

MAIRIE DE LA CHATRE

Ancienne usine à gaz
2 rue Joseph Ageorges
LA CHATRE (36)
Compléments d'étude

Rapport

BURGÉAP

8-10-12 rue du Docteur Herpin
37 000 TOURS

Téléphone : 33(0)2.47.75.25.45

Télécopie : 33(0)2.47.75.02.07

e-mail : agence.de.tours@burgeap.fr




RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 1/34

Mairie de la Châtre

Complément d'étude

Ancienne usine à gaz – 2 rue Joseph Ageorges – LA CHATRE (36)

Rapport

Objet	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	21/11/07		M. BOUVET		D. ARRI		D. VALANCE	
		a						

Numéro de rapport :	RT00139
Numéro d'affaire :	A.9214
N° de contrat :	CTrZ071156
Domaine technique :	SP12
Mots clé du thesaurus :	EVALUATION DETAILLEE DES RISQUES

BURGÉAP

8-10-12 rue du Docteur Herpin
37 000 TOURS

Téléphone : 33(0)2.47.75.25.45

Télécopie : 33(0)2.47.75.02.07

e-mail : agence.de.tours@burgeap.fr

RT0139/A.9214/CTrZ071156

MIB – DAR – DV

21/11/07

Page : 2/34

SOMMAIRE

1	Objet de l'étude	6
2	Diagnostic complémentaire	7
2.1	Rappel de l'historique du site	7
2.1.1	Synthèse de l'historique	7
2.2	Aménagement du site	8
2.3	Contexte environnemental	8
2.3.1	Contexte géologique et hydrogéologique	8
2.3.2	Eaux de surface	9
2.4	Synthèse des données disponibles concernant la pollution du site	10
2.5	Investigations menées en 2007	11
2.5.1	Suivi de la qualité des eaux souterraines	11
2.5.2	Investigations sur les eaux distribuées	15
2.5.3	Investigations sur l'air atmosphérique	17
3	Schéma conceptuel	19
3.1	Méthodologie	19
3.2	Identification du terme « source »	19
3.3	Identification des cibles et budget espace temps	19
3.3.1	Sur le site	19
3.3.2	Hors site	19
3.3.3	Budget espace-temps et caractéristiques des cibles	20
3.4	Identification des modes de transfert et des voies d'exposition	20
4	Mise à jour de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les cibles sur site	21
4.1	Sélection des composés à prendre en compte	21
4.2	Concentrations retenues dans les milieux d'exposition	21
4.2.1	Pour l'ingestion	21
4.2.2	Concentrations retenues dans l'air ambiant	22
4.2.3	Relation dose-réponse des polluants retenus pour l'EDR	22
4.3	Evaluation des expositions	23
4.3.1	Ingestion de sols	23
4.3.2	Inhalation de gaz	24
4.4	Quantification des risques sanitaires	24
4.4.1	Méthodologie	24
4.4.2	Résultats des calculs de risques	25
4.5	Analyse des incertitudes	26
4.5.1	Concentrations et produits sélectionnés	26
4.5.2	Caractéristiques des cibles : temps d'exposition	27
4.5.3	Conclusion sur les incertitudes et l'évaluation des risques sur site	27
5	Mise à jour de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les cibles hors site et pour la ressource en eau	28
5.1	Dans la nappe alluviale	28
5.2	Dans la rivière l'Indre	29
5.3	Dans la nappe des sables du Trias	30
6	Conclusion et recommandations	31
6.1	Contexte	31
6.2	Evaluation des risques sur site	32
6.3	Evaluation des risques sur hors site	32
	FIGURES	35
	ANNEXES	36

TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des captages AEP à La Châtre	9
Tableau 2 : Piézométrie mesurée dans l'environnement du site	12
Tableau 3 : Nivellement des ouvrages et mesures des niveaux d'eau (02/10/07)	12
Tableau 4 : Résultats des analyses in situ des eaux souterraines	13
Tableau 5 : Résultats des analyses des eaux souterraines	14
Tableau 6 : Localisation des points de prélèvement des eaux de distribution	16
Tableau 7 : Résultats des analyses des eaux des canalisations	16
Tableau 8 : Localisation des points de prélèvement de l'air ambiant	17
Tableau 9 : Résultats des analyses des prélèvements d'air ambiant	18
Tableau 10 : Budget espace temps des cibles considérées	20
Tableau 11 : Concentrations retenues pour l'air ambiant	22
Tableau 12 : Valeurs toxicologiques retenues	23
Tableau 13 : Risques sanitaires pour les usagers des ateliers	25
Tableau 14 : Risques sanitaires pour les usagers des bureaux	26
Tableau 15 : Concentrations estimées dans l'Indre	29

FIGURES

		Version
Figure n°1	Plan de localisation du site	a
Figure n°2	Plan de masse du site	a
Figure n°3	Contexte géologique	a
Figure n°4	Plan de localisation des captages	a
Figure n°5	Plan de localisation des piézomètres et puits privés étudiés	a
Figure n°6	Esquisse piézométrique (le 02 octobre 2007)	a
Figure n°7	Plan de localisation des investigations réalisées sur le site	a
Figure n°8	Plan de localisation des prélèvements de sédiments	a
Figure n°9	Plan de localisation des prélèvements d'eaux du robinet et d'air ambiant	a
Figure n°10	Coupe géologique schématique	a
Figure n°11	Schéma conceptuel	a

RTr139/A.9214/CTrZ071156

MIB – DAR – DV

21/11/07

Page : 4/34

ANNEXES

- Annexe 1 - Coupe du piézomètre Pz5
- Annexe 2 - Fiches de prélèvements des eaux souterraines
- Annexe 3 - Bordereaux d'analyses du laboratoire
- Annexe 4 - Synthèse des suivis piézométriques (1999-2007)
- Annexe 5 - Synthèse des résultats d'analyses des sols
- Annexe 6 - Toxicologie et physico-chimie des substances retenues
- Annexe 7 - Paramètres retenus
- Annexe 8 - Détail des calculs des concentrations, des doses (DJE) et des risques (IR et ERI)
- Annexe 9 - Limites d'utilisation des études de pollution du milieu souterrain

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 5/34

1 Objet de l'étude

La Mairie de la Châtre possède un terrain situé 2 rue Joseph Ageorges à La Châtre (36). Sa superficie est de 3030 m² (cf. figure 1). Il est relativement plat et est longé immédiatement en bordure Est par l'Indre qui coule du Sud vers le Nord.

Le site a été occupé par une usine à gaz pendant près de 90 ans (de 1871 à 1959). Cette activité a principalement comme sous-produits des goudrons, des phénols, des eaux ammoniacales...

Plusieurs diagnostics ont été menés en 2002 par ICF et 2004 par BURGÉAP, ils ont permis de mettre en évidence :

- une zone polluée par HAP¹ et BTEX² en partie Nord-Est du site. En certains points, les terrains sont pollués dès la surface. Cette pollution des sols entraîne une pollution de la nappe alluviale (présence de teneurs importantes en HAP et BTEX) et, dans une moindre mesure, de la nappe du Trias ;
- des pollutions ponctuelles des remblais par des hydrocarbures et de l'arsenic.

Une Evaluation Détaillée des Risques (EDR) pour la santé des futurs occupants (site utilisé en l'état comme bureaux et ateliers par la DDE³) et pour la ressource en eau (captages AEP⁴ de MOULIN RICHARD) a été réalisée (rapport BURGÉAP RPe04864 daté du 02/08/05). Cette évaluation des risques a été menée conformément aux textes en vigueur lors de l'étude. Elle a mis en évidence des risques pour la santé qui pourraient être inacceptables dans les zones appelées « ateliers n°1 et 2 » et « la Chapelle » au sens de la circulaire du 10/12/99 relative aux principes de fixation des objectifs de réhabilitation. Cette étude a également estimé des concentrations dans les eaux des canalisations supérieures aux CMA.

BURGÉAP a été missionné par la mairie de La Châtre pour réaliser les compléments d'études nécessaires pour préciser la connaissance du site par :

- 1) la mesure des teneurs en BTEX et naphthalène dans l'air ambiant des bâtiments et l'air extérieur au niveau des zones appelées « ateliers n°1 et 2 » et « la Chapelle », afin de vérifier les expositions actuelles par des mesures, qui sont préférées aux concentrations calculées dans l'air ambiant à partir des concentrations des substances dans les sols ;
- 2) la vérification des teneurs en polluants dans l'eau distribuée dans les différents bâtiments. L'EDR réalisée en 2005 a mis en évidence par modélisation des teneurs en BTEX dans l'eau des canalisations pouvant être supérieures aux CMA⁵. En raison des incertitudes liées au tracé des canalisations et à la modélisation, il a été réalisé un prélèvement de l'eau distribuée en 3 points, suivi de l'analyse des BTEX sur ces 3 échantillons ;
- 3) la réalisation d'un piézomètre de contrôle captant la nappe du Trias entre le site et les captages AEP cibles afin de vérifier l'impact réel du site sur la qualité des eaux de la nappe du Trias en aval hydraulique du site et sur les captages AEP cibles. L'implantation de cet ouvrage a été déterminée en concertation avec la Mairie de la Châtre ;
- 4) l'actualisation de la connaissance de la qualité de la nappe avec la réalisation d'une campagne de suivi de la qualité des eaux souterraines au droit des 4 piézomètres existants sur le site, des 2 ouvrages de particuliers (P2 et P3) ainsi que du piézomètre complémentaire.

¹ Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

² Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

³ Direction Départementale de l'Équipement

⁴ Alimentation en Eau Potable

⁵ Concentration Maximale Admissible d'après le décret 1221-2001

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 6/34

Le présent document expose les compléments du diagnostic approfondi listés ci-avant et la mise à jour de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS). Il s'inscrit dans le cadre de la nouvelle politique de gestion des sites & sols pollués. Lors de sa communication en Conseil des Ministres du 14 février 2007, Madame N. OLIN, Ministre de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD), a présenté les nouveaux textes et outils méthodologiques relatifs à la prévention de la pollution des sols et à la gestion des sols pollués en France. Cette nouvelle politique s'appuie notamment sur les textes suivants :

- note ministérielle. Sites et sols pollués - Modalité de gestion et de réaménagement des sites pollués :
- circulaire relative aux installations classées. Prévention de la pollution des sols. Gestion des sols pollués.

Dans ce contexte, il est privilégié tant que possible de préférer les mesures in situ aux modèles, les évaluations des risques étant utilisées comme des outils d'aide à la décision. La méthodologie suivie dans la présente étude suit ces nouvelles orientations réglementaires.

2 Diagnostic complémentaire

2.1 Rappel de l'historique du site

2.1.1 Synthèse de l'historique

Le site a été occupé par une usine à gaz pendant près de 90 ans (de 1871 à 1959). Cette activité a principalement comme sous-produits des goudrons, des phénols, des eaux ammoniacales...

Les informations indiquées sont issues du rapport ICF ENVIRONNEMENT. Il y est indiqué que l'autorisation d'exploiter l'usine de distribution de gaz et d'eau date de 1872. Les installations ont probablement été modifiées en 1914 et 1932 (installation d'un ou plusieurs gazomètres).

Peu d'accidents sont recensés, excepté une explosion le 3 avril 1873, qui semble avoir été provoquée par une accumulation de gaz dans la salle d'épuration. Dans le document relatif à cette explosion, il est indiqué qu'il était alors effectué des recherches au droit du réservoir contenant les eaux de goudron et ammoniacales en vue d'expliquer le mauvais goût des eaux distribuées en ville. Le résultat de ces recherches n'est pas indiqué.

