

Emetteur : Caroline LIEBERT, N° de Projet : 43722371 Date : 11/08/2009  
Sébastien LEYRIT

Pour action : Page : 1 / 7

Pour information : Céline GALANTIN - TOTAL RAFFINAGE MARKETING

N/Réf. : AIX-DIV-09-01354B

Sujet : Analyse des Risques Résiduels (ARR) finale – Note de calcul complémentaire

---

L'ancien dépôt pétrolier de Chignin (73) appartenant à la société TOTAL RAFFINAGE MARKETING (TOTAL) a fait l'objet d'une dépollution menée par SOLEO Services (SOLEO), conformément aux préconisations du plan de gestion et de l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) préliminaire rédigés par URS France (URS, rapport du 21 avril 2008) et présentés à la DRIRE<sup>1</sup> de Savoie le 13 mai 2008. Une ARR finale a confirmé l'absence de risque sanitaire supérieur aux valeurs de référence pour l'usage futur envisagé (rapport URS n° AIX-RAP-08-00497D du 8 avril 2009).

L'usage futur du site considéré dans l'ARR est un usage de type industriel ou tertiaire, avec :

- en zone nord du site : des aménagements extérieurs (zone de parkings, voieries, espaces verts...) et/ou la construction de bâtiments à vocation industrielle/tertiaire sans sous-sol ;
- en zone sud du site : des aménagements extérieurs uniquement, la construction de bâtiment étant exclue sur cette zone. Cette disposition a été retenue compte tenu des zones de danger des Entrepôts Pétroliers de Chambéry, (EPC), situés en limite sud-est du site TOTAL.

A la demande de TOTAL, un calcul de risque sanitaire complémentaire a été effectué afin de vérifier la compatibilité d'un aménagement de type bâtiment à vocation industrielle/tertiaire (sans sous-sol) sur la zone sud du site, indépendamment des contraintes liées à la proximité du dépôt pétrolier EPC.

Ce calcul de risques sanitaires résiduels complémentaire a été réalisé conformément à la méthodologie du MEEDDM<sup>2</sup>. La présente note ne décrit que les résultats de ce calcul. L'ensemble de la méthodologie et des hypothèses prises en compte dans le calcul est détaillé dans les deux rapports précédemment cités.

## **1. RAPPEL DU SCHEMA CONCEPTUEL ET DES SCENARIOS D'EXPOSITION**

Le schéma conceptuel est basé sur une approche "Source – Transfert – Cible" illustrant les voies de transfert potentielles depuis les sources de pollution du sous-sol vers les milieux d'exposition où peuvent être exposées les cibles (ou récepteurs). Conformément à la méthodologie du MEEDDM, le schéma conceptuel final est un bilan factuel de l'état du site après l'application des mesures de gestion.

Le schéma conceptuel a pour objectif de préciser :

- les « sources » de pollution résiduelle (dans le cas d'une ARR finale, il ne s'agit plus de sources de pollution, mais de concentrations résiduelles laissées en place après l'application de mesures de gestion) ;

---

<sup>1</sup> Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement.

<sup>2</sup> Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer.

- les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques ;
- les enjeux à protéger.

En ce qui concerne les sources résiduelles, elles sont constituées par les concentrations résiduelles après traitement des sols sur la zone sud du site (excavation des sols au droit de l'ancien poste de chargement des camions et traitement par landfarming), et par les concentrations initiales laissées en place sur le reste du site et dans les eaux souterraines, ne nécessitant pas de mesures de gestion.

Les cibles potentielles (ou récepteurs) pouvant être exposés à ces concentrations sont donc les usagers futurs du site, pouvant être exposés par :

- inhalation de vapeurs migrant depuis les sols et la nappe vers l'air intérieur des bâtiments ;
- inhalation de vapeurs migrant depuis les sols et la nappe vers l'air extérieur ;
- contact direct avec les sols de surface (inhalation de poussières, ingestion de sol, contact cutané), le projet de recouvrement des sols du site étant à ce jour inconnu.

Les deux scénarios d'exposition définis sur la base de ce schéma conceptuel dans l'ARR préliminaire et repris dans l'ARR finale sont les suivants :

Scénario	Type d'exposition	Caractérisation de la « source » d'exposition (concentrations résiduelles)	
		Sol	Eaux souterraines
1 : Parkings, voiries, espaces verts, stockages extérieurs (zone sud)	Inhalation d'air en extérieur, ingestion accidentelle de sols de surface <sup>3</sup>	Concentrations maximales au niveau de la zone sud pour les composés organiques et les métaux	Concentrations maximales dans les piézomètres du site mesurées lors des campagnes de suivi effectuées entre 2000 et 2009 (PzT1, PzT2, PzT3, PzT1 bis, PzT2 bis et PzT3 bis)
2 : Bâtiments industriels/tertiaires (zone nord)	Inhalation d'air en intérieur, ingestion accidentelle de sols de surface <sup>3</sup>	Concentrations maximales au niveau de la zone nord pour les composés organiques et les métaux	

