

DETECTION DE GLYCOL DANS LES PRISES D'EAU DE L'USINE DE POTABILISATION D'ANNET-SUR-MARNE (SEINE-ET-MARNE) : ANALYSE DE LA SITUATION ET EVALUATION DES RISQUES POUR LES USAGERS

Avis de la Cire Ile-de-France Champagne Ardenne (Cire IdF CA), novembre 2012

Personne chargée du dossier : Céline Legout, Cire Ile-de-France Champagne Ardenne

SIGNAL

Par courrier [1] en date du 3 mars 2011, le Syndicat « Agglomération Nouvelle (SAN) de Val Maubuée », structure intercommunale regroupant 6 communes¹ de Seine-et-Marne, sollicitait l'avis de la délégation territoriale de l'ARS en Seine-et-Marne (ARS-DT77) sur des présomptions de présence non autorisée de glycol dans les eaux de la Marne, captées par l'usine d'eau potable d'Annet-sur-Marne. Le SAN demandait à l'ARS si, dans ces conditions, la potabilité de l'eau distribuée par l'usine sur une cinquantaine de communes à près de 100 000 abonnés de l'Est parisien était garantie.

Les glycols ne figurent pas parmi les paramètres soumis aux exigences réglementaires de qualité des eaux d'alimentation. Il n'existe donc pas de valeurs limites pour les glycols, ni sur les eaux brutes ni sur l'eau distribuée. Dans le cadre de l'analyse des « signaux à suivi partagé » reçus par la plateforme de veille sanitaire de l'ARS, l'ARS-DT77 a donc sollicité l'appui de la Cire Ile de France – Champagne Ardenne pour l'évaluation de la situation et des risques sanitaires pour les riverains desservis en eau potable par l'usine d'Annet-sur-Marne. L'Institut de veille sanitaire a donné une suite favorable à cette demande, par courrier du 10 Août 2012 [2].

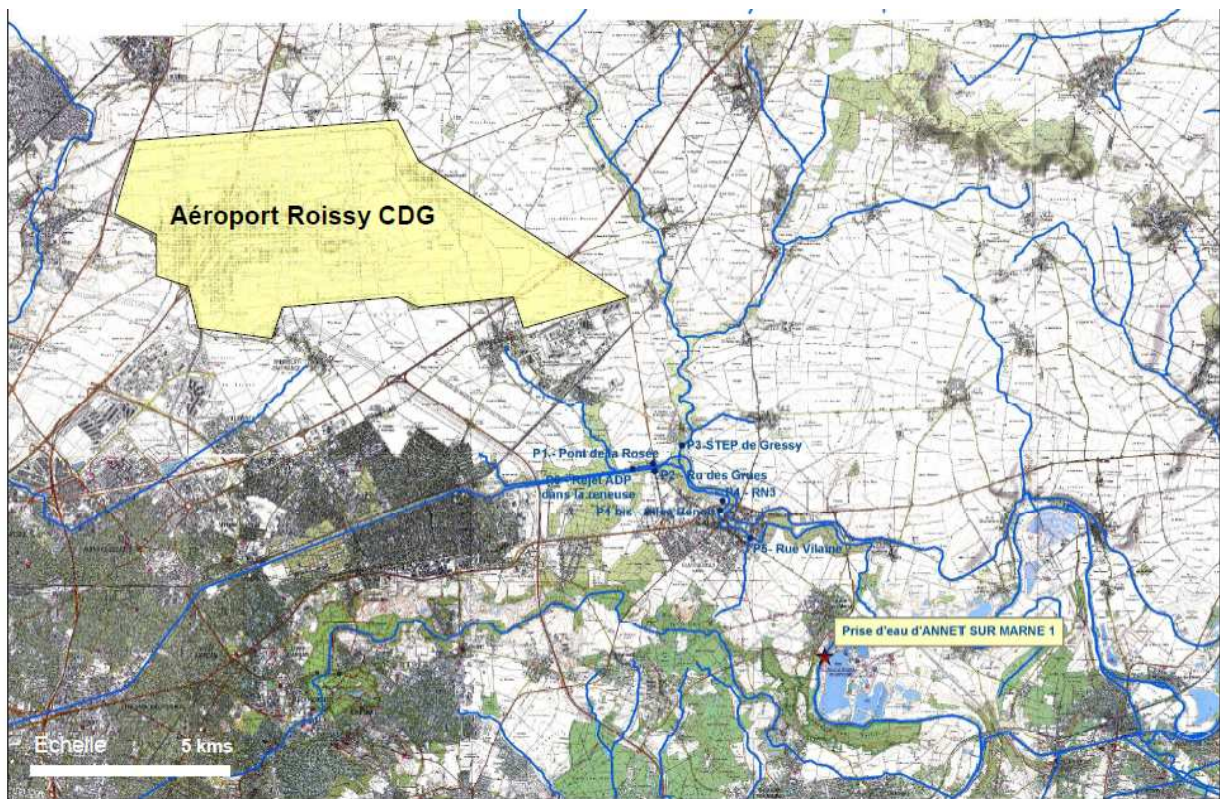
CONTEXTE

L'hypothèse de la présence d'un glycol dans les eaux captées par l'usine d'eau potable repose sur une enquête de l'association locale AVRVM (Actions Vertes à Roissy et Val Maubuée) du 8 février 2011 [3], dont les résultats ont été communiqués au SAN et au conseil général. Cette enquête fait suite à plusieurs signalements faits par l'association aux élus locaux depuis Août 2010. L'association est représentée par un avocat qui, en mai 2012, a sollicité l'ARS-DT77 pour demander la communication des informations en sa possession sur le dossier [4]. L'inquiétude sur la présence potentielle de glycol dans les eaux captées par l'usine est également partagée par « la Brie Francilienne », une autre communauté d'agglomérations² dont les administrés sont en partie desservis par cette usine. Par courrier [5] daté du 26 janvier 2011, la Brie Francilienne a sollicité l'appui du préfet de Seine-et-Marne, pour répondre aux interrogations sur les causes et les conséquences de cet événement et prendre les mesures correctrices adaptées si nécessaire auprès d'Aéroport De Paris.

