

GDF SUEZ

TRAVAUX DE REHABILITATION

**ANCIENNE USINE A GAZ D'ARLES
SIS 3 RUE MIREILLE (13)**

RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX

**RAPPORT DEFINITIF
N° AIX 14 033 TB – V1**



Présentation de la société ICF Environnement

ICF Environnement est une société d'ingénierie et de conseil en environnement française, indépendante, créée en 1991 (Directeur Général Monsieur Gérard Marceau), et filiale du groupe IRH Environnement dont le siège social est situé au 14-30 rue Alexandre, 92635 Gennevilliers Cedex.

Acteur historique et majeur de l'environnement, spécialiste des sites et des sols pollués ainsi que des ressources en eau, ICF Environnement développe depuis plus de 20 ans son savoir-faire de conseil et de maîtrise du risque environnemental.

Plus de 100 spécialistes des sciences de la terre, de la vie et de l'ingénieur, apportent aujourd'hui leur expertise aux industriels, aux professionnels de l'immobilier et aux collectivités.

ICF Environnement s'appuie sur son réseau de 11 agences réparties sur l'ensemble du territoire national pour vous proposer toute une gamme de services à l'environnement :

- Conseil et expertise pour la maîtrise des risques environnementaux associés à vos projets immobiliers et industriels ;
- Etudes de sites nécessitant une expertise fiable dans le cadre de cession, acquisition, réaménagement de sites ayant supporté des activités potentiellement polluantes ;
- Mise en œuvre des techniques de dépollution les plus adaptées en fonction du contexte d'intervention pour le traitement des pollutions accidentelles ou chroniques, depuis la conception jusqu'aux travaux.

ICF Environnement est certifiée ISO 9001:2008, MASE et selon les normes NF X 31-620-1 à 4 de juin 2011 relatives aux prestations de services des sites et sols pollués pour les domaines A (études, assistance et contrôle), B (ingénierie des travaux de réhabilitation) et C (exécution des travaux de réhabilitation).

Système de Management de
la Qualité certifié ISO 9001



FQA 9910144/A
Validité 30/09/15

Entreprise certifiée
MASE



Validité 23/10/15

Certification de service des prestataires
dans le domaine des sites et sols pollués



SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-2
ÉTUDES, ASSISTANCE
ET CONTRÔLE



SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-3
INGÉNIERIE DES TRAVAUX
DE RÉHABILITATION



SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-4
EXÉCUTION DES TRAVAUX
DE RÉHABILITATION

www.lne.fr
Validité 20/03/16

SOMMAIRE

I.	FICHE SIGNALÉTIQUE	4
II.	ABREVIATIONS.....	5
III.	CONTEXTE GÉNÉRAL	6
IV.	PRÉSENTATION DU SITE.....	6
V.	OBJECTIFS DE LA RÉHABILITATION	7
VI.	DESCRIPTION TECHNIQUE DES TRAVAUX RÉALISÉS	9
VI.1	INTERVENANTS.....	9
VI.2	ÉLABORATION DES DOCUMENTS PRÉALABLES AU CHANTIER	10
VI.3	MOYENS MIS EN ŒUVRE	10
VI.4	DÉROULEMENT GÉNÉRAL DU CHANTIER.....	11
VI.5	MESURE DE L'AIR AMBIANT	13
VI.6	SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES	16
VI.7	CONTRÔLES ANALYTIQUES DES SOLS	22
VI.8	CONTRÔLE DES GAZ DE SOL.....	28
VII.	BILAN DU CHANTIER	31
VII.1	BILAN DES VOLUMES	31
VIII.	CONCLUSION	35
IX.	LIMITATIONS DU RAPPORT	36

ANNEXES

- Annexe 1 : Localisation du site sur un extrait de carte topographique IGN
- Annexe 2 : Plan topographique initial du site
- Annexe 3 : Plan des zones à réhabiliter
- Annexe 4 : Plan du chantier
- Annexe 5 : Bulletins analytiques des échantillons d'air ambiant
- Annexe 6 : Fiches de prélèvements des eaux souterraines
- Annexe 7 : Bulletins analytiques des échantillons d'eaux souterraines
- Annexe 8 : Bulletins analytiques des échantillons de sol
- Annexe 9 : Coupes techniques des piézomètres à gaz
- Annexe 10 : Bulletins analytiques des gaz de sol
- Annexe 11 : Bordereaux de Suivi des Déchets
- Annexe 12 : Bordereaux d'évacuation des produits pâteux
- Annexe 13 : Bordereaux d'évacuation des bétons et enrobés
- Annexe 14 : Bordereaux de fournitures des matériaux de carrière
- Annexe 15 : Plan topographique final du site

I. FICHE SIGNALETIQUE

CLIENT :	
➤ Raison Sociale :	GDF SUEZ
➤ Coordonnées :	1 place Samuel Champlain 92930 Paris le Défense Cedex
➤ Interlocuteur : Nom	Pascal JOLLY Bruno GRANDHOMME
Téléphone	01 44 22 15 53 01 47 54 29 08
Mobile	06 45 28 85 15 06 80 18 24 69
Mail	pascal.jolly@gdfsuez.fr bruno.grandhomme@gdfsuez.com
SITE D'INTERVENTION :	
➤ Raison Sociale :	AUG d'Arles (13)
➤ Coordonnées :	3 Rue Mireille 13200 Arles
DOCUMENT :	
➤ Type :	Rapport
➤ Référence :	AIX14033 TB – VP1
➤ Suivant proposition ICF :	Marché cadre
➤ Code prestation ICF :	TB
➤ Code prestation selon les normes NF X 31-620 (2 à 4) de juin 2011	B300

Numéro de version	Date	Observations / Modifications
VP1	18/09/2014	Etablissement du rapport final
V1	24/11/2014	Intégration des remarques GDF SUEZ

	Nom	Fonction	Visa
Rédaction	Guillaume DUMONT	Ingénieur de Projets	
Vérification	Harry GNANA	Chef de Projets	
Approbation	Yves GUELORGET	Superviseur Responsable de la Région Sud-Est	

II. ABREVIATIONS

ARR : Analyse des Risques Résiduels

ATM : Afvalstoffen Terminal Moerdijk

AUG : Ancienne Usine à Gaz

BSD : Bordereau de Suivi de Déchets

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes

CAP : Certificat d'Acceptation Préalable

DIB : Déchets Industriel Banals

DICT : Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux

DT : Déclaration de Travaux

EPA : Environmental Protection Agency

ESG : Etude Semi Générique

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HCT : Hydrocarbures Totaux

IGN : Institut Géographique National

ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes

LQ : Limite de quantification

MOA : Maître d'Ouvrage

MOE : Maître d'Œuvre

MS : Matière Sèche

SPS : Sécurité Protection de la Santé

PGCSPS : Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé

PPSPS : Plan Particulier de Sécurité pour la Protection de la Santé

III. CONTEXTE GENERAL

Dans le cadre de la vente du site de l'AUG d'Arles (13) sis 3 rue Mireille et suite aux différentes études déjà réalisées sur le site, GDF Suez, en sa qualité de vendeur d'une partie du terrain, a confié à ICF Environnement la maîtrise d'œuvre des travaux d'excavation des sols constituant la zone source, en zone non saturée, intégrant le contrôle de l'efficacité des travaux, via une campagne de mesure des gaz du sol.

Les travaux ont été décrits dans le schéma de réhabilitation réalisé par ICF Environnement afin « d'assurer en première approche la compatibilité du site par rapport au projet d'aménagement de STS et ainsi anticiper le résultat favorable de l'ARR (Analyse des Risques Résiduels) » - (Schéma de Réhabilitation – AIX/14/033_TB_V1 du 14/05/14).

Les travaux de réhabilitation ont été réalisés par l'entreprise Serpol, sélectionnée par GDF-SUEZ.

L'évacuation et l'élimination des terres à traiter ont été réalisées dans le cadre du marché national de désorption thermique de GDF Suez, par l'entreprise néerlandaise Afvalstoffen Terminal Moerdijk (ATM).

Les travaux de réhabilitation se sont déroulés du 16 juin au 20 août 2014, à l'issue des opérations de déconstruction des bâtiments opérées par EDF en mai 2014.

Ils ont compris l'installation du chantier, la délimitation des zones à excaver, des opérations de démolition préalables, le stockage provisoire des matériaux sur une aire étanche, l'évacuation des terres à traiter, le transport et l'élimination par désorption thermique des terres, le remblaiement des zones, le repli du matériel et la remise en état du site.

Ce rapport de fin de travaux présente :

- la description des travaux réalisés,
- le bilan volumique final des opérations,
- les contrôles analytiques effectués,
- un rapport photographique.

IV. PRESENTATION DU SITE

Le site est une ancienne usine à gaz (AUG), localisé au 3 rue Mireille à Arles, et correspond aux parcelles cadastrales AS 538, AS 539, et AS 295. Il est encadré :

- ❑ au nord, par le cours d'eau « Roubine du Roy » puis d'une zone d'habitations (résidence),
- ❑ au sud, par une zone d'habitations (résidence),
- ❑ à l'est, par des bâtiments administratifs et d'habitations,
- ❑ à l'ouest, par la voie ferrée.

Le plan de localisation du site sur un extrait de carte topographique de l'Institut Géographique National (IGN) est présenté en **Annexe 1**.

Le terrain occupe une superficie d'environ 7 257 m² et n'est actuellement plus utilisé, et inoccupé. Des travaux de démolition des bâtiments ont été menés par EDF en mai 2014 avant que GDF Suez n'engage les travaux de réhabilitation. A l'issue des travaux de déconstruction entrepris par EDF, un constat par huissier a été réalisé sous la direction d'ICF

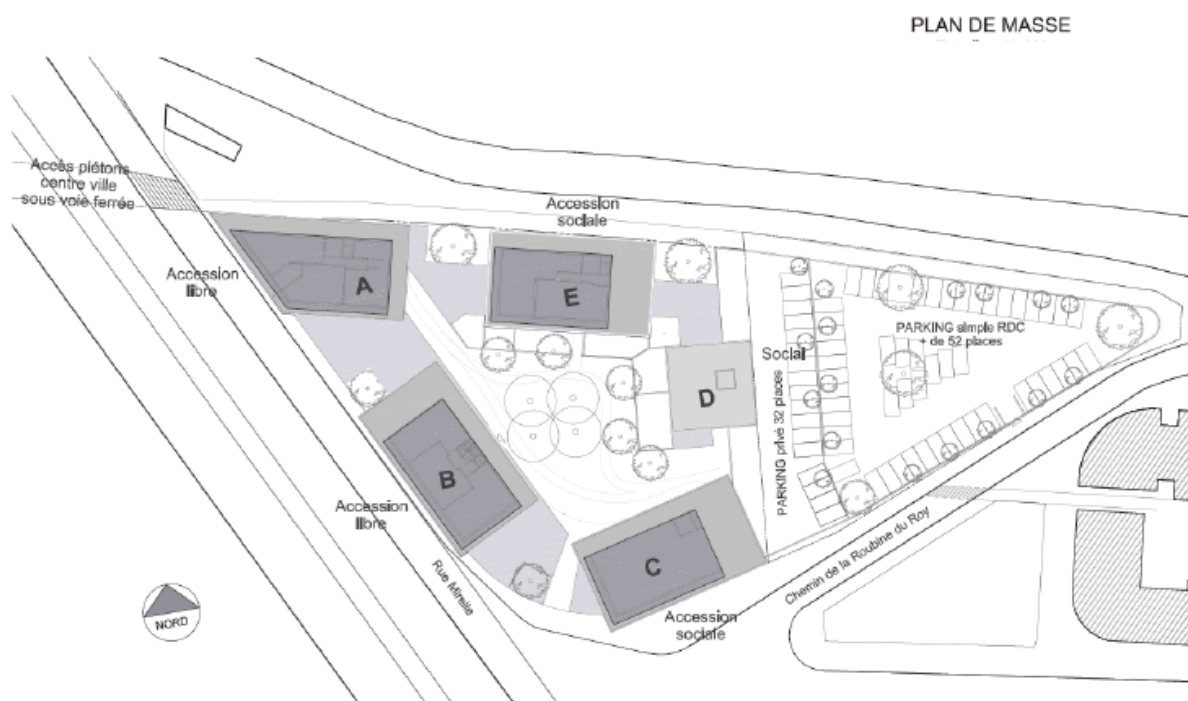
Environnement le 16/06/2014, mettant notamment en évidence la présence de fondations et dalles des anciens bâtiments toujours existantes, en particulier dans les zones à réhabiliter.

Un plan topographique initial du terrain élaboré par la société Serpol est présenté en **Annexe 2**. Sur ce plan figure le levé d'un stock de déblais, d'origine inconnue, à l'Est du terrain.

V. OBJECTIFS DE LA REHABILITATION

En vue de la cession du site de l'Ancienne Usine à gaz d'Arles (13), GDF Suez, actuel propriétaire d'une partie du terrain (EDF étant propriétaire de l'autre partie) a mandaté ICF Environnement pour l'établissement d'un schéma de réhabilitation. L'objectif était de déterminer les mesures de gestion, sur les zones concentrées en polluants, assurant, en première approche, la compatibilité du site par rapport au projet de la société STS et ainsi anticiper le résultat favorable de l'ARR (Analyse des Risques Résiduels).

Ce schéma de réhabilitation s'est basé sur le projet d'aménagement de STS (Figure 1), sur la méthodologie nationale de gestion des Sites et Sols Pollués décrit par la circulaire du 8 février 2007, sur la démarche et les valeurs de gestion issues de l'Etude Semi Générique (ESG) et sur le « Guide pour l'établissement d'un Schéma de réhabilitation d'un site d'ancienne usine à gaz », réalisé par GDF Suez et mis à jour en mars 2013.