Dans le cadre de ce calcul complémentaire, le scénario suivant sera étudié :

Scénario	Type d'exposition	Caractérisation de la « source » d'exposition (concentrations résiduelles)	
		Sol	Eaux souterraines
2 : Bâtiments industriels/tertiaires (zone sud)	Inhalation d'air en intérieur, ingestion accidentelle de sols de surface <sup>3</sup>	Concentrations maximales au niveau de la zone sud pour les composés organiques et les métaux	Concentrations maximales dans les piézomètres du site mesurées lors des campagnes de suivi effectuées entre 2000 et 2009 (PzT1, PzT2, PzT3, PzT1 bis, PzT2 bis et PzT3 bis)

La quantification de l'exposition pour ce scénario est synthétisée dans les paragraphes suivants.

<sup>3</sup> Les éventuelles expositions des récepteurs par inhalation de poussières et par contact cutané avec les sols de surface n'ont pas été quantifiées pour des raisons évoquées dans les deux rapports d'ARR. Seule l'ingestion accidentelle de sols de surface, plus pénalisante, a fait l'objet d'un calcul.

## 2. CALCUL DES RISQUES RESIDUELS

L'ensemble de la méthodologie et des paramètres d'étude est détaillé dans les rapports de plan de gestion (rapport URS du 21 avril 2008) et d'ARR finale (rapport URS n° AIX-RAP-08-00497D du 8 avril 2009). Seules les principales données d'entrée et hypothèses de calcul sont présentées dans ce chapitre.

### 2.1. Concentrations d'entrée

Pour ce calcul, les concentrations d'entrée sont les concentrations résiduelles des substances, laissées en place dans la zone sud après dépollution, et utilisées pour calculer les risques résiduels.

Pour les sols, les concentrations d'entrée prises en compte sont les concentrations **maximales** parmi :

- les concentrations résiduelles en fond et en bord de fouille au droit de l'ancien poste de chargement des camions (PCC) résiduelles au droit de la zone sud ;
- les concentrations résiduelles dans les terres traitées par landfarming et ayant servi au remblaiement de l'excavation ;
- les concentrations initiales laissées en place au droit de la zone sud.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations d'entrée pour l'exposition par inhalation de vapeurs (ensemble des sols) :

Composé détecté	Unité	Concentration retenue pour l'ARR (mg/kg)*	Echantillons correspondants
benzène	mg/kg	0,14	L31 - 1,0 m
toluène	mg/kg	0,13	
éthylbenzène	mg/kg	0,10	L31 - 0,3 m
xylènes (totaux)	mg/kg	0,55	
<i>BTEX totaux</i>	mg/kg	<b>0,9</b>	
fraction aromatique C10-C11	mg/kg	5,3	L40 - 1,5 m la répartition par coupe a été réalisée selon les résultats TPH de l'échantillon L79 - 0,4 m
fraction aromatique C12-C15	mg/kg	51,8	
<i>Aromatiques volatils totaux</i>	mg/kg	<b>57,1</b>	
fraction aliphatique C8-C10	mg/kg	2,7	
fraction aliphatique C10-C11	mg/kg	107,3	
fraction aliphatique C12-C15	mg/kg	421,8	
<i>Aliphatiques volatils totaux</i>	mg/kg	<b>531,8</b>	
<i>HCT totaux</i>	mg/kg	<b>1 300</b>	
naphtalène	mg/kg	0,67	L40 - 1,5 m
acénaphthylène	mg/kg	0,11	L49 - 0,2 m
acénaphthène	mg/kg	2,2	
fluorène	mg/kg	1,4	
phénanthrène	mg/kg	3,8	L38 - 1,2 m
anthracène	mg/kg	1,8	
fluoranthène	mg/kg	7,9	L49 - 0,2 m
pyrène	mg/kg	5,5	
benzo(a)anthracène	mg/kg	4,3	L23 - 0,5 m
chrysène	mg/kg	3,9	
benzo(b)fluoranthène	mg/kg	4,0	
benzo(k)fluoranthène	mg/kg	1,8	
benzo(a)pyrène	mg/kg	2,9	
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg	0,5	
benzo(ghi)pérylène	mg/kg	1,6	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	1,9	
dichlorométhane	mg/kg	0,1	L42 - 0,3 m

\* Concentration maximale mesurée sur l'ensemble des sondages réalisés dans la zone sud (incluant les concentrations mesurées en bords et fond de fouille), à l'exception des mailles excavées lors de la réhabilitation.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations d'entrée pour l'exposition par ingestion accidentelle de sols (sols de surface) :