L'usine de potabilisation d'Annet-sur-Marne est exploitée par VEOLIA Eau Ile-de-France. Elle est située à la confluence du Rû « La Beuvronne » et de la Marne. L'environnement de l'usine est caractérisé par la présence, à une distance d'environ 11 kms à vol d'oiseau, de la plateforme aéroportuaire Roissy Charles de Gaulle (CDG) gérée par Aéroport De Paris (ADP). Les glycols sont reconnus pour leurs propriétés dégivrantes et les aéroports sont identifiés comme des consommateurs importants de glycols pour le dégivrage des avions, particulièrement en hiver [12], [14]. Une partie des eaux pluviales récupérées sur la plateforme Roissy CDG sont rejetées après traitement dans un affluent de la Beuvronne, le rû « La Reneuse », ce qui place les rejets d'ADP dans le milieu récepteur en amont hydraulique de l'usine de potabilisation (cf carte 1).

¹ Champs-sur-Marne, Torcy, Noisiel, Lognes, Émerainville, Croissy-Beaubourg.

² La Brie Francilienne (Pontault-Combault – Roissy-en-Brie)



Source : CSSM ARS IdF

Carte 1 : localisation de l'aéroport Roissy Charles de Gaulle et de la prise d'eau de l'usine de potabilisation d'Annet-sur-Marne (Seine-et-Marne)

Le terme « glycol » est un terme générique qui recouvre de nombreuses substances chimiques qui ont comme caractéristique commune d'être constituées d'une chaîne hydrocarbonée porteuse de deux groupements hydroxyle. L'éthylène glycol est la plus simple de ces molécules et l'une des plus largement utilisées. Le diéthylène glycol, le triéthylène glycol et le propylène glycol, sont d'autres glycols d'utilisation fréquente. Bien que chimiquement proches, ces différentes substances ont des toxicités très différentes. Il existe une ambiguïté sur la nature chimique du composé suspecté dans les eaux de la Marne. Selon l'enquête menée par l'association, le composé détecté est l'éthylène glycol. Or, ADP indique que les fluides antigel qu'il utilise sur la plateforme aéroportuaire n'en contiennent pas et sont développés sur une base de propylène glycol, moins toxique. L'arrêté préfectoral visant ADP fixe, quant à lui, une concentration limite de 10 mg/L pour l'ensemble des « glycols » dans les rejets d'eaux pluviales de l'aéroport, sans précision sur la nature chimique des composés visés par l'arrêté.

OBJECTIFS

Le signal concerne la détection d'une pollution par un glycol, composé principalement utilisé par les aéroports comme produits antigel, dans les eaux captées par l'usine de potabilisation en aval hydraulique du premier aéroport français. Par le présent avis, la Cire IdF CA vise à évaluer ce signal.

Les objectifs poursuivis sont :

- **Confirmer la présence de glycol dans les eaux captées par l'usine et, le cas échéant, caractériser cette pollution** : la nature chimique du composé sera précisée, ainsi que les concentrations détectées, la technique analytique utilisée et les circonstances de cet événement (dates, localisation du point de mesure...).
- **Rechercher les sources potentielles de cette pollution** : les pratiques d'Aéroport de Paris en matière d'utilisation de fluides antigels seront décrites. L'existence d'autres émetteurs potentiels de glycols sur la zone sera également recherchée ;
- **Evaluer les conséquences sanitaires pour les riverains desservis en eau potable par l'usine d'Annet-sur-Marne** : Après avoir vérifié que la présence de glycol au niveau de l'usine peut conduire à une exposition des usagers, les niveaux d'exposition par ingestion au glycol seront évalués ainsi que les risques sanitaires potentiels pour les usagers.

1. MATERIEL ET METHODE

La méthode mise en œuvre est la suivante :

a) l'étude bibliographique de l'ensemble des documents produits par les diverses parties prenantes.

Tous les documents communiqués par l'ARS-DT77 ont été étudiés :

- le rapport d'activité 2009 fourni par l'exploitant de l'usine VEOLIA [6] ;
- l'arrêté interpréfectoral du 20 novembre 2008, n° 08/DAIDD/E/049 modifiant l'arrêté interpréfectoral n° 97 DAE 2 E 020 du 3 avril 1997 prorogé par l'arrêté n° 07/DAIDD E 052 autorisant Aéroports de Paris à exploiter le réseau d'eaux pluviales de la plateforme aéroportuaire de Paris-Charles de Gaulle [7] ;
- le dossier transmis par l'avocat à l'ARS-DT77 ;
- l'enquête réalisée par l'association en 2011.

L'enquête associative a consisté en une synthèse bibliographique de divers documents, dont le rapport 2009 de l'exploitant et l'arrêté préfectoral 2008 sus-listés. L'association cite également un rapport d'enquête [8] sur le fonctionnement de l'aéroport Paris-CDG lors de l'épisode neigeux des 23 et 24 décembre 2010, réalisé à la demande de la Ministre en charge des Transports, ainsi qu'une interview [9] accordée par le directeur général adjoint d'ADP à ce sujet. Ces deux documents, consultables sur Internet, ont été également étudiés par la Cire IdF CA.

b) la sollicitation directe des organismes et services fournisseurs de données, lorsque des précisions étaient nécessaires

La Cire IdF CA a demandé à ADP des précisions sur les opérateurs et les pratiques de dégivrage mises en place sur Roissy CDG au cours des saisons hivernales depuis 2008, sur le type et les volumes de glycol utilisés et sur les Fiches Sécurité Produits [10,11]. Du fait d'activités de dégivrage indépendantes d'ADP, la compagnie aérienne Air France a également été consultée. La Cire a recherché l'existence de sites pollués référencés par le ministère de l'Environnement (BASOL) sur la commune d'Annet-sur-Marne et sur les 8 communes limitrophes situées tout ou partie dans le rayon de 3 kms autour du barycentre de la commune d'Annet. Le service Contrôle et Sécurité Sanitaire des Milieux de la DT77 a également mobilisé ses partenaires locaux : VEOLIA d'une part, pour préciser les circonstances de la détection de glycol au niveau de l'usine et la méthode analytique employée, l'Unité territoriale-77 de la DRIEE d'autre part, pour recenser dans le rayon de 3 kms autour d'Annet-sur-Marne, les installations classées susceptibles d'utiliser ou de rejeter des glycols dans l'environnement.

c) la mobilisation de l'expertise toxicologique du Centre antipoison et de toxicovigilance de Paris (CAPTV) à diverses étapes de l'analyse.

