

DOSSIER ENVIRONNEMENT ET POLLUTION

## *RAPPORT D'AUDIT FINAL*

*Ancienne usine à Gaz  
Rue de l'usine à Gaz  
45 GIEN*

Pour

GDF

Par

OBJECTIF K  
11, Rue des Granges Galand  
BP 121  
37552 SAINT-AVERTIN Cedex

# RAPPORT D'ETUDE

## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	3
1 - RAPPEL DES DONNEES DE L'ETUDE PRELIMINAIRE ET DE LA PHASE D'INVESTIGATIONS LEGERES .....	4
1.1. Etude historique.....	4
1.2. Etude documentaire .....	9
1.3. Etat de qualité des terrains superficiels.....	13
2. INVESTIGATIONS APPROFONDIES.....	14
2. 1. But des investigations approfondies.....	14
2.2. Investigations menées par OBJECTIF K .....	15
3 - RESULTATS .....	24
3.1. Géologie.....	24
3.2. Hydrogéologie .....	25
3.3. Etat de qualité du site .....	25
4 - INTERPRETATIONS .....	34
4.1. Pour les sols.....	34
4.2. Pour la nappe .....	36
4.3. Approche des risques.....	37
5 - RECOMMANDATIONS .....	39
5.1. Dans la situation actuelle .....	39
5.2. En cas de réutilisation du site .....	40
CONCLUSIONS.....	41

## ANNEXES

## INTRODUCTION

Suite à la fermeture du site de l'usine à gaz de la ville de Gien et pour répondre à la demande de la société GDF concessionnaire, et de la DRIRE territorialement compétente, un diagnostic environnemental a été réalisé sur le site de l'ancienne usine à gaz située "Rue de l'usine à gaz" à Gien (Loiret). Cette étude avait pour objectif de définir sur l'ensemble du site l'état de qualité du sol et du sous-sol en relation avec le secteur d'activité de l'entreprise (fabrique de gaz de houille), avant son affectation pour un autre usage.

La méthodologie adoptée a consisté en la réalisation de trois phases d'approches, destinées à cerner du mieux possible les exigences auxquelles doit satisfaire le diagnostic.

La première phase, avait pour objet de préciser, à partir d'une recherche historique des différentes activités et événements intervenus sur le site, la nature des polluants susceptibles d'y avoir été produits ou utilisés tout au long des différentes phases d'exploitation. Elle devait également permettre de délimiter les zones où se déroulaient ces différentes activités.

La deuxième phase consistait, à partir d'une recherche documentaire des données géologiques et hydrogéologiques disponibles, à évaluer l'impact potentiel des activités menées sur le site sur son proche environnement.

La troisième phase enfin, correspondant au diagnostic de site proprement dit, visait, à partir des investigations de terrain, d'une part à confirmer et à compléter les informations recueillies au cours des phases précédentes, et d'autre part, à définir l'état de qualité des sols et des eaux au droit du site. Cette dernière phase a été scindée en deux étapes : la première, d'investigations légères, pour la caractérisation des zones sensibles et la deuxième, d'investigations approfondies, pour l'approche de l'extension spatiale des points de pollution éventuels et la détermination de la qualité des eaux souterraines.

Le présent rapport rappelle les conclusions de l'étude préliminaire et des investigations légères, puis expose l'ensemble des informations recueillies au cours de la phase d'investigations approfondies.

## 1 - RAPPEL DES DONNEES DE L'ETUDE PRELIMINAIRE ET DE LA PHASE D'INVESTIGATIONS LEGERES

### 1.1. Etude historique

L'étude historique a été effectuée à partir des documents d'archives disponibles dans les centres départemental et régional de GDF, et des entrevues avec des responsables de GDF.

Une plaque commémorative posée sur le mur d'entrée du site signale que l'ancienne usine à gaz existe depuis 1886. Il n'y a pas eu, à notre connaissance, d'activité à caractère industriel menée antérieurement sur le site. La production du gaz de houille telle qu'elle est définie précédemment a été effective jusqu'en 1958. La production du gaz a cessé le 21 octobre 1958.

Postérieurement à cette date, les gazomètres ont encore été utilisés pour le stockage du gaz naturel, jusqu'au milieu des années 1970.

#### 1.1.1. Structure de l'usine au début du XXème siècle

Les plus anciens documents disponibles sur le site datent de l'année 1910. Ils correspondent au Traité d'Affermage du 26 mars 1910, faisant état de l'inventaire détaillé de l'usine à gaz et de ses dépendances à cette époque. Il décrit pour une superficie totale du site de 4587 m<sup>2</sup>:

- un pavillon d'habitation, avec un jardin potager lui attendant, équipé d'un puits.

- depuis ce dernier, il y avait accès, par un plan incliné, aux bâtiments d'exploitation, qui comprenaient :

- A l'ouest du site : + un hangar à charbon et un magasin servant d'atelier.

- Au centre de la cour : + un hall pour les fours, contenant trois fours dont deux à sept cornues et un à trois cornues. Un briquetage usé formait le sol du hall.

- ‡ + une chambre noire servant de vestiaire pour les ouvriers,

- + une salle de réfrigérant comprenant une colonne à coke, les condenseurs, une pompe à goudron. Le sol n'est recouvert d'aucun carrelage ou pavage, seule une partie de plancher est constituée d'un parquet en bois.

+ une chambre d'épuration contenant trois cuves de 1,60 m sur 1.60 m. Le sol est composé de planche. Devant l'atelier existait un abri couvert en ardoise.  
+ une chambre du compteur.

Au nord-est du site : + deux gazomètres de 200 m<sup>3</sup> environ chacun, et un gazomètre de 600 m<sup>3</sup>.

Dans la partie sud-est : + trois casiers à coke en maçonnerie avec un concasseur et un crible à coke.

Le descriptif signale également que le sol de la cour devant les bâtiments était en partie pavé, mais en mauvais état. Il fait également état des jardins situés en contrebas du site, sur lesquels un pavillon à l'usage de bureau et une bascule étaient implantés. L'inventaire ne fait pas état de l'existence de fosses à goudron. Apparemment le goudron n'était pas, à cette époque, conditionné dans des unités de stockage fixes, mais plutôt dans des conteneurs de type fût.

### *1.1.2. Etat du site à sa date de fermeture*

Vers la fin des années soixante, le site possédait la même disposition générale que lors de sa création. Les différences concernaient :

#### 1. - les gazomètres :

Les deux anciens gazomètres de 200m<sup>3</sup>, fabriqués en maçonnerie, ont été recyclés pour le stockage du goudron. Le troisième gazomètre d'une contenance de 600m<sup>3</sup> a été détruit lors de la seconde guerre mondiale. Il a été reconstruit ultérieurement, en béton, avec une contenance de 1200m<sup>3</sup>. Enfin, dans les années 1935/1937, un autre gazomètre, en structure métallique, d'une contenance de 1000m<sup>3</sup> a été réalisé à gauche de celui précité. Il y avait donc dans le secteur nord-est du site, 4 unités de stockage ; deux fosses à goudron enterrées situées vers le centre de la cour, et deux gazomètres partiellement enterrés (de 2 mètres environ) positionnés dans l'angle Nord-est du site.

2. - la salle des fours : elle était alors équipée de deux fours à huit cornues.

3. - l'atelier d'extraction : il comprenait deux extracteurs à goudron.

4. - le bâtiment de stockage des matières épurantes : ce bâtiment qui n'est pas mentionné dans le descriptif de 1910 a été construit dans la partie nord du site. Il servait au stockage des oxydes de fer, destinés à l'épuration du gaz, avant utilisation.
5. - la chambre d'épuration : elle ne comprenait plus que deux cuves d'épurations en fonte.
6. - le bâtiment à usage de bascule : il n'existait plus depuis plusieurs années.
7. - la chaufferie : il existait une salle équipée d'une chaudière pour le chauffage de l'usine. Cette dernière n'a pas été mentionnée dans le descriptif de 1910.
8. - un garage pour voiture : il a été construit dans l'angle sud-est du site. Il devait servir de parking pour un véhicule de service, et éventuellement, était utilisé pour l'exécution de petits travaux mécaniques d'entretien courant.

Il n'a pas existé sur le site de cuve de stockage d'hydrocarbures pour l'approvisionnement des véhicules de livraison ou de chargement.

Un plan du site en 1958 est joint en annexe 1, figure 4.

### *1.1.3 Description du site actuel*

Le site actuel s'inscrit également dans les mêmes limites que celles de la construction initiale, exceptée les bâtiments de l'habitation située à l'ouest, qui sont maintenant réservés à un usage privé, ainsi qu'une partie de la cour de l'usine qui servait à la circulation des véhicules. De ce fait, à ce jour, l'entrée sur le site s'effectue depuis son secteur est, aménagé à cette fin (destruction d'un pan de mur).

Les infrastructures en place sont celles recensées à l'époque de fermeture du site et qui n'ont pas fait l'objet d'un démantèlement. D'une manière générale il ne reste que les fondations (sols et murs) des bâtiments et leurs toitures plus ou moins bien conservées. Toutes les infrastructures industrielles propres au procédé de fabrication (fours, extracteurs, condenseurs, pompe à goudrons, cuves pour l'épuration chimique et leur réseau de canalisation) ont été enlevées. La chaudière a également été démantelée. La partie sud-est du site vers laquelle était stocké le coke, est aujourd'hui recouverte d'un remblai de 1,5 à 2 mètres d'épaisseur (cf. Plan en annexe 1, figure 5).

Les deux gazomètres sont hors service à ce jour. Toute la partie aérienne des deux gazomètres a été enlevée, les ouvrages en maçonnerie ou en brique (enterrés de 2 mètres environ) sont à priori partiellement en place. Le gazomètre construit dans les années 1935 avait une hauteur de 10 mètres et un diamètre de 12,70. C'est ce dernier qui a été utilisé pour le stockage du gaz, nommé gaz de lac, pendant la période comprise entre l'arrêt de production du gaz de houille et les années 1970. Le gazomètre qui a été reconstruit après la guerre avait une hauteur de 6 mètres et un diamètre de 15,20 mètres. Il a été mis définitivement hors service lors de l'arrêt de production du gaz de houille.

Les seules infrastructures restantes sont les deux fosses à goudron. Elle ont un diamètre de 10,80 mètres et une hauteur voisine de 4 mètres. L'une d'elle a été comblée et n'est plus accessible. Pour la deuxième, celle située le plus à l'ouest un accès est encore possible (il a été identifié la présence de produit en fond de cuve, voir travaux d'investigations en deuxième partie de rapport).

#### Points particuliers

+ vers les années 1940, un épandage de produits en provenance du site a été réalisé dans le jardin de l'habitation attenante au site (notée propriété privée sur le plan joint en annexe 1, figure 5). Les substances épandues étaient des mâchefers provenant des fours ou du coke.

+ suite à la fermeture du site pour la production de gaz de houille, le gazomètre réalisé vers 1935 a été utilisé pour le stockage du gaz naturel jusqu'au milieu des années 70. Pour la conservation des réseaux dans lequel circulait le gaz, il était utilisé des solvants, en petite quantité, pouvant néanmoins être à l'origine de concentration résiduelles vers le lieu de manipulation (régulateur). Les solvants étaient stockés dans une citerne de 1,5 m<sup>3</sup>, située contre le bâtiment de l'ancien laboratoire.

+ la partie nord-est du site, constitue l'unique zone actuelle où existe encore une activité. Il s'agit de l'unité de collecte et de distribution du gaz de ville, qui ne présente cependant pas de risques de pollution de l'environnement.

Enfin, il est à noter que le site n'a pas connu d'incident majeur (fuite, déversement accidentel...) lié aux activités d'exploitation. Lors des différentes visites qui ont été effectuées sur le site, il n'a pas été constaté de traces superficielles notables, sauf le long du mur délimitant l'est de l'usine, sur lequel des traces noirâtres ont été constatées (infiltration de goudron ?).

#### *1.1.4 Conclusions*

Sur le site, trois phases d'activité principales se sont donc succédées :

- la première, qui a perduré jusqu'en 1958 a consisté en la fabrication du gaz de houille. Les produits chimiques présentant un risque de dégradation de l'environnement proche du site, sont le coke, les métaux lourds, les goudrons, le phénol, les cyanures, les composés soufrés et les hydrocarbures aromatiques de type BTEX. L'orientation des analyses a donc été centrée sur la recherche de ces composés. Les secteurs à risques, qui ont été inventoriés ci-avant, ont conservé la même implantation durant toute cette phase d'exploitation, avec quelques points particuliers néanmoins qui sont :

+ le transfert d'activité pour les premiers gazomètres qui ont ensuite été utilisés pour le stockage du goudron. Ceci supposant que le goudron était préalablement stocké dans un secteur différent, qui n'a pu être identifié lors des différentes phases d'approche de l'historique du site. De ce fait, il a été prévu de réaliser de façon assez systématique une recherche des HAP (Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques) qui caractérisent les goudrons.

+ l'épandage de substances de type mâchefer ou coke dans le jardin de la propriété privée attenante au site de l'usine.

- la deuxième, qui s'est déroulée durant les années 1960/1975, et qui a consisté à stocker du gaz naturel dans un des gazomètres non démantelé. Cette activité n'a, par ces caractéristiques, pas représentée de risque majeur de pollution du sous-sol. Le seul point notable concerne l'utilisation de solvants pour le nettoyage des canalisations dans lesquelles circulait le gaz (dépôt de soufre présentant un risque de corrosion du réseau). Les solvants étaient stockés dans une cuve aérienne de 1500 litres, et manipulés (pour environ 20 litres par semaine) vers le régulateur situé près du local du laboratoire. Les investigations de terrain et analyses seront donc également orientées vers leur recherche, notamment lors de la phase d'investigations approfondies, sur les prélèvements d'eaux réalisés au droit du site (piézomètres).

- la troisième enfin, qui est encore en cours d'activité, et qui concerne la collecte et la desserte du gaz de ville pour l'alimentation locale. Cette dernière phase d'activité ne présente pas de risque de pollution du sous-sol du site.

Les analyses et investigations de terrain projetées ont donc eu pour objet de couvrir l'ensemble des secteurs à risque précédemment identifiés, avec la réalisation d'analyses spécifiques en fonction des produits susceptibles d'être enregistrés.

## **1.2. Etude documentaire**

### **1.2.1. Descriptif général du site**

Le site de l'ancienne usine à gaz est implanté sur la commune de Gien dans le Loiret, située dans la partie sud-est du département, en bordure de Loire. L'agglomération de Gien s'étend en partie dans la plaine (actuel centre ville) et en partie à flanc de coteau (Gien-le-vieux).

L'usine se positionne à environ 250 mètres en rive droite du lit majeur de la Loire, à hauteur de la cité Saint-Lazare. Elle est implantée en dehors de l'actuelle zone industrielle, qui se situe plus au nord de l'agglomération, à une altitude moyenne de 160 mètres, soit une trentaine de mètres au dessus du lit de la Loire.

A proximité de l'usine à gaz, la seule entreprise existante est la Société de Faïencerie de Gien qui lui fait face, de l'autre côté de la rue de l'usine à gaz. Au nord, à l'ouest et au sud immédiat du site, il n'existe pas d'industries. Les terrains correspondent soit à des jardins privés, soit à des habitations de particuliers, exceptée la chapelle (nommée la chapelle aux lépreux) qui se trouve au bout de la rue, vers la Loire.

### 1.2.2. Cadre géologique

La zone d'étude se situe dans le bassin de la Loire, dans la partie méridionale du Bassin de Paris. Le relief est constitué par un plateau, dont l'altitude moyenne se situe entre 160 et 190 mètres, fortement entaillé par la vallée de la Loire. La région est marquée par la nature sédimentaire des terrains. Les grandes formations géologiques rencontrées correspondent principalement à des dépôts calcaires et des dépôts détritiques s'échelonnant entre des sédiments à granulométrie fine de nature argileuse, et des sédiments plus grossiers de type sables et graviers.

Les formations calcaires, correspondent, dans le secteur d'étude, à la formation régionale, nommée formation de la craie et des tuffeaux de Touraine datant de l'Ere secondaire. Elle est constituée d'une succession de termes crayeux à calcaréo-crayeux, montrant à certains niveaux des tendances marneuses ou siliceuses (présence de silex). Cette série est recouverte par des formations d'âge tertiaire, et des formations fluvio-glaciaires du quaternaire, dans lesquelles prédominent des sables à tendance argileuse.