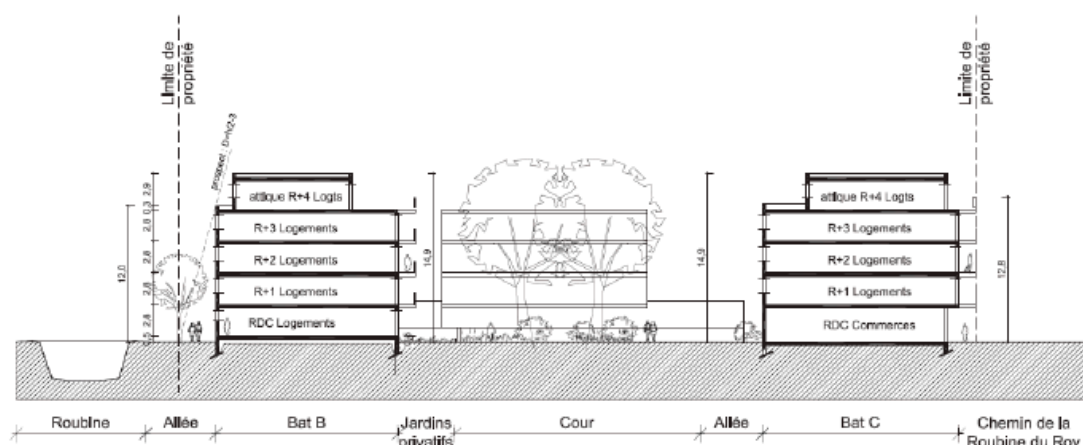


Figure 1 : Plans prévisionnels des aménagements par STS

A l'échelle du terrain, les scénarios envisagés sont donc les suivants :

- Construction d'immeubles résidentiels collectifs (zone sous-bâti et hors bâti) ;
- Construction d'un parking (zone hors bâti avec isolation de surface)

Le schéma de réhabilitation a mis en évidence la nécessité de mesures de gestion spécifiques pour les contaminations au Naphtalène, Benzène, Ethylbenzène et HAP totaux, présentes au droit de 4 zones dans le cadre du projet d'aménagement envisagé par STS. Elles sont présentées ci-dessous :

Zone 1 : située au nord-est de la parcelle cadastrale 538 et appartenant à EDF. Cette zone comprend le sondage Pz5 (ICF 1-2 m) positif au naphtalène, et S10 (ICF 2-3 m) positif aux HAP ;

Zone 2 : située au centre-est de la parcelle cadastrale 538, appartenant à EDF, et située entre bureaux et magasin. Cette zone comprend les sondages S6 (ICF 0-1 et 1-2 m), S11c (EAT 1-2 m), S14a (EAT 1-2 et 2-3 m), S1 (ICF 1-2 et 2-3 m) et T4 (EAT 2-3 m) positifs au naphtalène, S11c (EAT 1-2 m), S14a (EAT 1-2 m) et T4 (EAT 2-3 m) positifs au benzène, et S6 (ICF 0-1 et 1-2 m) positif aux HAP ;

Zone 3 : située au centre de la parcelle cadastrale 295, appartenant à GDF, et située entre magasin et ateliers. Cette zone comprend les sondages Pz2 (ICF 1-2 m) et T9 (EAT 2-3 m) positifs au naphtalène, Pz2 (ICF 1-2 m) et T9 (EAT 2-3 m) positifs au benzène, Pz2 (ICF 1-2 m) positif à l'éthylbenzène, et Pz2 (ICF 1-2 m) positif aux HAP ;

Zone 4 : située à l'est de la parcelle cadastrale 295, et appartenant à GDF. Cette zone comprend les sondages T3 (ICF 0-1 et 1-2 et 2-3 m), T4 (ICF 0-1 et 1-2 et 2-3 m), et T17 (EAT 0-1 m) positifs au naphtalène, T17 (EAT 0-1 m), et Pz1 (ICF 1-2 m) positifs au benzène, T17 (EAT 0-1 m) positif à l'éthylbenzène, et T3 (ICF 0-1 et 1-2 et 2-3), et T4 (ICF 0-1 et 1-2 et 2-3) positifs aux HAP.

Le plan de ces zones à réhabiliter est présenté en **Annexe 3**.

VI. DESCRIPTION TECHNIQUE DES TRAVAUX REALISES

VI.1 Intervenants

Les intervenants du chantier ont été les suivants :

Rôle	Société	Représentant
Maître d'Ouvrage (MOA)	GDF Suez 1 Place Samuel Champlain 92930 Paris la Défense Cedex	Messieurs Bruno GRANDHOMME, Pascal JOLLY
Maître d'Œuvre (MOE) (Contrat Cadre GDF Suez)	ICF ENVIRONNEMENT Agence d'Aix-en-Provence Bâtiment Laennec Domaine du Petit Arbois Avenue Louis Philibert CS 40443 13592 AIX-EN-PROVENCE Cedex 3	Messieurs Yves GUELORGET, Harry GNANA
Coordinateur de la Sécurité et de la Protection de la Santé (SPS)	Cabinet Melon 120 Boulevard Diderot 75 012 PARIS	Monsieur Michel MELON
Entreprise de travaux de réhabilitation (Contrat Cadre GDF Suez)	SERPOL Agence Sud Montpellier 63 rue Maurice Le Boucher ZAC de Tournezy 4 074 Montpellier Cedex 3	Messieurs Marc CARDETTI, Aymeric SIEUX
Entreprise de transport et traitement des terres souillées (contrat cadre GDF Suez)	ATM Afvalstoffen Terminal Moerdijk BV PO Box 30 NL-4780 AA Moerdijk Vlasweg 12 NL-4782 PW Moerdijk Seaport M152	Monsieur Michel J HOUSMANS

Tableau 1 : Liste des intervenants du chantier

VI.2 Elaboration des documents préalables au chantier

Préalablement au chantier de réhabilitation, les tâches suivantes ont été réalisées :

- Elaboration du PGCSPS (Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé), réalisé par le coordonnateur SPS ;
- Etablissement des Déclaration de Travaux (DT) par le Maître d'Œuvre ;
- Etablissement des DICT (Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux) par l'Entreprise de Travaux ;
- Rendez-vous par l'Entreprise de Travaux pour le repérage des réseaux enterrés sur site avec les exploitants ;
- Etablissement du PPSPS (Plan Particulier de Sécurité pour la Protection de la Santé) ;
- Visite et réunion d'inspection préalable de chantier le 26 Mai 2014 en présence des représentants de la Maîtrise d'Ouvrage, de la Maîtrise d'Œuvre, du Coordonnateur SPS, et de l'Entreprise de travaux de réhabilitation ;
- Constat d'huissier initial le 16/06/2014.

VI.3 Moyens mis en œuvre

ICF Environnement a assuré la maîtrise d'œuvre de l'ensemble des opérations de réhabilitation et de remise en état du site.

Le chantier a compris les moyens en personnel suivant :

- Un ingénieur d'ICF Environnement, représentant du Maître d'Œuvre ;
- Un chef de chantier de l'entreprise Serpol ;
- Un opérateur pour la conduite de la pelle mécanique ;
- Un chauffeur pour la conduite du camion 6x4 ;
- Des chauffeurs de camions semi bennes.

Concernant le matériel, le chantier a compris :

- Un bungalow à usage de bureau, ainsi que sanitaires et vestiaires de chantier ;
- Une aire étanche d'une superficie de 700 m², pour les opérations de stockage provisoire sur site des matériaux extraits ;
- Une délimitation de la zone de travaux sur site et à l'extérieur côté canal et rue Roubine ;
- Une pelle mécanique pour les excavations et le chargement des camions ;
- Un camion 6x4 pour le transfert sur site, des matériaux extraits dans les aires de stockage provisoire ;
- Quatre brumisateurs répartis quotidiennement selon les plans d'activités et le sens des vents dominants ;
- Des camions semi bennes pour la livraison des remblais (matériaux de carrière) ;
- Des camions semi bennes étanches pour l'évacuation des matériaux souillés vers la filière agréée.

VI.4 Déroulement général du chantier

Un plan du chantier est présenté en **Annexe 4**.

Les travaux ont nécessité les principales opérations suivantes :

- Des opérations d'installations de la base vie, des barrières et rubalises, de l'aire de stockage de matériaux souillés, d'installation de brumisateurs et de matérialisation des zones concernées ;
- Des opérations de destruction des dalles et d'évacuation des matériaux en centre de recyclage ;
- Des opérations de tri et d'excavation au niveau de l'ensemble des zones identifiées ;
- Des opérations de destruction et excavation des anciennes infrastructures de l'ancienne usine à gaz en zone 4 et 2 ;
- L'extraction d'une ancienne cuve inertée, remplie de sable en zone 3 ;
- L'évacuation hors site des terres à traiter dans le centre de désorption thermique d'ATM ;
- Des opérations de remblaiement des zones à l'aide des matériaux propres excavés, et de matériaux inertes provenant d'une carrière ;
- La remise en état du site ;
- Le nettoyage et le repli du chantier.

Le tableau suivant résume l'enchaînement des principales opérations qui ont été menées :

Dates	Opérations	Phases de chantier			
Semaine 25 16/06/2014 au 20/06/2014	Visite	Visite du site, Constat huissier, et installation du chantier avec notamment l'installation de la base vie, des barrières HERAS et du cheminement piéton. Informations des riverains opérées par ICF Environnement (lettres dans les boites aux lettres)			
	Installation				
Semaine 26 23/06/2014 au 27/06/2014	Destruction	Destruction des dalles bétons au BRH sur l'ensemble des quatre zones.			
Semaine 27 30/06/2014 au 02/07/2014	Installation aire stockage	Poursuite des opérations de destruction des dalles bétons au BRH et évacuation du tas de terres et de bétons présents au droit de la zone 4 en ISDI et en centre de recyclage. Mise en place de l'aire de stockage des matériaux pollués en attente d'élimination.			
	Destruction / Evacuation				
Semaines 27 et 28 03/07/2014 au 07/07/2014	Excavation / Tri	Zone 4 		Décroûtage des enrobés de la zone. Excavations et tri des terres. Mise en évidence de l'ancien gazomètre, et destruction en partie de ses fondations au BRH. Stockage sur site des bétons et réalisation de sondages de délimitation de la pollution.	
	Destruction				
	Sondages				
Semaine 28 08/07/2014 au 11/07/2014	Excavation / Tri			Répartition de la zone d'excavation au vu de la pollution (jusqu'au mur Nord). Chargement de camions pour envoi chez ATM. Evacuation des enrobés.	
	Evacuation				
Semaine 29 15/07/2014 au 16/07/2014	Remblaiement	Zone 3 + 4			Réalisation de prélèvements d'échantillons sur les bords et fonds de fouille, et remblaiement en partie à partir des terres évacuées réutilisables. Destruction au BRH de la dalle béton et évacuation des enrobés et des blocs de dalles.
	Destruction				
	Evacuation				
Semaine 29 17/07/2014 au 18/07/2014	Extraction	Zone 3 			Extraction d'une cuve de 15 m3 inertée et remplie de sable. Mise en évidence d'une nouvelle dalle béton, d'une fosse, et d'une dalle de fond (50 cm) détruite au BRH. Chargement et évacuation des enrobés et gros blocs en centre de recyclage. Chargement et évacuation de terres chez ATM
	Destruction				
	Excavation / Tri				
	Evacuation				
Semaine 30 21/07/2014 au 25/07/2014	Destruction				Destruction au BRH des bétons. Elargissement de la zone d'excavation avec présence de produit pateux. Chargement et évacuation des terres chez ATM. Prélèvements d'air ambiant par ICF Environnement.
	Excavation / Tri				
	Evacuation				
Semaine 31 28/07/2014 au 01/08/2014	Excavation / Tri	Zone 2 			Début des excavations, tri et stockage. Découverte de semelles bétons et d'un collecteur d'eaux usées bétonné détruit au BRH. Chargement et évacuation des terres chez ATM.
	Destruction				
	Evacuation				
Semaine 32 04/08/2014 au 08/08/2014	Excavation / Tri	Zone 2 + 1 			Excavations, tri et stockage des terres. Destruction des bétons au BRH. Excavations, tri et stockage des terres. Evacuation d'une partie de ces terres.
	Destruction				
	Evacuation				
Semaine 33 11/08/2014 au 14/08/2014	Remblaiement	Remblaiement des zones terrassées à partir des matériaux triés du site ainsi que d'apports de matériaux de carrière (0-100), après validation par GDF Suez. Chargement et évacuation des terres polluées chez ATM. Remblaiement à partir des matériaux triés du site et d'apport de matériaux de carrière (0-100) après validation par GDF Suez).			
	Evacuation				
Semaine 34 18/08/2014 au 22/08/2014	Evacuation	Chargement et évacuation de terres polluées chez ATM.			
	Replis des installations	Chargement et évacuation du dernier camion, replis des installations, base vie et aire de stockage. Nettoyage et remise en état du site (complété les 23 et 24 Septembre 2014).			

Tableau 2 : Principales opérations menées durant le chantier

VI.5 Mesure de l'air ambiant

Dans le cadre du suivi de chantier, des mesures d'air ambiant ont été réalisées et ont été comparées à la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour une exposition de 8h sur site.

Les supports de prélèvement ont été répartis en fonction des zones de travail ainsi qu'au vu de l'orientation du vent le jour des prélèvements (25/07/2014).

