlich. Le traitement avec des réacteurs à charbon actif en poudre est aussi efficace.

L'adsorption sur charbon actif en grain dans des filtres sera efficace et, comme cela a déjà été signalé, le risque de biotransformation de la molécule est très faible.

² Circulaire DGS/VS 4 n°2000-166 du 28 mars relative aux produits et procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine, NOR : MESP0030113C.

³ La biodégradation du m-CNB est telle qu'on ne retrouve plus cette molécule dans la nappe d'Alsace après des temps de séjour d'une dizaine d'années.

4.3.2. Risques de réactions secondaires

Les groupements chlore et nitro étant des attracteurs d'électrons, la molécule est donc très sensible aux traitements par des halogènes et particulièrement, par le chlore ou le brome obtenu par oxydation des ions bromures par les hypochlorites.

Le risque de former de la chloropicrine ou de la bromopicrine lors de l'étape de désinfection de l'eau n'est pas à sous-estimer, surtout pour les isomères méta et para.

4.3.3. Rétention membranaire

Compte tenu de l'encombrement stérique des groupements chlore et nitro sur le cycle benzénique, la nanofiltration avec des membranes de seuil de coupure de l'ordre de 100 Daltons ou moins pourrait permettre une réduction de la concentration dans l'eau de ces composés. Cependant des essais de vérification sur un pilote seraient à faire au cas par cas (choix du type de membrane, type d'eau).

L'osmose inverse donnera des résultats satisfaisants.

4.4 – Méthodes d'analyse dans les eaux destinées à la consommation humaine

4.4.1- Principe de l'analyse

Il n'existe pas de norme française pour le dosage des isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène dans les eaux. Néanmoins, une méthode basée sur une extraction liquide/liquide suivie de chromatographie en phase gazeuse avec détecteur spécifique a été publiée par l'EPA (US EPA, 1996).

A ce jour, une dizaine de laboratoires sont accrédités pour ces molécules dont certains d'entre eux sont agréés par le Ministère chargé de la santé pour le contrôle sanitaire des eaux. Les méthodes utilisées sont généralement basées sur une extraction liquide/liquide (L/L) ou pour certains liquide/solide couplée à de la chromatographie en phase gazeuse avec détecteurs spécifiques.

La limite de quantification dépend de la méthode mise en œuvre. Elle est généralement de l'ordre de 0,1 µg/L pour une méthode L/L GC-MS.

Les incertitudes intra-laboratoires sont de l'ordre de 30 % en fonction de la méthode et du niveau de concentration alors que les incertitudes inter-laboratoires sont plutôt de l'ordre de 50-60 % en fonction du niveau de concentrations mesurées.

Les interférences sont principalement liées à des problèmes de co-élution des composés. Vu les caractéristiques très proches des trois molécules, une bonne séparation chromatographique doit être obtenue pour un dosage sélectif. La correction de ces interférences dépend de la méthode utilisée. Pour une détection par spectrométrie de masse, il est impératif de disposer d'au moins deux ions spécifiques pour confirmer la présence de ces composés.

4.4.2- Conservation des échantillons

La méthode EPA ne détaille pas les conditions de conservation des échantillons. Néanmoins, la relative stabilité de ces molécules dans l'eau et leur faible biodégradabilité, ne laissent pas supposer de risque important de dégradation. Une neutralisation des eaux chlorées à l'aide de thiosulfate de sodium permet de limiter le risque de réactions du chlore avec des précurseurs des chloronitrobenzènes, telles que le nitrobenzène. Les principes retenus pour d'autres composés organiques pourraient être appliqués : prélèvements en flacons de verre brun et conservation au froid jusqu'au moment de l'analyse, de préférence dans les 72 heures.

4.5 – Évaluation des expositions

4.5.1- Contamination de l'air

La contamination de l'air par les isomères du chloronitrobenzène peut être significative en milieu professionnel.

Des expositions en milieu professionnel au p-CNB ont été estimées pour 10 travailleurs d'une usine japonaise de colorants produisant du 4-nitrophénol et de la p-anisidine (Yoshida *et al.*, 1988). Les niveaux de contamination estimés varient entre 0,04 et 0,88 mg/m³.

Les niveaux d'exposition sur le long terme aux composés nitro et amino-aromatiques, incluant l'o-CNB et la p-CNB, ont été estimés pour 35 ouvriers de l'industrie des colorants et des produits pharmaceutiques. Les auteurs ont montré que ces travailleurs étaient régulièrement exposés à ces produits à des concentrations de plus de 0,3 mg/m³ (par exemple, pour le p-CNB) et que les voies d'exposition étaient cutanée et respiratoire (Yoshida *et al.*, 1989).

Les concentrations dans l'air mesurées au voisinage d'une usine indienne produisant des isomères du chloronitrobenzène à partir de chlorobenzène étaient comprises entre 0,03 et 0,52 mg/m³ pour l'o-CNB, entre 0,03 et 0,17 mg/m³ pour le m-CNB et entre 0,16 et 0,96 mg/m³ pour le p-CNB (Patil et Lonkar, 1994).

L'enquête américaine de l'exposition nationale en milieu professionnel conduite entre 1981 et 1983 indique qu'environ 6000 employés américains étaient potentiellement exposés à l'o-CNB ou au p-CNB (US-NIOSH, 1995).

Les mesures dans l'air en milieu professionnel, pour le suivi de la qualité de l'air inhalé par des ouvriers chinois exposés au chloronitrobenzène, ont montré des concentrations médianes de 0,37 mg/m³ pour l'o-CNB et de 0,87 mg/m³ pour le p-CNB (Jones *et al.*, 2006).

4.5.2- Contamination de l'alimentation

Aux États-Unis, l'o-CNB (à des concentrations de 0,006-0,24 mg/kg), le m-CNB (à 0,057 mg/kg) et le p-CNB (à 0,008-0,63 mg/kg) ont été retrouvés dans la partie comestible de plusieurs espèces de poissons pêchés dans le Mississippi (Yurawecz et Puma, 1983).