L'activité de l'usine à gaz est arrêtée en 1959. L'ensemble du site est alors démolì, à l'exception du bâtiment « la Chapelle » (cf. figure 2), les déblais de démolition ayant servi à remblayer le site.

La DDE (subdivision de La Châtre) s'installe en 1969. Il y existe un atelier, un garage, des stockages de matériel et de sel, une cuve de gasoil double enveloppe enterrée (3 m³), une cuve de fuel double enveloppe enterrée (3 m³) (cf. figure 2).

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB - DAR - DV	
21/11/07	Page : 7/34

2.2 Aménagement du site

Le terrain a été réaménagé et est actuellement occupé par la DDE et le conseil général de l'Indre. Des bureaux et ateliers existent actuellement et sont utilisés par la DDE et le conseil général de l'Indre (cf. figure 2). D'après les informations fournies par la Mairie de la Châtre, l'usage futur du site sera peu modifié par rapport à l'actuel. A terme, les ateliers de la DDE seront déménagés vers un autre site mais les bureaux seront conservés. Le site n'est pas intégralement recouvert.

Nous considérerons donc dans la mise à jour de l'évaluation des risques un usage de bureaux en intérieur et de parkings en extérieur.

2.3 Contexte environnemental

2.3.1 Contexte géologique et hydrogéologique

La géologie locale du site étudié est marquée par la présence de formations sédimentaires reposant sur le socle cristallophyllien avec de haut en bas (cf. figures 3 et 10) :

- alluvions récentes et colluvions (terrains sablo-argileux à galets de quartz et roches anciennes). L'épaisseur de cette formation atteint 5 m dans la vallée de l'Indre ;
- le Trias représenté par :
 - des argiles plus ou moins sableuses sur une épaisseur de 40 mètres;
 - des dolomies généralement silicifiées d'épaisseur variable ;
 - des sables et grès grossiers.

L'horizon du Trias présente une épaisseur totale de 90 mètres au droit de la Châtre.

D'après les investigations réalisées, l'étagement géologique rencontré au droit du site est caractérisé par la présence de remblais sur une épaisseur maximale de 7 m puis de sables graveleux et/ou de galets jusqu'à environ 8 m de profondeur correspondant aux alluvions récentes. Cet horizon repose sur des sables et grès argileux jusqu'à 14 m de profondeur (profondeur maximale atteinte par les investigations) correspondant au toit du Trias.

Le système aquifère de la vallée de l'Indre met en jeu :

- la nappe des alluvions de l'Indre, dont l'extension latérale est limitée à environ 500 mètres. Cette nappe est en contact hydraulique avec l'Indre, par laquelle elle est drainée en période normale d'écoulement ;
- la nappe des sables et grès du Trias, alimentée par les pluies, qui constitue l'horizon le plus sollicité au sein des formations sédimentaires. Cette nappe est exploitée pour l'alimentation en eau potable (AEP).

Il n'existe pas à la base des alluvions de l'Indre ni au toit des sables et grès du Trias d'horizon imperméable séparant les deux aquifères, qui peuvent donc être considérés en continuité hydraulique.

Les captages d'eau pouvant être des cibles potentielles ont été recensés (cf. figure 4) lors des études antérieures (rapports BURGÉAP R.3850 du 17 février 2003 et RPe4864 du 2 août 2005).

Le captage privé le plus proche est celui de Mme TEINTURIER (n° P2, situé à 20 mètres du site). Son positionnement hydraulique est aval/latéral par rapport au site. Cependant, sa grande proximité avec le site (20 m de distance) peut conduire à une contamination des eaux pompées par dispersion de la pollution présente au droit du site. Le puits de M. BONNIN (n° P3, situé à 80 m du site) est en position latérale ou aval/latéral hydraulique du site.

Huit captages AEP se trouvent en aval ou latéral hydrographique à une distance de 250 à 4000 m par rapport au site (rive gauche ou rive droite de l'Indre, voir figure 4). Leurs profondeurs varient entre 9,7 et 67 m : ils captent majoritairement la nappe du Trias. Ils sont tous exploités, excepté le puits des Ribattes (BSS : 5943X0006) qui n'est plus en exploitation pour cause de pollution par cyanures (source : Agence de l'Eau).

La synthèse des données piézométriques disponibles permet de préciser les captages sous influence potentielle du site (situés en aval). Les captages retenus comme cibles sont les plus proches du site et situés à l'aval. Ce sont :

- puits de MOULIN RICHARD n°1 ;
- puits de MOULIN RICHARD n°2.

Ces ouvrages exploitent la nappe des grès du Trias. Les caractéristiques en sont les suivantes (données fournies par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne - datant de 2000, BSS).

Tableau 1 : Caractéristiques des captages AEP à La Châtre

N° BSS	Identité du préleveur	Nappe captée	Profondeur des forages	Volume annuel en m ³ /an en 2000
5943X0008	AEP1 Moulin Richard	Nappe des sables et grès du Trias	35,7 m	91 300 (≅ 10 m ³ /h)
5943X0001	AEP2 Moulin Richard	Nappe des sables et grès du Trias	17 m	277 000 (≅ 30 m ³ /h)

Les 2 analyses réalisées par la DDASS¹ en 1999 et 2001 sur ces 2 ouvrages n'ont pas mis en évidence de contaminations des eaux (y compris les HAP et l'indice phénol pour lesquels les teneurs sont inférieures au seuil de détection).

2.3.2 Eaux de surface

La commune de la Châtre est traversée par l'Indre, située en bordure est du site. Un relevé effectué le 11/12/02 sur l'échelle limnimétrique située à proximité du site a donné une cote pour l'Indre égale à +199,48 NGF.

Le QMNA5 (débit d'étiage de référence de récurrence 5 ans) fourni par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne à Ardentes (station située à 20 km à l'aval de La Châtre) est de 0,873 m³/s (période allant de 1983 à 1993). Le module annuel en moyennes eaux est de 5,39 m³/s. Ces données seront utilisées pour estimer le facteur de dilution entre la nappe alluviale et les eaux superficielles de l'Indre.

¹ Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

2.4 Synthèse des données disponibles concernant la pollution du site

Les résultats des investigations réalisées par ICF ENVIRONNEMENT (1999) et BURGÉAP (en 2002 et 2004) sont présentés en annexes 4 et 5 et sur les figures 7 et 8.

L'ensemble des observations et des analyses réalisées en 1999 et 2002 indique l'existence :

- d'une zone impactée par des goudrons (présence de HAP et BTEX) dans la zone Nord-Est du site sur des épaisseurs jusqu'à plus de 8 mètres. Cette zone correspond à l'ancienne zone d'épuration de l'usine à gaz où ont probablement été stockés les goudrons (résidus du chauffage du charbon) ;
- de pollutions ponctuelles des sols par HAP et en arsenic ;
- d'un impact sur la nappe alluviale par des HAP, des composés volatils, de l'ammonium et du phénol au droit et en partie aval du site.

L'extension verticale de la pollution n'a pas été déterminée avec précision, ainsi que l'état de contamination du réservoir aquifère (nappe du Trias).

Les investigations menées en 2004 ont confirmé la présence de pollution par hydrocarbures dans la zone Nord-Est du site (présence de HAP, BTEX). Les sondages ont obtenu un refus sur le toit d'horizon compact, ce qui n'a pas permis de reconnaître en tout point la profondeur de la pollution. On peut toutefois observer que la pollution semble s'atténuer en profondeur.

La campagne de suivi de la qualité des eaux souterraines réalisée juin 2004 indique que l'eau de la nappe du Trias (située vers 3,5 mètres de profondeur) est contaminée par la pollution présente dans les sols au droit du site. Des BTEX et des HAP y sont détectés. Toutefois, il semble qu'il existe une atténuation des teneurs dans la nappe du Trias par rapport à celles mesurées dans la nappe alluviale.

Les prélèvements d'eau effectués dans les captages de particuliers considérés comme cibles n'ont pas mis en évidence de teneurs anormales (des traces de HAP ont cependant été détectées dans les deux ouvrages).

En résumé, l'ensemble des investigations a permis de mettre en évidence :

- une zone polluée par HAP et BTEX en partie Nord-Est du site. En certains points, les terrains sont pollués dès la surface. Cette pollution des sols entraîne une pollution de la nappe alluviale (présence de teneurs importantes en HAP et BTEX) et, dans une moindre mesure, de la nappe du Trias. Il n'a pas été mis en évidence d'impact significatif sur les puits de particuliers,
- des pollutions ponctuelles des remblais par hydrocarbures et arsenic.

2.5 Investigations menées en 2007

2.5.1 Suivi de la qualité des eaux souterraines

2.5.1.1 Stratégie de réalisation de la surveillance

L'évaluation de la qualité des eaux souterraines a été réalisée au niveau des ouvrages suivants :

- quatre piézomètres (Pz1 à Pz4) présents sur le site de l'ancienne usine à gaz ;
- deux puits appartenant à des particuliers à proximité de l'ancienne usine à gaz (P2 et P3) ;
- un piézomètre PZ5 implanté le 5 octobre 2007 par BURGÉAP en rive opposée de l'Indre entre le site de l'ancienne usine à gaz et les captages AEP.

Le programme d'analyses en laboratoire agréé porte sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les hydrocarbures aromatiques monocycliques (BTEX), les cyanures totaux, l'ammonium et l'indice phénol.

2.5.1.2 Implantation du piézomètre PZ5

La réalisation du piézomètre de contrôle de la qualité des eaux souterraines du Trias en aval proche du site a été effectuée le 05 octobre 2007 à l'aide d'une foreuse lourde équipée d'une tarière mécanique utilisant le procédé de foration par tarière (140 mm de diamètre). L'ouvrage a ensuite été équipé selon la méthodologie suivante (cf. annexe 1, coupe synthétique du piézomètre) :

- implantation d'un tube PVC jusqu'à une profondeur de 12,0 m (diamètre 52/60 mm, plein de 0,0 à 7,0 m et crépiné au-delà) avec mise en place d'un bouchon de fond en PVC ;
- mise en place dans l'espace annulaire d'un bouchon de béton de 0,0 à 0,3 m de profondeur puis de bentonite jusqu'à 7,0 m de profondeur et de graviers filtrants jusqu'au fond de l'ouvrage.

L'ouvrage a ensuite été développé par pompage.

2.5.1.3 Méthodologie

Préalablement aux prélèvements d'échantillons pour analyses au laboratoire, le niveau des eaux souterraines a été mesuré à l'aide d'une sonde piézométrique graduée munie d'un signal sonore au niveau de l'ensemble des ouvrages.

Les prélèvements d'échantillons d'eaux souterraines pour analyses au laboratoire ont été réalisés par un technicien de BURGÉAP les 2 et 5 octobre 2007 dans l'ensemble des ouvrages à l'issue de l'opération complète de mesures des niveaux d'eaux (cf. annexe 2).

Ces prélèvements d'eaux souterraines ont été effectués à l'aide d'une pompe après une purge des ouvrages conformément aux méthodes de l'Association Française de Normalisation (AFNOR) et de l'International Standard Organisation (ISO) : FD X 31-615 (X 31-613) « Qualité du sol - Méthodes de détection et de caractérisation des pollutions - Prélèvements et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage » (année 2000).

Pour chaque ouvrage, l'échantillon d'eaux souterraines a été conditionné dans des bouteilles étanches adaptées à l'analyse des substances recherchées.