Le secteur de la ville de Gien, située en bordure de Loire, s'inscrit dans un contexte fortement marqué par les formations alluviales du fleuve, dont le tracé actuel correspond au quaternaire ancien. Les alluvions sont majoritairement de granulométrie plus grossière que les séries sous-jacentes, précédemment évoquées. Elles sont constituées majoritairement de sables, graviers et galets.

A hauteur de la zone d'étude, les formations affleurantes correspondent à des formations alluviales ou colluviales du quaternaire, exceptée une bande de terrain d'âge tertiaire (notée e-gC sur la carte géologique) constituée de marnes et de calcaires lacustres.

La formation dominante, notée **Fz**, se rapporte aux dépôts alluviaux modernes de la Loire, constitués de sables, graviers et galets. En bordure de cette formation, du centre vers la périphérie, se rencontrent :

- des alluvions récentes, faites de sables et cailloutis (notées **Fy**),
- des alluvions anciennes, constituées d'argiles, de sables, de graviers et galets (formations notées **Fu**, **Fv** et **Fw**),

- des dépôts de bas de pente, en rive droite de la Loire, représentés par des colluvions (FC) sablo-argileuses à cailloutis,
- enfin, plus à la périphérie du lit majeur de la Loire, se retrouvent les séries tertiaires et les formations calcaires du secondaire.

Au niveau du site de l'ancienne usine à gaz, la formation rencontrée correspond aux alluvions modernes de la Loire (Fz).

### 1.2.3. Hydrologie de la zone d'étude

Le site de l'ancienne usine à Gaz de Gien se positionne à environ 250 mètres en bordure de la Loire. Le niveau de l'eau à hauteur des jardins adjacents à l'usine à gaz se situe vers 2/3 mètres de profondeur. Le site surplombant légèrement ces terrains, l'eau doit donc se trouver au droit de l'usine vers 4 mètres.

La surélévation du site par rapport au terrain naturel et donc, de ses infrastructures, a permis de limiter les risques d'inondations du site lors de crues exceptionnelles de la Loire. Les différentes personnes interrogées et qui étaient présentes lors de l'exploitation du site depuis les années 1945 jusqu'à nos jours (M. Zitter puis MM. Pouchard et Colas), ont précisé qu'elles n'avaient pas connu d'inondations affectant le site.

Quatre unités de captage d'eau à des fins de consommation humaine ont été inventoriées dans le secteur d'étude.

Trois de ces quatre champs captants, qui exploitent les eaux de la nappe alluviale et de la nappe de la Craie, se positionnent à l'amont hydraulique de l'ancienne usine à gaz. Il ne peut donc être craint des risques de pollution de ces stations d'alimentation en eau potable depuis l'emprise du site.

Le champ de captage des "Greffiers", est, lui, implanté à 2500 mètres au nord-nord-ouest du site, sur une ancienne terrasse alluviale du fleuve. Une campagne de relevés piézométriques, effectuée en 1967 par le BRGM, a permis de déterminer que les eaux de la nappe alluviale s'écoulaient perpendiculairement au fleuve en période d'étiage, et montrent, en période de crue un

sens d'écoulement inverse en bordure de fleuve. La dynamique d'écoulement locale des eaux est donc orientée principalement vers le fleuve, qui constitue un axe de drainage, même si en bordure du lit mineur de la Loire, la piézométrie peut s'inverser. De ce fait, bien que les eaux exploitées dans le forage les "Greffiers" se situent, en régime dynamique, à un niveau piézométrique inférieur à la cote altimétrique attendue des eaux souterraines se développant à hauteur du site, les risques de migration d'une pollution éventuelle depuis l'usine vers le forage des "Greffiers" situé 2500 mètres plus au nord, dans une direction sub-perpendiculaire à la Loire, apparaît peu probable.

Néanmoins, comme il a été précédemment évoqué, dans le proche environnement du site existent plusieurs puits utilisés pour l'irrigation de jardins privés. L'approche de la vulnérabilité doit donc intégrer ces modalités locales d'utilisation des eaux souterraines.

### **Vulnérabilité de la zone d'étude**

Le site de l'ancienne usine à gaz de Gien s'inscrit donc dans un contexte à faible vulnérabilité vis à vis des modalités d'exploitation en eau pour la consommation humaine du secteur. Cependant, l'utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation des terrains proches du site relativise ce constat.

L'étude historique de la nature des activités menées sur le site a montré que divers composés pouvant présenter un risque de toxicité ont été utilisés, produits ou stockés au cours des différentes phases d'exploitation de l'usine. De ce fait, des risques de pollution des eaux souterraines sont apparus potentiellement envisageables.

### 1.3. Etat de qualité des terrains superficiels

Les investigations de terrain qui ont été réalisées lors de la phase d'investigations légères ont mis en évidence les faits particuliers suivants :

#### 1.3.1. Pour le sous-sol de l'usine:

Il montre sur les deux premiers mètres (cf. plan en annexe 1, figure 1):

- + pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :
  - \* des teneurs comprises entre 300 et 1130 mg/kg au niveau du bâtiment central (ateliers d'extraction, de condensation et d'épuration),
  - \* des teneurs de l'ordre de 110 mg/kg au nord-ouest du même bâtiment,
  - \* des teneurs montant jusqu'à 500 mg/kg en limite est du site à hauteur des gazomètres,
  - \* des teneurs montant jusqu'à 300 mg/kg entre les fosses à goudron et le parc à coke;
  
- + des teneurs en cyanures totaux de 291 mg/kg et 648 mg/kg enregistrées du côté est des gazomètres;
  
- + des indices d'hydrocarbures totaux mais qui demeurent non significatifs d'une pollution au droit des ouvrages S3 et E2;
  
- + des indices en métaux (plomb et arsenic) également non significatifs d'une pollution au droit du sondage S3;
  
- + des indices de présence d'hydrocarbures monoaromatiques Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène (BTEX) non significatifs d'une pollution au droit des ouvrages S1, S11 et E2.

### **1.3.2. pour les eaux de la nappe, prélevées dans les puits positionnés dans le proche environnement du site :**

Elles montraient (cf. plan en annexe 1, figure 1):

+ que les eaux prélevées dans les trois puits (P1, P3, et P4) présentaient des teneurs en ammonium comprises entre 3,6 mg/l et 9 mg/l,

+ que le puits P1, situé juste derrière les gazomètres faisait état de concentrations en cyanures s'élevant à 1,2 mg/l.

Les données relatives aux pollutions présentes restaient néanmoins incomplètes et il a paru indispensable d'acquérir un certain nombre de paramètres manquants pour apporter les éléments nécessaires à une évaluation des risques pour l'environnement et permettre de définir les recommandations relatives à la mise en place éventuelle de mesures de protection ou d'opération de réhabilitation du site.

## **2. Investigations approfondies**

### **2. 1. But des investigations approfondies**

Cette deuxième phase d'étude avait donc pour but de :

- définir les limites des auréoles de pollution existantes, latéralement et verticalement. Ceci permettra d'évaluer les volumes de terres polluées, notamment par rapport aux HAP et cyanures identifiés lors de la première phase,

-d'évaluer les risques de migration des produits polluants vers les eaux souterraines et superficielles,

-d'estimer les risques d'atteinte immédiate ou différée à la sécurité des personnes,

-s'il y a des risques pour la santé humaine et pour l'environnement, de juger de l'intérêt d'entreprendre des actions correctives, puis d'en définir la nature.

Les moyens mis en œuvre pour réaliser cette étude sont les suivants :

- observations visuelles,
- sondages et mesures de terrain,
- essais de laboratoire,
- ingénierie.

## **2.2. Investigations menées par OBJECTIF K**

Ce rapport de reconnaissance complémentaire, synthétisant les travaux, comprend donc :

- un descriptif complet des investigations complémentaires,
- les interprétations et les recommandations en fonction des résultats et de la vulnérabilité du site avec une proposition de filières de traitement possibles pour une éventuelle réhabilitation du site

### **2.2.1. Choix des techniques utilisées**

Les techniques de forages par sondeuse ont été privilégiées par rapport à des fouilles à la pelle mécanique ou des techniques géophysiques.

L'emploi de cette technique se justifie par la nécessité de prélever, d'une part, des échantillons de sols à différentes profondeurs, et d'autre part, des échantillons d'eau dans la nappe phréatique.

Les fouilles à la pelle mécanique et les méthodes géophysiques n'ont pas été retenues pour ces investigations.

La première technique ne permet pas d'atteindre une profondeur d'investigation suffisante et n'aurait donc pas permis d'atteindre la nappe.

Les méthodes géophysiques ne sont pas adaptées pour ce type d'études : l'absence de contrastes importants et continus dans les formations superficielles, l'impossibilité de réaliser des prélèvements, sont des critères qui justifient l'abandon de ces techniques.

## 2.2.2. Sondages

### 2.2.2.1. Implantation

Le but étant de cerner l'étendue de la pollution sur le site, l'implantation des sondages a été décidée, par rapport aux résultats de l'étude préliminaire.

Douze nouveaux sondages au total ont été nécessaires; ils sont notés BS2 à BS13 (cf. annexe 1, figure 2).

- les sondages BS10 et BS11 ont été implantés au niveau des gazomètres pour la recherche de HAP, de cyanures et de composés soufrés,
- le sondage BS12 a été implanté près de l'excavation E6 qui avait révélé des teneurs notables en HAP lors de la phase de reconnaissance préliminaire. Ce sondage a de plus été implanté aux abords d'un gazomètre,
- le sondage BS13 a été implanté au niveau de la fosse à goudron remblayée, pour la recherche de HAP, de cyanures et de composés soufrés,
- les sondages BS6, BS7, et BS8 ont été implantés autour d'une zone ayant révélé des teneurs en HAP lors de la phase de reconnaissance préliminaire,
- BS9 a été implanté dans l'atelier d'épuration pour réaliser un point de mesure complémentaire en HAP, cyanure et un point de référence en composés soufrés,
- les sondages BS2 et BS4 ont été implantés autour d'une zone ayant révélé des teneurs en hydrocarbures totaux lors de la phase de reconnaissance préliminaire,
- BS3 a été implanté près du parc à coke; il est destiné à vérifier les teneurs en HAP et en métaux,
- BS5 a été implanté aux abords d'une fosse à goudron; il est destiné à vérifier les teneurs en HAP.

L'implantation de l'ensemble des ouvrages, réalisés lors des phases préliminaire et complémentaire, est présenté en annexe 1, figure 2.

### 2.2.2.2. Description des travaux de sondages

#### *Outils utilisés*

Les forages ont été réalisés avec un wagon drill au marteau fond de trou avec un taillant. diamètre 68 à 83, sauf BS6 du fait de l'inaccessibilité dans cette zone. Celui-ci a été réalisé avec un Cobra thermique, technique légère de sondage.

#### *Profondeurs atteintes*

Tous les sondages ont des profondeurs de 3 m sauf le sondage BS6. En effet, celui-ci a été abandonné à 0,3 m du fait de la dureté du substrat à cet endroit, dû à la présence de briques sous la surface.

Tous les sondages réalisés ont eu pour but de délimiter la pollution, éventuellement cernée lors de la phase préliminaire, en profondeur.

### 2.2.3. Piézomètres

#### 2.2.3.1. Implantations

Il a été noté lors de la phase préliminaire la présence d'une nappe alluviale. Afin de permettre une bonne définition de la piézométrie de la nappe au droit du site et de vérifier l'état de la nappe au droit et aux abords du site, trois piézomètres ont été réalisés lors de cette phase. Ils ont été disposés de manière triangulaire et ont été implantés de la manière suivante :

- PZ1 a été réalisé près de l'entrée actuelle du site afin d'avoir une approche sur la qualité des eaux en aval hydraulique du site,
- PZ2 a été réalisé près des gazomètres et des fosses à goudron en amont hydraulique du site,
- PZ3 a été réalisé près des unités de stockage à charbon dans une position intermédiaire.

Il est cependant à noter l'inversion du sens d'écoulement de la nappe en période de crue: PZ1 se trouve donc dans ce cas en amont du site, tandis que PZ2 se trouve en aval du site.

L'implantation des piézomètres est indiquée en annexe 1, figure 2.

### 2.2.3.2. Description des travaux

#### *Outils utilisés*

Les forages ont été réalisés avec un wagon drill au marteau fond de trou avec un taillant, diamètre 68 à 83.

#### *Profondeurs atteintes*

Les profondeurs atteintes ont été les suivantes :

- 5,2 m pour PZ1,
- 9 m pour PZ2,
- 6 m pour PZ3.

Lors de la réalisation de ces piézomètres, l'eau a toujours été atteinte, ce qui a décidé de l'arrêt du forage.

#### *Equipement en piézomètre*

Après la réalisation du sondage, un tube PVC de diamètre 69/75 est mis en place. Il est composé d'une partie crépinée (fentes de 1 mm) de taille variable en fonction des sondages, bouchée au fond, et surmontée d'une partie pleine jusqu'en surface. L'ensemble sondage - équipement constitue alors le piézomètre.

L'espace annulaire entre le tube PVC crépiné et la paroi du trou est comblé avec du sable siliceux calibré dont la granulométrie est comprise entre 1.6 et 4 mm (granulométrie moyenne 2.8 mm), constituant ainsi un massif filtrant.

Le rôle de ce massif est double :

- il harmonise et augmente la perméabilité au voisinage du sondage,
- il joue un rôle de filtre en retenant les éléments les plus fins.

Au dessus du massif filtrant et au niveau du tube plein, un bouchon d'argile gonflante (sobranite sous forme de boulettes qui, une fois saturées en eau, constituent un écran étanche) est mis en place sur une épaisseur de 0,5 mètre afin d'assurer une imperméabilisation de l'ouvrage vis-à-vis des eaux ou des pollutions de surface.

Les têtes de piézomètre sont ensuite scellées dans du ciment et équipées d'une plaque en fonte (regard de visite TC 200).

Après stabilisation du niveau de la nappe, ces piézomètres peuvent faire l'objet de prélèvements d'eau et de mesures piézométriques.

Les coupes techniques des ouvrages sont présentées en annexe 2, figures 2 à 4.

## **2.2.4. Prélèvements**

### **2.2.4.1. Prélèvements de sols**

Tous les ouvrages réalisés (sondages et piézomètres) ont fait l'objet de prélèvements d'échantillons de sols en continu tous les mètres depuis la surface jusqu'au fond de l'ouvrage.

Une attention particulière a été portée sur les échantillons ayant une texture, une couleur ou une odeur anormale.

Ces prélèvements ont été effectués à des fins analytiques afin de :

- cerner les zones de pollution reconnues en phase préliminaire,
- s'assurer de l'absence de pollution au droit des zones reconnues comme non polluées en phase préliminaire.

Les échantillons prélevés sont ensuite conditionnés dans des flacons en verre stérilisés et stockés à une température de 5°C avant d'être envoyés dans les 24 heures au laboratoire d'analyses.

### **2.2.4.2. Prélèvements d'eaux**

Des prélèvements ont été réalisés aux endroits suivant :

- dans deux des trois piézomètres (PZ1 et PZ2). Le piézomètre PZ3 s'est révélé être sec lors des phases de prélèvement d'eau les 22 Mai et 9 Juin 1995. Le niveau de l'eau dans ce piézomètre a baissé de 1,2 m entre le 19 et le 22 Mai 1995,
- dans les fosses à goudrons (en S13 et dans la seconde fosse non remblayée),
- dans le puits P4 situé dans le jardin potager attenant au site.

Préalablement aux prélèvements d'eaux, des purges des ouvrages ont été effectués à l'aide d'une pompe de surface de 2 pouces de type Waterra. Elles ont consisté à réaliser plusieurs vidanges successives (5 fois le volume d'eau contenu dans le piézomètre) jusqu'à stabilisation des paramètres physico-chimiques simples (T°C, pH, conductivité).

A l'issue des purges piézométriques, les prélèvements ont été effectués par écopage à l'aide d'échantillonneurs à usage unique.

Les échantillons (1 ou 2 l par prélèvement suivant les analyses prévues) ont été conditionnés en flacons stérilisés en verre et stockés à 5°C avant d'être envoyés dans les 24 heures au laboratoire d'analyses.

## **2.2.5. Mesures in situ**

### **2.2.2.5.1. Mesures gazeuses**

Lors de la première campagne, des mesures au photoioniseur ont été réalisées dans tous les sondages manuels. L'activité du site faisant intervenir des composés volatils (hydrocarbures aromatiques, phénols, ammonium), ces mesures avaient pour objet de matérialiser l'auréole de pollution gazeuse éventuellement présente dans le sous-sol.

#### **Description**

Le photoioniseur est destiné à mesurer les produits chimiques photoionisables en suspension dans l'air.