Des dérivés chlorés du nitrobenzène, dont les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène ont été retrouvés dans du poisson pêché dans la rivière Main en Allemagne (Steinwandter, 1987).

Il n'existe pas de donnée française de contamination des aliments par les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène.

4.5.3- Données de contamination nationales de l'eau destinée à la consommation humaine

La base de données SISE-Eaux ne contient aucun résultat concernant le chloronitrobenzène, ce paramètre ne faisant pas l'objet du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

L'annexe 2 présente les données de contamination du site de la société Rhodia Mulhouse Dornach.

En 2010, les concentrations maximales sont rencontrées au piézomètre Pz7 (-22m) : 140 mg/L en o-CNB (prélèvement du 2 février 2010), 5800 µg/L en p-CNB et 2300 µg/L en m-CNB (prélèvements du 2 août 2010) (IRH, 2010).

Les analyses de 2010 montrent les caractéristiques de la pollution suivantes :

- elle est maximale sur le site industriel lui-même (Pz5, Pz7),
- en surface près de la source de pollution (Pz5), le maximum de concentration s'observe ensuite plus profond dans la nappe (Pz7),
- elle est encore visible à 4 km à l'aval (puits 3 Kingersheim),

Le suivi depuis 2006 montre une relative stabilité des teneurs sur certains points, et surtout des bouffées plus concentrées après des phases d'atténuation. Ce fonctionnement discontinu démontre un potentiel élevé de la nappe à relarguer des polluants stockés encore présents dans la zone non saturée. Ce comportement justifie une extraction des polluants le plus près possible de leur lieu d'émission.

4.6 – Effets sur la santé

4.6.1. Données de toxicité pour les isomères ortho, méta et para du CNB

De plus amples informations sont disponibles dans le rapport de l'agence d'avril 2009 relatif à l'élaboration de VTR chroniques par voie orale pour les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène (Afsset, 2009).

ortho-chloronitrobenzène

L'o-CNB exerce une toxicité au niveau hépatique et hématologique lors d'expositions subchroniques par voie orale et par voie respiratoire, chez le rat et chez la souris (NTP, 1993 ; Matsumoto *et al.*, 2006b). La toxicité hépatique et hématologique de l'o-CNB est également mentionnée dans les études de cancérogénicité par voie orale (Matsumoto *et al.*, 2006c). Il est à noter également que la plupart des rats traités par de l'o-CNB – y compris les rats femelles - sont atteints de troubles rénaux et présentent en particulier, une néphropathie tubulaire chronique (Matsumoto *et al.*, 2006c).

Des effets sur la fertilité ont été mis en évidence, mais à des doses entraînant une toxicité systémique. Chez des rats mâles F344/N, une réduction de la spermatogenèse a été constatée (NTP, 1993). Des effets sur le développement ont été mis en évidence à des doses entraînant une toxicité maternelle.

Des études ont montré qu'avec ou sans métabolisation, l'o-CNB présente des propriétés clastogènes (NTP, 1983). Le caractère génotoxique de l'o-CNB est reconnu par l'OCDE, même si celui-ci est considéré comme étant relativement faible car observé seulement aux fortes doses.

L'exposition par voie orale à l'o-CNB est responsable de l'apparition de tumeurs hépatiques : adénomes et carcinomes hépatocellulaires chez le rat et la souris mâle et femelle, et hépatoblastomes chez la souris uniquement (mâle et femelle). Chez la souris, les métastases apparaissent essentiellement au niveau pulmonaire (Matsumoto *et al.*, 2006c). Une étude antérieure (Weisburger *et al.*, 1978) a mis en évidence, après exposition à l'o-CNB par voie orale, une augmentation de la fréquence des cancers hépatiques chez les souris mâles et femelles, et une augmentation de la fréquence de plusieurs cancers chez le rat.

Le CIRC a placé l'o-CNB dans le groupe 3 en 1996 (non classable vis-à-vis de la cancérogénicité pour l'homme). L'Union européenne n'a pas évalué l'o-CNB.

méta-chloronitrobenzène

Une étude d'exposition orale de 28 jours sur des rats Charles-River (CrI:CD(SD)BR) a montré des effets hématotoxiques à des doses de 1 mg/kg de poids corporel (DMENO) (BG Chemie, 2000).

Des études de neurotoxicité menées sur le rat pendant 7 mois ont montré qu'une dose orale de 0,025 mg/kg de poids corporel correspond à une DSENO (Davydova, 1967).

Selon Mohr et Working (1988), l'exposition orale de rats mâles Fischer F344 a démontré, après 25 jours, une diminution du nombre de spermatozoïdes et une toxicité testiculaire significative (BG Chemie, 2000).

Étant donné que les tests de génotoxicité classiques sont négatifs, et malgré un test d'aberration chromosomique *in vitro* positif, le m-CNB peut être considéré comme non génotoxique. Des adduits à l'hémoglobine ont cependant été observés expérimentalement *in vitro*. En 1996, le CIRC a placé le m-CNB dans le groupe 3 (non classable vis-à-vis de la cancérogénicité pour l'homme). Le m-CNB n'a pas été évalué par l'Union européenne.

para-chloronitrobenzène

Le p-CNB est hématotoxique lors d'expositions subchroniques par voie orale et par voie respiratoire. Ces effets toxiques semblent être la conséquence de la méthémoglobinémie induite par l'exposition au p-CNB (Matsumoto *et al.*, 2006a ; Matsumoto *et al.*, 2006b ; NTP, 1993). Des signes de toxicité hépatique sont également observés chez le rat et la souris.

Ces types d'effet sont comparables à ceux de l'o-CNB, le p-CNB apparaissant toutefois davantage hématotoxique en raison d'une méthémoglobinémie plus sévère.