Les échantillons ainsi collectés, après avoir été répertoriés et soigneusement étiquetés, ont ensuite été stockés à l'abri de la lumière et de la chaleur dans des caissons isothermes pour l'acheminement vers le laboratoire d'analyses.

2.5.1.4 Nature et localisation des ouvrages

Les principales caractéristiques des ouvrages de surveillance sont rappelées dans le tableau suivant (cf. figure 5) :

Tableau 2 : Piézométrie mesurée dans l'environnement du site

Puits ou piézomètre	Localisation	Nappe captée	Profondeur de l'ouvrage (m)	Cote repère
Pz1	Site	Alluvions	5,7	+ 202,43
Pz2	Site	Alluvions	6,1	+ 202,89
Pz3	Site	Alluvions	4,7	+ 203,38
Pz4	Site	Trias ⁽¹⁾		+ 202,82
Pz5	Rive opposée de l'Indre entre le site et les captages AEP	Trias ⁽¹⁾	12,0	- ⁽²⁾
P2	Mme Teinturier- La Châtre	Alluvions	4,09	+ 202,27
P3	M. BONIN	Alluvions	5,54	+ 202,82

⁽¹⁾ d'après le contexte géologique (cf. figure 3).

⁽²⁾ Non nivelé (rive droite de l'Indre).

2.5.1.5 Ecoulement des eaux souterraines

Les résultats des mesures piézométriques effectuées dans les 6 ouvrages présents sur le site et à proximité (2 octobre 2007) sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Nivellement des ouvrages et mesures des niveaux d'eau (02/10/07)

Cotes mesurées et calculées (m NGF)	Ouvrages						
	Pz1	Pz2	Pz3	Pz4	Pz5	P2	P3
Cote relative de l'ouvrage	+ 202,43	+ 202,89	+ 203,38	+ 202,82	-	+ 202,27	+ 202,82
Profondeur du niveau d'eaux / repère	- 3,50	- 3,94	- 2,87	- 3,72	- 7,81	- 2,51	- 4,21
Cote relative du niveau d'eaux	+ 198,93	+ 198,95	+ 200,51	+ 199,10	-	+ 199,76	+ 198,61

L'interprétation des résultats indique (cf. figure 6), au moment de la mesure, des sens d'écoulement des eaux souterraines en direction du Nord-Est au Nord du site et en direction de l'Est au droit du site. Ce sens d'écoulement est identique aux sens d'écoulement mesurés lors des campagnes précédentes (2002 et 2004).

La côte du piézomètre Pz4 est en cohérence avec les mesures réalisées sur les autres ouvrages qui captent uniquement la nappe alluviale ce qui renforce l'hypothèse que la nappe alluviale et la nappe du Trias sont en continuité hydraulique.

2.5.1.6 Examens des échantillons

Les principaux constats organoleptiques établis sur les échantillons d'eaux souterraines lors de leur conditionnement mettent en évidence une légère odeur de HAP au droit de Pz1 et une odeur forte en HAP au droit de Pz4 ainsi que l'absence d'odeurs d'hydrocarbures dans les eaux prélevées au droit de l'ensemble des autres puits et piézomètres. L'odeur forte en HAP mise en évidence au droit de Pz4 est associée à la présence d'un film d'irisation en surface et de coulant au fond du piézomètre.

2.5.1.7 Résultats des analyses *in situ*

Les résultats analytiques *in situ* (pH, conductivité, température, oxygène dissous) obtenus sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés lors de la présente campagne sont présentés dans les tableaux suivants (cf. annexe 2).

Tableau 4 : Résultats des analyses *in situ* des eaux souterraines

Constats	Ouvrages	Pz1	Pz2	Pz3	Pz4	Pz5	P2	P3
pH		6,98	7,43	7,42	7,38	7,41	7,36	7,45
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		670	620	697	661	674	574	604
Oxygène dissous (mg/l)		5,7	6,0	5,6	6,1	5,3	5,4	4,7
Température ($^{\circ}\text{C}$)		15,4	14,8	18,0	17,1	17,6	15,9	14,9

Ces mesures mettent en évidence un pH légèrement basique, des températures comprises entre 14,8 et 18,0 $^{\circ}\text{C}$, une conductivité électrique moyenne de l'ordre de 640 $\mu\text{s}/\text{cm}$ avec une conductivité électrique maximale de 697 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au droit du piézomètre Pz3.

2.5.1.8 Résultats des analyses en laboratoire et interprétation

Au vu de la nouvelle politique de gestion des sites et sols pollués, les anciennes valeurs guides de référence (VCI) ne sont plus à considérer.

Pour les eaux souterraines, les valeurs de références sont issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001 pour les eaux potables et pour les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable ainsi que les références issues de l'OMS (Guidelines For Drinking Water Quality, 3rd ED, 2004). Ces valeurs sont d'autant plus appropriées que les usages de l'eau en aval et en latéral du site sont sensibles (eau individuelle et collective).

Les teneurs mesurées supérieures à ces valeurs de référence sont indiquées en gras.

Les principaux résultats des analyses obtenus sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés lors de la présente campagne sont présentés dans les tableaux suivants (cf. annexes 3 et 4).

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 13/34

Tableau 5 : Résultats des analyses des eaux souterraines

Paramètres	Ouvrages	Date de prélèvement										OMS Guidelines For Drinking Water Quality, 3rd Ed., 2004)
		PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	P2	P3	Décret 2001-1220 du 21/12/2001 Eau potable	Décret 2001-1220 du 21/12/2001 Eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable		
Ammonium	mg/l	2,41	< 0,05	< 0,05	9,04	2,07	< 0,05	0,09	-	-	-	-
Indice phénol	µg/l	3600	< 10	< 10	5500	< 10	< 10	< 10	0,5	100	-	-
Cyanures totaux	µg/l	84	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	50	50	70	70
BTEX	µg/l	4330	0,66	< 0,5	2000	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	-	10	10
Toluène	µg/l	4950	3,2	< 1	1200	< 1	< 1	< 1	-	-	700	700
Ethylbenzène	µg/l	26,7	< 1	< 1	32	< 1	< 1	< 1	-	-	300	300
m+p - xylène	µg/l	2710	3,9	< 1	371	< 1	< 1	< 1	-	-	-	-
o - xylène	µg/l	900	1,4	1,7	141	< 1	< 1	< 1	-	-	-	-
Xylènes totaux	µg/l	3610	5,3	1,7	512	< 2	< 2	< 2	-	-	500	500
Naphtalène	µg/l	1700	12	0,11	1,8	1,5	3	1,5	-	-	-	-
Acénaphthylène	µg/l	230	0,71	0,32	5,7	0,1	0,14	0,09	-	-	-	-
Acénaphthène	µg/l	19	0,12	0,07	12	0,04	0,03	0,01	-	-	-	-
Fluorène	µg/l	44	0,16	0,03	49	0,06	0,04	0,02	-	-	-	-
Phénanthrène	µg/l	13	0,11	< 0,01	39	0,02	0,03	< 0,01	-	-	-	-
Anthracène	µg/l	19	0,04	0,03	16	0,02	0,01	< 0,01	-	-	-	-
Fluoranthène	µg/l	3,4	0,03	< 0,01	3,2	< 0,01	0,01	< 0,01	-	-	-	-
Pyrène	µg/l	2,2	0,01	< 0,01	2,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Benzo(a)anthracène	µg/l	1,3	< 0,01	< 0,01	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Chrysène	µg/l	0,64	< 0,01	< 0,01	0,54	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	1	< 0,01	< 0,01	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,45	< 0,01	< 0,01	0,29	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Benzo(a)pyrène	µg/l	1,1	< 0,01	< 0,01	0,69	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	-	0,7	0,7
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	0,14	< 0,01	< 0,01	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	0,51	< 0,01	< 0,01	0,3	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Benzo(ghi)perylène	µg/l	0,27	< 0,01	< 0,01	0,18	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-
Σ HAP (4) (1)	µg/l	2,23	< 0,04	< 0,04	1,47	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,1	-	-	-
Σ HAP (6) (2)	µg/l	6,73	0,03	< 0,06	5,36	< 0,06	0,01	< 0,06	-	1	-	-
Σ HAP (16)	µg/l	2036,01	13,18	0,56	132,58	1,74	3,26	1,62	-	-	-	-

(1) : HAP (4) = valeur pour la somme des 4 substances suivantes : benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, indeno(1,2,3-cd)pyrène.
 (2) : HAP (6) = valeur pour la somme des 6 substances suivantes : benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, fluoranthène, indeno(1,2,3-cd)pyrène.

Ces analyses mettent en évidence :

- au sein de la nappe alluviale :
 - en amont hydraulique du site, au niveau de Pz3, la présence de traces en HAP et xylènes totaux à des teneurs inférieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001 ;
 - en latéral/amont hydraulique du site, au niveau de Pz2, la présence de traces en HAP et BTEX à des teneurs inférieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001 ;
 - en latéral/aval hydraulique du site, au niveau des puits privés P2 et P3, la présence de traces en HAP à des teneurs inférieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001 ;
 - en aval du site, au niveau de Pz1, des teneurs significatives en indice phénol, cyanures totaux, benzène, toluène, xylènes totaux et en HAP, supérieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001 pour des eaux potables ;
- au droit du site, au sein de la nappe du Trias, au niveau de Pz4, des teneurs significatives en indice phénol, benzène, toluène, xylènes totaux et en HAP, supérieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001 pour des eaux potables ;
- entre le site et les captages AEP, en rive droite de l'Indre (PZ5), au sein de la nappe du Trias, la présence de traces en HAP à des teneurs inférieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001.

En complément des campagnes précédentes, ces données mettent en évidence :

- la confirmation de l'existence d'une source de pollution au droit du site, en partie Nord-Est, comme le montre les nombreux dépassements mesurés au droit du Pz1 et Pz4 ;
- la confirmation de la présence de traces de pollution, essentiellement en HAP, en amont et latéral hydraulique ;
- la présence de traces en HAP dans les eaux prélevées au droit de la nappe du Trias entre le site et les captages AEP.

2.5.2 Investigations sur les eaux distribuées

2.5.2.1 Stratégie de réalisation de la surveillance

Dans le cadre de l'EDR réalisée en 2005, les concentrations dans l'eau des canalisations présentes sur le site ont été modélisées. Cette EDR a mis en évidence par modélisation, des teneurs en BTEX dans l'eau des canalisations pouvant être supérieures aux CMA¹. En raison des incertitudes liées au tracé des canalisations et à la modélisation, il a été réalisé un prélèvement de l'eau distribuée en 3 points, suivi de l'analyse des BTEX sur ces 3 échantillons.

2.5.2.2 Nature et localisation des points de prélèvements

Les principales caractéristiques des points de prélèvement des eaux de distribution sont rappelées dans le tableau suivant et sont localisés sur la figure 9.

¹ Concentration Maximale Admissible

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 15/34

Tableau 6 : Localisation des points de prélèvement des eaux de distribution

Points de prélèvement	Localisation sur le site
ER1	Sanitaire à l'intérieur du bâtiment « la chapelle »
ER2	Cuisine à l'intérieur du bâtiment principal à l'entrée du site
ER3	Sanitaire à l'intérieur du bâtiment principal à l'entrée du site

2.5.2.3 Méthodologie de prélèvement

Les prélèvements ont été réalisés par un technicien de BURGÉAP le 2 octobre 2007 selon la méthode suivante. Après un écoulement prolongé (3 minutes à débit moyen), puis stagnation durant 30 minutes (temps moyen considéré entre deux utilisations), un échantillon est prélevé à l'ouverture du robinet.