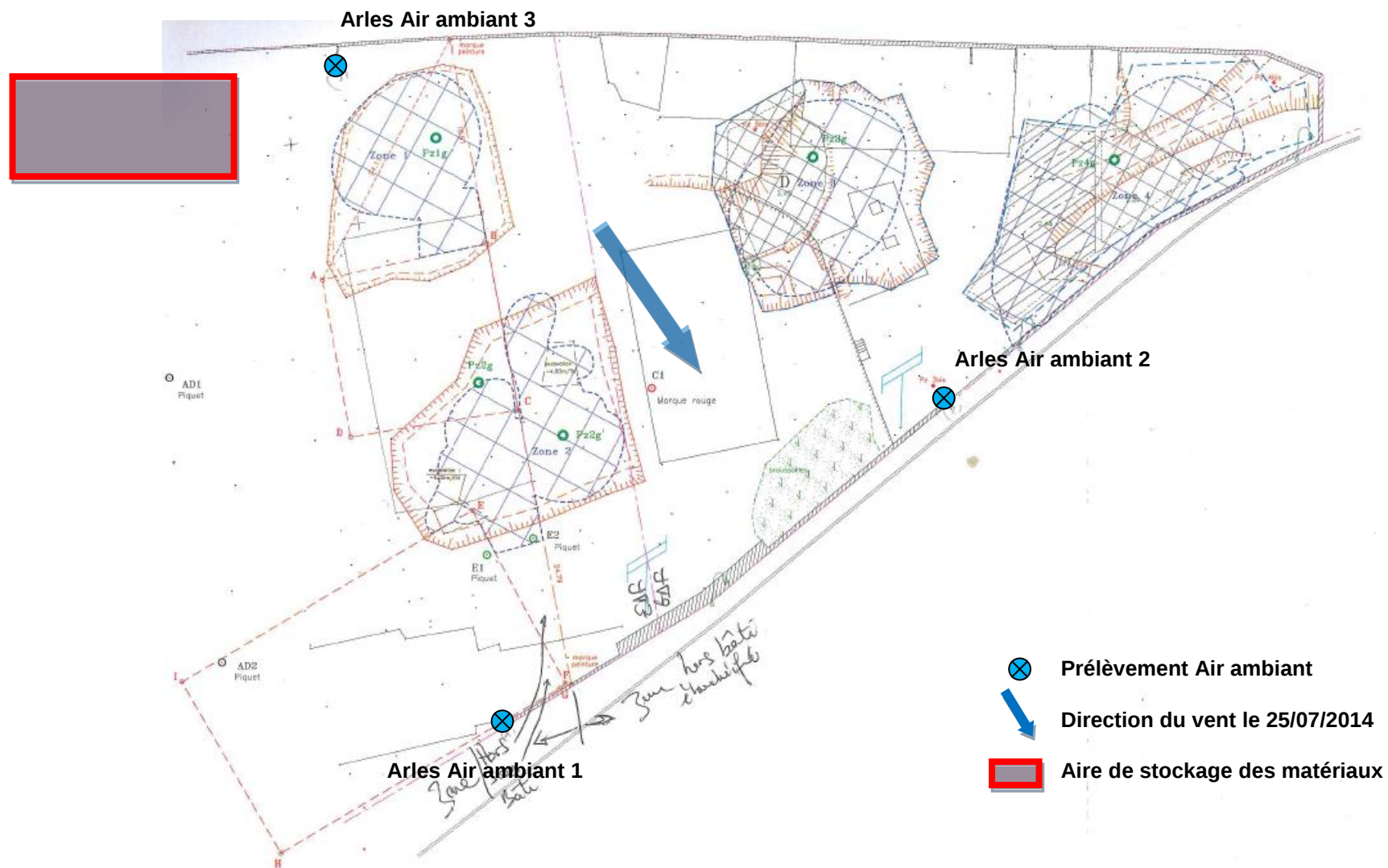


Figure 2 : Localisation des prélèvements d'air ambiant

Les analyses ont porté sur les BTEXN.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous (bulletins d'analyses présentés en **Annexe 5**) :

µg/m3		Prélèvement sur 8h à 1l/min			VLEP (µg/m3) (VME = 8h)
Substances	Date	Arles Air ambient 1	Arles Air ambient 2	Arles Air ambient 3	
Benzène	25/07/2014	1,42	0,75	0,11	3250 (VME)
Toluène	25/07/2014	2,00	1,50	0,16	76 800 (VME)
Ethylbenzène	25/07/2014	< LQ	< LQ	< LQ	88 400 (VME)
Orthoxylène	25/07/2014	0,50	< LQ	1,00	221 000 (VME)
Para et metaxylène	25/07/2014	1,42	0,92	0,32	221 000 (VME)
Naphatalène	25/07/2014	3,54	3,75	0,02	50 000 (VME)

Tableau 3 : Résultats des analyses d'air ambient

Les résultats des mesures d'air ambient indiquent des valeurs largement inférieures aux valeurs limites d'exposition professionnelles.

Pour maitriser les nuisances olfactives occasionnées par les travaux de dépollution, des mesures spécifiques de lutte contre les odeurs par brumisation ont été mises en place tout au long du chantier et accentuées notamment lors des journées chaudes (volatilisation plus importante).

- De la norme NF EN 25667-2 de Mai 1993 « Qualité de l'eau. Échantillonnage. Partie 2 : Guide général sur les techniques d'échantillonnage ». (NF-T 90-512) ;
- De la norme NF EN ISO 5667-3 de Décembre 2003 « Qualité de l'eau – Echantillonnage – partie 3 : lignes directrices pour la conservation et à la manipulation des échantillons d'eaux ». (NF-T 90-513) ;
- Du guide « Maîtrise et Gestion des impacts des polluants de la Qualité des eaux souterraines », V0.1, 2 septembre 2009 ;
- D'autres outils méthodologiques de la politique de gestion des sites et sols pollués (circulaires ministérielles du 08/02/2007) ;

Les prestations proposées pour répondre aux objectifs de l'étude suivent le cheminement suivant :

Etape 1 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses (prestation codée A210 selon la norme NF X 31-620-2) ;

Etape 2 : Interprétations des résultats analytiques.

VI.6.3 Techniques d'échantillonnage

Les campagnes d'échantillonnage des eaux souterraines des ouvrages Pz8 et Pz9 ont été réalisées par ICF Environnement :

- ✓ Le 27 Mars 2014 (campagne avant travaux de réhabilitation)
- ✓ Le 20 Août 2014 (campagne après travaux de réhabilitation)

Le prélèvement, l'échantillonnage et le conditionnement des échantillons d'eau ont suivi les recommandations des documents cités dans la méthodologie générale. Les principales étapes sont les suivantes :

- vérification de l'état du forage ;
- mesure du niveau piézométrique et de la profondeur totale du forage, afin de déterminer le sens d'écoulement des eaux souterraines et mesure éventuelle de l'épaisseur d'une phase flottante à l'aide d'une sonde à interface ;
- purge préalable à l'échantillonnage en retirant à minima quatre à six fois le volume d'eau contenue dans le piézomètre à l'aide d'une pompe immergée 12 V afin de renouveler l'eau de chaque forage et de disposer ainsi d'un échantillon représentatif de la nappe. Le pH, la conductivité, le potentiel redox et la température des eaux de purge ont été régulièrement relevés ;
- suivi de la remontée des eaux souterraines dans l'ouvrage, en cas d'assèchement ou de renouvellement faible ;
- mesure du niveau piézométrique atteint avant prélèvement ;
- échantillonnage des eaux souterraines à analyser à l'aide d'un échantillonneur à usage unique.

Une fois conditionnés, les échantillons ont été transportés, stockés et conservés dans des conditions limitant leur évolution par rapport à leur état d'origine (atmosphère fraîche à l'abri de la lumière dans des flacons neufs de qualité laboratoire, et expédition en express).

Les échantillons d'eaux souterraines ont été envoyés par transporteur express le 27 Mars 2014 et réceptionnés au laboratoire le 28 Mars 2014 pour la campagne avant travaux de réhabilitation.

Les échantillons d'eaux souterraines ont été envoyés par transporteur express le 20 Août 2014 et réceptionnés au laboratoire le 21 Août 2014 pour la campagne après travaux de réhabilitation.

VI.6.4 Programme analytique

Le programme analytique pour les eaux souterraines est présenté dans le tableau ci-après.

Analyses	Méthode analytique	Limite de quantification
Ammonium	Selon NF-T-90-15-2 (T90-080)	0,05 mg/l
Eléments Traces Métalliques As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn Mercure	NF EN ISO 11885 (T90-136) NF EN ISO 17852 (T90-139)	0,005 à 0,02 mg/l 0,2 µg/l
Hydrocarbures Totaux (C10-C40)	selon NF EN ISO 9377-2 (T-90-150)	0,03 mg/l
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Selon NF EN ISO 17993	0,01 µg/l
Benzène Toluène Ethylbenzène Xylènes (BTEX)	NF ISO 11423-1 (T 90-155)	0,5 à 1 µg/l
Cyanures libres et totaux	NF EN ISO 14403 (T90-081)	10 µg/l
Indice phénol	NF EN ISO 14402 (T90-127)	10 µg/l
TPH (split aromatiques/aliphatiques)	/	10 µg/l à 60 µg/l

Tableau 4 : Programme analytique

Les échantillons d'eau souterraine ont été analysés par le laboratoire EUROFINIS Environnement à Saverne (67), reconnu par le COFRAC et le Ministère de l'Environnement.

VI.6.5 Résultats et observations

Lors des opérations de purge et prélèvement des eaux souterraines, seule une légère odeur de type aromatique a été observée sur l'ouvrage Pz8.

Les valeurs de pH, potentiel rédox, température et conductivité montrent une conductivité plus élevée en Pz8 qu'en Pz9 et un potentiel redox négatif en Pz8 mettant en évidence la présence de substances oxydantes dans l'eau.

Aucune phase flottante ou plongeante n'a été identifiée dans les ouvrages.

Les fiches de prélèvements sont présentées en **Annexe 6**.

Pour chaque campagne, le relevé des données altimétriques de la nappe a permis d'établir la piézométrie du site. Ces relevés sont disponibles dans le tableau suivant.

Dénomination	Coordonnées Système Projection Lambert III		Nivellement rattaché au NGF	Mesures du 27 Mars 2014			Mesures du 20 Août 2014		
	X	Y		Prof/ repère m	Eau/repère m	Côte piézo mNGF	Prof/ repère m	Eau/repère m	Côte piézo mNGF
Pz8	785342,48	155942,72	5,64	7,97	2,92	2,72	7,97	3,56	2,08
Pz9	785399,42	155925,91	5,78	7,6	2,99	2,79	7,64	3,8	1,98

Tableau 5 : Niveaux piézométriques en m NGF

Aucune esquisse piézométrique ne peut être présentée dans ce rapport car seules deux données piézométriques sont disponibles lors de ces deux campagnes de surveillance de la qualité des eaux souterraines.

Cependant, la présence dans le passé d'autres piézomètres sur site a permis de montrer un sens d'écoulement toujours orienté Nord-Est. Les piézomètres Pz8 et Pz9 sont bien en aval du site.

VI.6.6 Résultats des analyses des eaux souterraines

Les résultats analytiques des deux campagnes sont synthétisés dans le tableau 6.

Les résultats ont été comparés, lorsqu'elles existent, aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eaux destinées à la consommation humaine selon l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007.

Les bulletins d'analyses du laboratoire des deux piézomètres sont présentés en **Annexe 7**.

Désignation d'échantillon		Pz8		Pz9		Valeurs réglementaires françaises pour les eaux destinées à la consommation humaine	
						Annexes I et II de l'arrêté du 11/01/2007	
Paramètre	Unité	27/03/2014	20/08/2014	27/03/2014	20/08/2014	Limite 1	Limite 2
Ammonium	mg NH4/l	77,7	34,7	0,09	<0,05	/	4
INDICE PHENOL							
Indice phénol	µg/l	<10	<10	<10	<10	/	100
CYANURES							
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	<10	<10	/	/
Cyanures totaux	µg CN/l	53	36	33	31	50	50(*)
ELEMENTS TRACES METALLIQUES							
Arsenic (As)	mg/l	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,10
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,005
Chrome (Cr)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05	0,05
Cuivre (Cu)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2	/
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	/
Plomb (Pb)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,05
Zinc (Zn)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	/	5
Mercurure (Hg)	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,00024	0,001	0,001
Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40							
Hydrocarbures totaux C10 - C40	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	/	1
Hydrocarbures C10-C16	mg/l	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	/	/
Hydrocarbures > C16-C22	mg/l	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	/	/
Hydrocarbures > C22-C30	mg/l	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	/	/
Hydrocarbures > C30-C40	mg/l	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	/	/
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH_{C10-C40})							
Aliphatiques >C5 - C6	µg/l	<60	<60,0	<60	<60,0	/	/
Aliphatiques >C6 - C8	µg/l	<60	<60,0	<60	<60,0	/	/
Aliphatiques >C8 - C10	µg/l	<60	<60,0	<60	<60,0	/	/
Aliphatiques >C10 - C12	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Aliphatiques >C12 - C16	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Aliphatiques >C16 - C21	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Aliphatiques >C21 - C35	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Total Aliphatiques	µg/l	-/-	0	-/-	0	/	/
Aromatiques >C6-C8	µg/l	<60	<60,0	<60	<60,0	/	/
Aromatiques >C8 - C10	µg/l	<60	<60,0	<60	<60,0	/	/
Aromatiques >C10 - C12	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Aromatiques >C12 - C16	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Aromatiques >C16 - C21	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Aromatiques >C21 - C35	µg/l	<10	<10,0	<10	<10,0	/	/
Total Aliphatiques + Aromatiques	µg/l	-/-	0	-/-	0	/	/
Total Aromatiques	µg/l	-/-	0	-/-	0	/	/
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)							
Naphtalène	µg/l	3	2	<0,01	0,25	/	/
Acénaphthylène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Acénaphthène	µg/l	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Fluorène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Anthracène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Fluoranthène*	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Pyrène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Chrysène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Benzo(b)fluoranthène* ♣	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Benzo(k)fluoranthène* ♣	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Benzo(a)pyrène*	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene* ♣	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Phénanthrène	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	/	/
Benzo(ghi)Pérylène* ♣	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	/
Somme des 4 HAP (♣)	µg/l	-/-	-/-	-/-	-/-	0,1	-
Somme de 6 HAP *	µg/l	-/-	-/-	-/-	-/-	-	1
Somme des 16 HAP	µg/l	3,02	2,01<x<2,15	-/-	0,25<x<0,4	/	/
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS							
Benzène	µg/l	20,3	34,3	<0,50	<0,50	1	/
Toluène	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	/	/
Ethylbenzène	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	/	/
o-Xylène	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	/	/
Xylène (méta-, para-)	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	/	/

-/- : somme non déterminée- les substances incluses dans la somme présentent des concentrations inférieures aux limites de quantification analytique

/ : pas de valeur limite

n.a : non analysé

Limite 1 : limite de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine

Limite 2 : limite de qualité pour les substances chimiques dans les eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine

En italique, concentration supérieure à limite 1 *En gras, concentration supérieure à limite 2*

(*) : Dans le cas présent, la valeur de l'Arrêté a été comparée à la concentration en cyanures libre conformément à la politique de GDF Suez dans la mesure où sur les sites d'anciennes usines à gaz, les cyanures libres représentent la forme toxique des cyanures.