L'émission de photons UV provoque l'ionisation des gaz ne nécessitant qu'une faible énergie d'ionisation, épargnant ainsi les gaz permanents de l'air.

Les résultats sont obtenus en ppm.

En complément, des mesures gazeuses (Draeger) ont été entreprises lors de la deuxième campagne sur tous les nouveaux ouvrages (sondages et piézomètres). Cette deuxième série de mesures avait tout particulièrement pour objet la recherche d'indices de présence d'hydrocarbures d'essence.

### *Mode opératoire*

Les mesures Draëger se font à l'aide d'une pompe manuelle. Une ampoule colorimétrique est placée à l'extrémité de la pompe. A chaque coup de pompe, un volume constant de gaz, soit 100 ml, traverse l'ampoule et en modifie la couleur selon la concentration du gaz. Les ampoules colorimétriques sont étalonnées pour 200 ml soit 2 coups de pompe (cf. limites, seuil de détection, composés mesurés en annexe 6).

### **2.2.5.2. Piézométrie et nivellement**

Après stabilisation du niveau d'eau, des mesures piézométriques (mesures du niveau d'eau) ont été entreprises dans tous les sondages. Elles permettent, après nivellement des ouvrages en référence à une côte altimétrique commune (borne NGF ou, en son absence, côte fictive), de déterminer le sens d'écoulement de la nappe à l'échelle du site. Ce paramètre est important pour suivre le sens d'écoulement de pollutions éventuelles dans la nappe.

Deux campagnes piézométriques ont été effectuées; la première a eu lieu le 22 Mai 1995 et la seconde le 9 Juin 1995. Lors de ces campagnes, le nivellement a été opéré à partir d'une côte de référence fictive de 100, attribuée à la plaque de fonte de PZ1.

Il est à signaler que le niveau de l'eau a baissé de 1,2 m dans le piézomètre PZ3 entre le 19 Mai (jour de réalisation du forage) et le 22 Mai 1995 (jour de la première campagne de piézométrie). La présence d'eau dans ce piézomètre le 19 Mai est donc probablement à imputer à la présence d'une poche d'eau vers 3,5 m de profondeur. Le piézomètre PZ3 était sec le jour du prélèvement, le 22 Mai 1995, ainsi que lors de la deuxième campagne piézométrique réalisée le 9 Juin 1995.

Les résultats des piézométries réalisées les 22 Mai et 9 Juin 1995 sont donnés dans un tableau en annexe 3, figure 1.

## 2.2.6. Analyses en laboratoire

### 2.2.6.1. Pour les sols

Des analyses identiques à celles réalisées lors de la phase préliminaire ont été réalisées. Elles ont pour but de délimiter l'extension des zones reconnues comme polluées lors de cette phase, et de confirmer éventuellement l'absence de pollution dans les autres zones.

Elles se devaient de rechercher les composés suivant en fonction de la position des sondages et en fonction des résultats de la reconnaissance préliminaire :

- les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)-16 composés : 16 analyses,
- les hydrocarbures totaux : 2 analyses,
- le plomb et l'arsenic : 1 analyse,
- les cyanures totaux : 7 analyses.

Des analyses pour la recherche de composés supplémentaires ont de plus été réalisées en fonction des sondages et des renseignements obtenus lors de la phase préliminaire; il s'agit des analyses suivantes :

- une analyse en Alkylbenzène et en Xylène : ce produit aurait pour origine la présence de solvant naphta,
- trois analyses en ammonium pour identifier une source éventuelle de pollution des eaux depuis l'usine à gaz. En effet, l'utilisation d'engrais dans les jardins adjacents au site n'est pas à exclure, et pourrait être à l'origine des teneurs observées dans les eaux des puits,
- trois analyses en composés soufrés car ceux-ci sont conjoints aux cyanures et sont souvent présents sur les sites des usines à gaz

Les résultats des analyses sont consignés en annexe 4. Les résultats sont discutés au chapitre 3. Les analyses des composés xylène et alkylbenzène ont été entreprises par le Laboratoire Municipal et Régional de Rouen. Toutes les autres analyses ont été effectuées par le laboratoire SMC<sup>2</sup> de Billy-Montigny.

### 2.2.6.2. Pour les eaux

Les analyses réalisées dans les eaux lors de cette phase ont été axées :

- d'une part, sur l'ensemble des composés identifiés dans les sols lors de la phase préliminaire, c'est à dire HAP, cyanures libres, plomb, arsenic, hydrocarbures totaux. Pour les phénols, ce sont les indices phénols qui ont été recherchés conformément aux normes françaises en vigueur,
- d'autre part, sur la recherche de sulfates, d'ammonium, de xylène et d'alkylbenzène.

Les résultats des analyses sont consignés en annexe 4. Les résultats sont discutés au chapitre II.

Les analyses des composés xylène et alkylbenzène ont été entreprises par le Laboratoire Municipal et Régional de Rouen. Toutes les autres analyses ont été effectuées par le laboratoire SMC<sup>2</sup> de Billy-Montigny.

### 3 - RESULTATS

#### 3.1. Géologie

Les sondages réalisés lors de cette reconnaissance confirment ce qui a été mis en évidence lors du rapport de reconnaissance.

En l'occurrence, il existe de haut en bas trois horizons principaux :

- **le premier correspond à un remblai** ; l'épaisseur minimale de cet horizon est de 0,5 m au droit du sondage BS7; une épaisseur maximale de 3,3 m a été retrouvée au droit de PZ1 dans une partie remblayée. Cette épaisseur est de 3 m au droit du sondage BS10, qui se situe au niveau d'un ancien gazomètre, et BS13, qui se situe dans une cuve à goudron: ces épaisseurs sont ensuite de :
  - 2 m au droit des sondages BS3 et BS11 qui se situent respectivement au niveau d'un ancien bâtiment et d'un ancien gazomètre,
  - 1,5 m au droit des sondages BS4 et BS12 qui se situent près d'anciennes infrastructures,
  - 1 m au droit des sondages BS2, BS8 et BS9.

Les remblais sont en fait composés d'éléments très divers tels que des graviers calcaires, des sables argileux, des briques concassées, des mâchefers, des débris de faïencerie, des dépôts à aspect charbonneux, du béton ou de l'enrobé.

- **le deuxième horizon est de nature sableuse**, de couleur roux ou brun. Il a une épaisseur minimale de 1,2 m au droit du piézomètre PZ1 et une épaisseur maximale de 3,7 m au droit du piézomètre PZ3. D'une manière générale, ce deuxième horizon a une épaisseur de 2 à 3 m lorsqu'il n'a pas été déblayé et remplacé par des remblais,

- **le troisième horizon est composé de graviers calcaires et sables** dans lesquels s'interposent quelques silex. Cet horizon a une épaisseur de 4,5 m au droit du piézomètre PZ2, 1,8 m au droit du piézomètre PZ1, et 2 m au droit du piézomètre PZ3.

Les coupes géologiques des ouvrages réalisés sont reportés en annexe 2, figures 1 à 4.

### 3.2. Hydrogéologie

Les deux campagnes piézométriques réalisées les 22 Mai et 9 Juin 1995 ont permis de confirmer la présence d'une nappe au droit du site, vers 3,5/4m de profondeur. Cette nappe se situe dans des formations sableuses et graveleuses et son niveau a baissé, entre les deux campagnes, de 0,5 m en PZ1, et de 0,32 m en PZ2. Le piézomètre PZ3 s'est révélé être sec lors de ces deux campagnes malgré la présence d'eau le jour du forage le 19 Mai 1995. De ce fait, la détermination du sens d'écoulement de la nappe a été moins exacte. Il se fait approximativement vers le Sud-sud-est, c'est à dire vers la Loire, perpendiculairement à cette dernière.

Rappelons que ces campagnes ont été faites en période d'étiage. Nous avons fait remarquer, lors de l'étude préliminaire, que le sens d'écoulement de cette nappe s'inversait ponctuellement en période de crue.

Du fait de la nature des formations rencontrées au droit des ouvrages (sables et graviers), il peut être estimé que la perméabilité des formations en présence se situe entre  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$  m/s, ce qui confère à ces formations une bonne perméabilité.

Les mesures piézométriques sont consignés en annexe 3, figure 1.

### 3.3. Etat de qualité du site

#### 3.3.1. Observations visuelles

Aucun nouvel élément ne vient s'ajouter par rapport aux observations réalisées en phase préliminaire, sauf lors de la réalisation des sondages.

L'élément le plus marquant a été noté au droit du sondage BS13 qui a été fait dans une ancienne cuve à goudron remblayée; la couleur de l'échantillon de sol est gris-bleu jusqu'à une profondeur de 1,2 m.

Au droit du sondage BS5, le remblai est noir.

### 3.3.2. Mesures gazeuses par ampoules Draeger

Les teneurs gazeuses enregistrées sur le site lors de cette deuxième phase sont toutes nulles: elles traduisent donc l'absence de pollution gazeuse du sous-sol par les hydrocarbures d'essence. A noter que lors de la première campagne, les mesures réalisées au PID avaient fait état de teneurs comprises entre 0 et 10 ppmv, traduisant également pour les autres composés volatils (hydrocarbures aromatiques, phénols et ammonium) l'absence d'indices de pollution significatifs.

Ainsi, sur l'ensemble du site, sur la base des données recueillies lors des investigations menées en phases préliminaire et complémentaire, les teneurs gazeuses enregistrées sont toutes faibles à nulles et mettent en évidence que le site montre l'absence de pollution de son sous-sol par des composés gazeux volatils.

### 3.3.3. Analyses de sols

Tout comme lors de la phase préliminaire, ce sont les valeurs guides de la liste hollandaise (1994) qui serviront de référence pour définir un **degré de pollution des sols**. Rappelons simplement que les valeurs guides hollandaises définissent deux niveaux de pollution des sols à partir de deux valeurs guides A et C signifiant :

- niveau A : niveau de référence (concentration naturelle ou inférieure au seuil de détection),
- niveau C ou I : pollution effective, niveau à partir duquel une étude de risques doit être approfondie.

Les résultats d'analyse sont consignés en annexe 4.

### 3.3.3.1. Analyses en hydrocarbures totaux

Valeurs guides hollandaises : niveau A : 50 mg/kg - niveau C : 5000 mg/kg.

Des analyses de terre ont été effectuées sur les échantillons BS2 (-2 m) et BS10 (-2 m) qui se situent, respectivement :

- près de la zone de la cour centrale ayant révélé des teneurs en hydrocarbures totaux de 480 mg/kg et 600 mg/kg lors de la phase d'investigations légères,
- et au niveau d'un gazomètre.

Les résultats sont de 83,2 mg/kg pour BS2 et 84,1 mg/kg pour BS10. Ces teneurs indiquent la présence d'indices d'hydrocarbures non significatifs d'une pollution effective des sols.

### 3.3.3.2 - Analyses en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Valeurs guides hollandaises (pour la somme des 10 composés de la liste hollandaise) : niveau A : 1 mg/kg - niveau C : 40 mg/kg.

Tout comme dans la phase préliminaire, les résultats (cf. résultats en annexe 4) sont discutés en terme de "HAP totaux" (toutes les valeurs additionnées ont été arrondies), dans la mesure où ils sont ainsi référencés dans la liste hollandaise. A noter toutefois que lors des analyses 16 composés HAP ont été analysés. De ce fait, la comparaison des teneurs totales aux critères hollandais répond à une exigence supérieure de qualité des sols.

Les analyses ont montré des teneurs en HAP inférieures ou égales à 1 mg/kg au droit des ouvrages suivant et aux profondeurs correspondantes:

- BS7 (- 1 m) qui se situe au niveau d'un stockage de charbon,
- PZ2 (-2 m) qui se situe près des gazomètres,
- PZ1 (-1 m) qui se situe à l'entrée actuelle du site,
- BS3 (-3 m) qui se situe à l'entrée du parc à coke,

Les analyses ont montré des teneurs en HAP comprises entre les niveaux A (1 mg/kg) et C (40 mg/kg) de la liste hollandaise au droit des ouvrages suivant et aux profondeurs correspondantes:

- BS3 (- 1 m), qui se situe à l'entrée du parc à coke, a une teneur de 5 mg/kg ,
- S2 (- 1 m), qui se situe non loin de l'entrée et du parc à charbon, ainsi que d'une zone ayant révélé des teneurs notables en hydrocarbures totaux lors de la phase préliminaire, a une teneur de 18 mg/kg,
- BS8, qui se situe au nord de la zone ayant des teneurs notables en HAP lors de la phase préliminaire, a des teneurs de 22 et 14 mg/kg à, respectivement, 1 et 3 m de profondeur.
- BS9 (-3 m), qui se situe dans l'atelier d'épuration, a une teneur de 16 mg/kg,
- BS12, qui se situe près d'un gazomètre, a une teneur de 23 mg/kg à 1 m de profondeur: cette teneur s'atténue en profondeur pour atteindre 17 mg/kg,
- BS11 (- 1 m), qui se situe au niveau d'un gazomètre, a une teneur de 23 mg/kg.

Les analyses ont montré des teneurs en HAP supérieures au niveau C (40 mg/kg) de la liste hollandaise au droit des ouvrages suivant et aux profondeurs correspondantes:

- BS4 (- 2 m), qui se situe près d'une zone ayant montré des teneurs notables en HAP lors de la phase préliminaire, a une teneur de 46 mg/kg,
- BS5 (- 1 m), qui se situe près des fosses à goudrons et d'une zone ayant montré des teneurs notables en HAP lors de la phase préliminaire, a une teneur de 365 mg/kg.

### 3.3.3.3 - Analyses en métaux

Les valeurs guides hollandaises sont indiqués ci-après :

- pour le Plomb : niveau A : 85 mg/kg - niveau C : 530 mg/kg,
- pour l'Arsenic : niveau A : 29 mg/kg - niveau C : 55 mg/kg.

Une analyse a été réalisée dans la zone du parc à coke au droit du sondage BS3 (- 1 m); les teneurs sont inférieures au niveau A de la liste hollandaise.

Une seconde analyse a été réalisée près du bâtiment central au droit du sondage BS2 (- 2 m); les teneurs sont inférieures au niveau A pour le Plomb et légèrement supérieures à ce même niveau pour l'Arsenic.

#### *3.3.3.4 - Analyses en cyanures*

Les cyanures totaux présents dans le cas des usines à gaz sont sous forme complexée (ferro-cyanures = bleu de Prusse) et dans des conditions de pH plutôt acide ; aussi, ce sont les valeurs guides hollandaises suivantes qui sont à prendre en considération : niveau A : 5 mg/kg - niveau C : 650 mg/kg

Les teneurs en cyanures totaux ont été mesurés sur 7 échantillons.

Les teneurs sont toutes supérieures au niveau A mais inférieures au niveau C de la liste hollandaise. La teneur maximale est retrouvée en BS13 (-1 m) avec 516 mg/kg. Les teneurs sont ensuite :

- en PZ2 (- 2 m) de 22 mg/kg,
- en BS11 de 119 mg/kg à 3 m de profondeur; cette teneur est moindre à 1 m de profondeur avec 51 mg/kg,
- en BS12 de 118 mg/kg à 3 m de profondeur; cette teneur est également moindre à 1 m de profondeur avec 94 mg/kg.

#### *3.3.3.5 - Analyses en Soufre Total*

Pas de valeurs guides hollandaises.

Les teneurs analysées sont de 200 mg/kg au droit de PZ2 (-2 m) et BS9 (-1 m) et atteignent un maximum de 700 mg/kg au droit de BS12 (-1 m) qui est implanté près du gazomètre le plus à l'Est. A noter qu'il n'a pas été décelé visuellement ou olfactivement la présence de sulfures dans les différents échantillons de sols qui ont été prélevés. Les teneurs en soufre mise en évidence sont donc sans doute imputable à des composés soufrés présents sous une autre forme.

### 3.3.3.6 - Analyses en ammonium

Le but de cette analyse était de vérifier si les sols présents sur le site étaient à l'origine des teneurs notables en ion ammonium constatées dans la nappe.

Il n'existe pas de valeur guide dans la liste hollandaise (ou dans d'autre liste) concernant la présence de ce composé dans les sols.

Les teneurs relevées lors des analyses sont de :

- 24,1 mg/kg au droit de BS8 (-3 m),
- 13,1 mg/kg au droit de BS9 (-3 m),
- 10,3 mg/kg au droit de PZ2(-3 m).

### 3.3.4. Analyses d'eaux

Les analyses d'eaux réalisées ont consisté en la recherche de tous les composés identifiés dans les sols lors de la phase préliminaire, ainsi que la recherche des indices phénols, des alkylbenzène et xylène.