Des effets sur le développement ont été mis en évidence avec le p-CNB mais à des doses entraînant une toxicité chez la mère (OCDE, 2002 ; IARC, 1996).

Les résultats des différents tests de génotoxicité réalisés *in vitro* et *in vivo* laissent supposer que le p-CNB présente un potentiel génotoxique plus prononcé que celui des autres isomères du chloronitrobenzène (IARC, 1996, OCDE 2002). La génotoxicité du p-CNB est reconnue par des organismes comme l'OCDE et l'OEHA, même si celle-ci est considérée particulièrement faible.

Chez le rat mâle, l'exposition au p-CNB est associée à une augmentation de l'incidence de tumeurs spléniques malignes essentiellement (Matsumoto *et al.*, 2006a). Dans l'étude de Matsumoto *et al.* (2006a), des hémangiosarcomes hépatiques ont également été observés chez la souris femelle, et uniquement à la plus forte dose.

Dans une étude antérieure (Weisburger *et al.*, 1978), une augmentation de la fréquence des hémangiosarcomes dans divers organes et une augmentation de l'incidence de carcinomes hépatocellulaires, chez les souris mâles et femelles, pour une exposition au p-CNB par voie orale pendant 18 mois ont été mises en évidence.

Le CIRC a placé le p-CNB dans le groupe 3 en 1996 (non classable vis-à-vis de la cancérogénicité pour l'homme). L'Union européenne a classé le p-CNB en catégorie 3.

4.6.2. Valeurs toxicologiques de référence par voie orale

De plus amples informations sont disponibles dans le rapport de l'agence d'avril 2009 relatif à l'élaboration de VTR chroniques par voie orale pour les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène (Afsset, 2009). Le tableau 2 synthétise la méthode d'élaboration des valeurs toxicologiques de référence des isomères ortho et para du chloronitrobenzène pour les effets sans seuil. Au regard de l'insuffisance de données toxicologiques chez l'animal et chez l'homme pour l'isomère méta du chloronitrobenzène, il n'est pas possible d'élaborer une valeur toxicologique de référence pour ce composé.

Tableau 2 : Valeurs toxicologiques de référence chroniques par voie orale sans seuil d'effet pour les isomères ortho et para du chloronitrobenzène

| Substance | Source | Effet critique | Dose critique | Modèle | Valeur VTR |
|-----------|---------------|---|---|---|---|
| o-CNB | Afsset (2009) | Hépatocarcinomes et hépatoblastomes chez le souris femelle BDF1 (Matsumoto <i>et al.</i> , 2006c) | BMD _{10L95} = 11,7 mg/kg p.c./j Ajustement allométrique BMD _{10L95 AJ} = 1,7 mg/kg p.c./j | Modèle d'ajustement : Gamma Modèle d'extrapolation : linéaire | 6.10 ⁻⁵ (µg/kg p.c./j) ⁻¹ |
| p-CNB | Afsset (2009) | Hémangiosarcomes de la rate chez le rat mâle F344 (Matsumoto <i>et al.</i> , 2006a) | BMD _{10L95} = 7,4 mg/kg p.c./j Ajustement allométrique BMD _{10L95 AJ} = 1,97 mg/kg p.c./j | Modèle d'ajustement : Log probit Modèle d'extrapolation : linéaire | 5.10 ⁻⁵ (µg/kg p.c./j) ⁻¹ |

4.7 – Valeurs limites dans l'eau destinée à la consommation humaine

Il n'existe pas de valeur limite dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène.

Dans le rapport de l'Afssa relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux situation de dépassement des limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Afssa, 2007), la méthode de calcul des valeurs limites pour les substances sans seuil d'effet toxicologiques est décrite. Les hypothèses des scénarii d'exposition retenus sont rappelés dans le tableau 3.

Tableau 3 : hypothèses retenues pour le calcul des valeurs limites dans les eaux destinées à la consommation humaine pour des substances sans seuil d'effet toxicologique.

| | Tranche d'âge [0 ; 2 ans[| Tranche d'âge [2 ; 15 ans[| Tranche d'âge [15 ; 70 ans] |
|--|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Consommation d'EDCH (L/jour) | 0,75 | 1 | 2 |
| Poids corporel (kg p.c.) | 5 | 10 | 70 |
| Facteur majorant de l'ERU (méthode US EPA, 2005) | 10 | 3 | 1 |

Ainsi, en considérant les excès de risque unitaires de 6.10⁻⁵ (µg/kg p.c./j)⁻¹ pour l'o-CNB et de 5.10⁻⁵ (µg/kg p.c./j)⁻¹ pour le p-CNB, le tableau 4 présente l'estimation des valeurs limites dans l'eau destinée à la consommation humaine de l'o-CNB et du p-CNB associées à des excès de risque individuel pour la vie entière de 10⁻⁴ ; 10⁻⁵ et 10⁻⁶ avec et sans prise en considération de la démarche proposée en 2005 par l'US EPA pour prendre en compte la susceptibilité des nouveaux nés et des enfants (US EPA, 2005).

Tableau 4 : valeurs limites dans les eaux destinées à la consommation humaine (en µg/L) pour les isomères ortho et para du chloronitrobenzène pour un excès de risque individuel de 10^{-4} ; 10^{-5} et 10^{-6} .

| ERI | Sans prise en compte de la méthodologie US EPA, 2005 | | Avec prise en compte de la méthodologie US EPA, 2005 | |
|-----------|--|--------|--|--------|
| | o-CNB | p-CNB | o-CNB | p-CNB |
| 10^{-4} | 58,333 | 70,000 | 13,772 | 16,526 |
| 10^{-5} | 5,833 | 7,000 | 1,377 | 1,653 |
| 10^{-6} | 0,583 | 0,700 | 0,138 | 0,165 |

En l'absence de valeur toxicologique de référence pour le m-CNB, aucune valeur limite dans l'eau destinée à la consommation humaine n'a été estimée spécifiquement pour ce composé.