Composés détectés	Unité	Concentration retenue pour l'ARR	Echantillons correspondants	
plomb	mg/kg	1500	L40 - 0,2 m	
toluène	mg/kg	0,12	L31 - 0,3 m  L31 - 0,3 m la répartition par coupe a été réalisée selon les résultats TPH de l'échantillon L79 - 0,4 m	
éthylbenzène	mg/kg	0,10		
xylènes (totaux)	mg/kg	0,55		
fraction aromatique C10-C11	mg/kg	4,9		
fraction aromatique C12-C15	mg/kg	47,8		
fraction aromatique C16-C20	mg/kg	97,9		
fraction aromatique C21-C34	mg/kg	80,1		
fraction aliphatique C8-C10	mg/kg	2,4		
fraction aliphatique C10-C11	mg/kg	99,0		
fraction aliphatique C12-C15	mg/kg	389,4		
fraction aliphatique C16-C34	mg/kg	478,4		
acénaphylène	mg/kg	0,1	L49 - 0,2 m	
acénaphène	mg/kg	2,2		
fluorène	mg/kg	1,4		
phénanthrène	mg/kg	3,8		
anthracène	mg/kg	0,7	L23 - 0,5 m	
fluoranthène	mg/kg	7,9	L49 - 0,2 m	
pyrène	mg/kg	5,5		
benzo(a)anthracène	mg/kg	4,3	L23 - 0,5 m	
chrysène	mg/kg	3,9		
benzo(b)fluoranthène	mg/kg	4,0		
benzo(k)fluoranthène	mg/kg	1,8		
benzo(a)pyrène	mg/kg	2,9		
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg	0,4		
benzo(ghi)pérylène	mg/kg	1,6		
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	1,9		
Dichlorométhane	mg/kg	0,1		L42 - 0,3 m

Pour la voie d'exposition par ingestion, l'ensemble des composés détectés dans les 50 premiers centimètres des sols du site a été pris en compte, à l'exception des métaux pour lesquels seul le plomb a été retenu, les concentrations mesurées pour les autres métaux étant comprises dans les gammes de valeur du bruit de fond des sols ordinaires ou à anomalies modérées en France<sup>4</sup>.

Pour les eaux souterraines, n'ayant pas subi de traitement, les concentrations d'entrée retenues sont les concentrations maximales détectées depuis 2000. Elles sont présentées dans le tableau suivant :

<sup>4</sup> Données issues du programme ASPITET (Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces) de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). « Teneurs totales en éléments traces dans les sols - Gammes de valeurs "ordinaires" et d'anomalies naturelles » (<http://etm.orleans.inra.fr/gammes3.htm>).

Composé détecté	Unité	Concentration retenue pour l'ARR (µg/l)*	Echantillons correspondants
toluène	µg/l	0,3	PzT1 Bis - Juin 2007
MTBE	µg/l	81,0	PzT3 Bis - Juin 2007
fraction aromatique C10-C11	µg/l	3,2	PzT3 - Décembre 2000
fraction aromatique C12-C15	µg/l	31,3	
<i>Aromatiques volatils totaux</i>	µg/l	<b>34,5</b>	
fraction aliphatique C8-C10	µg/l	110,0	PzT2 Bis - Octobre 2007 et avril 2008 PzT3 Bis - Octobre 2008
fraction aliphatique C10-C11	µg/l	64,9	PzT3 - Décembre 2000
fraction aliphatique C12-C15	µg/l	255,1	
<i>Aliphatiques volatils totaux</i>	µg/l	<b>429,9</b>	
<i>HCT totaux **</i>	µg/l	<b>894**</b>	
naphtalène	µg/l	-	PzT2 Bis - Juin 2007
acénaphthylène	µg/l	-	
acénaphène	µg/l	-	
fluorène	µg/l	-	
phénanthrène	µg/l	-	
anthracène	µg/l	-	
fluoranthène	µg/l	0,13	
pyrène	µg/l	0,16	
benzo(a)anthracène	µg/l	0,10	
chrysène	µg/l	0,09	
benzo(b)fluoranthène	µg/l	0,15	
benzo(k)fluoranthène	µg/l	0,06	
benzo(a)pyrène	µg/l	0,11	
dibenzo(ah)anthracène	µg/l	0,02	
benzo(ghi)pérylène	µg/l	0,07	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	0,07	

- : non détecté

\* : Concentration maximale mesurée sur le site lors des différentes campagnes d'investigation

\*\* : La concentration en HCT totaux retenue pour l'ARR (984 µg/l) correspond au calcul suivant : 786 µg/l mesurée par IR en 2000 (et retenue dans le rapport d'avril 2008) à laquelle se rajoute 110 µg/l pour les coupes aliphatiques C8-C10 détectées en octobre 2007, avril et octobre 2008 en remplacement des 1,6 µg/l estimés et retenus pour ces mêmes coupes volatiles dans le rapport d'avril 2008