Cette procédure permet une bonne reproductibilité des résultats de prélèvement et est établie en référence aux recommandations du groupe de travail « Plomb dans l'eau » de l'AGHTM (Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux. Rapport intitulé « *Contrôle de la concentration en plomb dans l'eau. Echantillonnage, prélèvement, analyse, interprétation* » - Guide pratique - Juin 2001).

2.5.2.4 Examens des échantillons d'eaux distribuées

Les indices organoleptiques relevés sur les échantillons d'eaux distribuées lors de leurs prélèvements ont montré l'absence d'odeurs d'hydrocarbures dans ces eaux.

2.5.2.5 Résultats des analyses en laboratoire et interprétation

Les principaux résultats des analyses obtenus sur les échantillons d'eaux distribuées prélevés lors de la présente campagne sont présentés dans les tableaux suivants (bordereaux d'analyses en annexe 3). Ces résultats d'analyses sont comparés aux valeurs de références issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001 pour les eaux potables et pour les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable ainsi que les références issues de l'OMS (Guidelines For Drinking Water Quality, 3nd ED, 2004).

Tableau 7 : Résultats des analyses des eaux des canalisations

Paramètres	Points	ER1	ER2	ER3	CMA
Paramètres physico-chimiques <i>in situ</i>					
pH		7,65	7,60	7,54	6,5 ≤ pH ≤ 9
Conductivité (µs/cm)		666	678	678	≥ 180, ≤ 1000
Oxygène dissous (mg/l)		6,0	6,3	5,7	-
Température (°C)		17,1	17,5	16,8	-
Analyses au laboratoire					
Benzène (µg/l)		< 0,5	< 0,5	< 0,5	1
Toluène (µg/l)		< 1,0	< 1,0	< 1,0	700
Ethylbenzène (µg/l)		< 1,0	< 1,0	< 1,0	300
Xylènes totaux (µg/l)		< 2,0	< 2,0	< 2,0	500

RTr139/A.9214/CTrZ071156

MIB - DAR - DV

21/11/07

Page : 16/34

Ces analyses mettent en évidence des concentrations mesurées dans les eaux de distribution inférieures aux limites de quantification du laboratoire et inférieures aux concentrations maximales admissibles dans les eaux potables. Les paramètres physico-chimiques *in situ* sont dans la gamme de valeurs du décret 2001-1220 pour les eaux potables.

Les concentrations mesurées sont très inférieures aux concentrations calculées dans les eaux des canalisations dans le cadre de l'EDR de 2005. Les concentrations mesurées sont inférieures aux CMA, ce qui implique pour l'évaluation des risques de ne plus considérer les voies d'exposition par absorption cutanée ou inhalation de vapeur ou ingestion d'eau polluée liée au passage des canalisations dans les sols pollués, pour les adultes travaillant sur site.

2.5.3 Investigations sur l'air atmosphérique

2.5.3.1 Stratégie de réalisation de la surveillance

Des prélèvements et analyses ont été réalisés par BURGÉAP dans l'air atmosphérique sur site le 2 octobre 2007 (cf. figure 9). Les investigations effectuées ont consisté en la recherche de composés sous forme de gaz (provenant de la diffusion des pollutions des sols et/ou de la nappe) par l'intermédiaire de six prélèvements d'air ambiant effectués à 1,5 m de hauteur par rapport au sol à l'aide de pompes de type GILIAN, modèle GILAIR 5 (0-3 l/min). Ces prélèvements ont été répartis sur l'ensemble du site en extérieur et à l'intérieur des bâtiments. Les prélèvements réalisés en extérieur ont été effectués au droit de zones recouvertes, aucun prélèvement n'a été réalisé au droit de la zone découverte localisée dans l'angle Nord-Est du site, en bordure Est de l'atelier n°1 (absence de cibles dans cette zone).

Les prélèvements ont été réalisés sous les conditions météorologiques suivantes :

- température de l'air extérieur de l'ordre de 14°C ;
- temps gris et humide (pluies importantes la nuit précédente) ;
- absence de vent.

Ces conditions météorologiques correspondent à une période climatique intermédiaire.

2.5.3.2 Nature et localisation des points de prélèvements

Les principales caractéristiques des points de prélèvement de l'air ambiant sont rappelées dans le tableau suivant (cf. figure 8).

Tableau 8 : Localisation des points de prélèvement de l'air ambiant

Points de prélèvement	Localisation	Volume du prélèvement
PA1	Extérieur à proximité de l'atelier n°1	830 l
PA2	Intérieur de l'atelier n°1	836 l
PA3	Intérieur du bâtiment « la chapelle »	832 l
PA4	Intérieur de l'atelier n°2	838 l
PA5	Intérieur bâtiment principal	440 l
PA6	Extérieur entre les ateliers n°1 et n°2 et « la chapelle »	440 l

2.5.3.3 Résultats des analyses en laboratoire

Les principaux résultats des analyses obtenus sur les échantillons d'air ambiant prélevés lors de la présente campagne sont présentés dans les tableaux suivants (bordereaux d'analyse en annexe 3).

Tableau 9 : Résultats des analyses des prélèvements d'air ambiant

Paramètres	Points	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	OMS ⁽¹⁾
Benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 11,4	< 11,4	1,7
Toluène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 11,4	< 11,4	260
Ethylbenzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 11,4	< 11,4	-
Xylènes totaux ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		< 12,0	< 12,0	< 12,0	< 12,0	< 22,8	< 22,8	-
Naphtalène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 11,4	< 11,4	-

⁽¹⁾ : Valeurs guides de l'OMS (Air Quality Guidelines For Europe, 2nd Ed. 2000)

Ces analyses mettent en évidence des teneurs mesurées pour l'ensemble des substances recherchées inférieures aux limites de quantification du laboratoire et par conséquent, inférieures de plusieurs ordres de grandeurs aux valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France (INRS, 2006).

A titre de comparaison, nous reprenons ici les valeurs réglementaires françaises (décret 2002-213), ou en l'absence les valeurs guides OMS (Air quality guidelines for Europe, 2000), INDEX¹ ou les mesures réalisées par l'Observatoire Français de la qualité de l'air intérieur lors d'une campagne en 1999 (CSTB, rapport exécutif QAI, mars 2002) :

- pour le toluène, les teneurs mesurées en intérieur sont nettement inférieures à la valeur guide de l'OMS ($260 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En extérieur, la concentration ubiquitaire donnée par l'INERIS est de l'ordre de $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- pour les xylènes, les teneurs mesurées en intérieur sont nettement inférieures à la valeur proposée dans le projet européen INDEX ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- pour le naphtalène, les valeurs mesurées sont légèrement inférieures à la valeur proposée dans le projet européen INDEX ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Cependant, lors de notre visite du site, le jour précédent les prélèvements, le 1 octobre 2007 (jour ensoleillé, température de l'ordre de 20°C et vent faible), des odeurs de goudrons ont été relevées par notre technicien au droit de la zone découverte localisée dans l'angle Nord-Est du site, le long de l'Indre. Les seuils olfactifs sont variables suivants les hydrocarbures présents dans le sol (mélange) et ne permettent pas de connaître les concentrations des substances dans l'air ambiant. A titre d'exemple le seuil olfactif du naphtalène (HAP le plus volatil) est de $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹ Rapport "January 2005 : "Final Report of the INDEX Project, Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU", Dimitrios Kotzias et al, EUR 2005".

3 Schéma conceptuel

3.1 Méthodologie

Le schéma conceptuel est présenté de façon à visualiser :

- les sources de pollution ;
- les milieux d'exposition ;
- les voies de transfert possibles ;
- les cibles potentielles.

Nous reprenons dans cette partie les éléments considérés dans la première évaluation des risques (R.3850 du 17/02/03 et RPe4864 du 02/08/05) mis à jour par les données sur la pollution acquises en 2007.

Le scénario retenu reste le même : terrain utilisé en l'état actuel comme lieu de travail (ateliers et bureaux) pour le personnel de la DDE (travailleurs adultes).

Une grande partie du site est et restera imperméabilisée. Il n'existe pas de sous-sols sur le site.

Il n'y a pas de cultures sur le site.

3.2 Identification du terme « source »

La source de pollution considérée n'est pas modifiée, il s'agit :

- des terrains contenant notamment des goudrons ;
- de la nappe polluée.

3.3 Identification des cibles et budget espace temps

Nous ne considérerons que les expositions chroniques.

3.3.1 Sur le site

Les cibles identifiées et le budget espace - temps de ces cibles sont identiques à l'évaluation des risques de 2005. Les cibles étudiées sur le site seront le personnel de la DDE ou du conseil général travaillant sur site, en distinguant le personnel administratif dans les bureaux (intérieur) du personnel technique passant la moitié du temps en extérieur.

Les niveaux de risques sont calculés pour ces deux types de cibles dans les 3 zones distinguées lors de l'EDR de 2005 : atelier n°1, atelier n°2 et chapelle.

3.3.2 Hors site

Les cibles étudiées sont :

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 19/34

- les personnes pêchant dans l'Indre. En première approche, les concentrations en polluants dans l'Indre seront estimées à partir des données de la campagne de 2007 ;
- les captages d'eau sous influence du site.

3.3.3 Budget espace-temps et caractéristiques des cibles

Tableau 10 : Budget espace temps des cibles considérées

	atelier	bureau
Durée d'exposition (T)	40 ans	40 ans
Fréquence d'exposition (F1 en jour/an)	220 j/an	220 j/an
Fréquence en intérieur (F2-int en heure/jour)	4 h/j	8 h/j
Fréquence en extérieur (F2-ext en heure/jour)	4,5 h/j	0,5 h/j

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (T_m) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérogènes quelque soit la cible considérée ;
- I (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques non cancérogènes quelque soit la cible considérée.

Les volumes respiratoires moyens sont pris égaux à 20 m³/jour pour les adultes en référence aux débits considérés par les organismes internationaux pour la dérivation des valeurs toxicologiques.

Le poids corporel moyen d'un adulte est fixé à 60 kg pour les adultes à partir de 17 ans.

3.4 Identification des modes de transfert et des voies d'exposition

Les modes de transfert de la pollution retenus sont les suivants :

- la volatilisation des produits des sols et/ou de la nappe dans l'atmosphère ;
- la migration des produits des sols vers la nappe alluviale et la nappe du Trias (migration verticale) ;
- la migration des produits présents dans la nappe alluviale vers l'Indre (migration latérale) ;
- la migration des produits présents dans la nappe du Trias vers les captages (migration latérale).

Les modes de transfert non retenus sont les suivants :

- la perméation des gaz du sol vers les canalisations : concentrations mesurées dans les eaux du robinet inférieures aux CMA ;
- le contact cutané : non prise en compte d'après la circulaire DGS de mai 2006 ;
- l'ingestion : pas de culture ni élevage.

Ainsi, pour les cibles sur site, ne seront étudiés que les risques liés à l'exposition :

- par inhalation de polluants sous forme gazeuse provenant des sols et de la nappe sous-jacents ;
- par ingestion de sol et/ou de poussières provenant des sols pollués présents en surface dans des zones non couvertes.

Ces modes d'exposition sont repris dans la figure 11 qui présente le schéma conceptuel.