Compte tenu des possibilités de confusion entre différents glycols par la technique de colorimétrie, les biologistes du CAPTV ont vérifié que la technique analytique employée par VEOLIA était spécifique afin d'écarter toutes possibilités de confusion entre éthylène glycol et propylène glycol. Les médecins toxicologues ont contacté également les industriels fournisseurs pour identifier, à partir des Fiches Sécurité Produits, la composition des fluides dégivrants utilisés sur Roissy CDG. Enfin, le CAPTV a établi une synthèse sur le profil toxicologique de la substance, à partir des principales bases toxicologiques de références : ATSDR [12], US EPA [13], Santé Canada [14], CIRC-IARC [15].

d) l'évaluation des expositions et des risques sanitaires associés pour les populations consommant l'eau distribuée par l'usine d'Annet sur Marne

La Cire IdF CA a estimé les expositions des adultes et des nourrissons qui auraient consommé de l'eau présentant des traces de glycol. Les variables humaines d'exposition prises en compte sont celles de l'OMS [16] et, pour les nourrissons, celles plus récentes de US EPA [17]. Les risques sanitaires ont ensuite été calculés selon la démarche standardisée d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires. Les résultats ont ensuite été discutés avec les médecins toxicologues du CAPTV.

2. RESULTATS

3.1- Caractérisation de la pollution au glycol détectée dans les eaux captées par l'usine de potabilisation

L'usine d'Annet-sur-Marne est une usine de production d'eau potable d'une capacité de 130 000 m³/jour. L'eau captée en différents points de puisage dans la Marne subit un traitement complexe associant des opérations de filtration, décantation, ozonation et traitement chimique. Le suivi de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux est une obligation réglementaire. Ce suivi est effectué régulièrement en différents points de la filière de traitement : au niveau des points de captage (eaux brutes), dans l'unité de production, puis dans le réseau d'eau distribuée aux consommateurs. Aux contrôles imposés par la réglementation, peuvent s'ajouter des contrôles supplémentaires réalisés à l'initiative de l'exploitant, portant sur d'autres paramètres ou sur des contrôles plus fréquents des paramètres réglementaires.

Le rapport d'activité annuel [1] produit en 2009 par VEOLIA montre, pour l'usine d'Annet-sur-Marne, un taux de conformité excellent sur les eaux brutes (100 %) ainsi que sur l'eau distribuée en sortie d'usine (99,95%), tant pour le contrôle réglementaire que pour l'autocontrôle. Cependant, ce rapport indique la détection d'éthylène glycol (n° CAS : 107-21-1), au niveau de l'exhaure de l'usine, c'est-à-dire dans les eaux brutes captées dans la Marne et avant filière de traitement. L'analyse des échantillons a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse par ionisation de flamme en injection directe de l'eau, technique analytique spécifique pour laquelle le risque de confusion avec d'autres types de glycols est estimé comme négligeable par le CAPTV. Selon ce rapport, les concentrations d'éthylène glycol détectées en 2009 dans 16 prélèvements d'eaux brutes s'échelonnent de 0 à 0,7 mg/L, avec une « concentration moyenne » estimée à 0,075 mg/L.

Cependant, à la lecture de la base de données des mesures communiquée par l'exploitant, un seul des 16 prélèvements se révèle positif sur la saison hivernale 2008/2009. Le prélèvement positif date du 19 mars 2009 et la concentration d'éthylène glycol détectée est de 0,7 mg/L. Le prélèvement qui le précède (17 mars 2009) et celui qui le suit (24 mars 2009) sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire (< 0,5 mg/L), comme les 13 autres prélèvements effectués chaque semaine entre février et avril 2009. La pollution détectée reste modeste, légèrement supérieure à la limite de quantification du laboratoire, et limitée à une durée maximale de 7 jours. Le calcul d'une « concentration moyenne d'éthylène glycol » pour l'ensemble de la saison hivernale n'est donc pas justifié sur le plan statistique.

Lors de cette saison hivernale 2008-2009, le paramètre Ethylène glycol n'a pas été mesuré dans les eaux distribuées dans le réseau d'eau potable.

Ce composé ne faisant pas partie du programme de surveillance des eaux imposé réglementairement, la recherche d'éthylène glycol a donc été faite à l'initiative de l'exploitant. La préfecture indique que les contrôles de 2009 ont été mis en place par VEOLIA lors d'une phase de rejets importants d'eaux de ruissellement provenant de l'aéroport Roissy CDG et faisant l'objet d'une dérogation accordée par la préfecture.

En janvier 2011, une deuxième campagne de mesure d'éthylène glycol a été réalisée par VEOLIA sur quatre prélèvements d'eaux brutes : les concentrations se sont toutes révélées inférieures à la limite de quantification du laboratoire (< 0,5 mg/L). Il est possible que cette campagne ait été motivée par l'épisode neigeux qui, les 24 et 25 décembre 2010, avait entraîné une consommation de tous les stocks des produits dégivrants-antigivrants sur Roissy CDG [8] [9].

3.2- Sources industrielles et autres sources d'éthylène glycol dans l'environnement

L'éthylène glycol est utilisé dans une large variété d'applications industrielle du fait de ses propriétés chimiques et physiques : ATSDR [12] estime qu'aux USA, approximativement 35% de l'éthylène glycol est utilisé pour fabriquer des résines à base de PET (polyester polyéthylène terephthalate PET), 26% pour fabriquer des produits antigel, 24% pour la fabrication de fibres polyester et 8% pour la fabrication de revêtements, résines, agents chimiques intermédiaires et autres applications industrielles. Santé Canada [14] estime qu'au Canada, 66% de l'éthylène glycol sont utilisés pour les antigels des moteurs des véhicules automobiles et pour le dégivrage des avions.

Certaines de ces activités sont reconnues pour rejeter de l'éthylène glycol dans l'environnement. Selon l'ATSDR [12] et Santé Canada [14], les opérations de dégivrage et d'anti-givrage des avions ainsi que les industries fabriquant ou utilisant ce composé sont les deux sources prépondérantes de rejets d'éthylène glycol dans l'environnement.