En prenant en compte la susceptibilité des nouveau-nés et des enfants, la valeur limite dans l'eau destinée à la consommation humaine pour la somme des concentrations des isomères du chloronitrobenzène associée à un excès de risque individuel pour la vie entière de 10^{-5} serait de l'ordre de 1,5 µg/L ;

5. CONCLUSION

La nappe phréatique d'Alsace, au Nord de Mulhouse est contaminée par un mélange complexe de molécules aromatiques dont les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène. L'expertise porte sur les isomères du chloronitrobenzène et ne porte pas sur les autres composés présents dans la nappe. L'évaluation des risques sanitaires concerne l'ingestion d'eau destinée à la consommation humaine et se situe en dehors de tout contexte d'exposition professionnelle.

Dans ce cadre, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail :

- constate que, dans le cas présent de la contamination de la plaine d'Alsace, ce sont les isomères du chloronitrobenzène qui sont détectés aux concentrations les plus élevées ;
- considère que les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène peuvent être retenus par des procédés adaptés, utilisés dans les filières de traitement de l'eau destinée à la consommation humaine, jusqu'à des niveaux de concentration de l'ordre du microgramme par litre ;
- estime, au regard des données toxicologiques actuelles, que la consommation d'eau de distribution vie entière présentant une concentration pour la somme des isomères du chloronitrobenzène inférieure à 1,5 µg/L est associée à un excès de risque individuel inférieur à 10^{-5} ;
- recommande le maintien de la surveillance de la qualité de l'eau.

Le directeur général

Marc MORTUREUX

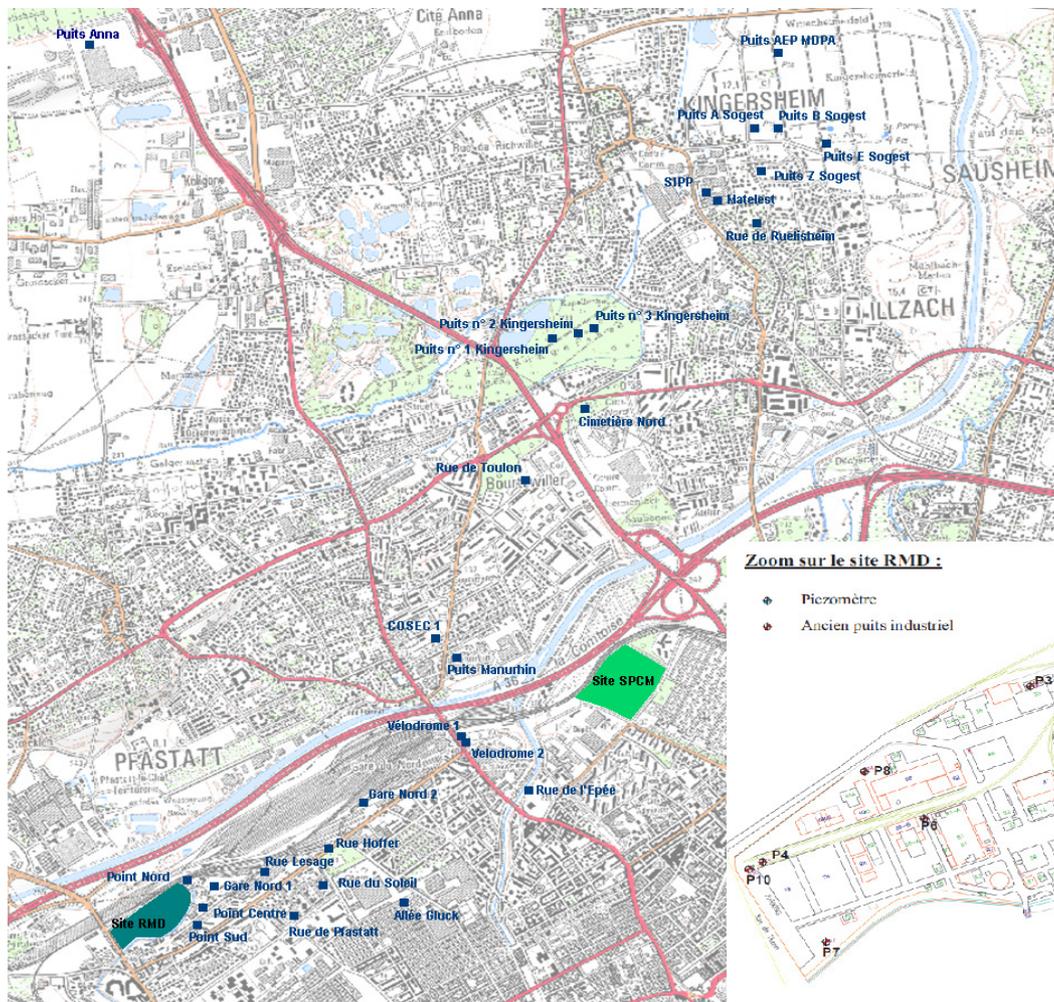
MOTS-CLES

chloronitrobenzène, isomère ortho, isomère méta, isomère para, eaux destinées à la consommation humaine