Tableau 6 : résultats analytiques sur les eaux souterraines en Pz8, Pz9 et sur les ouvrages des riverains (Mars 2014 et Août 2014)

VI.6.7 Interprétation des résultats analytiques

Les résultats analytiques indiquent :

- ✓ L'absence de phénols, hydrocarbures totaux et TPH sur les deux ouvrages (teneurs inférieures aux limites de quantification du laboratoire) lors des deux campagnes ;
- ✓ L'absence de HAP sur l'ensemble des ouvrages pour les deux campagnes, excepté le Naphtalène avec notamment une concentration en Pz8 ayant diminué de 3 à 2 µg/l à l'issue des travaux de réhabilitation du site, et des traces observés en aout 2014 sur Pz9 ;
- ✓ L'absence de métaux sur les deux piézomètres lors des deux campagnes, excepté des traces d'Arsenic en Pz8 observées uniquement lors de la première campagne ;
- ✓ L'absence de BTEX sur les deux campagnes au niveau de Pz9, et la présence de benzène en Pz8 à des niveaux de concentrations supérieurs à la limite 1 lors deux campagnes, qui ont augmenté à l'issue des travaux de réhabilitation ;
- ✓ La présence significative d'ammonium avec des dépassements de la limite 2 en PZ8 lors des deux campagnes, bien que présentant une diminution des concentrations après les travaux de réhabilitation et des traces observées au niveau de Pz9 lors des deux campagnes ;
- ✓ L'absence de quantification des cyanures libres (représentant la forme toxique des cyanures) lors des deux campagnes. A titre indicatif, en comparaison avec la limite 1 (donnée à titre indicatif, aucun puits privé pour l'alimentation en eau d'une famille n'étant déclaré en aval hydraulique conformément à l'article L 2224.9 du code des collectivités territoriales), on observe la présence significative de cyanures totaux sur les deux ouvrages avec un dépassement de la limite 1 pour Pz8 en Mars 2014 et une diminution des concentrations après les travaux de réhabilitation, notamment pour Pz8 avec la diminution des concentrations sous la limite 1 (53 µg/l à 36 µg/l).

Les résultats sur le milieu eaux souterraines lors de la campagne de Mars 2014 et de la campagne d'Août 2014 ont montré la présence d'anomalies de concentrations significatives en ammonium, cyanures totaux, et benzène, notamment en Pz8. On note également une quantification à l'état de traces en arsenic et naphtalène sur ce dernier ouvrage. A noter les éléments suivants :

- ⇒ les concentrations en benzène ont augmenté à l'issue des travaux de réhabilitation, et demeurent nettement supérieures à la valeur de comparaison (limite de qualité des substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine) ;
- ⇒ l'atténuation de plusieurs paramètres a été observée à l'issue des travaux de réhabilitation (ammonium, cyanures totaux, naphtalène, arsenic) au niveau des deux ouvrages avec notamment le passage des cyanures et de l'arsenic sous les valeurs limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine.

La mise en place d'un suivi des eaux souterraines devrait permettre de confirmer la diminution des concentrations des paramètres observée, et suivre l'évolution du benzène, liée à l'excavation des sources de pollution.

VI.7 Contrôles analytiques des sols

Les prélèvements ont été réalisés conformément à la norme NF ISO 10381-2 (Qualité du sol – Partie 2 : Lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage).

Les échantillons de sols ont été conditionnés dans des flacons en verre étanches neufs de qualité laboratoire, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, et conservés dans une glacière jusqu'au laboratoire. La nomenclature des échantillons a pris en compte le numéro du sondage ainsi que la profondeur de celui-ci.

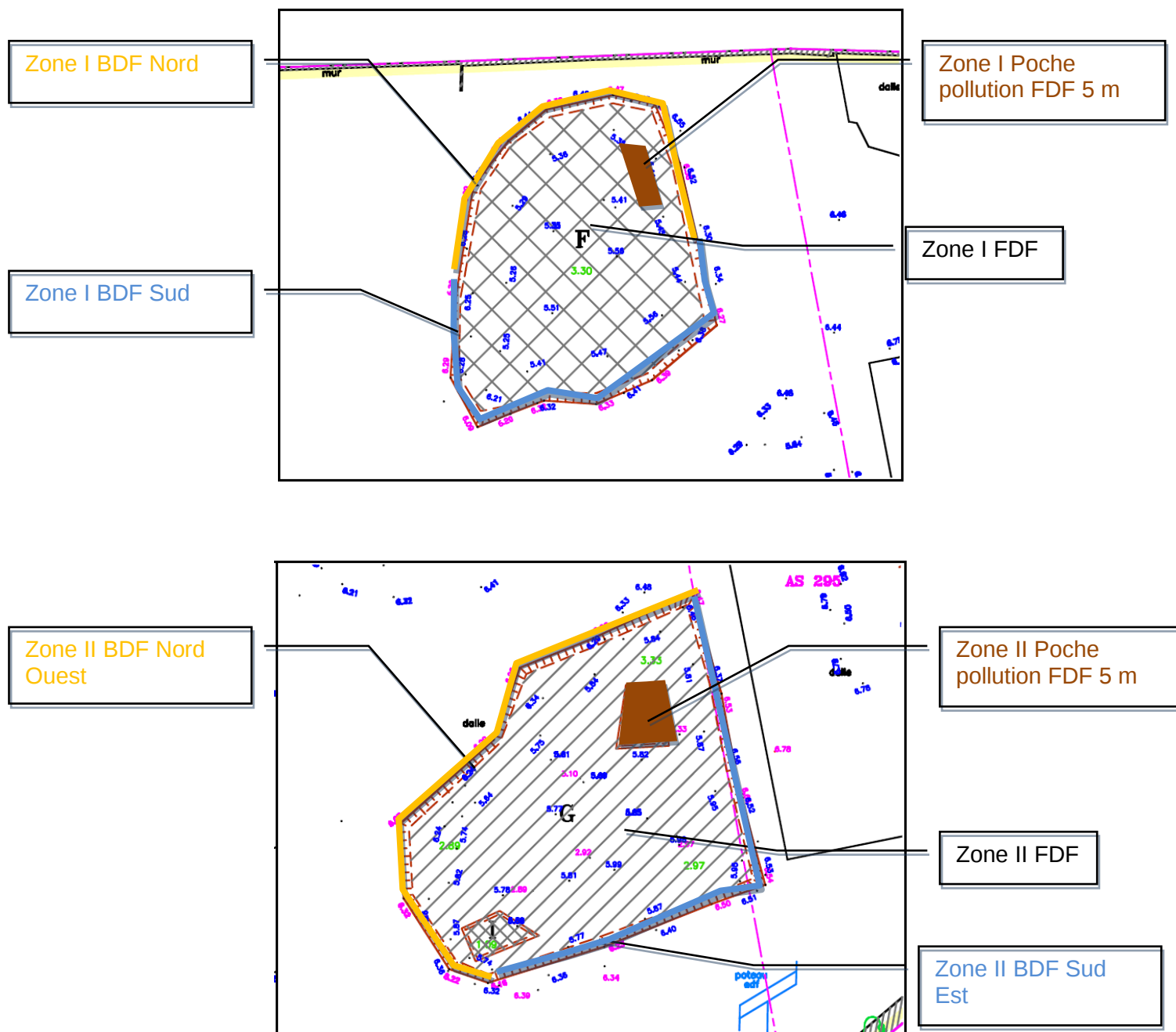
La démarche à consister à réaliser les échantillons suivants :

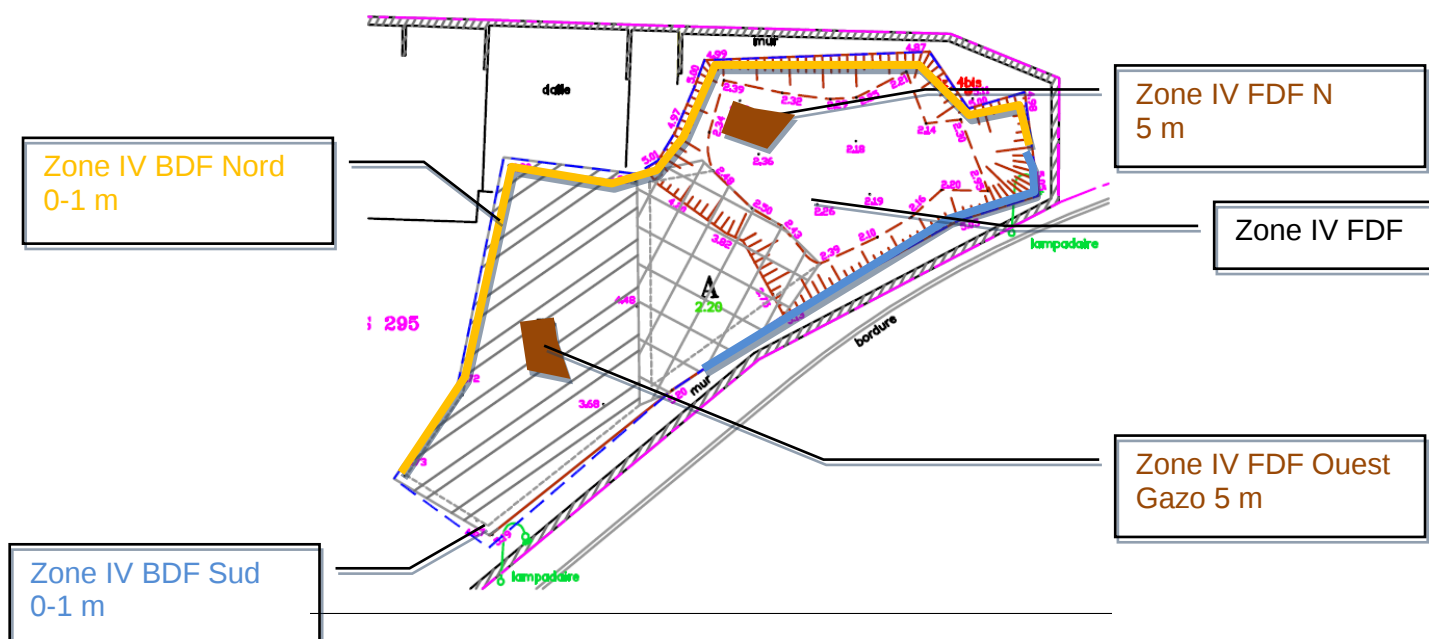
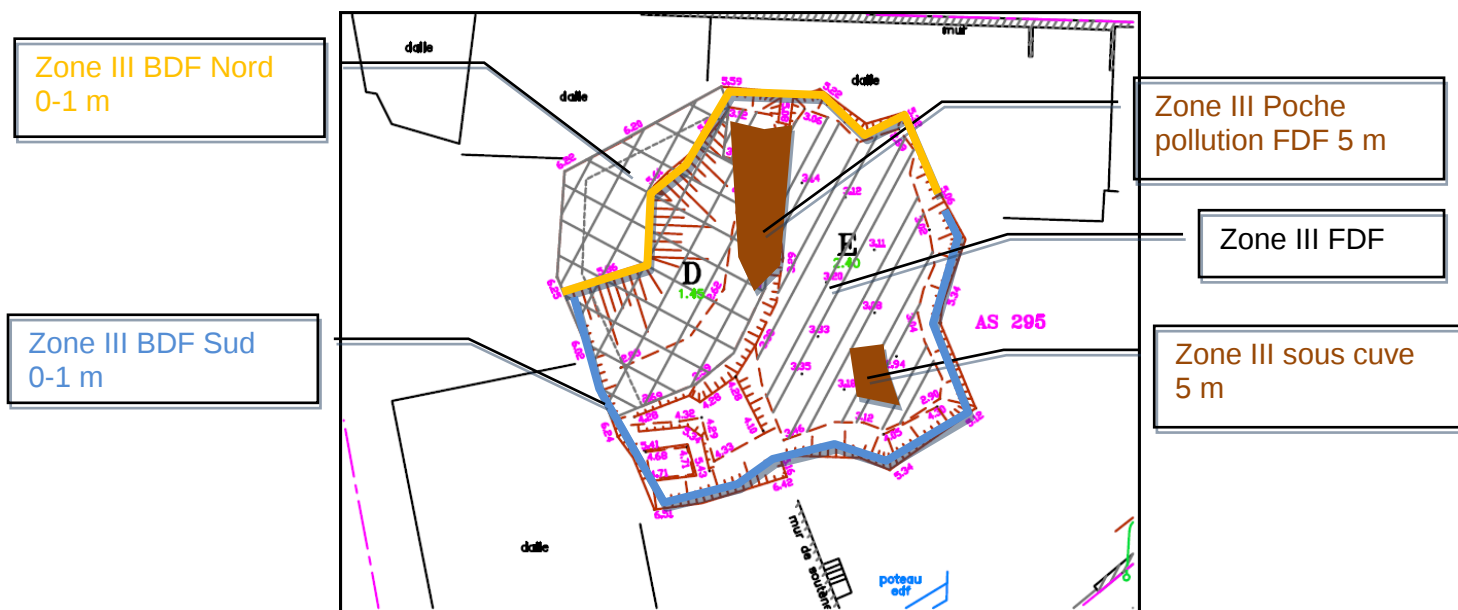
- ✓ Deux prélèvements en bord de fouille (BDF) sur chacune des zones ;
- ✓ Un prélèvement en fond de fouille (FDF) à 3 m sur chacune des zones (10 échantillons unitaires répartis sur l'ensemble de la fouille, réunis en un échantillon composite)

Par ailleurs, au niveau de la zone saturée, des purges complémentaires ponctuelles ont été réalisées lorsqu'il apparaissait des sols visiblement impactés de façon significative, impliquant des terrassements jusqu'à 5 m. Des prélèvements supplémentaires ont été réalisés à l'issue de ces opérations de purge au sein de ces zones :

- ✓ Un prélèvement en fond de fouille à 5 m pour les zones 1, 2, 3 et 4 ;
- ✓ Un prélèvement en fond de fouille à 5 m sous l'ancien gazomètre qui a été détruit et évacué pour la zone 4.