Durant l'application de produits dégivrants sur un avion, la fraction de glycols s'écoulant sur les pistes est estimée comprise entre 49 et 80% par l'ATSDR, et de 50% environ par Santé-Canada, le reste étant immédiatement dispersé dans l'air ou retenu sur l'avion. En saison hivernale, les eaux pluviales et les neiges fondues captées sur les aéroports peuvent donc contenir des quantités élevées d'éthylène glycol et entraîner une pollution plus ou moins importante des milieux récepteurs. Sur l'aéroport international de Toronto, des prélèvements d'eaux pluviales ont ainsi mis en évidence, avant traitement, des concentrations d'éthylène glycol de 75 à 3 100 mg/L, tandis que des concentrations de l'ordre de 70 mg/L étaient détectées dans la rivière recevant ces eaux pluviales. Sur l'aéroport de Denver, Colorado, des concentrations de 0 à 5 050 mg/l d'éthylène glycol ont été détectées dans eaux pluviales. Sur les aéroports Winnipeg International Airport et St. John's International Airport (Canada), des concentrations d'éthylène glycol comprises entre 0 et quelques centaines de mg/L ont été détectées dans des ruisseaux s'écoulant au travers de la plateforme aéroportuaire [12].

Pour le secteur industriel, des rejets dans l'atmosphère peuvent également résulter de la production de l'éthylène glycol, du traitement du gaz naturel et de la fabrication des peintures et revêtements [14]. Des rejets d'éthylène glycol dans les eaux de surface ont été attribués à des industries de production de papier (l'éthylène glycol sert surtout de liquide de refroidissement dans les échangeurs de chaleurs) et de la production d'acier primaire (industries sidérurgiques). Concernant les rejets dans les sols, Santé Canada a estimé en 2005 que le trafic aérien et les activités de soutien au transport aérien ont été à l'origine de 95 % des rejets non traités dans le sol, les autres sources notables étant les mines de diamants et la fabrication du ciment. Enfin, l'extraction du gaz naturel peut être à l'origine d'injection directe d'éthylène glycol en milieu souterrain.

L'utilisation d'antigel pour les véhicules automobiles constitue également une source de libération d'éthylène glycol dans l'environnement ; cependant les quantités utilisées et les rejets d'éthylène glycol de cette origine sont mal caractérisés. Santé Canada estime que 40 % de l'antigel utilisé pour les automobiles dans le monde serait éliminé de façon inappropriée, en particulier dans le réseau collecte des eaux pluviales [14].

Dans une moindre mesure, des rejets d'éthylène glycol dans l'environnement peuvent provenir également du cycle de vie des fluides caloporteurs appliqués au chauffage, à la ventilation et à la climatisation domestiques et professionnels [14]. En France, certaines technologies de géothermie (dites pompes à chaleur eau glycolée/eau) utilisent de l'eau additionnée d'antigel, à base d'éthylène glycol ou propylène glycol [18]. L'eau glycolée y est utilisée comme fluide circulant dans le champ des capteurs enterrés dans le sol. Ces capteurs fonctionnent en circuit fermé et étanche. Cependant, il existe un risque théorique de pollution des sols par du glycol en cas de fuite du champ captant. Selon l'Ademe, le marché des pompes à chaleur se développe, en particulier dans les bassins sédimentaires comme l'Île-de-France.

3.2.1- La plateforme aéroportuaire Roissy Charles De Gaulle

Comme dans tout aéroport, les glycols aéronautiques utilisés sur la plateforme Roissy CDG assurent deux fonctions [8] :

- le dégivrage des avions, procédure *curative* qui permet de décontaminer l'avion de toute trace de neige, glace ou givre : cette opération nécessite des glycols de « type I », qui représentent environ les trois quarts des volumes totaux de glycols utilisés ;
- l'antigivrage des avions, opération *préventive* qui permet d'assurer pendant un certain temps une protection de l'avion contre le gel et la neige : cette opération nécessite des glycols épaissis de « type II » ou « type IV ».

Sur Roissy CDG, le dégivrage et l'antigivrage des avions sont assurés majoritairement par ADP, ainsi que par la compagnie Air France qui assure en partie l'antigivrage de ses propres avions [8].

Les consommations respectives de glycols par ADP et Air France pour chaque saison hivernale depuis 2008, ainsi que le nom des produits commerciaux utilisés, sont synthétisées dans les tableaux 1 et 2. Ces informations ont été communiquées à la Cire IdF CA par le responsable de l'activité environnement ADP sur Roissy CDG, ainsi que par le coordinateur Froid Air France. Elles sont conformes avec les informations produites dans le rapport d'enquête [8] établi en 2011 par le Conseil général de l'environnement et du développement durable à la demande de la Ministre en charge des Transports.

Tableau 1 : Consommation de glycols, par saison hivernale (Litres), sur Roissy CDG

HIVER	Consommation ADP		Consommation Air France
	Glycol type I (en L)	Glycol type II (en L)	Glycol type IV (en L)
Hiver 2008/2009	1 474 219	157 778	517 000
Hiver 2009/2010	1 794 357	157 936	510 600
Hiver 2010/2011	2 484 156	283 522	413 300
Hiver 2011/2012	545 396	10 278	285 000

Tableau 2 : noms commerciaux des produits antigel utilisés sur Roissy CDC

HIVER	Produits utilisés par ADP		produits utilisés par Air France
	Glycol type I	Glycol type II	Glycol type IV
Hiver 2008/2009	Safewing MPI 1938 ECO (Sté CLARIANT)	Safewing PMII Flight (Sté Clariant)	AD 480 (société ABAX)
Hiver 2009/2010	Safewing MPI 1938 ECO (Sté CLARIANT)	Safewing PMII Flight (Sté Clariant)	AD 480 (société ABAX)
Hiver 2010/2011	Safewing MPI 1938 ECO (Sté CLARIANT)	Safewing PMII Flight (Sté Clariant)	AD 049 (société ABAX)
Hiver 2011/2012	Safewing MPI 1938 ECO (Sté CLARIANT)	Safewing PMII Flight (Sté Clariant)	AD 049 (société ABAX)

Les glycols aéronautiques en général sont développés soit sur une base de (mono)éthylène glycol, soit sur une base de (mono)propylène glycol [8] [9].