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

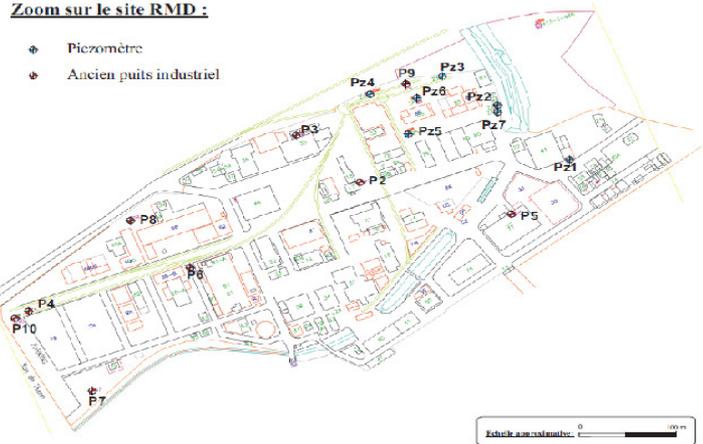
- Afssa (2007). " Evaluation des risques sanitaires liés aux situation de dépassement des limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine - Fiche 17 (pesticides)." Tome I: 189-214.
- Afsset (2009) Élaboration de VTR chroniques par voie orale pour les isomères ortho, méta et para du chloronitrobenzène. Saisine n°070057. pp. 95
- BG Chemie (2000). Ortho-chloronitrobenzene. Toxicological evaluation. Report n°73. 57pp.
<http://www.bgchemie.de/files/95/ToxBew73-E.pdf>
- BG Chemie (2000). Méta-chloronitrobenzene. Toxicological evaluation. Report n° 74. 31pp.
<http://www.bgchemie.de/files/95/ToxBew74-E.pdf>
- Davydova, S.G. (1967) Comparative hygienic and sanitary-toxicologic characteristics of nitrochlorobenzene isomers in relation to hygienic standards for their content in bodies of water. *Gigiena i sanitaria*, 32 (8), pp. 7-11.
- IARC (1996). 2-Chloronitrobenzene, 3-chloronitrobenzene and 4-chloronitrobenzene. IARC Monogr Eval. Carcinog. Risks Hum. 65, 263-296.
- IRH (2010) Contrôle de la qualité de l'eau souterraine au droit et à l'aval du site de Mulhouse - Rapport n° R-DEB-AK 10/MBR/277
- Jones, C.R., Liu, Y.-Y., Sepai, O., Yan, H., Sabbioni, G. (2006) Internal exposure, health effects, and cancer risk of humans exposed to chloronitrobenzene. *Environmental Science and Technology*, 40 (1), pp. 387-394.
- Matsumoto, M., Aiso, S., Senoh, H., Yamazaki, K., Arito, H., Nagano, K., Yamamoto, S., and Matsushima, T. (2006a). Carcinogenicity and chronic toxicity of para-chloronitrobenzene in rats and mice by two-year feeding. *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.* 25(3), 571-584.
- Matsumoto, M., Aiso, S., Umeda, Y., Arito, H., Nagano, K., Yamamoto, S., and Matsushima, T. (2006b). Thirteen-week oral toxicity of para- and ortho- chloronitrobenzene in rats and mice. *J. Toxicol. Sci.* 31(1), 9-22.
- Matsumoto, M., Umeda, Y., Senoh, H., Suzuki, M., Kano, H., Katagiri, T., Aiso, S., Yamazaki, K., Arito, H., Nagano, K., Yamamoto, S., and Matsushima, T. (2006c). Two-year feed study of carcinogenicity and chronic toxicity of ortho-chloronitrobenzene in rats and mice. *J. Toxicol. Sci.* 31(3), 247-264.
- Merck Index (2001) 13th edition
- Mohr K.L., Working P.K. (1988) Testicular toxicity of the chloronitrobenzenes. *Toxicologist*, 8(1), 15. Abstract n° 58.
- NTP (1993) Toxicology and carcinogenesis studies of para-chloroaniline hydrochloride (CAS No.20265-96-7) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies) - TR 351; NIH Publication No.89-2806.
- OCDE (2001) SIDS initial Assessment Report for SIAM 13; 1-Chloro-2-nitrobenzene.
- OCDE (2002) SIDS initial Assessment Report for SIAM 15; 1-Chloro-4-nitrobenzene.
- OEHHA (1999) Evidence on the carcinogenicity of 1-chloro-4-nitrobenzene. Final. Reproduction and cancer hazard assessment section. Office of Environmental Health Hazard Assessment. California Environment Protection Agency
- Patil, S.F., Lonkar, S.T. (1994) Evaluation of Tenax TA for the determination of chlorobenzene and chloronitrobenzenes in air using capillary gas chromatography and thermal desorption. *Journal of Chromatography A*, 684 (1), pp. 133-142.
- Steinwandter, H. (1987) Research in environmental pollution - II. Determination of polychlorinated nitrobenzenes (PCNB's) in Main river fish *Fresenius' Zeitschrift für Analytische Chemie*, 326 (2), pp. 139-141.
- US EPA (1996). Nitroaromatics and cyclic ketones by gas chromatography - EPA 8091 - version 0
- US EPA (2005) Supplemental guidance for assessing cancer susceptibility from early-life exposure to carcinogens, EPA/630/R-03/003F.
- United States National Institute for Occupational Safety and Health (1995) National Occupational Exposure Survey (1981-1983), Cincinnati, OH
- Weisburger, E. K., Russfield, A. B., Homburger, F., Weisburger, J. H., Boger, E., Van Dongen, C. G., and Chu, K. C. (1978). Testing of twenty-one environmental aromatic amines or derivatives for long-term toxicity or carcinogenicity. *J. Environ. Pathol. Toxicol.* 2(2), 325-356.
- Yoshida, M., Sunaga, M., Hara, I. (1988) Urinary diazo-positive metabolites levels of workers handling p-nitrochlorobenzene in a dye producing factory. *Industrial Health*, 26 (1), pp. 87-91.
- Yoshida, M., Yoshikawa, H., Goto, H., Hara, I. (1989) Evaluation of the nephrotoxicity of aromatic nitro-amino compounds by urinary enzyme activities. *Journal of Toxicological Sciences*, 14 (4), pp. 257-268.
- Yurawecz, M.P., Puma, B.J. (1983) Identification of chlorinated nitrobenzene residues in Mississippi River fish. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 66 (6), pp. 1345-1352.