### Définition d'un degré de pollution des eaux

Les eaux présentes au droit du site ne sont pas directement utilisées pour la consommation humaine au droit du site. Elles ne sont en fait utilisées que pour l'irrigation des jardins potagers avoisinant. Il peut donc être considéré (mais avec une certaine prudence) que les valeurs de référence à prendre en compte pour évaluer en première approche le degré de contamination des eaux souterraines sont les limites de qualité des **eaux brutes** utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (Décret n°89-3 du 3 Janvier 1989). Dans les cas où il n'existe pas de limite réglementaire, il est fait référence aux valeurs guides de la liste hollandaise (niveau C)

Les limites réglementaires des produits analysés sont énoncés dans les paragraphes suivant.

Les résultats d'analyses sont consignés en annexe 4.

#### 3.3.4.1. Analyses en hydrocarbures totaux

Limite réglementaire française des eaux brutes: 1 mg/l.

Les analyses ont montré des teneurs supérieures à cette limite pour le puits P4 et le piézomètre PZ1, qui se trouvent en aval hydraulique du site (en période d'étiage), avec des teneurs respectives de 12,9 mg/l et 4,4 mg/l.

Cette teneur est inférieure à cette limite avec une teneur de 0,81 mg/l en PZ2, qui se trouve en amont hydraulique du site .

#### 3.3.4.2. Analyses en HAP

Limite réglementaire française pour la somme de 6 composés HAP : 1 µg/l.

Les analyses n'ont pas montré de teneurs détectables (seuil de détection : 0,01 µg/l) en HAP dans les eaux des piézomètres PZ1, PZ2, et du puits P4.

#### 3.3.4.3. Analyses en métaux

Limites réglementaires :

- pour le Plomb : 50 µg/l,
- pour l'Arsenic : 100 µg/l.

Les teneurs sont supérieures à la limite de 50 µg/ pour les deux analyses en Plomb effectuées en P4 (120 µg/l) et PZ1 (170 µg/l) et inférieure pour PZ1 (10 µg/l).

Ces teneurs sont inférieures à la limite de 100 µg/l pour les trois analyses en Arsenic effectuées en P4 et PZ1 (<1 µg/l) et PZ2 (3 µg/l).

#### *3.3.4.4. Analyses en cyanures libres*

Limites réglementaires : 50 µg/l.

Les analyses ont montré des teneurs inférieures au seuil de détection (100 µg/l) pour les eaux des piézomètres PZ1, PZ2 et du puits P4, soit au maximum voisines de la norme. Par ailleurs, lors de la première phase, les analyses avaient révélé la présence de cyanures totaux à des concentrations de 1,2 mg/l sur l'échantillon prélevé dans le puits P1 (cf. plan du site en annexe), et à 10 µg/l ou moins de 10 µg/l pour les eaux des puits P3 et P4. La présence de cyanures totaux correspond à la présence de cyanures non pas sous forme libre mais sous forme complexée et qui ne constituent pas une source de toxicité comparable à celle des cyanures libres.

#### *3.3.4.5. Analyses en Sulfates*

Limite réglementaire : 250 mg/l.

Les analyses ont montré une teneur inférieure à la limite de 250 mg/l pour l'eau du puits P4 (168,3 mg/l) et du piézomètre PZ1 (14,7 mg/l), et supérieure pour l'eau du piézomètre PZ2 (594 mg/l).

#### *3.3.4.6. Analyses en Ammonium*

Limite réglementaire : 4 mg/l.

Les analyses ont montré des teneurs inférieures à la limite pour l'eau du puits P4 (3,3 mg/l) et pour l'eau des piézomètres PZ1 (<0,1 mg/l) et PZ2 (0,63 mg/l). A noter que lors de la première campagne les analyses réalisées sur les puits extérieurs au site (P1, P3 et P4) ont montré des teneurs comprises entre 3,6 mg/l et 9 mg/l, ceci indiquant que les teneurs observées au droit du site sont inférieures au bruit de fond existant dans la nappe.

### 3.3.4.7. Analyses en indices phénols, xylène et alkylbenzène

Limites réglementaires :

- indices phénols : 0,1 mg/l.

En l'absence de limite réglementaire pour le xylène et l'alkylbenzène, il est fait référence aux valeurs guides de la liste hollandaise; le niveau C est de 70 µg/l pour le xylène. Il n'existe pas de limite pour l'alkylbenzène. Aussi, la référence prise est celle du benzène qui s'apparente à l'alkylbenzène. Le niveau C de la liste hollandaise est de 30 µg/l.

Les analyses ont montré des teneurs inférieures au seuil de détection (0,02 mg/l pour les indices phénols et 10 µg/l pour les benzène et alkylbenzène) pour les eaux du puits P4, et des piézomètres PZ1 et PZ2.

### 3.3.5. Analyses du contenu des fosses à goudrons

Lors de la première phase, il avait été identifié :

- dans la fosse ouest : la présence de 310 m<sup>3</sup> d'eau et de 55 m<sup>3</sup> de goudron,
- dans la fosse est, la présence de remblais et d'eau.

Des analyses ont été réalisées sur les remblais de la fosse est et sur les eaux des deux fosses. Les résultats mettent en évidence que les remblais de la fosse est (sondage BS13 à -3 m) possèdent une teneur de 215 mg/kg, et que les eaux montrent la présence de 27,2 µg/l de HAP (somme des 16 composés) dans la fosse à goudron remblayée, et de 7,1 µg/l de HAP (somme des 16 composés) dans la fosse à goudron non remblayée.

## 4 - INTERPRETATIONS

### 4.1. Pour les sols

#### 4.1.1. Zone des fosses à goudron et des cuves

Rappelons que lors de notre investigation préliminaire, nous avons remarqué que la fosse la plus à l'Ouest n'avait pas été remblayée contrairement à l'autre située plus à l'Est. Il avait été estimé que la fosse Ouest contenait encore des volumes de 50 m<sup>3</sup> de goudron et de 310 m<sup>3</sup> d'eau. Cette eau n'a pas montré de teneurs élevées en HAP lors des analyses réalisées en phase complémentaire.

La contamination des sols par les HAP dans cette zone n'est pas prononcée; en effet, au droit de la plupart des sondages ou fouilles réalisés lors des deux phases de terrain, et où des analyses en HAP ont été effectuées (E8, BS13, BS5), les teneurs en HAP totaux sont supérieures au niveau C de la liste hollandaise (40 mg/kg) mais jamais supérieures à 365 mg/kg. Cette teneur n'exprime pas une contamination importante par des HAP.

Dans le fond de la fosse à goudron qui a été remblayée, la teneur en HAP est seulement de 215 mg/kg. Ces teneurs résiduelles en HAP sont probablement dues à la présence minime de goudron dans cette cuve lors du remblaiement.

Autour des fosses, la teneur maximale a été retrouvée en BS5 avec une teneur en HAP de 365 mg/kg. Cette teneur ne se retrouve nulle part ailleurs, et elle est probablement due à des épanchements de goudron en surface autour des différentes cuves et pompes, lors de la phase d'exploitation.

Il peut donc être estimé qu'un volume de 350 m<sup>3</sup> de sols est contaminé dans cette zone, hors la fosse à goudron non remblayée, (cf. zone 1 en annexe 5, figure 1), la concentration maximale en HAP y étant d'environ 350 mg/kg.

#### 4.1.2. Zone des ateliers d'extraction et de condensation

Cette zone a révélé des HAP sur une couche de terrain superficielle, jusque 1 m de profondeur, avec une concentration maximale en HAP se situant vers 500 mg/kg.

Le volume de terrain affecté par cette contamination est de l'ordre de 200 m<sup>3</sup> dans cette zone (cf. zone 2, en annexe 5 figure 1) et se concentre toujours dans les remblais, au dessus des terrains naturels.

#### 4.1.3. Zone des ateliers d'épuration

Il apparaît que cette zone a révélé la présence de HAP. Cette contamination est nette en surface avec des teneurs en HAP de l'ordre de 1000 mg/kg au droit de S8 à 0,5 m de profondeur: cette contamination s'atténue en profondeur puisqu'il n'est retrouvé que 46 mg/kg de HAP au droit de BS4 à 2 m de profondeur. Il ne reste que des indices de pollution en HAP au droit de BS9 à 3 m de profondeur. De même, il est à signaler que les concentrations en Soufre dans cette zone sont égales à la limite C de la liste hollandaise (200 mg/kg).

La contamination dans cette zone est donc localisée sur une tranche de terrain comprise entre 0 et 2 m de profondeur sous les ateliers d'épuration et ses abords (cf. zone 3 en annexe 5, figure 1).

Il peut être estimé qu'un volume de 180 m<sup>3</sup> de sols possède une concentration moyenne en HAP qui en surface reste inférieure à la valeur de 1000 mg/kg.

#### 4.1.4. Zone des gazomètres

Il a été noté deux types de contamination dans cette zone (zone 4 en annexe 5, figure 1) :

- la première contamination s'est effectuée par des HAP mais elle est limitée. La teneur maximale en HAP a été relevée en E6 avec une teneur en HAP supérieure à 500 mg/kg à 0,6 m de profondeur; cette contamination s'atténue en profondeur pour être quasiment inexistante à 1 m de profondeur au droit de BS11 (23 mg/kg),
- la seconde contamination s'est effectuée par des cyanures totaux (concentrations de l'ordre de 100 à 120 mg/kg) dans cette même zone. Elle est répartie de façon relativement uniforme entre 0 et 3 m de profondeur.

Un volume approximatif de 50 m<sup>3</sup> a été contaminé par les HAP et cyanures totaux.

#### 4.2. Pour la nappe

Les analyses réalisées ont permis de mettre en évidence la présence d'une contamination par quatre types de produits : les hydrocarbures totaux, les cyanures, les sulfates et le plomb. Ces contaminations de la nappe ne sont cependant pas reconnues au droit de tous les puits ou piézomètres ; en effet, la pollution par les hydrocarbures est reconnue en P4 et PZ1, en aval du site, tandis que celle par les sulfates est relevée en PZ2, en amont du site. La pollution par le plomb a été retrouvée au droit des ouvrages P4 et PZ2.

**La contamination par les hydrocarbures** pourrait être imputée aux valeurs enregistrées dans les sols dans les anciennes zones de stockage du coke, mais il demeure qu'il n'a pas été reconnu de source importante de pollution (pas de pollution des sols en référence aux critères hollandais) et que de ce fait cette corrélation reste hypothétique. Une origine de pollution extérieure au site de l'usine à gaz peut donc être évoquée.

**La contamination par les sulfates et cyanures totaux et complexés** n'a été retrouvée qu'en amont hydraulique du site (respectivement en P1 et en PZ2); l'origine de ces produits dans la nappe pourrait être expliquée par la lixiviation de produits sulfatés ou cyanurés présents dans les sols de l'ancienne usine à gaz. Cette contamination reste localisée dans la bordure Nord du site.

**La contamination par le plomb** se retrouve aussi bien en amont qu'en aval (sauf en PZ1). Tout comme pour les hydrocarbures totaux, en l'absence de teneurs élevées dans les sols (les teneurs enregistrées sont toutes inférieures à la valeur C hollandaise), l'éventualité d'une origine de la pollution extérieure au site peut être envisagée (station service, faïencerie).

**En conclusion**, deux catégories de pollution sont à différencier dans la nappe :

- la première apparaît liée à l'activité de l'usine à gaz ; elle concerne les sulfates et les cyanures totaux et n'a été retrouvée que de manière localisée dans la partie amont du site (secteur des gazomètres),
- la seconde catégorie de pollution concerne le plomb et les hydrocarbures. Elle n'est pas uniforme sur l'ensemble de l'emprise du site. Les teneurs existantes dans les sols au

droit de l'usine rendent incertaines une origine de contamination depuis l'usine à gaz. Cette éventualité ne peut cependant pas être exclue. Toutefois, il existe également dans l'environnement immédiat ou plus distant du site, des activités qui pourraient être à l'origine de ces concentrations. Il s'agit de la faïencerie (pour le plomb) située en face de l'usine à gaz et de la station service de la grande surface (pour le plomb et les hydrocarbures), située à 200 mètres à l'amont hydraulique de l'usine.

### **4.3. Approche des risques**

#### **4.3.1. Pour la santé humaine**

Les risques immédiats posés par la présence de HAP et de cyanures complexés sont quasiment nuls; en effet, lors de nos campagnes de reconnaissance, aucune teneur en gaz n'a été observée sur le site. Ainsi, le personnel GDF, qui fréquente le site de manière très épisodique, n'est pas affecté par des vapeurs provenant de ces HAP ou cyanures, lorsqu'ils vont vérifier l'état du poste de détente.

Les risques différés posés par la présence de HAP et de cyanures sont par contre plus discutables. En ce qui concerne les HAP, ceux-ci sont d'une manière générale adsorbés aux particules de sols et sont peu mobiles. Ils sont peu lixiviables car très peu solubles. Cette assertion est d'ailleurs confirmée par le fait que les HAP n'ont pas été retrouvés dans la nappe, bien que le site ne soit recouvert à aucun endroit par une couverture étanche de style bitumée. En ce qui concerne les cyanures, les risques différés sont plus importants puisqu'ils sont plus lixiviables que les HAP; ceci a été confirmé par la présence de cyanures complexés dans la nappe et ceci de manière localisée dans le puits P1.

#### **4.3.2. Pour la nappe**

En ce qui concerne les risques immédiats, ils concernent les eaux des puits P4 et P1.

Les eaux du puits P4 révèlent des teneurs non négligeables en plomb et hydrocarbures. Ce puits qui a pour vocation d'irriguer un jardin potager, les risques d'intoxication qu'encourt à moyen ou long terme, la (ou les) personne(s) consommant les produits provenant de ce jardin potager sont non négligeables. Ce puits n'est aujourd'hui plus utilisé mais il conviendrait donc dans un

premier temps de s'assurer qu'il ne soit pas utilisé dans le futur et ceci ni à des fins d'irrigation, ni à des fins de consommation directe par des personnes non informées de la non potabilité des eaux de ce puits.

Les eaux du puits P1 révèlent des teneurs non négligeables en cyanures complexés et sulfates. Ainsi tout comme le puits P4, des dispositions devraient être prises afin que les eaux de ce puits ne soient plus utilisées.

La contamination par ces différents produits n'a pas, à notre connaissance, atteint le captage AEP dit "les Greffiers" qui se situe à 2500 m en aval du site et les risques pour qu'elle l'atteigne sont quasiment nuls étant donné le sens d'écoulement de la nappe se fait dans une direction sub-perpendiculaire à la Loire et donc dans une direction ne s'orientant pas directement vers ce captage.

En l'absence de suivi de la qualité des eaux de la nappe, la représentativité de l'eau des puits par rapport à la qualité de l'eau de la nappe n'est cependant pas démontrée. Outre une pollution provenant du site, la pollution observée pourrait, soit provenir de l'extérieur, soit être due à un phénomène de colmatage des puits.

## 5 - RECOMMANDATIONS

### 5.1. Dans la situation actuelle

#### 5.1.1. Pour les sols et les fosses à goudrons

Les zones dans lesquelles a été mis en évidence la présence de HAP ont un impact très limité sur la santé humaine dans la mesure où les concentrations en polluant demeurent relativement peu élevée et peu accessible par les agents de GDF.

En conséquence, aucun traitement n'est à envisager, si ce n'est la vidange des cuves à goudron.

Ces cuves contiennent d'une part 55 m<sup>3</sup> de goudron (cuve ouest) et 320 m<sup>3</sup> d'eau contaminées par les HAP. Le goudron et les eaux contaminées devront être pompés pour suivre une filière de traitement agréée.

#### 5.1.2. Pour la nappe

Un suivi régulier de la qualité des eaux de la nappe devrait être réalisé. Il consistera à réaliser des prélèvements d'eaux périodiques dans les différents ouvrages (piézomètres PZ1 et PZ2 et le puits P4) présents sur et aux abords du site. La fréquence de ces analyses pourrait être semestrielle sur une durée de 2 ans puis être réévaluée en fonction des résultats d'analyses. Les eaux prélevées seront analysées pour déterminer leurs teneurs en hydrocarbures, plomb, cyanures et sulfates. A la fin de ces différents prélèvements, un constat sera réalisé, qui permettra de dresser un état de la nappe sur un plus long terme: ceci permettrait de déterminer l'origine de ces pollutions ainsi que de définir éventuellement des actions correctives.