## 2.2. Méthodologie des calculs de risques résiduels

Pour rappel, les principaux paramètres et hypothèses retenus dans les calculs de risques résiduels sont les suivants :

- les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), permettant de quantifier la toxicité des substances ;
- les caractéristiques des sols présents dans la zone non saturée au-dessus du niveau de la nappe (voie inhalation uniquement) ;
- la profondeur des « sources » dans les sols et dans les eaux souterraines (voie inhalation uniquement) ;
- les paramètres physico-chimiques des composés identifiés (voie inhalation uniquement) ;
- les caractéristiques des lieux d'exposition des récepteurs (voie inhalation uniquement) ;
- les paramètres définissant le budget espace-temps des récepteurs (voies inhalation et ingestion).

L'ensemble de ces données et les modèles utilisés pour les calculs sont présentés en détail dans l'ARR préliminaire d'avril 2008 et sont reprises dans l'ARR finale d'avril 2009.

A noter que pour le présent calcul, aucune sélection des traceurs n'a été effectuée. En effet, afin de se placer dans un cadre majorant, l'ensemble des substances détectées dans les sols et les eaux souterraines (excepté les métaux ne dépassant pas les concentrations ubiquitaires indiquées par l'INRA, cf. paragraphe 2.1) a été pris en compte dans les calculs.

Les calculs de risques sont réalisés en considérant indépendamment :

- les **effets à seuil**, pour lesquels il existe une concentration en dessous de laquelle l'exposition ne produit pas d'effet. Les risques liés à ces effets sont quantifiés pour chaque substance et chaque voie d'exposition par un Quotient de Danger (QD). La somme des QD est ensuite comparée à une valeur de référence égale à 1 ;
- les **effets sans seuil**, pour lesquels il n'y pas de niveau d'exposition sans risque. La probabilité de survenue d'un effet croît avec la dose. Ces effets concernent, en règle générale, les substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction. Les risques liés à ces effets sont quantifiés pour chaque substance et chaque voie d'exposition par un Excès de Risque Individuel (ERI). La somme des ERI est ensuite comparée à une valeur de référence égale à  $10^{-5}$ .

### 2.3. Résultats des calculs de risques résiduels

Les résultats des calculs de risques résiduels pour le scénario : aménagement de bâtiment à vocation industrielle ou tertiaire, appliqué à la zone sud du site de Chignin sont résumés dans le tableau suivant.

Voie d'exposition	Zone sud : scénario 1	
	QD	ERI
Inhalation en intérieur	0,26	7,3E-07
Ingestion de sol	0,19	2,5E-06
<b>TOTAL</b>	<b>0,45</b>	<b>3,3E-06</b>
<b>Valeur de référence</b>	<b>1</b>	<b>1,0E-05</b>

Ce tableau montre que les niveaux de risques calculés pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil pour ce scénario sont **inférieurs aux valeurs de référence** définies par les experts sanitaires, malgré la prise en compte des concentrations résiduelles maximales dans les sols et les eaux souterraines et d'autres hypothèses majorantes.

Une éventuelle implantation de bâtiments dans le cadre d'un usage industriel ou tertiaire est donc possible sur la zone sud du site, sur le plan strictement sanitaire et indépendamment des contraintes liées à la proximité du dépôt pétrolier EPC.

### **3. CONCLUSION**

L'ancien dépôt pétrolier de Chignin (73) appartenant à la société TOTAL RAFFINAGE MARKETING (TOTAL) a fait l'objet d'une dépollution entre juin et janvier 2009. Cette réhabilitation a été validée sur le plan sanitaire par une Analyse des Risques Résiduels (ARR) finale (rapport URS n° AIX-RAP-08-00497D du 8 avril 2009).

L'usage futur du site considéré dans cette ARR finale est un usage de type industriel ou tertiaire, comprenant l'aménagement d'espaces extérieurs (zone de parkings, voiries, espaces verts...) et la construction éventuelle de bâtiments, sauf sur la zone sud du site, localisée dans l'emprise des zones de dangers du site voisin (EPC).

Un calcul complémentaire, faisant l'objet de cette note et prenant en compte les mêmes paramètres que l'ARR finale, a été effectué pour un usage industriel/tertiaire avec bâtiments de bureaux sans sous-sol dans la zone sud.

**Les résultats de ce calcul ont montré que la construction de bâtiments à vocation industrielle ou tertiaire dans la zone sud était envisageable sur le plan sanitaire.**

En cas de changement de l'usage futur du site, l'ARR finale et le présent calcul devront être remis à jour.

Par ailleurs, les recommandations d'URS précisées dans l'ARR finale restent inchangées.