ANNEXE 1 : LOCALISATION DES OUVRAGES PIEZOMETRIQUES SUR ET HORS SITE



Zoom sur le site RMD :

- ⊕ Piezomètre
- ⊙ Ancien puits industriel



Anses – Saisine n° 2010-SA-0266

ANNEXE 2 : DONNEES DE CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES (EN µG/L)

| Nom | CNB | 25/04/2006 | 19/04/2007 | 09/04/2008 | 10/04/2008 | 17/04/2008 | 09/10/2008 | 27/01/2009 | 15/04/2009 | 15/07/2009 | 04/11/2009 | 02/02/2010 | 10/05/2010 | 02/08/2010 | 15/11/2010 |
|-------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| P2 | o-CNB | | | | | | | | 100 | | 80 | | 24 | | |
| | p-CNB | | | | | | | | 43 | | 34 | | <0,05 | | |
| | m-CNB | | | | | | | | 4,2 | | 1 | | 2,1 | | |
| PZ3 | o-CNB | 910 | 2200 | 1600 | | | 4600 | | 3700 | | 330 | | <0,05 | | 120 |
| | p-CNB | 120 | 680 | 600 | | | 640 | | 1200 | | 21 | | <0,05 | | 7,1 |
| | m-CNB | 110 | 630 | 350 | | | 390 | | 350 | | 23 | | 62 | | 60 |
| PZ5 (-11 m) | o-CNB | | | 1800 | | | 710 | 890 | 980 | 330 | 300 | 1600 | 7,5 | 75 | 1400 |
| | p-CNB | | | 1100 | | | 370 | 260 | 230 | 2,5 | 95 | 390 | <0,05 | 22 | 660 |
| | m-CNB | | | 360 | | | 100 | 74 | 170 | 21 | 16 | 41 | 31 | 6,4 | 440 |
| PZ5 (-21 m) | o-CNB | | | 1600 | | | 1200 | 1300 | 780 | 560 | 1100 | 4900 | 330 | 33 | 890 |
| | p-CNB | | | 470 | | | 390 | 370 | 260 | 24 | 2,7 | 1400 | <0,05 | 15 | 390 |
| | m-CNB | | | 260 | | | 170 | 64 | 74 | 35 | 30 | 200 | 160 | 4,1 | 490 |
| PZ7 (-11 m) | o-CNB | | | 4300 | | | 1000 | 620 | 930 | 480 | 270 | 990 | 170 | 3300 | 320 |
| | p-CNB | | | 1900 | | | 350 | 140 | 180 | 2,1 | 24 | 190 | <0,05 | 590 | 130 |
| | m-CNB | | | 870 | | | 170 | 60 | 92 | 36 | 14 | 27 | 40 | 820 | 110 |
| PZ7 (-22 m) | o-CNB | | | 4700 | | | 22000 | 7000 | 16000 | 9900 | 9000 | 140000 | 34000 | 1600 | 3800 |
| | p-CNB | | | 5,8 | | | 9700 | 3000 | 650 | 2800 | 3900 | 53000 | <0,05 | 5800 | 1700 |
| | m-CNB | | | 380 | | | 3800 | 410 | 1200 | 570 | 320 | 430 | 2000 | 2300 | 1300 |
| P9 | o-CNB | | | | | 36 | 91 | | 220 | | 0,94 | | 0,05 | | 0,6 |
| | p-CNB | | | | | 1,6 | 5,4 | | 46 | | 0,61 | | 1,2 | | 0,45 |
| | m-CNB | | | | | 4,9 | 16 | | 27 | | 0,49 | | 7,9 | | 0,95 |