Les éléments à analyser sont les suivants :

- les phénols,
- les hydrocarbures totaux,
- le plomb,
- l'ammonium,
- les cyanures libres,
- les cyanures totaux

## 5.2. En cas de réutilisation du site

Ce cas concerne d'une part :

- les sols contenant des HAP en concentration maximale de 1000 mg/kg. Ces sols représentent des volumes d'environ :

+ 350 m<sup>3</sup> avec des teneurs inférieures à 500 mg/kg : teneurs moyennes de 350 mg/kg (cf. zone 1 en annexe 5, figure 1).

+ 430 m<sup>3</sup> avec des teneurs comprises entre 500 mg/kg et 1000 mg/kg (cf. zones 2 à 4 en annexe 5, figure 1).

et d'autre part les sols contenant des cyanures totaux représentant un volume approximatif de 50 m<sup>3</sup>, avec des teneurs comprises entre les niveaux A et I hollandais, et qui correspondent à la zone 4 (cf. annexe 5, figure 1) dans laquelle une contamination par HAP a été décelée.

Les cyanures présents sous forme complexée sont à des concentrations inférieures au niveau C hollandais et les HAP identifiés dans ces sols aux concentrations observées sont probablement immobilisés car aucun impact n'a été décelé sur les eaux de nappe. La définition de la politique à adopter par rapport à ce constat (suivi des teneurs en nappe, excavation des terres) est à définir en fonction de l'utilisation future du site (activité de type industrielle, quartier résidentiel), des travaux qui pourront y être menés (excavation des terres pour la construction de nouveaux bâtiments, recouvrement des terrains par un revêtement de nature imperméable) et des attentes des administrations territorialement compétentes.

## CONCLUSIONS

Les investigations menées par OBJECTIF K ont donc permis :

- de retracer l'historique,
- de déterminer de façon quantitative les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques générales du site,
- d'établir le niveau de contamination dans les sols dans les zones sensibles en phase d'exploitation,
- d'établir le niveau de contamination de la nappe au droit du site,
- d'évaluer les risques éventuels,
- de proposer des recommandations et des mesures de surveillance,
- dans l'éventualité d'une opération d'une réhabilitation, de fournir les éléments et les recommandations nécessaires à sa réalisation.

# ANNEXES

# SOMMAIRE DES ANNEXES

## Annexe 1 : Plans de situation

- Figure 1 : Plan d'implantation des ouvrages phase préliminaire  
Figure 2 : Plan d'implantation des ouvrages

## Annexe 2 : Géologie

- Figure 1 : Coupes géologiques  
Figure 2 à 4 : Coupes techniques des ouvrages

## Annexe 3 : Hydrogéologie

- Figure 1 : Niveaux piézométriques

## Annexe 4 : Mesures et analyses

## Annexe 5 : Zones sensibles

- Figure 1 : Zones à excaver

## Annexe 6 : Procédures des analyses et mesures

# **ANNEXE 1**

## **Plans de situation**



- Sondage
- Excavation
- Puits existant
- ⋯ Nouvelles infrastructures
- - - Batiments et infrastructures démantelés
- ▨ Propriété Privée
- ▩ Zone remblayée

P3

● S12

Jardin  
et Potager

P



PHASE PRELIMINAIRE

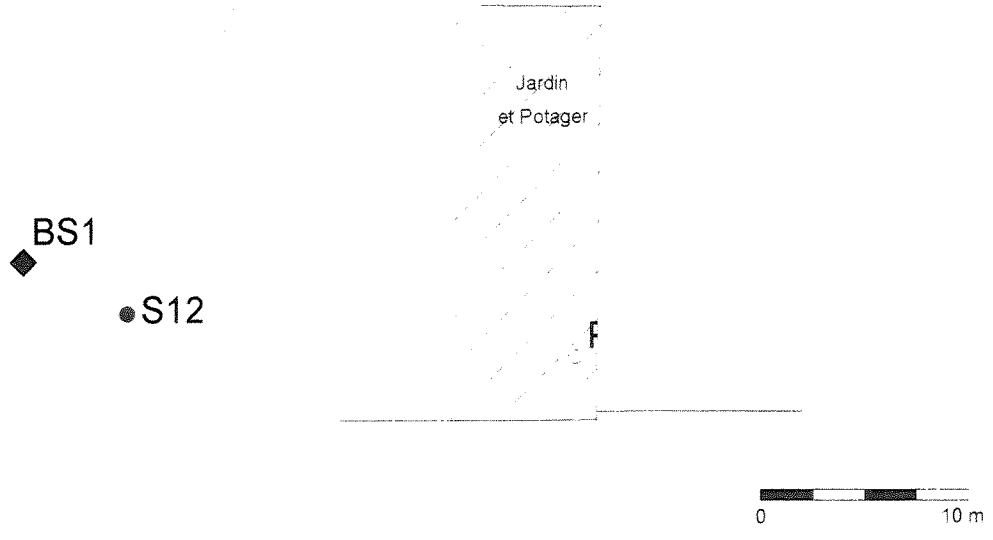
ANNEXE : 1

FIGURE : 1



- PZ1 ◆ piézomètre phase complémentaire
- BS1 ◆ sondage phase complémentaire
- Sondage phase préliminaire
- Excavation phase préliminaire
- Puits existant
- Nouvelles infrastructures
- - - Batiments et infrastructures démantelés
- ▨ Propriété Privée
- ▩ Zone remblayée

P3



PHASE COMPLEMENTAIRE

ANNEXE : 1  
FIGURE : 2

# **ANNEXE 2**

## **Géologie**

COUPES GÉOLOGIQUES DES SONDAGES

N° SONDAGE	COUPES GÉOLOGIQUES	Mesures dräger
BS2	0-1 m : remblais	0
	1-3 m : sable brun humide	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS3	0-2 m : remblais avec cavités	0
	2-3 m : sable brun humide	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS4	0 -1,5 m : remblais	0
	1,5-3 m : sable brun humide	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS5	0-3 m : remblais sableux noir	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS6	0,0 - 0,3 m : brique (refus à 0,3 m)	0
	<b>0,3 m : fin du sondage</b>	0
BS7	0-0,5 m : remblais	0
	0,5-3 m : sable fin roux humide	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS8	0-1 m : remblais	0
	1-3 m : sable roux à beige	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS9	0-1 m : remblais	0
	1-3 m : sables et graviers beiges	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS10	0-3 m : remblais gris, briques	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS11	0-2 m : remblais grossiers	0
	2-3 m : remblais graviers	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS12	0-1,5 m : remblais grossiers, blocs calcaires	0
	1,5-3 m : remblais sableux gris	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0
BS13	0-1,2 m : remblais (quelques traces gris-bleu)	0
	1,2-3 m : remblais marneux	0
	<b>3 m : fin du sondage</b>	0

Annexe 2, figure 1 : Coupes géologiques des ouvrages

CHANTIER : 60F GIEN (45) OPERATEUR : VALLI FONDASOL DATE : 18/05/95	MODE DE FORAGE : WAGON DRILL PROFONDEUR TOTALE : -5.2 M COTE NGF :
---	--

DESCRIPTIF TECHNIQUE

OUTIL : TUBAGE-TAILLANT DIAMETRE 68-83 mm TUBAGE PLEIN : PVC 50. 2.2 M TUBAGE CREPINE : PVC 50. 3 M	TETE D'OUVRAGE : BOUCHON PVC BOUCHON : PELTONITE. 1 M MASSIF FILTRANT : GRAVIER MEDIANE 1.35 mm
---	---

PROFONDEUR (M)	NIVEAU PIEZOMETRIQUE	ECHANTILLONS	MESURES OLFACTIVES	OBSERVATIONS	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	LITHOLOGIE	EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">EAU    Gaz    Sol</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>-</span> <span>+</span> </div> </div>					REMBLAIS  SABLES roux  SABLES ET GRAVIERS, humide, avec silex  SABLES, calcaires		
1.0		■					
2.0		■					
3.0		■					
4.0	▨	■					
5.0		■					

ATE		LOG DU SONDAGE			NOM DE L'OUVRAGE : PZZ		
					ANNEXE : 2	FIG : 3	
CHANTIER : GOF GIEN (45) OPERATEUR : VALLI FONDASOL DATE : 18/05/95				MODE DE FORAGE : WAGON DRILL PROFONDEUR TOTALE : -9.35 M COTE NGF :			
DESCRIPTIF TECHNIQUE							
OUTIL : TUBAGE-TAILLANT DIAMETRE 68-83 mm TUBAGE PLEIN : PVC 50. 4 M TUBAGE CREPINE : PVC 50. 5.35 M				TETE D'OUVRAGE : BOUCHON PVC BOUCHON : PELTONITE. 2 M MASSIF FILTRANT : GRAVIER MEDIANE 1.35 mm			
PROFONDEUR (M)	NIVEAU PIEZOMETRIQUE	ECHANTILLONS	MESURES OLFACTIVES	OBSERVATIONS	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	LITHOLOGIE	EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE
1.0					REMBLAIS gris, avec des briques		
2.0							
3.0							
4.0					SABLES bruns		
5.0					GRAVIERS avec silex		
6.0					GRAVIERS beiges calcaire		
7.0					SABLES ET GRAVIERS, calcaire, humide		
8.0							
9.0							

ATE	LOG DU SONDAGE	NOM DE L'OUVRAGE: PZ3	
		ANNEXE: 2	FIG: 4

CHANTIER: GDF GIEN (45)  
 OPERATEUR: VALLI FONDASOL  
 DATE: 19/05/95

MODE DE FORAGE: MASON DRILL  
 PROFONDEUR TOTALE: -6.1 M  
 COTE NGF:

DESCRIPTIF TECHNIQUE

OUTIL: TUBAGE-TAILLANT DIAMETRE 68-83 mm  
 TUBAGE PLEIN: PVC 50. 2 M  
 TUBAGE CREPINE: PVC 50. 3.3 M

TETE D'OUVRAGE: BOUCHON PVC  
 BOUCHON: PELTONITE. 0.8 M  
 MASSIF FILTRANT: GRAVIER MEDIANE 1.35 mm

PROFONDEUR (M)	NIVEAU PIEZOMETRIQUE	ECHANTILLONS EN SV SE	MESURES OLFACTIVES - +	OBSERVATIONS	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	LITHOLOGIE	EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE
0.0					BITUME et pavés		
1.0					SABLES roux		
2.0							
3.0				Sables humides			
4.0					SABLES ET GRAVIERS		
5.0							
6.0					SABLES ET GRAVIERS		

Ancienne usine à Gaz  
Gien (45)

PIÉZOMÉTRIE

PIÉZOMÉTRIE DU 22/05/95			
	COTE	NIVEAU D'EAU	PIEZOMETRIE
N° OUVRAGE	m	m	m
PZ1	100	4,67	95,33
PZ2	101,54	5,42	96,12
PZ3	101,07	sec (fond à 5,68)	<95,39

PIÉZOMÉTRIE DU 09/06/95			
	COTE	NIVEAU D'EAU	PIEZOMETRIE
N° OUVRAGE	m	m	m
PZ1	100	5,17	94,83
PZ2	101,54	5,74	95,8
PZ3	101,07	sec (fond à 5,68)	<95,39

EHELLE	DATE	DOSSIER N°	ANNEXE	FIGURE
	27/06/95	94 09 311	3	1

# **ANNEXE 4**

## **Mesures et analyses**

Téléphone : 32 10 22 44  
Télécopie : 32 10 22 41

RAPPORT D'ANALYSE

NUMERO DU RAPPORT : 505041 C

EF. ECHANT. : GIEN PUIITS

PRELEVEMENT PAR.....: ATE TRAVAUX  
ATE REMISE ECHAN.: 14.06.95  
HEURE PRELEVEMENT : 09.06.95

REFER. CDE : COMPLEMENT COURRIER DU 30/05/95 M. CHIVOT

AF

	Résultat
MERCURIS (Indice) .....mg/l	: <0,02
XYLENE.....µg/l	: <10
METHYLBENZENE.....µg/l	: <10

LE CHEF DE SERVICE

LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE

Agréé par le Ministère  
de la Santé  
pour le Contrôle Sanitaire  
des Eaux en Haute-Normandie

Agréé par le Ministère  
de la Consommation  
Service de la Répression  
des Fraudes

Agréé par le Ministère  
de l'Environnement  
pour l'Analyse des Eaux  
(TYPES I à VI et VIII à X pour 1995 et 1996)

Agréé par le Ministère  
de l'Environnement pour l'Analyse  
des poussières à l'émission

Agréé par le Ministère  
du Travail, de l'Emploi  
et de la Formation  
Professionnelle (Plomb Benzé-

RAPPORT D'ANALYSE

NUMERO DU RAPPORT : 505041 C

F. ECHANT. : GIEN PUIITS

ADRESSE DE FACTURATION

ELEVE PAR.....: ATE TRAVAUX  
DATE REMISE ECHAN.: 14.06.95  
DEBUT PRELEVEMENT : 09.06.95

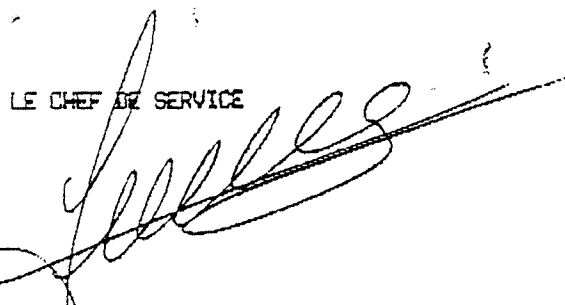
ATE TRAVAUX  
17 RUE DU PERIGORU  
69330 MEYZIEU

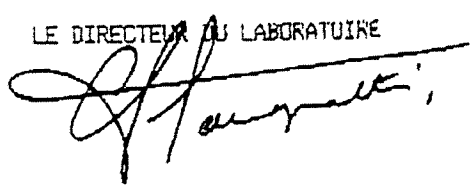
REFER. CDE : COMPLEMENT COURRIER DU 30/05/95 M. CHIVOT

\*\*\*\*\*

	Résultat
PHENOLS (Indice) .....mg/l	! <0,02 !
XYLENE.....µg/l	! <10 !
ASKYLBENZENE.....µg/l	! <10 !

AF

LE CHEF DE SERVICE  


LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE  


Agréé par le Ministère  
de la Santé  
pour le Contrôle Sanitaire  
des Eaux en Haute-Normandie

Agréé par le Ministère  
de la Consommation  
Service de la Répression  
des Fraudes

Agréé par le Ministère  
de l'Environnement  
pour l'Analyse des Eaux  
(TYPES I à VI et VII à X pour 1995 et 1996)

Agréé par le Ministère  
de l'Environnement pour l'Analyse  
des poussières à l'émission

Agréé par le Ministère  
du Travail, de l'Emploi  
et de la Formation  
Professionnelle (Plomb Benzène)

LABORATOIRE MUNICIPAL ET RÉGIONAL

9, rue Mustel B.P. 4063, 76022 ROUEN CEDEX

Téléphone : 32 10 22 44

Télécopie : 32 10 22 41

RAFFORT D'ANALYSE

ROUEN, LE 15.06.95

PAGE : 1

NUMERO DU RAFFORT : 504603

REF. ECHANT. : CHANTIER GDF GIEN

PRELEVE PAR.....: ATE TRAVAUX

DATE REMISE ECHAN.: 01.06.95

REFER. CDE : M. CHIVOT

\*\*\*\*\*

AF

N° DE L'ECHANTILLON.....	01	02	03
REFERENCE ECHANTILLON.....	EAU PZ1	EAU PZ2	SOL PZ1/1 M
	15/05/95	22/05/95	18/05/95
PHENOLS (Indice) .....mg/l	<0,02	<0,02	
XYLENE.....	<10	<10	480
ALKYLBENZENE.....	<10	<10	310

Les résultats sont exprimés en µg/l pour les eaux et en µg/kg pour les sols, et en équivalent 1,3,5 triméthyl benzène pour les alkylobenzènes.