Pour les produits CLARIANT utilisés par ADP, comme pour les produits ABAX utilisés par Air France, l'examen des Fiches Sécurité Produits [10][11] fournies par les industriels montre qu'il s'agit exclusivement de solutions aqueuses de (mono)propylène glycol (n° CAS : 57-55-6). Le Centre Antipoison et de Toxicovigilance de Paris a pris contact auprès des industriels et confirme l'absence d'éthylène glycol dans ces produits. Des attestations produites par CLARIANT [20] et ABAX [21] en Août 2012 viennent corroborer ces informations.

3.2.2- Autres sources de rejets d'éthylène glycol dans l'environnement

La recherche d'installations classées et de sites pollués a été effectuée sur la commune d'Annet-sur-Marne et sur les 8 communes limitrophes situées tout ou partie dans le rayon de 3 kms autour: Précy sur Marne, Fresnes sur Marne, Claye Souilly, Jabelines, Carnetin, Dampmart, Thorigny sur Marne et Villevaudé. Parmi celles-ci les communes de Précy sur Marne, de Fresnes sur Marne et de Jablines sont localisées sur la Marne en amont hydraulique de l'usine d'Annet.

Sur cette zone, l'unité territoriale de la DRIEE en Seine-et-Marne recense 47 activités relevant du régime ICPE, dont 15 sont soumises au régime d'autorisation. Aucune de ces installations ne déclarent utiliser ou rejeter des glycols dans l'environnement et aucune d'entre elles ne rentre dans les catégories d'activités connues pour utiliser ou rejeter ces glycols.

Sur la commune de Claye Souilly, deux sites pollués ont également été recensés. Ces sites ont été à l'origine d'une pollution de la nappe souterraine aux hydrocarbures et au trichloroéthylène, et non à l'éthylène glycol. Les activités à l'origine de ces pollutions concernaient le travail mécanique des métaux d'une part, et l'usinage de pièces métalliques d'autre part. Ces sites sont à présent dépollués.

Par ailleurs, le puits de géothermie le plus proche est situé à distance de l'usine d'Annet-sur-Marne, sur la commune de Chelles.

En conclusion, aucune source industrielle connue pour utiliser ou rejeter de l'éthylène glycol dans l'environnement n'est recensée sur le secteur par les services des installations classées.

Il n'est pas exclu que d'autres activités non classées soient à l'origine de rejets ponctuels ou sauvages d'éthylène glycol dans la Marne en amont de l'usine d'Annet-sur-Marne. La recherche des installations qui disposeraient d'autorisation de rejets d'effluents liquides (eaux traitées ou eaux pluviales) dans la Marne ou ses affluents en amont des prises d'eau de l'usine d'Annet nécessiterait une enquête approfondie.

3.3 Evaluation des expositions et des risques sanitaires pour les usagers

3.3.1- Devenir de l'éthylène glycol dans la Marne puis dans l'usine

Dans les eaux de surface, l'éthylène glycol est majoritairement biodégradé, tant en milieu aérobie qu'en milieu anaérobie [12] [14]. Cette biodégradation est rapide, avec une demi-vie estimée de 2 à 12 jours (par Santé Canada) et de 1 jour à quelques semaines (par ATSDR). On ne s'attend pas à la formation de produits de dégradation de l'éthylène glycol dans les eaux de surface. Il n'y a pas de risque de bioaccumulation.

Dans la filière de traitement de l'usine d'Annet-sur-Marne, les eaux captées subissent un traitement par ozonation. Or l'ozone (O₃) dégrade assez efficacement l'éthylène glycol en CO₂, H₂O, et O₂. Cette dégradation atteindrait des rendements de l'ordre de 70% à 80% en conditions expérimentales [21] mais dépend vraisemblablement des conditions d'application du traitement. Des produits d'oxydation potentiellement

toxiques, tels que le glycolaldéhyde, le glyoxal, l'acide glyoxylique, l'acide oxalique, et le formaldéhyde peuvent se former en faibles quantités.

Ainsi le traitement par ozonation, mis en place dans l'usine de potabilisation, est en mesure de dégrader la majeure partie d'éthylène glycol qui serait présente inopinément dans les eaux brutes.

3.3.2- Evaluation des expositions

Les populations desservies par l'usine d'eau potable d'Annet sur Marne ont pu être brièvement exposées à de l'éthylène glycol, via la consommation d'eau du robinet.

La dose journalière d'exposition (DJE) à l'éthylène glycol par ingestion a donc été estimée selon la formule suivante :

$$\text{Equation 1 : } \text{DJE [mg / (kgPC.j)]} = \text{C x Q / PC}$$

Avec : PC: Poids corporel (kg PC)
 Q : Consommation quotidienne d'eau potable (L/j)
 C : Concentration d'éthylène glycol dans l'eau consommée (mg/L)

Selon une approche maximaliste, on a considéré que :

- la concentration d'éthylène glycol dans l'eau distribuée était égale à la concentration détectée dans les eaux brutes (*non prise en compte de l'abattement liée à l'ozonation*)
- pour les adultes, la consommation quotidienne d'eau du robinet (chauffée et non chauffée) a été estimée à 2L/j selon les données de l'OMS, alors qu'une enquête française réalisée par l'InVS en 2003 établit que la consommation quotidienne moyenne réelle pour les adultes français est de 0,5 L/j [22] ;
- pour les nourrissons de 1 à 3 mois, toute l'eau consommée viendrait du robinet (*non prise en compte d'une consommation d'eau embouteillée, y compris pour les biberons*)
- pour ces nourrissons, la consommation quotidienne d'eau potable serait égale au 95^e percentile de la distribution des apports hydriques en population américaine (1,053 L/j) et non à la consommation moyenne (0,552 L/j).

Les paramètres de calcul et les DJE calculées sont présentés en tableau 3 page suivante.

On note que, quel que soient les variables d'exposition prises en compte, les DJE calculées pour les nourrissons sont supérieures à celle des adultes. Les nourrissons constituent donc la population potentiellement la plus exposée, du fait de l'importance de leurs consommations hydriques au regard de leur faible poids corporel.