4 Mise à jour de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les cibles sur site

4.1 Sélection des composés à prendre en compte

Les substances prises en compte sont les mêmes que celles identifiées lors de l'EDR réalisée en 2005. Le diagnostic complémentaire n'a pas mis en évidence la présence d'une substance n'ayant pas été identifiée auparavant et devant être prise en compte. Les produits retenus sont, pour l'ensemble des cibles, les produits volatils toxiques présents dans les sols et/ou dans la nappe, c'est à dire :

- le benzène ;
- le toluène ;
- l'éthylbenzène ;
- les xylènes ;
- les HAP. Dans un premier temps, au vu des concentrations élevées mesurées, seuls le naphthalène (le plus volatil) et le benzo[a]pyrène (composé de référence pour la toxicologie) sont retenus. Le poids de cette sélection sera évalué dans la discussion sur les incertitudes.

4.2 Concentrations retenues dans les milieux d'exposition

4.2.1 Pour l'ingestion

Pour cette voie d'exposition, nous retenons les concentrations mesurées dans les sols en T3 (seul point où les sols ne sont pas recouverts) :

- BaP : 11 mg/kg,
- Naphtalène : 1 mg/kg.

Cette approche est majorante. Ce choix est discuté en incertitudes dans le paragraphe 4.5).

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 21/34

4.2.2 Concentrations retenues dans l'air ambiant

Les concentrations retenues en fonction des zones d'exposition sont présentées dans le tableau suivant. Ces teneurs sont issues des mesures réalisées sur site (cf. paragraphe 2.5.3). L'ensemble des teneurs mesurées étant inférieures aux limites de quantification du laboratoire, ces dernières sont retenues comme concentrations dans le milieu d'exposition (hypothèse majorante).

Tableau 11 : Concentrations retenues pour l'air ambiant

Lieu d'exposition	intérieur			Extérieur
	« la chapelle »	Atelier n°1	Atelier n°2	
unité	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Prélèvement concerné	PA3	PA2	PA4	PA1
benzène	6,0	6,0	6,0	6,0
Toluène	6,0	6,0	6,0	6,0
Ethylbenzène	6,0	6,0	6,0	6,0
Xylènes	12,0	12,0	12,0	12,0
Naphtalène	6,0	6,0	6,0	6,0

Les concentrations mesurées sur site dans l'air ambiant en extérieur sont très inférieures aux concentrations qui avaient calculées en première approche (d'un facteur de 2 à 100 suivant les substances et les lieux). Le benzo[a]pyrène n'a pas fait l'objet de mesure car dans la première approche les concentrations calculées étaient négligeables par rapport aux autres substances.

Par la suite, on considèrera que les 3 zones sont équivalentes : mêmes budget espace temps des cibles considérées et mêmes concentrations d'exposition. Nous ne présenterons donc que 2 scénarios :

- travailleurs dans les ateliers ;
- travailleurs dans des bureaux.

4.2.3 Relation dose-réponse des polluants retenus pour l'EDR

Les relations dose-réponse des composés présents dans les différents milieux sont données en annexe 6, la cancérogénicité des composés y est détaillée. Les taux d'absorption par voie y sont également détaillés.

Ces paramètres seront utilisés dans le cadre des calculs des expositions dans les parties suivantes du rapport.

Les valeurs toxicologiques retenues pour l'ingestion et l'inhalation sont synthétisées dans le tableau suivant.

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB - DAR - DV	
21/11/07	Page : 22/34

Tableau 12 : Valeurs toxicologiques retenues

Substances	CAS n°R	EFFETS TOXIQUES SANS SEUIL					
		ERUo (mg/kg/j)-1	type de cancer voie orale	Source	ERUI (µg/m3)-1	type de cancer voie inh*	Source
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES							
Naphtalène	91-20-3	0,0002	application TEF	-	1,10E-06	application TEF	-
Benzo(a)pyrène	50-32-8	0,2	multi-site	RIVM, 2001	1,10E-03	tractus respiratoire	OEHHA, 2002
COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES							
benzène	71-43-2	5,50E-02	leucémie	US-EPA, 2000	7,80E-06	leucémie	US-EPA, 2000
toluène	108-88-3	-	-	-	-	-	-
ethylbenzène	100-41-4	-	-	-	-	-	-
xylènes	1320-20-7	-	-	-	-	-	-

Substances	CAS n°R	EFFETS TOXIQUES A SEUIL							
		RfD (oral) (mg/kg/j)	Organe cible (oral)	Source	Facteur de sécurité (oral)	RfC (inh*) (µg/m3)	Organe cible (inh*)	Source	Facteur de sécurité (inh*)
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES									
Naphtalène	91-20-3	0,02	poids	US-EPA, 1998	3000	3	sys. Resp.	US-EPA, 1998	3000
Benzo(a)pyrène	50-32-8	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES									
benzène	71-43-2	0,004	sang	US-EPA, 2003	300	30	sang	US-EPA, 2003	300
toluène	108-88-3	0,08	hepatique, rein	US-EPA, 2005	3000	300	yst. Nerveu	ATSDR, 2000	300
ethylbenzène	100-41-4	0,1	hepatique, rein	US-EPA, 1991	1000	1000	éveloppement	US-EPA, 1991	300
xylènes	1320-20-7	0,2	poids	US-EPA, 2003	1000	100	yst. Nerveu	US-EPA, 2003	300

4.3 Evaluation des expositions

4.3.1 Ingestion de sols

Le calcul de la dose moyenne journalière d'exposition a été réalisé avec l'équation générique suivante (guide EDR du MEDD/BRGM/INERIS, version 2000) :

$$DJE_{i,s} = \frac{C_{i,s} * Q_{sol} * T * F}{P * T_m}$$

- avec :
- DJE_{i,s} : dose journalière du composé i liée à l'ingestion de sols (en mg/kg/j)
 - C_{i,s} : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)
 - Q_{sol} : taux d'ingestion de sols (kg/j)
 - T : durée d'exposition (années)
 - F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an),
 - P : poids corporel de la cible (kg)
 - T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

Les doses moyennes journalières induites par l'ingestion de sols sont calculées à partir des concentrations dans les sols de surface du paragraphe 4.2.1. Le détail des calculs est donné en annexe 8.

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB - DAR - DV	
21/11/07	Page : 23/34

4.3.2 Inhalation de gaz

Le calcul de la concentration inhalée moyenne a été réalisé avec l'équation générique suivante (guide EDR du MEDD/BRGM/INERIS, version 2000) :

$$CI_j = [C_j \times T \times F / T_m]_{\text{intérieur}} + [C_j \times T \times F / T_m]_{\text{extérieur}}$$

avec : CI_j : concentration moyenne inhalée du composé i (en mg/m^3).
 C_j : concentration du composé j dans l'air inhalé (mg/m^3).
 T : durée d'exposition (années). cf. annexe 8
 F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an).
 T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours).

Les concentrations moyennes inhalées sont calculées à partir des concentrations de l'air ambiant du tableau 19. Le détail des calculs est donné en annexe 8.

4.4 Quantification des risques sanitaires

Les indices de risques (ou quotient de danger) et excès de risques individuels liés aux différentes expositions ont été calculés à partir des valeurs toxicologiques (annexe 6) et des CI (concentrations inhalées) et DJE (doses journalières d'exposition). Le détail du calcul est donné en annexe 8.

4.4.1 Méthodologie

Estimation du risque pour les effets toxiques sans seuil

Pour les effets toxiques sans seuil (appelés cancérigènes), et pour des faibles expositions, l'excès de risque individuel (ERI) est calculé de la façon suivante :

$$ERI (\text{inhalation}) = CI \times ERUI$$

Pour chaque scénario d'exposition, un ERI global est ensuite calculé en faisant :

- pour chaque substance, la somme des risques liés à chacune des voies d'exposition,
- la somme des risques liés à chacune des substances cancérigènes.

La somme des ERI doit être inférieure à 10^{-5} (soit un cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées).

Estimation du risque pour les effets toxiques à seuil

Pour les effets toxiques à seuil, on définit un indice de risque (IR) ou quotient de danger (QD) pour chaque voie d'exposition de la manière suivante :

$$IR_{i,ING} = \frac{DJE_{i,ING}}{RfDi} \dots IR_{i,INH} = \frac{CI_{i,INH}}{RfCi}$$

La somme des QD doit être inférieure à 1 pour que le risque reste acceptable. En effet, ce niveau de risque correspond à une dose d'exposition inférieure à la dose « seuil » à partir de laquelle un effet néfaste peut se produire.

En première approche, on sommera les indices de risque liés aux différentes voies d'administration du polluant et aux différentes substances.

Si la somme des indices de risque ainsi obtenue dépasse la valeur de 1, cette hypothèse trop conservatoire sera dépassée, en distinguant les substances produisant le même effet toxique sur le même organe, et en considérant de façon séparée les indices de risque se rapportant à des durées d'exposition différentes.

La circulaire du 10/12/99 relative aux principes de fixation des objectifs de réhabilitation a été abrogée par les nouveaux textes de février 2007 et notamment le guide méthodologique « Modalité de gestion et de réaménagement des sites pollués » correspondant à l'annexe 2 de la note aux préfets des niveaux de risques de référence. Dans le cadre de l'IEM (interprétation de l'état des milieux) qui s'applique pour des usages actuels (fixés), 3 cas sont distingués :

- **cas 1** : $QD^1 < 0,2$ et $ERI < 10^{-6}$ alors : Etat des milieux compatibles avec usages (sous réserve de s'assurer néanmoins que la source de pollution est maîtrisée et que les servitudes éventuellement nécessaires par rapport à des usages autres que ceux actuels sont réalisées) ;
- **cas 2** : $QD > 5$ ou $ERI < 10^{-4}$ alors : Etat des milieux non compatible avec les usages, ce qui implique la mise en œuvre d'un plan de gestion du site ;
- **cas 3** : intermédiaire pour les QD et ERI compris entre 0,2 et 5 et entre 10^{-4} et 10^{-6} alors il n'est pas proposé de solution tranchée, les « incertitudes nécessitant une réflexion plus approfondie ».

4.4.2 Résultats des calculs de risques

Les quotients de danger et excès de risques individuels sont présentés dans les tableaux suivants pour les calculs réalisés à partir des concentrations mesurées dans l'air ambiant en octobre 2007 et des concentrations des sols de surface mesurées en 2002. Le détail des calculs est présenté en annexe 8.

Les tableaux suivants présentent les résultats du calcul de risques pour les scénarii « ateliers » et « bureaux ».