LE CHEF DE SERVICE

LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE

Agréé par le Ministère  
de la Santé  
pour le Contrôle Sanitaire  
des Eaux en Haute-Normandie

Agréé par le Ministère  
de la Consommation  
Service de la Répression  
des Fraudes

Agréé par le Ministère  
de l'Environnement  
pour l'Analyse des Eaux  
(TYPES I à VI et VIII à X pour 1995 et 1996)

Agréé par le Ministère  
de l'Environnement pour l'Analyse  
des poussières à l'émission

Agréé par le Ministère  
du Travail, de l'Emploi  
et de la Formation  
Professionnelle (Plomb Benzène)



Société Mesures Contrôles Conseils

le 28.06.95



ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. B 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50628 013 PV

ANTIPOLLUTION TECHNIQUES  
ENTREPRISE  
Mle LATELTIN  
17, RUE DU PERIGORD  
69330 MEYZIEU

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950619002		EAU PZ1 CHANTIER GIEN
AMMONIUM PAR COLORIMETRIE NH4+	NF T 90 108	< 0.1 mg/l
CYANURES LIBRES		< 0.01 mg/l
HPA		
FLUORANTHENE		<0.01 µg/l
BENZO B FLUORANTHENE		<0.01 µg/l
BENZO K FLUORANYHENE		<0.01 µg/l
BENZO A PYRENE		<0.01 µg/l
BENZO GHI PERYLENE		<0.01 µg/l
INDENO 123 CD PYRENE		<0.01 µg/l
SOMME DES HPA		<0.06 µg/l
HYDROCARBURES TOTAUX	NF T 90 114	4.4 mg/kg
METAUX PLOMB	DETECTION ICP	0.01 mg/l
METAUX ARSENIC SYSTEME HYDRURE		< 1 µg/l
SULFATES CHROMATO. IONIQUE		14.7 mg/l

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
CECILE DETRES

La responsable de département  
Isabelle DORCHIES



Société Mesures Contrôles Conseils

10 10.00.90



ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EURO-BILLY  
B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 004 PV


ANTIPOLLUTION TECHNIQUES  
ENTREPRISE  
Mle LATELTIN  
17, RUE DU PERIGORD  
69330 MEYZIEU

Madame, Monsieur,

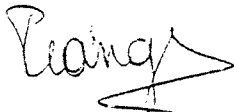
Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950606011		ECHANTILLON GIEN GDF FOSSE A GOUDRON 18/5	
H.P.A.			
NAPHTALENE		6.4	µg/l
ACENAPHTENE		<0.01	µg/l
FLUORENE		<0.01	µg/l
PHENANTHRENE		<0.01	µg/l
ANTHRACENE		<0.01	µg/l
FLUORANTHENE		<0.01	µg/l
PYRENE		<0.01	µg/l
BENZO-A-ANTHRACENE		0.7	µg/l
CHRYSENE		<0.01	µg/l
BENZO-B-FLUORANTHENE		<0.01	µg/l
BENZO-K-FLUORANTHENE		<0.01	µg/l
BENZO-A-PYRENE		<0.01	µg/l
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE		<0.01	µg/l
BENZO-GHI-PERYLENE		<0.01	µg/l
INDENO-123-CD-PYRENE		<0.01	µg/l
ACENAPHTYLENE		<0.01	µg/l

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

 Le chef de ligne  
CECILE DETRES

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE







Société Mesures Contrôles Conseils



ASSOCIATION  
FRANÇAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 003 PV

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950606010 Réf.SMC : 950606010		ECHANTILLON GIEN S13 DU 22.05.1995	
H.P.A.			
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE		<0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l 2.4 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l 5.7 µg/l 3.0 µg/l 3.4 µg/l 3.4 µg/l 1.8 µg/l 3.2 µg/l <0.01 µg/l 2.2 µg/l 2.1 µg/l <0.01 µg/l	

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
CECILE DETRES

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils



S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. B 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50623 019 PV

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950612011		EAU P4 GIEN PUITES DU 09/06/95
AMMONIUM PAR COLORIMETRIE NH4+		3.3 mg/l
CYANURES LIBRES NF T 90 108		< 0.1 mg/l
H.P.A.		
NAPHTALENE		<0.01 µg/l
ACENAPHTENE		<0.01 µg/l
FLUORENE		<0.01 µg/l
PHENANTHRENE		<0.01 µg/l
ANTHRACENE		<0.01 µg/l
FLUORANTHENE		<0.01 µg/l
PYRENE		<0.01 µg/l
BENZO-A-ANTHRACENE		<0.01 µg/l
CHRYSENE		<0.01 µg/l
BENZO-B-FLUORANTHENE		<0.01 µg/l
BENZO-K-FLUORANTHENE		<0.01 µg/l
BENZO-A-PYRENE		<0.01 µg/l
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE		<0.01 µg/l
BENZO-GHI-PERYLENE		<0.01 µg/l
INDENO-123-CD-PYRENE		<0.01 µg/l
ACENAPHTYLENE		<0.01 µg/l
HYDROCARBURES TOTAUX NF T 90 114		12.9 mg/kg
METAUX PLOMB DETECTION ICP		0.12 mg/l
METAUX ARSENIC SYSTEME HYDRURE		< 1 µg/l
SULFATES CHROMATO. IONIQUE		168.3 mg/l

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 CECILE DETRES

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. B 380 153 973  
 FR 380 153 973



Notre réf. 50616 005 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950606012 Réf.SMC : 950606012		ECHANTILLON GIEN PZ2 DU 22/5/95
AMMONIUM PAR COLORIMETRIE NH4+ CYANURES LIBRES		0.63 mg/l < 0.1 mg/l
H.P.A.		
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE		<0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l <0.01 µg/l
HYDROCARBURES TOTAUX METAUX PLOMB METAUX ARSENIC SYSTEME HYDRURE SULFATES CHROMATO. IONIQUE		NF T 90 114 DETECTION ICP 0.81 mg/kg 0.17 mg/l 3 µg/l 594 mg/l

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 CECILE DETRES

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 99 - 52420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 015 PV



Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607006		SOL S3 -3 m DU 19/05 CHANTIER GIEN	
H.P.A.			
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE		<10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg 118 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg 168 µg/kg 305 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <100 µg/kg	
METAUX LOURDS PLOMB		ICP	49 mg/kg <i>sur brut</i>
ARSENIC SYSTEME HYDRURE			17 mg/kg <i>sur brut(à confirmer)</i>

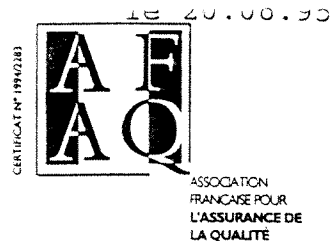
Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils



S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50620 049 PV

Madame, Monsieur,

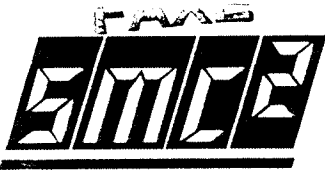
Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : réf.SMC <sup>2</sup> : 950613025		ECHANTILLON GIEN PZ1 1m
H.P.A.		
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE		<10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <100 µg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

le 16.06.95



ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 030 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607021		SOL PZ2 -2 m DU 18/5 CHANTIER GIEN	
CYANURES TOTAUX	NF T 90-107	sur brut	22 mg/kg
SOUFRE METHODE CHIMIQUE		sur brut	0.02 %

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. B 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 031 PV

18.06.95



CERTIFICAT N° 19942181  
ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607022		SOL PZ2 -3 m DU 18/5 CHANTIER GIEN
AMMONIUM	NF T 90-015	10.3 mg/kg sur soluble eau

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 032 PV



Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607023 Réf.SMC <sup>2</sup> : 950607023		SOL PZ3 -2 m DU 19/5 CHANTIER GIEN	
H.P.A.			
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE		<10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg <100 µg/kg	

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 300 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 S.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tel. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 37  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 012 PV



Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : <span style="float: right;">SOL</span> Réf.SMC <sup>2</sup> : 950607003 <span style="float: right;">S2 -1 m DU 19/05 CHANTIER GIEN</span>	
H.P.A.	
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE	387 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg 1662 µg/kg <10 µg/kg 4984 µg/kg 2495 µg/kg 1574 µg/kg 1211 µg/kg 1126 µg/kg 714 µg/kg 1266 µg/kg 312 µg/kg 783 µg/kg 699 µg/kg <100 µg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils



ASSOCIATION  
FRANÇAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 013 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : Réf.SMC <sup>2</sup> : 950607004		SOL S2 -2 m DU 19/05 CHANTIER GIEN	
HYDROCARBURES TOTAUX	NF T 90-114	sur brut	83.2 mg/kg
METAUX LOURDS PLOMB	ICP	sur brut	81 mg/kg
ARSENIC SYSTEME HYDRURE		sur brut (à confirmer)	32.4 mg/kg

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils



S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 014 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf :	950607005	SOL
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S3 -1 m DU 19/05 CHANTIER GIEN
H.P.A.		
NAPHTALENE		<10 µg/kg
ACENAPHTENE		<10 µg/kg
FLUORENE		<10 µg/kg
PHENANTHRENE		<10 µg/kg
ANTHRACENE		<10 µg/kg
FLUORANTHENE		<10 µg/kg
PYRENE		953 µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE		591 µg/kg
CHRYSENE		614 µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE		516 µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE		426 µg/kg
BENZO-A-PYRENE		613 µg/kg
DIBENZO-A, H-ANTHRACENE		<10 µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE		<10 µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE		<10 µg/kg
ACENAPHTYLENE		<100 µg/kg

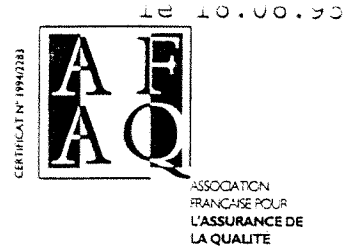
Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils



S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLIY  
 B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. B 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 016 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf :	950607007	SOL
Réf. SMC <sup>2</sup> :		S4 -2 m DU 19/05 CHANTIER GIEN
H.P.A.		
NAPHTALENE		1023 µg/kg
ACENAPHTENE		<10 µg/kg
FLUORENE		<10 µg/kg
PHENANTHRENE		3678 µg/kg
ANTHRACENE		<10 µg/kg
FLUORANTHENE		10609 µg/kg
PYRENE		5921 µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE		4596 µg/kg
CHRYSENE		670 µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE		2963 µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE		139 µg/kg
BENZO-A-PYRENE		4489 µg/kg
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE		835 µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE		4137 µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE		1419 µg/kg
ACENAPHTYLENE		<100 µg/kg

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLIY  
 B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 017 PV

le 16.06.95

CERTIFICAT N° 1942281



ASSOCIATION  
 FRANÇAISE POUR  
 L'ASSURANCE DE  
 LA QUALITE

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607008		SOL	
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S5 -1 m DU 19/05 CHANTIER GIEN	
H.P.A.			
NAPHTALENE		6552	µg/kg
ACENAPHTENE		<10	µg/kg
FLUORENE		8060	µg/kg
PHENANTHRENE		51396	µg/kg
ANTHRACENE		5502	µg/kg
FLUORANTHENE		33360	µg/kg
PYRENE		118409	µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE		33650	µg/kg
CHRYSENE		17054	µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE		22413	µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE		5495	µg/kg
BENZO-A-PYRENE		5447	µg/kg
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE		2737	µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE		25669	µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE		28681	µg/kg
ACENAPHTYLENE		<100	µg/kg

Nous vous prions d'agrée, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



S.A au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 018 PV

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf :	950607009	SOL
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S7 -1 m DU 19/05 CHANTIER GIEN
H.P.A.		
NAPHTALENE		<10 µg/kg
ACENAPHTENE		<10 µg/kg
FLUORENE		<10 µg/kg
PHENANTHRENE		<10 µg/kg
ANTHRACENE		<10 µg/kg
FLUORANTHENE		<10 µg/kg
PYRENE		<10 µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE		<10 µg/kg
CHRYSENE		<10 µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE		<10 µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE		<10 µg/kg
BENZO-A-PYRENE		<10 µg/kg
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE		<10 µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE		<10 µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE		<10 µg/kg
ACENAPHTYLENE		<100 µg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. B 380 153 973  
 FR 380 153 973

10.06.95



ASSOCIATION  
 FRANÇAISE POUR  
 L'ASSURANCE DE  
 LA QUALITE

Notre réf. 50616 019 PV

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : Réf.SMC <sup>2</sup> :	950607010	SOL S8 -1 m DU 19/05 CHANTIER GIEN
H.P.A.		
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE		560 µg/kg <10 µg/kg 561 µg/kg 2328 µg/kg 162 µg/kg 3421 µg/kg 3011 µg/kg 1935 µg/kg 1294 µg/kg 2175 µg/kg 783 µg/kg 2270 µg/kg 237 µg/kg 1044 µg/kg 1592 µg/kg <100 µg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLI  
 B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 020 PV

le 16.06.95



ASSOCIATION  
 FRANÇAISE POUR  
 L'ASSURANCE DE  
 LA QUALITE

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607011		SOL
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S8 -3 m DU 19/05 CHANTIER GIEN
AMMONIUM	NF T 90-015	24.1 mg/kg sur soluble eau
H.P.A.		
NAPHTALENE		732 µg/kg
ACENAPHTENE		<10 µg/kg
FLUORENE		<10 µg/kg
PHENANTHRENE		2569 µg/kg
ANTHRACENE		162 µg/kg
FLUORANTHENE		<10 µg/kg
PYRENE		3822 µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE		115 µg/kg
CHRYSENE		798 µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE		1479 µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE		1062 µg/kg
BENZO-A-PYRENE		132 µg/kg
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE		366 µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE		1213 µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE		665 µg/kg
ACENAPHTYLENE		<100 µg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITES.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLI  
9.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 021 PV

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607012		SOL	
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S9 -1 m DU 19/05 CHANTIER GIEN	
CYANURES TOTAUX	NF T 90-107	sur brut	71 mg/kg
H.P.A.			
NAPHTALENE			<10 µg/kg
ACENAPHTENE			<10 µg/kg
FLUORENE			<10 µg/kg
PHENANTHRENE			89 µg/kg
ANTHRACENE			<10 µg/kg
FLUORANTHENE			210 µg/kg
PYRENE			139 µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE			106 µg/kg
CHRYSENE			73 µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE			92 µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE			64 µg/kg
BENZO-A-PYRENE			124 µg/kg
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE			<10 µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE			51 µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE			128 µg/kg
ACENAPHTYLENE			<100 µg/kg
SOUFRE METHODE CHIMIQUE		sur brut	0.02 %

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

le 16.06.95

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
3.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973



ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

Notre réf. 50616 022 PV

Madame, Monsieur,

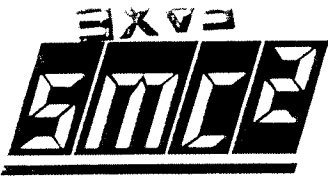
Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607013		SOL S9 -3 m DU 19/05 CHANTIER GIEN
AMMONIUM	NF T 90-015	13.1 mg/kg sur soluble eau
H.P.A.		
NAPHTALENE		534 µg/kg
ACENAPHTENE		1577 µg/kg
FLUORENE		<10 µg/kg
PHENANTHRENE		2871 µg/kg
ANTHRACENE		258 µg/kg
FLUORANTHENE		2516 µg/kg
PYRENE		1816 µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE		1541 µg/kg
CHRYSENE		809 µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE		<10 µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE		548 µg/kg
BENZO-A-PYRENE		1141 µg/kg
DIBENZO-A, H-ANTHRACENE		<10 µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE		343 µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE		900 µg/kg
ACENAPHTYLENE		<100 µg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

le 16.06.95



ASSOCIATION  
FRANÇAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 29 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 023 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607014		SOL	
Réf.SMC <sup>1</sup> :		S10 -2 m DU 19/5 CHANTIER GIEN	
HYDROCARBURES TOTAUX	NF T 90-114	sur brut	84.1 mg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

le 16.06.95



ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLIY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 024 PV

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607015		SOL S11 -1 m DU 19/5 CHANTIER GIEN	
CYANURES TOTAUX		NF T 90-107	51 mg/kg <i>sur brut</i>
H.P.A.			
NAPHTALENE		782 µg/kg	
ACENAPHTENE		<10 µg/kg	
FLUORENE		495 µg/kg	
PHENANTHRENE		2081 µg/kg	
ANTHRACENE		174 µg/kg	
FLUORANTHENE		2011 µg/kg	
PYRENE		2906 µg/kg	
BENZO-A-ANTHRACENE		2294 µg/kg	
CHRYSENE		2655 µg/kg	
BENZO-B-FLUORANTHENE		1768 µg/kg	
BENZO-K-FLUORANTHENE		1147 µg/kg	
BENZO-A-PYRENE		2394 µg/kg	
DIBENZO-A, H-ANTHRACENE		323 µg/kg	
BENZO-GHI-PERYLENE		2170 µg/kg	
INDENO-123-CD-PYRENE		1035 µg/kg	
ACENAPHTYLENE		<100 µg/kg	