Variables			Référence	DJE (mg/(kgPC.j))
Adulte	Poids corporel (kg)	60	OMS Guidelines for Drinking-water Quality (1998)	0,023
	Quantité d'eau consommée (L/j)	2	OMS Guidelines for Drinking-water Quality (1998)	
	Concentration EG dans l'eau (mg/L)	0,7	résultat mesure 19 mars 2009	
Nourrissons (1 à 3 mois)	Poids corporel (kg)	5	OMS Guidelines for Drinking-water Quality (1998)	0,105
	Quantité d'eau consommée (L/j)	0,75	OMS Guidelines for Drinking-water Quality (1998)	
	Concentration EG dans l'eau (mg/L)	0,7	résultat mesure 19 mars 2009	
	Poids corporel (kg)	5,9	US EPA_mean_body weight 1-3 months (2009)	0,125
	Quantité d'eau consommée (L/j)	1,053	US EPA_P95 ingestion drinking water 1-3 months (2009)	
	Concentration EG dans l'eau (mg/L)	0,7	résultat mesure 19 mars 2009	

Tableau 3 : paramètres pris en compte pour le calcul des expositions

3.3.3. Evaluation des risques sanitaires

L'exposition des usagers à l'éthylène glycol a été limitée à 7 jours au plus. Sur le plan toxicologique il s'agit d'une exposition de courte durée, relevant des « expositions aiguës » (1 à 14 jours au plus).

Les effets d'une exposition aiguë de l'éthylène glycol sur l'homme ont été décrits à partir de cas d'ingestion volontaire ou accidentelle d'antigel, correspondant à de fortes doses d'exposition. Les symptômes se manifestent alors par des troubles digestifs (nausées, vomissements, douleurs abdominales), une dépression du système nerveux central, des effets cardio-pulmonaires et rénaux. L'ATSDR estime que des doses d'exposition de 1400 mg/kgPC à 1 600 mg/kgPC peuvent être létales pour l'homme. Il n'existe pas d'étude épidémiologique portant sur les effets sanitaires par ingestion de faibles doses d'éthylène glycol. Les études toxicologiques sur animaux montrent une toxicité par ingestion sur le rein et le développement fœtal.

Les risques sanitaires liés aux effets à seuil de l'éthylène glycol par ingestion ont été calculés selon la formule suivante :

Equation 2 : $IR = DJE / VTR$

Avec
 IR : indice de risque (sans unité)
 Si $IR < 1$: il n'y a pas de risque sanitaire lié à la toxicité du composé
 Si $IR > 1$, on ne peut exclure la survenue d'effets sanitaires liés à la toxicité du composé

DJE : dose journalière d'exposition (mg/(kg.j))

VTR : valeur toxicologique de référence pour la voie orale et exposition aiguë (mg/(kg.j))

Pour les expositions aiguës (1-14 jours), il existe une seule Valeur Toxicologique de Référence produite par l'ATSDR [12] égale à 0,8 mg/(kg.j). Le lecteur est invité à consulter la synthèse toxicologique produite par le CAPTV en [annexe 1](#) pour plus d'informations.

Les risques sanitaires calculés pour les adultes et les nourrissons sont présentés dans le tableau 4.

	DJE (mg/kgPC.j)	VTR (mg/kg.j)	Indice de risque (effet à seuil-ingestion)
Adulte	0,023	0,8	0,029
Nourrissons (1 à 3 mois)	<i>(hypothèses OMS)</i> 0,105	0,8	0,131
	<i>(hypothèses US EPA)</i> 0,125	0,8	0,156

Tableau 4 : synthèse des indices de risques calculés pour les adultes et les nourrissons

On constate que, quel que soit le scénario, les indices de risque sont largement inférieurs à 1. Par conséquent, l'exposition à l'éthylène glycol présent dans l'eau distribuée n'a pas pu entraîner d'effets néfastes sur la santé, y compris pour la population plus sensible des nourrissons et avec des hypothèses de calcul maximalistes.

Ces résultats sont cohérents avec les recommandations des instances internationales. En effet :

- US EPA [14] considère³ qu'il n'existe pas de risque pour la santé des nourrissons si la concentration d'éthylène glycol dans l'eau consommée est inférieure à 20 mg/l sur un jour, ou inférieure à 6 mg/l sur 10 jours.
- Santé Canada [12] indique, à l'attention du public, qu'on ne s'attend pas à des effets sérieux sur la santé en cas d'ingestion accidentelle de petites quantités d'éthylène glycol, par exemple en « mettant à la bouche des doigts mouillés par de l'antigel ».

Par ailleurs, concernant les effets cancérogènes (effets sans seuil) : expérimentalement, l'administration répétée d'éthylène glycol n'a pas induit d'effet cancérogène chez le rat et la souris. Il n'y a pas d'étude épidémiologique publiée de la cancérogénicité de l'éthylène glycol. [12] [13] [16].

1- Conclusions et recommandations

- ⇒ Pendant la saison hivernale 2008/2009, la présence de traces d'éthylène glycol est confirmée sur un échantillon d'eaux brutes captées par l'usine, avant traitement de potabilisation. La campagne de mesure a été motivée par une phase de rejets importants d'eaux pluviales provenant de l'aéroport. Cette pollution est restée très modérée (*concentration très proche de la limite de quantification du laboratoire*) et limitée à une durée de 7 jours au plus.
- ⇒ Les aéroports sont identifiés comme des consommateurs importants de glycols pour le dégivrage des avions, particulièrement en hiver. La présence du plus grand aéroport français en amont hydraulique de l'usine nécessitait donc une attention particulière. Cependant, après investigation auprès d'ADP, Air France et des industriels fournisseurs, il s'avère que les glycols utilisés depuis 2008 sur la plateforme aéroportuaire Roissy CDG ne peuvent être la source de contamination car ils ne contiennent pas d'éthylène glycol. Dans un rayon de 3kms autour d'Annet-sur-Marne, il n'existe

³ Sur la base d'une VTR de 2 mg/kg.j

aucune industrie connue pour utiliser ou rejeter de l'éthylène glycol dans l'environnement. L'éthylène glycol détecté dans la Marne peut provenir d'un autre contributeur (installation classée ou non) disposant de points de rejets liquides (eaux pluviales, eaux traitées) en amont de l'usine, ou d'un rejet « sauvage », mais la recherche de ces contributeurs serait difficile et chronophage.