Tableau 13 : Risques sanitaires pour les usagers des ateliers

	Ateliers			
	Quotient de danger (QD)	Composés tirant le risque	Excès de risque individuel (ERI)	Composés tirant le risque
Inhalation de gaz (intérieur)	0,24	naphtalène	$3,07. 10^{-6}$	benzène
Inhalation de gaz (extérieur)	0,27	naphtalène	$3,45. 10^{-6}$	benzène
Ingestion de sols (extérieur)	$3,1. 10^{-6}$	naphtalène	$7,9. 10^{-8}$	BaP
TOTAL pour les ateliers	0,51	naphtalène	$6,6. 10^{-6}$	benzène

¹ QD = quotient de danger, terme modifié désignant les Indices de Risques

Tableau 14 : Risques sanitaires pour les usagers des bureaux

	Bureaux			
	Quotient de danger (QD)	Composés tirant le risque	Excès de risque individuel (ERI)	Composés tirant le risque
Inhalation de gaz (intérieur)	0,47	naphtalène	$6,13 \cdot 10^{-6}$	benzène
Inhalation de gaz (extérieur)	0,029	naphtalène	$3,83 \cdot 10^{-7}$	benzène
Ingestion de sols (extérieur)	$3,1 \cdot 10^{-6}$	naphtalène	$7,9 \cdot 10^{-8}$	BaP
TOTAL pour les bureaux	0,51	naphtalène	$6,6 \cdot 10^{-6}$	benzène

Dans le cas des cibles dans les ateliers et des cibles dans les bureaux :

- pour les effets non cancérogènes, les quotients de danger seraient de 0,51 pour les adultes. Ces QD étant compris entre 0,2 et 5, nous nous situons dans le cas intermédiaire où il n'est pas proposé de solution tranchée, les « incertitudes nécessitant une réflexion plus approfondie » ;
- pour les effets cancérogènes, les excès de risques individuels sont de l'ordre de $6,6 \cdot 10^{-6}$ au maximum pour les adultes. Cet ERI étant compris entre 10^{-4} et 10^{-6} , nous nous situons dans le cas intermédiaire où il n'est pas proposé de solution tranchée, les « incertitudes nécessitant une réflexion plus approfondie ».

4.5 Analyse des incertitudes

Au regard des résultats des calculs de risques, la discussion suivante vise à évaluer le poids du choix de certaines hypothèses sur les conclusions afin de statuer sur le caractère majorant ou non de ces calculs de risques.

4.5.1 Concentrations et produits sélectionnés

4.5.1.1 Concentrations dans l'air ambiant

Les concentrations dans l'air ambiant utilisées dans les calculs de risques sanitaires sont des concentrations qui ont été mesurées sur site. Ces mesures ont été réalisées sous la forme de six prélèvements d'air ambiant à 1,5 m de hauteur par rapport au sol répartis dans les bâtiments et au droit de zones extérieures recouvertes. Ces prélèvements ont été réalisés sous les conditions météorologiques suivantes :

- température de l'air extérieur de l'ordre de 14°C ;
- temps gris et humide (pluies importantes la nuit précédente) ;
- absence de vent.

Ces conditions météorologiques correspondent à une période climatique intermédiaire. La volatilisation pouvant être supérieure en conditions plus chaudes (été). Cependant l'absence de vent lors des prélèvements va dans le sens d'une augmentation des concentrations dans l'air ambiant par absence de dilution et le temps couvert minimise la dégradation des BTEX par le rayonnement solaire. Les prélèvements réalisés sur site sont représentatifs de conditions moyennes.

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 26/34

Toutefois, lors de notre visite du site, le jour précédant les prélèvements, le 1 octobre 2007 (jour ensoleillé, température de l'ordre de 20° C et vent faible), des odeurs de goudrons ont été relevées par notre technicien au droit de la zone découverte localisée dans l'angle Nord-Est du site, le long de l'Indre.

Les seuils olfactifs sont variables suivants les hydrocarbures présents cependant à titre d'exemple le seuil olfactif du naphthalène (HAP le plus volatil) est de 210 µg/m³. Aucun prélèvement n'a été réalisé au droit de cette zone découverte localisée dans l'angle Nord-Est du site. Ce constat montre qu'en l'absence de couverture imperméable des sols des concentrations significatives en hydrocarbures peuvent être présentes dans l'air atmosphérique au droit du site.

Ainsi, il est possible que les concentrations mesurées ne représentent pas les concentrations maximales que l'on peut rencontrer sur site, ce qui peut entraîner une sous-estimation des niveaux de risque calculés.

Les concentrations dans l'air ambiant des points PA5 et PA6 n'ont pas été prises en compte en raison du temps de prélèvement qui a été plus faible que les autres points impliquant par conséquent une limite de quantification plus élevée.

4.5.1.2 Produits pris en compte

Malgré les teneurs élevées en HAP dans les sols et les eaux, il a été uniquement mesuré dans l'air ambiant le naphthalène (HAP le plus volatil). La prise en compte de composés HAP supplémentaires ne ferait qu'augmenter légèrement les valeurs des QD et des ERI en raison de leur faible volatilité. Cette hypothèse a été validée par les calculs réalisés lors de la première approche avec une part minoritaire des risques liée à la prise en compte du Benzo(a)pyrène (HAP peu volatil mais très toxique).

4.5.1.3 Concentrations dans les sols de surface

Les valeurs retenues pour l'ingestion de sols et de poussières en extérieur sont de 6,25 mg/j pour un adulte. A ces taux d'ingestion de sols seront associées les fréquences d'exposition F1 (j/an) et non à des facteurs F2 (h/j) pour les adultes en extérieur. Ces valeurs sont plus faibles que la valeur de 50 mg/j habituelle en raison de la localisation et de la faible fréquentation de la zone concernée. La valeur de 6,25 mg/j est représentative d'une journée d'activité en extérieur sans prise en compte d'un temps de présence sur la journée.

4.5.2 Caractéristiques des cibles : temps d'exposition

Conformément à la 1^{ère} analyse des risques en 2005, nous avons considéré une exposition dans les bâtiments (ateliers, chapelle) de 4 à 8 heures/jour, 220 jours/an pendant 40 ans en raison du réaménagement du site à terme en bureaux.

Or, lors de notre visite, il nous a été indiqué que la Chapelle et les ateliers n°1 et n°2 sont actuellement utilisés comme vestiaires, magasin ou dépôt de matériels et archives. Il est possible que le personnel actuel de la DDE et du conseil général ne passe pas 8 heures/jour dans ces locaux. Si on considère que le personnel ne passe qu'une heure par jour dans ces locaux, ceci revient à diviser par 4 pour les ateliers et 8 pour la Chapelle les niveaux de risques précédemment calculés en intérieur. En prenant en compte un temps d'exposition plus faible, les niveaux de risques diminuent.

4.5.3 Conclusion sur les incertitudes et l'évaluation des risques sur site

Pour les effets non cancérigènes et cancérigènes, les quotients de danger et les excès de risques individuels seraient respectivement de 0,51 et de 6,6 10⁻⁶ pour les adultes. Ces QD et ERI étant compris entre 0,2 et 5, et entre 10⁻⁴ et 10⁻⁶, nous nous situons dans le cas intermédiaire où il n'est pas proposé de solution tranchée, les « incertitudes nécessitant une réflexion plus approfondie ».

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 27/34

On constate que plusieurs facteurs engendrent des incertitudes sur les risques évalués. Le principal facteur d'incertitude ne pouvant être levé réside dans les concentrations mesurées dans l'air ambiant en conditions climatiques moyennes. Nous ne pouvons donc conclure que l'état des milieux au droit du site est compatible avec les usages actuels et futurs (fixés). Les mesures à prendre en compte pour la gestion du site ne peuvent être définies qu'au regard des impacts constatés sur site et hors site.

5 Mise à jour de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les cibles hors site et pour la ressource en eau

La pollution mise en évidence au droit du site est susceptible de migrer hors site via la migration des produits des sols vers la nappe alluviale et la nappe du Trias (exploitée par des captages AEP en aval du site) ainsi que vers les eaux superficielles (Indre).

Les cibles étudiées sont :

- les personnes pêchant dans l'Indre. En première approche, les concentrations en polluants dans l'Indre seront estimées à partir des données de la campagne de 2007 ;
- les captages d'eau sous influence du site.

5.1 Dans la nappe alluviale

Il a été mis en évidence une pollution importante en HAP (jusque 3 967 µg/l pour le naphtalène) et BTEX (jusque 16 500 µg/l pour le benzène) de la nappe alluviale (située vers 2-3 mètres de profondeur). Ces teneurs ont été mesurées en Pz1, piézomètre le plus proche des puits de particuliers, et sont associées à la présence de phase pure flottante sur la nappe.

En condition normale d'écoulement, les puits de particuliers sont situés en latéral hydraulique par rapport au site ; les concentrations mesurées en 2004 et en 2007 sur les puits P2 et P3 viennent confirmer l'absence de migration¹ de la pollution vers ces ouvrages en condition normale et actuelle de sollicitation de la nappe. Ainsi, dans les conditions actuelles d'exploitation de la nappe, le site n'apparaît pas avoir d'impact sur ces puits.

Néanmoins, la modification du régime de prélèvement sur ces ouvrages pourrait modifier le sens d'écoulement et entraîner une migration des polluants vers les eaux captées. Ces eaux pourraient voir leur qualité dégradée et devenir impropre à la consommation humaine ou à l'arrosage (usage actuel des puits).

Ces éléments nous conduisent à conclure que :

- dans les conditions actuelles de sollicitation de la nappe (faibles), les risques induits par le site sur les usages actuels de la nappe alluviale sont négligeables compte tenu des écoulements mettant en évidence un drainage de la nappe par l'Indre ;
- cependant, toute augmentation des prélèvements dans la nappe alluviale sur des puits proches du site pourrait conduire à une augmentation des concentrations dans ces ouvrages entraînant un risque sanitaire pour la consommation de végétaux arrosés avec cette eau.

¹ Les traces de HAP mesurées peuvent provenir de la diffusion-dispersion de la pollution. Cependant, ces concentrations sont sans impact sanitaire.

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 28/34

5.2 Dans la rivière l'Indre

Les concentrations en polluants dans l'Indre ont été estimées en considérant la dilution des teneurs mesurées lors de la campagne d'octobre 2007 dans l'Indre.

Le débit d'eau polluée en provenance du site et se diluant dans l'Indre a été estimé à l'aide de la formule de Darcy :

$$Q = k \times S \times i$$

Avec :
 Q : débit en provenance du site et arrivant dans l'Indre (m³/s)
 k : perméabilité des terrains (m/s)
 S : surface de la section traversée par ce débit (m²)
 i : gradient hydraulique (-)

La surface de la section a été calculée en considérant une hauteur d'alluvions mouillées de 4 mètres et une largeur de la zone polluée de 15 mètres (soit une section de 60 m²). La perméabilité a été prise à 10⁻⁴ m/s. le gradient hydraulique a été calculé à partir des données piézométriques de Pz2 et Pz3. La valeur obtenue est de 3,7 %. Le débit traversier ainsi obtenu est de 2,2. 10⁻⁴ m³/s.

Le module inter annuel en moyennes eaux de l'Indre est de 5,39 m³/s. Le facteur de dilution des eaux polluées en provenance du site vers l'Indre est de 24 500 (Q_{Indre} / Q_{venant du site}). Les concentrations ainsi estimées dans l'Indre à partir des mesures effectuées en 2007 sont présentées ci-dessous :

Tableau 15 : Concentrations estimées dans l'Indre

substances	Conc. max. eaux souterraines au droit du site (µg/l)	Conc. dans l'Indre après dilution (µg/l)		CMA (µg/l)	Conc. ubiquitaires dans les eaux de surface définies par l'INERIS (µg/l)
		Période normale (facteur 24 500)	Période étiage (facteur 3900)		
benzène	4330	0,18	1,11	1	< 1
Toluène	4950	0,20	1,27	700	Nd
Ethylbenzène	26,7	1,1.10 ⁻³	7,0.10 ⁻³	300	<0,1
Xylènes	3610	0,15	0,92	500	<0,1
Naphtalène	1700	0,07	0,44	60	< 0,01
Benzo[a]pyrène	1,1	4,5.10 ⁻⁵	28,2.10 ⁻⁴	0,01	≈ 0,001

En période normale, les concentrations estimées dans l'Indre sont très inférieures aux CMA. Cependant ces concentrations calculées sont supérieures aux concentrations ubiquitaires données par l'INERIS, pour le naphtalène et les xylènes ce qui implique un impact du site sur les eaux superficielles.