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

le 16.06.95



ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ASSURANCE DE LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLIY  
B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 025 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607016		SOL	
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S11 -3 m DU 19/5 CHANTIER GIEN	
CYANURES TOTAUX	NF T 90-107	sur sec	119 mg/kg

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 027 PV



ASSOCIATION  
 FRANÇAISE POUR  
 L'ASSURANCE DE  
 LA QUALITE

Madame, Monsieur,

Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607018		SOL	
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S12 -3 m DU 19/5 CHANTIER GIEN	
CYANURES TOTAUX	NF T 90-107	<i>sur brut</i>	118 mg/kg
H.P.A.			
NAPHTALENE		<10	µg/kg
ACENAPHTENE		<10	µg/kg
FLUORENE		<10	µg/kg
PHENANTHRENE		652	µg/kg
ANTHRACENE		<10	µg/kg
FLUORANTHENE		9825	µg/kg
PYRENE		<10	µg/kg
BENZO-A-ANTHRACENE		448	µg/kg
CHRYSENE		<10	µg/kg
BENZO-B-FLUORANTHENE		2148	µg/kg
BENZO-K-FLUORANTHENE		1206	µg/kg
BENZO-A-PYRENE		<10	µg/kg
DIBENZO-A, H-ANTHRACENE		432	µg/kg
BENZO-GHI-PERYLENE		<10	µg/kg
INDENO-123-CD-PYRENE		1663	µg/kg
ACENAPHTYLENE		<100	µg/kg

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

1e 10.06.95



ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 026 PV

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607017		SOL S12 -1 m DU 19/5 CHANTIER GIEN	
CYANURES TOTAUX		NF T 90-107	94 mg/kg <i>sur brut</i>
H.P.A.			
NAPHTALENE		<10 µg/kg	
ACENAPHTENE		<10 µg/kg	
FLUORENE		<10 µg/kg	
PHENANTHRENE		2012 µg/kg	
ANTHRACENE		226 µg/kg	
FLUORANTHENE		3678 µg/kg	
PYRENE		3653 µg/kg	
BENZO-A-ANTHRACENE		2342 µg/kg	
CHRYSENE		2242 µg/kg	
BENZO-B-FLUORANTHENE		1904 µg/kg	
BENZO-K-FLUORANTHENE		1238 µg/kg	
BENZO-A-PYRENE		2454 µg/kg	
DIBENZO-A,H-ANTHRACENE		354 µg/kg	
BENZO-GHI-PERYLENE		2464 µg/kg	
INDENO-123-CD-PYRENE		2545 µg/kg	
ACENAPHTYLENE		<100 µg/kg	
SOUFRE METHODE CHIMIQUE		0.07 % <i>sur brut</i>	

Nous vous prions d'agrèer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



Société Mesures Contrôles Conseils

S.A. au capital de 800 000 F  
 PARC D'ACTIVITE EUROBILLY  
 B.P. 99 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
 Tél. 21 75 20 70 - Télécooie 21 20 15 87  
 R.C. 3 380 153 973  
 FR 380 153 973

Notre réf. 50616 028 PV



CERTIFICAT N° 1994/283  
 ASSOCIATION  
 FRANÇAISE POUR  
 L'ASSURANCE DE  
 LA QUALITE

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : 950607019		SOL	
Réf.SMC <sup>2</sup> :		S13 -1 m DU 19/5 CHANTIER GIEN	
CYANURES TOTAUX	NF T 90-107	sur brut	516 mg/kg

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
 Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
 Nathalie PRANGER

La responsable de département  
 Isabelle VAQUETTE

# **ANNEXE 5**

## **ZONES SENSIBLES**



Société Mesures Contrôles Conseils

le 16.06.95



ASSOCIATION  
FRANCAISE POUR  
L'ASSURANCE DE  
LA QUALITE

S.A. au capital de 800 000 F  
PARC D'ACTIVITE EURO-BILLY  
B.P. 39 - 62420 BILLY-MONTIGNY  
Tél. 21 75 20 70 - Télécopie 21 20 15 87  
R.C. 3 380 153 973  
FR 380 153 973

Notre réf. 50616 029 PV

Madame, Monsieur,

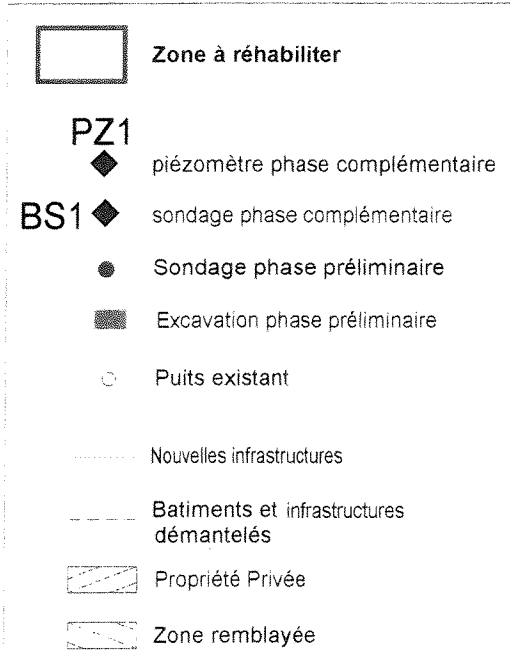
Veuillez trouver ci-après vos résultats d'analyses.

Votre Réf : Réf. SMC <sup>1</sup> :	950607020	SOL S13 -3 m DU 19/5 CHANTIER GIEN
H.P.A.		
NAPHTALENE ACENAPHTENE FLUORENE PHENANTHRENE ANTHRACENE FLUORANTHENE PYRENE BENZO-A-ANTHRACENE CHRYSENE BENZO-B-FLUORANTHENE BENZO-K-FLUORANTHENE BENZO-A-PYRENE DIBENZO-A,H-ANTHRACENE BENZO-GHI-PERYLENE INDENO-123-CD-PYRENE ACENAPHTYLENE		3533 µg/kg <10 µg/kg <10 µg/kg 29602 µg/kg <10 µg/kg 42403 µg/kg 31763 µg/kg 23457 µg/kg 20074 µg/kg 3118 µg/kg 11139 µg/kg 20287 µg/kg 3784 µg/kg 12352 µg/kg 12323 µg/kg <100 µg/kg

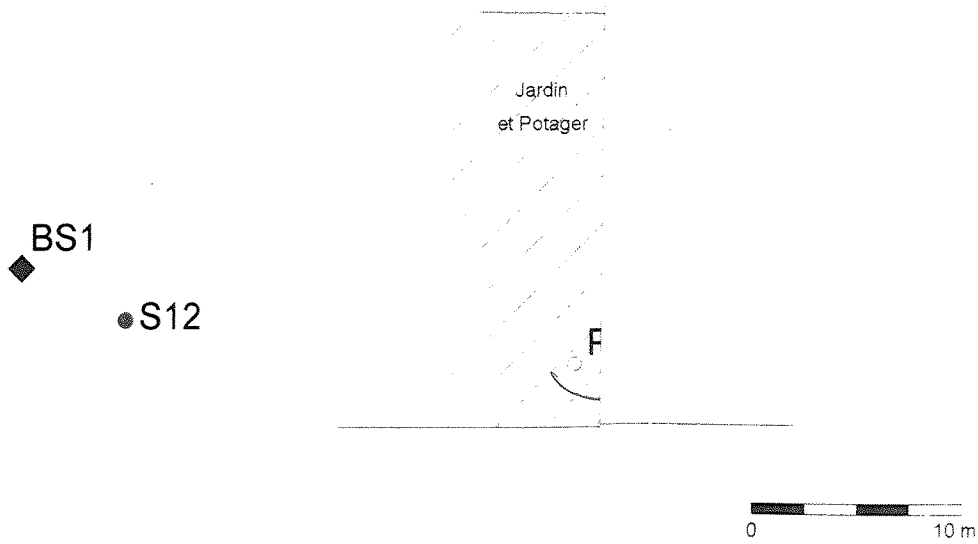
Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur,  
Nos salutations distinguées.

Le chef de ligne  
Nathalie PRANGER

La responsable de département  
Isabelle VAQUETTE



P3



PHASE COMPLEMENTAIRE

ANNEXE : 5

FIGURE : 1

# **ANNEXE 6**

## **Procédures des analyses et mesures**

# LABORATOIRE MUNICIPAL ET REGIONAL DE ROUEN

29 Rue Bourg l'Abbeé - 76000 ROUEN - Tél: 33.08.69.00 - Fax: 33.08.69.95

## ANALYSE DES MICROPOLLUANTS SUR REJETS INDUSTRIELS ET URBAINS

(D'après la liste I de la Directive 78/494/CEE)

### FLACONNAGE :

Pesticides organochlorés - PCB .....	1 litre en verre
Acide phénoxyacétique .....	1 litre en verre
Urées substituées + pesticides organochlorés - herbicides azotés - HPA - benzidines - tributylphosphates - bentazone .....	1 litre en verre
Composés Phénolés + anilinoanilines .....	1 litre en verre
Solvants chlorés .....	2 flacons 100 ml sertis
Solvants divers + épichlorhydrine .....	2 flacons 100 ml sertis
Métaux .....	1 flacon 500 ml en verre acidifié par HNO <sub>3</sub>
Divers .....	1 litre en verre

### PRINCIPE DU MODE OPERATOIRE DES ANALYSES :

- \* Pesticides organochlorés + PCB :  
(d'après norme AFNOR T90-120)  
Extraction par de l'hexane.  
Concentration et purification de l'extrait.  
Analyse par chromatographie en phase gazeuse avec détecteur à capture d'électrons.
- \* Acides phénoxyacétiques :  
Extraction en milieu acide par l'éther éthylique.  
Hydrolyse basique de l'extrait.  
Méthylation.  
Analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.
- \* Urées substituées  
+ pesticides organochlorés (OP)  
+ herbicides azotés (ON) + HPA  
+ tributylphosphate + bentazone :  
Extraction par le dichlorométhane.  
Concentration et purification éventuelle de l'extrait.  
Analyses :  
CN + CP : chromatographie en phase gazeuse avec détecteur TSD et FPD. (d'après norme AFNOR T90-121)  
Urées substituées + bentazone : chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.  
{ HPA : chromatographie en phase liquide avec détecteur spectrofluorimétrique. (d'après norme AFNOR NFT 90-115)
- \* Solvants chlorés et divers :  
\* Epichlorhydrine  
\* Diéthylamine  
Analyse par espace de tête statique et espace de tête dynamique avec chromatographie en phase gazeuse et détecteur à ionisation de flamme ou à capture d'électrons ou spectromètre de masse.

Solvants chlorés : d'après norme AFNOR T90-125

.../...

- **Métaux :** Analyse par spectrométrie d'absorption atomique (flamme, four graphite et fluorescence pour le mercure). (norme NFT 90-112 - NFT 90-119 - NFT 90-131).
  
- **Sanzidine**  
- **3,3' dichlorobenzidine :** Extraction par le dichlorométhane. Concentration et purification éventuelle de l'échantillon. Analyse par couplage chromatographie en phase gazeuse spectrométrie de masse.
  
- **Composés phénolés**  
- **chloroaniline + proparyl**
  - Extraction des dichloroanilines et du PROPANYL par le dichlorométhane en milieu basique.
  
  - Sur la phase aqueuse restante, extraction à pH acide par l'éther éthylique des composés phénolés.
  
  - Concentration des extraits et analyse par couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse.
  
- **Acide monochloroacétique** Dosage par chromatographie ionique après purification éventuelle.
  
- **Hydrocarbures totaux** Analyse par spectrophotomètre infra-rouge (indice  $CH_2$ ) après extraction au tétrachlorure de carbone selon la norme NFT90114 (purification de la phase organique sur colonne florisil 60.100 mesn).

# LABORATOIRE MUNICIPAL ET REGIONAL DE ROUEN

29 Rue Bourg l'Abbe - 76000 ROUEN - TEL: 33.08.69.00 - Fax: 33.08.69.95

## COMPOSES DIVERS

Seuils quantification - Coefficient de variation

	Méthodes	Seuil quantification en mg/l résidu sec total	Seuil quantification en mg/l eau de forage	Coefficient de variation (%)
		Seuils d'application à partir de 50 mg/l		= 7
COC	NFT 90-101	0.1	0.1	= 10
COCl <sub>4</sub>	NFT 90-103	0.5	0.5	= 3
MES	NFT 90-105	0.04	0.04	= 10
Nitrites	NFT 90-070	0.1	0.1	= 10
Nitrates	NFT 90-072	0.01	0.01	= 7
Ammonium	NFT 90-075	0.5	0.2	= 10
Azote Kjeldahl	NFT 90-110	1	0.1	= 5
Chlorures	TSO-103	1	1	= 10
Sulfates	NFT 90-004	1	0.1	= 1
Fluorures	NFT 90-004	0.1	0.1	= 10
Cyanures libres	NFT 90-106	0.1	0.01	= 10
Cyanures totaux	NFT 90-107	0.1	0.01	= 10
Indice Phanci	TSO-109	0.02	0.03	= 5
Orthocarbonate	NFT 90-020	0.03	0.01	= 10
Phosphate total	NFT 90-023	0.01	0.01	= 10
Hydrocarbures totaux	T 90-114	0.5	1	= 20
Toxicité caprinne	NFT 90-307	1	0.4	= 10
Sulfures	Cxyco-réduction	0.4	0.4	
<u>Métaux :</u>				= 10
Argent	NFT 90-112	0.05	0.001	= 15
	NFT 90-119	-	0.01	= 10
Aluminium	Abs. atomique	0.2	0.001	= 15
Arsenic	NFT 90-119	0.01	0.001	= 15
	Abs. atomique	0.05	0.001	= 10
Cr	T 90-118	0.5	0.01	= 20
Baryum	Abs. atomique	0.01	0.001	= 15
Beryllium	NFT 90-112	0.02	0.001	= 5
Cadmium	NFT 90-119	0.05	0.001	= 15
Cobalt	NFT 90-112	0.05	0.001	= 15
	NFT 90-119	-	0.001	= 5
Cuivre	NFT 90-112	0.05	0.001	= 15
	NFT 90-119	-	0.01	= 10
Fer	NFT 90-112	0.05	0.00002	= 15
Mercuré	Abs. atomique	0.0001	0.05	= 10
Potassium	NFT 90-020	0.05	0.01	= 10
Lithium	Spectrométrie de masse	0.05	0.01	= 10
Magnésium	Abs. atomique	0.05	0.01	= 10
Manganèse	NFT 90-112	0.05	0.01	= 10

.../...

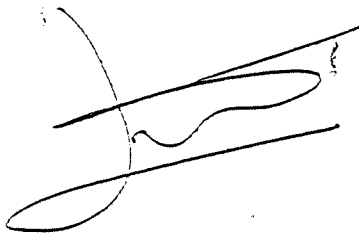
	Méthodes:	Seuil quantification: eaux résiduaires (mg/l)	Seuil quantification: eaux de forage (mg/l)	Coefficient de variation (%)
Molybdène	NFT 90-119	0.01	0.001	= 15
Sodium	NFT 90-020	0.05	0.05	= 10
Nickel	NFT 90-112	0.05	/	= 10
	NFT 90-119	/	0.001	= 15
Plomb	NFT 90-119	0.01	0.001	= 10
Antimoine	NFT 90-119 ou méthode des rayons	0.01	0.001	= 15
Sélénium	NFT 90-119 ou méthode des rayons	0.01	0.001	= 15
Etain	Abs. atomique	0.05	0.01	= 15
Strontium	Spectrométrie de flamme	0.05	0.05	= 10
Tellure	Méthode des rayons	0.01	0.001	= 15
Titane	NFT 90-119 ou polarographie	0.05	0.005	= 10
Thallium	Polarographie	0.01	0.001	= 10
Vanadium	NFT 90-119	0.01	0.005	= 10
Zinc	NFT 90-112	0.05	0.01	= 5

Coefficient de variation :  $\frac{\text{Ecart type} \times 100}{\text{moyenne}} (\%)$

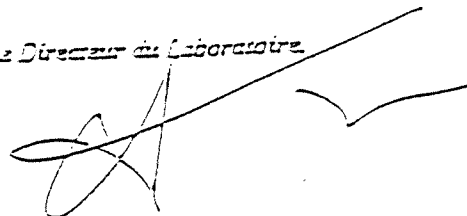
Les valeurs communiquées correspondent aux coefficients de variation maximums pour des teneurs en concentration égales à 10 fois le seuil de quantification.

Il s'agit de valeurs indicatives qui sont susceptibles de varier en fonction de la matrice analysée et de la nature de l'échantillon.