Les localisations des prélèvements sont présentées sur les plans suivants :





Les échantillons de sols ont été envoyés le soir même de leur prélèvement et réceptionnés le lendemain, pour être analysés par le laboratoire AI Control de Clichy (92) agréé par le Ministère chargé de l'Environnement et possédant une équivalence COFRAC.

L'ensemble des bulletins analytiques se trouve en **Annexe 8**.

Le tableau 5 ci-après synthétise les résultats analytiques des sols obtenus à l'issue des travaux. Ceux-ci sont présentés par zone et comparés aux seuils de réhabilitation dans les sols à prendre en compte selon les usages définis dans l'ESG présente dans le cahier des charges techniques de GDF Suez.

					Zone I (hors-bâti)				Zone II (sous bâti et hors bâti et hors-bâti avec isolation de surface)				Zone III (hors-bâti avec isolation de surface)					Zone IV (hors-bâti avec isolation de surface)				
Paramètre	Unité	Objectifs moyens de réception de fond et flanc de fouille pour les sols (Sous bâti) S-B	Objectifs moyens de réception de fond et flanc de fouille pour les sols (Hors bâti) H-B	Objectifs moyens de réception de fond et flanc de fouille pour les sols (Hors bâti avec isolation de surface) H-B IS	Zone I BDF N	Zone I BDF S	Zone I FDF 3 m	Zone I Poche pollution FDF 5 m Zone Saturée	Zone II BDF N-Ouest (S-B)	Zone II BDF S-Est (H-B IS)	Zone II FDF 3 m (S-B)	Zone II Poche pollution FDF 5 m (S-B) Zone Saturée	Zone 3 Poche pollution FDF 5 m Zone Saturée	Zone 3 BDF N 0-1 m	Zone 3 BDF S 0-1 m	Zone 3 FDF 3 m	Zone 3 sous cuve FDF 5 m Zone Saturée	Zone 4 BDF N 0-1 m	Zone 4 BDF S 0-1 m	Zone 4 FDF Ouest Gazo 5 m Zone Saturée	Zone 4 FDF N 5 m Zone Saturée	Zone 4 FDF 3 m
matière sèche	% massique				84	89,7	82	80,1	90,3	94	87,2	79,7	83	87,2	95,3	82,9	83,9	85,1	93,7	80,8	83,4	82
COT	mg/kg MS																					
température pour mes. pH	°C																					
pH (KCl)	-																					
COMPOSES INORGANIQUES																						
cyanure (libre)	mg/kg MS				1,1	<1	<1	1,3	<1	<1	<1	<1	2,1	3,3	<1	<1	<1	21	2,6	<1	<1	<1
cyanure (totaux)	mg/kg MS	10 000	10 000	10 000	20	14	40	360	37	37	5,5	10	170	46	110	17	23	580	20	6	6,4	16
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS																						
benzène	mg/kg MS	Prof 0-1 m : 3 Prof 1-5 m : 5	Prof 0-1 m : 5 Prof 1-5 m : 10	Prof 0-1 m : 10 Prof 1-5 m : Pas de seuil	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,47	<0,05	<0,05	100	0,08	0,21	<0,05	<0,05	0,06	0,29	<0,05	<0,05	<0,05
toluène	mg/kg MS				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	110	0,05	0,16	<0,05	<0,05	0,07	0,32	<0,05	<0,05	<0,05
éthylbenzène	mg/kg MS	Prof 0-1 m : 3 Prof 1-5 m : 5	Prof 0-1 m : 5 Prof 1-5 m : 10	Prof 0-1 m : 10 Prof 1-5 m : Pas de seuil	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	4,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
orthoxyène	mg/kg MS				<0,05	<0,05	<0,05	0,34	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	27	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	<0,05
para- et métaxyène	mg/kg MS				0,06	<0,05	<0,05	0,6	<0,05	0,14	<0,05	<0,05	100	0,26	0,13	<0,05	<0,05	0,07	0,52	<0,05	<0,05	<0,05
xyènes	mg/kg MS				0,08	<0,05	<0,05	0,94	<0,05	0,18	<0,05	<0,05	130	0,34	0,16	<0,05	<0,05	0,09	0,64	<0,05	<0,05	<0,05
BTEX total	mg/kg MS				<0,2	<0,2	<0,2	1	<0,2	0,77	<0,2	<0,2	340	0,48	0,52	<0,2	<0,2	0,22	1,3	<0,2	<0,2	<0,2
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES																						
naphtalène	mg/kg MS	Prof 0-1 m : 25 Prof 1-5 m : 75	Prof 0-1 m : 75 Prof 1-5 m : 250	Prof 0-1 m : 250 Prof 1-5 m : Pas de seuil	2	2,1	0,39	7,9	1,8	2,7	30	<0,02	6000	16	3	<0,02	<0,02	3,3	130	0,04	<0,02	17
acénaphtylène	mg/kg MS				5,6	11	1,7	6,1	15	1,9	24	0,06	320	13	3,5	<0,02	<0,02	6,6	48	0,04	<0,02	9,4
acénaphène	mg/kg MS				0,72	2,1	0,28	3,2	1,7	0,27	18	0,03	130	2,9	0,42	<0,02	<0,02	0,84	29	<0,02	<0,02	4,5
fluorène	mg/kg MS				2,4	6,2	1	19	7,4	0,54	33	0,13	530	16	1,9	<0,02	<0,02	1,6	150	0,02	<0,02	17
phénanthrène	mg/kg MS				28	60	4,8	57	61	5,8	95	0,45	1900	94	16	0,03	0,02	28	750	0,15	<0,02	77
anthracène	mg/kg MS				9,8	22	3,5	19	24	2,7	55	0,22	580	36	6,6	0,03	0,02	10	230	0,04	<0,02	14
fluoranthène	mg/kg MS				52	93	15	33	100	16	150	0,82	1200	150	44	0,11	0,05	120	710	0,39	<0,02	63
pyrène	mg/kg MS				39	71	11	22	76	13	100	0,59	860	110	35	0,09	0,04	96	500	0,3	<0,02	44
benzo(a)anthracène	mg/kg MS				28	41	8	15	38	8,3	45	0,25	370	67	19	0,04	0,02	53	280	0,18	<0,02	20
chrysène	mg/kg MS				21	28	5,2	11	29	6,7	42	0,21	290	48	14	0,03	<0,02	39	230	0,12	<0,02	11
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS				29	46	8,3	12	44	14	49	0,21	370	75	26	0,07	0,04	82	300	0,21	<0,02	21
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS				13	20	3,6	5,2	19	6,1	21	0,09	160	32	11	0,03	<0,02	36	130	0,09	<0,02	9,2
benzo(a)pyrène	mg/kg MS				23	39	6,6	10	38	11	44	0,17	340	60	21	0,05	0,03	61	230	0,17	<0,02	19
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS				4,3	6,5	1,3	1,8	5,3	2,4	6,1	0,02	37	7,9	2,8	<0,02	<0,02	10	32	0,03	<0,02	2,2
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS				11	22	3,2	3,9	24	11	27	0,08	200	34	15	0,04	0,02	61	130	0,12	<0,02	12
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS				13	25	3,7	5	26	11	29	0,09	200	36	15	0,04	0,02	60	140	0,13	<0,02	12
Somme des HAP (10) VROM	mg/kg MS				200	350	54	170	360	81	530	2,4	11000	580	160	0,43	0,23	470	3000	1,4	<0,2	250
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	10 000	10 000	Prof 0-1 m : 2000 Prof 1-5 m + Zone non saturée : 10 000	280	500	78	230	510	110	770	3,4	13000	810	230	0,63	0,34	670	4000	2	<0,32	350
HYDROCARBURES TOTAUX																						
fraction C10-C12	mg/kg MS						<5	21			37	<5	11000							<5	<5	21
fraction C12-C16	mg/kg MS						10	110			140	<5	4100							<5	<5	77
fraction C16 - C21	mg/kg MS						35	150			430	<5	7600							<5	<5	190
fraction C21 - C40	mg/kg MS						28	74			220	<5	7400							<5	<5	100
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS						75	350			840	<20	30000							<20	<20	390

Tableau 7 : Synthèse des résultats analytiques sur les sols obtenus en bord et fond de fouilles à l'issue des travaux

Les résultats analytiques mettent en évidence :

- ✓ Des teneurs en cyanures, BTEX, et HAP inférieures aux objectifs à respecter pour un usage compatible dans la zone 1 ;
- ✓ Des teneurs en cyanures, BTEX, et HAP inférieures aux objectifs à respecter pour un usage compatible dans la zone 2 ;
- ✓ Des teneurs en cyanures, BTEX, et HAP inférieures aux objectifs à respecter pour un usage compatible dans la zone 3 ;
- ✓ Des teneurs en cyanures, BTEX, et HAP inférieures aux objectifs à respecter pour un usage compatible dans la zone 4, excepté en bord de fouille de la paroi sud sur le 1^{er} mètre, pour lequel les teneurs en HAP sont supérieures aux objectifs.

L'ensemble des paramètres analysés dans chacune des zones respecte donc les objectifs à atteindre, excepté en un point, sur la paroi sud de la zone 4, pour les HAP. Cette paroi n'a pas pu être davantage élargie du fait de la présence du mur d'enceinte périphérique et des risques de déstabilisation associés en l'absence des données de construction de l'ouvrage.

VI.8 Contrôle des gaz de sol

La campagne d'échantillonnage des gaz de sols a été réalisée par ICF Environnement un mois après la fin des excavations menées par SERPOL sur le terrain de l'ancienne usine à gaz.

Les prélèvements de gaz du sol permettent de mesurer la concentration des substances volatiles présentes dans l'air du sol et tiennent compte ainsi du dégazage des substances à partir du sol et des eaux souterraines. Les composés volatils se dispersent dans les gaz du sol :

- par convection (dans la direction du gradient de pression) et,
- par diffusion (dans la direction du gradient de concentration).

Les piézomètres gaz du sol ont été réalisés par FONDASOL le 11 septembre 2014 à une profondeur de 2 m. Les piézomètres ont été localisés au niveau de chaque zone en fonction de l'usage futur et des observations réalisées lors des travaux.

Les piézomètres gaz ont été réalisés à la foreuse mécanique et ont ensuite été équipés de tubes PEHD crépinés et lisses de type 52/60 mm, neufs et parfaitement propres, d'un massif filtrant calibré, d'un joint étanche et d'un bouchon de tête étanche, sous la supervision de l'ingénieur d'ICF Environnement (coupe technique et fiche de prélèvement présentée en **Annexe 9**).

Les prélèvements ont été réalisés conformément à la norme AFNOR PR NF ISO 10381-7 de septembre 2005 intitulée « Qualité du sol – Lignes directrices pour l'investigation et l'échantillonnage des gaz du sol ».

Les gaz du sol ont été prélevés sur des cartouches absorbantes spécifiques aux paramètres analysés, via une canne de prélèvement reliée à une pompe (prélèvement actif), et plongée jusqu'à environ 1,70 m de profondeur par rapport au TN.

L'ensemble des échantillons a été prélevé, conditionné et transporté dans une glacière de manière à garantir leur conservation. Les échantillons sont arrivés au laboratoire agréé au maximum 24 h après l'échantillonnage et l'analyse a été réalisée sous 24 h.

Un blanc de terrain a été constitué de la façon suivante : ouvert à l'air libre lors de l'ouverture de l'ensemble des tubes de prélèvement, clos durant la phase de pompage, et ré-ouvert lors de la désinstallation des tubes de prélèvement.

Les prélèvements et leur analyse ont été réalisés selon la méthode suivante, après purge des ouvrages durant 20 minutes :

Composé	Support	Durée de prélèvement	Débit de pompage	Ouvrage concerné
BTEX N TPH	Charbon actif	360 minutes	1 l/min	Pz1g Pz2g Pz2'g Pz3g Pz4g Blanc de terrain

Tableau 8 : caractéristiques des prélèvements de gaz de sols

Une fois conditionnés, les échantillons ont été transportés, stockés et conservés dans des conditions limitant leur évolution par rapport à leur état d'origine (atmosphère fraîche à l'abri de la lumière et expédition en express).

Les échantillons de gaz de sols ont été envoyés par transporteur express le 25 Septembre 2014 et réceptionnés au laboratoire le 26 Septembre 2014.