En période d'étiage (QMNA5 = 0,873 m³/s), la dilution serait alors d'un facteur 3 900. La concentration en benzène pourrait dépasser la CMA dans la rivière. En cas d'étiage sévère, l'impact du site vers les eaux superficielles serait plus important qu'en période hivernale.

De plus, ces considérations ne concernent que le transport en phase dissoute. Or il existe aussi une phase flottante au droit du site. Le transfert de celle-ci vers la rivière est difficile à caractériser mais probable en raison de la proximité entre le piézomètre sur lequel de telles observations ont été réalisées et l'Indre. Par ailleurs, il nous a été signalé lors de notre visite du site le 20/11/01 qu'en période d'été des odeurs de bitume et des irisations sur l'Indre sont parfois observées. Malgré les teneurs faibles estimées dans l'Indre en période normale, les teneurs estimées en cas d'étiage et les observations indiquant un probable transfert de phase flottante du site vers l'Indre conduisent à considérer qu'il existe un impact avéré du site sur l'Indre. Cet impact est cependant difficile à quantifier.

5.3 Dans la nappe des sables du Trias

La pollution au droit du site est présente en grande majorité dans la nappe alluviale et jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur. Le piézomètre Pz4 réalisé afin d'apprécier la migration verticale de la pollution a montré un abattement entre la nappe alluviale et les eaux contenues dans les 15 premiers mètres au toit du Trias d'un facteur de l'ordre de 2 pour le benzène et d'environ 40 pour les HAP pour les autres substances.

Si un abattement des concentrations au droit du site entre la nappe alluviale et les eaux de la partie supérieure du Trias a été constaté, ces données montrent que les BTEX et les HAP sont susceptibles de migrer vers la nappe du Trias.

Afin de vérifier la potentielle propagation des polluants présents dans la nappe du Trias au droit du site, un piézomètre (Pz5) a été installé en rive opposée de l'Indre, entre le site et les captages AEP, à environ 180 m au Nord-Est du site. Les analyses effectuées sur l'échantillon d'eaux souterraines prélevé au sein de cet ouvrage ont montré des teneurs en BTEX inférieures aux seuils de quantification du laboratoire et des teneurs en HAP faibles. Si toutes les concentrations mesurées pour les substances recherchées sont inférieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220 du 20/12/2001, ces analyses ont confirmées la présence de traces en HAP au droit de Pz5 dont l'origine est probablement liée au site.

Compte tenu de l'ensemble des éléments mentionnés ci-dessus, nous considérons que la pollution présente au droit de l'ancienne usine à gaz peut migrer vers les ouvrages AEP du secteur comme l'attestent les concentrations en HAP mesurées au droit de Pz5 (cependant inférieures aux valeurs de référence issues du décret 2001-1220).

Une contamination des eaux souterraines de la nappe du Trias utilisées pour l'alimentation en eau potable en aval du site par les eaux souterraines impactées par l'activité passée du site est possible.

6 Conclusion et recommandations

6.1 Contexte

La Mairie de la Châtre possède un terrain situé 2 rue Joseph Ageorges à La Châtre (36) en bordure immédiate de l'Indre. Le site a été occupé par une usine à gaz pendant près de 90 ans (de 1871 à 1959).

Les diagnostics antérieurs menés sur le site ont permis de mettre en évidence :

- une zone polluée par HAP et BTEX en partie Nord-Est du site entraînant une pollution de la nappe alluviale et, dans une moindre mesure, de la nappe du Trias ;
- des pollutions ponctuelles des remblais par hydrocarbures et arsenic.

Une Evaluation Détaillée des Risques (EDR) pour la santé des futurs occupants et pour la ressource en eau a mis en évidence des risques pour la santé qui pourraient être inacceptables dans la zone polluée située au Nord-Est du site. Cette étude a également estimé des concentrations dans les eaux des canalisations supérieures aux CMA.

BURGÉAP a été missionné par la mairie de La Châtre pour réaliser les compléments d'études nécessaires pour compléter la connaissance du site. Cette étude s'inscrit dans le cadre de la nouvelle politique de gestion des sites & sols pollués. Dans ce contexte, il est privilégié tant que possible de préférer les mesures in situ aux modèles, les évaluations des risques étant utilisées comme des outils d'aide à la décision. La méthodologie suivie dans la présente étude a suivi ces nouvelles orientations réglementaires.

Le complément au diagnostic a compris la réalisation de :

- la vérification des teneurs en polluants dans l'air ambiant des bâtiments et de l'air extérieur en naphtalène et en BTEX (benzène, toluène, xylène et éthylbenzène) ;
- la vérification des teneurs en benzène, toluène, xylène et éthylbenzène dans l'eau distribuée ;
- la réalisation d'un piézomètre de contrôle captant la nappe du Trias entre le site et les captages AEP cibles ;
- l'actualisation de la connaissance de la qualité des eaux souterraines avec la réalisation d'une campagne de suivi de la qualité des eaux souterraines au droit des 4 piézomètres existants sur le site, des 2 ouvrages de particuliers (P2 et P3) ainsi que du piézomètre complémentaire.

Ce diagnostic approfondi a permis de mettre en évidence :

- sur les eaux souterraines :
 - la confirmation de l'existence d'une pollution de la nappe alluviale et dans une moindre mesure de la nappe du Trias en HAP et en BTEX au droit du site, en partie Nord-Est, comme le montre les nombreux dépassements mesurés au droit du Pz1 et Pz4 ;
 - la confirmation de la présence de traces de pollution, essentiellement en HAP, en latéral hydraulique (P2 et P3) ;
 - la présence de traces en HAP dans les eaux prélevées au droit de la nappe du Trias entre le site et les captages AEP ;
- sur les eaux de distribution : les concentrations mesurées en BTEX sont inférieures aux CMA ; ✓
- sur l'air ambiant : des concentrations inférieures aux seuils de quantification du laboratoire. ✓

L'absence de contamination des eaux de distribution implique pour l'évaluation des risques de ne plus considérer les voies d'exposition par ingestion d'eau polluée liée au passage des canalisations dans les sols pollués, pour les adultes travaillant sur site.

RTr139/A.9214/CTrZ071156	
MIB – DAR – DV	
21/11/07	Page : 31/34

6.2 Evaluation des risques sur site

La mise à jour de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a été réalisée à partir des données obtenues par mesure (air ambiant, qualité des eaux de distribution et suivi de la qualité des eaux souterraines).

Les aménagements prévus et pris en compte sur la zone d'étude sont les suivants :

- terrain utilisé en l'état actuel par la DDE et le conseil général ; présence d'ateliers et de bureaux ;
- à l'avenir : terrain toujours utilisé par la DDE et le conseil général mais uniquement en tant que bureaux.

Les cibles sur site pour lesquelles le risque sanitaire a été évalué sont les travailleurs sur site, en distinguant le personnel administratif (bureaux) passant 8 h/j à l'intérieur du personnel technique (ateliers) considéré comme passant 4 h/j en intérieur et 4 h/j en extérieur. En ce qui concerne les résultats de l'évaluation des risques pour les cibles des ateliers et des bureaux, pour les effets non cancérogènes et cancérogènes, les quotients de danger et les excès de risques individuels sont respectivement de 0,51 et de $6,6 \cdot 10^{-6}$ pour les adultes. Ces résultats ont nécessité une analyse plus approfondie des incertitudes de certains paramètres utilisés dans l'évaluation des risques. Cette analyse a montré qu'il n'est pas possible de garantir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages actuels et futurs (fixés).

Aussi, concernant les cibles sur site, et compte-tenu de la présence d'une source de pollution dans les sols et les eaux souterraines au droit du site susceptible de générer des risques inacceptables pour les utilisateurs du site, nous recommandons de s'assurer néanmoins que la source de pollution est maîtrisée et que les servitudes éventuellement nécessaires par rapport à des usages autres que ceux actuels sont réalisées.

Le cas échéant, une surveillance de la qualité de l'air ambiant en intérieur et en extérieur devra être menée afin de garantir que les concentrations d'exposition seront à l'origine de niveaux de risques acceptables.

6.3 Evaluation des risques sur hors site

Hors site, l'évaluation des risques sanitaires pour la ressource en eau a considéré les cibles suivantes :

- les pêcheurs de l'Indre ;
- les puits de particuliers de Mme TEINTURIER (P2) et de M. BONNIN (P3) ;
- les captages AEP MOULIN RICHARD n°1 et 2.

Compte-tenu des concentrations identifiées au droit du site, l'usage en l'état de la nappe alluviale et du toit de la nappe du Trias au droit du site doit être proscrit.

Il a été mis en évidence :

- pour la nappe alluviale :
 - dans les conditions actuelles de sollicitation de la nappe (faibles), les risques induits par le site sur les usages actuels de la nappe alluviale sont négligeables compte tenu des écoulements mettant en évidence un drainage de la nappe par l'Indre ;
 - cependant, toute augmentation des prélèvements dans la nappe alluviale sur des puits proches du site pourrait conduire à une augmentation des concentrations en benzène et HAP dans ces ouvrages, susceptible d'entraîner une dégradation de la qualité de l'eau telle que l'eau soit impropre à la consommation ou à l'arrosage ;

- la nappe alluviale constitue un vecteur de propagation de la pollution en hydrocarbures (benzène et HAP) dissous ou en phase vers les eaux souterraines de la nappe du Trias et vers les eaux superficielles de l'Indre ;
- pour la nappe du Trias, une pollution en benzène et HAP présente au droit de l'ancienne usine à gaz susceptible de migrer vers les ouvrages AEP du secteur comme le montre les concentrations en HAP mesurées au droit de Pz5. Un calcul de migration réalisé dans le cadre de l'EDR en 2005 avait montré que la pollution pourrait mettre 70 ans avant d'atteindre les puits des captages, et que le site se trouve en dehors des rayons d'action probables de ces puits. Cependant, les mesures effectuées au droit de PZ5 entre le site et lesdits captages indiquent une dégradation de la qualité de la nappe du Trias en aval du site et en rive opposée, ce qui laisse supposer d'un impact possible sur la qualité des eaux des captages AEP à plus ou moins long terme, susceptible d'entraîner une incompatibilité entre l'état du milieu et les usages ;
- pour les eaux superficielles (Indre), malgré des teneurs faibles estimées en hydrocarbures dans l'Indre en période normale, les teneurs estimées en cas d'étiage et les observations à cette période qui ont été portées à notre connaissance indiquent un probable transfert de polluants sous forme dissoute ou sous forme d'une phase (phase ou irisations) du site vers les eaux superficielles de l'Indre. Ces éléments permettent de conclure qu'il existe un impact avéré du site sur l'Indre.

Concernant la nappe alluviale, nous recommandons de poursuivre le suivi de la qualité des puits et de contrôler les prélèvements effectués dans ce secteur. Dans le cas où les usages augmenteraient au voisinage du site et que le suivi de la qualité des eaux montrerait une dégradation de la qualité de ces dernières, il y aura lieu d'envisager des mesures de gestion visant à limiter ces impacts (restriction d'usage par exemple) ou à éliminer la source.

Au regard de l'impact du site sur les eaux superficielles et conformément à la nouvelle politique de gestion des sites pollués, nous recommandons la gestion de la pollution par la maîtrise des sources de pollution et des impacts associés.