Le Chef de Service



Le Directeur du Laboratoire



**ANALYSE DES MICROPOUILLANTS SUR EAU**

(D'après liste I de la directive 76/464/CEE)

**Seuil quantification - Coefficient de variation**

Coefficient de variation :  $\frac{\text{Ecart type}}{\text{moyenne}} \times 100 (\%)$

Les valeurs communiquées correspondent aux coefficients de variation maximums pour des seuils en concentration égaux à 10 fois le seuil de quantification.

Il s'agit de valeurs indicatives qui sont susceptibles de varier en fonction de la nature de l'échantillon et de la matrice analysée.

N° composé Directive 76/464/CEE	Famille Nom du composé	Seuil de quantification		Coefficient de variation (%)
		Eaux forage	Eaux résiduaires	
	<b>* Pesticides chlorés - PCB</b>	<u>exprimés en µg/l</u>		
1	Aldrine	0.001	0.010	= 10
15	Chlordane	0.001	0.010	= 10
45	DDT	0.001	0.010	= 10
45	DDD	0.001	0.010	= 10
45	DDE	0.001	0.010	= 10
71	Dieldrine	0.001	0.010	= 10
76	α Endosulfan	0.001	0.010	= 10
76	β Endosulfan	0.001	0.010	= 10
77	Endrine	0.001	0.010	= 10
82	Heptachlore	0.001	0.010	= 10
82	Heptachlore époxyde	0.001	0.010	= 10
85	HCB (hexachlorobenzène)	0.001	0.010	= 10
85	α HCH	0.001	0.010	= 10
85	β HCH	0.001	0.010	= 10
85	γ HCH (lindane)	0.001	0.010	= 10
130	Isodrine	0.001	0.010	= 20
101	Arochlor 1242	0.02	0.1	= 20
101	Arochlor 1254	0.02	0.1	= 20
101	Arochlor 1260	0.02	0.1	= 20
101	PCB 28	0.001	0.010	= 20
101	PCB 35	0.005	0.05	= 20
101	PCB 52	0.001	0.010	= 20
101	PCB 101	0.001	0.010	= 20
101	PCB 153	0.001	0.010	= 20
101	PCB 155	0.001	0.010	= 20
101	PCB 180	0.001	0.010	= 20
	<b>* Acides Phénoxyacétiques</b>	<u>exprimés sous forme de méthyl esters en µg/l</u>		
45	2,4 D (seis, esters)	0.1	10	= 30
69	Dichloroprop	0.1	10	= 30
90	MCPA	0.1	10	= 30
91	Mécoprop	0.1	10	= 30
107	2,4,5 T (seis, esters)	0.1	10	= 30

LABORATOIRE MUNICIPAL ET REGIONAL DE ROUEN  
 19 Rue Saury 76000 ROUEN -- Tél: 33.08.39.00 - Fax: 33.08.39.95

N° composé Directive 76/464/CEE	Famille Nom du composé	Seuil de quantification		Coefficient de variation (%)
		Eaux forage	Eaux résiduaires	
	<u>* Urées substituées</u>	<u>exprimés en µg/l</u>		
88	Linuron	0.1	5	= 20
95	Monolinuron	0.1	5	= 20
	<u>* Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A)</u>	<u>exprimés en µg/l</u>		
99	Fluoranthène	0.005	0.05	= 20
99	Benzo 1,1,2 Fluoranthène	0.005	0.05	= 20
99	Benzo 1,2,3 péryène	0.02	0.1	= 20
99	Indéno (1,2,3 cd) pyrène	0.02	0.1	= 20
99	Benzo 3,4 fluoranthène	0.005	0.05	= 20
99	Benzo 3,4 pyrène	0.005	0.05	= 20
96	Naphtalène	0.1	0.1	= 20
3	Anthracène	0.005	0.05	= 20
11	Biphényl	0.05	0.5	= 20
25-26	1- Chloronaphtalène	0.5	0.5	= 20
	<u>* Pesticides organophosphorés</u>	<u>exprimés en µg/l</u>		
100	Parathion éthyl	0.02	2	= 20
100	Parathion méthyl	0.02	2	= 20
5	Azinphos éthyl	0.02	2	= 20
6	Azinphos méthyl	0.02	2	= 20
43	Coumaphos	0.02	2	= 20
75	Disulfoton	0.02	2	= 20
93	Métamidophos	0.02	2	= 30
47	Déméthon (et dérivés)	0.02	2	= 30
70	Dichlorvos (DDVP)	0.02	2	= 20
73	Diméthoate	0.02	2	= 20
30	Fenitrothion	0.02	2	= 20
31	Fenthion	0.02	2	= 20
39	Malathion	0.02	2	= 20
94	Méviphos	0.02	2	= 20
97	Ométhoate	0.02	2	= 30
98	Cyrdéméthon méthyl	0.02	2	= 30
105	Phoxime	0.1	10	= 30
113	Triazophos	0.02	2	= 20
116	Trichlorphon	0.02	2	= 30
	<u>* Composés phénolés</u>	<u>exprimés en µg/l</u>		
33	2- Chlorophénol	0.1	10	= 20
34	3- Chlorophénol	0.1	10	= 20
35	4- Chlorophénol	0.1	10	= 20

N° composé Directive 78/45/CEE	Famille Nom du composé	Seuil de quantification		Coefficient de variation (%)
		Eaux forage	Eaux résiduaires	
<b>* Composés génoérés (suite)</b>		<b>exprimés en µg/l</b>		
101	Tétrachloroéthanois	0.1	10	= 20
102	Pentachloroéthanois	0.01	10	= 20
104	1- Chloro 3 - Méthyl éthanois	0.1	10	= 20
104	2,4 Dichloroéthanois	0.1	10	= 20
105	2- Amino - 4 - Chloroéthanois	1	10	= 20
<b>* Suivants</b>		<b>exprimés en µg/l</b>		
60	1,1 Dichloroéthylène	1	1	= 20
62	Dichlorométhane	10	10	= 20
61	1,2 Dichloroéthylène	40	40	= 20
58	1,1 Dichloroéthane	5	5	= 20
63	Chloroforme	1	1	= 20
68	1,2 Dichloroéthane	2	2	= 20
119	1,1,1 Trichloroéthane	1	1	= 20
123	1,1,2 Trichloroéthane	10	10	= 20
13	Tétrachlorure de carbone	0.1	0.1	= 20
111	Tétrachloroéthylène	1	1	= 20
111	Tétrachloroéthylène	1	1	= 20
110	1,1,1,2 Tétrachloroéthane	1	1	= 20
65	1,2 Dichloropropane	10	100	= 20
66	Monochlorobenzène	10	100	= 20
64	1,3 Dichlorobenzène	10	100	= 20
65	1,4 Dichlorobenzène	10	100	= 20
65	1,2 Dichlorobenzène	10	100	= 20
118	1,2,4 Trichlorobenzène	10	100	= 20
117	1,2,3 Trichlorobenzène	10	100	= 20
117	2,4,6 Trichlorobenzène	10	100	= 20
69	1- Chloro - 3 - nitrobenzène	10	100	= 30
69	1- Chloro - 4 - nitrobenzène	10	100	= 30
68	1- Chloro - 2 - nitrobenzène	10	100	= 30
66	2- Chlorooutadiène 1,3	10	100	= 20
68	1,2 Dibromoéthane	10	100	= 20
9	Benzylchlorure	10	100	= 20
66	Hexachloroéthane	10	100	= 20
10	Benzylidène chlorure	10	100	= 20
64	1,3 Hexachlorooutadiène	10	100	= 20
7	Benzène	1	100	= 20
79	Ethylbenzène	1	100	= 20
37	Isopropylbenzène	10	100	= 20
112	Toluène	1	100	= 20
129	o,m,p xylène	1	100	= 20
67	1,3 Dichlorodropènes (cis-trans)	10	100	= 20
57	Dichlorodiméthoxyéthyléther	10	100	= 20
38	2- chlorotoluène	10	100	= 20
39	3- Chlorotoluène	10	100	= 20
40	4- Chlorotoluène	10	100	= 20
109	1,2,4,5 Tétrachlorobenzène	10	100	= 30
121	1,1,2 Trichlorodiméthyloroéthane	1	1	= 20
128	Vinyl chlorure	2	10	= 30
22	2- Chloroéthanol	10	100	= 30

**PROTOCOLE DE QUANTIFICATION DES HYDROCARBURES  
TOTAUX SUR SOL SEC  
- ADAPTATION DE LA NORME T90-114 -**

INTRODUCTION

La quantification des HCT est effectuée sur le sol humide dans le cas d'un sol de granulométrie homogène ou sur une fraction comprise entre 0 et 2 mm dans le cas d'une répartition granulométrique hétérogène. Une correction sur la teneur en HCT est appliquée à partir de la détermination du taux d'humidité du sol afin d'exprimer le résultat en mg/kg de sol humide et de sol sec.

ECHANTILLONNAGE

Dans le cas d'un sol de granulométrie hétérogène et dont la constitution permet le tamisage à sec, l'échantillonnage consiste à tamiser une masse de sol déterminée (M5) afin de recueillir au moins 60g (M6) de sol de granulométrie inférieure à 2 mm et à déterminer le pourcentage en masse que représente cette fraction par rapport à la masse totale d'échantillon tamisé.

DETERMINATION DU TAUX D'HUMIDITE

Une masse M1 (environ 50g) de tamisat disposée dans un creuset taré (M2) est séchée à l'étuve pendant 24h à 100°C. Une pesée du résidu (M3) permet de calculer le taux d'humidité : X.

EXTRACTION

Une masse de sol de 10g (M4) est broyée et séchée dans un mortier à l'aide de sulfate de sodium en excès. Ce mélange subi une extraction par agitation dans un flacon de 250ml pendant 2 mn avec 30ml de tétrachlorure de carbone. L'extrait est alors recueilli après décantation du mélange pendant 5mn et filtration sur papier filtre.

CHROMATOGRAPHIE

Les composés polaires sont extraits du filtrat par chromatographie. Celle-ci a lieu par passage dans une colonne en verre de 30cm de hauteur et 1 cm de diamètre contenant 5g de florisil de granulométrie 60-100 mesh. 15 ml (V2) de filtrat sont introduit dans la colonne qui est ensuite rincée par du tétrachlorure de carbone jusqu'à obtenir un volume final de 50 ml (V3) dans une fiole jaugée.

DOSAGE

La mesure des HCT est effectuée sur un spectromètre à infrarouges par enregistrement du spectre d'absorption de la solution chromatographiée entre 2490 et 4170 nm. La valeur retenue (C) résulte de la somme des absorbances mesurées aux longueurs d'onde situées à 3290, 3380, 3420 et 3510 nm. Dans le cas où les absorbances mesurées se situent en dehors de la gamme d'étalonnage, il est nécessaire d'effectuer une dilution adéquate de facteur f.

EXPRESSION DES RESULTATS {

Le taux d'humidité est donné par :

$$X = \frac{M2 + M1 - M3}{M1}$$

M1 : masse de sol (g)

M2 : masse du creuset (g)

M3 : masse du creuset et du résidu (g)

La teneur en hydrocarbures totaux en mg/kg de sol humide est donnée par :

$$f \frac{V1 * V3 * C}{M4 * V2}$$

La teneur en hydrocarbures totaux en mg/kg de sol sec est donnée par :

$$f \frac{V1 * V3 * C}{M4 * (1 - X) * V2}$$

f : facteur de dilution

V1 : volume de tétrachlorure utilisé pour l'extraction (ml)

C : concentration en HCT obtenue par dosage (mg/l)

V3 : volume final recueilli après chromatographie (ml)

M4 : masse de sol analysée (g)

X : taux d'humidité

V2 : volume de filtrat introduit dans la colonne de chromatographie (ml)

Dans le cas où l'analyse porte sur une fraction du sol, le pourcentage en masse que représente cette fraction est :

$$\frac{M6}{M5} * 100$$

M5 : masse totale de l'échantillon (g)

M6 : masse de tamisat inférieur à 2mm (g)

## Méthodes pour l'analyse des eaux et des sols

Paramètres	Méthode (NF: Norme Française)	Appareillage	Limite de détection	Précisions
Granulométrie	NF XII-654	balance/tamis	30 um	10 g
Teneur en eau	NF P94-050	balance/étuve	0,05%	0,05%
Matière organique	NF P94-055	balance/four/étuve	0,05%	0,05%
Hydrocarbures totaux	eaux résiduaires NF T90-114	spectrophotomètre infrarouge	0,1 mg/l	0,1 mg/l
	sols assimilés NF T90-114	spectrophotomètre infrarouge	10 mg/kg	10 mg/kg
	eau potable NF T90-114	spectrophotomètre infrarouge	10 µg/l	1 µg/l
pH	NF T90-008	électrode, pH-mètre	1 à 13	0,01
Oxygène dissous	NF T90-106	électrode	0 à 19,9 mg/l	0,1 mg/l
Conductivité	NF T90-051	électrode	1 à 1999 µS.cm <sup>-1</sup>	1 µS.cm <sup>-1</sup>
			0,01 à 19,99 mS.cm <sup>-1</sup>	0,01 mS.cm <sup>-1</sup>
Identification hydrocarbures		Chromatographie phase gazeuse couplée ionisation de flamme	10 µg/l	10 µg/l
Redox	pas de normes en vigueur	électrode	de -1999 à 1999 mv	1 mv

L'ensemble de ces analyses a été réalisé par :

LABORATOIRE MUNICIPAL ET REGIONAL DE ROUEN

29, rue Bourg l'Abbé

76000 ROUEN

Responsable : M. LENCRMAND

\* modes opératoires éprouvés et reconnus par les laboratoires de la profession

## MESURES DRÄGER

A l'origine, le dispositif de mesure par tubes réactifs Dräger a été développé pour déterminer les concentrations de substances nocives dans l'air ambiant au poste de travail. Il se compose d'un tube réactif Dräger et d'une pompe Dräger adaptée.

L'évolution constante de cette technique a permis l'utilisation de ce procédé pour la détermination de substances nocives volatiles dans l'eau et le sol.

Pendant la mesure, la pompe Dräger aspire un volume reproductible d'air à travers le tube Dräger. Dans le tube, se produit une réaction chimique entre le réactif et la substance contenue dans l'air. Cette réaction provoque un virage de la coloration de la couche indicatrice du tube, dont la longueur correspond à la quantité de substance présente dans le flux d'air.

La concentration se lit directement sur l'échelle imprimée, l'utilisateur n'a pas besoin de calibrer le tube. La précision de mesure n'est garantie que pour l'utilisation d'une pompe Dräger adaptée pour la mesure avec des tubes réactifs Dräger. Le volume et les caractéristiques d'aspiration de la pompe doivent correspondre, avec une faible tolérance, aux conditions demandées par le réactif. Ces conditions ne sont remplies qu'avec des tubes et pompes d'un même fabricant. Les normes internationales concernant l'utilisation de tubes réactifs préconisent voire exigent cette condition.

## 2) Tube réactif Dräger 67 30 201 - Hydrocarbures d'essence 100/a

### Domaine d'application

Détection d'hydrocarbures d'essence dans l'air et les gaz techniques  
L'échelle graduée du tube est valable pour le n-octane ( $C_8H_{18}$ )

### Principe de fonctionnement

Le tube réactif comprend deux couches : une couche préliminaire blanche et une couche indicatrice blanche. L'air est séché dans la couche préliminaire.  
En aspirant de l'air ou un échantillon de gaz à travers le tube, la couche indicatrice se colore en brun-vert en présence d'hydrocarbures d'essence.

### Conditions

- utiliser les tubes exclusivement avec les pompes Dräger
- L'utilisation d'autres pompes peut être à l'origine d'erreurs de mesure importantes.
- respecter le mode d'emploi de la pompe
- avant chaque série de mesures, contrôler l'étanchéité de la pompe à l'aide d'un tube réactif non ouvert
- la valeur de mesure n'est valable que pour le lieu et le moment de la mesure

### Analyse et évaluation du résultat

1. Briser les deux extrémités du tube à l'aide du coupe-tube
  2. Insérer fermement le tube dans la pompe, la flèche imprimée se dirigeant vers la pompe
- Domaine de mesure : 100 à 2500 ppm (2 coups de pompe; échelle n = 2)
3. Aspirer l'échantillon d'air ou de gaz à travers le tube. Durée de la mesure : env. 1 minute
  4. Evaluer la longueur totale de la coloration brun-vert.
- Inscrire le résultat dans le rapport de mesure. Ecart-type relatif :  $\pm 25 \%$
  - Après utilisation, purger la pompe à l'air.