Dans le « Guide pour l'établissement d'un schéma de réhabilitation d'un site d'ancienne usine à gaz », GDF Suez indique les valeurs seuils calculées dans l'Approche Sanitaire Harmonisée (ASH) applicables pour les gaz de sol en prenant en compte le futur projet d'aménagement et également l'additivité des risques liés à chaque substance, en distinguant les cas où tous les traceurs sont présents, des cas où un seul est présent.

Dans le cas comme sur le site d'Arles où tous les traceurs sont présents, les seuils ont été calculés pour une contribution au risque de chacun des traceurs, contribution qui est fonction du pourcentage de présence dans l'air de ce traceur.

Les seuils maximaux de concentrations en Benzène, Ethylbenzène, et Naphtalène dans l'air du sol sont présentés ci-dessous par zone concernée sur le site d'Arles selon le projet d'aménagement :

		Applicables aux zones I et II (pour partie)		Applicables aux zones II (pour partie), III et IV					
		Maison d'habitation		Immeuble d'habitation		Tertiaire - industriel		Jardin public	Parking public
		Sous bâti	Hors bâti	Sous bâti	Hors bâti	Sous bâti	Hors bâti		
Benzène (mg/m ³)	dallage	3.1	116	8.4	158	51.8 (30)	475	1210	8 340
	Sous-sol	9.5		22.4		126 (30)			
	Vide sanitaire	5.2	(30)	7.3	(30)	54.9 (30)	(30)	(30)	(30)
	pilotis	296 (30)		256 (30)		544 (30)			
éthylbenzène (mg/m ³)	dallage	1.1	43.1	3.0	59	17.7	177	1290	3 420
	Sous-sol	3.3		7.5		42.9 (30)			
	Vide sanitaire	2.2	(30)	3.0	(30)	21.8	(30)	(30)	(30)
	pilotis	120 (30)		104 (30)		287 (30)			
Naphtalène (mg/m ³)	dallage	0.28	10.9	0.58	15	3.3	44.8	231	309
	Sous-sol	0.67		1.4		8.0			
	Vide sanitaire	0.54		0.77		5.2	(30)	(30)	(30)
	pilotis	28.2		24.3		51.8 (30)			

Figure 4 : Seuils airs du sol (source : GDF Suez)

Ces seuils correspondent à des sols de type sablo limoneux relativement perméables aux remontées de gaz du sol. Ces seuils doivent être divisés d'un facteur 10 (selon les termes du « Guide pour l'établissement d'un schéma de réhabilitation d'un site d'ancienne usine à gaz » pour une typologie du sol sableuse. A titre conservatif, compte-tenu de la granulométrie (0-100 mm) des matériaux de carrières remblayés dans les zones en plus des matériaux limoneux réutilisés sur site, les seuils compensés ont été utilisés pour comparer les valeurs.

Les bulletins d'analyses sont disponibles en **Annexe 10**.

Désignation d'échantillon		Seuils Gaz de sol			Blanc	Pzg1	Pzg2	Pzg2'	Pzg3	Pzg4
Paramètre	Unité	Sous-bâti	Hors-bâti	Hors-bâti avec iso de surface		Hors-bâti	Sous-bâti	Hors-bâti avec iso de surface	Hors-bâti avec iso de surface	Hors-bâti avec iso de surface
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS										
Benzène	µg/m3	840	3000	3000	<2,8	11,7	<2,8	6,2	<2,8	<2,8
Toluène	µg/m3				<2,8	3,9	4,5	4,2	4,5	4,2
Ethylbenzène	µg/m3	300	3000	3000	<2,8	<2,8	3,3	<2,8	3,9	3,3
Orthoxylène	µg/m3				<2,8	<2,8	6,2	4,2	6,2	13,7
Para et méta xylène	µg/m3				<5,6	<5,6	13,1	9,5	13,9	13,9
Xylènes	µg/m3				<8,4	<8,4	19,2	13,7	20	20
Naphtalène	µg/m3	58	1500	3000	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8
HYDROCARBURES TOTAUX										
Fraction C5-C6	µg/m3				<27,8	<27,8	<27,8	<27,8	<27,8	<27,8
Fraction C6-C8	µg/m3				<166,7	<166,7	<166,7	<166,7	<166,7	<166,7
Fraction C8-C10	µg/m3				<83,4	97,3	<83,4	<83,4	<83,4	<83,4
Fraction C10-C12	µg/m3				<83,4	119,5	<83,4	<83,4	<83,4	<83,4
Fraction C12-C16	µg/m3				<83,4	<83,4	<83,4	<83,4	<83,4	<83,4
Hydrocarbures C5-C16	µg/m3				<500	<500	<500	<500	<500	<500

Tableau 9 : Résultats analytiques des gaz de sol et comparaisons aux valeurs seuils

Les résultats analytiques des gaz de sol indiquent :

- la quantification de benzène au niveau des ouvrages Pzg1 et Pzg2' à des niveaux de concentrations inférieures aux valeurs seuils ;
- la quantification d'éthylbenzène au niveau des ouvrages Pzg2 et Pzg3 à des niveaux de concentrations inférieures aux valeurs seuils
- des concentrations inférieures aux limites de quantification concernant les autres ouvrages pour l'ensemble des paramètres, notamment l'absence de naphtalène sur l'ensemble des ouvrages.

Ces résultats sur les gaz de sols indiquent que la pollution résiduelle sur le terrain à l'issue des opérations de réhabilitation est compatible avec le futur projet d'aménagement pris en compte (projet de STS sur la partie Ouest du terrain et parking à l'Est du terrain).

VII. BILAN DU CHANTIER

VII.1 Bilan des volumes

VII.1.1 Excavation des terres

Les terres excavées par zone sont présentées dans le tableau suivant :

Zone	Volume mesuré par le Géomètre m ³
1	744
2	1146
3	967
4	854
Total	3711

Figure 5 : Volume de terres excavées

A la fin de chaque phase d'excavation (et de surcreusement le cas échéant), ICF Environnement a missionné un géomètre expert afin de procéder au relevé topographique des zones pour estimation des cubatures excavées. A noter qu'ICF Environnement ayant réalisé des opérations de tri sur site, certains matériaux ont été déplacés au sein même de la fouille après qu'ICF Environnement se soit assuré de l'absence de contamination notable. Les données ont ensuite été fournies au géomètre afin d'estimer les valeurs réelles décaissées.

VII.1.2 Transport et traitement hors site de terres polluées

Les matériaux à destination du centre de désorption thermique d'ATM aux Pays-Bas ont été acheminés en premier lieu à la plateforme de regroupement SITA à Noyelles-Godault (62), sur laquelle les camions ont été pesés. Ils ont ensuite été envoyés aux Pays-Bas pour être traités.

Chaque transport de matériaux souillés a été accompagné d'un BSD (Bordereau de Suivi des Déchets) pour un total de 87 voyages. Arrivés au centre de traitement les camions ont été pesés et le tonnage a été indiqué sur le BSD. Les quantités de déchets évacués aux centres de traitement sont reportées dans le tableau suivant. Les copies des BSD des centres d'élimination sont données en **Annexe 11**.

Regroupement à la plateforme Sita FD Ecohub Nord puis, Désorption Thermique chez Afvalstoffen Terminal Moerdijk (ATM) B.V.				
Transport n°	Immatriculation	Date de chargement sur site	Date de réception à la plateforme	Poids Net en tonne à réception de la plateforme
1	1GSB410	10/07/2014 – 14h34	10/07/2014 – 15h44	26,52
2	1APW687	10/07/2014 – 14h37	10/07/2014 – 15h45	28,00
3	1AMC590	11/07/2014 – 12h58	11/07/2014 – 15h17	25,54
4	1JSD410	17/07/2014 – 13h56	17/07/2014 – 16h51	30,26
5	1GSB531	17/07/2014 – 14h00	17/07/2014 – 16h53	27,64
6	1GSB424	17/07/2014 – 14h05	17/07/2014 – 16h55	30,28
7	1JSD852	17/07/2014 – 14h10	17/07/2014 – 16h56	29,00
8	1GSB512	17/07/2014 – 14h14	17/07/2014 – 16h58	29,30
9	90NH92	17/07/2014 – 15h01	17/07/2014 – 17h00	23,18
10	240T91	17/07/2014 – 15h04	17/07/2014 – 17h00	22,42

Regroupement à la plateforme Sita FD Ecohub Nord puis, Désorption Thermique chez Afvalstoffen Terminal Moerdijk (ATM) B.V.				
Transport n°	Immatriculation	Date de chargement sur site	Date de réception à la plateforme	Poids Net en tonne à réception de la plateforme
11	1GSB444	18/07/2014 – 07h35	18/07/2014 – 11h26	27,84
12	1GBO214	18/07/2014 – 10h08	18/07/2014 – 11h28	27,36
13	470G28	18/07/2014 – 09h02	18/07/2014 – 11h31	28,90
14	1GSB346	18/07/2014 – 10h12	18/07/2014 – 11h32	27,84
15	1GSB368	18/07/2014 – 11h38	18/07/2014 – 14h54	30,50
16	838API	18/07/2014 – 14h08	18/07/2014 – 14h56	28,42
17	1AIX825	23/07/2014 – 12h58	23/07/2014 – 14h56	28,00
18	1GSB410	23/07/2014 – 13h33	23/07/2014 – 15h01	29,42
19	1GSB346	23/07/2014 – 13h40	23/07/2014 – 14h59	28,94
20	240T90	25/07/2014 – 09h22	25/07/2014 – 11h54	29,88
21	BL055LM	25/07/2014 – 10h31	25/07/2014 – 11h56	27,60
22	90NH94	25/07/2014 – 10h37	25/07/2014 – 11h57	30,42
23	1GSB368	25/07/2014 – 13h58	25/07/2014 – 14h45	29,24
24	47 OG 28	30/07/2014 – 09h21	30/07/2014 – 15h35	32,94
25	240T90	30/07/2014 – 10h58	30/07/2014 – 15h38	29,80
26	90NH94	30/07/2014 – 13h38	30/07/2014 – 15h40	31,50
27	370A30	30/07/2014 – 13h41	30/07/2014 – 15h41	29,98
28	1COX312	30/07/2014 – 16h52	30/07/2014 – 17h37	27,72
29	470G29	31/07/2014 – 07h48	31/07/2014 – 11h24	28,18
30	1CCJ857	31/07/2014 – 07h53	31/07/2014 – 11h26	26,26
31	1GSB464	31/07/2014 – 08h00	31/07/2014 – 11h27	28,86
32	90NH91	31/07/2014 – 08h37	31/07/2014 – 11h29	29,08
33	564 BEE	31/07/2014 – 11h47	31/07/2014 – 15h33	31,06
34	1QAN052	01/08/2014 – 08h09	01/08/2014 – 10h12	27,34
35	1BXG644	01/08/2014 – 09h07	01/08/2014 – 10h14	30,56
36	1GAU266	01/08/2014 – 10h50	01/08/2014 – 14h44	27,58
37	90NH90	01/08/2014 – 11h24	01/08/2014 – 14h46	29,20
38	240T90	04/08/2014 – 14h43	04/08/2014 – 16h24	29,12
39	1GSB464	06/08/2014 – 09h15	06/08/2014 – 14h52	29,00
40	1DPU805	06/08/2014 – 10h07	06/08/2014 – 14h54	29,46
41	1EFN526	06/08/2014 – 13h07	06/08/2014 – 15h04	30,06
42	1DPU794	06/08/2014 – 13h32	06/08/2014 – 15h11	28,92
43	1DNK497	06/08/2014 – 13h45	06/08/2014 – 15h14	28,54
44	1FMK602	06/08/2014 – 13h52	06/08/2014 – 15h16	26,78
45	1EVR363	06/08/2014 – 14h31	06/08/2014 – 15h41	28,78
46	1GKT136	06/08/2014 – 14h39	06/08/2014 – 15h43	29,26
47	1BXG644	07/08/2014 – 08h13	07/08/2014 – 10h55	31,72
48	1BVX760	07/08/2014 – 08h16	07/08/2014 – 10h56	25,66
49	1COX312	07/08/2014 – 08h19	07/08/2014 – 10h57	31,36
50	1EVG460	07/08/2014 – 08h21	07/08/2014 – 10h58	24,90
51	1EHE465	07/08/2014 – 08h40	07/08/2014 – 11h00	26,68
52	1AIX825	07/08/2014 – 09h32	07/08/2014 – 11h01	28,22
53	1CFF359	07/08/2014 – 09h46	07/08/2014 – 13h27	24,28
54	1BXG463	07/08/2014 – 09h49	07/08/2014 – 11h02	29,72