Concernant la nappe du Trias, une contamination des eaux souterraines de la nappe du Trias utilisées pour l'alimentation en eau potable en aval du site par les eaux souterraines impactées par l'activité passée du site est possible.

Ainsi, nous recommandons dans un premier temps de suivre régulièrement les concentrations en HAP dans les eaux brutes prélevées au droit des captages AEP.

Dans la mesure où un impact sur la qualité des eaux souterraines destinées à l'eau potable est possible, nous recommandons d'étudier les possibilités de gestion de la pollution, par la maîtrise de la source de pollution au droit du site, et/ou des voies de transfert de cette pollution et/ou des impacts associés.

En parallèle, au regard des résultats obtenus sur le piézomètre Pz4, par principe de précaution et vu qu'il ne présente plus d'intérêt dans le suivi de la qualité des eaux au droit du site (en raison de la mise en place du piézomètre Pz5 en aval du site, entre le site et les captages AEP cibles), il serait pertinent de neutraliser ce piézomètre afin d'éviter tout risque supplémentaire de contamination de la nappe du Trias à terme.

Ainsi, compte-tenu des conclusions ci-avant et conformément aux nouveaux textes de gestion de sites et sols pollués, il est recommandé la mise en place d'un plan de gestion.

Les objectifs de la gestion de la pollution sont la maîtrise des sources de pollution et des impacts associés. En tout premier lieu, les possibilités de suppression des sources de pollution et de leurs impacts doivent être recherchées. Sans maîtrise des sources de pollution, il n'est économiquement ou techniquement pas pertinent de chercher à maîtriser les impacts. Ainsi, lorsque des pollutions concentrées sont identifiées, la priorité doit consister à les extraire sans chercher à justifier leur maintien en place. Lorsque la suppression totale des sources de pollution n'est pas possible, il est alors nécessaire de garantir que les impacts provenant des sources résiduelles sont effectivement maîtrisés et acceptables tant pour les populations que pour l'environnement.

Les différentes composantes du plan de gestion d'un site sont les suivantes :

- la maîtrise des sources, la maîtrise des impacts (dont la surveillance) ;
- le bilan coût-avantage, permet de retenir le plan de gestion du site qui apparaît le plus équilibré au regard des perspectives de développement durable et d'un bilan environnemental global tout en tenant compte des aspects socio-économiques ;
- les mesures de gestion qui doivent être contrôlées au cours de la réalisation du chantier ;
- une analyse des risques résiduels (ARR) permettant de garantir l'acceptabilité des risques : lorsque des expositions résiduelles subsistent dans le plan de gestion, l'acceptabilité des risques au plan de la santé humaine doit alors être démontrée à l'aide de l'outil d'analyse des risques résiduels ;
- une discussion finale des incertitudes inhérentes à toutes les étapes de la démarche conduite.

Cet outil permet de déterminer les différentes options possibles de gestion en tenant compte des spécificités du site et de son environnement, des caractéristiques du projet de réhabilitation.

Différentes mesures de gestion pourront être étudiées à la demande de la Mairie de La Châtre, dans le cadre de la présente mission (étude technico-économique). Il pourra s'agir d'étudier différentes techniques de traitement : excavation traitement in situ ou hors site, mesures constructives passives ou actives, mesures de confinement, prise en compte des mécanismes naturels et des propriétés physico-chimiques des substances, ...). Elles ne constitueront pas, à elles seules, un plan de gestion.

FIGURES

RTr00139/A.9214/CTrZ071156

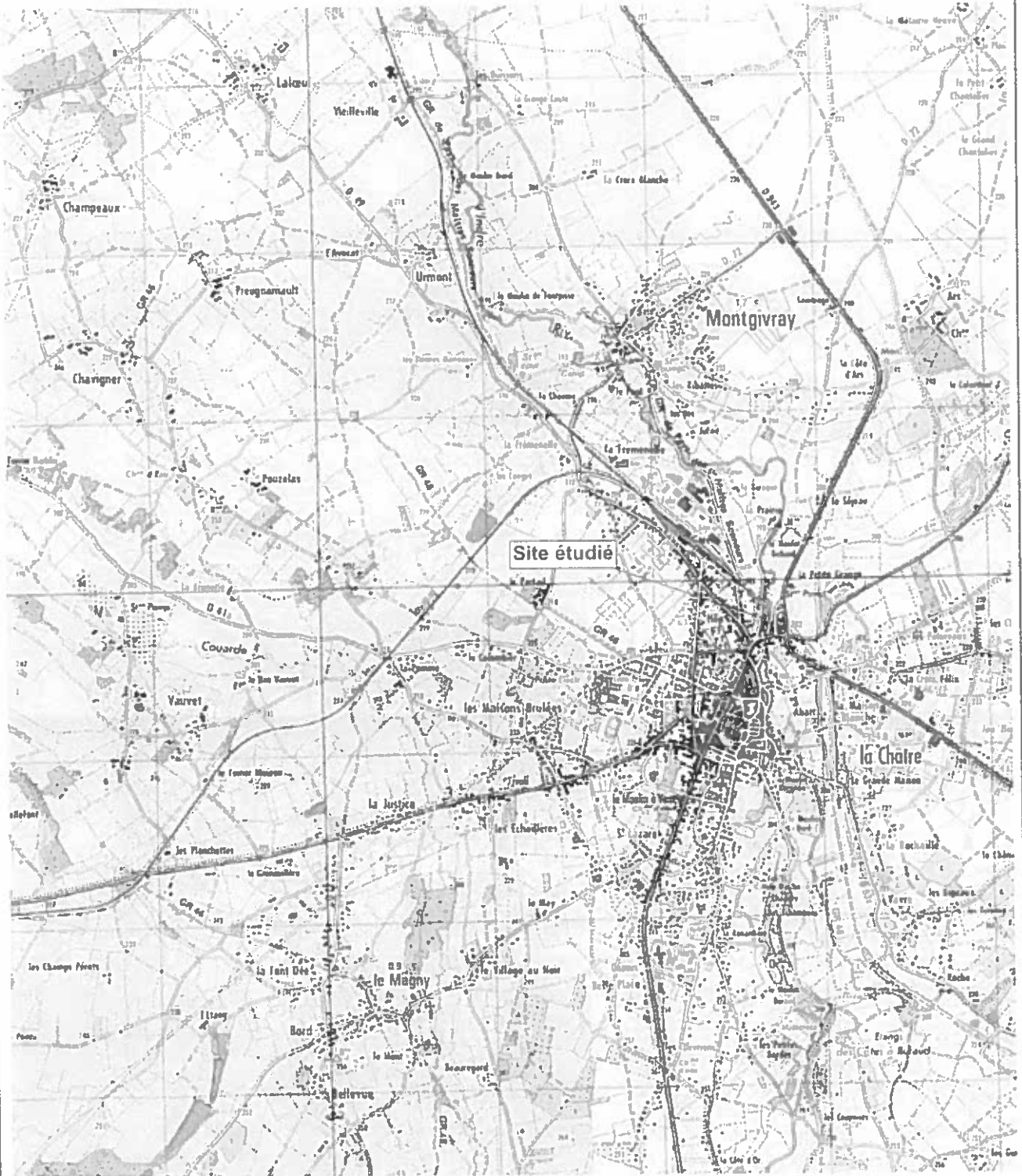
MIB - DAR - DV

21/11/07

FIGURES



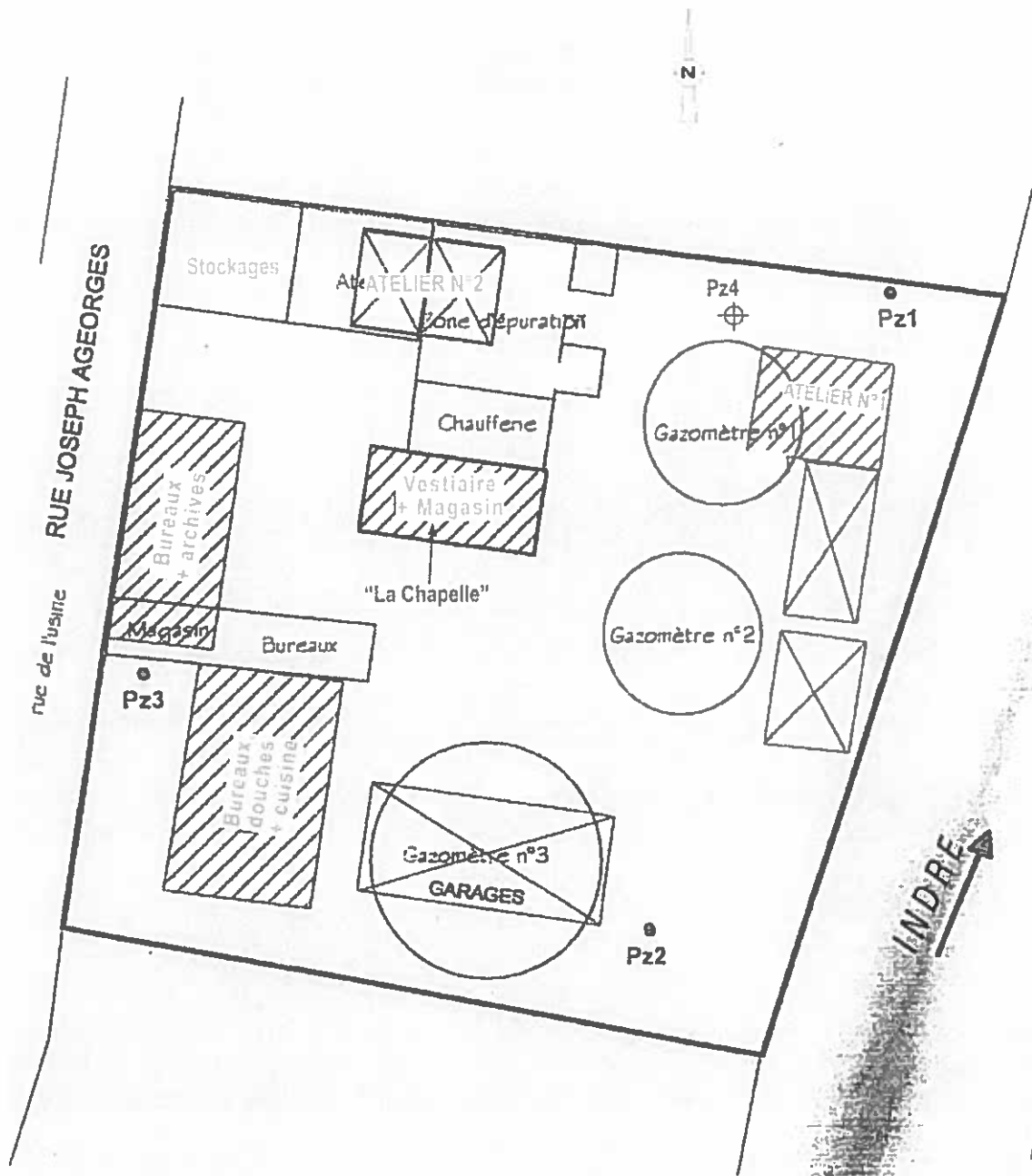
Plan de localisation du site



ECHELLE :

0 360 720 1440 m

Plan de masse du site



	Pz4 : Piézomètre réalisé en 2004
	Pz2 : Localisation et appellation des piézomètres
	: Localisation des anciennes installations
	: Limites du site