Anses – Saisine n° 2010-SA-0266

| Nom | CNB | 25/04/2006 | 19/04/2007 | 09/04/2008 | 10/04/2008 | 17/04/2008 | 09/10/2008 | 27/01/2009 | 15/04/2009 | 15/07/2009 | 04/11/2009 | 02/02/2010 | 10/05/2010 | 02/08/2010 | 15/11/2010 |
|-----------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Point Sud | o-CNB | | | | 0,38 | | 27 | 10 | 17 | 9,1 | 6,5 | 7,6 | 10 | 8,1 | 6,5 |
| | p-CNB | | | | 3,1 | | 15 | 12 | 6,5 | 0,44 | 4 | 6,8 | <0,05 | 3,5 | 5,8 |
| | m-CNB | | | | 0,22 | | 0,55 | 0,52 | 0,85 | 0,38 | 0,37 | 0,14 | 2,2 | 0,6 | 1,4 |
| Point Nord | o-CNB | | | | 210 | | 1200 | 410 | 920 | 68 | 10 | 7,5 | 0,25 | 3,2 | 2,9 |
| | p-CNB | | | | 56 | | 20 | 460 | 1,4 | 3,5 | 0,92 | 1,5 | 0,52 | 1,7 | 0,63 |
| | m-CNB | | | | 59 | | 280 | 45 | 120 | 15 | 1,2 | 8,5 | 0,44 | 1,8 | 1,9 |
| Point Centre | o-CNB | | | | 130 | | 770 | 34 | 110 | 390 | 370 | 130 | 0,96 | 120 | 250 |
| | p-CNB | | | | 26 | | 42 | 6,4 | 12 | 5,7 | 53 | 23 | <0,05 | 20 | 9,2 |
| | m-CNB | | | | 23 | | 77 | 4 | 5,7 | 21 | 21 | 4 | 9,7 | 5,5 | 76 |
| Gare Nord 1 | o-CNB | 4,9 | 280 | 22 | | | 110 | | 38 | | 20 | | 4,4 | | 8,5 |
| | p-CNB | 0,81 | 11 | 1,9 | | | 8,9 | | 3,7 | | 4,2 | | 0,78 | | 1,7 |
| | m-CNB | 2,1 | 21 | 8,1 | | | 20 | | 4,4 | | 1,9 | | 2,6 | | 5 |
| Rue de Pfastatt | o-CNB | | | | 1,2 | | 7,9 | 0,14 | 0,47 | 0,63 | 0,92 | 0,54 | 0,56 | 0,24 | 2,6 |
| | p-CNB | | | | 0,25 | | 3 | 0,16 | <0,05 | 0,28 | 0,4 | 0,17 | 0,21 | <0,05 | 0,81 |
| | m-CNB | | | | 0,22 | | 1,4 | <0,05 | 0,27 | 0,23 | 0,3 | 0,09 | 0,28 | 0,11 | 2,1 |
| Rue Lesage | o-CNB | | | | 270 | | 520 | 90 | 99 | 64 | 240 | 41 | 110 | 150 | 210 |
| | p-CNB | | | | 3,2 | | 7,9 | 2,8 | 3,3 | 3,1 | 4 | 2,7 | 3,2 | 1,2 | 3,5 |
| | m-CNB | | | | 9,7 | | 7,7 | 2,2 | 2,9 | 2,7 | 1,5 | 0,12 | 5,3 | 7,1 | 13 |
| Rue du Soleil | o-CNB | 0,36 | 7 | 72 | | | 420 | 0,9 | 27 | 100 | 100 | 29 | 38 | 39 | 46 |
| | p-CNB | 0,1 | 1,9 | 11 | | | 61 | 0,38 | 4,5 | 0,98 | 24 | 5,3 | <0,05 | 1,4 | 18 |
| | m-CNB | 0,18 | 1,8 | 10 | | | 55 | <0,05 | 2,3 | 8,8 | 5,1 | 1,7 | 12 | 15 | 25 |
| Rue Hoffer | o-CNB | | | | 110 | | 120 | 85 | 97 | 110 | 120 | 100 | 23 | 41 | 88 |
| | p-CNB | | | | 2,6 | | 4,6 | 4,2 | 5,1 | 3,1 | 3,9 | <0,05 | 0,19 | 1,2 | 4,7 |
| | m-CNB | | | | 9,6 | | 9,6 | 6,5 | 5,7 | 4,4 | 2,5 | 1,6 | 5,4 | 8 | 23 |
| Allée Gluck | o-CNB | | | | 0,42 | | 0,31 | | 0,3 | | 0,35 | | 0,63 | | 0,9 |
| | p-CNB | | | | 0,06 | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | 0,26 |

Anses – Saisine n° 2010-SA-0266

| Nom | CNB | 25/04/2006 | 19/04/2007 | 09/04/2008 | 10/04/2008 | 17/04/2008 | 09/10/2008 | 27/01/2009 | 15/04/2009 | 15/07/2009 | 04/11/2009 | 02/02/2010 | 10/05/2010 | 02/08/2010 | 15/11/2010 |
|------------------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | m-CNB | | | | 0,07 | | <0,05 | | <0,05 | | 0,27 | | 0,11 | | 0,35 |
| Gare Nord 2 | o-CNB | <0,05 | 4,4 | 0,5 | | | 5,8 | | 0,39 | | 3,6 | | 0,88 | | 21 |
| | p-CNB | <0,05 | 1,2 | 0,18 | | | 0,36 | | <0,05 | | 0,31 | | <0,05 | | 0,45 |
| | m-CNB | <0,05 | 0,67 | 0,13 | | | 0,56 | | <0,05 | | 0,32 | | 0,35 | | 2,4 |
| Rue de l'Épée | o-CNB | | | | 0,48 | | 1,1 | 0,22 | 0,43 | 0,67 | 0,66 | 0,29 | 0,23 | 0,15 | 0,22 |
| | p-CNB | | | | 0,15 | | 0,25 | 0,25 | 0,39 | 0,34 | 0,32 | 0,17 | <0,05 | 0,13 | <0,05 |
| | m-CNB | | | | 0,12 | | 0,19 | <0,05 | 0,27 | 0,22 | 0,28 | 0,09 | <0,05 | <0,1 | 0,15 |
| Vélodrome 1 | o-CNB | 140 | 73 | | | | 5,1 | | 0,5 | | 14 | | 17 | | |
| | p-CNB | 3,1 | 2 | | | | 0,18 | | 0,37 | | 0,47 | | 0,44 | | |
| | m-CNB | 14 | 9,2 | | | | 0,51 | | 0,29 | | 0,57 | | 2,2 | | |
| Vélodrome 2 | o-CNB | <0,05 | 0,68 | | | | 0,33 | | 0,29 | | 0,37 | | 0,18 | | |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | | | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | |
| | m-CNB | <0,05 | <0,05 | | | | 0,07 | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | |
| Puits Manurhin | o-CNB | 9,8 | 1,4 | | 15 | | 9 | 8 | 14 | 1,1 | 5,9 | 8 | <0,05 | 0,32 | 4 |
| | p-CNB | 0,24 | 0,59 | | 0,95 | | 0,22 | 0,71 | 0,52 | 0,3 | 0,41 | 0,63 | 0,11 | 0,11 | 0,26 |
| | m-CNB | 0,68 | 0,74 | | 1,4 | | 0,66 | 0,42 | 0,54 | 0,35 | 0,37 | 0,21 | 0,42 | 0,5 | 0,93 |
| Rue de Toulon | o-CNB | | | | 1,5 | | 0,37 | | 0,31 | | 0,45 | | <0,05 | | 0,17 |
| | p-CNB | | | | <0,05 | | 0,06 | | <0,05 | | 0,26 | | <0,05 | | <0,05 |
| | m-CNB | | | | 0,13 | | 0,08 | | 0,26 | | 0,27 | | <0,05 | | 0,13 |
| Cimetière Nord | o-CNB | 9,8 | 7,4 | 12 | | | 8,5 | 5,2 | 5,3 | 0,85 | | 4,1 | <0,05 | 1 | 1,1 |
| | p-CNB | <0,05 | 0,43 | 0,36 | | | <0,05 | 0,14 | <0,05 | 0,28 | | 0,24 | <0,05 | <0,05 | 0,54 |
| | m-CNB | 0,14 | 0,34 | 0,67 | | | 0,13 | 0,07 | 0,28 | 0,21 | | 0,1 | <0,05 | <0,05 | 0,44 |
| Puits n° 2 Kingersheim | o-CNB | <0,05 | 0,32 | 1,1 | | | 0,56 | | 0,31 | | 0,79 | | <0,05 | | 0,21 |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | 0,43 | | | 0,13 | | <0,05 | | 0,27 | | <0,05 | | <0,05 |
| | m-CNB | <0,05 | <0,05 | 0,29 | | | 0,11 | | <0,05 | | 0,28 | | <0,05 | | 0,11 |
| Puits n° 3 Kingersheim | o-CNB | 9,9 | 3,1 | 6 | | | 5,7 | | 6,1 | | 4,4 | | 3,4 | | 3,1 |