Regroupement à la plateforme Sita FD Ecohub Nord puis, Désorption Thermique chez Afvalstoffen Terminal Moerdijk (ATM) B.V.				
Transport n°	Immatriculation	Date de chargement sur site	Date de réception à la plateforme	Poids Net en tonne à réception de la plateforme
55	1BVX388	07/08/2014 – 09h52	07/08/2014 – 13h28	27,56
56	1AMC592	07/08/2014 – 09h54	07/08/2014 – 13h29	28,02
57	1FSV041	07/08/2014 – 11h03	07/08/2014 – 13h48	26,40
58	90NH90	07/08/2014 – 12h06	07/08/2014 – 13h49	27,84
59	1ECT680	07/08/2014 – 13h31	07/08/2014 – 14h36	26,40
60	1DLA426	08/08/2014 – 07h33	08/08/2014 – 08h53	28,26
61	1ENI979	08/08/2014 – 07h35	08/08/2014 – 08h54	27,42
62	1EHI183	08/08/2014 – 07h55	08/08/2014 – 08h54	26,14
63	1EVR273	08/08/2014 – 08h10	08/08/2014 – 08h55	28,28
64	1DXW859	08/08/2014 – 14h07	08/08/2014 – 15h49	28,74
65	1QCU457	08/08/2014 – 14h09	08/08/2014 – 15h51	27,22
66	1FSV041	13/08/2014 – 11h57	13/08/2014 – 14h47	25,56
67	1EHE465	13/08/2014 – 13h11	13/08/2014 – 14h52	28,96
68	1GSB464	13/08/2014 – 13h22	13/08/2014 – 14h58	28,10
69	1GSB424	13/08/2014 – 13h26	13/08/2014 – 14h58	30,58
70	1GSB531	13/08/2014 – 13h31	13/08/2014 – 14h59	29,66
71	1EVG450	13/08/2014 – 13h37	13/08/2014 – 15h01	30,22
72	1ECU079	13/08/2014 – 13h43	13/08/2014 – 15h01	24,86
73	1EVR345	13/08/2014 – 13h47	13/08/2014 – 15h02	24,70
74	1EHI183	13/08/2014 – 13h51	13/08/2014 – 15h03	30,70
75	1GSB346	14/08/2014 – 07h31	14/08/2014 – 08h21	30,56
76	1GSB444	14/08/2014 – 07h33	14/08/2014 – 08h22	26,82
77	1GSB392	14/08/2014 – 07h36	14/08/2014 – 08h22	28,54
78	1GSB512	14/08/2014 – 07h47	14/08/2014 – 08h23	27,98
79	1AMC592	14/08/2014 – 07h50	14/08/2014 – 08h24	32,56
80	1BXG647	14/08/2014 – 07h53	14/08/2014 – 11h24	29,76
81	1EVR273	14/08/2014 – 07h57	14/08/2014 – 11h25	29,40
82	1COX312	14/08/2014 – 09h59	14/08/2014 – 11h26	30,02
83	1ECT680	14/08/2014 – 10h32	14/08/2014 – 11h26	26,44
84	1DWV668	14/08/2014 – 10h35	14/08/2014 – 11h27	26,12
85	1EVG460	14/08/2014 – 14h56	14/08/2014 – 16h03	24,72
86	1EFN526	21/08/2014 – 10h29	21/08/2014 – 13h22	28,46
87	1FGQ786	22/08/2014 – 07h28	22/08/2014 – 09h22	31,06
Total				2467 tonnes / environ 1370 m³

Tableau 10 : Bilan des terres évacuées pour traitement chez ATM en désorption thermique

Au total, environ 1370 m³ de matériaux ont été évacués chez ATM aux Pays-Bas.

A noter la présence de produit pâteux, identifié dans la zone 3 qui a fait l'objet d'un surcreusement dans les limites techniques (présence de mur d'enceinte, excavation en zone saturée). Les matériaux excavés ont fait l'objet d'un stockage spécifique et ont été envoyé chez Solamat (13) pour traitement par incinération, ainsi que quelques fûts contenant quelques résidus d'hydrocarbures mis en évidence dans les tas de terres présents au démarrage du chantier dans la zone 4, pour un total de 25,52 tonnes.

Les Bordereaux de Suivi de Déchets sont présentés en **Annexe 12**.

VII.1.3 Evacuation des enrobés et des bétons

Au total, environ 140 m³ de bétons et enrobés, démolis pour pouvoir accéder aux zones à réhabiliter, ont été envoyés pour recyclage chez Valoris (30). Les bordereaux d'évacuation sont présentés en **Annexe 13**.

VII.1.4 Apports de matériaux

Les apports de matériaux sur site sont synthétisés dans le tableau suivant.

Matériaux	Utilisation	Quantités
Matériaux de carrière (0/100)	Remblaiement des fouilles initiales	1958,52 Tonnes / environ 1030 m ³

Tableau 11 : Bilan des terres apportées

Les bordereaux de ces fournitures sont présentés en **Annexe 14**.

VII.1.5 Bilan

Au total, 3711 m³ de matériaux ont été excavés, parmi lesquels :

- 1370 m³ de terres ont été stockés puis acheminés chez ATM aux Pays-bas pour y être traités en désorption thermique ;
- 140 m³ de bétons et enrobés ont été acheminés chez Valoris (30) pour recyclage ;
- 2201 m³ de terres ont été triées et réutilisés sur site.

Le remblaiement des zones a nécessité l'apport de matériaux de carrière (environ 1030 m³) afin de sécuriser les fouilles ainsi que les murs périphériques.

Le plan topographique des zones à l'issue des opérations de remblaiement est présenté en **Annexe 15**.

La dénivellation moyenne des zones terrassées par rapport au reste du terrain est de -0,8 m pour les zones 1 et 2. Aucune dénivellation n'est à noter pour les zones 3 et 4.

VIII. CONCLUSION

GDF Suez a fait procéder à des travaux de réhabilitation au droit d'une partie de l'ancienne usine à gaz située au 3 rue Mireille à Arles (13), à savoir sur les parcelles cadastrales AS 538 et AS 295.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'un projet de cession du terrain au promoteur immobilier STS qui souhaite y implanter des logements.

Ils correspondent aux travaux décrits dans le schéma de réhabilitation réalisé par la société ICF Environnement.

Les travaux de réhabilitation ont été réalisés par l'entreprise Serpol, sélectionnée par GDF Suez.

L'évacuation et l'élimination des terres à traiter ont été réalisées dans le cadre du marché national de désorption thermique de GDF Suez, par l'entreprise néerlandaise Afvalstoffen Terminal Moerdijk (ATM).

Ces travaux de réhabilitation qui se sont déroulés du 16 juin au 22 Août 2014 ont consisté en :

- ✓ L'excavation de 3711 m³ de terres ;
- ✓ L'envoi et le traitement de 1370 m³ de terres en centre de désorption thermique ;
- ✓ L'envoi en incinération de 25,5 tonnes de produits pâteux ;
- ✓ L'envoi de 140 m³ de bétons et enrobés en recyclage ;
- ✓ La réutilisation de 2201 m³ de terres à l'issue des opérations de travaux de réhabilitation, sur site ;
- ✓ L'apport de 1030 m³ de matériaux de carrière pour terminer les remblaiements.

Les résultats analytiques sur les gaz de sols indiquent que la pollution résiduelle sur le terrain à l'issue des opérations de réhabilitation est compatible avec le futur projet d'aménagement pris en compte (projet de STS sur la partie Ouest du terrain et parking à l'Est du terrain).

Ces travaux de réhabilitation ont donc permis l'atteinte des objectifs de réhabilitation basés sur :

- ✓ le projet d'aménagement de STS ;
- ✓ la méthodologie nationale de gestion des Sites et Sols Pollués décrit par la circulaire du 8 février 2007 ;
- ✓ la démarche et les valeurs de gestion issues de l'Etude Semi Générique (ESG) réalisée par GDF-SUEZ et son « Guide pour l'établissement d'un Schéma de réhabilitation d'un site d'ancienne usine à gaz » mis à jour en mars 2013 ;

Le site est donc compatible avec son usage futur envisagé.

IX. LIMITATIONS DU RAPPORT

Le rapport, remis par ICF, est rédigé à l'usage exclusif du client et de manière à répondre à ses objectifs indiqués dans la proposition commerciale d'ICF (cf fiche signalétique). Il est établi au vu des informations fournies à ICF et des connaissances techniques, réglementaires et scientifiques connues le jour de la commande définitive.

La responsabilité d'ICF ne pourra être engagée si le client lui a transmis des informations erronées ou incomplètes.

ICF n'est notamment pas responsable des décisions de quelque nature que ce soit prises par le client à la suite de la prestation fournie par ICF, ni des conséquences directes ou indirectes que ces décisions ou interprétations erronées pourraient causer. Toute utilisation partielle ou inappropriée ou toute interprétation dépassant les conclusions des rapports émis ne saurait engager la responsabilité d'ICF.

ANNEXE 1

PLAN TOPOGRAPHIQUE INITIAL DU SITE

CETTE ANNEXE CONTIENT 1 PAGE



A la demande de ICF Environnement.
D'après les plans fournis par l'entreprise
(Zones à excaver - avil 2014 - dessin par G.D. - vérifier par Y.G. - DWG n°001 - indice 0).

Je soussigné, M. SESSON Rémy, Géomètre-Expert à Arles, ai procédé, le
2014 à l'implantation et au contrôle des points désignés ci-dessous.

Points de A à I matérialisés par des PIQUETS BOIS ou tiges fer, tels qu'ils sont repérés sur le plan ci-contre.

OBSERVATIONS :

Cette implantation devant servir à la réalisation de terrassements préparatoires n'est utilisable qu'après la signature du présent Procès-Verbal par le demandeur ou son mandataire.

L'UTILISATEUR EST TENU :

- de vérifier que le présent plan correspond à l'implantation souhaitée (vérifier les références des plans, les cotes)
- avant le début des travaux, de vérifier au moyen des cotes du plan, l'ensemble de l'implantation afin de s'assurer que les points implantés n'ont pas bougé depuis la date de leur matérialisation.
- en cours de travaux, de conserver les repères implantés en dehors de l'emprise des ouvrages, les contrôles ne pouvant être faits qu'à partir de ces repères ..
- au cas où la suppression d'un repère deviendrait inévitable, l'utilisateur devra en aviser le géomètre, le plus tôt possible, afin que celui-ci le remplace si nécessaire.
- si un repère venait à disparaître accidentellement, l'utilisateur devra avertir le géomètre, le plus tôt possible.

Fait à Arles, le 24 juin 2014.

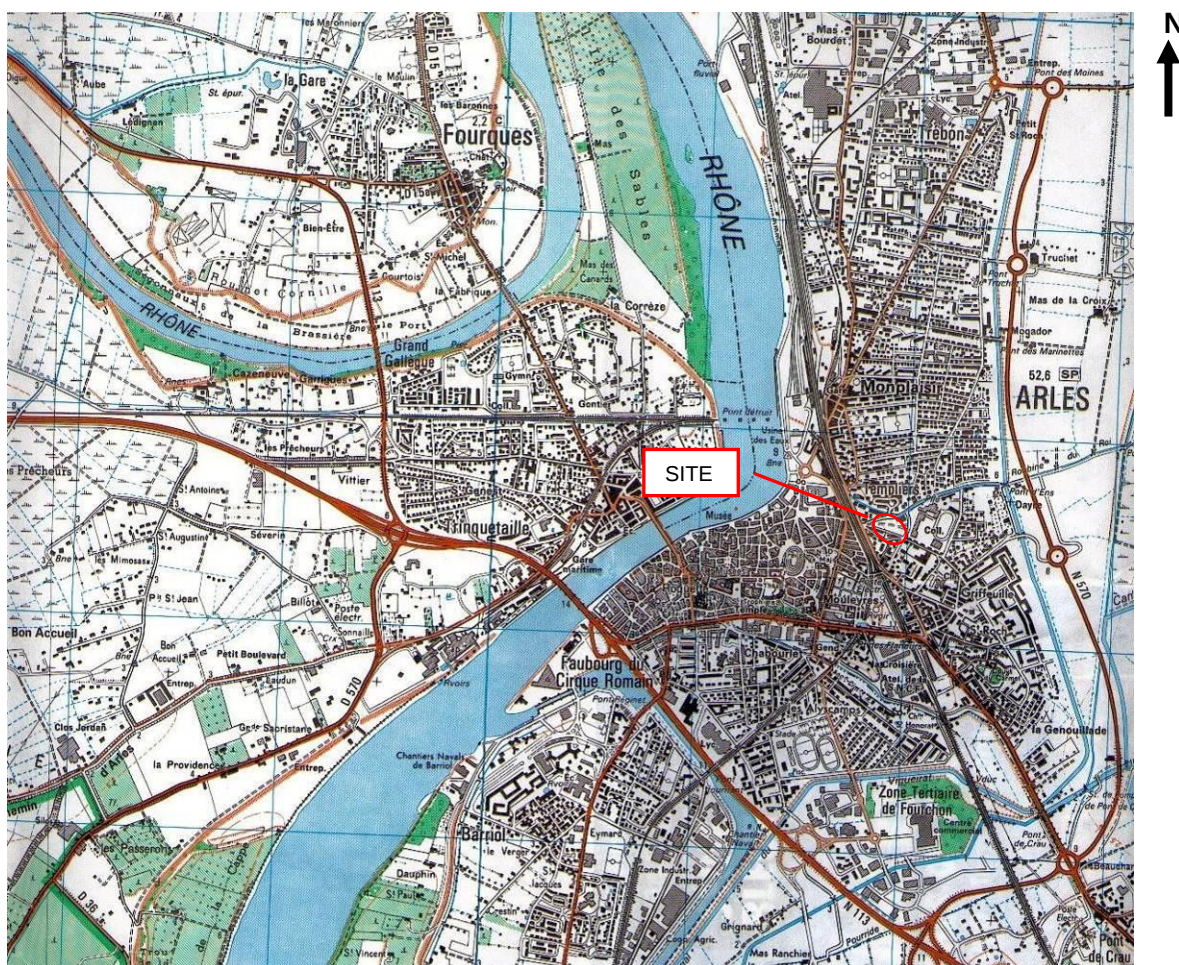
Pour M. SESSON Rémy,
Géomètre-expert,
Ch. Coudière, technicien :

ICF Environment:

ANNEXE 2

LOCALISATION DU SITE SUR UN EXTRAIT DE CARTE TOPOGRAPHIQUE IGN

CETTE ANNEXE CONTIENT 1 PAGE



Localisation du site sur un extrait de carte topographique

ANNEXE 3

PLAN DES ZONES A REHABILITER

CETTE ANNEXE CONTIENT 1 PAGE

ANNEXE 4

PLAN DU CHANTIER

CETTE ANNEXE CONTIENT 1 PAGE



ANNEXE 5

BULLETINS ANALYTIQUES DES ECHANTILLONS D'AIR AMBIANT

CETTE ANNEXE CONTIENT 3 PAGES

ANNEXE 6

FICHES DE PRELEVEMENT DES EAUX SOUTERRAINES

CETTE ANNEXE CONTIENT 2 PAGES

Nom du site : ARLES		Schéma, localisation ouvrage		
Nom ouvrage : Pz8				
Localisation du piézomètre : cf plan				
Syst Coord Nivellement absolu (novembre 12)				
X	Y			Z / repère ⁽¹⁾
785 342,48	155 942,72			5,64
(1) repère = Bouche à clé				
Date intervention: 27/03/2014				
Heure : 11h00				
Intervenant : VPA				
Conditions météo : Ensoleillé				
CARACTERISTIQUES OUVRAGES				
Etat des pièces extérieures de l'ouvrage (margelle, capot cadénassé, tête, etc.) :		Bon état		
Type ouvrage (puits/piézo HS, ras sol)	Ras de sol	Nature tube (PVC/PE/PEHD) :	PVC	
Profondeur fond ouvrage/repère en m:	7,97	Diamètre externe tube/ouvrage en m :	0,060	
Profondeur eau/repère en m:	2,92	Diamètre interne tube/ouvrage en m :	0,052	
Présence phase flottante ou plongeante (O/N) :		Non		
Si oui, aspect et épaisseur en m :		Sans objet		
PURGE				
Hauteur colonne eau en m:	5,05	Débit en l/min :	5	
Volume d'eau dans l'ouvrage en l :	10,72	Temps de pompage en min :	10	
Nombre de purges	5xV	Volume total retiré en l :	50	
Volume total à retirer en l :	53,62			
Assèchement du puits (O/N)	Oui	Si oui, temps approximatif de remontée d'eau :	4m en 10 min	
Profondeur eau avt plvt en m :	4,45	Matériel utilisé	Pompe 12 V	
Mesures terrain sur les eaux souterraines		Position de la pompe le cas échéant 7,5 m		
	Temps mn	pH	Température en °C	
t0	0	7,52	15,8	
t1	2	7,54	16,1	
t2	4; Assèchement	7,58	16,2	
t3	8; Assèchement	7,60	16,3	
t4	" +15 min	7,61	16,6	
t5				
t6				
t7				
Remarques (observations organoleptiques pendant purge, difficultés rencontrées, durée approximative de remontée d'eau en cas de réalimentation difficile, colmatage, ensablement de l'ouvrage, etc.) :				
Eau claire, Assèchement et renouvellement en continu				
PRELEVEMENT ECHANTILLONS POUR ANALYSES				
Couleur / présence MES :	Claire	Odeur :	lg odeur HC	
		Autres :	-	
		(à préciser)		
Nom échantillon :	Arles_Bressy_Pz8	Nombre d'échantillons :	8	
		Matériel de prélèvement : Bailer		
Analyses labo : HCT, HAP, BTEX, Ammonium, Indice phénol, cyanures libres et totaux, 8 ETM + TPH				
ANNEXE :	FORMULAIRE DE PURGE/PRELEVEMENT DES OUVRAGES ESO		ICF ENVIRONNEMENT	
Pz8	EDF SUIVI ESO N° de Projet : AIX/14/033/TB		Bâtiment Laennec	
DATE : 27/03/2014			13 545 AIX EN PROVENCE Tel : 04 42 90 81 20 Fax : 04 42 90 81 21	

Nom du site : ARLES		Schéma, localisation ouvrage 		
Nom ouvrage : Pz9				
Localisation du piézomètre : cf plan				
Syst Coord : Nivellement absolu (novembre 12)				
X	Y			Z / repère ⁽¹⁾
785 399,42	155 925,91			5,78
(1) repère = Bouche à clé				
Date intervention: 27/03/2014				
Heure : 12h00				
Intervenant : VPA				
Conditions météo : Ensoleillé				
CARACTERISTIQUES OUVRAGES				
Etat des pièces extérieures de l'ouvrage (margelle, capot cadencassé, tête, etc.) :		Bon état		
Type ouvrage (puits/piézo HS, ras sol)	Ras de sol	Nature tube (PVC/PE/PEHD) :	PVC	
Profondeur fond ouvrage/repère en m :	7,6	Diamètre externe tube/ouvrage en m :	0,060	
Profondeur eau/repère en m :	2,99	Diamètre interne tube/ouvrage en m :	0,052	
Présence phase flottante ou plongeante (O/N) :		Non		
Si oui, aspect et épaisseur en m :		Sans objet		
PURGE				
Hauteur colonne eau en m :		4,61		
Volume d'eau dans l'ouvrage en l :		9,79		
Nombre de purges		5xV		
Volume total à retirer en l :		48,95		
Débit en l/min :		4		
Temps de pompage en min :		12		
Volume total retiré en l :		48		
Assèchement du puits (O/N)		Non		
Si oui, temps approximatif de remontée d'eau :		-		
Profondeur eau avt plvt en m :		3,15		
Matériel utilisé		Pompe 12 V		
Mesures terrain sur les eaux souterraines		Position de la pompe le cas échéant		
		7,5 m		
	Temps mn	pH	Température en °C	
	Conductivité en µS/cm	Potentiel Redox (mV)	Obs /présence MES	
t0	0	7,12	15,6	
t1	2	7,01	15,6	
t2	6	7,02	15,5	
t3	12	7,01	15,4	
t4				
t5				
t6				
t7				
Remarques (observations organoleptiques pendant purge, difficultés rencontrées, durée approximative de remontée d'eau en cas de réalimentation difficile, colmatage, ensablement de l'ouvrage, etc.) :				
Eau turbide sableuse de couleur gris/noir, de plus en plus claire, et de moins en moins sableuse				
PRELEVEMENT ECHANTILLONS POUR ANALYSES				
Couleur / présence MES :		Claire	Odeur : Sans odeur	
Autres : (à préciser)		-		
Nom échantillon :	Arles_Bressy_PZ9	Nombre d'échantillons :	8	
Matériel de prélèvement :		Bailer		
Analyses labo : HCT, HAP, BTEX, Ammonium, Indice phénol, cyanures libres et totaux, 8 ETM, TPH				
ANNEXE : Pz9		FORMULAIRE DE PURGE/PRELEVEMENT DES OUVRAGES ESO		
DATE : 27/03/2014		EDF SUIVI ESO N° de Projet :AIX/14/033/TB		
		ICF ENVIRONNEMENT Bâtiment Laennec 13 545 AIX EN PROVENCE Tel : 04 42 90 81 20 Fax : 04 42 90 81 21		

Nom du site : ARLES		Schéma, localisation ouvrage		
Nom ouvrage : Pz8				
Localisation du piézomètre : cf plan				
Syst Coord Nivellement absolu (novembre 12)				
X	Y			Z / repère ⁽¹⁾
785 342,48	155 942,72			5,64
(1) repère = Bouche à clé				
Date intervention: 20/08/2014				
Heure : 11h00				
Intervenant : VPA				
Conditions météo : Ensoleillé				
CARACTERISTIQUES OUVRAGES				
Etat des pièces extérieures de l'ouvrage (margelle, capot cadénassé, tête, etc.) :		Bon état		
Type ouvrage (puits/piézo HS, ras sol)	Ras de sol	Nature tube (PVC/PE/PEHD) :	PVC	
Profondeur fond ouvrage/repère en m:	7,97	Diamètre externe tube/ouvrage en m :	0,060	
Profondeur eau/repère en m:	3,56	Diamètre interne tube/ouvrage en m :	0,052	
Présence phase flottante ou plongeante (O/N) :		Non		
Si oui, aspect et épaisseur en m :		Sans objet		
PURGE				
Hauteur colonne eau en m:	4,41	Débit en l/min :	5	
Volume d'eau dans l'ouvrage en l :	9,37	Temps de pompage en min :	10	
Nombre de purges	5xV	Volume total retiré en l :	50	
Volume total à retirer en l :	46,83			
Assèchement du puits (O/N)	Oui	Si oui, temps approximatif de remontée d'eau :	4m en 10 min	
Profondeur eau avt plvt en m :	4,45	Matériel utilisé	Pompe 12 V	
Mesures terrain sur les eaux souterraines		Position de la pompe le cas échéant 7,5 m		
	Temps mn	pH	Température en °C	
t0	0	7,60	18,2	
t1	2	7,62	17,7	
t2	4; Assèchement	7,33	18,6	
t3	8; Assèchement	7,26	18,0	
t4	" +15 min	7,23	17,4	
t5				
t6				
t7				
Remarques (observations organoleptiques pendant purge, difficultés rencontrées, durée approximative de remontée d'eau en cas de réalimentation difficile, colmatage, ensablement de l'ouvrage, etc.) :				
Eau claire, Assèchement				
PRELEVEMENT ECHANTILLONS POUR ANALYSES				
Couleur / présence MES :	Claire	Odeur :	Sans odeur	
		Autres :	-	
		(à préciser)		
Nom échantillon :	Arles_PZ8	Nombre d'échantillons :	10	
		Matériel de prélèvement : Bailer		
Analyses labo : HCT, HAP, BTEX, Ammonium, Indice phénol, cyanures libres et totaux, 8 ETM + TPH				
ANNEXE :	FORMULAIRE DE PURGE/PRELEVEMENT DES OUVRAGES ESO		ICF ENVIRONNEMENT	
Pz8			Bâtiment Laennec	
DATE :	EDF SUIVI ESO		13 545 AIX EN PROVENCE	
20/08/2014	N° de Projet : AIX/14/033/TB		Tel : 04 42 90 81 20	
			Fax : 04 42 90 81 21	

Nom du site : ARLES		Schéma, localisation ouvrage		
Nom ouvrage : Pz9				
Localisation du piézomètre : cf plan				
Syst Coord Nivellement absolu (novembre 12)				
X	Y			Z / repère ⁽¹⁾
785 399,42	155 925,91			5,78
(1) repère = Bouche à clé				
Date intervention: 20/08/2014				
Heure : 15h00				
Intervenant : VPA				
Conditions météo : Ensoleillé				
CARACTERISTIQUES OUVRAGES				
Etat des pièces extérieures de l'ouvrage (margelle, capot cadencassé, tête, etc.) :		Bon état		
Type ouvrage (puits/piézo HS, ras sol)	Ras de sol	Nature tube (PVC/PE/PEHD) :	PVC	
Profondeur fond ouvrage/repère en m:	7,64	Diamètre externe tube/ouvrage en m :	0,060	
Profondeur eau/repère en m:	3,80	Diamètre interne tube/ouvrage en m :	0,052	
Présence phase flottante ou plongeante (O/N) :		Non		
Si oui, aspect et épaisseur en m :		Sans objet		
PURGE				
Hauteur colonne eau en m:	3,84	Débit en l/min :	4	
Volume d'eau dans l'ouvrage en l :	8,16	Temps de pompage en min :	12	
Nombre de purges	5xV	Volume total retiré en l :	48	
Volume total à retirer en l :	40,78			
Assèchement du puits (O/N)	Non	Si oui, temps approximatif de remontée d'eau :	-	
Profondeur eau avt plvt en m :	3,15	Matériel utilisé	Pompe 12 V	
Mesures terrain sur les eaux souterraines		Position de la pompe le cas échéant	7,5 m	
	Temps mn	pH	Température en °C	
t0	0	7,92	16,9	
t1	2	7,53	16,6	
t2	6	7,37	16,6	
t3	12	7,30	16,6	
t4				
t5				
t6				
t7				
Remarques (observations organoleptiques pendant purge, difficultés rencontrées, durée approximative de remontée d'eau en cas de réalimentation difficile, colmatage, ensablement de l'ouvrage, etc.) :				
Eau turbide sableuse de couleur gris/noir, de plus en plus claire, et de moins en moins sableuse				
PRELEVEMENT ECHANTILLONS POUR ANALYSES				
Couleur / présence MES :	Lg turbide	Odeur :	Sans odeur	
		Autres :	-	
		(à préciser)		
Nom échantillon :	Arles_PZ9	Nombre d'échantillons :	10	
		Matériel de prélèvement :	Bailer	
Analyses labo : HCT, HAP, BTEX, Ammonium, Indice phénol, cyanures libres et totaux, 8 ETM, TPH				
ANNEXE :	FORMULAIRE DE PURGE/PRELEVEMENT DES OUVRAGES ESO		ICF ENVIRONNEMENT	
Pz9	EDF SUIVI ESO N° de Projet :AIX/14/033/TB		Bâtiment Laennec	
DATE :			13 545 AIX EN PROVENCE	
20/08/2014			Tel : 04 42 90 81 20	
			Fax : 04 42 90 81 21	

ANNEXE 7

BULLETINS ANALYTIQUES DES ECHANTILLONS D'EAUX SOUTERRAINES

CETTE ANNEXE CONTIENT 4 PAGES

ANNEXE 8

BULLETINS ANALYTIQUES DES ECHANTILLONS DE SOL

CETTE ANNEXE CONTIENT 4 PAGES

ANNEXE 9

COUPES TECHNIQUES DES PIEZOMETRES GAZ ET FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DE SOL

CETTE ANNEXE CONTIENT 4 PAGES

ANNEXE 10

BULLETINS ANALYTIQUES DES GAZ DE SOL

CETTE ANNEXE CONTIENT 3 PAGES

ANNEXE 11

BORDEREAUX DE SUIVI DES DECHETS

CETTE ANNEXE CONTIENT 4 PAGES

ANNEXE 12

BORDEREAUX D'EVACUATION DES PRODUITS PATEUX ET DES FUTS

CETTE ANNEXE CONTIENT 4 PAGES

ANNEXE 13

BORDEREAUX D'EVACUATION DES BETONS ET ENROBES

CETTE ANNEXE CONTIENT 4 PAGES

ANNEXE 14

BORDEREAUX DE FOURNITURES DES MATERIAUX DE CARRIERE

CETTE ANNEXE CONTIENT 4 PAGES

ANNEXE 15

PLAN TOPOGRAPHIQUE FINAL DU SITE

CETTE ANNEXE CONTIENT 1 PAGE