- ⇒ L'exposition à l'éthylène glycol par ingestion d'eau potable distribuée par l'usine a été évaluée pour deux cibles : les adultes et les nourrissons. La population la plus exposée, en situation de pollution hydrique, est celle des nourrissons, compte tenu de l'importance de leur consommation hydrique quotidienne au regard de leur faible poids corporel. Dans le scénario envisagé, les hypothèses de calcul ont été volontairement majorantes. En particulier il a été considéré que tout l'éthylène glycol détecté dans les eaux brutes (avant traitement) serait passé dans l'eau distribuée en sortie d'usine, alors qu'on s'attend à un abattement conséquent de l'éthylène glycol par le traitement par ozonation mis en place dans l'usine. Il a également été fait l'hypothèse que les biberons des nourrissons ont été préparés exclusivement avec l'eau du robinet.
- ⇒ Les risques sanitaires liés à la toxicité systémique (effets à seuil) de l'éthylène glycol par voie orale ont été calculés, en confrontant les doses d'exposition à la Valeur Toxicologique de Référence produite par l'ATSDR pour les expositions de courte durée (1-14 jours). Ces calculs montrent des indices de risque largement inférieurs à 1, tant pour les adultes que pour les nourrissons. Autrement dit, les doses d'éthylène glycol ingérées sont largement inférieures aux doses à partir desquelles on peut craindre l'apparition d'effets sur la santé, et ce pour les adultes comme pour les nourrissons.

En conclusion, au regard 1/ du niveau et de la durée de la pollution 2/ de l'abattement du taux d'éthylène glycol attendu grâce au traitement par ozonation et 3/ de la toxicité de l'éthylène glycol pour des expositions de courte durée, **il est extrêmement improbable que l'exposition ponctuelle à l'éthylène glycol détecté dans un échantillon d'eaux brutes en mars 2009 dans l'usine de potabilisation d'Annet-sur-Marne ait eu des conséquences néfastes sur la santé des abonnés, y compris pour la population plus sensible des nourrissons et avec des hypothèses de calcul maximalistes.**

La plateforme aéroportuaire de Roissy CDG n'apparaît pas être à l'origine de la pollution ponctuelle détectée en 2009. Cependant, la proximité de cet aéroport avec l'usine, et les volumes de glycols utilisés chaque saison hivernale, appellent une vigilance particulière. Le protocole d'accord signé en Août 2012 entre ADP et l'exploitant de l'usine, en complément de l'arrêté préfectoral, participe à renforcer cette vigilance : cet accord prévoit en effet pour chaque saison hivernale une campagne de mesure hebdomadaire des glycols dans les eaux brutes et dans l'eau distribuée par l'usine, ainsi qu'une procédure d'alerte réactive en cas de dépassement des valeurs limites fixées par l'arrêté préfectoral.

Cependant, l'inquiétude des acteurs locaux ayant pris source dans l'ambiguïté sur la nature des « glycols » utilisés sur l'aéroport, la Cire IdF CA recommande que les prochaines campagnes de mesures réalisées tant au niveau des rejets d'eaux pluviales d'ADP que de l'usine de potabilisation distinguent systématiquement l'éthylène glycol (N°CAS : 107-21-1), le diéthylène glycol (N° CAS : 111-46-6) et le propylène glycol (n° CAS : 57-55-6).

Dans un souci de transparence, la Cire IdF CA recommande enfin que le présent avis soit transmis à l'ensemble des acteurs locaux à l'origine du signal et fournisseurs de données ayant participé à cette investigation : préfecture 77, DRIEE-UT77, ADP, Air France, association AVRVM et son avocat, Communautés d'agglomération (SAN et Brie Francilienne) ainsi que VEOLIA Eau.

Bibliographie

Documents relatifs au signal

- [1] Courrier du SAN Val Maubuée au directeur de la délégation territoriale de l'ARS en Seine-et-Marne, daté du 2 mars 2011.
- [2] Lettre de la directrice générale de l'InVS au directeur régional de la santé en Ile-de-France. Courrier DG 2012-305 – DCAR 2012-E102 datée du 10 Août 2012
- [3] Rapport d'enquête produit par l'association ARVRM et adressé au SAN du Val Maubuée par courrier ne date du 8 février 2011. Courrier GLYCOL SFDE ADP. 7 pages.
- [4] Courriers de Maître BREEN à l'attention du directeur général de l'ARS Ile de France en date du 6 Aout 2012 (2 pages), et du préfet de Seine-et-Marne en date du 6 Août 2012 (53 pages).
- [5] Courrier de la Brie Francilienne au préfet de Seine-et-Marne, 26 janvier 2011. Référence SF/AB/FA

Documents relatifs à la détection d'éthylène glycol

- [6] Rapport d'activité du délégataire 2009. Service de l'eau potable. VEOLIA eau. 71 pages.

Documents relatifs aux sources d'éthylène glycol dans l'environnement

- [7] Arrêté interpréfectoral du 20 novembre 2008, n° 08/DAIDD/E/049 modifiant l'arrêté interpréfectoral n° 97 DAE 2 E 020 du 3 avril 1997 prorogé par l'arrêté n° 07/DAIDD E 052 autorisant Aéroports de Paris à exploiter le réseau d'eaux pluviales de la plateforme aéroportuaire de Paris-Charles de Gaulle
- [8] Fonctionnement de l'aéroport Paris Charles de Gaulle lors de l'épisode neigeux des 23 et 24 décembre 2010. Rapport n°-007552-01 du Conseil général de l'Environnement et du développement durable. 59 p. Janvier 2011. Consultable sur : <http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/>
- [9] Interview de M. Bernard Cathelain, directeur général adjoint d'Aéroports de Paris (ADP). Article 20minutes.fr du 24 décembre 2010. Consultable sur : <http://www.20minutes.fr/societe/643765-societepourquoi-comment-quoi-degivrer-avions>
- [10] Fiche Sécurité Produit «Safewing PMI 1938 ECO » et « Safewing PMII Flight » de la société CLARIANT
- [11] Fiches Sécurité Produit «AD 480 » et « AD 049 » de la société ABAX
- [18] Séminaire Pompes à chaleur géothermiques. GROUND MED -CETIAT 9 novembre 2010. Consultable sur <http://www.groundmed.eu/>
- [19] Les pompes à chaleur électriques pour l'habitat individuel. Fiche Technique de l'Ademe – juin 2012. Consultable sur : <http://www2.ademe.fr/>
- [20] Attestation fournie par Clariant à ADP concernant les fluides « Safewing PMI 1938 ECO » et « Safewing PMII Flight »- Août 2012
- [21] Attestation fournie par Abax à Air France concernant les fluides «AD 480 » et « AD 049 ». Août 2012