Anses – Saisine n° 2010-SA-0266

| Nom | CNB | 25/04/2006 | 19/04/2007 | 09/04/2008 | 10/04/2008 | 17/04/2008 | 09/10/2008 | 27/01/2009 | 15/04/2009 | 15/07/2009 | 04/11/2009 | 02/02/2010 | 10/05/2010 | 02/08/2010 | 15/11/2010 |
|-------------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | p-CNB | 0,05 | <0,05 | <0,05 | | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 |
| | m-CNB | 0,17 | <0,05 | 0,23 | | | 0,1 | | 0,29 | | 0,28 | | 0,11 | | 0,2 |
| Rue de Ruelisheim | o-CNB | 0,66 | 0,82 | 1,1 | | | 1,5 | | 1 | | 1 | | 0,23 | | 0,65 |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | 0,11 | | 0,52 | | 0,25 | | <0,05 | | <0,05 |
| | m-CNB | 0,13 | 0,13 | 0,29 | | | 0,28 | | 0,31 | | 0,3 | | 0,16 | | 0,3 |
| Matelest | o-CNB | 1,3 | <0,05 | <0,05 | | | 0,23 | | 0,32 | | 0,52 | | <0,05 | | 0,13 |
| | p-CNB | 0,55 | <0,05 | <0,05 | | | <0,05 | | 0,38 | | 0,25 | | <0,05 | | <0,05 |
| | m-CNB | 0,21 | <0,05 | <0,05 | | | <0,05 | | <0,05 | | 0,28 | | <0,05 | | 0,12 |
| Puits Z Sogest | o-CNB | 1,8 | 2,1 | 0,17 | | | 0,14 | | 3,6 | 0,83 | 1,1 | 4,7 | <0,05 | 0,29 | 0,8 |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | 2,3 | | | <0,05 | | 0,38 | <0,05 | <0,05 | 1,5 | <0,05 | <0,05 | 0,17 |
| | m-CNB | 0,07 | 0,09 | 0,32 | | | <0,05 | | 0,34 | 0,23 | 0,28 | 0,2 | 0,13 | <0,05 | 0,24 |
| Puits A Sogest | o-CNB | <0,05 | <0,05 | | 1,5 | | 0,07 | | 0,3 | 0,18 | <0,05 | 0,15 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | | 0,48 | | <0,05 | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,11 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | m-CNB | <0,05 | <0,05 | | 0,33 | | <0,05 | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,08 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Puits B Sogest | o-CNB | 0,14 | <0,05 | | 3,1 | | 0,43 | 0,21 | 0,44 | 0,33 | 0,38 | 0,16 | 0,12 | 0,13 | 0,16 |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | | 0,67 | | <0,05 | 0,23 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | m-CNB | <0,05 | <0,05 | | 0,54 | | 0,08 | <0,05 | 0,27 | <0,05 | 0,27 | 0,08 | <0,05 | <0,05 | 0,12 |
| Puits E Sogest | o-CNB | <0,05 | 1,1 | | | | | | 1,8 | | 2,6 | | 0,32 | | 3,3 |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | | | | | | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | | 0,12 |
| | m-CNB | <0,05 | 0,08 | | | | | | 0,31 | | 0,3 | | 0,25 | | 0,37 |
| Puits AEP MDPA | o-CNB | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | 0,44 | | 0,3 | | 0,5 | | 22 | 0,31 | 0,47 |
| | p-CNB | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | 0,07 | | <0,05 | | 0,26 | | <0,05 | <0,1 | 0,15 |
| | m-CNB | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | 0,1 | | <0,05 | | 0,27 | | 1,5 | <0,1 | 0,18 |

LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|-----------------|--|
| AEI | Alimentation en eau industrielle |
| AEP | Alimentation en eau potable |
| Afssa | Agence française de sécurité sanitaire des aliments |
| Afsset | Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail |
| Anses | Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail |
| BMD(L) | (Lowest) benchmark dose |
| CES | Comité d'Experts Spécialisé |
| CIRC | Centre International de Recherche sur le Cancer |
| DGS | Direction générale de la santé |
| DMENO | Dose Minimale avec Effet Nocif Observable |
| DSENO | Dose Sans Effet Nocif Observable |
| ERI | Excès de risque individuel |
| GC-MS | Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse |
| K _{ow} | Coefficient de partage octanol / eau |
| L/L | Extraction liquide / liquide |
| m-CNB | méta-chloronitrobenzène |
| NTP | National Toxicology Program |
| OEHHA | Office of Environmental Health Hazard Assessment |
| OCDE | Organisation de coopération et de développement économiques |
| o-CNB | ortho-chloronitrobenzène |
| p-CNB | para-chloronitrobenzène |
| US EPA | United States Environmental Protection Agency |
| VTR | Valeur toxicologique de référence |