Document relatifs à l'éthylène glycol : toxicité et comportement dans l'environnement

[12] Toxicological Profile for Ethylene Glycol. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) November 2010. 305 pages. Consultable sur : <http://www.atsdr.cdc.gov>

[13] Integrated Risk Information System (IRIS) summary for Ethylene glycol. US Environmental Protection Agency (US EPA). Consultable sur : <http://www.epa.gov>

[14] Liste des substances d'intérêt prioritaire. Etat de la science Ethylène glycol. Environnement Canada Santé Canada. Décembre 2000. 134 pages. Consultable sur <http://www.hc-sc.gc.ca/>

[15] : Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. International Agency for Research on Cancer (IARC). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. International Agency for Research on Cancer. Consultable sur sur : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>

[16] Addendum Guidelines for Drinking-water Quality Second edition. Addendum to Volume 1: Recommendations. Organisation Mondiale de la Santé. 1998, 36 pages. Consultable sur www.who.int

[17] Highlights of the Child-Specific Exposure Factors Handbook. US Environmental protection Agency. August 2009. 39 pages. Consultable sur <http://www.epa.gov>

[22] : Takahashi N, Katsuki O. Decomposition of ethylene glycol by the combined use of ozone oxidation and electrolytic methods. Ozone Sci Engin 1990; 12: 115-131.

[22] Beaudeau P, Zeghnoun A, Ledrans M, Volatier JL. Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine : résultats tirés de l'enquête alimentaire INCA1. Environnement, Risques & Santé. Volume 2, Numéro 3, 147-58, Mai 2003

Annexe 1

Synthèse toxicologique concernant l'éthylène glycol (N° CAS 107-21-1)

Source : Centre Antipoison et de Toxicovigilance de Paris

Concernant les effets à seuil d'une exposition aiguë (de 1 à 14 jours) à l'éthylène glycol par voie orale, il existe une VTR proposée par l'ATSDR.

- l'ATSDR [12] a proposé en 2010 une Minimal Risk Level (MRL) de 0,8 mg/(kgPC.j), issue d'une étude des effets sur le développement fœtal chez la souris, publiée en 1995. L'effet critique était l'altération du développement fœtal. La benchmark dose (BMD) 10% était de 113,84 mg/kg/j et la limite supérieure de son intervalle de confiance de 75,59 mg/kg/j. C'est de cette dernière valeur qu'a été déduite la MRL, en appliquant un facteur d'incertitude de 100 (10 pour la variabilité interspèce et 10 pour la variabilité interindividuelle).

ATSDR considère que cette MRL, établie pour les expositions aiguës (moins de 14 jours), protège également contre l'apparition d'effets liés à une exposition subaiguë (14 jours – 1 an) .

Concernant les effets à seuil d'une exposition de moyenne durée (15 jours à un an) ou de longue durée (supérieure à 1 an) à l'éthylène glycol par voie orale, il existe trois valeurs toxicologiques de référence :

- l'ATSDR [12] a proposé en 2010 une Minimal Risk Level (MRL) de 0,8 mg/(kgPC.j) applicable aux expositions supérieures à 14 jours (de 15 jours à un an et supérieures à 1 an). Les études sources sont des études de toxicité subchronique (16 semaines) et chronique (12 mois) chez le rat, publiées en 2004 et 2008. L'effet critique était une néphropathie tubulaire. La NOAEL était de 150 mg/kg/j, dans les deux études. L'application d'un facteur d'incertitude de 100 (10 pour la variabilité interspèce et 10 pour la variabilité interindividuelle) conduisait à une MRL de 1,5 mg/kg/j. Cependant cette valeur étant supérieure à la MRL pour l'exposition aiguë (0,8 mg/kg/j), ce qui est contraire aux principes de l'ATSDR, une MRL de 0,8 mg/(kg.j) a donc également été retenue pour les expositions de moyenne durée (15 jours à un an) et de longue durée (supérieure à un an),.
- l'US-EPA [13] propose une Reference Dose (RfD) de 2 mg/(kgPC.j). Elle découle d'une étude de 1986 conduite chez le rat. L'effet critique survenant à la plus faible dose était une stéatose hépatique. La NOAEL était de 200 mg/kg/j. La RfD résulte de l'application d'un facteur d'incertitude de 100 à la NOAEL (10 pour la variabilité interspèce et 10 pour la variabilité interindividuelle).
- Santé-Canada [14] a proposé, en 2000, une valeur toxicologique de référence plus basse : 0,05 mg/(kgPC.j). Elle est issue d'une étude conduite chez le rat en 1976. La durée de l'exposition était de 16 semaines. L'effet critique était une atteinte tubulaire rénale. La limite supérieure de l'intervalle de confiance de la BMD 5 % était de 49 mg/kg/j. La VTR a été obtenue en appliquant un facteur d'incertitude de 1000 (10 pour la variabilité interspèces, 10 pour la variabilité interindividuelle et 10 pour pouvoir extrapoler à une exposition vie entière les résultats d'une étude de 16 semaines). Une étude de plus longue durée (12 mois), dans la même espèce, a été publiée ultérieurement ; c'est celle qui a été employée par l'ATSDR pour fixer les MRL correspondant à des expositions de moyenne et de longue durée ; elle montre que le facteur d'incertitude supplémentaire utilisé par Santé-Canada pour extrapoler d'une exposition subchronique à une exposition vie entière n'était pas justifié.

Concernant les effets sans seuil par voie orale : expérimentalement, l'administration répétée d'éthylène glycol n'a pas induit d'effet cancérigène, chez le rat et la souris. Il n'y a pas d'étude épidémiologique publiée de la cancérigénicité de l'éthylène glycol.